

Papaina liquida: enzima proteolitico per chiarificazione della birra, stabilità a freddo e idrolisi proteica

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

La papaina liquida è una proteasi vegetale usata nella birra per idrolizzare proteine e polipeptidi che possono contribuire a torbidità proteica, chill haze e instabilità colloidale. In un processo brassicolo controllato, il suo ruolo non è sostituire filtrazione, maturazione o igiene di confezionamento, ma ridurre selettivamente una parte della frazione proteica responsabile dell'opalescenza indesiderata ^[1]. Enzymes.bio la rende disponibile come prodotto acquistabile online in unità da 1 kg; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine.

Che cos'è la papaina liquida per chiarificazione della birra

La papaina è un enzima proteolitico associato alla papaya, in particolare al lattice di *Carica papaya*. Dal punto di vista biochimico appartiene alle proteasi a cisteina: enzimi che scindono legami peptidici all'interno delle proteine, trasformando macromolecole proteiche in peptidi più corti e, in misura variabile, in amminoacidi liberi. Le proteasi vegetali come papaina, bromelina e ficina sono studiate da decenni per applicazioni alimentari e biotecnologiche perché agiscono direttamente sulla struttura delle proteine, modificandone solubilità, viscosità, comportamento interfacciale e suscettibilità all'aggregazione ^[2].

Nel contesto della birra, la papaina liquida viene considerata un additivo enzimatico di processo per la gestione della torbidità proteica. Le proteine del malto e di altri cereali non sono tutte indesiderate: alcune contribuiscono a corpo, mouthfeel e stabilità della schiuma. Tuttavia, specifiche frazioni proteiche e polipeptidiche possono interagire con polifenoli e altri colloidali della birra, formando complessi visibili soprattutto a bassa temperatura. La funzione della papaina è ridurre la dimensione e la capacità aggregante di una parte di queste proteine, limitando la formazione di haze in birre dove la brillantezza è un requisito sensoriale o commerciale ^[1].

È utile precisare il ruolo di Enzymes.bio: Enzymes.bio è un fornitore B2B online di enzimi, non un produttore né un laboratorio di analisi. La pagina prodotto presenta la papaina liquida come additivo per chiarificazione della birra e indica la vendita diretta online in unità da 1 kg; la documentazione CoA

e SDS accompagna l'ordine . Le informazioni tecniche qui riportate hanno finalità educativa e applicativa: aiutano a comprendere il meccanismo dell'enzima, le applicazioni pertinenti e i limiti da considerare in un processo brassicolo professionale.

Perché le proteine causano torbidità nella birra

La birra finita è una dispersione complessa di acqua, etanolo, carboidrati residui, proteine e peptidi, polifenoli, minerali, composti aromatici e, a seconda del processo, particelle colloidali o cellule microbiche residue. La torbidità non ha una sola causa: può derivare da lievito non separato, amidi non convertiti, precipitazioni minerali, contaminazioni microbiche, ossidazione o complessi proteina-polifenolo. La papaina è pertinente soprattutto in quest'ultimo caso, cioè quando la componente proteica è rilevante nella formazione dell'opalescenza ^[1].

La cosiddetta chill haze, o torbidità a freddo, è particolarmente importante nelle birre filtrate o lagerizzate che dovrebbero apparire limpide al consumo. A basse temperature, alcune proteine e polifenoli possono formare complessi colloidali che diffondono la luce e rendono la birra velata. Nelle fasi iniziali questa torbidità può essere reversibile: riscaldando la birra, i complessi si ridissociano e la limpidezza migliora. Con il tempo, però, fenomeni di ossidazione, polimerizzazione e crescita degli aggregati possono rendere la torbidità più persistente. Ridurre la quota proteica reattiva diminuisce la probabilità che questi complessi raggiungano dimensioni visibili ^[1].

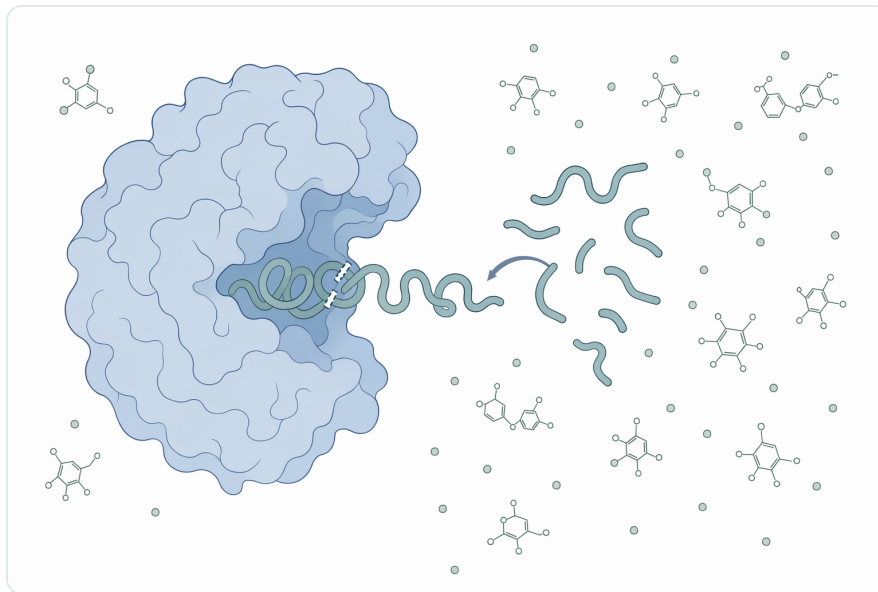


Figure 1. 파파인은 맥주 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하는 시스테인 프로테아제로, 고형물을 물리적으로 제거하거나 색을 표백하는 작용을 하는 것은 아닙니다.

La papaina non “schiarisce” la birra per sedimentazione diretta e non agisce come un filtro. Il suo effetto è molecolare: scinde proteine e polipeptidi in frammenti più piccoli, meno inclini a creare reti colloidali estese con polifenoli. Questo può favorire una migliore stabilità visiva, ma solo se la torbidità è effettivamente collegata alle proteine. Se la velatura è dovuta a cellule di lievito in sospensione, infezioni, particolato insolubile o problemi di conversione dell'amido, una proteasi può avere effetto marginale o nullo.

Meccanismo d'azione: come la papaina idrolizza le proteine

La papaina catalizza l'idrolisi dei legami peptidici. In termini meccanicistici, il sito attivo delle proteasi a cisteina usa un residuo di cisteina altamente reattivo, assistito da residui catalitici vicini, per attaccare il carbonile del legame peptidico. Si forma un intermedio acil-enzima; successivamente una molecola d'acqua contribuisce alla deacilazione, liberando il peptide tagliato e rigenerando l'enzima. Il risultato pratico è la riduzione del peso molecolare medio della frazione proteica ^[2].

Questa trasformazione ha conseguenze fisiche. Una proteina integra può presentare regioni idrofobiche e idrofile organizzate in una struttura tridimensionale capace di interagire con altre molecole. Dopo idrolisi, i frammenti peptidici hanno dimensioni minori, conformazioni meno estese e una diversa distribuzione di cariche e gruppi idrofobici. In una matrice alimentare, ciò può aumentare o ridurre solubilità, modificare la capacità emulsionante, alterare la viscosità e cambiare il comportamento all'interfaccia aria-liquido o olio-acqua, a seconda della proteina di partenza e del grado di idrolisi ^[3].

Gli studi su proteine alimentari non brassicole sono utili per comprendere il principio. In idrolizzati ottenuti da storione cinese, le condizioni di idrolisi con papaina influenzano il grado di idrolisi e le proprietà funzionali dell'idrolizzato proteico, mostrando che l'enzima non si limita a “distruggere” proteine, ma genera profili peptidici con proprietà tecnologiche misurabili ^[3]. Allo stesso modo, lavori su proteine di riso, soia, patata e latte mostrano che l'idrolisi enzimatica cambia solubilità, comportamento emulsionante, attività antiossidante o cinetica di digestione proteica, confermando che la proteolisi modifica in modo concreto la funzionalità delle matrici alimentari ^[4].

Applicato alla birra, il meccanismo si traduce in una riduzione della capacità di alcune proteine di formare complessi colloidali. Le proteine haze-forming non devono necessariamente essere eliminate completamente: spesso è sufficiente modificarne dimensione e reattività per diminuire l'aggregazione visibile. Questo è il motivo per cui la papaina è storicamente descritta nel brewing come enzima in grado di digerire proteine disciolte e contribuire alla limpidezza della birra ^[1].

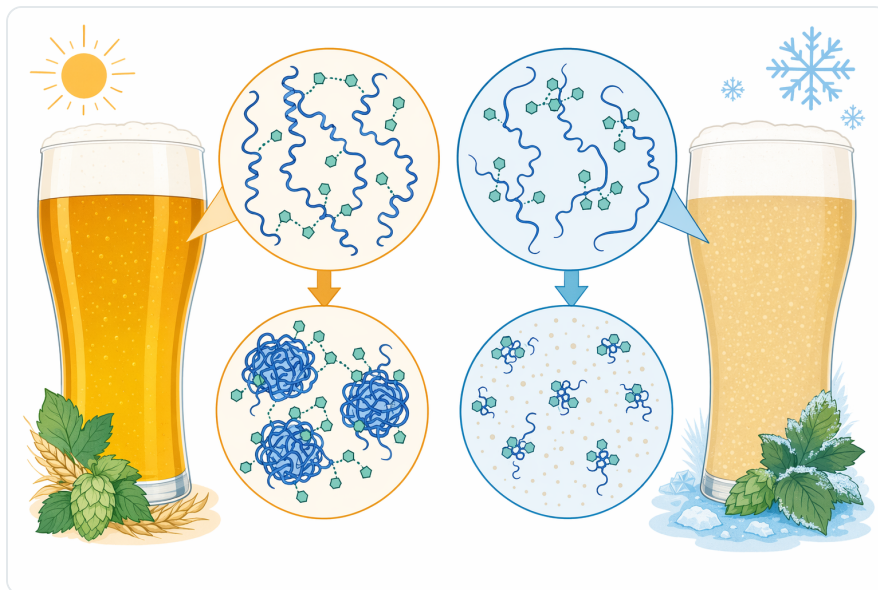


Figure 2. 냉각 혼탁은 혼탁을 유발하는 단백질과 폴리페놀이 결합해 저온에서 빛을 산란시키는 콜로이드 입자를 형성할 때 발생합니다.

Dove si inserisce nel processo brassicolo

La papaina per chiarificazione viene generalmente associata alle fasi successive alla fermentazione, quando il birrificio sta gestendo maturazione, stabilizzazione, filtrazione o preparazione al confezionamento. La logica è intervenire quando la fermentazione principale ha già prodotto la matrice birra e la questione tecnologica diventa la stabilità colloidale del prodotto finito. Fonti tecniche brassicole descrivono la papaina come proteasi usata prima di filtrazione e packaging per ridurre proteine disciolte che possono contribuire alla torbidità ^[1].

Il punto cruciale è il controllo dell'estensione dell'idrolisi. Una proteolisi insufficiente può non ridurre in modo percepibile la chill haze; una proteolisi eccessiva può coinvolgere anche proteine positive per la schiuma e il corpo. Le proteine schiumogene stabilizzano le bolle perché si adsorbono all'interfaccia gas-liquido, formano film viscoelastici e rallentano coalescenza e drenaggio. Se vengono frammentate oltre il necessario, la birra può perdere persistenza della schiuma, anche se appare più brillante.

La papaina è inoltre nota per una certa robustezza operativa. Le review sulle applicazioni della papaina evidenziano interesse industriale anche in relazione alla sua stabilità e alla possibilità di migliorarne la conservazione tramite sistemi di protezione o incapsulazione, un tema rilevante perché gli enzimi proteolitici possono mantenere attività in condizioni diverse di matrice e processo ^[5]. Nella birra questa caratteristica è un vantaggio perché l'enzima può agire in ambiente acquoso, acido e relativamente freddo; allo stesso tempo è una cautela, perché un'eventuale attività residua prolungata può continuare a modificare proteine durante lo stoccaggio.

Applicazioni principali nella birra

Chiarificazione e brillantezza visiva

L'applicazione più diretta è la riduzione della torbidità proteica in birre che devono presentarsi limpide. In stili dove l'aspetto brillante è parte dell'identità commerciale, anche una leggera velatura può essere percepita come difetto o instabilità. La papaina riduce la dimensione di proteine e polipeptidi coinvolti nella dispersione della luce, supportando un profilo visivo più stabile quando la causa della torbidità è coerente con la proteolisi ^[1].

Stabilità a freddo e prevenzione della chill haze

La chill haze è un problema di shelf life perché può emergere dopo confezionamento, distribuzione refrigerata o servizio a bassa temperatura. L'uso di proteasi come la papaina mira a ridurre la frazione proteica capace di interagire con polifenoli durante il raffreddamento. Questo approccio è preventivo: interviene sui precursori proteici della torbidità prima che i complessi colloidali diventino visibili o permanenti ^[6].

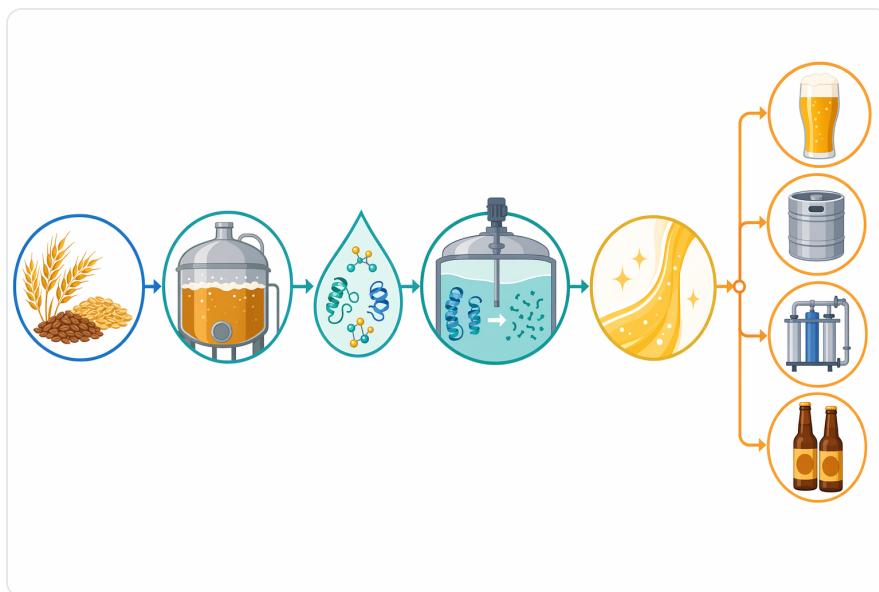


Figure 3. 파파인은 단백질 가수분해가 이후의 청징 과정과 최종 안정성에 도움이 되도록 여과나 포장 전에 투입하는 것이 가장 합리적입니다.

Supporto alla filtrabilità

Proteine e colloidali possono contribuire a intasamento dei mezzi filtranti, variazioni di pressione e riduzione della portata. Quando il problema ha una componente proteica, l'idrolisi può rendere la matrice meno incline alla formazione di aggregati e depositi compatti. La papaina non sostituisce

centrifugazione, maturazione o filtrazione, ma può rendere più gestibile la frazione colloidale che arriva a queste operazioni.

Gestione di ricette ad alto contributo proteico

Ricette con cereali ricchi di proteine, materie prime non maltate o variabilità significativa del malto possono presentare maggiore instabilità colloidale. In questi casi una proteasi può aiutare a compensare differenze tra lotti di materia prima, purché l'intervento sia coerente con lo stile. In una pilsner brillante, la riduzione della torbidità può essere prioritaria; in una wheat beer o in una hazy IPA, invece, una certa opalescenza può essere desiderata e la proteolisi spinta potrebbe non essere appropriata.

Papaina rispetto ad altri interventi di stabilizzazione

La chiarificazione della birra raramente dipende da un solo strumento. Le tecnologie disponibili agiscono su cause diverse: proteine, polifenoli, cellule, amidi, particelle colloidali o instabilità microbiologica. La papaina è specifica per la componente proteica e va compresa in relazione agli altri interventi, non come sostituto universale.

Intervento di processo	Bersaglio principale	Meccanismo prevalente	Quando è pertinente	Limite principale
Papaina liquida	Proteine e polipeptidi	Idrolisi dei legami peptidici; riduzione della dimensione proteica	Torbidità proteica, chill haze, instabilità colloidale legata a proteine	Può incidere su proteine utili alla schiuma se l'azione è eccessiva
Maturazione a freddo	Colloidi instabili e lievito	Raffreddamento, sedimentazione e stabilizzazione fisica	Birre lagerizzate o prodotti che beneficiano di tempo di stabilizzazione	Richiede tempo e capacità di stoccaggio
Filtrazione	Particelle e cellule	Rimozione fisica tramite mezzo filtrante	Riduzione di lievito, particolato e parte dei colloidali	Non modifica i precursori molecolari della chill haze
Adsorbenti proteici o polifenolici	Proteine o polifenoli selezionati	Rimozione per adsorbimento	Stabilizzazione colloidale mirata	Può influenzare componenti sensoriali se non integrato correttamente

Intervento di processo	Bersaglio principale	Meccanismo prevalente	Quando è pertinente	Limite principale
Controllo microbiologico	Microrganismi alterativi	Igiene, separazione, stabilizzazione e confezionamento adeguato	Prevenzione di torbidità biologica e difetti di shelf life	Non risolve da solo torbidità proteica o colloidale

Questa comparazione evidenzia il punto tecnico centrale: la papaina è utile quando la causa è proteica. Se il problema è lievito residuo, l'intervento più diretto è la separazione fisica; se è torbidità da amido, la causa è diversa; se è contaminazione microbica, la soluzione riguarda igiene e stabilità biologica. L'enzima deve quindi essere collocato nel quadro complessivo di stabilizzazione della birra ^[1].

Evidenze scientifiche sull'idrolisi proteica con papaina

Le evidenze più dirette per il brewing provengono da fonti tecniche che descrivono la papaina come proteasi storicamente usata per prevenire haze nella birra. La rilevanza di queste fonti sta nel collegamento specifico con il processo brassicolo: digestione di proteine disciolte, riduzione della torbidità e impiego in prossimità delle fasi finali di lavorazione ^[1].



Figure 4. 파파인은 식물 유래의 폭넓은 단백질 분해 작용을 제공하는 반면, 프롤린 특이적 엔도프로테아제와 비효소적 흡착제는 서로 다른 표적 선택성이나 제거 메커니즘을 통해 맥주의 안정성을 개선합니다.

La letteratura alimentare amplia la comprensione meccanicistica. Noman e colleghi hanno studiato l'idrolisi di proteine da storione cinese mediante papaina, valutando come le condizioni di idrolisi influenzino il grado di idrolisi e le proprietà funzionali dell'idrolizzato. Il dato applicativo importante

non è trasferire direttamente quei risultati alla birra, ma riconoscere che la papaina può trasformare proteine complesse in sistemi peptidici con proprietà fisico-chimiche diverse ^[3].

Altri studi confermano il ruolo della papaina su matrici proteiche vegetali. L'idrolisi di proteine di soia con papaina è stata studiata anche in relazione alla generazione di idrolizzati con attività biologiche in modelli cellulari MCF-7; in ambito tecnologico, il punto rilevante è che proteine vegetali concentrate possono essere scisse in peptidi con profili funzionali differenti dalla proteina nativa ^[7]. Su proteine di riso, trattamenti di idrolisi enzimatica assistita hanno migliorato solubilità, proprietà emulsionanti e attività antiossidante, dimostrando come la modifica enzimatica possa cambiare il comportamento di proteine alimentari poco solubili ^[4].

Le ricerche su proteine di soia, fagiolo mungo, patata e latte aggiungono un elemento importante: l'effetto non dipende solo dall'enzima, ma anche dalla proteina di partenza. Proteasi diverse generano profili peptidici differenti, con conseguenze su struttura, comportamento interfacciale e proprietà schiumogene ^[8]. Questo è particolarmente rilevante per la birra: malto d'orzo, frumento, avena, mais, riso o altri cereali apportano frazioni proteiche diverse; quindi la risposta alla papaina può variare in base alla ricetta e al processo.

Anche il confronto con altre proteasi conferma che la papaina va considerata uno strumento specifico, non una generica "proteasi intercambiabile". Studi sulla proteolisi delle proteine del latte hanno comparato actinidina, bromelina e papaina in termini cinetici e termodinamici, mostrando che enzimi diversi hanno comportamenti idrolitici distinti ^[9]. Nel brewing, questa distinzione è utile perché la scelta di una proteasi influenza il profilo di taglio e quindi l'equilibrio tra chiarificazione, corpo e schiuma.

Benefici tecnici attesi per birrifici e operatori food & beverage

Il primo beneficio atteso è la stabilità visiva. Quando la torbidità è legata a proteine disciolte o complessi proteina-polifenolo, la papaina può ridurre la probabilità che tali componenti formino particelle colloidali visibili. Per prodotti destinati a distribuzione refrigerata o a scaffale prolungato, questa stabilità è importante perché la birra può apparire limpida non solo al confezionamento, ma anche durante il consumo ^[6].

Il secondo beneficio è la gestione della variabilità proteica. Le materie prime agricole sono variabili per natura: cultivar, annata, modificazione del malto e proporzione di cereali non maltati possono cambiare il profilo proteico del mosto e della birra. Una proteasi consente di intervenire su una frazione della variabilità colloidale, rendendo il processo più prevedibile quando la limpidezza è un attributo critico.

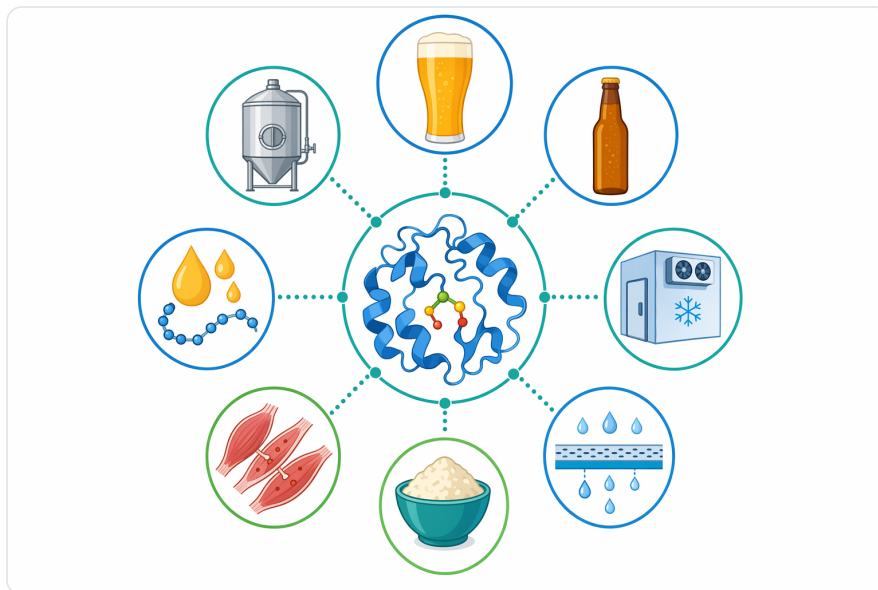


Figure 5. 어류, 콩류, 유제품, 감자, 동물성 단백질계 식품 단백질 연구는 파파인이 온전한 단백질을 기능성이 달라진 펩타이드 혼합물로 전환하는 일반적인 능력을 뒷받침합니다.

Il terzo beneficio riguarda la lavorabilità. In matrici dove proteine e colloidi contribuiscono a viscosità o depositi, l'idrolisi può rendere il sistema meno incline a formare aggregati problematici. L'effetto è indiretto ma plausibile: riducendo dimensione e capacità di reticolazione delle proteine, si riduce anche la tendenza a creare strutture colloidali estese. Studi su idrolizzati proteici alimentari mostrano che la proteolisi può modificare proprietà funzionali come solubilità ed emulsione, coerentemente con questa logica ^[4].

Il quarto beneficio è la flessibilità applicativa. La papaina è studiata in numerosi contesti alimentari: idrolizzati da pesce, soia, riso, patata, latte e altre matrici. Questa ampiezza non significa che i risultati siano automaticamente sovrapponibili alla birra, ma conferma che l'enzima è ben caratterizzato come strumento di modifica proteica ^[3].

Limiti tecnici e cautele applicative

Il limite più importante è il possibile impatto sulla schiuma. Nella birra, la schiuma stabile dipende in parte da proteine e polipeptidi che si concentrano all'interfaccia aria-liquido. Se la papaina idrolizza in modo eccessivo queste componenti, la birra può diventare più limpida ma perdere persistenza, compattezza o aderenza della schiuma. Questo trade-off è centrale: chiarificazione e schiuma dipendono entrambe dalla chimica delle proteine, ma non sempre nella stessa direzione ^[8].

Un secondo limite è la specificità del problema. La papaina non è indicata come soluzione primaria per torbidità microbiologica, residui di lievito, amido non convertito o particelle insolubili non proteiche. In questi casi il meccanismo dell'enzima non colpisce la causa principale. Usarla in modo non mirato può aggiungere variabilità senza risolvere il difetto visivo.

Un terzo punto riguarda l'attività residua. Poiché la papaina è una proteasi relativamente robusta, occorre considerare che l'enzima può continuare ad agire se rimane attivo nella matrice. La letteratura sulla stabilità della papaina e sui sistemi di protezione evidenzia proprio l'interesse tecnico verso la conservazione o modulazione della sua attività [5]. Nel caso della birra, la conseguenza pratica è che l'intervento deve essere compatibile con il profilo di prodotto desiderato nel tempo, non solo con la limpidezza immediata.

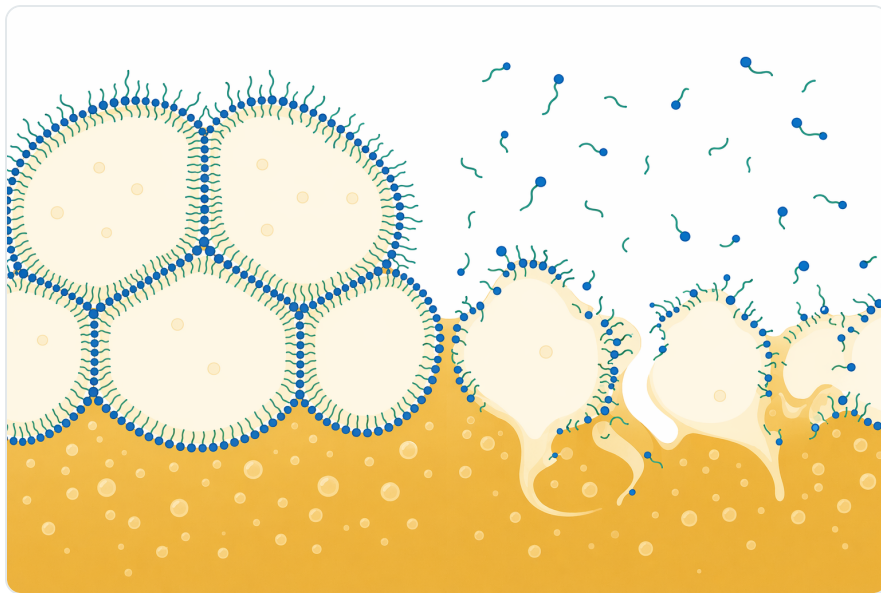


Figure 6. 단백질 혼탁을 줄이는 동일한 단백질 분해 작용도 거품 형성에 긍정적인 단백질이 지나치게 분해되면 맥주의 거품 품질을 해칠 수 있습니다.

Infine, l'idrolisi proteica genera peptidi e amminoacidi che possono cambiare il profilo nutrizionale disponibile nella matrice. In processi ben controllati questo non è necessariamente un problema; tuttavia, in presenza di instabilità microbiologica, nutrienti più disponibili possono teoricamente favorire microrganismi alterativi. La papaina va quindi integrata in una gestione complessiva che includa fermentazione corretta, separazione del lievito, igiene e confezionamento adeguato.

Papaina e idrolizzati proteici: applicazioni oltre il brewing

Sebbene il prodotto discusso sia orientato alla chiarificazione della birra, la papaina è ampiamente studiata anche per produrre idrolizzati proteici. In acquacoltura, lavori su diete artificiali predigerite con papaina per larve di granchio del fango agli stadi Zoea 2 e 3 e per larve di barramundi hanno

esaminato grado di idrolisi proteica e attività proteasica, mostrando l'interesse dell'enzima nella pre-digestione di proteine alimentari [10].

Nel food processing, idrolizzati da cetriolo di mare, lombrico, pollo e altre matrici sono stati studiati per attività ACE-inibitoria, antiossidante o antibatterica [11]. Questi risultati non devono essere letti come claim funzionali per la birra chiarificata; indicano piuttosto che la papaina è uno strumento consolidato per generare peptidi bioattivi o tecnologicamente interessanti da substrati proteici diversi.

Anche le proteine vegetali sono un campo di applicazione rilevante. Proteine di ceci, riso, soia e patata sono oggetto di studio per solubilità, emulsione, schiuma e applicazioni in prodotti gluten-free o formulazioni alimentari alternative [12]. Per un operatore B2B, questo conferma che la papaina non è un enzima limitato al brewing: appartiene a una categoria di biocatalizzatori proteolitici usati per modificare ingredienti proteici in molte filiere alimentari.

Disponibilità online tramite Enzymes.bio

Enzymes.bio presenta la papaina liquida per chiarificazione della birra come prodotto acquistabile direttamente online in unità da 1 kg. La pagina prodotto indica l'impiego come additivo enzimatico per chiarificazione e idrolisi proteica, con documentazione CoA e SDS fornita insieme all'ordine . Questo assetto è coerente con un modello di fornitura digitale: l'acquisto avviene online e la documentazione accompagna il prodotto ordinato.

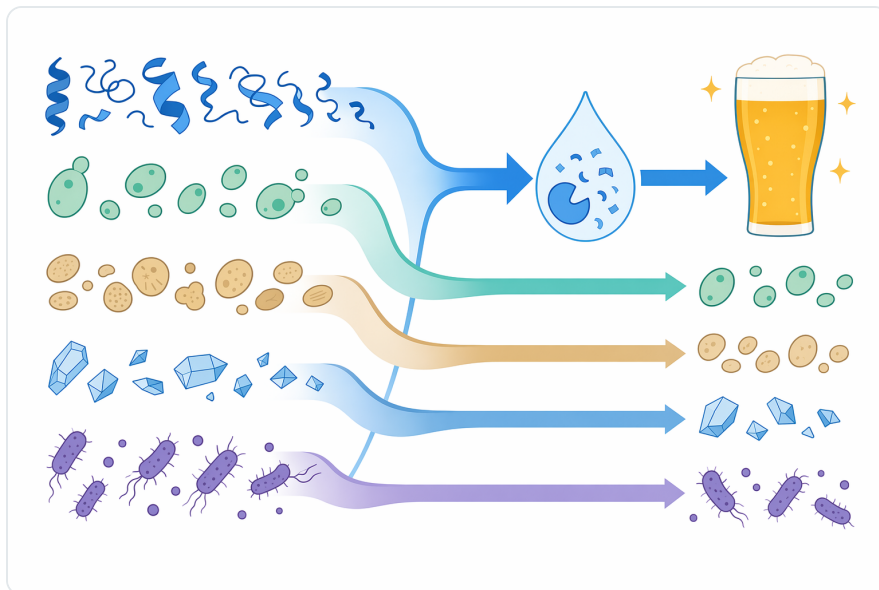


Figure 7. 파파인은 단백질성 혼탁 원인 물질에 작용하지만, 효모, 전분, 무기질, 미생물, 산화 또는 포장 문제로 주로 발생하는 탁도는 직접적으로 해결하지 못합니다.

È importante mantenere una distinzione chiara: Enzymes.bio agisce come fornitore, non come produttore e non come laboratorio. Di conseguenza, l'articolo non sostituisce le procedure interne del birrifico, la valutazione regolatoria applicabile o la gestione di qualità del processo. Il suo scopo è spiegare in modo tecnico che cosa fa la papaina, perché viene usata nella birra e quali limiti devono essere considerati.

Sintesi tecnica

La papaina liquida è una proteasi a cisteina usata nel brewing per idrolizzare proteine disciolte che possono contribuire a torbidità proteica, chill haze e instabilità colloidale. Il suo meccanismo consiste nel taglio dei legami peptidici: le proteine vengono convertite in frammenti più piccoli, con minore capacità di formare aggregati colloidali visibili in determinate condizioni ^[2].

Le evidenze specifiche per la birra supportano l'uso della papaina come enzima di chiarificazione legato alla gestione delle proteine disciolte ^[1]. Le evidenze più ampie su idrolizzati proteici alimentari confermano che la papaina modifica struttura e funzionalità di proteine da matrici animali e vegetali, influenzando solubilità, emulsione, comportamento interfaciale e proprietà tecnologiche ^[3].

Il beneficio principale è una migliore stabilità visiva quando la torbidità è realmente proteica. Il limite principale è lo stesso meccanismo che ne determina l'efficacia: una proteolisi eccessiva può ridurre componenti utili alla schiuma o modificare il profilo del prodotto nel tempo. Per questo la papaina va considerata uno strumento tecnico di stabilizzazione proteica, non una soluzione universale per ogni difetto di limpidezza della birra.

Ordina Papain 80,000 U/G Liquid Beer Clarification Additive Hydrolyzed Protein Biological Enzyme 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 Papain 80,000 U/G Liquid Beer Clarification Additive Hydrolyzed Protein Biological Enzyme
→

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. Fihqivhe7T. Beerandbrewing.
2. Feijoo-Siota, L., & Villa, T. G. (2011). Native and Biotechnologically Engineered Plant Proteases with Industrial Applications. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 1066-1088.
3. Noman, A., Xu, Y., AL-Bukhaiti, W. Q., Abed, S. M., Ali, A. H., Ramadhan, A. H., & Xia, W. (2018). Influence of enzymatic hydrolysis conditions on the degree of hydrolysis and functional properties of protein hydrolysate obtained from Chinese sturgeon (Acipenser sinensis) by using papain enzyme. *Process Biochemistry*, 67, 19-28.
4. Qi, X., Luo, Y., Fei, W., Shen, M., Chen, Y., Yu, Q., & Xie, J. (2024). Effects of enzyme hydrolysis-assisted fibrillation treatment on the solubility, emulsifying properties and antioxidant activity of rice protein. *International Journal of Biological Macromolecules*, 135378 .
5. Channamade, C., Raju, J. M., Vijayaprakash, S. B., Bora, R., & Shekhar, N. R. (2021). Promise Approach on Chemical Stability Enhancement of Papain by Encapsulation System: A Review. *Journal of Young Pharmacists*.
6. CBS BREW | PAPAINE-CLARASE | brewing enzymes, brewing ingredients, beer flavors | BELGIUM. *Cbsbrew*.
7. Hermanto, S., Ahmad, S. N., & Rudiana, T. (2023). Optimization of Soy Protein Hydrolysis with Papain Enzyme and Its Cytotoxic Activity Against MCF-7 Cancer Cells. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*.
8. Zhang, X., Ma, X., Cao, S., Xiang, F., Hu, H., Zhu, J., Agyei, D., ... et al. (2025). Effect of protease species on structure, interfacial behavior, and foaming properties of limited enzyme hydrolysis products of soybean protein isolate and mung bean protein. *Food Chemistry*, 493 Pt 3, 145926 .
9. Kaur, S., Vasiljevic, T., & Huppertz, T. (2023). Milk Protein Hydrolysis by Actinidin—Kinetic and Thermodynamic Characterisation and Comparison to Bromelain and Papain. *Foods*, 12.
10. Haryati, H., Fujaya, Y., & Saade, E. (2018). Effect of Predigested Artificial Diet Using Papain Enzyme on the Degree of Protein Hydrolysis and Protease Enzyme Activity of Mud Crab (Scylla olivacea) Larvae at Zoea 2 and 3 Stages. *Artificial Intelligence*, 19, 76-82.
11. Ghanbari, R., Zarei, M., Ebrahimpour, A., Abdul-Hamid, A., Ismail, A., & Saari, N. (2015). Angiotensin-I Converting Enzyme (ACE) Inhibitory and Anti-Oxidant Activities of Sea Cucumber (Actinopyga lecanora) Hydrolysates. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 28870 - 28885.
12. Begum, N., Khan, Q. U., Liu, L. G., Li, W., Liu, D., & Haq, I. (2023). Nutritional composition, health benefits and bio-active compounds of chickpea (Cicer arietinum L.). *Frontiers in Nutrition*, 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

