

Fosfolipasi per panificazione: Phospholipase Enzymes come bread making improver per impasto, volume e mollica

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

Phospholipase Enzymes As Bread Making Improver è un enzima lipolitico per panificazione usato per modificare i fosfolipidi presenti nella farina o nella formulazione, generando composti più attivi alle interfacce dell'impasto. In applicazioni bakery può contribuire a stabilità dell'impasto, ritenzione dei gas, volume, struttura della mollica e morbidezza, soprattutto quando è integrato in una ricetta e in un processo già bilanciati. Enzymes.bio rende disponibile il prodotto per acquisto online in unità da **1 kg**; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine.

Che cos'è una fosfolipasi per panificazione

Una fosfolipasi è un enzima che agisce sui **fosfolipidi**, una classe di lipidi polari presenti in piccole quantità nella farina di frumento e in alcuni ingredienti funzionali. In un impasto, i fosfolipidi non sono importanti solo come "grassi": la loro parte idrofila e la loro parte lipofila li rendono capaci di posizionarsi alle interfacce tra acqua, aria, lipidi, proteine del glutine e granuli di amido. Questa funzione interfacciale spiega perché una modifica enzimatica mirata, anche su una frazione minoritaria dell'impasto, può avere effetti percepibili su lavorabilità e struttura del pane ^[1].

Nel contesto bakery, la fosfolipasi appartiene alla famiglia degli **enzimi per panificazione** usati come bread improver. Le classi più comuni includono amilasi, xilanasi, proteasi, ossidasi e lipasi; ciascuna interviene su un substrato diverso dell'impasto. La fosfolipasi si distingue perché non mira primariamente all'amido o alle proteine, ma alla frazione lipidica polare, con l'obiettivo tecnologico di migliorare la distribuzione delle fasi e la stabilizzazione delle bolle di gas durante impasto, fermentazione e sviluppo in forno.

Il prodotto commercializzato come **Phospholipase Enzymes As Bread Making Improver** è quindi meglio interpretato come un ingrediente tecnico per uso professionale in panificazione, non come una soluzione universale indipendente dalla ricetta. L'effetto finale dipende dalla farina, dall'idratazione, dalla presenza di grassi o lecitina, dai tempi di impasto, dalla fermentazione, dal tipo di cottura e

dall'eventuale combinazione con altri enzimi. Questa lettura è coerente con la letteratura recente sugli improver enzimatici industriali, che valuta gli enzimi in relazione alla reologia della farina e alla qualità del prodotto finito, non come additivi isolati dal processo ^[2].

Perché i fosfolipidi contano nell'impasto del pane

L'impasto del pane è un sistema fisico complesso composto da almeno **quattro domini funzionali**: rete proteica del glutine, granuli di amido idratati, fase acquosa con soluti e cellule di gas prodotte dalla fermentazione. Le bolle di gas devono espandersi senza rompersi; il glutine deve essere abbastanza elastico da trattenere gas ma abbastanza estensibile da deformarsi; l'amido deve assorbire acqua e, in cottura, contribuire alla fissazione della struttura. I lipidi polari, inclusi i fosfolipidi, si inseriscono in questo equilibrio perché si concentrano alle interfacce e influenzano la stabilità delle cellule gassose.

Quando l'impasto viene sottoposto a miscelazione, laminazione, spezzatura o arrotondamento, le interfacce vengono continuamente create e distrutte. Se le bolle sono poco protette, possono coalescere, collassare o generare una mollica irregolare. Se invece le interfacce sono stabilizzate, l'impasto tende a tollerare meglio la fermentazione e lo stress meccanico. Gli studi moderni su impasti e prodotti da forno confermano che la qualità del pane non dipende da una sola variabile, ma dall'interazione tra reologia, microstruttura, distribuzione dell'acqua e trasformazioni dei componenti durante processo e cottura ^[3].

La fosfolipasi interviene in questo punto: modifica una parte dei fosfolipidi in composti più polari, spesso descritti funzionalmente come molecole con comportamento simile a emulsionanti generati **in situ**. In pratica, l'enzima non "aggiunge" emulsionante dall'esterno, ma cambia la funzionalità di lipidi già presenti o introdotti dalla formulazione. Questo è il motivo per cui le fosfolipasi sono considerate interessanti in formulazioni dove si cerca un miglioramento della stabilità dell'impasto o una riduzione parziale della dipendenza da emulsionanti convenzionali, sempre nel rispetto della normativa applicabile .

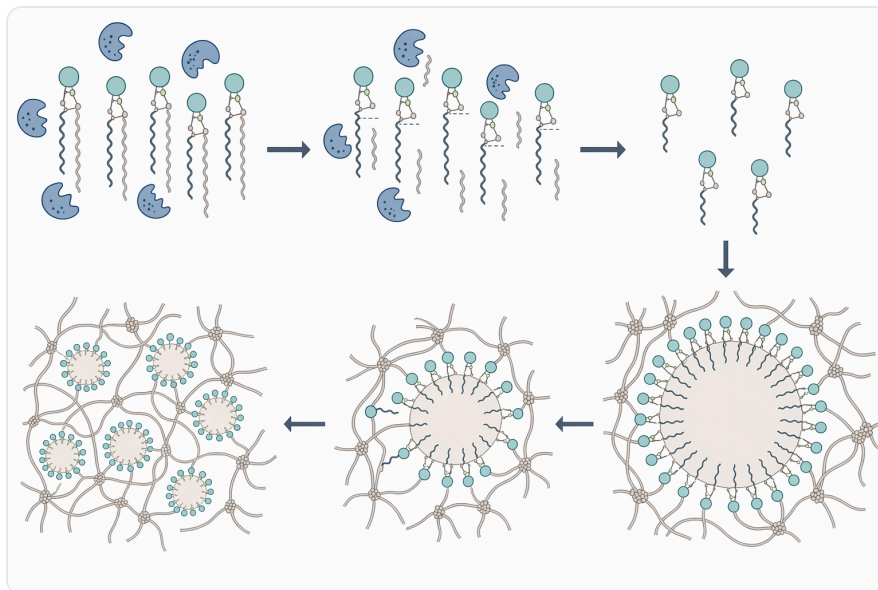


Figure 1. 포스포리파아제는 반죽 계면의 인지질을 더 표면활성이 높은 지질 생성물로 변환하여 기포막 안정화에 도움을 줍니다.

Meccanismo d'azione: dalla modifica lipidica alla struttura della mollica

Il meccanismo tecnico può essere descritto in **tre passaggi**. Primo, l'enzima incontra il substrato lipidico in presenza di acqua, condizione necessaria affinché il sistema impasto permetta diffusione e contatto tra enzima e fosfolipidi. Secondo, la fosfolipasi catalizza la rottura selettiva di un legame nel fosfolipide; a seconda del tipo di fosfolipasi, possono formarsi lisofosfolipidi, acidi grassi o altri derivati polari. Terzo, questi prodotti di reazione hanno una diversa geometria molecolare e una diversa affinità per le interfacce, con possibili effetti su gas retention, elasticità apparente e finezza della mollica.

Il punto tecnologico più rilevante è la formazione di molecole più efficaci nel posizionarsi tra fase acquosa, fase lipidica e superfici proteico-amidacee. Le cellule di gas dell'impasto sono strutture fragili: durante fermentazione e cottura devono espandersi, resistere all'aumento di pressione interna e rimanere distribuite in modo uniforme. Molecole anfifiliche prodotte dalla fosfolipasi possono aiutare a stabilizzare queste superfici, riducendo la tendenza alla fusione tra bolle e favorendo una mollica più omogenea.

L'azione della fosfolipasi è diversa da quella di un'amilasi, che modifica l'amido e può influenzare zuccheri fermentabili o rassodamento della mollica, e da quella di una xilanasi, che modifica arabinoxilani e acqua legata nella frazione di fibra. Per questo motivo, in molte applicazioni bakery l'interesse non è scegliere "un enzima migliore" in assoluto, ma combinare meccanismi complementari. Studi su sistemi multi-enzimatici per pane con tecnologia accelerata confermano l'interesse pratico di composizioni enzimatiche progettate per agire su più bersagli dell'impasto ^[4].

Effetti attesi sulla lavorabilità dell'impasto

Una fosfolipasi usata come bread making improver può contribuire a un impasto più stabile durante miscelazione, riposo e fermentazione. L'effetto non va inteso come irrigidimento meccanico puro: più spesso si manifesta come migliore coesione, minore sensibilità a variazioni di processo e maggiore capacità dell'impasto di mantenere una struttura regolare mentre il lievito produce gas. In formulazioni ricche di grassi, lecitina o ingredienti lipidici, la disponibilità di substrati può rendere particolarmente importante la distribuzione dei lipidi polari.

La lavorabilità dell'impasto è un parametro critico anche nei pani integrali o ad alto contenuto di fibre, dove il glutine è spesso diluito o disturbato dalla presenza di crusca e particelle non amidacee. Uno studio del 2020 ha esaminato gli effetti individuali di enzimi e glutine vitale su impasti e pani integrali, evidenziando quanto la qualità del prodotto dipenda dall'interazione tra ingredienti funzionali e matrice farinacea ^[5]. In questo scenario, la fosfolipasi può essere vista come uno strumento per migliorare l'organizzazione fisica della matrice, non come sostituto del glutine o della corretta scelta della farina.

Nei processi ad alta velocità, la tolleranza dell'impasto è spesso importante quanto il volume finale. Spezzatrici, arrotondatrici, formatrici e celle di fermentazione impongono sollecitazioni ripetute; un impasto troppo debole collassa, uno troppo tenace si espande male. Gli improver enzimatici industriali sono studiati proprio per modulare proprietà reologiche e qualità del prodotto finito in condizioni produttive realistiche ^[2].

Effetti su volume, gas retention e sviluppo in forno

Il volume del pane dipende da una sequenza di eventi: produzione di anidride carbonica da parte del lievito, ritenzione del gas nell'impasto, espansione durante la fase iniziale di cottura e fissazione della struttura quando proteine e amido vengono trasformati dal calore. La fosfolipasi può intervenire soprattutto nella fase di ritenzione e stabilizzazione delle bolle. Se le cellule di gas sono più uniformi e resistenti, l'oven spring può risultare più regolare, purché fermentazione, idratazione e forza dell'impasto siano adeguate.

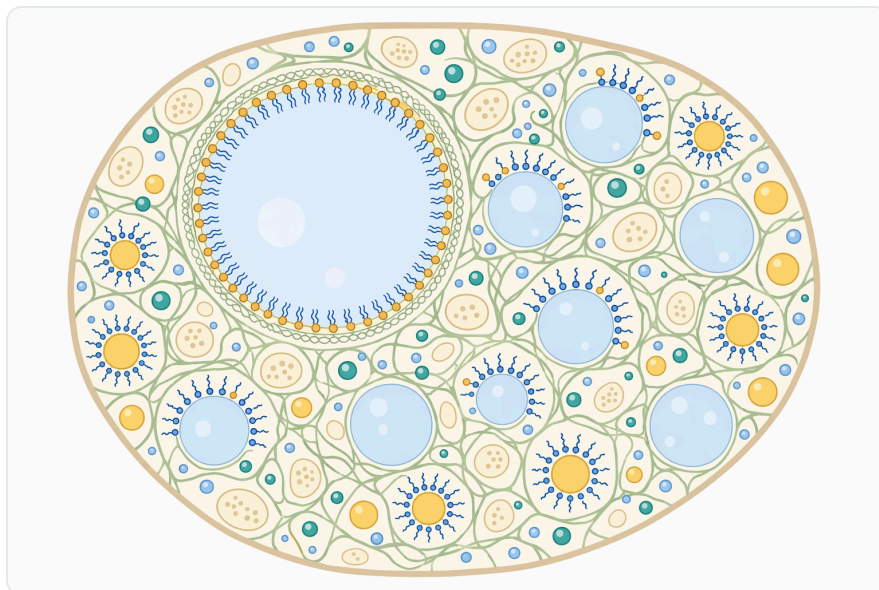


Figure 2. 빵 반죽에는 물·지질·가스·단백질이 만나는 계면이 많이 있으며, 이곳에서 극성 지질은 가스 보유력과 빵 속결 구조에 영향을 줍니다.

È importante evitare un'interpretazione semplicistica: l'enzima non genera gas e non compensa da solo un lievito inattivo, una farina inadatta o una fermentazione squilibrata. La sua utilità è legata alla stabilizzazione fisica dell'impasto. Ricerche su cocktail enzimatici naturali, come l'uso di riso glutinoso fermentato per migliorare qualità dell'impasto e rafforzamento del pane, mostrano che sistemi enzimatici complessi possono incidere su più dimensioni della qualità, incluse proprietà dell'impasto e staling ^[6].

In una formulazione professionale, il miglioramento del volume dovrebbe quindi essere interpretato come risultato di più componenti: glutine funzionante, corretta idratazione, disponibilità di zuccheri fermentabili, stabilità interfaciale, gestione della fermentazione e cottura coerente. La fosfolipasi agisce soprattutto sulla parte interfaciale e lipidica di questo equilibrio.

Effetti sulla mollica: alveolatura, morbidezza e sensazione al morso

La mollica di un pane ben riuscito non è solo “soffice”: deve avere pareti cellulari continue, alveoli distribuiti, umidità percepita equilibrata e resistenza al morso coerente con il tipo di prodotto. Le fosfolipasi possono contribuire a una mollica più fine perché aiutano a stabilizzare bolle più piccole e più numerose, riducendo la formazione di cavità grandi o irregolari. Questo effetto è particolarmente rilevante per pane in cassetta, toast bread, bun e roll morbidi, dove l'alveolatura regolare è un parametro di qualità visiva e funzionale.

La percezione della mollica durante il consumo dipende anche da acqua, zuccheri riducenti e chewiness. Studi recenti hanno utilizzato tecnologie di imaging per visualizzare umidità, zuccheri riducenti e masticabilità del pane durante la lavorazione orale, confermando che la qualità sensoriale è legata alla distribuzione interna dei componenti e non solo alla composizione nominale della ricetta ^[3]. Un miglioramento della microstruttura dell'impasto può quindi riflettersi anche sulla percezione di morbidezza e uniformità.

Per il controllo dello staling, la fosfolipasi è spesso più utile se pensata insieme ad altri enzimi, in particolare amilasi con funzione anti-raffermamento o sistemi che influenzano l'acqua disponibile. La fosfolipasi stabilizza interfacce e struttura; gli enzimi che agiscono sull'amido possono incidere più direttamente sulla retrogradazione e sulla variazione di morbidezza nel tempo. La combinazione deve però essere bilanciata, perché un eccesso di modificazione enzimatica può produrre impasti appiccicosi o molliche indesiderate.

Confronto con altri enzimi per panificazione

La tabella seguente riassume il ruolo della fosfolipasi rispetto ad altre classi enzimatiche comunemente considerate nei sistemi di miglioramento del pane. Le funzioni sono indicative e dipendono dal tipo di farina, dalla formulazione e dal processo.

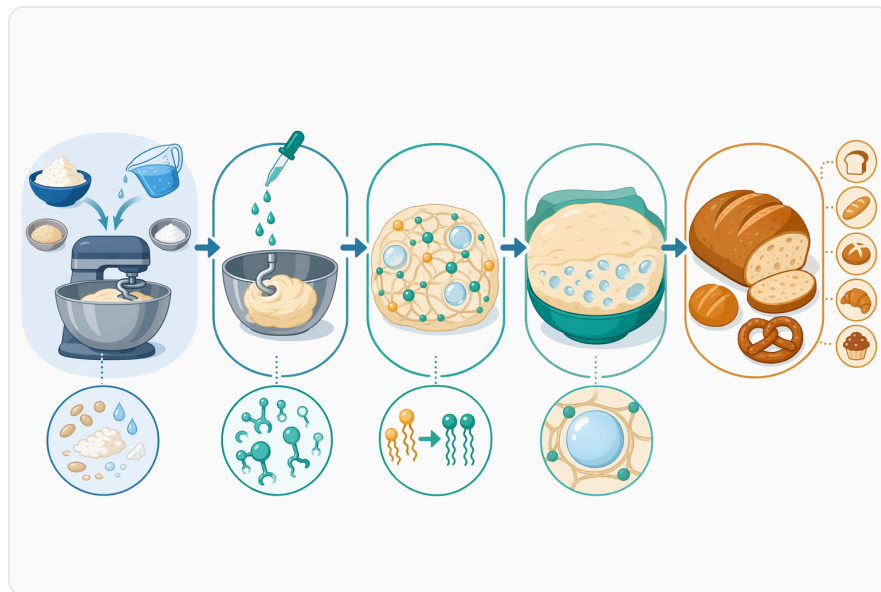


Figure 3. 포스포리파아제는 혼합, 발효, 최종 발효 및 초기 가열 단계에서 작용하며, 이후 굽는 과정에서 빵 구조가 고정됩니다.

Classe enzimatica	Substrato principale nell'impasto	Effetto tecnologico tipico	Rischio se non bilanciata	Ruolo rispetto alla fosfolipasi
Fosfolipasi	Fosfolipidi e lipidi polari	Stabilizzazione delle interfacce, supporto a gas retention, mollica più fine	Impasto troppo modificato o interazione non prevedibile con grassi/emulsionanti	Enzima focalizzato sulla componente lipidica polare
Amilasi	Amido e destrine	Zuccheri fermentabili, colore, morbidezza, possibile effetto anti-staling	Mollica collosa o eccessiva destrinizzazione	Complementare: agisce sull'amido, non sui fosfolipidi
Xilanasi	Arabinoxilani della farina	Gestione dell'acqua, volume, lavorabilità, struttura	Impasto troppo morbido o appiccicoso	Complementare: influenza fibre e acqua legata
Proteasi	Proteine del glutine	Estensibilità, riduzione della tenacità	Perdita di forza e collasso	Da usare con cautela se serve stabilità
Ossidasi	Componenti ossidabili della matrice	Rafforzamento della rete proteica o effetti redox	Impasto troppo tenace	Può bilanciare sistemi che aumentano estensibilità

Le xilanasi, ad esempio, sono studiate per l'effetto sugli arabinoxilani e sulle proprietà di miscelazione dell'impasto, con ricadute sulla performance tecnologica di prodotti a base di cereali ^[7]. Le amilasi e gli enzimi che modificano carboidrati, inclusi sistemi più recenti come neopullulanasi e α -transglucosidasi, sono investigati per applicazioni in panificazione legate alla trasformazione dell'amido e alla qualità del pane ^[8]. La fosfolipasi si inserisce in questo panorama come strumento diverso: il suo bersaglio primario è lipidico, quindi il suo valore aumenta quando la stabilità interfaciale è un limite del sistema.

Applicazioni pratiche nella panificazione professionale

Pane in cassetta, toast bread e sandwich bread

Nel pane in cassetta l'obiettivo è ottenere volume regolare, cupola controllata, mollica fine e affettabilità. La fosfolipasi può essere utile perché supporta una struttura omogenea delle cellule di gas, riducendo difetti come alveoli grossi, collassi localizzati o tessitura discontinua. In questi prodotti, dove la mollica è spesso valutata visivamente e al tatto, una modifica mirata della frazione fosfolipidica può contribuire alla costanza del risultato.

La sua azione è particolarmente interessante quando il pane contiene grassi, oli, latte in polvere, lecitina o altri ingredienti che modificano la fase lipidica. Tuttavia, non sostituisce la progettazione della ricetta: se l'impasto è sovra-idratato, poco sviluppato o fermentato oltre il punto ottimale, l'enzima non può correggere completamente il difetto. La letteratura sui miglioratori enzimatici sottolinea proprio la necessità di valutare reologia della farina e qualità del prodotto finito insieme, perché la risposta dell'impasto è multifattoriale ^[2].

Bun, roll e pani morbidi

Bun e roll richiedono espansione uniforme, texture soffice e buona resilienza dopo compressione. In questi prodotti la fosfolipasi può contribuire alla stabilità delle bolle e alla distribuzione più regolare della mollica, soprattutto in formulazioni arricchite con grassi e zuccheri. La presenza di ingredienti che ammorbidiscono l'impasto può aumentare la necessità di un supporto strutturale non aggressivo.

Gli studi su ingredienti tensioattivi e modificatori fisici dell'impasto, come il surfactin in pane cotto a vapore, mostrano che la manipolazione delle proprietà interfacciali può influire su caratteristiche fisico-chimiche dell'impasto e qualità del prodotto ^[9]. Una fosfolipasi opera con una logica collegata ma enzimatica: modifica substrati lipidici per generare funzionalità interfaciale nel sistema.

Prodotti integrali e formulazioni con farine alternative

Le farine integrali, le farine ricche di fibre o le miscele con ingredienti alternativi introducono particelle, proteine e polisaccaridi che possono interferire con la rete glutinica. In questi sistemi, il problema non è solo "forza" dell'impasto, ma distribuzione dell'acqua, interazione tra particelle e stabilità delle cellule di gas. La fosfolipasi può contribuire alla parte interfaciale, mentre altri enzimi o ingredienti agiscono su arabinoxilani, amido o proteine.

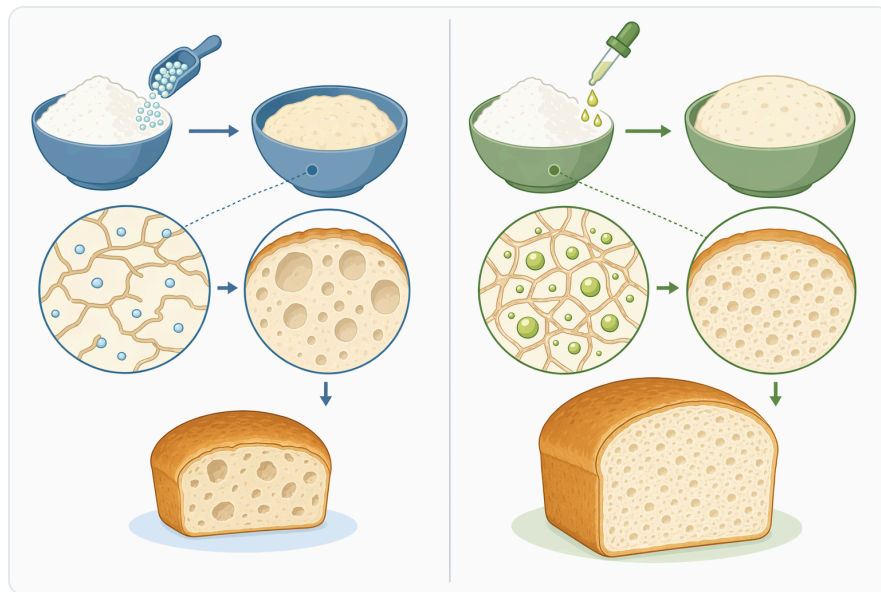


Figure 4. 포스포리파아제는 전분, 섬유 다당류 또는 중성지방이 아니라 주로 극성 인지질을 표적으로 한다는 점에서 아밀라아제, 자일라나아제, β -글루카나아제 및 리파아제와 다릅니다.

La ricerca recente su aggiunte proteiche, farine alternative e ingredienti funzionali conferma che la qualità del pane cambia in modo significativo quando la matrice di frumento viene diluita o modificata. Studi su proteine di canapa, farina di chia, proteine isolate di soia in pane gluten-free e altri ingredienti mostrano che reologia e qualità finale dipendono dalla struttura complessiva della matrice, non da un singolo parametro compositivo [10] [11] [12].

Impasti congelati e processi con stress termico

Negli impasti congelati, le cellule di gas e la rete glutine-amido sono sottoposte a stress da cristalli di ghiaccio, redistribuzione dell'acqua e cicli di congelamento-scongelo. Anche se la fosfolipasi non è un crioprotettore in senso stretto, la stabilità interfaciale dell'impasto può essere un fattore importante nella qualità finale dopo stoccaggio e cottura. L'interesse per additivi e ingredienti che migliorano reologia e microstruttura negli impasti congelati è confermato da studi su polisaccaridi della fibra di soia e su farine alternative durante conservazione congelata [13] [14].

In questi sistemi, una fosfolipasi può essere considerata parte di una strategia più ampia: controllo dell'acqua, qualità del glutine, gestione del lievito, protezione della struttura e bilanciamento degli enzimi. Studi sui cicli freeze-thaw e sulle proprietà dell'amido in impasti congelati mostrano quanto le trasformazioni fisiche durante congelamento e scongelamento possano influire sulla relazione struttura-funzione del prodotto [15].

Formulazione: dove la fosfolipasi offre più valore

La fosfolipasi tende a offrire più valore quando l'impasto presenta una frazione lipidica utile da trasformare e quando la stabilità delle interfacce è un limite reale del processo. Questo può accadere in pani morbidi arricchiti, formulazioni con oli o grassi, pane in cassetta a mollica fine, prodotti con lavorazioni meccaniche intense o ricette in cui si vuole ottimizzare la funzionalità degli ingredienti già presenti.

Al contrario, se il problema principale è una farina con scarso contenuto proteico, un glutine danneggiato, fermentazione eccessiva o insufficiente sviluppo dell'impasto, la fosfolipasi da sola non è la leva primaria. In questi casi l'intervento può richiedere correzioni su farina, assorbimento d'acqua, impasto, lievito, sale, tempi o altre classi enzimatiche. La ricerca sulla diversità del frumento e sulle caratteristiche della materia prima ricorda che la performance del pane inizia dalla qualità del cereale e dalle proprietà della farina ^[16].

La combinazione con altri enzimi deve essere ragionata. Una xilanasi può migliorare gestione dell'acqua e lavorabilità, un'amilasi può sostenere fermentazione e morbidezza, un'ossidasi può rafforzare la rete proteica, mentre la fosfolipasi interviene sulle interfacce lipidiche. La sinergia è possibile, ma non automatica: ogni enzima modifica una parte diversa della matrice, e l'effetto combinato può essere positivo solo se la ricetta mantiene equilibrio tra elasticità, estensibilità e stabilità.

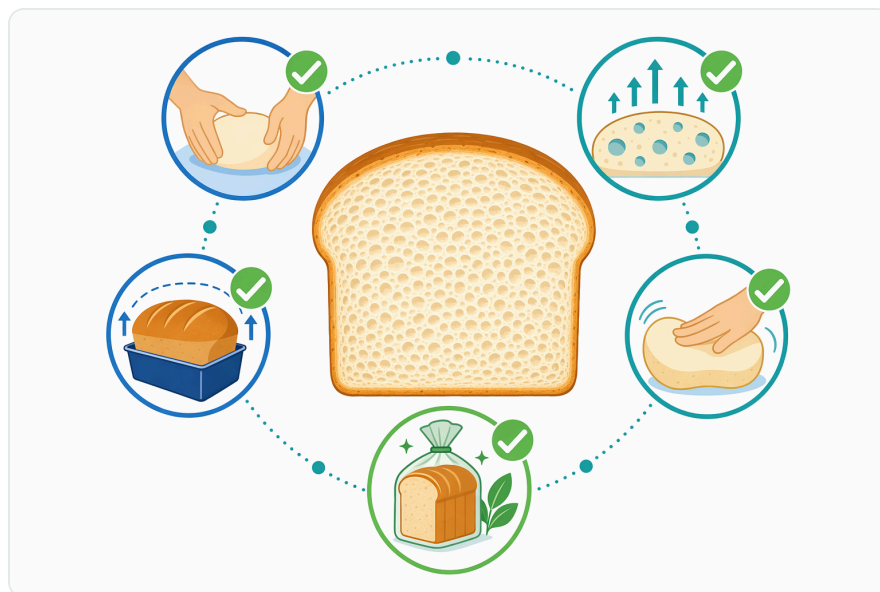


Figure 5. 기대되는 주요 빵 품질 개선 효과는 반죽 내성 향상, 가스 보유력 개선, 빵 부피 증가, 더 고운 빵 속결, 그리고 반응성이 있는 배합에서 더 부드러운 식감입니다.

Clean label, emulsionanti e dichiarazione in etichetta

Uno dei motivi di interesse per le fosfolipasi nella panificazione moderna è la possibilità di ottenere una parte della funzionalità tipica degli emulsionanti attraverso una trasformazione enzimatica dei fosfolipidi. Questo può essere rilevante in prodotti orientati a etichette più semplici, dove l'obiettivo è ridurre o riformulare alcuni additivi convenzionali. Il punto tecnico è la generazione di lisofosfolipidi o derivati più attivi alle interfacce, non l'eliminazione automatica di tutti gli ingredienti funzionali.

La distinzione tra enzima come coadiuvante tecnologico, ingrediente o additivo dipende dalla normativa locale, dal ruolo nel prodotto e dalle condizioni di impiego. Per questo motivo, l'interpretazione di etichetta deve essere fatta in base al mercato di destinazione e alle regole applicabili. In termini tecnologici, però, la logica è chiara: modificare componenti già presenti nella matrice per ottenere prestazioni fisiche utili durante processo e cottura.

Anche approcci non enzimatici alla sostituzione di grassi o emulsionanti mostrano quanto le proprietà strutturali dell'impasto siano sensibili alla fase lipidica. Ad esempio, studi su oleogel a base di gomma xantana per sostituire grassi solidi in impasti laminati valutano l'impatto su reologia e qualità del prodotto finale, confermando che la gestione dei lipidi è una leva centrale nei prodotti da forno ^[17].

Stabilità del prodotto finito e rafforzamento

Il rafforzamento del pane è un fenomeno multifattoriale che coinvolge retrogradazione dell'amido, migrazione dell'acqua, trasformazioni della rete proteica e cambiamenti della microstruttura. La fosfolipasi può contribuire indirettamente alla percezione di freschezza migliorando la struttura iniziale della mollica e la distribuzione delle fasi, ma non deve essere presentata come unico enzima anti-staling. Per interventi specifici sul rafforzamento, spesso entrano in gioco enzimi che agiscono sull'amido e sulla disponibilità di destrine.

La ricerca su fermentazioni di farine germinate e su approcci "tailor-made" per pane mostra che la qualità finale può essere migliorata combinando trasformazioni biologiche, enzimatiche e di processo ^[18]. Questo è un punto utile anche per la fosfolipasi: il massimo valore non deriva da un'azione isolata, ma dall'integrazione con fermentazione, idratazione, sviluppo del glutine e cottura.

In formulazioni dove la morbidezza a scaffale è prioritaria, la fosfolipasi può quindi essere considerata una componente di una strategia più ampia. Il suo contributo principale è strutturale e interfacciale; l'effetto sulla shelf life va valutato insieme a ingredienti umettanti, zuccheri, grassi, confezionamento, attività dell'acqua e gestione microbiologica.

Uso responsabile e sicurezza in ambiente professionale

Gli enzimi alimentari sono proteine catalitiche efficaci anche quando impiegate in piccole quantità rispetto alla massa totale dell'impasto. Questa efficacia richiede un uso responsabile: distribuzione uniforme nella miscela, controllo del processo e rispetto delle indicazioni di sicurezza. Poiché molti preparati enzimatici sono in polvere, la manipolazione deve evitare la formazione e l'inalazione di aerosol o polveri, seguendo le normali buone pratiche di igiene industriale e le informazioni riportate nella SDS fornita con l'ordine.

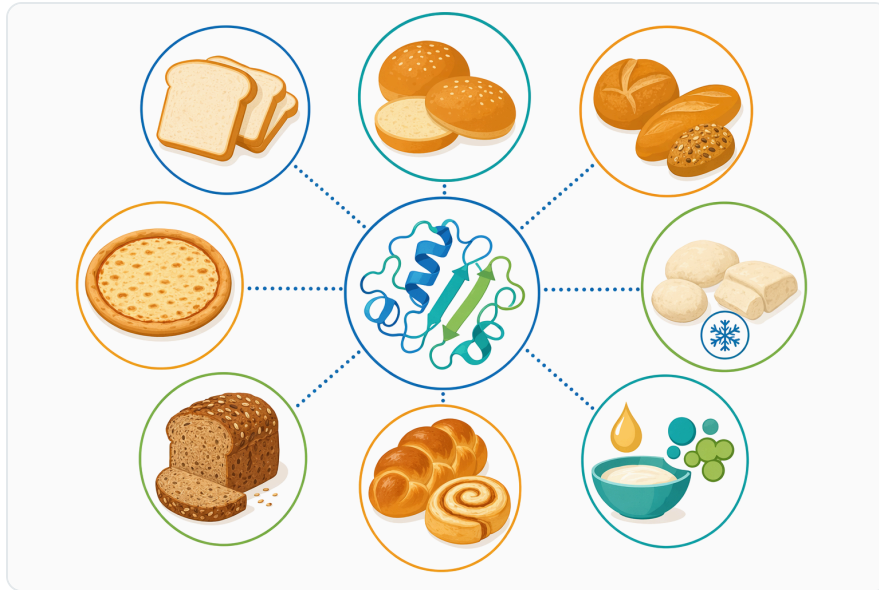


Figure 6. 포스포리파아제는 밀가루 지질, 레시틴, 달걀, 유제품 원료, 통곡물 분획 및 유지종자 원료처럼 인지질 기질을 제공하는 배합에서 가장 유용합니다.

Il CoA accompagna l'ordine e documenta il lotto fornito; la SDS accompagna l'ordine e fornisce le indicazioni per manipolazione, stoccaggio e sicurezza. Enzymes.bio non deve essere intesa come produttore o laboratorio: rende disponibile il prodotto online in unità da **1 kg**, con documentazione fornita insieme all'ordine .

Dal punto di vista applicativo, l'uso corretto richiede coerenza con la normativa alimentare del mercato di destinazione e con le procedure interne dell'utilizzatore professionale. La fosfolipasi deve essere valutata come ingrediente tecnico inserito in un processo, non come dichiarazione automatica di performance. Le prove interne di panificazione rimangono essenziali per verificare compatibilità con farina, ricetta, linea produttiva e prodotto finale.

Sintesi tecnica

La fosfolipasi per panificazione è un bread making improver che agisce sulla frazione fosfolipidica dell'impasto, trasformando lipidi polari in derivati più funzionali alle interfacce. Il risultato atteso è un supporto a stabilità dell'impasto, ritenzione dei gas, sviluppo in forno, finezza della mollica e morbidezza percepita, soprattutto in pane in cassetta, bun, roll, pani morbidi, formulazioni arricchite e sistemi dove la distribuzione lipidica è rilevante .

La sua forza tecnica è la specificità: mentre amilasi, xilanasi e proteasi modificano amido, arabinoxilani e glutine, la fosfolipasi lavora su un bersaglio lipidico che influenza le interfacce dell'impasto. Per questo motivo può essere particolarmente utile in combinazione con altri enzimi, purché la formulazione rimanga bilanciata e il processo sia controllato. Gli studi recenti sugli enzimi in panificazione, sugli improver industriali e sulle composizioni multi-enzimatiche confermano che la qualità del pane nasce dall'interazione tra ingredienti, reologia, microstruttura e condizioni produttive [4] [2].

Enzymes.bio rende disponibile **Phospholipase Enzymes As Bread Making Improver** per acquisto diretto online in unità da **1 kg**. CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine. Il prodotto è destinato a uso professionale e deve essere impiegato secondo buone pratiche di produzione, sicurezza e conformità normativa locale.

Ordina Phospholipase Enzymes As Bread Making Improver 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 Phospholipase Enzymes As Bread Making Improver →](#)

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. Kurmanbayeva, I. N., Nabiyeva, Z., & Zheldybayeva, A. (2023). Enzyme preparations and their role in grain processing. *The Journal of Almaty Technological University*.
2. Lensky, N., Saidov, A., Kalitka, D., Eseeva, G., & Balguzhinova, Z. (2024). Study of industrial enzyme improvers of the rheological properties of baking flour and the quality of finished products. *BIO Web of Conferences*.

3. Tian, X., Fang, Q., Zhang, X., Yu, S., Dai, C., & Huang, X. (2024). Visualization of Moisture Content, Reducing Sugars, and Chewiness in Bread During Oral Processing Based on Hyperspectral Imaging Technology. *Foods*, 13.
4. Носова, М., & Дремучева, Г. Ф. (2023). The influence of multi-enzyme compositions on the quality of bread with accelerated technology. *Food processing industry*.
5. 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*.
6. Huang, L., Chen, X., Rui, X., Li, W., Li, T., Xu, X., & Dong, M. (2017). Use of fermented glutinous rice as a natural enzyme cocktail for improving dough quality and bread staling. *RSC Advances*, 7, 11394-11402.
7. Ha, E., & Kweon, M. (2024). Assessing the Impact of Arabinoxylans on Dough Mixing Properties and Noodle-Making Performance through Xylanase Treatment. *Foods*, 13.
8. Li, A., Tang, J., Tang, M., Ma, X., Tan, Y., Song, X., Zhu, W., ... et al. (2026). A Novel Versatile Neopullulanase with Transglycosylation Activity from Bacillus Inaquosorum: Heterologous Expression, Characterization, and Synergistic Application with α -Transglucosidase from Aspergillus niger in Bread Making. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
9. Wang, H., Wei, X., Li, D., Yan, J., Wu, Y., & Zhou, Z. (2024). Impact of surfactin on the physicochemical properties of dough and quality of corresponding steamed bread. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
10. Yang, Y., Zhang, C., Ma, C., Hu, L., Bian, X., Wang, B., & Zhang, N. (2023). Impact of soybean protein isolate on gluten-free bread: A comprehensive study of physicochemical properties of gluten-free dough and bread matrix properties. *International Journal of Food Science & Technology*.
11. Marinopoulou, A., Sevastopoulou, N., Farmouzi, K., Konstantinidou, E., Alexandri, A., & Papageorgiou, M. (2024). Impact of Hemp (Cannabis sativa L.) Protein Addition on the Rheological Properties of Wheat Flour Dough and Bread Quality. *Applied Sciences*.
12. Wojciechowicz-Budzisz, A. (2024). Impact of Chia Flour on the Nutritional and Rheological Properties of Wheat Flour Blends and Dough. *Engineering Sciences And Technologies*.
13. Huang, X., Wang, S., Zhang, M., Zhang, G., Zhang, Z., Cao, X., & Liu, H. (2024). Enhancing frozen dough quality: Investigating the impact of soy hull polysaccharide (SHP) on rheological properties and microstructure. *Food Chemistry*, 454, 139853 .
14. Wu, Z., Cui, X., Wei, Y., Liu, H., Cai, X., Ma, Y., & Wang, X. (2024). Defatted tigernut flour as a novel substitute for wheat flour: impact on physicochemical and rheological properties during frozen dough storage. *International Journal of Food Science & Technology*.
15. Zhou, T., Zhang, Y., Wang, Y., Liu, Q., Yang, Y., Qiu, C., Jiao, A., ... et al. (2024). Impact of freeze-thaw cycles on the physicochemical properties and structure-function relationship of potato starch with varying granule sizes in frozen dough. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134864 .
16. Shokat, S., Grosskinsky, D., Singh, S., & Liu, F. (2023). The role of genetic diversity and pre-breeding traits to improve drought and heat tolerance of bread wheat at the reproductive stage. *Food and Energy Security*.
17. Espert, M., Salvador, A., Sanz, T., & Hernández, M. (2024). Replacing solid fat in croissant dough using xanthan gum-based oleogels. Impact on rheological properties and final product quality. *Food Hydrocolloids*.

18. Perri, G., Difonzo, G., Ciraldo, L., Rametta, F., Gadaleta-Caldarola, G., Ameer, H., Nikoloudaki, O., ... et al. (2025). Tailor-made fermentation of sprouted wheat and barley flours and their application in bread making: A comprehensive comparison with conventional approaches in the baking industry. *Current Research in Food Science*, 10.

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**

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.