

Papain Enzyme per intenerire beef e steak: applicazioni in marinature, carne bovina e prodotti pronti da cuocere

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

La papaina è una proteasi cisteinica vegetale, associata alla papaya (*Carica papaya*), usata nell'industria alimentare per modificare la texture della carne attraverso l'idrolisi controllata delle proteine. In beef e steak può contribuire a ridurre la durezza percepita, migliorare la masticabilità e rendere più uniforme la tenerezza, soprattutto quando è integrata in marinature o processi controllati di preparazione della carne ^[1].

Che cos'è Papain Enzyme For Beef And Steak Tenderizing

Papain Enzyme For Beef And Steak Tenderizing è un enzima proteolitico destinato ad applicazioni professionali in cui l'obiettivo è ottenere una carne bovina più tenera e più facile da masticare. La papaina appartiene al gruppo delle proteasi cisteiniche vegetali: enzimi capaci di rompere legami peptidici in diverse proteine alimentari, con una lunga storia d'impiego nella trasformazione degli alimenti e in particolare nelle applicazioni di intenerimento della carne ^[1].

Nel contesto di beef, steak, strisce di carne, tagli marinati e prodotti pronti da cuocere, la papaina non "cuoce" la carne e non sostituisce maturazione, igiene, controllo della temperatura o qualità della materia prima. Agisce invece come coadiuvante tecnologico sulla struttura proteica: modifica gradualmente le componenti che contribuiscono alla resistenza al taglio e alla masticazione, con un effetto che dipende da distribuzione, tempo di contatto, temperatura, ricetta e trattamento termico finale ^[2].

Enzymes.bio fornisce questo prodotto come **fornitore online**, non come produttore e non come laboratorio. Il prodotto è acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**; il **certificato di analisi (CoA)** e la **scheda di dati di sicurezza (SDS)** sono forniti insieme all'ordine.

Perché la papaina è rilevante nell'intenerimento della carne bovina

La tenerezza è uno degli attributi sensoriali più importanti per la carne bovina. Due porzioni apparentemente simili possono risultare molto diverse al consumo perché il muscolo di origine, l'età dell'animale, il contenuto di tessuto connettivo, il grado di maturazione, la storia di congelamento e le condizioni di cottura influenzano la resistenza della carne alla masticazione [2].

Per un utilizzatore B2B, questa variabilità è un problema pratico: un taglio può essere accettabile in un lotto e troppo tenace in un altro; una marinata può migliorare sapore e succosità ma non correggere abbastanza la texture; un prodotto pronto da cuocere può perdere valore se il consumatore finale percepisce una durezza eccessiva. Le proteasi esogene di origine vegetale, tra cui papaina, bromelina e ficina, sono studiate proprio perché possono intervenire su componenti proteiche coinvolte nella durezza della carne [3].

La papaina è particolarmente interessante perché ha un'azione proteolitica ampia. In termini applicativi, questo significa che può contribuire sia alla modifica delle proteine miofibrillari, cioè quelle legate alla struttura contrattile del muscolo, sia alla modifica di proteine associate al tessuto connettivo. Questa ampiezza d'azione spiega la sua efficacia come tenderizer, ma anche la necessità di controllarne l'impiego per evitare una texture eccessivamente morbida o disomogenea [4].

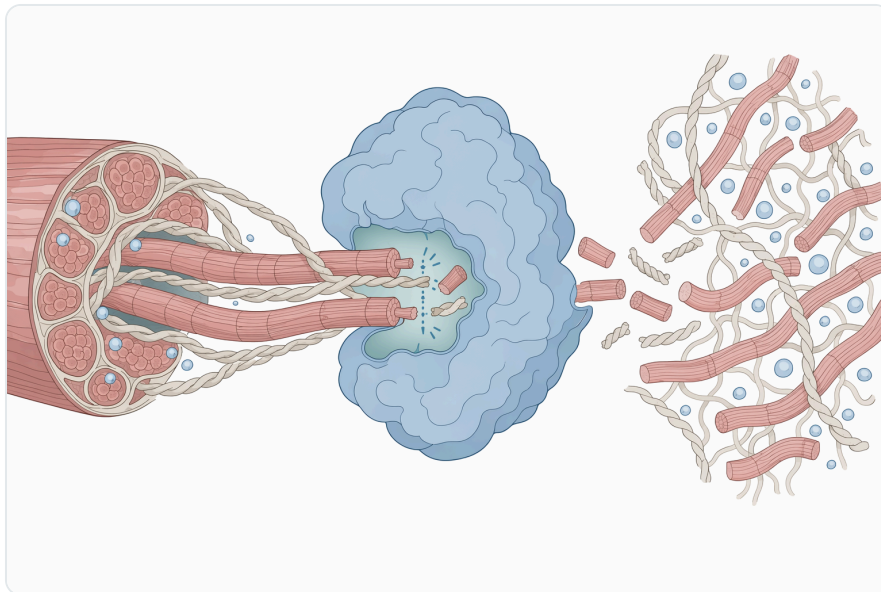


Figure 1. 파파인은 노출된 고기 단백질을 절단해 소고기를 부드럽게 만들며, 그 결과 근육 구조가 물거나 씹을 때 덜 저항하게 됩니다.

Meccanismo d'azione: come la papaina rende più teneri beef e steak

La carne è una matrice complessa composta da acqua, grasso, minerali e proteine. Le proteine miofibrillari — come actina, miosina e proteine strutturali associate — formano l'architettura principale delle fibre muscolari; il tessuto connettivo, ricco di collagene e altre proteine extracellulari, contribuisce invece alla resistenza meccanica del taglio, soprattutto nei muscoli più sollecitati ^[2].

La papaina agisce idrolizzando legami peptidici nelle proteine. Quando l'enzima entra in contatto con la carne, può indebolire alcune strutture proteiche che mantengono compatta la fibra muscolare. Il risultato, se il processo è equilibrato, è una minore resistenza al taglio e una sensazione di masticazione più morbida. Le revisioni sulle proteasi vegetali esogene descrivono l'intenerimento come conseguenza della degradazione di proteine miofibrillari e di componenti del tessuto connettivo, con effetti diversi a seconda dell'enzima e delle condizioni di lavorazione ^[3].

L'effetto non è istantaneo né illimitatamente positivo. La papaina continua ad agire finché l'ambiente consente attività enzimatica e finché il trattamento non viene interrotto o ridotto, per esempio con la cottura o con condizioni che limitano l'attività. Se il tempo di contatto è troppo lungo, se la distribuzione è concentrata sulla superficie o se la temperatura accelera eccessivamente la reazione, la superficie dello steak può diventare troppo morbida rispetto al centro ^[5].

Questo punto è essenziale per l'uso professionale: la papaina deve essere trattata come uno strumento di regolazione della texture, non come una soluzione da applicare "il più possibile". L'obiettivo tecnico non è massimizzare la proteolisi, ma ottenere un livello di idrolisi sufficiente a migliorare la tenerezza senza compromettere morso, integrità della fetta, resa in cottura e percezione sensoriale.

Dove si colloca rispetto ad altre proteasi per carne

Papaina, bromelina e ficina sono tra le proteasi vegetali più citate nelle applicazioni di intenerimento. Tutte possono modificare la struttura proteica della carne, ma differiscono per origine, specificità, comportamento tecnologico e profilo applicativo. Anche le proteasi microbiche sono rilevanti nell'industria alimentare, sebbene abbiano origini e caratteristiche funzionali diverse rispetto alle proteasi vegetali ^[6].

Enzima / gruppo	Origine tipica	Ruolo nell'intenerimento della carne	Punti tecnici da considerare
Papaina	Papaya (<i>Carica papaya</i>)	Ampia azione proteolitica su strutture proteiche della carne; usata	Efficace, ma da controllare per evitare sovra-intenerimento superficiale ^[1]

Enzima / gruppo	Origine tipica	Ruolo nell'intenerimento della carne	Punti tecnici da considerare
		storicamente per beef e steak tenderizing	
Bromelina	Ananas (<i>Ananas comosus</i>)	Proteasi vegetale studiata per carne, idrolisi proteica e applicazioni alimentari	Può avere profilo d'azione diverso dalla papaina; spesso confrontata in studi su proteine alimentari [7]
Ficina	Fico (<i>Ficus</i> spp.)	Proteasi vegetale usata e studiata nell'intenerimento	Meno comune commercialmente in alcune applicazioni, ma rilevante nella letteratura sulle proteasi vegetali [4]
Proteasi microbiche	Batteri o funghi selezionati	Ampio impiego industriale in alimenti e idrolisi proteica	Origine, specificità e condizioni operative possono differire nettamente dalle proteasi vegetali [6]

La scelta di una proteasi non dovrebbe basarsi solo sull'idea generica di "ammorbidire". Per beef e steak, il profilo desiderato può essere molto diverso: uno steak intero richiede una texture tenera ma ancora fibrosa e riconoscibile; una striscia marinata può tollerare una modifica più evidente; un prodotto a texture modificata per consumatori con difficoltà di masticazione può invece richiedere un ammorbidimento più marcato [2].

La papaina occupa una posizione forte perché è storicamente nota, disponibile come ingrediente enzimatico alimentare e ben documentata nelle applicazioni industriali. Tuttavia, proprio la sua efficacia impone cautela applicativa: un'inteneritura troppo rapida o troppo superficiale può creare una differenza indesiderata tra esterno e interno del pezzo, soprattutto in steak spessi o in trattamenti solo superficiali [3].

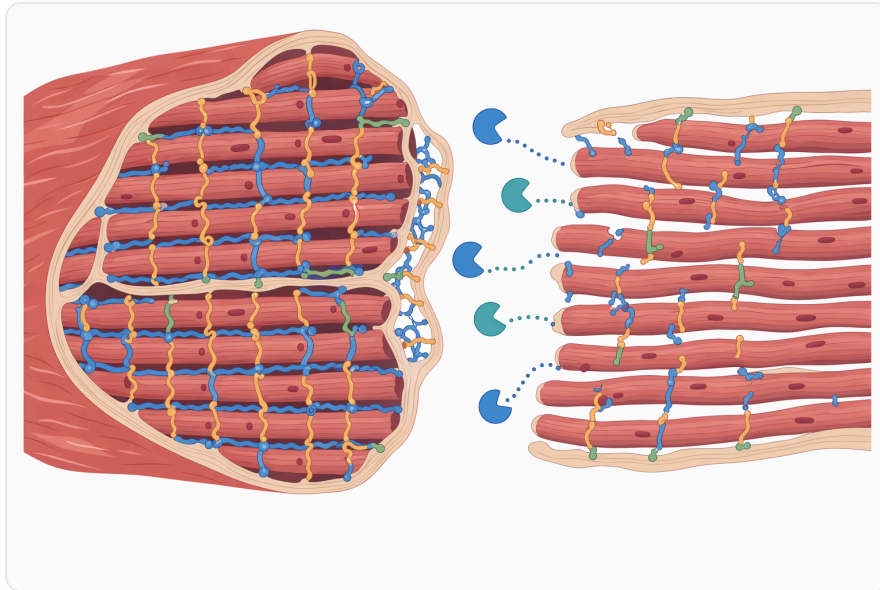


Figure 2. 적절히 조절된 파파인 처리는 섬유질 고기 구조를 파괴하지 않으면서 근육과 결합조직 관련 구조의 단백질 결합을 약화합니다.

Applicazioni pratiche in beef, steak e prodotti marinati

Steak marinati pronti da cuocere

Negli steak marinati, la papaina può essere incorporata in una miscela di ingredienti distribuita sulla superficie o in un sistema di marinatura. La marinata non serve solo a veicolare aromi, sale o ingredienti funzionali: può diventare anche il mezzo attraverso cui l'enzima entra in contatto con le proteine della carne. La letteratura sulle reazioni enzimatiche nella lavorazione della carne evidenzia che enzimi e tecnologie emergenti possono essere usati per intensificare o modulare processi di trasformazione, inclusa la modifica della texture ^[2].

In questa applicazione, il punto critico è la distribuzione. Se l'enzima rimane prevalentemente in superficie, l'effetto tenderizing sarà più marcato negli strati esterni. Questo può essere accettabile in alcuni prodotti sottili o porzionati, ma può risultare meno equilibrato in steak spessi, dove il consumatore percepisce una superficie molto morbida e un centro ancora tenace.

Tagli bovini più consistenti

La papaina può supportare la valorizzazione di tagli bovini naturalmente più resistenti alla masticazione. Muscoli più ricchi di tessuto connettivo o con fibre più strutturate possono risultare meno adatti a preparazioni rapide, ma un trattamento enzimatico controllato può contribuire a renderli più accessibili in prodotti marinati, porzionati o pronti da cuocere ^[3].

Questo non significa che la papaina renda ogni taglio equivalente a un taglio premium. La qualità di partenza rimane determinante: contenuto di collagene, stato della maturazione, pH, contenuto di grasso intramuscolare e metodo di cottura influenzano il risultato finale. L'enzima può ridurre una parte della resistenza proteica, ma non corregge difetti di materia prima, gestione del freddo o formulazione.

Beef strips, cubetti e prodotti porzionati

Nei prodotti a superficie elevata rispetto al volume — per esempio beef strips, cubetti, fettine sottili o porzioni per cottura rapida — la papaina può agire in modo più uniforme rispetto a uno steak spesso, perché la distanza di penetrazione richiesta è minore. Questo rende tali formati particolarmente compatibili con marinature funzionali orientate alla tenerezza ^[2].

Tuttavia, la maggiore superficie esposta aumenta anche la velocità con cui l'effetto diventa percepibile. In questi casi, l'equilibrio tra tempo, temperatura e distribuzione è ancora più importante: un prodotto sottile può passare rapidamente da “più tenero” a “troppo morbido”, specialmente se il trattamento continua durante conservazione o attesa prima della cottura.

Prodotti a texture modificata

La papaina è rilevante anche per prodotti progettati per consumatori che necessitano di una masticazione più agevole, come alcune applicazioni di senior nutrition, catering sanitario o pasti pronti con texture facilitata. Le proteasi vegetali sono state discusse in letteratura come strumenti per modificare la struttura di alimenti proteici e rendere alcuni prodotti più adatti a specifiche esigenze sensoriali e funzionali ^[8].

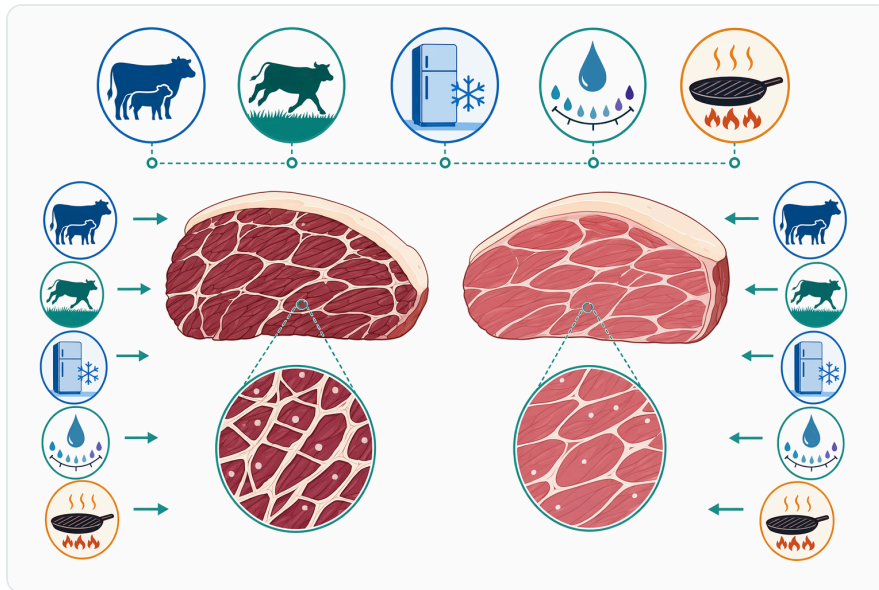


Figure 3. 소고기의 연도는 근육의 생물학적 특성, 결합조직, 도축 후 처리, pH, 조리 조건이 모두 최종 식감에 영향을 주기 때문에 달라집니다.

In questi casi, il target di texture è diverso da quello di uno steak tradizionale. Una maggiore morbidezza può essere desiderabile, purché il prodotto mantenga sicurezza, stabilità, accettabilità sensoriale e identità alimentare. La papaina può contribuire a questo risultato, ma deve essere integrata in una progettazione di prodotto più ampia, che includa formulazione, porzionatura, trattamento termico e condizioni di servizio.

Fattori che influenzano il risultato tecnologico

Tempo di contatto

Il tempo di contatto determina quanto a lungo la papaina può idrolizzare le proteine della carne. Un trattamento insufficiente può generare un effetto poco percepibile; un trattamento eccessivo può produrre ammorbidimento estremo, superficie pastosa o perdita di struttura. Questo equilibrio è particolarmente importante con proteasi ad azione ampia come la papaina [5].

Per applicazioni professionali, il tempo va considerato insieme al formato del prodotto. Una fettina sottile, uno steak spesso e una striscia marinata non rispondono allo stesso modo: cambia il rapporto superficie-volume, cambia la velocità con cui l'enzima influenza la porzione edibile e cambia la percezione finale dopo cottura.

Temperatura

La temperatura influenza la velocità delle reazioni enzimatiche. In generale, temperature più elevate accelerano l'idrolisi fino ai limiti di stabilità dell'enzima, mentre temperature più basse la rallentano. La gestione termica deve però restare coerente con sicurezza alimentare, conservazione della carne e qualità sensoriale [2].

È importante distinguere tra attività durante marinatura, attività durante eventuale attesa refrigerata e modifiche durante la cottura. Il trattamento termico finale contribuisce a definire la texture percepita e riduce progressivamente l'attività enzimatica; tuttavia, il risultato sensoriale dipenderà da ciò che l'enzima ha già modificato prima del riscaldamento.

Distribuzione dell'enzima

La papaina deve essere distribuita in modo omogeneo rispetto all'obiettivo di prodotto. In una marinatura superficiale, il trattamento interessa soprattutto le aree esterne; in formati piccoli o sottili, la distanza tra superficie e centro è ridotta; in pezzi più grandi, l'uniformità è più difficile da ottenere. Le revisioni sull'intenerimento enzimatico sottolineano che l'azione delle proteasi esogene dipende dal contatto effettivo tra enzima e substrato proteico [3].

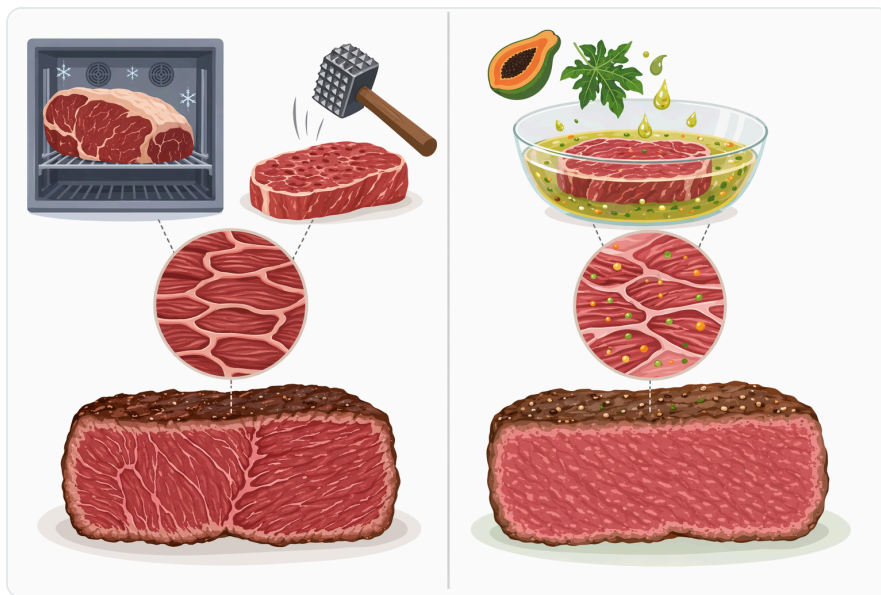


Figure 4. 파파인, 브로멜라인, 피신, 그리고 숙성 과정의 내인성 효소는 모두 단백질 분해를 통해 고기를 부드럽게 하지만, 원료, 실제 활용 방식, 작용 속도, 제어상의 위험이 서로 다릅니다.

Una distribuzione non uniforme può creare differenze di morso all'interno dello stesso pezzo. Per esempio, uno steak può risultare molto tenero ai bordi e più resistente al centro; una striscia di carne può presentare zone molto morbide e zone quasi non trattate. Per un prodotto B2B, questa variabilità

è critica perché riduce la coerenza tra porzioni.

Composizione della marinata

Sale, acidità, zuccheri, spezie, ingredienti funzionali e altri componenti della marinata possono influenzare sia la carne sia il comportamento dell'enzima. La papaina è una proteina e, come tale, risente dell'ambiente chimico circostante; stabilità e attività delle proteasi cisteiniche sono temi discussi nella letteratura sulla loro applicazione alimentare e biotecnologica ^[5].

La formulazione deve quindi essere pensata come un sistema. Una marinata molto acida, molto salina o ricca di componenti che interagiscono con le proteine può modificare idratazione, ritenzione d'acqua, sapore e texture, oltre all'attività enzimatica. L'effetto finale non è semplicemente "papaina più carne", ma il risultato dell'interazione tra enzima, matrice, ingredienti e processo.

Benefici attesi per utilizzatori B2B

Il beneficio principale della papaina in beef e steak è il miglioramento controllato della tenerezza. Riducendo la resistenza di alcune strutture proteiche, l'enzima può rendere la carne più facile da tagliare e masticare, soprattutto in prodotti dove la durezza è un limite commerciale. Questo effetto è coerente con il ruolo delle proteasi esogene descritto nelle revisioni sull'intenerimento della carne ^[3].

Un secondo beneficio è la maggiore uniformità della qualità percepita. In un contesto professionale, il consumatore non giudica solo il gusto, ma anche la coerenza: due porzioni dello stesso prodotto dovrebbero offrire un'esperienza simile. Una marinatura enzimatica ben controllata può ridurre parte della variabilità legata alla materia prima, pur senza eliminarla completamente.

Un terzo beneficio riguarda la flessibilità formulativa. La papaina può essere integrata in sistemi di marinatura per steak, beef strips, porzioni pronte da cuocere e prodotti a texture modificata. Questa versatilità si collega al fatto che la papaina è uno degli enzimi alimentari classici più studiati, con applicazioni storiche in diversi segmenti dell'industria alimentare ^[1].

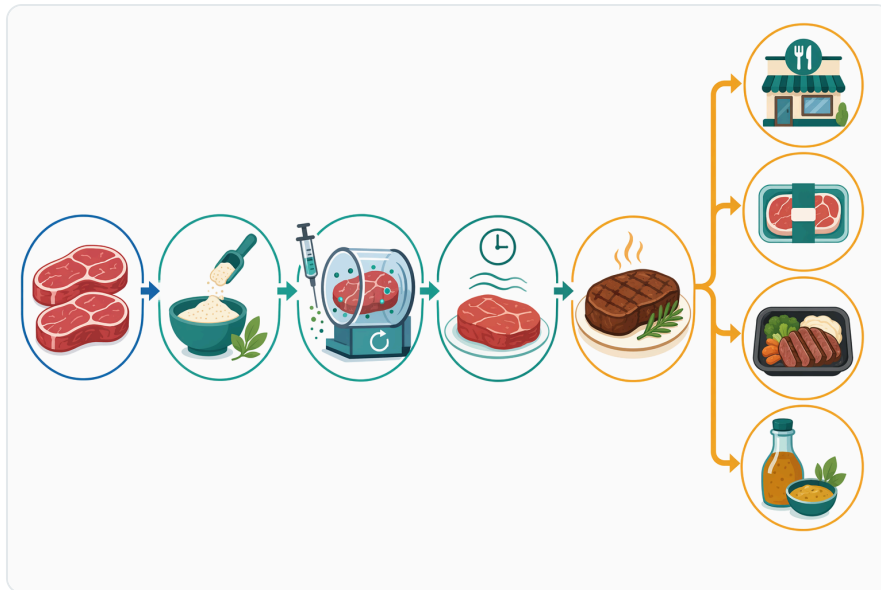


Figure 5. 마리네이드, 염지액, 텀블링, 표면 처리는 파파인이 조리 전에 고기 단백질과 접촉할 수 있도록 고르게 퍼지게 하는 데 도움이 됩니다.

Infine, l'uso della papaina può aiutare a valorizzare tagli più difficili, quando il posizionamento del prodotto consente una modifica tecnologica della texture. Invece di affidarsi solo a lunghi tempi di cottura o a formulazioni molto invasive, l'intenerimento enzimatico offre un approccio mirato alla struttura proteica, compatibile con molte preparazioni moderne.

Limiti applicativi e aspettative realistiche

La papaina è efficace, ma non è una correzione universale. Il limite più noto è il rischio di sovra-intenerimento: quando l'idrolisi proteica procede troppo, la carne può perdere morso, apparire fragile o assumere una consistenza eccessivamente morbida. Questo rischio è particolarmente evidente nei trattamenti superficiali e nei prodotti sottili ^[5].

Un altro limite è la risposta variabile dei tagli. Due muscoli bovini possono reagire in modo diverso allo stesso trattamento perché contengono quantità differenti di tessuto connettivo, hanno fibre con diversa struttura e possono aver subito maturazioni o conservazioni differenti. La papaina interviene su componenti proteiche, ma non annulla la complessità biologica della carne ^[2].

È inoltre importante evitare una comunicazione eccessivamente semplificata. "Più tenero" non significa sempre "migliore": uno steak deve mantenere identità, succosità, struttura e soddisfazione al morso. Un prodotto troppo morbido può essere percepito come artificiale o di qualità inferiore, anche se tecnicamente richiede meno forza per essere masticato.

La stabilità dell'enzima è un ulteriore aspetto da considerare. La letteratura sulla papaina discute strategie per migliorarne stabilità e gestione, inclusi sistemi di incapsulazione in contesti di ricerca; ciò conferma che attività e conservazione delle proteasi sono parametri tecnici importanti nelle applicazioni alimentari ^[5].

Qualità, sicurezza alimentare e controllo di processo

L'impiego della papaina nella carne deve rientrare in un sistema di gestione della sicurezza alimentare. La lavorazione di beef e steak richiede controllo di igiene, temperatura, contaminazione crociata, conservazione e cottura; l'enzima non sostituisce nessuno di questi elementi. Quando una carne viene marinata, porzionata o trattata per modificare la texture, l'intero processo deve essere gestito in modo coerente con le normative applicabili e con le buone pratiche di produzione ^[2].

La papaina non deve essere considerata un conservante microbiologico. La sua funzione principale è proteolitica: modifica proteine, non rende la carne sicura di per sé. Se un prodotto richiede refrigerazione, cottura adeguata o specifiche condizioni di conservazione, tali requisiti rimangono invariati.

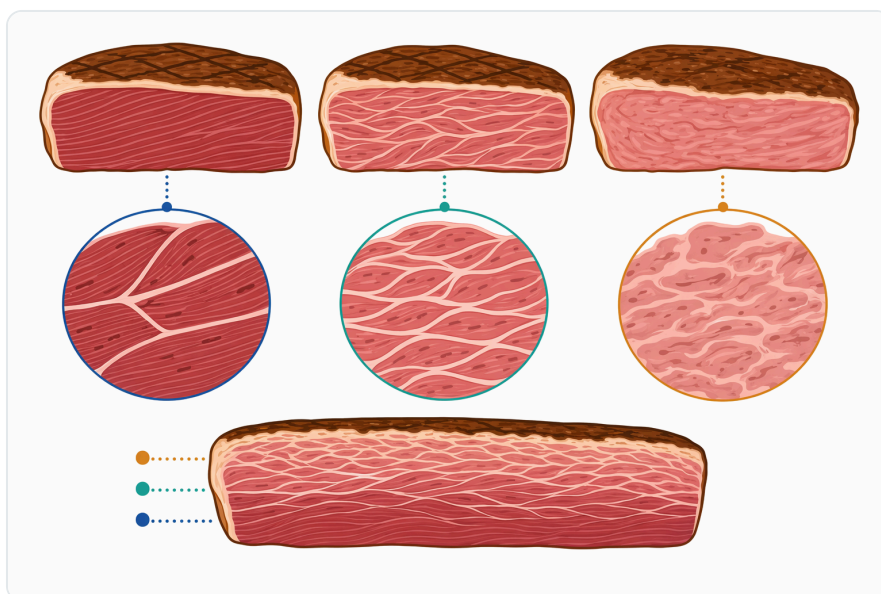


Figure 6. 과도한 연화는 파파인 노출로 단백질 구조가 지나치게 분해될 때 발생하며, 특히 표면이나 처리가 고르지 않은 조각에서 잘 나타납니다.

Per gli utilizzatori professionali, il controllo della texture dovrebbe essere integrato con il controllo della sicurezza e della qualità sensoriale. Un trattamento efficace dal punto di vista della tenerezza non è sufficiente se porta a perdita di succosità, texture non uniforme, sapore non desiderato o gestione non adeguata della shelf life.

Papaina e tecnologie emergenti nella lavorazione della carne

La ricerca recente non considera gli enzimi in modo isolato. Le revisioni sulle reazioni enzimatiche nella lavorazione della carne discutono l'uso combinato di enzimi e tecnologie emergenti per intensificare i processi, migliorare l'efficienza e ottenere modifiche più controllate della struttura alimentare ^[2].

Tra le tecnologie studiate in ambito alimentare vi sono campi elettrici pulsati, alta pressione, ultrasuoni e sistemi di modellazione del processo. Per esempio, studi su papaina food-grade hanno valutato l'effetto dei campi elettrici pulsati sull'attività enzimatica in sistemi continui, mostrando l'interesse scientifico verso il controllo dell'attività enzimatica mediante tecnologie di processo ^[9].

Anche i modelli digitali e i cosiddetti digital twin stanno entrando nella discussione sull'industria alimentare. In linea generale, questi strumenti mirano a rappresentare processi complessi e supportare decisioni basate su dati; applicati a sistemi enzimatici e carne, potrebbero aiutare in futuro a comprendere meglio interazioni tra tempo, temperatura, formulazione e qualità finale ^[10].

Per l'utilizzatore B2B, però, il messaggio pratico rimane semplice: la papaina funziona meglio quando è inserita in un processo definito, ripetibile e monitorato. Le tecnologie avanzate possono offrire opportunità, ma non eliminano la necessità di conoscere il proprio prodotto, il proprio formato e il proprio obiettivo sensoriale.

Come posizionare Papain Enzyme in una formulazione per beef e steak

In una formulazione professionale, la papaina dovrebbe essere considerata una leva di texture. Il suo ruolo è diverso da quello di sale, aromi, zuccheri, acidificanti o ingredienti di colore: mentre questi componenti influenzano sapore, percezione gustativa, reazioni in cottura o stabilità della marinata, la papaina agisce direttamente sulla struttura proteica della carne ^[1].

Il punto di partenza è definire il risultato desiderato. Un prodotto "steakhouse style" può richiedere una tenerezza migliorata ma ancora una fibra evidente; un prodotto per cottura rapida può richiedere un morso più uniforme; un prodotto destinato a consumatori con difficoltà di masticazione può richiedere una texture più modificata. La stessa logica enzimatica può quindi servire obiettivi diversi, purché il trattamento sia adattato al prodotto.

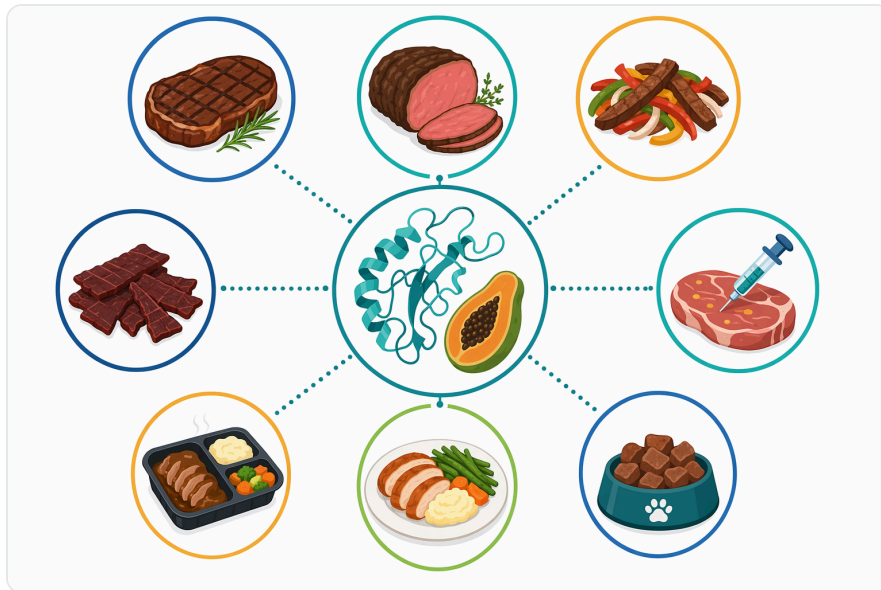


Figure 7. 파파인은 더 부드러운 식감이 분명한 장점이 되는 마리네이드 스테이크, 소고기 스트립, 얇게 썬 고기, 큐브형 고기, 즉석식품 구성품, 부가가치 제품에 가장 잘 어울립니다.

La cottura finale va sempre considerata parte del risultato. Una carne trattata con papaina può apparire adeguata prima della cottura ma cambiare comportamento dopo il riscaldamento, perché calore, perdita d'acqua, contrazione delle proteine e inattivazione enzimatica contribuiscono alla texture finale. Per questo la valutazione tecnologica deve concentrarsi sul prodotto come sarà effettivamente consumato.

Informazioni pratiche su Enzymes.bio

Enzymes.bio fornisce **Papain Enzyme For Beef And Steak Tenderizing** per utilizzatori professionali che desiderano integrare una proteasi vegetale in applicazioni di carne bovina, steak marinati, beef strips, porzioni pronte da cuocere o prodotti a texture modificata. Enzymes.bio opera come **fornitore online** e non come produttore né come laboratorio.

Il prodotto è venduto direttamente online in unità da **1 kg**. Dopo l'acquisto online, l'ordine viene evaso e spedito; **CoA** e **SDS** sono forniti insieme all'ordine come documentazione di prodotto.

Conclusion

La papaina è una proteasi vegetale consolidata per l'intenerimento di beef e steak. Il suo valore tecnico deriva dalla capacità di idrolizzare proteine della carne coinvolte nella durezza, contribuendo a una texture più tenera e a una migliore masticabilità quando il processo è ben controllato [3].

Per un utilizzatore B2B, l'aspetto decisivo è il controllo: distribuzione, tempo di contatto, temperatura, formato del taglio, marinata e cottura determinano se l'effetto sarà positivo, insufficiente o eccessivo. Usata con un obiettivo sensoriale chiaro, la papaina può supportare steak marinati, tagli bovini più consistenti, prodotti pronti da cuocere e formulazioni a texture modificata, mantenendo un approccio tecnico realistico e documentato.

Ordina Papain Enzyme For Beef And Steak Tenderizing 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 Enzyme For Beef And Steak Tenderizing →](#)

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. Fernández-Lucas, J., Castaneda, D., & Hormigo, D. (2017). [New trends for a classical enzyme: Papain, a biotechnological success story in the food industry](#). *Trends in Food Science and Technology*, 68, 91-101.
2. Abril, B., Bou, R., García-Pérez, J. V., & Bedito, J. (2023). [Role of Enzymatic Reactions in Meat Processing and Use of Emerging Technologies for Process Intensification](#). *Foods*, 12.
3. [Meat Tenderization Mechanism And The Impact Of Plant Exogenous Proteases A Review](#). *Arabjchem*.
4. Feijoo-Siota, L., & Villa, T. G. (2011). [Native and Biotechnologically Engineered Plant Proteases with Industrial Applications](#). *Food and Bioprocess Technology*, 4, 1066-1088.
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. Deniz, I. (2018). [Production of Microbial Proteases for Food Industry](#). *Energy, Environment, and Sustainability*.
7. Kaur, S., Vasiljevic, T., & Huppertz, T. (2023). [Milk Protein Hydrolysis by Actinidin—Kinetic and Thermodynamic Characterisation and Comparison to Bromelain and Papain](#). *Foods*, 12.
8. Ta, H., Nguyen, N., Nguyen, L. D., & Phan, H. (2002). [Applications of papain in food industry and medical field](#).
9. Meza-Jiménez, M. L., Pokhrel, P., Torre, R. R. R., Barbosa-Cánovas, G., & Hernández-Sánchez, H. (2019). [Effect of pulsed electric fields on the activity of food-grade papain in a continuous system](#). *LWT*.
10. Abdurrahman, E., & Ferrari, G. (2025). [Digital Twin applications in the food industry: a review](#). *Frontiers in Sustainable Food Systems*.

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.