

Maltogenic Amylase For Baking: enzym przeciw czerstwieniu pieczywa i utracie miękkości miękiszu

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

Maltogenic Amylase For Baking to amylaza stosowana w piekarnictwie głównie po to, aby spowolnić twardnienie miękiszu podczas przechowywania, a nie tylko zwiększyć ilość cukrów fermentacyjnych w cieście. Jej efekt technologiczny wynika z kontrolowanej modyfikacji skrobi — zwłaszcza frakcji amylopektynowej — co ogranicza retrogradację skrobi, jedną z głównych przyczyn czerstwienia pieczywa ^[1]. W praktyce jest to enzym do receptur, w których liczy się dłuższa miękkość, stabilna tekstura i przewidywalna jakość produktu w dystrybucji.

Czym jest Maltogenic Amylase For Baking w technologii pieczywa?

Maltogenic amylase, czyli amylaza maltogenna, należy do enzymów rozkładających wiązania glikozydowe w skrobi, ale różni się od typowych alfa-amylaz profilem produktów reakcji i zastosowaniem technologicznym. W uproszczeniu: zamiast intensywnie „rozrzedzać” skrobię w sposób przypadkowy, enzym ten sprzyja powstawaniu maltozy oraz krótszych fragmentów skrobi, które zmieniają zachowanie miękiszu po wypieku ^[1].

W piekarstwie kluczowe jest to, że skrobia nie jest tylko wypełniaczem mąki. Podczas wypieku pęcznieje, kleikuje, przechodzi w żelową matrycę, a następnie w czasie przechowywania stopniowo odzyskuje częściowo uporządkowaną strukturę krystaliczną. Ten ostatni proces — retrogradacja — zwiększa twardość miękiszu, zmniejsza jego sprężystość i powoduje wrażenie suchości, nawet jeśli całkowita zawartość wody nie spadła proporcjonalnie do odczuwanej utraty świeżości ^[2].

Maltogenic Amylase For Baking jest więc składnikiem funkcjonalnym dla piekarni i producentów mieszanek piekarskich, którzy chcą regulować teksturę gotowego wyrobu w czasie. Enzymes.bio występuje w tym kontekście jako dostawca online enzymów, a nie jako producent ani laboratorium; produkt jest oferowany w jednostkach 1 kg, a dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem .

Mechanizm działania: dlaczego enzym maltogenny opóźnia czerstwienie?

Czerstwienie chleba jest procesem wieloczynnikowym, ale w produktach pszennych i skrobiowych szczególnie ważna jest retrogradacja amylopektyny. Amyloza odpowiada głównie za wczesne ustalenie struktury po wypieku, natomiast amylopektyna reorganizuje się wolniej i w dużym stopniu decyduje o narastaniu twardości miększa w kolejnych dniach przechowywania [2].

Maltogenic amylase działa na skrobię w taki sposób, że skraca niektóre łańcuchy glukanowe i zwiększa udział mniejszych sacharydów, w tym maltozy. Krótsze odcinki amylopektyny mają mniejszą zdolność do regularnego układania się i tworzenia stabilnych struktur krystalicznych, dlatego miększa wolniej przechodzi w stan twardy i kruchy [1].

Istotne jest również to, że enzym nie działa w izolacji od procesu wypieku. W cieście skrobia jest początkowo częściowo dostępna, ale jej podatność na hydrolizę wyraźnie rośnie podczas ogrzewania, gdy granulki skrobiowe pęcznią i kleikują. Z tego powodu technologicznie ważna jest aktywność enzymu w fazie przejściowej między ciastem a miększem, zanim struktura zostanie utrwalona przez wypiek [3].

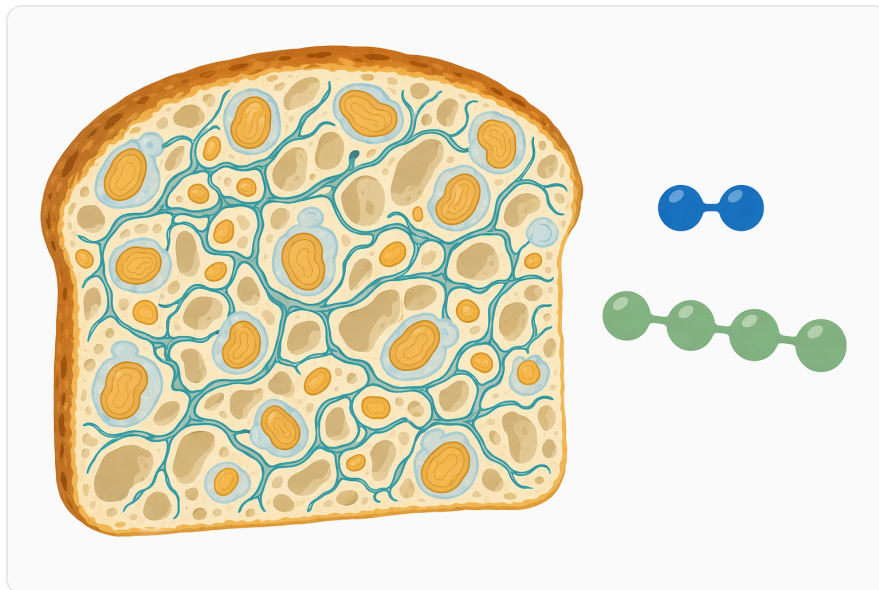


Figure 1. 말토제닉 아밀레이스는 젤라틴화된 전분을 무작위로 잘라내기보다 맥아당이 풍부한 짧은 조각으로 변형한다.

Badania nad amylazami maltogennymi z *Bacillus licheniformis* pokazują, że poprawa aktywności i stabilności cieplnej może przekładać się na lepszą jakość pieczywa i dłuższe utrzymanie świeżości. Nie oznacza to jednak, że „im bardziej stabilny enzym, tym zawsze lepiej”; w piekarnictwie liczy się równowaga między efektem w czasie wypieku a brakiem nadmiernej degradacji skrobi w gotowym produkcie [4].

Co odróżnia maltogenic amylase od zwykłej alfa-amylazy?

W praktyce piekarskiej określenie „amylaza” bywa używane zbyt szeroko. Alfa-amylazy, amylazy grzybowe, bakteryjne amylazy termostabilne i amylazy maltogenne mogą wszystkie rozkładać skrobię, ale dają odmienne skutki technologiczne. Różnica wynika z miejsca ataku enzymu na łańcuch skrobiowy, stabilności w cieple oraz proporcji powstających cukrów i dekstryn [1].

Klasyczna alfa-amylaza jest często kojarzona ze zwiększeniem ilości cukrów dostępnych dla drożdży, poprawą objętości i barwy skórki. Maltogenic amylase jest natomiast szczególnie ceniona jako enzym przeciw czerstwieniu, ponieważ jej głównym zadaniem jest modyfikacja struktury skrobi w miękiszu i utrzymanie miękkości podczas przechowywania [5].

Rozwiązanie enzymatyczne lub funkcjonalne	Główne miejsce działania w recepturze	Typowy cel technologiczny	Najważniejsze ograniczenie praktyczne
Maltogenic amylase	Skrobia w fazie kleikowania i miękiszu	Spowolnienie twardnienia, poprawa miękkości i elastyczności miękiszu w czasie	Nadmierna hydroliza skrobi może pogorszyć odczucie tekstury, zwłaszcza w produktach o wysokiej wilgotności [1]
Grzybowa alfa-amylaza	Skrobia uszkodzona i dostępna w cieście	Więcej cukrów fermentacyjnych, wsparcie fermentacji, barwa skórki	Zbyt silny efekt może zwiększać lepkość i powodować zbyt miękki lub kleisty mięksiz [5]
Xylanase	Arabinoksylany i frakcje błonnika w mące	Poprawa reologii ciasta, objętości i retencji gazu	Efekt zależy od typu mąki, udziału otrąb i jakości sieci glutenowej [6]
Cellulase	Frakcje błonnikowe, szczególnie w mąkach pełnoziarnistych lub z dodatkami	Modyfikacja wodochłonności i struktury ciasta	Może zmieniać lepkość i stabilność ciasta, dlatego wymaga zgrania z recepturą [7]
Emulgator, np. SSL	Granica faz tłuszcz–woda–skrobia–białko	Wsparcie objętości, struktury i miękkości	Działa innym mechanizmem niż enzym; efekty mogą być addytywne, ale nie są identyczne [8]

Ta różnica jest szczególnie ważna przy porównywaniu produktów o krótkim i dłuższym okresie dystrybucji. Jeśli wypiek ma być spożyty tego samego dnia, priorytetem może być objętość i świeży aromat. Jeśli natomiast produkt ma zachować jakość przez kilka dni, kontrola retrogradacji skrobi staje się jednym z głównych celów receptury [2].

Jak maltogenic amylase wpływa na etapy produkcji pieczywa?

Mieszanie i fermentacja ciasta

Podczas mieszenia maltogenic amylase ma ograniczony dostęp do nienaruszonych granulek skrobiowych, ale może działać na skrobię uszkodzoną mechanicznie podczas przemiału. Uszkodzona skrobia jest bardziej chłonna i bardziej podatna na enzymy, dlatego jej poziom może istotnie zmieniać reologię ciasta, lepkość oraz tolerancję fermentacyjną [9].

W fermentacji znaczenie enzymu maltogenicznego jest inne niż znaczenie typowej amylazy fermentacyjnej. Maltogenic amylase może zwiększać obecność maltozy, ale jej główny efekt piekarski ujawnia się później, w miększysku po wypieku. Fermentacja zależy również od metabolitów drożdży *Saccharomyces cerevisiae*, które wpływają na objętość, aromat, strukturę i parametry jakościowe chleba [10].

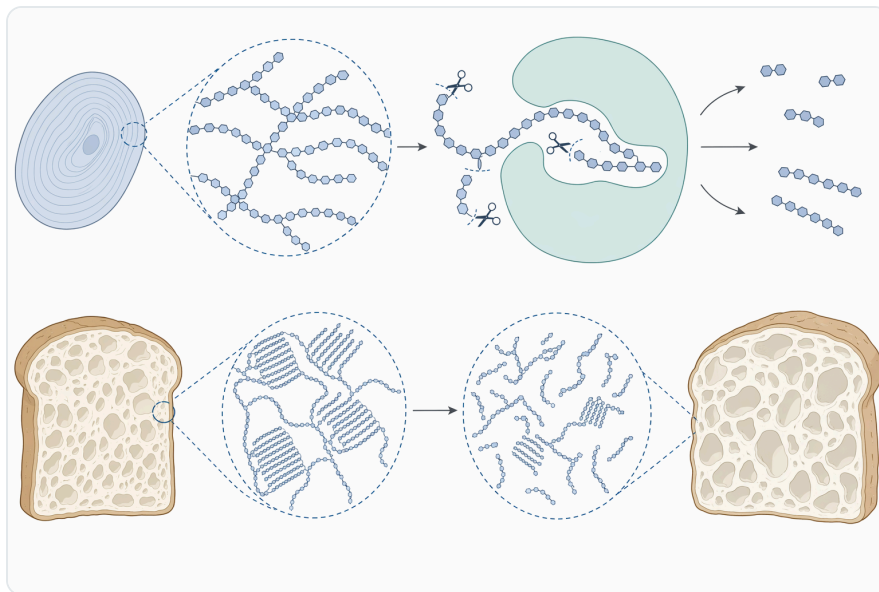


Figure 2. 빵 속살은 저장 중 단단해지는데, 이는 젤라틴화와 냉각 이후 아밀로펙틴 가지들이 다시 결합해 더 질서 있는 영역을 형성하기 때문이다.

Wypiek i kleikowanie skrobi

Najważniejszy etap dla efektu przeciwczerstwieniowego zachodzi podczas ogrzewania ciasta. W miarę wzrostu temperatury granulki skrobiowe pęcznieją, tracą uporządkowanie i stają się bardziej dostępne dla enzymu. Maltogenic amylase może wtedy skracać łańcuchy skrobi w momencie, w którym tworzy się przyszła struktura miękiszu [3].

Dla piekarza praktyczny wniosek jest prosty: ten enzym nie powinien być traktowany wyłącznie jako „dodatek do fermentacji”. Jego funkcja jest ściśle powiązana z przejściem skrobi przez fazę kleikowania, a więc z czasem wypieku, profilem temperaturowym, masą kęsa, wilgotnością receptury i typem produktu [1].

Przechowywanie i dystrybucja

Po wystudzeniu produkt wchodzi w fazę, w której różnice między recepturami zaczynają się kumulować. Pieczywo bez odpowiedniej kontroli retrogradacji może szybko tracić sprężystość, natomiast pieczywo z dobrze dobranym układem enzymatycznym wolniej zwiększa twardość miękiszu i dłużej utrzymuje akceptowalną teksturę [2].

W badaniach nad chlebem tostowym i pieczywem foremkowym maltogenic amylase była analizowana właśnie pod kątem jakości podczas przechowywania. Prace dotyczące połączenia enzymu z emulgatorem SSL pokazują, że enzymatyczna modyfikacja skrobi i klasyczne improvery struktury mogą działać na różne elementy jakości pieczywa, a ich wpływ warto interpretować oddzielnie [8].

Dowody z badań piekarskich: gdzie efekt jest najlepiej udokumentowany?

Najsilniej udokumentowane zastosowanie maltogenic amylase dotyczy chleba pszennego, pieczywa foremkowego i produktów, w których miękkość miękiszu jest ważnym parametrem handlowym. W pracy nad nową amylazą maltogenną z *Bacillus licheniformis* R-53 autorzy wskazali poprawę jakości chleba oraz wydłużenie trwałości sensoryczno-teksturalnej, co potwierdza typowe ukierunkowanie tego enzymu w piekarnictwie [3].

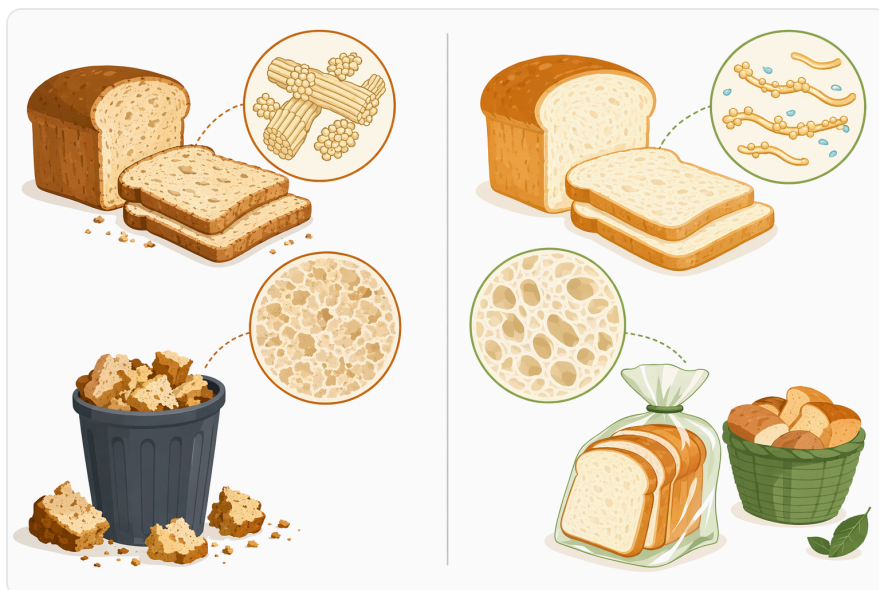


Figure 3. 제빵용 아밀레이스의 종류에 따라 생성되는 전분 조각의 양상이 달라지며, 그 결과 빵에서 나타나는 기능적 효과도 달라진다.

Kolejne badania nad ukierunkowaną ewolucją tego typu enzymu pokazały, że modyfikacje zwiększające aktywność i stabilność cieplną mogą wzmacniać efekt technologiczny w chlebie. To ważne, ponieważ w piekarnictwie enzym musi działać w środowisku dynamicznym: od chłodnego ciasta, przez fermentację, po szybkie ogrzewanie w piecu [4].

W klasycznych badaniach nad enzymami rozkładającymi skrobię w miększu wykazano, że efekt przeciw twardnieniu nie sprowadza się do prostego zatrzymania wody. Chodzi o zmianę właściwości frakcji skrobiowej, która po wypieku decyduje o tym, jak szybko miększ przechodzi z elastycznego żelu w twardszą, bardziej krystaliczną strukturę [2].

Warto zauważyć, że podobny kierunek obserwowano nie tylko w standardowym chlebie pszennym. Maltogenic amylase była badana także w pieczywie bezglutenowym, gdzie brak sieci glutenowej sprawia, że struktura produktu w jeszcze większym stopniu zależy od skrobi, hydrokoloidów i sposobu utrwalania miększu [11].

Zastosowania wykraczające poza klasyczny bochenek również potwierdzają, że enzym wpływa na strukturę wyrobów skrobiowych. W badaniu dotyczącym smażonych arkuszy do spring rolls analizowano m.in. maltogenic amylase w połączeniu z transglutaminazą i bromelainą, co pokazuje jej przydatność w systemach, gdzie tekstura cienkiej matrycy skrobiowo-białkowej jest krytyczna [12].

Zastosowania w różnych typach pieczywa i wyrobów mącznych

Chleb pszenny i pieczywo foremkowe

W chlebie pszennym podstawową wartością maltogenic amylase jest utrzymanie miękkości miękkiszu po wystudzeniu i w czasie przechowywania. Ten segment jest szczególnie wrażliwy na czerstwienie, ponieważ konsumenci łatwo rozpoznają wzrost twardości w pieczywie tostowym, kanapkowym i pakowanym [8].

Działanie enzymu jest szczególnie interesujące w produktach, które mają zachować przewidywalną strukturę przez cały okres dystrybucji. W pieczywie pakowanym nawet niewielka różnica w tempie twardnienia może mieć znaczenie dla krojenia, odczucia świeżości, elastyczności kromki i podatności na kruszenie [2].

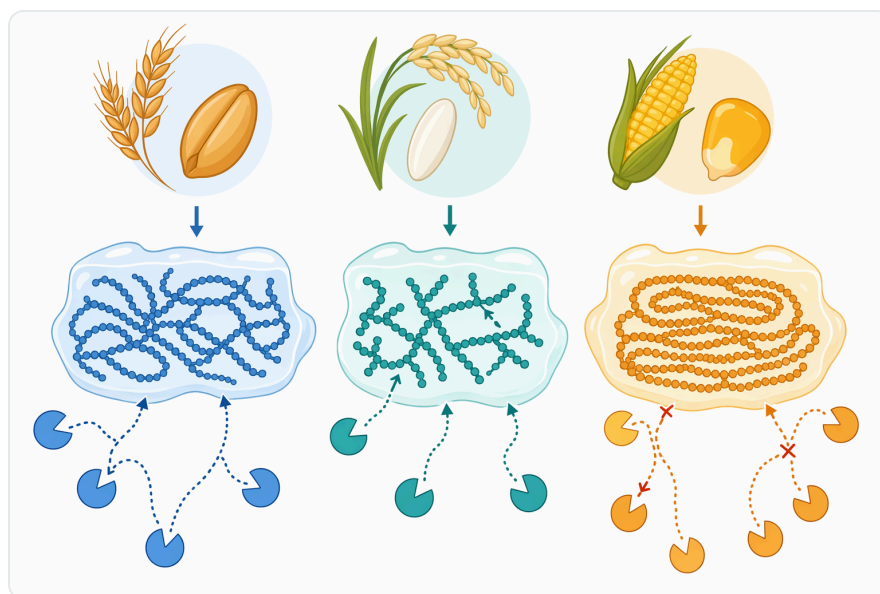


Figure 4. 쌀, 옥수수 및 모델 전분 연구는 기질의 구조와 접근성이 말토제닉 아밀레이스에 의한 변형에 영향을 준다는 것을 보여준다.

Pieczywo płaskie

W pieczywie płaskim czerstwienie objawia się nie tylko twardnieniem, ale także utratą giętkości. Badania nad improwerami w flat bread pokazują, że kontrola procesu starzenia jest istotna również tam, gdzie nie ma wysokiej objętości bochenka, a kluczowym parametrem jest elastyczność arkusza lub placka [13].

W tego typu produktach maltogenic amylase może wspierać utrzymanie miękkości, ale efekt zależy od receptury, udziału tłuszczu, wilgotności, grubości produktu i sposobu pakowania. Im cieńszy wyrób, tym większe znaczenie mają równoległe zachodzące zjawiska: utrata wody, migracja wilgoci i

reorganizacja skrobi ^[1].

Pieczywo bezglutenowe

W pieczywie bezglutenowym struktura nie jest stabilizowana klasyczną siecią glutenową, dlatego skrobia, hydrokoloidy i białka alternatywne odgrywają większą rolę w tworzeniu miękkiszu. Z tego powodu enzymy modyfikujące skrobię mogą mieć wyraźny wpływ na miękkość, objętość i trwałość teksturalną takich produktów ^[11].

Badania nad enkapsulowaną amylazą maltogenną w maltodekstrynach pokazują dodatkowo, że forma wprowadzenia enzymu może być elementem projektowania receptury bezglutenowej. Nie chodzi wyłącznie o obecność enzymu, ale także o to, kiedy i w jakiej części procesu staje się on dostępny dla skrobi ^[11].

Pieczywo parowane i wyroby azjatyckie

Porównanie grzybowej alfa-amylazy i maltogenic alpha-amylase w mące do pieczywa parowanego wskazuje, że różne amylazy mogą dawać odmienne efekty jakościowe w produktach bez klasycznej skórki wypiekowej. W pieczywie parowanym barwa skórki jest mniej istotna niż struktura, sprężystość i jednolitość miękkiszu ^[5].

To ma znaczenie technologiczne, ponieważ produkty parowane nie przechodzą przez taki sam profil wysuszenia powierzchni jak chleb pieczony. Enzym przeciwczerstwieniowy może więc wpływać przede wszystkim na miękkisz i odczucie elastyczności, a mniej na cechy związane z reakcjami powierzchniowymi ^[5].

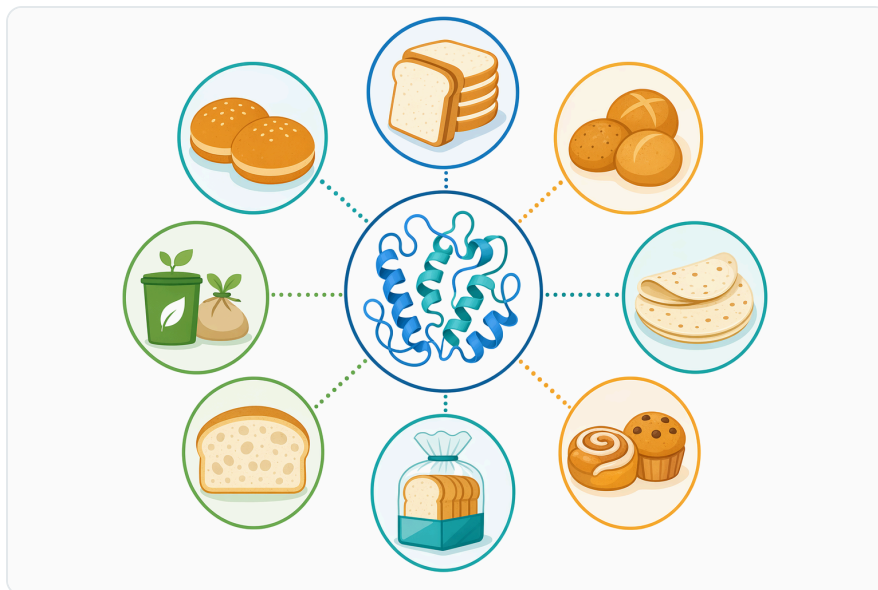


Figure 5. 말토제닉 아밀레이스는 부드러움, 유연성, 노화 지연이 중요한 품질 목표인 전분이 풍부한 구운 식품에서 가장 관련성이 높다.

Współdziałanie z innymi enzymami i improwerami

Maltogenic amylase często funkcjonuje jako część szerszego systemu poprawy jakości, obok emulgatorów, xylanase, cellulase, glutenu witalnego lub innych dodatków strukturotwórczych. W badaniach nad połączonym użyciem funkcjonalnych dodatków do poprawy jakości mąki pszennej podkreślano, że efekt końcowy wynika z interakcji między składnikami, a nie z pojedynczego parametru receptury [14].

Emulgatory, takie jak sodium stearoyl lactylate, mogą wspierać objętość i strukturę miększu poprzez oddziaływanie z białkami, lipidami i skrobią. Maltogenic amylase działa innym mechanizmem — enzymatycznie modyfikuje skrobię — dlatego połączenie obu rozwiązań może wpływać zarówno na początkową jakość chleba, jak i na jej zmiany podczas przechowywania [8].

Xylanase i cellulase są szczególnie ważne w mąkach o wyższym udziale frakcji błonnikowych, na przykład w pieczywie z otrębami lub dodatkiem owsa. Badania nad ciastem wzbogaconym otrębami owsianymi pokazują, że alfa-amylase, xylanase i cellulase mogą modyfikować właściwości reologiczne ciasta, lecz każda z tych grup enzymów działa na inny składnik matrycy [6].

W pieczywie pełnoziarnistym oddzielnym czynnikiem jest gluten witalny, który może kompensować rozcieńczenie i mechaniczne zakłócenie sieci glutenowej przez cząstki otrąb. Badania nad indywidualnym wpływem enzymów i glutenu witalnego na ciasto pełnoziarniste pokazują, że poprawa tekstury wymaga równowagi między modyfikacją skrobi, błonnika i fazy białkowej [15].

Czynniki recepturowe wpływające na skuteczność Maltogenic Amylase For Baking

Najważniejszym czynnikiem jest dostępność skrobi. Mąka o większym udziale skrobi uszkodzonej zwykle silniej wiąże wodę i jest bardziej podatna na działanie amylaz, co może poprawiać fermentację, ale też zwiększać ryzyko nadmiernej lepkości ciasta, jeśli układ enzymatyczny jest zbyt intensywny [9].

Drugim czynnikiem jest hydracja. Enzymy działają w fazie wodnej, a skrobia musi mieć możliwość pęcznienia i kleikowania, aby stała się dobrym substratem. W recepturach o niskiej wilgotności efekt maltogenic amylase może być mniej widoczny niż w pieczywie miękkim, foremkowym lub pakowanym, gdzie struktura miękiszu jest bardziej zależna od stanu skrobi [1].

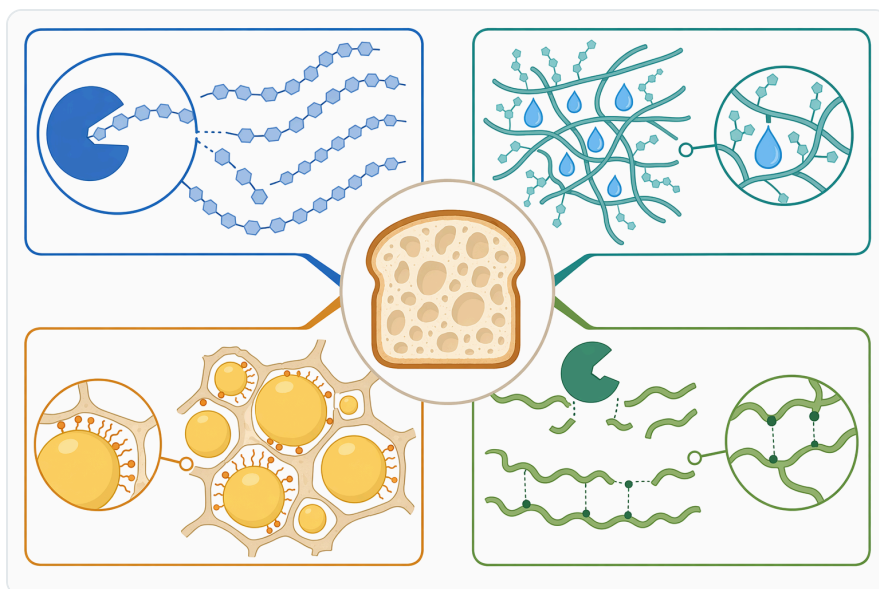


Figure 6. 말토제닉 아밀레이스는 전분에 작용하는 반면, 다른 제빵 효소와 원료는 수분 분포, 지질 또는 단백질 네트워크에 영향을 준다.

Trzecim czynnikiem jest profil procesu cieplnego. Produkty o dużej masie kęsa ogrzewają się inaczej niż cienkie placki, bułki czy arkusze ciasta. Ponieważ enzym działa szczególnie istotnie w trakcie ogrzewania i kleikowania skrobi, czas przebywania produktu w odpowiednim zakresie temperatur może zmieniać skalę efektu przeciwczerstwieńowego [3].

Czwarty czynnik to składniki konkurujące o wodę: cukier, błonnik, białka, hydrokoloidy i sól. Każdy z nich może zmieniać lepkość fazy wodnej, temperaturę kleikowania skrobi i dynamikę tworzenia miękiszu. Dlatego enzym należy traktować jako element całego układu recepturowego, a nie jako prosty zamiennik tłuszczu, emulgatora lub hydrokoloidu [14].

Jak interpretować efekty technologiczne w gotowym produkcie?

Najbardziej oczekiwanym efektem jest wolniejszy wzrost twardości miękiszu. W ocenie praktycznej oznacza to, że kromka dłużej pozostaje podatna na zginanie, mniej się kruszy i daje wrażenie świeżości po kilku dniach przechowywania. Badania nad enzymami rozkładającymi skrobię wskazują, że ten efekt jest ściśle związany z ograniczeniem zmian strukturalnych w skrobi miękiszu [2].

Drugim efektem może być poprawa odczucia wilgotności, choć nie należy mylić tego z prostym zwiększeniem zawartości wody. Maltogenic amylase wpływa na to, jak woda jest związana i odczuwana w matrycy skrobiowo-białkowej. Miękisz może wydawać się mniej suchy, ponieważ jego struktura pozostaje bardziej elastyczna [1].

Trzecim efektem jest stabilniejsze krojenie i mniejsza podatność na kruszenie w pieczywie pakowanym. Jeśli miękisz nie twardnieje zbyt szybko, kromki zachowują bardziej jednorodną strukturę mechaniczną, co ma znaczenie dla pieczywa tostowego, sandwichowego i produktów przeznaczonych do transportu [8].

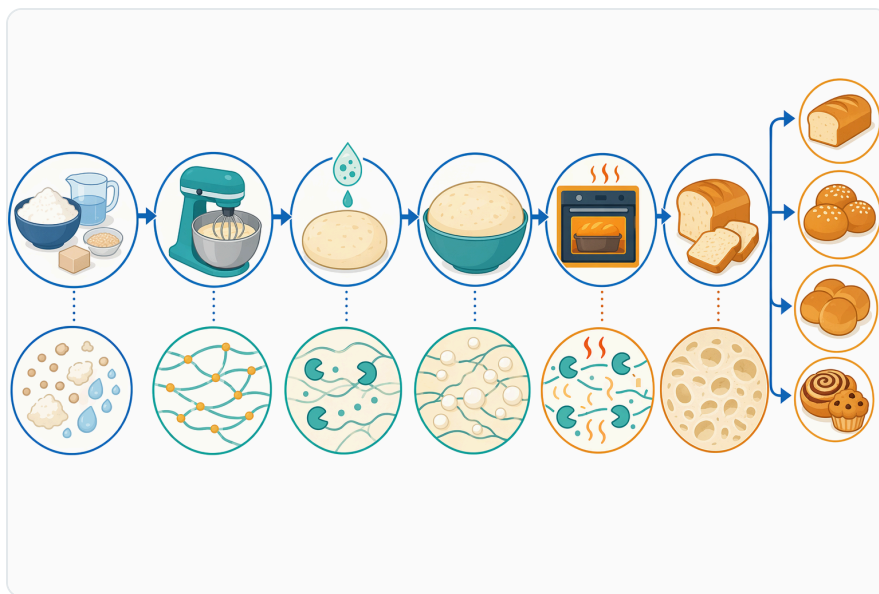


Figure 7. 말토제닉 아밀레이스의 성능은 빵 속살 구조가 완전히 굳기 전에 열과 수분으로 전분에 접근할 수 있게 되는 가공 구간에 좌우된다.

Nadmierny efekt enzymatyczny może jednak działać niekorzystnie. Zbyt silna degradacja skrobi może prowadzić do miękiszu postrzeganego jako lepki, zbyt wilgotny lub gumowaty, zwłaszcza w produktach o wysokiej hydracji i długim pakowanym przechowywaniu. Dlatego w zastosowaniach przemysłowych kluczowe jest testowanie enzymu w realnej recepturze, a nie wyłącznie w modelowym cieście [9].

Znaczenie dla producentów pieczywa pakowanego

Dla producentów pieczywa pakowanego najważniejsze są powtarzalność, trwałość teksturalna i ograniczenie reklamacji związanych z „suchym” lub twardym miękiszem. Maltogenic Amylase For Baking odpowiada właśnie na ten obszar, ponieważ jej główny efekt ujawnia się po wypieku, w czasie przechowywania i dystrybucji ^[3].

W odróżnieniu od dodatków maskujących czerstwienie przez zwiększanie słodyczy lub tłuszczowości, enzym działa na przyczynę strukturalną: reorganizację skrobi. To dlatego jest stosowany w systemach, w których oczekuje się utrzymania miękkości bez radykalnej zmiany profilu receptury ^[2].

Warto jednak podkreślić, że enzym nie rozwiązuje wszystkich problemów trwałości. Nie zastępuje kontroli aktywności wody, higieny procesu, jakości pakowania ani zarządzania migracją wilgoci. Jego rola dotyczy przede wszystkim tekstury i starzenia skrobiowego, a nie mikrobiologicznego zabezpieczenia produktu ^[1].

Gdzie Maltogenic Amylase For Baking ma największy sens technologiczny?

Najbardziej uzasadnione zastosowania to pieczywo miękkie, foremkowe, tostowe, kanapkowe, bułki pakowane, pieczywo mleczne, wybrane flat breads oraz receptury bezglutenowe oparte na skrobi. W tych produktach konsument ocenia jakość przede wszystkim przez miękkość, elastyczność i brak kruszenia, a nie tylko przez objętość czy barwę skórki ^[11].

Enzym może być mniej zauważalny w produktach bardzo suchych, kruchych albo przeznaczonych do natychmiastowego spożycia. Jeśli celem wyrobu jest chrupkość, niska wilgotność lub szybkie wysychanie, efekt przeciwczerstwieniowy miękiszu może mieć mniejsze znaczenie niż w chlebie pakowanym ^[13].

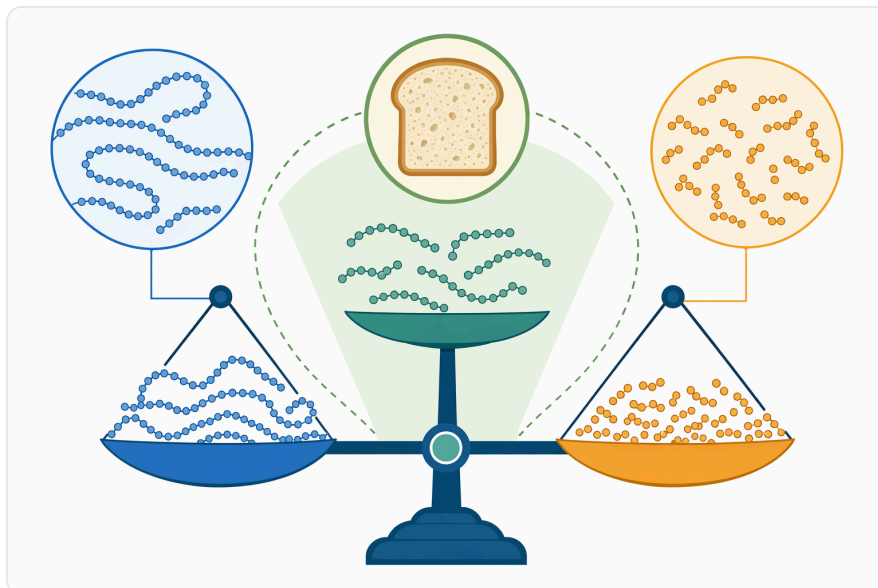


Figure 8. 과도한 제빵 효과는 빵 속살을 약화시키지 않으면서 노화를 늦추는 조절된 전분 변형이다.

W produktach pełnoziarnistych i wzbogaconych błonnikiem maltogenic amylase może być częścią układu, ale zwykle nie wystarczy sama. Otręby i włókna roślinne zmieniają absorpcję wody, osłabiają sieć glutenową i modyfikują lepkość ciasta, dlatego często analizuje się ją razem z enzymami działającymi na polisacharydy nieskrobiowe [6].

Rola Enzymes.bio jako dostawcy online

Enzymes.bio udostępnia Maltogenic Amylase For Baking jako produkt dla zastosowań piekarskich sprzedawany online w jednostkach 1 kg. Firma powinna być rozumiana jako dostawca handlowy enzymów, a nie jako producent enzymu, zakład fermentacyjny ani laboratorium wykonujące badania aplikacyjne .

Dla klientów technicznych istotne jest także to, że dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem. W praktyce ułatwia to wewnętrzne procedury przyjęcia surowca, identyfikacji partii i oceny bezpieczeństwa pracy z enzymem, bez przypisywania dostawcy roli producenta lub jednostki certyfikującej .

Najważniejszy wniosek technologiczny

Maltogenic Amylase For Baking jest narzędziem do projektowania tekstury pieczywa w czasie, szczególnie tam, gdzie głównym problemem jest czerstwienie, twardnienie i utrata elastyczności miękiszu. Jej działanie opiera się na kontrolowanej modyfikacji skrobi, a nie na prostym dosładzaniu ciasta czy zastępowaniu innych improwerów [1].

Najlepsze rezultaty pojawiają się wtedy, gdy enzym jest dopasowany do typu mąki, poziomu hydracji, profilu wypieku, czasu przechowywania i pozostałych składników receptury. Literatura piekarska pokazuje, że maltogenic amylase może znacząco wspierać miękkość i trwałość jakościową chleba, ale jej efekt zawsze należy rozpatrywać w całym układzie skrobia-woda-białko-proces ^[3].

Zamów Maltogenic Amylase For Baking 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 Maltogenic Amylase For Baking →](#)

Bibliografia

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

1. Liu, P., Ma, L., Duan, W., Gao, W., Fang, Y., Guo, L., Yuan, C., ... et al. (2023). Maltogenic amylase: Its structure, molecular modification, and effects on starch and starch-based products. *Carbohydrate Polymers*, 319, 121183 .
2. Goesaert, H., Leman, P., Bijttebier, A., & Delcour, J. (2009). Antifirming effects of starch degrading enzymes in bread crumb. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 6, 2346-55 .
3. Ying-Ruan, Xu, Y., Zhang, W., & Zhang, R. (2020). A new maltogenic amylase from *Bacillus licheniformis* R-53 significantly improves bread quality and extends shelf life. *Food Chemistry*, 128599 .
4. Ying-Ruan, Zhang, R., & Xu, Y. (2022). Directed evolution of maltogenic amylase from *Bacillus licheniformis* R-53: Enhancing activity and thermostability improves bread quality and extends shelf life. *Food Chemistry*, 381, 132222 .
5. Jiong, S. (2006). Comparative study between fungal α -amylase and maltogenic α -amylase on improving the quality of steamed-bread wheat flour. *Food Science and Technology International*.
6. Liu, W., Brennan, M., Tu, D., & Brennan, C. (2023). Influence of α -amylase, xylanase and cellulase on the rheological properties of bread dough enriched with oat bran. *Scientific Reports*, 13.
7. Hmad, I. B., Ghribi, A. M., Bouassida, M., Ayadi, W., Besbes, S., Châabouni, S., & Gargouri, A. (2024). Combined effects of α -amylase, xylanase, and cellulase coproduced by *Stachybotrys microspora* on dough properties and bread quality as a bread improver. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134391 .
8. Gomes-Ruffi, C. R., Cunha, R. H., Almeida, E. L., Chang, Y., & Steel, C. (2012). Effect of the emulsifier sodium stearoyl lactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan bread during storage. *Lwt - Food Science and Technology*, 49, 96-101.

9. Barrera, G., León, A., & Ribotta, P. (2016). Use of enzymes to minimize the rheological dough problems caused by high levels of damaged starch in starch-gluten systems.. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 7, 2539-46 .
10. Heitmann, M., Zannini, E., & Arendt, E. (2018). Impact of *Saccharomyces cerevisiae* metabolites produced during fermentation on bread quality parameters: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58, 1152 - 1164.
11. Haghghat-Kharazi, S., Milani, J. M., Kasaai, M., & Khajeh, K. (2019). Use of encapsulated maltogenic amylase in malotodextrins with different formulations in making gluten-free breads. *LWT*.
12. Jia-Wang, Sun, M., Pei, Z., Zheng, Z., Luo, S., Zhao, Y., & Zhong, X. (2024). Modulation of fried spring roll wrapper quality upon treatment of batter with maltogenic amylase, transglutaminase and bromelain.. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
13. Sakr, A. (2021). Effect of some Bread Improvers on Staling in Flat Bread. *Middle East Journal of Applied Sciences*.
14. Iqbal, S., Arif, S., Khurshid, S., Iqbal, H. M., Akbar, Q., Ali, T. M., & Mohiuddin, S. (2023). A combined use of different functional additives for improvement of wheat flour quality for bread making.. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
15. Tebben, L., Chen, G., Tilley, M., & Li, Y. (2020). Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties.. *Journal of Food Science*.

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.