

Maltogeniczna amylaza CAS 9000-92-4 jako enzymowy polepszacz ciasta do opóźniania starzenia pieczywa

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

Maltogeniczna amylaza to enzym piekarniczy stosowany przede wszystkim do utrzymywania miękkości miękiszu i spowalniania starzenia wyrobów skrobiowych. Jej główne działanie polega na kontrolowanej modyfikacji skrobi, zwłaszcza amylopektyny, co ogranicza retrogradację i późniejsze twardnienie pieczywa podczas przechowywania ^[1]. Produkt Enzymes.bio jest oferowany online jako enzymowy polepszacz ciasta w proszku, w jednostkach 1 kg; Enzymes.bio działa jako dostawca, a dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem .

Czym jest maltogeniczna amylaza i dlaczego jest ważna w piekarnictwie?

Maltogeniczna amylaza, określana również jako maltogenic α -amylase, należy do szerokiej rodziny enzymów przekształcających skrobię. Enzymy z rodziny α -amylaz obejmują białka zdolne do hydrolizy wiązań glikozydowych w skrobi i pokrewnych polisacharydach, ale różnią się specyficznością substratową, profilem produktów reakcji oraz zachowaniem w procesach technologicznych ^[2]. Z punktu widzenia piekarstwa nie jest to po prostu „kolejna amylaza do fermentacji”, lecz narzędzie do sterowania teksturą gotowego wyrobu.

W praktyce technologicznej maltogeniczna amylaza jest ceniona dlatego, że jej efekt ujawnia się szczególnie w czasie przechowywania pieczywa. Zamiast skupiać się wyłącznie na dostarczaniu cukrów drożdżom, enzym wpływa na strukturę skrobi po wypieku, a więc na to, jak szybko miękisz traci sprężystość, staje się suchy w odczuciu i twardnieje. Przegląd literatury z 2023 roku opisuje maltogeniczną amylazę jako enzym istotny dla produktów skrobiowych, w tym pieczywa, ze względu na wpływ na strukturę skrobi, właściwości teksturalne i opóźnianie retrogradacji ^[1].

Dough Improver Enzyme – Maltogenic Amylase Powder CAS 9000-92-4 należy rozumieć jako składnik technologiczny dla receptur, w których istotna jest stabilność miękiszu. Najbardziej typowe zastosowania obejmują chleby pszenne, pieczywo tostowe, bułki, rollsy, pieczywo pakowane oraz inne produkty, w których konsument oczekuje miękkości nie tylko w dniu wypieku, ale również po

transporcie i przechowywaniu. Enzym nie zastępuje prawidłowej fermentacji, właściwego wypieku ani kontroli wilgotności, lecz pomaga ograniczyć jeden z kluczowych mechanizmów starzenia: reorganizację skrobi.

Mechanizm działania: skrobia, amylopektyna i miękisz

Skrobia w mące występuje głównie jako mieszanina amylozy i amylopektyny. Podczas wypieku granule skrobi chłoną wodę, pęcznieją i ulegają kleikowaniu, co współtworzy strukturę miękiszu. Po wypieku, gdy pieczywo stygnie i jest przechowywane, cząsteczki skrobi stopniowo odzyskują bardziej uporządkowany układ; ten proces określa się jako retrogradację. W krótkim czasie po wypieku większe znaczenie ma zachowanie amylozy, natomiast w dłuższym okresie twardnienie miękiszu silnie wiąże się z reorganizacją amylopektyny [1].

Maltogeniczna amylaza działa na skrobię w sposób bardziej ukierunkowany niż wiele klasycznych amylaz używanych głównie do zwiększenia puli cukrów fermentacyjnych. Enzym może odcinać krótsze fragmenty od łańcuchów skrobiowych i wytwarzać produkty oparte na maltozie oraz maltooligosacharydach, co zmienia zdolność amylopektyny do ponownego układania się w zwarte, bardziej krystaliczne struktury [3]. W efekcie miękisz wolniej przechodzi od stanu miękkiego i elastycznego do twardego i kruchego.

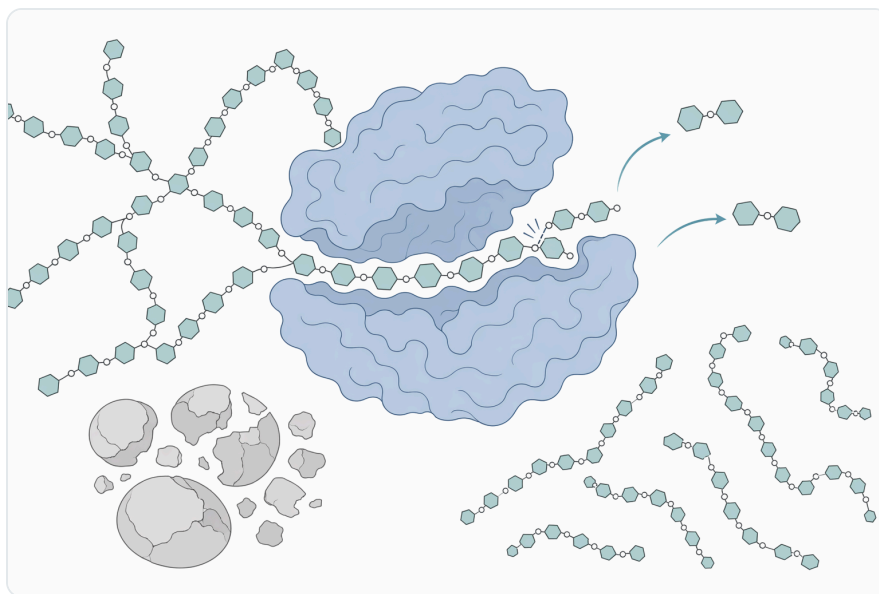


Figure 1. 말토제닉 아밀라아제는 젤라틴화된 전분, 특히 아밀로펙틴을 변형해 저장 중 빵 속살 구조의 재결정화를 늦춤으로써 빵의 노화를 지연시킵니다.

Kluczowe jest to, że maltogeniczna amylaza działa najbardziej użytecznie wtedy, gdy skrobia staje się dostępna w procesie termicznym. W cieście surowym granule skrobi są częściowo chronione strukturą ziarna skrobiowego, białkami, lipidami i ograniczoną dostępnością wody. Podczas ogrzewania

dostępność substratu rośnie, a enzym może modyfikować frakcję skrobiową przed utratą aktywności wskutek temperatury procesu. Właśnie dlatego jego efekt jest powiązany z przebiegiem mieszania, fermentacji, rozrostu, wypieku i chłodzenia, a nie tylko z samym faktem dodania enzymu do receptury.

W badaniach nad skrobią kukurydzianą wykazano, że zmiana struktury wielopoziomowej skrobi może wpływać na efektywność działania maltogenicznej α -amylazy i na właściwości retrogradacyjne układu skrobiowego [4]. To potwierdza praktyczną obserwację technologów piekarnictwa: ten sam enzym może dawać różny efekt w zależności od rodzaju mąki, stopnia uszkodzenia skrobi, zawartości wody, dodatku tłuszczu, cukru, błonnika, hydrokoloidów lub emulgatorów.

Maltogeniczna amylaza a klasyczne amylazy piekarnicze

Nie wszystkie amylazy w piekarnictwie pełnią tę samą funkcję. Tradycyjne α -amylazy są często kojarzone z poprawą fermentacji, zwiększeniem dostępności cukrów dla drożdży, wpływem na objętość bochenka i barwę skórki. Maltogeniczna amylaza jest natomiast najczęściej rozpatrywana jako enzym przeciwstarzeniowy, ponieważ jej głównym celem technologicznym jest stabilizacja miękkości mięksiszu w czasie przechowywania [1].

Typ enzymu amylolitycznego	Główna rola technologiczna	Typowy wpływ na produkt	Najważniejsze ograniczenie interpretacyjne
Maltogeniczna amylaza	Modyfikacja skrobi i ograniczanie retrogradacji	Wolniejsze twardnienie mięksiszu, bardziej stabilna miękkość, lepsza elastyczność podczas przechowywania	Efekt zależy od receptury, procesu cieplnego i dostępności skrobi
Klasyczna α -amylaza piekarnicza	Uwalnianie cukrów ze skrobi i wsparcie fermentacji	Wpływ na aktywność drożdży, objętość, barwę skórki i strukturę mięksiszu	Nadmierne działanie może prowadzić do zbyt lepkiego lub osłabionego mięksiszu
Amylazy termostabilne	Intensywniejsza hydroliza skrobi w wyższych temperaturach procesu	Silny wpływ na lepkość, dekstrynizację i właściwości skrobi	Wymagają ostrożnej oceny w recepturach piekarniczych
Układy enzymatyczne z innymi enzymami	Łączenie efektów na skrobię, błonnik, białka lub polisacharydy nieskrobiowe	Możliwa poprawa objętości, miękkości, struktury i trwałości sensorycznej	Trudniej przypisać efekt jednemu enzymowi

Różnice te wynikają z odmiennej specyficzności enzymów wobec substratu i odmiennego profilu produktów reakcji. Przegląd enzymów przekształcających skrobię pokazuje, że nawet enzymy należące do szeroko rozumianej rodziny α -amylaz mogą wykazywać istotnie różne właściwości katalityczne i aplikacyjne [2]. W zastosowaniach piekarniczych ta różnica jest krytyczna, ponieważ enzym korzystny dla fermentacji nie zawsze będzie najlepszy do utrzymania miękkości pieczywa po kilku dniach.

Dowody naukowe dotyczące opóźnienia starzenia pieczywa

Najsilniej udokumentowana funkcja maltogenicznej amylazy dotyczy opóźnienia starzenia produktów skrobiowych. W przeglądzie poświęconym strukturze, modyfikacjom molekularnym i wpływowi maltogenicznej amylazy na skrobię wskazano, że enzym ten może zmieniać właściwości skrobi i produktów skrobiowych w sposób użyteczny dla stabilności tekstury [1]. Dla piekarni przemysłowych oznacza to możliwość projektowania wyrobów, które lepiej zachowują cechy świeżości w kanale dystrybucji.

Bezpośrednie badania aplikacyjne również potwierdzają rolę maltogenicznej amylazy w pieczywie. W pracy dotyczącej maltogenicznej amylazy z *Lactobacillus plantarum*, wyrażonej w *Escherichia coli*, oceniano jej zastosowanie w wydłużaniu trwałości chleba; kierunek badania odpowiada głównemu celowi tej klasy enzymów w piekarnictwie, czyli ograniczeniu pogorszenia tekstury podczas przechowywania [5]. Istotne jest jednak, aby wyników dla konkretnego enzymu badawczego nie przenosić automatycznie na każdy preparat handlowy bez oceny receptury.

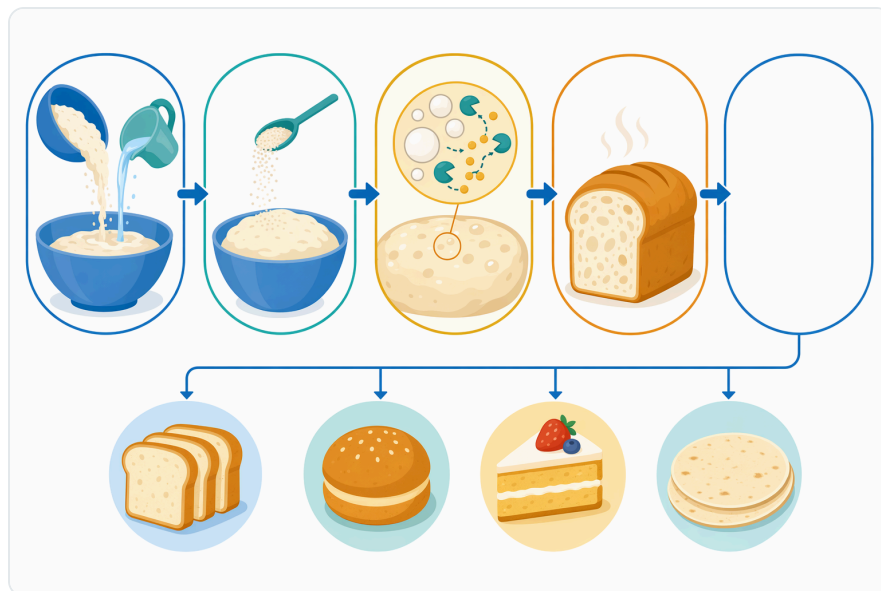


Figure 2. 이 효소는 굽는 동안 전분이 수화되고 젤라틴화될 때 가장 효과적으로 작용하며, 이후 전분 사슬의 변화가 냉각 및 저장 중 빵 속살의 식감에 영향을 줍니다.

W badaniach nad chlebem typu pan bread analizowano łączne zastosowanie transglutaminazy, bakteryjnej ksylanazy i maltogenicznej α -amylazy w kontekście trwałości i oceny sensorycznej. Tego typu prace są ważne, ponieważ przemysłowe pieczywo rzadko opiera się na jednym dodatku funkcjonalnym; jakość końcowa wynika z interakcji enzymów, składników receptury, procesu i pakowania [6]. Maltogeniczna amylaza może więc być elementem systemu polepszającego, a nie zawsze jedynym czynnikiem odpowiedzialnym za obserwowany efekt.

Dowody wykraczają także poza klasyczne pieczywo pszenne. W badaniu nad ciastem ryżowym wykazano, że maltogeniczna α -amylaza wpływała na właściwości fizykochemiczne i jakość jedzeniową produktu skrobiowego [7]. Jest to istotne dla producentów wyrobów ryżowych, przekąsek skrobiowych i produktów bez udziału klasycznej sieci glutenowej, ponieważ pokazuje, że mechanizm kontroli retrogradacji może mieć znaczenie również w systemach innych niż chleb pszenny.

Gdzie maltogeniczna amylaza daje największą wartość technologiczną?

Najbardziej oczywistym obszarem zastosowania jest pieczywo pszenne pakowane: chleb tostowy, chleb kanapkowy, bułki hamburgerowe, hot-dogowe, rollsy i miękkie pieczywo porcjowane. W tych produktach konsument ocenia jakość nie tylko po objętości i wyglądzie, lecz przede wszystkim po miękkości miększu przy pierwszym ugryzieniu oraz po tym, czy kromka lub bułka nie kruszy się nadmiernie. Maltogeniczna amylaza wspiera właśnie te parametry, ponieważ spowalnia przemiany skrobiowe odpowiedzialne za twardnienie [1].

W pieczywie tostowym i kanapkowym szczególnie ważna jest jednorodna struktura miększu. Zbyt szybka retrogradacja prowadzi do odczucia suchości, mimo że rzeczywista zawartość wody nie musi spadać proporcjonalnie do wrażenia sensorycznego. Enzymatyczna modyfikacja amylopektyny może zmniejszać tę rozbieżność: produkt nadal podlega utracie jakości w czasie, ale proces twardnienia przebiega wolniej. W praktyce oznacza to lepszą stabilność tekstury w typowym okresie obrotu handlowego.

W bułkach i rollsach wartość technologiczna dotyczy również sprężystości. Produkty te są często ściskane podczas pakowania, transportu i konsumpcji, dlatego miększ powinien wracać do kształtu, a nie pękać lub rozsypywać się. Maltogeniczna amylaza nie buduje sieci glutenowej, ale przez wpływ na fazę skrobiową może ograniczać kruchość i poprawiać odczucie miękkości. Efekt jest szczególnie zauważalny w wyrobach o podwyższonej zawartości tłuszczu lub cukru, gdzie oczekuje się miękkiej, delikatnej struktury przez dłuższy czas.

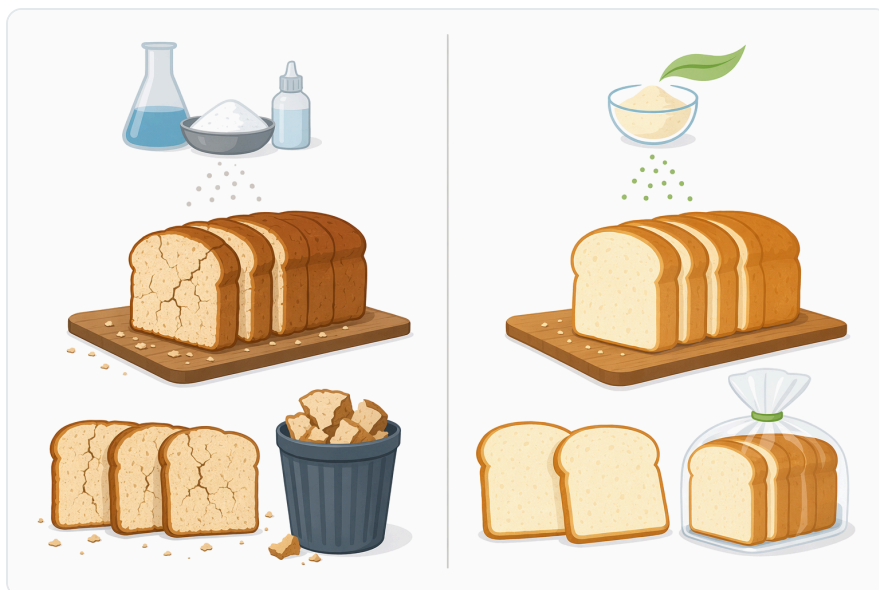


Figure 3. 제빵용 효소는 작용하는 기질에 따라 다르며, 말토제닉 아밀라아제는 전분의 노화 억제에 초점을 두는 반면 자일라나아제, 리파아제, 프로테아제, 일반 아밀라아제는 반죽이나 빵 속살의 다른 기능에 영향을 줍니다.

Produkty skrobiowe inne niż klasyczny chleb również mogą korzystać z tego mechanizmu. Ciasta ryżowe, wyroby na bazie mąk skrobiowych, niektóre przekąski i produkty inspirowane pieczywem bezglutenowym opierają swoją strukturę w dużej mierze na zachowaniu skrobi. Wyniki dla ciasta ryżowego wskazują, że maltogeniczna α -amylaza może modyfikować teksturę i jakość sensoryczną produktów skrobiowych, choć każda matryca wymaga osobnej oceny technologicznej [7].

Interakcje z emulgatorami, ksylanazami i innymi składnikami receptury

Maltogeniczna amylaza działa na skrobię, ale produkt piekarniczy jest układem wieloskładnikowym. W cieście i miększu skrobia współistnieje z białkami glutenu, pentozanami, lipidami, cukrami, solą, drożdżami, błonnikiem i dodatkami funkcjonalnymi. Z tego powodu efekt enzymu może być wzmacniany, osłabiany lub zmieniany przez inne składniki receptury.

Badanie nad łącznym wpływem maltogenicznej α -amylazy z *Bacillus stearothermophilus* oraz surfaktantów na właściwości kleikowania i żelowania skrobi pokazało, że interakcje między enzymem a składnikami powierzchniowo czynnymi mogą zmieniać zachowanie układu skrobiowego [8]. Jest to ważne, ponieważ emulgatory w piekarnictwie również oddziałują na skrobię i lipidy, a ich obecność może wpływać na to, jak modyfikacja enzymatyczna przekłada się na teksturę.

W praktyce przemysłowej maltogeniczna amylaza bywa łączona z ksylanazami, enzymami wpływającymi na arabinoksylany mąki pszennej. Ksylanazy mogą poprawiać właściwości ciasta, objętość i strukturę miększu przez modyfikację polisacharydów nieskrobiowych, podczas gdy

malto-geniczna amylaza odpowiada głównie za zachowanie skrobi po wypieku. Badanie obejmujące transglutaminazę, bakteryjną ksylanazę i malto-geniczną α -amylazę w chlebach pan bread pokazuje, że takie układy warto oceniać jako kompozycję efektów, a nie sumę niezależnych dodatków [6].

Również połączenia amylaz z enzymami celulolitycznymi mogą wpływać na jakość chleba. W pracy dotyczącej chleba pszennego z dodatkiem termostabilnej celulazy i α -amylazy analizowano właściwości fizyczne, odżywcze i sensoryczne produktu [9]. Chociaż nie jest to dowód specyficzny wyłącznie dla malto-genicznej amylazy, pokazuje ogólną zasadę: enzymy działające na różne frakcje surowca mogą wspólnie kształtować strukturę, objętość i odczucie miękkiszu.

Jak rozumieć „świeżość” pieczywa: tekstura kontra mikrobiologia

W komunikacji produktowej często używa się określenia „wydłużenie świeżości”, ale w dokumentacji technicznej warto je doprecyzować. Malto-geniczna amylaza wspiera przede wszystkim świeżość teksturalną: miękkość, elastyczność, ograniczenie kruchości i wolniejsze twardnienie miękkiszu. Nie należy jej przedstawiać jako środka przeciwpleśniowego ani jako zamiennika konserwacji mikrobiologicznej.



Figure 4. 말토제닉 아밀라아제는 저장 후에도 부드러움, 탄력, 슬라이스감 또는 접힘성을 유지해야 하는 베이커리 제품에서 특히 중요합니다.

Trwałość mikrobiologiczna zależy od innych czynników: higieny procesu, aktywności wody, pH, składu receptury, rodzaju opakowania, temperatury dystrybucji i obecności składników o działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Badania nad wpływem typu opakowania na jakość i trwałość chleba

pokazują, że pakowanie może istotnie zmieniać zachowanie produktu podczas przechowywania, niezależnie od samej receptury enzymatycznej ^[10]. Enzym przeciwstarzeniowy nie rozwiąże problemu kondensacji pary w opakowaniu, zanieczyszczeń mikrobiologicznych ani nadmiernej migracji wilgoci.

W niektórych systemach wydłużanie trwałości pieczywa bada się przez zastosowanie zakwasów lub kultur starterowych. Przykładem są prace nad pieczywem ryżowym bezglutenowym z dodatkiem mąki z ciecierzycy i zakwasu z komercyjnej kultury starterowej, gdzie analizowano cechy jakościowe i trwałość produktu ^[11]. To inny mechanizm niż działanie maltogenicznej amylazy: zakwas może wpływać na pH, aromat i mikrobiologię, podczas gdy maltogeniczna amylaza oddziałuje głównie na frakcję skrobiową.

Czynniki procesu wpływające na efekt enzymu

Efekt maltogenicznej amylazy zależy od tego, ile dostępnej skrobi znajduje się w układzie i jak przebiega ogrzewanie. Mąki o różnym pochodzeniu, różnym stopniu przemiału i różnym poziomie uszkodzenia skrobi mogą inaczej reagować na ten sam dodatek enzymatyczny. Większa dostępność uszkodzonej skrobi zwykle ułatwia działanie enzymów amylolytycznych, ale jednocześnie może zwiększać ryzyko nadmiernej lepkości, jeśli cały system enzymatyczny nie jest zbilansowany.

Hydratacja ciasta jest równie ważna. Skrobia potrzebuje wody do pęcznienia i kleikowania, a enzymy potrzebują środowiska wodnego do efektywnego kontaktu z substratem. W produktach o niższej wilgotności działanie może być ograniczone przez dostępność wody, natomiast w bardzo wilgotnych matrycach enzymatyczna modyfikacja skrobi może silniej wpływać na lepkość i odczucie miękiszu. Badania nad wielopoziomową strukturą skrobi pokazują, że fizyczny stan substratu ma znaczenie dla sposobu katalizy i późniejszej retrogradacji ^[4].

Czas fermentacji, intensywność mieszania i profil wypieku również zmieniają efekt końcowy. Dłuższe prowadzenie ciasta może zwiększać czas kontaktu enzymu z substratem, ale główna dostępność skrobi często rośnie dopiero podczas ogrzewania. Zbyt łagodny wypiek, nierównomierne chłodzenie albo niewłaściwe pakowanie mogą z kolei maskować korzyści enzymu, ponieważ jakość tekstury zależy od całego łańcucha procesu.

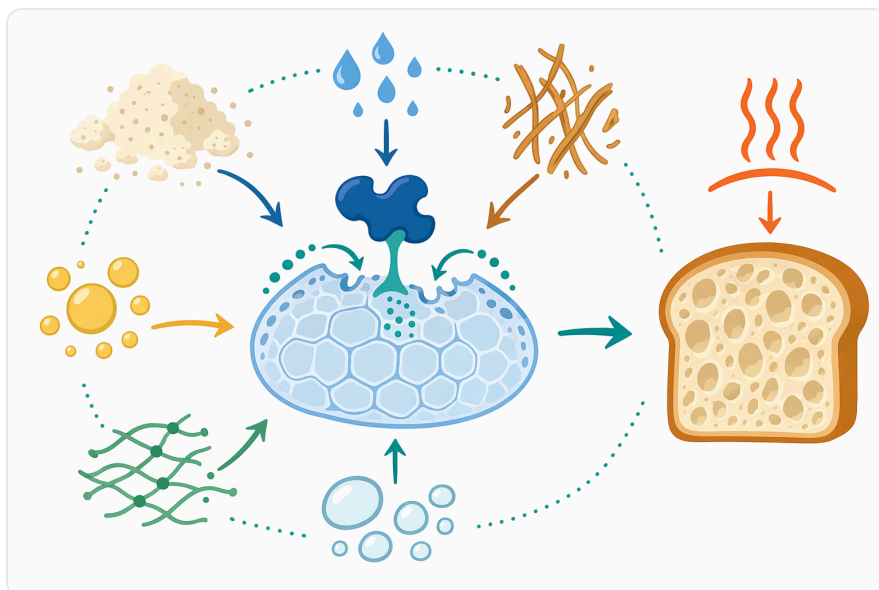


Figure 5. 말토제닉 아밀라아제의 성능은 밀가루 조성, 수분 함량, 가열 이력, 배합 원료, 그리고 굽는 동안 전분이 물리적으로 얼마나 접근 가능한지에 따라 달라집니다.

Ważne jest także zachowanie równowagi z innymi źródłami aktywności amylolitycznej w mące lub mieszance. Mąka sama zawiera enzymy naturalne, a receptury przemysłowe mogą obejmować kilka składników enzymatycznych. Z technologicznego punktu widzenia maltogeniczna amylaza powinna być traktowana jako element układu, który wpływa na skrobię w określonym oknie procesu, a nie jako dodatek działający w izolacji.

Ograniczenia i realistyczne oczekiwania

Maltogeniczna amylaza nie jest wzmocniaczem glutenu. Nie skompensuje słabej jakości białka, nadmiernie zniszczonej struktury ciasta ani błędów wynikających z niedostatecznego mieszania. Jeżeli problemem jest zapadanie się bochenka, zbyt mała objętość lub słaba tolerancja fermentacyjna, przyczyna może leżeć w mące, recepturze, drożdżach, hydratacji lub parametrach procesu, a nie wyłącznie w starzeniu skrobi.

Enzym nie jest także uniwersalnym sposobem na „suchość” rozumianą jako faktyczna utrata wody. Może poprawiać odczucie miękkości i ograniczać twardnienie wynikające z retrogradacji, ale nie zatrzyma migracji wilgoci z miękkiszu do skórki ani utraty wody przez nieodpowiednie opakowanie. Jeśli opakowanie przepuszcza zbyt dużo pary wodnej albo produkt jest pakowany przed prawidłowym wychłodzeniem, problemy jakościowe mogą wystąpić mimo użycia enzymu.

Należy również unikać nadmiernych obietnic sensorycznych. Maltogeniczna amylaza może wspierać utrzymanie miękkości, ale nie gwarantuje identycznego smaku, aromatu i tekstury w każdej recepturze. W produktach bogatych w cukier, tłuszcz, błonnik, ziarna lub dodatki białkowe zmieniają się warunki

wiązania wody i zachowanie skrobi. Przegląd literatury podkreśla, że wpływ maltogenicznej amylazy na produkty skrobiowe wynika z interakcji struktury enzymu, substratu i matrycy żywnościowej [1].

Znaczenie dla rozwoju produktów B2B

Dla producentów pieczywa pakowanego maltogeniczna amylaza jest narzędziem do poprawy stabilności jakości w czasie. Może wspierać utrzymanie miękkiego miękiszu w produktach, które muszą przetrwać transport, ekspozycję i przechowywanie przed konsumpcją. W kanałach B2B ma to znaczenie zwłaszcza tam, gdzie odbiorca końcowy oczekuje powtarzalnej jakości z partii na partię, a reklamacje dotyczą często twardnienia, kruszenia lub utraty świeżości sensorycznej.

Dla producentów mieszanek piekarniczych enzym może pełnić funkcję składnika poprawiającego przewidywalność zachowania gotowego wyrobu. W premiksach do bułek, pieczywa tostowego czy produktów miękkich jego rola polega na wspieraniu tekstury po wypieku, a nie na zastępowaniu kompletnej optymalizacji receptury. Szczególnie istotne jest rozróżnienie między enzymem przeciwstarzeniowym a enzymami wpływającymi głównie na objętość, lepkość ciasta lub fermentację.

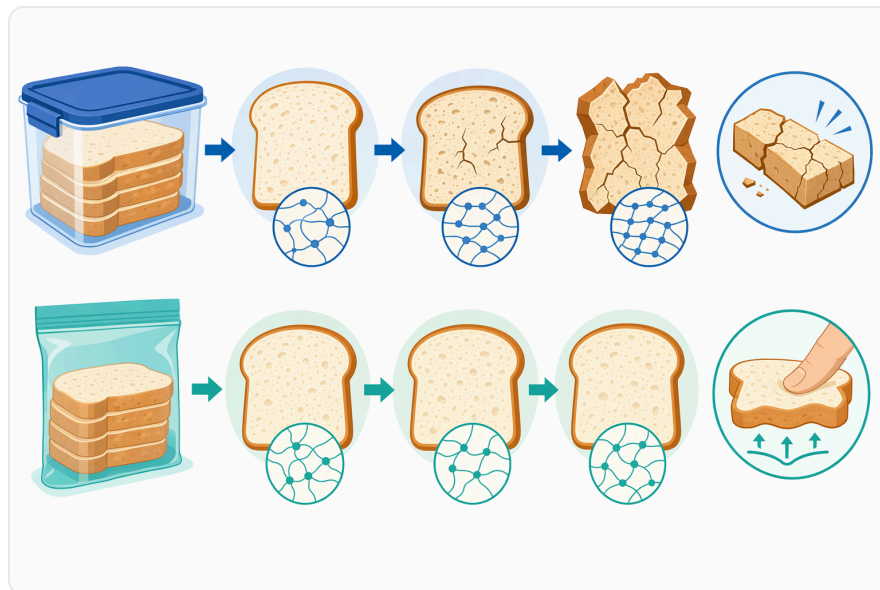


Figure 6. 완제품에서 얻는 주요 이점은 식감 저하를 늦춰, 빵이 의도한 보관 기간 동안 더 부드럽고 탄력 있게 유지되도록 돕는 것입니다.

Dla technologów pracujących nad produktami skrobiowymi poza klasycznym pieczywem mechanizm maltogenicznej amylazy może być użyteczny jako punkt wyjścia do kontroli retrogradacji. Dane dotyczące ciast ryżowych oraz układów skrobiowych sugerują, że enzym może wpływać na jakość jedzeniową i teksturę w różnych matrycach, ale przenoszenie efektów między kategoriami wymaga ostrożności [7]. Skrobia pszenna, ryżowa, kukurydziana i mieszanki bezglutenowe różnią się zachowaniem podczas ogrzewania i chłodzenia.

Informacja produktowa dla użytkowników Enzymes.bio

Dough Improver Enzyme – Maltogenic Amylase Powder CAS 9000-92-4 jest oferowany przez Enzymes.bio jako produkt enzymatyczny dostępny online w jednostkach 1 kg. Enzymes.bio pełni rolę dostawcy, a nie producenta ani laboratorium badawczego. Dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem, co pozwala użytkownikowi odnieść się do dokumentacji właściwej dla dostarczonej partii.

W zastosowaniach piekarniczych produkt należy rozpatrywać jako enzymowy polepszacz ciasta ukierunkowany na miękkość i opóźnianie starzenia teksturalnego. Najbardziej uzasadnione technologicznie obszary użycia to pieczywo pszenne pakowane, bułki, pieczywo tostowe, rollsy oraz wybrane produkty skrobiowe, w których retrogradacja wpływa na akceptację konsumentką. Literatura naukowa wspiera ten kierunek zastosowania przez opis mechanizmu działania maltogenicznej amylazy na skrobię i jej wpływu na produkty skrobiowe ^[1].

Najważniejsza zasada interpretacyjna jest prosta: maltogeniczna amylaza pomaga zarządzać starzeniem skrobi, ale nie zastępuje całego systemu jakości pieczywa. Najlepsze rezultaty uzyskuje się wtedy, gdy enzym jest częścią dobrze zaprojektowanej receptury, stabilnego procesu wypieku, właściwego chłodzenia i odpowiedniego pakowania. W takim ujęciu stanowi precyzyjne narzędzie do poprawy trwałości teksturalnej, a nie ogólny środek konserwujący czy uniwersalny korektor wszystkich wad procesu.

Zamów Dough Improver Enzyme - Maltogenic Amylase Powder 1000,000U/G Cas 9000-92-4 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 Dough Improver Enzyme - Maltogenic Amylase Powder 1000,000U/G Cas 9000-92-4 →](#)

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. Maarel, M. V. D., Veen, B. A., Uitdehaag, J., Leemhuis, H., & Dijkhuizen, L. (2002). Properties and applications of starch-converting enzymes of the alpha-amylase family. *Journal of Biotechnology*, 94 2, 137-55 .
3. Nawawi, N. N., Hashim, Z., Rahman, R. A., Murad, A., Bakar, F. A., & Illias, R. (2020). Entrapment of porous cross-linked enzyme aggregates of maltogenic amylase from *Bacillus lehensis* G1 into calcium alginate for maltooligosaccharides synthesis. *International Journal of Biological Macromolecules*.
4. Liu, Z., Zhong, Y., Khakimov, B., Fu, Y., Czaja, T. P., Kirkensgaard, J. J. K., Blennow, A., ... et al. (2023). Insights into high hydrostatic pressure pre-treatment generating a more efficient catalytic mode of maltogenic α -amylase: Effect of multi-level structure on retrogradation properties of maize starch. *Food Hydrocolloids*.
5. Lin, W., Zhang, D., Jing-Huang, Lei, Y., Su, X., Huang, W., & Wu, M. (2023). Expression and characterization of a maltogenic amylase from *Lactobacillus plantarum* in *Escherichia coli* and its application in extending bread shelf life. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, 4, 318-327.
6. Pinto, L., Steel, C., & Ganancio, J. R. (2019). Shelf-life and sensory evaluation of pan breads produced with transglutaminase, bacterial xylanase and maltogenic alpha-amylase. *Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP*.
7. Fan, C., Li, X., Wang, Y., Dong, J., Jin, Z., & Bai, Y. (2023). Effects of maltogenic α -amylase on physicochemical properties and edible quality of rice cake. *Food Research International*, 172, 113111 .
8. Steertegem, B. V., Pareyt, B., Brijs, K., & Delcour, J. (2013). Combined impact of *Bacillus stearothermophilus* maltogenic alpha-amylase and surfactants on starch pasting and gelation properties. *Food Chemistry*, 139 1-4, 1113-20 .
9. Chauhan, J., Shukla, R., Bishoyi, A. K., Goyal, S., & Sanghvi, G. (2023). Investigation of physical, nutritional and sensory properties of wheat bread treated with purified thermostable cellulase and alpha amylase. *Cogent Food & Agriculture*, 9.
10. Ilmia, R., & Mahmudah, N. A. (2024). EVALUATING THE IMPACT OF PACKAGING TYPES ON BREAD QUALITY AND SHELF LIFE. *Journal of Innovation Food and Animal Science (JIFAS)*.
11. Keramari, S., Nouska, C., Hatzikamari, M., Biliaderis, C., & Lazaridou, A. (2024). Impact of Sourdough from a Commercial Starter Culture on Quality Characteristics and Shelf Life of Gluten-Free Rice Breads Supplemented with Chickpea Flour. *Foods*, 13.

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

