

# Hemicellulase Enzyme for Baking: applicazioni in pane, impasti, volume e qualità della mollica

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

**Hemicellulase Enzyme for Baking è un enzima tecnico per panificazione che modifica le emicellulose della farina, soprattutto gli arabinoxilani, migliorando la distribuzione dell'acqua, la lavorabilità dell'impasto e la struttura del pane.** Nelle applicazioni bakery, la frazione più rilevante delle emicellulasi è spesso rappresentata dalle xilanasi, usate per intervenire sui polisaccaridi non amidacei che influenzano viscosità, ritenzione dei gas, volume e morbidezza della mollica <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio rende disponibile Hemicellulase Enzyme for Baking come fornitore online B2B di enzimi, in unità da 1 kg; il prodotto è destinato ad applicazioni industriali e di trasformazione alimentare, non al consumo diretto. CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine, mentre l'acquisto avviene direttamente online secondo le informazioni riportate nelle pagine prodotto dedicate all'emicellulasi per impasti e pane .

## Che cos'è l'emicellulasi per panificazione

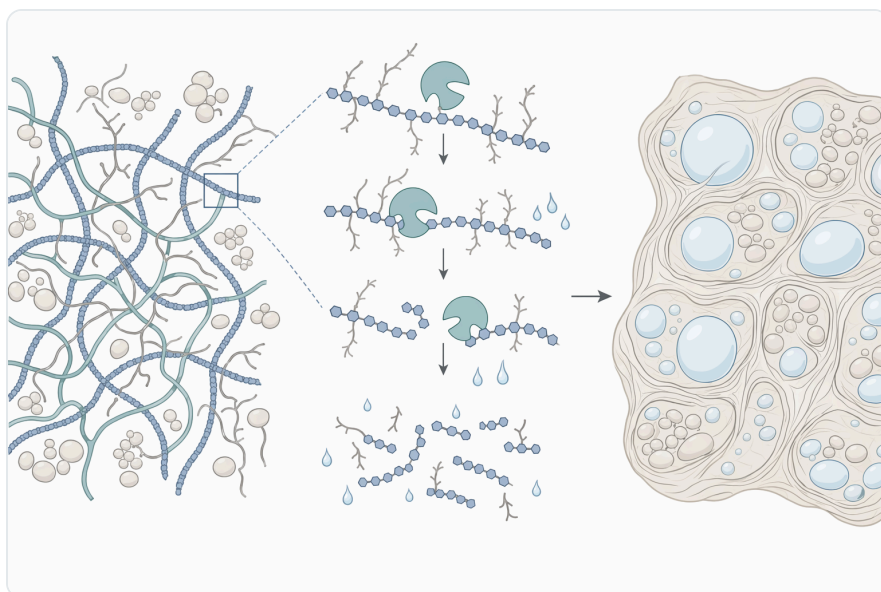
Le emicellulasi sono una famiglia di enzimi che degradano componenti dell'emicellulosa, una matrice di polisaccaridi presente nelle pareti cellulari vegetali. Nella farina di frumento, le emicellulose sono rappresentate in larga parte da arabinoxilani, molecole non amidacee capaci di legare acqua e modificare la viscosità dell'impasto; per questo, anche se presenti in quantità inferiore rispetto ad amido e proteine, esercitano un effetto tecnologico significativo sulla panificazione <sup>[1]</sup>.

Nel linguaggio applicativo del bakery, il termine "emicellulasi" viene spesso associato alle xilanasi, perché l'obiettivo più frequente è l'idrolisi controllata dello scheletro xilanico degli arabinoxilani. La funzione non è "rompere" indistintamente la farina, ma modificare selettivamente una frazione polisaccaridica che può interferire con lo sviluppo del glutine, con l'idratazione e con la capacità dell'impasto di trattenere i gas prodotti durante la fermentazione <sup>[2]</sup>.

Questa azione rende Hemicellulase Enzyme for Baking un coadiuvante tecnologico, non un ingrediente nutrizionale in senso convenzionale. Gli enzimi da forno sono studiati e applicati per influenzare parametri di processo come sviluppo dell'impasto, volume, struttura della mollica, freschezza percepita e costanza qualitativa, in particolare quando le farine presentano variabilità naturale tra lotti o formulazioni [3].

## Perché gli arabinosilani contano negli impasti da forno

Gli arabinosilani sono polisaccaridi composti da una catena principale di xilosio con ramificazioni contenenti arabinosio. In farina, possono essere presenti in forme più solubili o più insolubili; entrambe influenzano il comportamento dell'acqua, ma lo fanno in modo diverso. Le frazioni insolubili tendono a competere per l'acqua e a disturbare la continuità della rete glutinica, mentre alcune frazioni solubili possono contribuire alla viscosità utile della fase acquosa dell'impasto [1].



**Figure 1.** 헤미셀룰라아제는 밀 아라비노자일란을 더 짧은 수용성 조각으로 가수분해해 결합수를 방출하고 가스 보유력을 높여 반죽 품질을 개선합니다.

Questa distinzione è importante perché l'effetto desiderato in panificazione non coincide con una degradazione massiva. Un'idrolisi eccessiva o non selettiva può ridurre la viscosità in modo sfavorevole, mentre un'azione controllata sugli arabinosilani insolubili può liberare componenti più funzionali, migliorando estensibilità, stabilità e ritenzione dei gas. Le review sugli enzimi nel bread making descrivono proprio questa logica: usare enzimi specifici per correggere proprietà dell'impasto senza alterare in modo grossolano la struttura complessiva [1].

La farina di frumento è una matrice complessa in cui amido, proteine del glutine, lipidi, enzimi endogeni e polisaccaridi non amidacei interagiscono durante impastamento, fermentazione e cottura. Strategie moderne di miglioramento della qualità della farina considerano sempre più queste interazioni, perché la performance in forno non dipende da un singolo parametro, ma dall'equilibrio tra assorbimento d'acqua, elasticità, estensibilità e stabilità del sistema impasto <sup>[3]</sup>.

## **Meccanismo d'azione: come l'emicellulasi modifica l'impasto**

---

Durante l'impastamento, l'acqua idrata amido danneggiato, proteine, sali, zuccheri e polisaccaridi non amidacei. Gli arabinoxilani, in particolare, possono sottrarre acqua alla formazione della rete glutinica o aumentare la viscosità in modo non sempre favorevole. L'emicellulasi interviene tagliando legami specifici nelle catene emicellulosiche, riducendo la dimensione molecolare di una parte di questi polisaccaridi e modificando il modo in cui trattengono acqua <sup>[2]</sup>.

L'effetto pratico è una redistribuzione dell'acqua all'interno dell'impasto. Quando l'acqua diventa più disponibile per l'idratazione delle proteine e per la fase continua dell'impasto, la rete glutinica può svilupparsi con minori ostacoli fisici. Questo può aumentare la capacità dell'impasto di espandersi durante la fermentazione e la prima fase della cottura, favorendo un volume più elevato e una mollica più uniforme <sup>[1]</sup>.

La risposta non è però identica in ogni ricetta. Farine forti, deboli, integrali, arricchite in fibre o miscelate con ingredienti non convenzionali possono reagire in modo diverso perché cambia la composizione della parete cellulare vegetale, la disponibilità d'acqua e l'interazione con glutine e amido. La letteratura sulle strategie per migliorare la farina in panificazione evidenzia che gli enzimi sono strumenti efficaci proprio perché permettono interventi mirati, ma il loro effetto va interpretato nel contesto della formulazione e del processo <sup>[3]</sup>.



**Figure 2.** 제빵 과정에서 헤미셀룰라아제는 반죽 혼합 단계에 첨가되며, 발효와 초기 가열 과정에서 작용한 뒤 오븐에서 비활성화됩니다.

## Benefici tecnologici realistici in panificazione

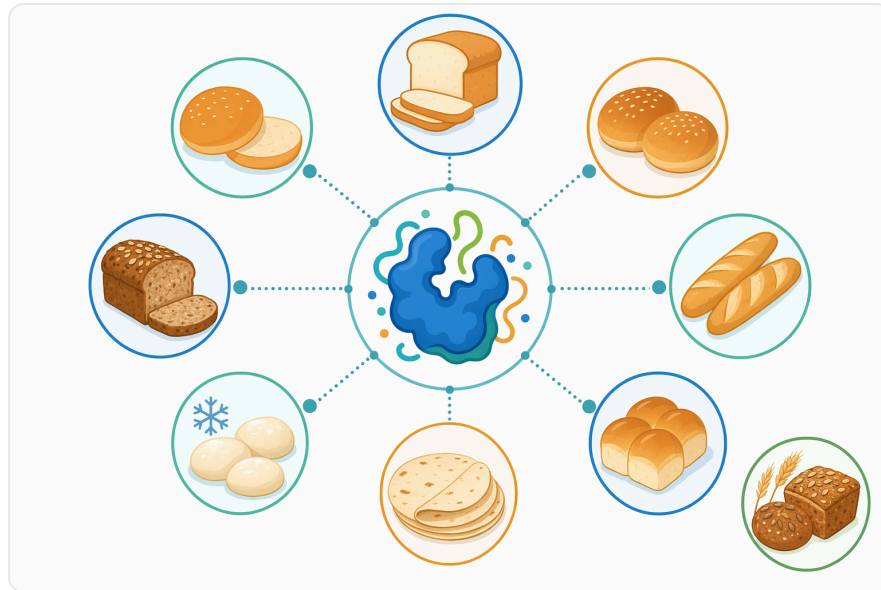
Hemicellulase Enzyme for Baking è rilevante soprattutto quando il problema tecnologico riguarda impasti poco prevedibili, eccessiva viscosità, scarsa tolleranza alla lavorazione o volume non ottimale. La sua azione sugli arabinosilani può migliorare la manipolabilità, rendendo l'impasto più omogeneo durante miscelazione, spezzatura, formatura, laminazione o trasporto meccanico in linee automatizzate [2].

Un secondo beneficio riguarda la ritenzione dei gas. Durante la fermentazione, il lievito produce anidride carbonica che deve essere trattenuta in una rete viscoelastica abbastanza resistente da non collassare, ma abbastanza estensibile da espandersi. Se la frazione insolubile degli arabinosilani interferisce con questa rete, una modifica enzimatica controllata può contribuire a una migliore distribuzione delle bolle e a una struttura della mollica più regolare [1].

Un terzo beneficio è la possibile riduzione della variabilità dovuta alla materia prima. La composizione della farina cambia con varietà del grano, condizioni agronomiche, molitura e conservazione; di conseguenza, assorbimento d'acqua, stabilità dell'impasto e performance in forno possono variare tra lotti. Le review sulle applicazioni enzimatiche in baking descrivono gli enzimi come strumenti per sostenere standardizzazione, qualità e shelf-life dei prodotti da forno [2].

## Applicazioni principali: pane, panini, pizza, integrali e bakery industriale

Nel pane bianco e nei panini lievitati, l'emicellulasi è usata per migliorare l'equilibrio tra estensibilità e tenuta dell'impasto. Un impasto troppo tenace può espandersi poco, mentre un impasto troppo debole può perdere gas; l'azione sulle emicellulose aiuta a modulare la fase acquosa e la rete glutinica indirettamente, con possibili effetti su oven spring, volume e finezza della mollica [1].



**Figure 3.** 제빵용 헤미셀룰라아제는 주로 밀 기반 제품에서 빵 부피를 키우고, 크럼 구조를 개선하며, 식감을 부드럽게 하고, 가공 적성을 높이는 데 사용됩니다.

Nelle basi pizza, nei buns e nei rolls, la costanza reologica è particolarmente importante perché il processo richiede formatura ripetibile, tolleranza alla fermentazione e buona espansione in forno. Le applicazioni moderne degli enzimi da forno sono orientate proprio a migliorare sviluppo dell'impasto, qualità strutturale e stabilità del prodotto finito senza affidarsi solo a correzioni meccaniche o variazioni di ricetta [2].

Nei pani integrali e nei prodotti ricchi di fibre, il ruolo dell'emicellulasi diventa ancora più interessante. Crusca, particelle di parete cellulare e fibre possono interrompere la rete glutinica e aumentare la competizione per l'acqua; studi su impasti con farina integrale trattati con enzimi mostrano che l'approccio enzimatico è stato esplorato per migliorare le qualità di panificazione di matrici più ricche di frazioni non amidacee [4].

Anche i prodotti da forno con ingredienti secondari ricchi di fibre o polifenoli, come alcune farine alternative o sottoprodotti vegetali, possono presentare difficoltà di volume, texture e accettabilità sensoriale. La letteratura su prodotti bakery arricchiti con farine da vinacce, ad esempio, evidenzia che

l'aggiunta di matrici fibrose modifica caratteristiche chimiche, tecnologiche e sensoriali; in questi casi, l'approccio enzimatico può essere parte di una strategia formulativa più ampia, pur non essendo una correzione automatica <sup>[5]</sup>.

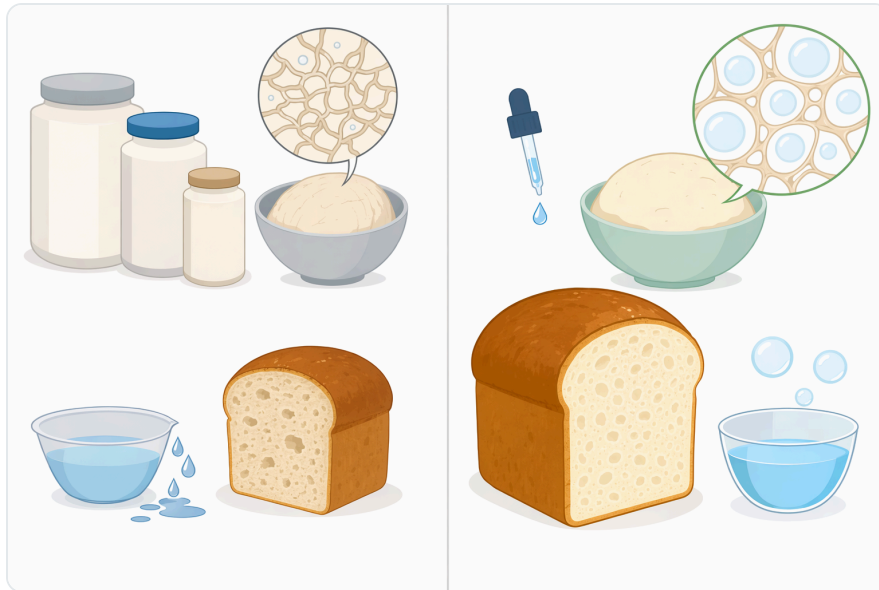
## Tabella comparativa: emicellulasi e altri enzimi usati nel bakery

Enzima usato nel bakery	Substrato principale	Effetto tecnologico tipico	Dove è più rilevante	Note applicative
Emicellulasi / xilanasi	Emicellulose, soprattutto arabinoxilani	Migliore gestione dell'acqua, lavorabilità, volume e struttura della mollica	Pane, panini, pizza, integrali, prodotti ricchi di fibre	Agisce indirettamente sul glutine riducendo l'interferenza dei polisaccaridi non amidacei <sup>[1]</sup>
Amilasi	Amido e destrine	Disponibilità di zuccheri fermentescibili, colore della crosta, morbidezza e shelf-life	Pane lievitato, panini, prodotti morbidi	Spesso usata in combinazione con altri enzimi per bilanciare volume e freschezza <sup>[2]</sup>
Proteasi	Proteine, inclusa la frazione glutinica	Riduzione della tenacità, maggiore estensibilità, impasti più rilassati	Cracker, biscotti, impasti laminati o a bassa elasticità	Utile quando serve diminuire resistenza meccanica, non quando si cerca massima forza del glutine <sup>[1]</sup>
Lipasi	Lipidi e frazioni lipidiche	Miglioramento di struttura, volume e stabilità tramite effetti su emulsificazione e interazioni con glutine/amido	Pane, panini, prodotti soffici	Può contribuire a mollica più fine e stabile in sistemi ben formulati <sup>[2]</sup>
Ossidoreduttasi	Componenti ossidabili dell'impasto	Rafforzamento o modulazione della rete proteica	Pane e prodotti che richiedono maggiore tenuta	L'effetto dipende dal sistema impasto e dall'interazione con altri ingredienti <sup>[1]</sup>

Questa comparazione mostra perché l'emicellulasi non dovrebbe essere descritta come sostituto universale di altri enzimi. La sua funzione è specifica: intervenire sulla frazione emicellulosica e quindi sul comportamento dell'acqua e dei polisaccaridi non amidacei. In molti sistemi industriali, gli enzimi vengono combinati perché ogni classe agisce su un diverso collo di bottiglia tecnologico: amido, proteine, lipidi o fibre <sup>[2]</sup>.

## Impatto sulla mollica: porosità, morbidezza e percezione al consumo

La qualità della mollica dipende dalla distribuzione delle celle gassose, dallo spessore delle pareti tra i pori e dalla stabilizzazione della struttura durante la cottura. Un impasto che trattiene gas in modo uniforme tende a produrre una mollica più regolare, mentre impasti con rete discontinua o idratazione sbilanciata possono dare cavità irregolari, collasso locale o volume ridotto [2].



**Figure 4.** 효소를 사용하지 않는 반죽 보정 방식과 비교하면, 헤미셀룰라아제는 밀가루의 헤미셀룰로오스를 변형해 낮은 사용량으로도 더 큰 부피와 더 부드러운 크럼을 구현할 수 있습니다.

L'emicellulasi contribuisce a questo risultato in modo indiretto. Non gelatinizza l'amido e non forma glutine, ma modifica l'ambiente in cui amido e glutine lavorano: riduce l'interferenza fisica di certe frazioni emicellulosiche, aiuta la fase acquosa a distribuirsi e sostiene una migliore espansione del sistema. Le review sul bread making descrivono le xilanasi come enzimi capaci di migliorare proprietà dell'impasto e qualità del pane proprio attraverso l'azione sugli arabinosilani [1].

La morbidezza percepita della mollica è influenzata anche da retrogradazione dell'amido, contenuto d'acqua, formulazione lipidica e condizioni di conservazione. Per questo, nelle applicazioni orientate alla shelf-life, l'emicellulasi può essere considerata insieme ad amilasi e lipasi, che agiscono su altri meccanismi della freschezza. Le applicazioni enzimatiche moderne in baking vengono infatti descritte come un insieme di interventi coordinati dal dough development fino all'estensione della shelf-life [2].

## Interazione con lievitazione naturale, fermentazione e processi moderni

Negli impasti con lievito compresso, lievito secco o lievitazione naturale, l'emicellulasi agisce nella fase umida dell'impasto, prima che il calore della cottura stabilizzi la struttura. Il suo effetto si somma a quello della fermentazione, che modifica pH, produzione di gas, aromi e comportamento reologico nel tempo [6].

Nel sourdough, la complessità aumenta perché batteri lattici e lieviti contribuiscono a trasformazioni biochimiche della matrice, con impatto su acidità, aromi, proteolisi e qualità sensoriale. Una review sugli starter di pasta madre sottolinea che l'ecologia microbica e le pratiche di fermentazione influenzano fortemente la qualità del prodotto; di conseguenza, l'uso di enzimi esogeni deve essere interpretato nel contesto del processo fermentativo specifico [6].

Anche le tecnologie di cottura influenzano il risultato finale. La formazione della struttura del pane non dipende solo dalla formulazione, ma anche dal trasferimento di calore, dalla perdita d'acqua, dalla gelatinizzazione dell'amido, dalla coagulazione proteica e dall'espansione dei gas. Le review sui forni e sui sistemi di riscaldamento non convenzionali evidenziano che il profilo termico può modificare qualità, struttura e caratteristiche del prodotto cotto [7].

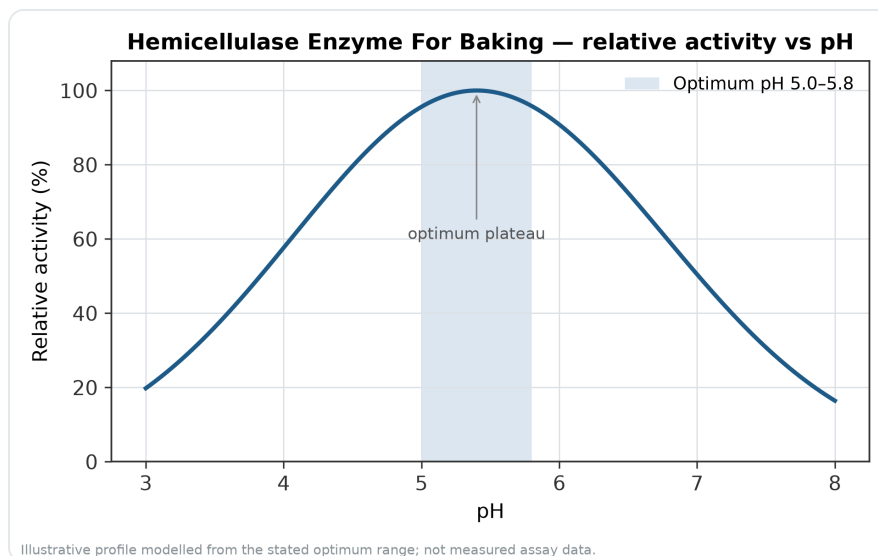


Figure 5. pH에 따른 제빵용 헤미셀룰라아제 효소의 상대 활성으로, pH 5.0-5.8에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

## Farine integrali e formulazioni ad alto contenuto di fibre

Le farine integrali contengono crusca, germe e una maggiore quota di componenti della parete cellulare rispetto alle farine raffinate. Questa composizione aumenta il contenuto di fibre e micronutrienti, ma può penalizzare volume e texture perché le particelle di crusca interferiscono con il

glutine e competono per l'acqua. In questo scenario, l'emicellulasi è rilevante perché colpisce una parte del problema: la matrice emicellulosica associata alle fibre <sup>[4]</sup>.

Lo studio su impasti arricchiti con farina integrale e trattati con enzimi mostra l'interesse della ricerca per migliorare le qualità di panificazione in sistemi più complessi rispetto al pane bianco standard. Anche quando non si può attribuire ogni miglioramento a una sola classe enzimatica, il rationale è coerente: intervenire su componenti specifici della farina per recuperare volume, struttura e accettabilità tecnologica <sup>[4]</sup>.

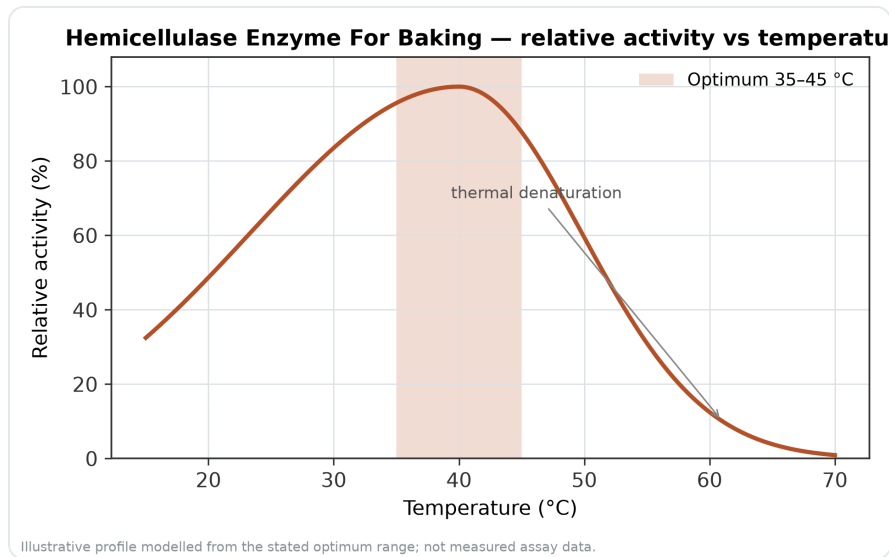
Questa logica vale anche per prodotti con farine vegetali alternative o sottoprodotti ricchi di fibra. L'aggiunta di vinacce in pasta e prodotti bakery, per esempio, può modificare colore, composizione, proprietà tecnologiche e profilo sensoriale; formulazioni di questo tipo richiedono un controllo più attento dell'idratazione e della struttura, aree in cui l'azione sulle emicellulose può essere utile se compatibile con la ricetta <sup>[5]</sup>.

## Quando l'emicellulasi è particolarmente utile

---

L'emicellulasi è particolarmente indicata quando il limite principale dell'impasto è legato alla gestione della fase acquosa e delle fibre non amidacee. Esempi tipici sono farine con comportamento poco costante, formulazioni integrali, impasti con elevato assorbimento d'acqua, pani speciali con ingredienti ricchi di fibre o processi industriali nei quali piccole variazioni reologiche generano problemi di formatura e volume <sup>[3]</sup>.

È meno corretto aspettarsi che l'emicellulasi risolva problemi non collegati al suo substrato. Se il difetto deriva da insufficiente forza proteica, attività amilasica sbilanciata, fermentazione non controllata, eccesso di sale, cottura inadeguata o formulazione lipidica non ottimale, l'enzima può contribuire solo parzialmente. Le applicazioni enzimatiche in baking funzionano meglio quando il meccanismo dell'enzima corrisponde al problema tecnologico da correggere <sup>[2]</sup>.



**Figure 6.** 온도에 따른 제빵용 헤미셀룰라아제 효소의 상대 활성으로, 35–45°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

Questa distinzione è importante per un uso tecnico credibile. Presentare Hemicellulase Enzyme for Baking come supporto alla lavorabilità, al volume e alla qualità della mollica è coerente con la letteratura; presentarlo come garanzia universale di prestazioni identiche in ogni farina e processo non lo sarebbe. La variabilità del sistema impasto richiede sempre una lettura applicativa basata su farina, ricetta, idratazione, fermentazione e cottura <sup>[1]</sup>.

## Aspetti di processo: dove agisce e quando viene inattivata

Gli enzimi da forno vengono in genere incorporati nella farina o aggiunti nella fase di miscelazione, in modo che possano distribuirsi uniformemente nell'impasto. L'emicellulasi richiede una fase acquosa perché il substrato diventi accessibile e perché la diffusione enzimatica possa avvenire nella matrice dell'impasto; per questo il suo effetto si manifesta durante impastamento, riposo e fermentazione, prima della stabilizzazione termica <sup>[2]</sup>.

Durante la cottura, l'aumento della temperatura porta progressivamente alla perdita di attività enzimatica, mentre il prodotto passa da impasto deformabile a struttura cotta. In parallelo avvengono gelatinizzazione dell'amido, denaturazione delle proteine, evaporazione dell'acqua, espansione dei gas e reazioni di imbrunimento. Il profilo di cottura e il tipo di forno contribuiscono quindi a determinare quanto il miglioramento reologico ottenuto prima della cottura si traduca in volume e struttura finale <sup>[7]</sup>.

Nei processi con fermentazione lunga, refrigerazione o impasti ritardati, la dinamica enzimatica può essere diversa rispetto ai processi rapidi. Le review sugli enzimi freddo-attivi in food biotechnology mostrano l'interesse industriale verso enzimi capaci di lavorare a temperature moderate o basse, ma nel bakery l'effetto finale dipende comunque dall'interazione tra enzima, tempo, temperatura e composizione dell'impasto [8].

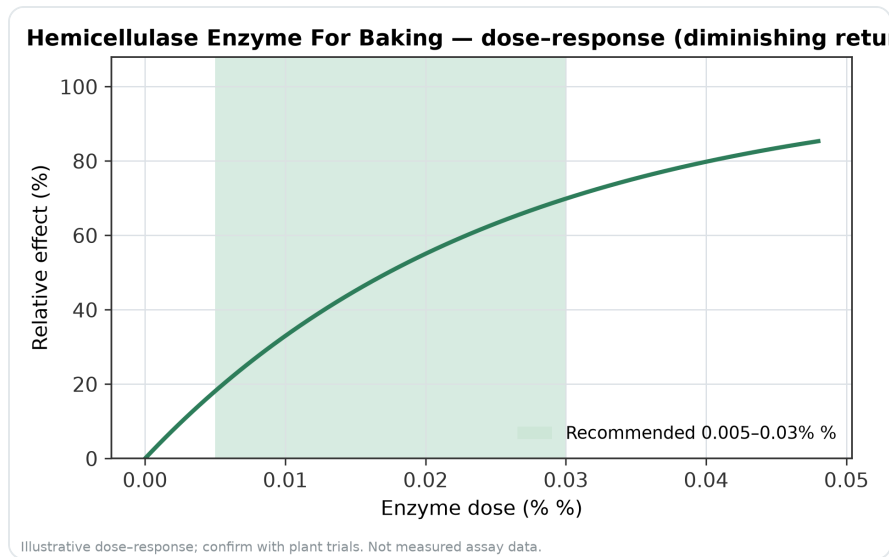


Figure 7. 권장 사용 범위(0.005–0.03%)에서 제빵용 헤미셀룰라아제 효소의 용량-반응 관계를 예시한 그래프입니다.

## Sicurezza d'uso, destinazione e ruolo di Enzymes.bio

Hemicellulase Enzyme for Baking è un prodotto destinato ad applicazioni B2B e di trasformazione, non al consumo diretto. Enzymes.bio lo presenta nelle pagine prodotto come emicellulasi in polvere per applicazioni su impasti e qualità del pane; il prodotto è acquistabile online in unità da 1 kg e la documentazione CoA e SDS accompagna l'ordine .

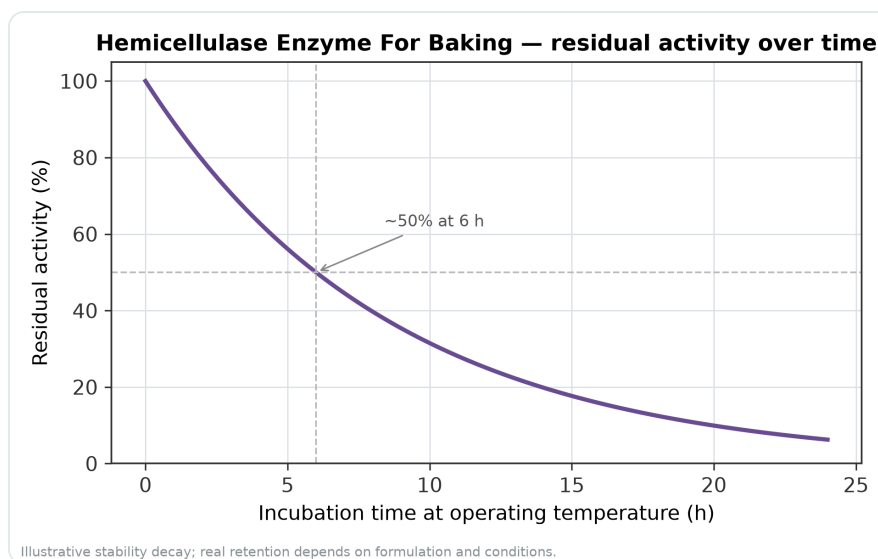
È importante chiarire il ruolo commerciale: Enzymes.bio opera come fornitore online di enzimi e non deve essere interpretato come produttore o laboratorio analitico. Per il lettore tecnico, questo significa che la pagina prodotto va letta come informazione applicativa e commerciale sul prodotto disponibile, mentre la valutazione formulativa resta legata al processo specifico del cliente e alla documentazione fornita con l'ordine .

Gli enzimi industriali possono essere ottenuti tramite processi biotecnologici e preparati in forme adatte all'uso alimentare o industriale, ma le caratteristiche finali dipendono dalla preparazione commerciale e dal suo impiego previsto. Le review sulla preparazione e produzione di enzimi per uso industriale descrivono la rilevanza di produzione, recupero, formulazione e stabilità come elementi centrali per l'utilizzo degli enzimi nei diversi settori [9][10].

## Letture tecnica delle evidenze disponibili

Le evidenze più direttamente pertinenti all'emicellulasi in panificazione provengono dalle review sugli enzimi nel bread making e sulle applicazioni enzimatiche in baking. Queste fonti collegano xilanasi ed emicellulasi al miglioramento della reologia dell'impasto, della lavorabilità, del volume e della struttura della mollica, in particolare tramite l'azione sugli arabinosilani della farina <sup>[1][2]</sup>.

Le fonti sulle strategie di miglioramento della farina di frumento rafforzano il contesto: la qualità di panificazione è multifattoriale e dipende da composizione della farina, proteine, amido, enzimi, additivi e condizioni di processo. In questo quadro, l'emicellulasi è uno strumento mirato per la componente polisaccaridica non amidacea, non una soluzione isolata per tutti i difetti di produzione <sup>[3]</sup>.



**Figure 8.** 제빵용 헤미셀룰라아제 효소의 열 안정성 감소 예시로, 작용 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Gli studi su farine integrali e ingredienti ricchi di fibre aiutano a comprendere perché l'azione sulle emicellulose sia utile soprattutto nei sistemi complessi. Quando aumenta la quota di pareti cellulari vegetali, aumenta anche la probabilità che assorbimento d'acqua e interferenze fisiche penalizzino volume e texture; l'approccio enzimatico cerca di ridurre questi effetti senza eliminare il valore formulativo delle fibre <sup>[4][5]</sup>.

## Conclusione

Hemicellulase Enzyme for Baking è un enzima tecnico per pane e prodotti da forno che agisce sulle emicellulose della farina, soprattutto sugli arabinosilani, con l'obiettivo di migliorare gestione dell'acqua, lavorabilità dell'impasto, volume e uniformità della mollica. Il suo valore applicativo è più

evidente in farine variabili, impasti industriali, prodotti integrali e formulazioni ricche di fibre, dove i polisaccaridi non amidacei possono influenzare in modo rilevante la qualità finale <sup>[1][2]</sup>.

Il meccanismo è specifico: l'emicellulasi non sostituisce amilasi, proteasi o lipasi, ma completa il sistema enzimatico intervenendo su una diversa frazione della farina. Per risultati coerenti, va considerata nel contesto di farina, idratazione, fermentazione, processo meccanico e profilo di cottura, evitando aspettative generiche o promesse universali <sup>[3]</sup>.

Enzymes.bio fornisce Hemicellulase Enzyme for Baking online in unità da 1 kg per applicazioni B2B di trasformazione alimentare; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine. In una formulazione bakery ben progettata, l'emicellulasi rappresenta uno strumento concreto per rendere l'impasto più prevedibile e sostenere una qualità del pane più stabile .

### Ordina Hemicellulase Enzyme For Baking 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 For Baking →](#)

## 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. Dahiya, S., Bajaj, B., Kumar, A., Tiwari, S., & Singh, B. (2020). [A review on biotechnological potential of multifarious enzymes in bread making](#). *Process Biochemistry*, 99, 290-306.
2. 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 .
3. Ferreira, M. D., Guia Ribeiro, V. A., Barros, J., & Steel, C. J. (2025). [Strategies to improve the quality of wheat flour in baking: a review](#). *Brazilian Journal of Food Technology*.
4. Matsushita, K., Santiago, D., Noda, T., Tsuboi, K., Kawakami, S., & Yamauchi, H. (2017). [The Bread Making Qualities of Bread Dough Supplemented with Whole Wheat Flour and Treated with Enzymes](#). *Food Science and Technology Research*, 23, 403-410.
5. Boff, J. M., Strasburg, V. J., Ferrari, G., Oliveira Schmidt, H., Manfroi, V., & Oliveira, V. D. (2022). [Chemical, Technological, and Sensory Quality of Pasta and Bakery Products Made with the Addition of Grape Pomace Flour](#).

*Foods*, 11.

6. Calvert, M. D., Madden, A. A., Nichols, L. M., Haddad, N., Lahne, J., Dunn, R., & McKenney, E. A. (2021). [A review of sourdough starters: ecology, practices, and sensory quality with applications for baking and recommendations for future research.](#) *PeerJ*, 9.
7. Chhanwal, N., Bhushette, P. R., & Anandharamakrishnan, C. (2018). [Current Perspectives on Non-conventional Heating Ovens for Baking Process—a Review.](#) *Food and Bioprocess Technology*, 12, 1-15.
8. Kuddus, M. (2018). [Cold-active enzymes in food biotechnology : An updated mini review.](#)
9. Shakilanishi, S., & Shanthi, C. (2024). [An overview on preparation of enzymes for industrial use.](#) *Biocatalysis and Biotransformation*, 42, 485 - 496.
10. Dub, A., Plaskonis, I., Barna, O., Kozyr, H., Stechyshyn, I., & Vasenda, M. (2025). [Production of enzymes by biotechnological methods: A review.](#) *The Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*.

## Contatta Enzymes.bio

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

EMAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELEFONO (USA) **+1 (507) 428-6057**

[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.