

Emicellulasi per panificazione: migliorare impasto, volume e qualità del pane con Hemicellulase Enzyme Breaker

Team di ricerca Enzymes.bio · Wellington, Nuova Zelanda · June 20, 2026

L'emicellulasi per panificazione è un enzima funzionale usato per modificare in modo controllato le emicellulose della farina, soprattutto le frazioni xilaniche/arabinoxilatiche che influenzano assorbimento d'acqua, viscosità, estensibilità e stabilità dell'impasto. In applicazioni come pane bianco, pane da stampo, pani integrali e prodotti lievitati, un Hemicellulase Enzyme Breaker può contribuire a una lavorazione più regolare, a una mollica più uniforme e a un volume più stabile, senza sostituire la qualità della farina o il controllo del processo ^[1].

Enzymes.bio propone questo tipo di enzima come fornitore B2B online, non come produttore né laboratorio. Il prodotto è disponibile per acquisto diretto online in unità da 1 kg; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine.

Che cos'è l'emicellulasi e perché è rilevante nell'impasto del pane

L'emicellulasi non indica una singola molecola enzimatica, ma una famiglia di attività capaci di idrolizzare emicellulose vegetali. Nelle farine di cereali, queste emicellulose comprendono polisaccaridi non amidacei che partecipano alla ritenzione dell'acqua e alla struttura fisica dell'impasto; tra le attività più rilevanti per la panificazione rientrano le xilanasi, che agiscono su xylani e arabinoxilani, substrati importanti nelle pareti cellulari del frumento ^[2].

Nel linguaggio applicativo, il termine "breaker" va inteso come "modulatore" o "demolitore controllato" di una frazione polisaccaridica, non come agente che rompe indiscriminatamente la rete glutinica. L'obiettivo tecnologico è ridurre o trasformare una parte delle emicellulose che sequestrano acqua e aumentano la viscosità, rendendo l'ambiente dell'impasto più favorevole allo sviluppo di una rete proteica continua e alla distribuzione delle celle di gas prodotte durante la fermentazione ^[1].

La distinzione è importante: l'emicellulasi non crea glutine, non sostituisce una farina debole e non corregge automaticamente errori di idratazione, impastamento o fermentazione. Agisce invece su una componente diversa dalla proteina: la frazione fibrosa e non amidacea della farina. Proprio per questo

può essere particolarmente utile quando la formulazione contiene farine integrali, crusca, cereali alternativi o ingredienti vegetali che aumentano la competizione per l'acqua.

Meccanismo d'azione: dall'idrolisi delle emicellulose alla struttura della mollica

Durante l'impastamento, l'acqua viene assorbita simultaneamente da amido, proteine, fibre e polisaccaridi non amidacei. Se una quota rilevante di acqua rimane legata a emicellulose poco disponibili, la rete del glutine può svilupparsi in modo meno efficiente, con impasti più rigidi, viscosi o irregolari. L'emicellulasi riduce parzialmente la lunghezza delle catene emicellulosiche, trasformando frazioni insolubili o ad alto peso molecolare in frammenti più gestibili dal punto di vista reologico [2].

Il primo effetto tecnologico è la redistribuzione dell'acqua. Una degradazione controllata dei polisaccaridi non amidacei può liberare acqua o renderla meno vincolata alla frazione fibrosa, migliorando l'idratazione delle proteine e dell'amido. Studi su sistemi farina-acqua e impasti di segale/frumento evidenziano quanto la capacità di trattenere umidità dipenda dalle interazioni fra biopolimeri della farina e componenti della matrice, confermando che la gestione dell'acqua è un punto centrale nella qualità dell'impasto [3].

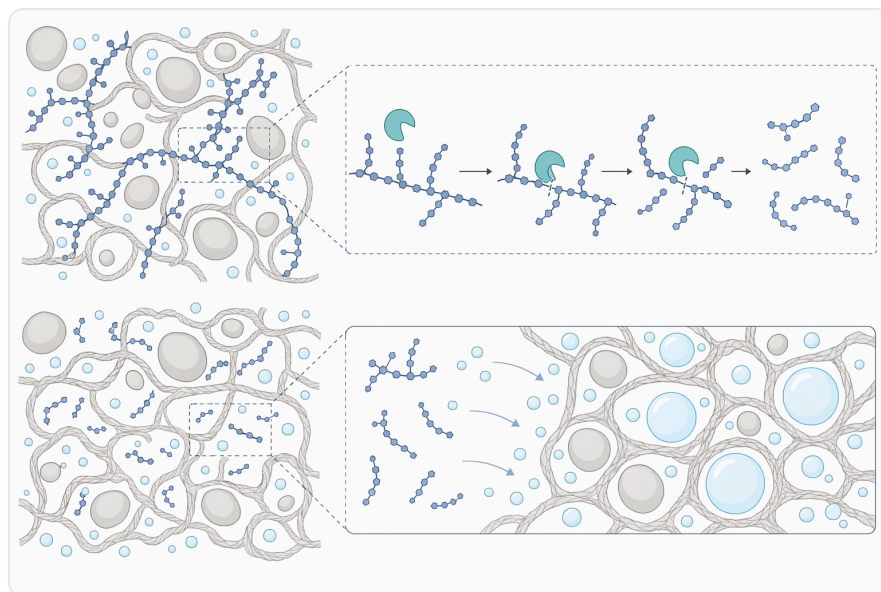


Figure 1. 헤미셀룰라아제는 반죽에서 수분 결합과 글루텐의 연속성에 영향을 주는, 특히 아라비노자일란과 펜토산 같은 헤미셀룰로오스가 풍부한 곡물 세포벽 다당류를 분해 대상으로 한다.

Il secondo effetto è la modifica della viscosità. Catene più corte di arabinossilani e xylani aumentano meno la resistenza al flusso rispetto a polimeri integri e molto idratati; ciò può rendere l'impasto più lavorabile in fase di miscelazione, spezzatura, laminazione o formatura. La letteratura sulle xilanasi

microbiche descrive queste attività come strumenti industriali capaci di intervenire sulle strutture xilaniche in diversi contesti, inclusi impieghi alimentari e di panificazione ^[2].

Il terzo effetto riguarda la ritenzione e la distribuzione del gas. Un impasto troppo rigido può non espandersi a sufficienza; un impasto troppo debole può invece collassare. La modulazione delle emicellulose mira a una condizione intermedia: sufficiente estensibilità per permettere l'espansione delle bolle di CO₂ e sufficiente continuità strutturale per mantenerle nella massa fino alla cottura. Le revisioni recenti sulle applicazioni degli enzimi in panificazione collegano l'impiego di carboidrasi, ossidoriduttasi e altri enzimi a interventi mirati su sviluppo dell'impasto, volume e shelf-life ^[1].

Emicellulasi, xilanasi e arabinoxilani: il punto tecnico

In panificazione, molte prestazioni attribuite all'emicellulasi derivano da attività xilanasi o da sistemi enzimatici che includono xilanasi. Gli arabinoxilani della farina di frumento possono contribuire positivamente o negativamente alla qualità del pane a seconda della loro solubilità, del peso molecolare e della quantità. Una modifica enzimatica moderata può aumentare la frazione più funzionale, mentre una degradazione eccessiva può portare a impasti molli o appiccicosi.

Dal punto di vista biochimico, una xilanasi taglia legami nella catena xilanica. Studi strutturali su xilanasi extracellulari, come quella da *Geobacillus stearothermophilus*, hanno contribuito a chiarire come questi enzimi riconoscano e idrolizzino substrati xilanici, spiegando perché piccole differenze nella specificità enzimatica possano produrre effetti tecnologici diversi in matrici complesse ^[4].

Questa specificità è un motivo per cui l'emicellulasi non deve essere trattata come un "miglioratore universale". Due farine con contenuto proteico simile possono reagire in modo diverso se cambiano qualità del glutine, granulometria, quota di crusca, danneggiamento dell'amido e composizione dei polisaccaridi non amidacei. Analogamente, una ricetta con zuccheri, grassi o fibre aggiunte può richiedere un equilibrio diverso rispetto a un pane bianco standard.

Dove l'emicellulasi può migliorare le proprietà dell'impasto

Impasti tenaci o poco estensibili

Un impasto molto tenace oppone resistenza alla formatura e può generare pani con sviluppo limitato. Se la tenacità è associata a una matrice ricca di polisaccaridi non amidacei idratati, l'emicellulasi può ridurre la resistenza viscosa e migliorare l'estensibilità. Nelle applicazioni di panificazione, le xilanasi sono studiate proprio per la loro capacità di modificare la componente emicellulosica e influenzare le proprietà dell'impasto ^[5].

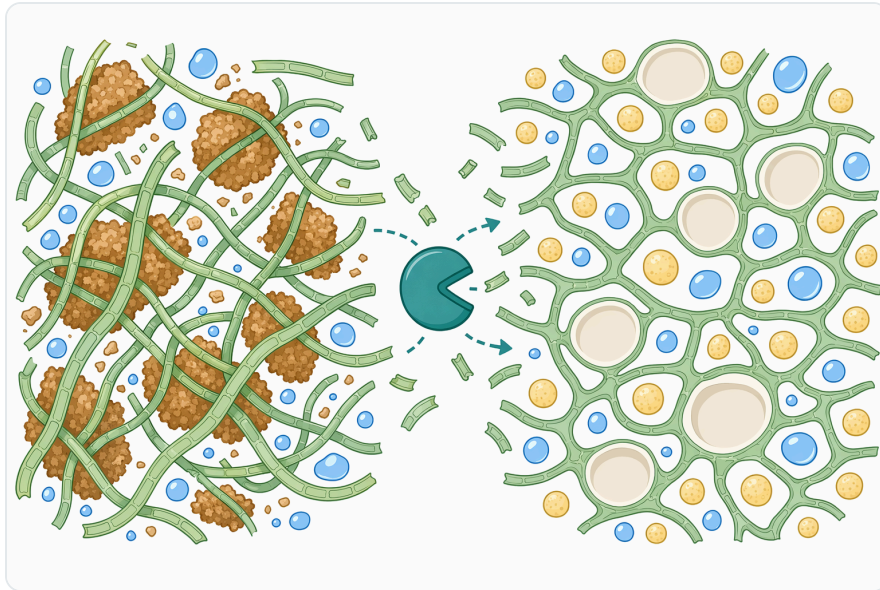


Figure 2. 제어된 가수분해는 수분을 많이 붙잡는 큰 섬유질 구조의 일부를 반죽 팽창을 덜 방해하는 더 작은 조각으로 전환한다.

Questo effetto è particolarmente rilevante in linee dove la regolarità meccanica conta: pane da stampo, panini, prodotti formati, prodotti laminati o impasti che devono tollerare passaggi di divisione e arrotondatura. Un impasto più omogeneo e meno resistente alla deformazione può ridurre variazioni di peso, forma e volume tra pezzi della stessa produzione.

Impasti viscosi, appiccicosi o difficili da gestire

La viscosità e l'appiccicosità possono aumentare quando la farina o gli ingredienti aggiunti trattengono molta acqua in modo non equilibrato. L'emicellulasi può contribuire a ridurre la viscosità della fase acquosa dell'impasto, ma il margine operativo è delicato: se la degradazione dei polisaccaridi è troppo intensa, la massa può perdere tenuta e diventare più appiccicosa, non meno.

Questo spiega perché il beneficio dell'enzima debba essere letto come modulazione, non come semplice "ammorbidimento". In un impasto già debole, l'obiettivo può essere mantenere o migliorare la lavorabilità senza ridurre eccessivamente la struttura; in un impasto integrale o molto ricco di fibre, può essere invece utile attenuare la competizione per l'acqua.

Volume insufficiente e mollica compatta

Il volume del pane dipende da produzione di gas, estensibilità dell'impasto, resistenza della rete e stabilizzazione della struttura in cottura. L'emicellulasi interviene soprattutto sulla fase fisica precedente alla cottura: migliorando la distribuzione dell'acqua e riducendo ostacoli reologici, può

favorire un'espansione più uniforme delle celle di gas. Le revisioni sulle applicazioni degli enzimi nella panificazione descrivono gli enzimi come strumenti per agire dal dough development fino alla qualità del prodotto finito [1].

In termini pratici, un pane con mollica troppo compatta può beneficiare dell'emicellulasi se la causa è legata a un impasto poco estensibile o a una distribuzione irregolare dell'acqua. Se invece il problema deriva da lievito insufficiente, fermentazione breve, farina inadatta o cottura non corretta, l'enzima può avere un effetto limitato.

Farine integrali, crusca e ingredienti ricchi di fibra

Le farine integrali portano nella ricetta una quota superiore di pareti cellulari, crusca e fibre, con effetti diretti su assorbimento d'acqua, abrasione della rete glutinica e densità della mollica. In questi sistemi, l'emicellulasi può essere utile perché agisce proprio su una parte della frazione fibrosa. Le emicellulasi sono ampiamente considerate enzimi chiave nella trasformazione di biomasse vegetali ricche di polisaccaridi strutturali, confermando la loro centralità nella modifica delle pareti cellulari vegetali [6].

Tuttavia, nei pani integrali l'effetto finale dipende dalla formulazione completa. Crusca grossolana, semi, fibre insolubili e cereali non panificabili possono ridurre il volume per meccanismi che non sono interamente enzimatici. L'emicellulasi può essere parte della strategia, ma non sostituisce la scelta della granulometria, dell'idratazione, dei tempi di riposo e della gestione della fermentazione.

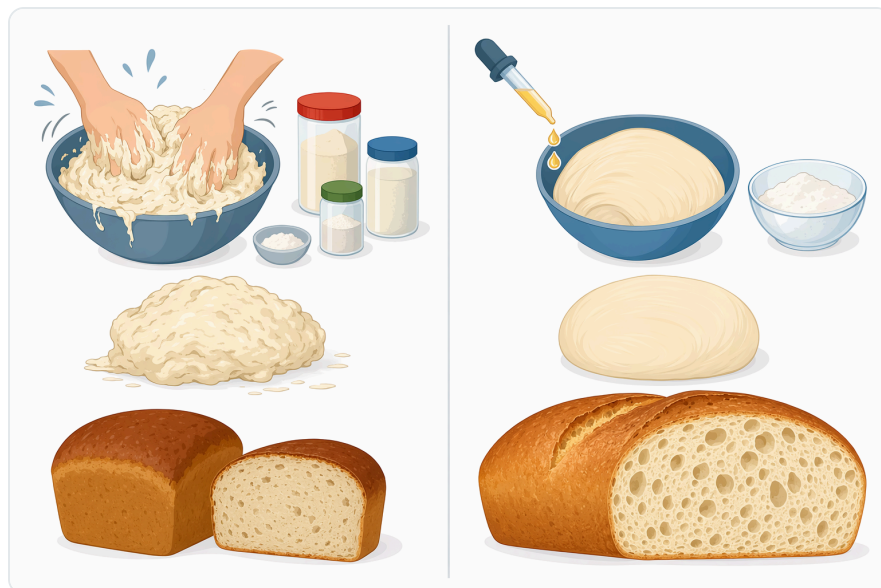


Figure 3. 자일라나아제는 아라비노자일란의 자일란 골격에 작용하는 헤미셀룰라아제 관련 활성인 반면, 더 광범위한 헤미셀룰라아제 제제는 추가적인 헤미셀룰로오스 구조까지 변형할 수 있다.

Confronto con altri enzimi e miglioratori usati in panificazione

L'emicellulasi si comprende meglio se confrontata con altre classi enzimatiche impiegate nel settore bakery. Ogni enzima ha un substrato prevalente e un effetto tecnologico distinto; combinarli senza criterio può generare risultati opposti a quelli desiderati.

Classe enzimatica / ingrediente funzionale	Substrato o bersaglio principale	Effetto tecnologico tipico	Differenza rispetto all'emicellulasi
Emicellulasi / xilanasi	Emicellulose, xylani, arabinoxilani	Modifica assorbimento d'acqua, viscosità, estensibilità e struttura della mollica	Agisce sulla frazione fibrosa non amidacea della farina ^[2]
Alfa-amilasi	Amido danneggiato e frazioni amidacee accessibili	Produzione di destrine e zuccheri fermentescibili; supporto a volume e colore	Interviene sull'amido, non sulle emicellulose ^[7]
Glucosio ossidasi / ossidoriduttasi	Zuccheri e sistemi redox dell'impasto	Rafforzamento della rete tramite meccanismi ossidativi	Tende a consolidare la struttura, mentre l'emicellulasi modula polisaccaridi ^[8]
Lipossigenasi	Lipidi e pigmenti associati	Effetti su sviluppo meccanico e ossidazione di componenti dell'impasto	Interviene sulla frazione lipidica/ossidativa, non sui xylani ^[9]
Grassi e sistemi lipidici	Interfacce gas/liquido, amido, proteine	Migliore morbidezza, lubrificazione e stabilizzazione fisica	Effetto fisico-emulsionante, non idrolisi enzimatica delle fibre ^[10]

Le alfa-amilasi, per esempio, sono studiate da decenni per il miglioramento del pane perché modificano la disponibilità di zuccheri e destrine derivanti dall'amido. Il loro meccanismo è quindi diverso: incidono su fermentazione, crosta e morbidezza, mentre l'emicellulasi incide soprattutto sulla frazione di parete cellulare e sui polisaccaridi non amidacei ^[7].

Le ossidoriduttasi come glucosio ossidasi e pyranose oxidase hanno un profilo quasi opposto: possono rafforzare la stabilità dell'impasto attraverso meccanismi ossidativi che coinvolgono la matrice proteica e altri componenti. Uno studio sul miglioramento della stabilità dell'impasto mediante pyranose oxidase e glucosio ossidasi ha analizzato proprio i meccanismi molecolari alla base di questo rafforzamento ^[8].

I grassi e i sistemi lipidici agiscono invece con meccanismi fisici, contribuendo a lubrificazione, interazione con amido e stabilizzazione delle interfacce. I lavori classici sul miglioramento dell'impasto tramite grassi mostrano che l'effetto sulla qualità del pane non è necessariamente enzimatico, ma dipende anche da come la fase lipidica modifica la meccanica dell'impasto [10].

Applicazioni principali di Hemicellulase Enzyme Breaker nella qualità del pane

Pane bianco e pane da stampo

Nel pane bianco e nel pane da stampo, gli obiettivi più frequenti sono volume regolare, mollica fine, fetta stabile e consistenza soffice. L'emicellulasi può contribuire a questi risultati migliorando la lavorabilità dell'impasto e riducendo l'impatto negativo di frazioni emicellulosiche troppo viscosi. In un sistema standardizzato, anche piccoli cambiamenti nella reologia possono riflettersi su uniformità di stampo, altezza della pagnotta e struttura della fetta [1].

Il vantaggio più realistico non è un aumento illimitato del volume, ma una maggiore coerenza tra lotti quando le farine presentano variazioni naturali. Questo è rilevante nelle produzioni professionali, dove la qualità percepita dal cliente dipende spesso dalla ripetibilità di volume, colore, struttura e taglio.

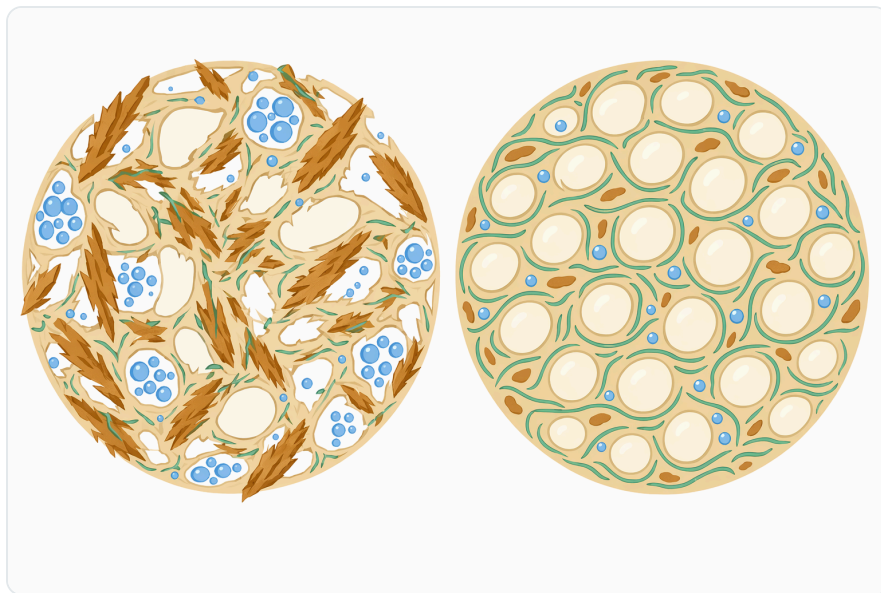


Figure 4. 통밀가루와 겨가 많이 들어간 반죽은 글루텐을 방해하고 수분을 결합할 수 있는 세포벽 물질이 더 많기 때문에 가장 큰 효과를 얻는다.

Pane integrale e pane ad alto contenuto di fibre

Nei pani integrali, la presenza di crusca e fibre riduce spesso l'espansione e rende la mollica più compatta. L'emicellulasi può ridurre parte della resistenza dovuta ai polisaccaridi delle pareti cellulari, migliorando la gestione dell'acqua. La sua utilità è coerente con il ruolo generale delle emicellulasi nella

degradazione controllata di componenti lignocellulosiche e polisaccaridiche vegetali ^[11].

La cautela principale è evitare un impasto eccessivamente rilassato. Le fibre non svolgono tutte lo stesso ruolo: alcune assorbono acqua, altre interrompono fisicamente la rete glutinica, altre ancora modificano la viscosità della fase continua. L'emicellulasi può agire su una parte di questo sistema, ma il risultato richiede equilibrio con idratazione e tempi di processo.

Baguette, pani artigianali e prodotti a lunga fermentazione

In baguette e pani artigianali, la qualità dipende da estensibilità, tenuta, alveolatura e sviluppo in forno. Un'emicellulasi ben bilanciata può aiutare a rendere l'impasto più estensibile e meno resistente, facilitando l'espansione delle celle di gas. Tuttavia, nelle fermentazioni lunghe, dove proteolisi naturale, acidificazione e attività enzimatiche endogene sono già rilevanti, un eccesso di rilassamento può ridurre la tenuta.

Per questi prodotti, l'effetto dell'emicellulasi va letto insieme al profilo della farina e alla gestione del tempo. Un impasto ad alta idratazione, per esempio, può beneficiare di una minore viscosità solo se mantiene sufficiente forza per la formatura e il trasferimento al forno.

Prodotti dolci lievitati

Nei prodotti dolci lievitati, zuccheri e grassi modificano l'idratazione, rallentano alcuni processi fermentativi e cambiano la meccanica dell'impasto. L'emicellulasi può supportare una migliore distribuzione dell'acqua nella fase farinacea, contribuendo a una struttura più uniforme. Le applicazioni enzimatiche in bakery sono infatti descritte come strumenti che possono intervenire su sviluppo dell'impasto e qualità finale in una gamma ampia di prodotti da forno ^[1].

Il limite è che la struttura dei prodotti ricchi di grassi dipende anche da emulsioni, cristallizzazione lipidica, incorporazione d'aria e gestione termica. L'emicellulasi non sostituisce questi fattori, ma può integrarsi con essi quando la frazione farinacea è un collo di bottiglia per lavorabilità e volume.

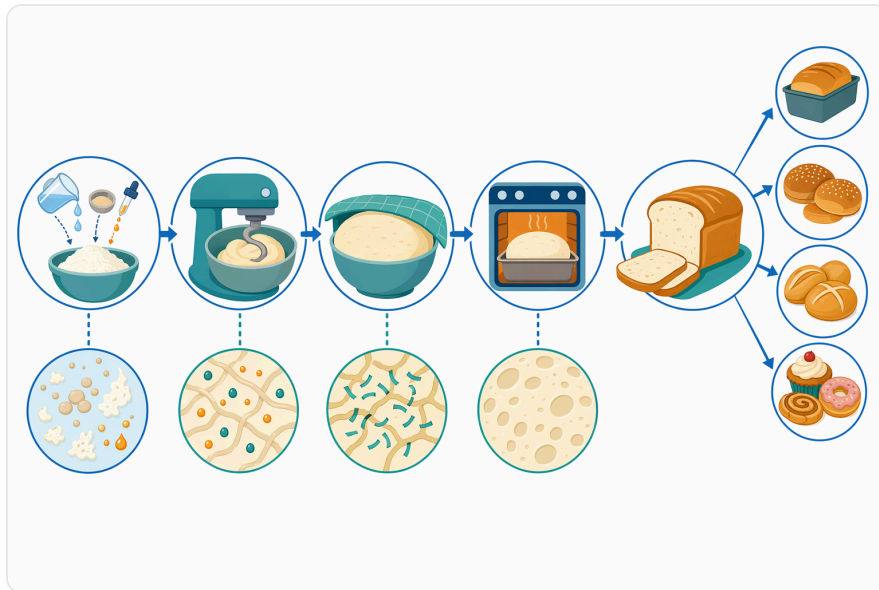


Figure 5. 실제 효과는 반죽 취급성 향상, 더 균일한 가스 보유, 더 큰 빵 부피 팽창, 그리고 배합이 적절할 때 더 고운 빵결로 이어지는 순서로 나타난다.

Formulazioni con ingredienti vegetali complessi

L'interesse per farine alternative, fibre funzionali e ingredienti vegetali è in crescita, ma questi componenti spesso indeboliscono o complicano la struttura dell'impasto. Le ricerche su sistemi con fibre e ingredienti non convenzionali mostrano che il network glutinico può essere disturbato da componenti che competono per l'acqua o interferiscono fisicamente con la continuità proteica. Uno studio sull'inulina a lunga catena, per esempio, ha esaminato l'indebolimento del network glutinico e le strategie di processo per attenuarlo [12].

In questo contesto, l'emicellulasi è rilevante perché lavora su una delle cause più frequenti di instabilità: la presenza di polisaccaridi vegetali strutturali. Non tutti gli ingredienti vegetali, però, contengono le stesse emicellulose né rispondono allo stesso modo. Farina integrale, crusca, frazioni di cereali, fibre isolate e farine di legumi possono avere composizioni molto diverse.

Per questo è più corretto descrivere l'emicellulasi come uno strumento di ottimizzazione della matrice, non come una soluzione automatica per qualunque formulazione "healthy", integrale o ricca di fibre. Dove il problema è una viscosità elevata o una distribuzione dell'acqua sbilanciata, il contributo può essere significativo; dove il problema è carenza di proteine strutturali o eccesso di particelle grossolane, il contributo può essere più limitato.

Evidenze scientifiche: cosa è supportato e cosa va interpretato con cautela

La base scientifica più pertinente riguarda tre aree: applicazioni degli enzimi in panificazione, uso industriale delle xilanasi e meccanismi di degradazione delle emicellulose. Le revisioni recenti sulle applicazioni degli enzimi nel baking descrivono l'uso di diverse classi enzimatiche per modulare sviluppo dell'impasto, qualità del pane e conservabilità, confermando che l'impiego di enzimi è una tecnologia consolidata nel settore ^[1].

Le xilanasi microbiche sono oggetto di ampia attenzione industriale perché idrolizzano xylani, una componente centrale delle emicellulose vegetali. Le review sulle xilanasi riportano applicazioni in più settori, inclusi alimenti e panificazione, e spiegano perché la specificità enzimatica sia determinante per trasformare una modifica molecolare in un effetto tecnologico utile ^[2].

Studi più recenti orientati alla bakery, come il lavoro su *Caulobacter vibrioides* per applicazioni xilanasi nel settore, confermano che la ricerca continua a sviluppare fonti e sistemi enzimatici mirati alla panificazione. Questo non implica che ogni xilanasi produca lo stesso risultato, ma rafforza il collegamento tra attività xilanolitica e miglioramento tecnologico degli impasti ^[5].

La cautela principale riguarda l'estrapolazione. Studi su biomasse lignocellulosiche, cellulasi ed emicellulasi sono utili per comprendere i meccanismi di idrolisi dei polisaccaridi, ma un impasto di pane è una matrice più specifica, con glutine, amido, sale, lievito e processo termico. Le evidenze sulla sinergia tra cellulasi ed emicellulasi nella conversione della biomassa chiariscono bene il principio biochimico, ma non sostituiscono dati applicativi di panificazione ^[11].

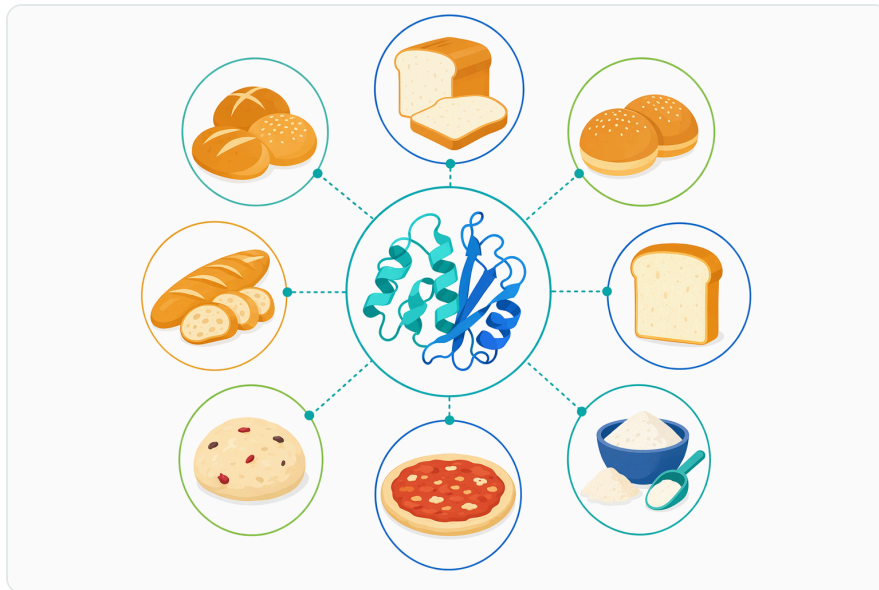


Figure 6. 상업적 적용 분야에는 흰 식빵, 통밀빵, 잡곡 및 씨앗빵, 번과 롤, 그리고 섬유질로 인한 반죽 특성이 품질을 제한하는 일부 플랫폼 시스템이 포함된다.

Condizioni pratiche che influenzano il risultato

L'effetto dell'emicellulasi dipende innanzitutto dalla farina. Una farina forte, con buona qualità proteica e contenuto moderato di fibre, può richiedere un intervento diverso rispetto a una farina integrale o a una miscela con cereali alternativi. Anche il danneggiamento dell'amido e la capacità di assorbimento d'acqua modificano il modo in cui la degradazione delle emicellulose si traduce in lavorabilità.

Il secondo fattore è il tempo. Gli enzimi agiscono durante l'idratazione, l'impastamento e la fermentazione; se il processo è breve, l'effetto utile può essere diverso rispetto a una lunga fermentazione. Durante la cottura, l'aumento della temperatura porta progressivamente alla perdita di attività enzimatica, quindi l'azione principale si concentra prima della stabilizzazione termica della struttura.

Il terzo fattore è l'interazione con altri ingredienti. Sale, zuccheri, grassi, fibre, emulsionanti e altri enzimi cambiano la cinetica del processo e la risposta dell'impasto. In presenza di ossidanti enzimatici, per esempio, si può avere un rafforzamento della rete che bilancia l'effetto rilassante della modifica delle emicellulose; gli studi su glucosio ossidasi e piranosio ossidasi mostrano come gli enzimi possano agire tramite meccanismi molecolari molto diversi ma convergenti sulla stabilità dell'impasto ^[8].

Benefici attesi e limiti realistici

I benefici più plausibili di un Hemicellulase Enzyme Breaker per panificazione sono: impasto più lavorabile, migliore distribuzione dell'acqua, estensibilità più equilibrata, riduzione di eccessiva viscosità, mollica più uniforme e possibile miglioramento del volume. Questi effetti sono coerenti con il ruolo delle xilanasi e delle emicellulasi nella modifica dei polisaccaridi non amidacei della farina [2].

Il limite più importante è la dose-risposta tecnologica: poca attività può non essere percepibile, troppa attività può indebolire o rendere appiccicoso l'impasto. Poiché Enzymes.bio non è un laboratorio e non fornisce qui metodi di analisi o definizioni di unità di attività, la valutazione applicativa deve restare collegata al normale controllo di processo del panificatore: comportamento dell'impasto, forma, volume, struttura della mollica e consistenza del prodotto finito.

Un altro limite è la causa del difetto. Se il pane è compatto per fermentazione insufficiente, lievito inattivo, farina inadeguata o cottura errata, l'emicellulasi non risolve il problema alla radice. Se invece il difetto è associato a scarsa gestione dell'acqua, presenza di fibre o impasto troppo resistente, l'enzima può essere una leva tecnologica pertinente.

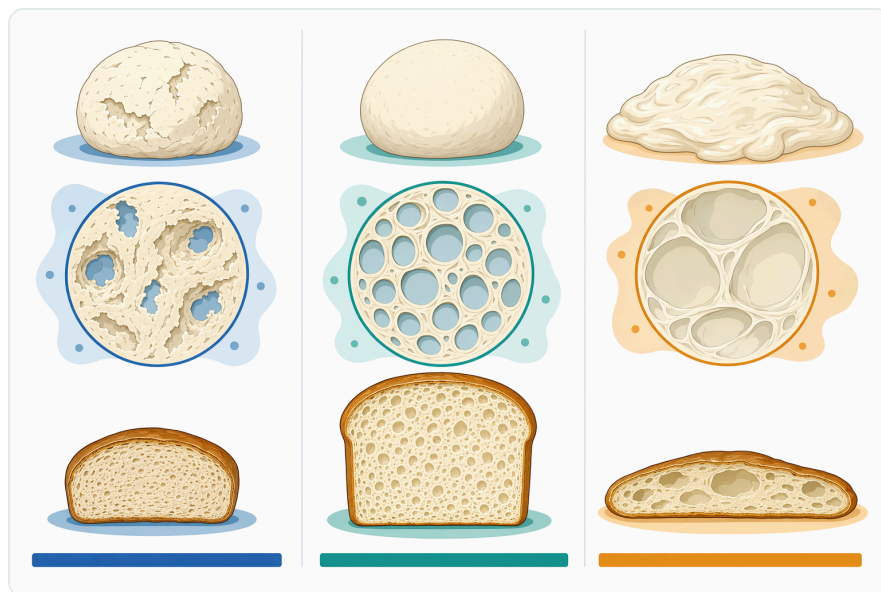


Figure 7. 적당한 헤미셀룰로오스 분해는 반죽 기능을 개선할 수 있지만, 변형이 너무 적거나 너무 많으면 반죽이 질긴 상태로 남거나 늘어지고 끈적해질 수 있다.

Ruolo di Enzymes.bio e documentazione dell'ordine

Enzymes.bio va descritto correttamente come fornitore online di enzimi, non come produttore e non come laboratorio. Il suo ruolo è rendere disponibile il prodotto per acquisto diretto online in unità da 1 kg, con documentazione CoA e SDS fornita insieme all'ordine; questo supporta la gestione interna del materiale da parte dell'acquirente senza implicare attività di produzione o analisi da parte di Enzymes.bio .

Per un utilizzatore B2B nel settore bakery, il valore del prodotto è legato alla sua funzione tecnologica: intervenire sulla frazione emicellulosica della farina per migliorare le proprietà dell'impasto e sostenere una qualità del pane più costante. L'inquadramento corretto è quindi applicativo e documentale, non promozionale: l'emicellulasi è uno strumento di formulazione da integrare in un processo già controllato.

Sintesi tecnica

Hemicellulase Enzyme Breaker per panificazione agisce sulle emicellulose della farina, con particolare rilevanza per xylani e arabinoxilani, modificando l'equilibrio tra acqua, fibre, amido e rete glutinica. L'effetto desiderato è una degradazione parziale e controllata che migliori lavorabilità, estensibilità, distribuzione del gas e regolarità della mollica.

Le evidenze più pertinenti provengono dalla letteratura su enzimi in panificazione, xilanasi industriali e meccanismi di idrolisi delle emicellulose. Il beneficio è più convincente quando il problema è legato alla frazione non amidacea della farina, come in pani integrali, impasti ricchi di fibre o farine con comportamento reologico variabile; è invece meno diretto quando il difetto dipende da proteine deboli, fermentazione errata o processo termico non adeguato.

In una formulazione professionale, l'emicellulasi non dovrebbe essere vista come un sostituto della farina o della competenza di processo, ma come un regolatore mirato della matrice farinacea. Usata con un obiettivo chiaro, può contribuire a un impasto più stabile in lavorazione e a un pane con volume, mollica e texture più uniformi.

Ordina Hemicellulase Enzyme Breaker For Improving The Properties Of Dough And The Quality Of Bread online

Venduto in unità da 1 kg, disponibile a magazzino e pronto per la spedizione. Ordina direttamente dal nostro store: paga online e noi elaboriamo il tuo ordine. Un Certificato di Analisi e una Scheda Dati di Sicurezza sono inclusi in ogni ordine.

Acquista Hemicellulase Enzyme Breaker For Improving The Properties Of Dough And The Quality Of Bread →

Riferimenti

Numerati in ordine di prima citazione. Fonti open access, ciascuna verificata come raggiungibile al momento della pubblicazione; i numeri di citazione nel testo rimandano qui.

1. Chowdhury, M. A. H., Sarkar, F., Reem, C. S. A., Rahman, S. M., Mahamud, A. U., Rahman, M., & Ashrafudoulla, M. (2024). Enzyme applications in baking: From dough development to shelf-life extension. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137020 .
2. Dhiman, S., & Mukherjee, G. (2018). Recent Advances and Industrial Applications of Microbial Xylanases: A Review.
3. Tsykhanovska, I., Evlash, V., Alexandrov, A., Lazarieva, T., Svidlo, K., Gontar, T., Yurchenko, L., ... et al. (2018). Substantiation of the mechanism of interaction between biopolymers of ryeandwheat flour and the nanoparticles of the magnetofood food additive in order to improve moistureretaining capacity of dough. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2, 70-80.
4. Teplitsky, A., Mechaly, A., Stojanoff, V., Sainz, G., Golan, G., Feinberg, H., Gilboa, R., ... et al. (2004). Structure determination of the extracellular xylanase from Geobacillus stearothermophilus by selenomethionyl MAD phasing. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, 60 Pt 5, 836-48 .
5. Simioni, B., Rocha, P. M. C., Fávero, A., Conceição Silva, J. L., Gandra, R. F., Maller, A., Kadowaki, M. K., ... et al. (2025). Bioengineering Caulobacter vibrioides for Xylanase Applications in the Bakery Industry. *Microorganisms*, 13.
6. Liang, J., Nabi, M., Zhang, P., Zhang, G., Cai, Y., Wang, Q., Zhou, Z., ... et al. (2020). Promising biological conversion of lignocellulosic biomass to renewable energy with rumen microorganisms: A comprehensive review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 134, 110335.
7. Pritchard, P. E. (1992). Studies on the bread-improving mechanism of fungal alpha-amylase. *Journal of Biological Education*, 26, 12-18.
8. Decamps, K., Joye, I., Rakotozafy, L., Nicolas, J., Courtin, C., & Delcour, J. (2013). The bread dough stability improving effect of pyranose oxidase from trametes multicolor and glucose oxidase from Aspergillus niger: unraveling the molecular mechanism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 32, 7848-54 .
9. Frazier, P., Leigh-Dugmore, F. A., Daniels, N., Eggitt, P. W., & Coppock, J. (1973). The effect of lipoxygenase action on the mechanical development of wheat flour doughs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24, 421-436.

10. Bell, B. M., Daniels, D. H., & Fisher, N. (1977). Physical aspects of the improvement of dough by fat. *Food Chemistry*, 2, 57-70.
11. Bhattacharya, A., Bhattacharya, A., & Pletschke, B. (2015). Synergism of fungal and bacterial cellulases and hemicellulases: a novel perspective for enhanced bio-ethanol production. *Biotechnology Letters*, 37, 1117 - 1129.
12. Yue, C., Tang, Y., Li, Z., Wang, X., Wang, L., Luo, D., Li, P., ... et al. (2025). Ultrasound-assisted fermentation effectively alleviates the weakening of wheat gluten network caused by long-chain inulin and the underlying mechanism.. *Food Research International*, 204, 115934 .

Contatta Enzymes.bio

Hai domande su un ordine? Il nostro team è lieto di aiutarti.

EMAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFONO (USA) [+1 \(507\) 428-6057](tel:+15074286057)

[Contattaci →](#)



400+ Clienti B2B



60+ partner di ricerca universitari



54 serviti in tutto il mondo

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.