

# Rhamnosidasi Food Industry Grade per deamarizzazione degli agrumi, idrolisi della naringina e applicazioni in succhi citrus

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

La **rhamnosidasi food industry grade** è un enzima usato nei processi alimentari per ridurre l'amaro associato alla **naringina**, un flavonoide glicosilato tipico di pompelmo, pomelo e altre matrici agrumate. Agisce rimuovendo residui di **L-ramnosio** da rhamnoglicosidi naturali: nel caso della naringina, questo primo passaggio può generare **prunina**, mentre ulteriori attività glicosidasiche possono portare a **naringenina** <sup>[1]</sup>. In pratica, la rhamnosidasi non maschera il gusto amaro: modifica selettivamente alcune molecole responsabili dell'amaro negli agrumi.

## Che cos'è la rhamnosidasi e perché è rilevante nei prodotti citrus

Una  **$\alpha$ -L-rhamnosidasi** è una glicosidasi che catalizza l'idrolisi di legami contenenti residui terminali di  $\alpha$ -L-ramnosio. Nei prodotti agrumati, questa specificità è importante perché diversi flavonoidi naturali sono presenti come glicosidi ramnosilati; tra questi, la **naringina** è uno dei composti più discussi nella deamarizzazione del succo di pompelmo e di altre basi citrus <sup>[2]</sup>.

Il termine "rhamnosidasi" viene spesso incontrato insieme a "naringinasi", ma i due concetti non sono perfettamente sovrapponibili. La **naringinasi** è comunemente descritta come un sistema enzimatico con due attività funzionali: una  **$\alpha$ -L-rhamnosidasi**, che rimuove il ramnosio dalla naringina, e una  **$\beta$ -D-glucosidasi**, che può idrolizzare ulteriormente l'intermedio glucosidico. Questa sequenza spiega perché preparazioni enzimatiche diverse possono generare profili differenti di prodotti di reazione, con prevalenza di prunina o di naringenina a seconda delle attività presenti <sup>[1]</sup>.

Per i trasformatori alimentari, la rilevanza pratica della rhamnosidasi sta nella sua azione mirata sui **rhamnoglicosidi amari**. Nei succhi e negli ingredienti citrus, l'amaro può limitare l'accettabilità sensoriale, aumentare la necessità di correzioni formulative e ridurre la flessibilità d'uso in bevande,

preparazioni aromatizzate e miscele funzionali. Le rassegne sulla deamarizzazione degli agrumi indicano che la naringina e la limonina sono tra i composti chiave da considerare, pur appartenendo a classi chimiche diverse e richiedendo approcci tecnici differenti <sup>[3]</sup>.

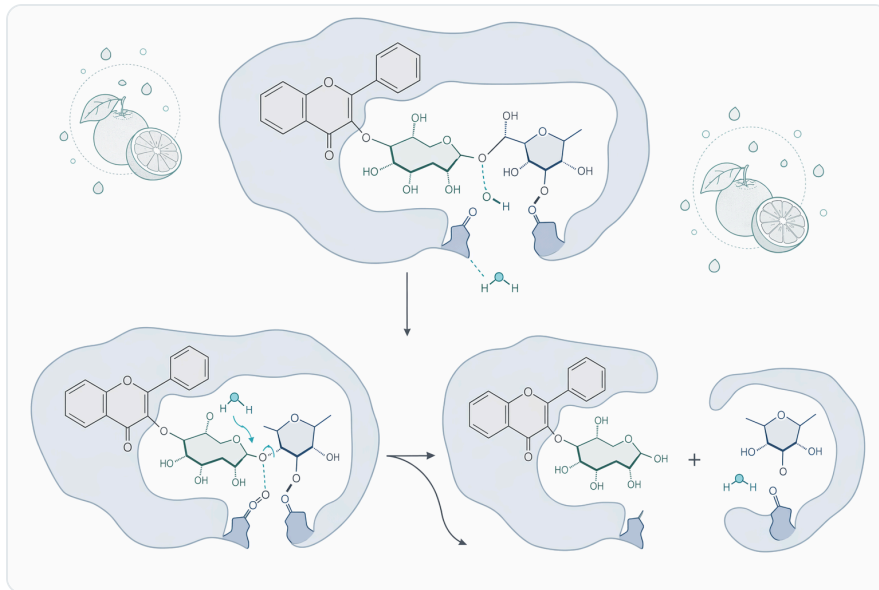
## La biochimica dell'amaro: naringina, limonina e specificità dell'enzima

---

La **naringina** è un flavanone glicoside. La sua struttura comprende una porzione flavonoidica legata a zuccheri; il residuo di ramnosio è parte del disaccaride associato alla molecola. L'azione della  $\alpha$ -L-rhamnosidasi rompe un legame glicosidico specifico e trasforma la naringina in un composto meno amaro o più facilmente convertibile da altre glicosidasi <sup>[4]</sup>.

Il meccanismo può essere descritto in due fasi concettuali. Nella prima, la rhamnosidasi catalizza la rimozione del ramnosio dalla naringina, formando **prunina**. Nella seconda, se è presente un'adeguata attività  $\beta$ -D-glucosidasica, la prunina può essere ulteriormente idrolizzata fino a **naringenina**, l'aglicone flavanonico. Questa distinzione è centrale: una preparazione prevalentemente rhamnosidasica non deve essere descritta come automaticamente equivalente a un sistema completo di deglicosilazione <sup>[1]</sup>.

La **limonina**, invece, non è un rhamnoglicoside flavonoidico: appartiene alla famiglia dei limonoidi. Per questo motivo, la rhamnosidasi non è il biocatalizzatore corretto per degradarla direttamente. Nei prodotti citrus, l'amaro percepito può derivare da una combinazione di naringina, limonina, componenti della buccia, frazioni oleose e trasformazioni che avvengono durante estrazione, stoccaggio o trattamento termico; perciò l'uso della rhamnosidasi è più razionale quando il problema principale è collegato alla naringina o ad altri substrati ramnosilati <sup>[2]</sup>.



**Figure 1.**  $\alpha$ -L-람노시다아제는 감귤류 매트릭스에서 나린진의 말단 L-람노스를 제거해 프루닌을 형성한다.

La letteratura riporta soglie sensoriali dell'amaro diverse per i principali composti citrus: in termini orientativi, la naringina viene spesso discussa nell'ordine di decine di mg/L, mentre la limonina è percepibile a livelli più bassi. Questo dato aiuta a capire perché anche piccole variazioni nella composizione della matrice possono cambiare in modo marcato il profilo sensoriale, e perché una strategia enzimatica selettiva deve essere allineata al composto responsabile dell'amaro [2].

## Come funziona la deamarizzazione enzimatica della naringina

Nel trattamento enzimatico, la rhamnosidasi agisce come **biocatalizzatore**: accelera una reazione di idrolisi che, senza enzima, sarebbe troppo lenta o poco controllabile nelle normali condizioni di processo alimentare. L'enzima riconosce la porzione ramnosilata del substrato, favorisce la rottura del legame glicosidico e rilascia il residuo zuccherino, modificando la struttura del flavonoide [4].

Questo approccio è diverso dalla semplice correzione organolettica. Zuccheri, aromi o mascheranti possono rendere l'amaro meno percepibile, ma non riducono necessariamente la concentrazione della molecola amara. La rhamnosidasi, invece, interviene direttamente sul substrato responsabile: la trasformazione della naringina può ridurre il contributo amaro e rendere la base citrus più gestibile in formulazione [3].

È utile considerare la reazione come parte di un equilibrio tecnologico. Una riduzione eccessiva di alcune note amaricanti può impoverire il carattere tipico di un prodotto agrumato, mentre una riduzione insufficiente può lasciare un difetto sensoriale evidente. L'obiettivo industriale non è sempre

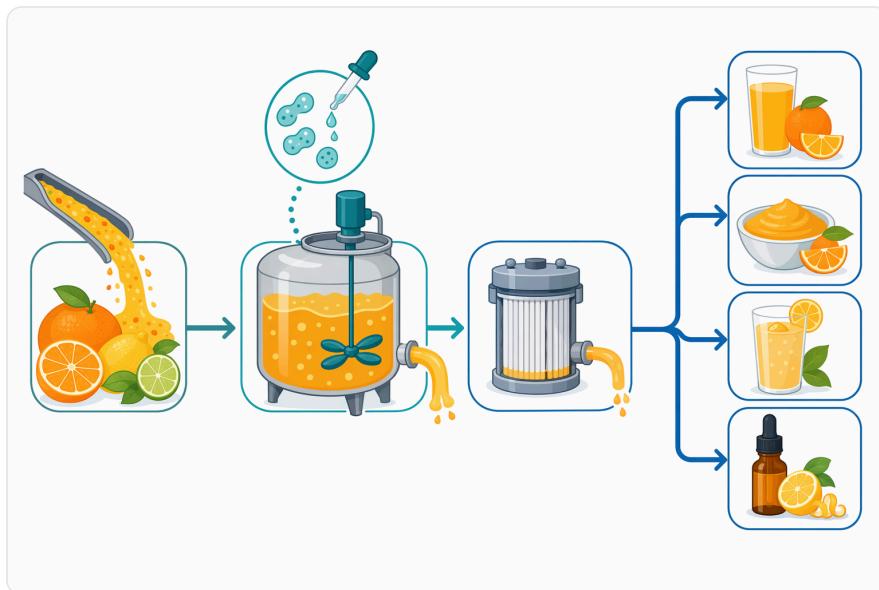
“zero amaro”, ma un profilo coerente con la categoria di prodotto: succo, base per bevande, ingrediente citrus, estratto o semilavorato [3].

## Rhamnosidasi e naringinasi: differenze operative da conoscere

La distinzione tra **rhamnosidasi** e **naringinasi** è importante per interpretare correttamente l'applicazione. Una rhamnosidasi concentrata sull'idrolisi del legame ramnosidico può favorire l'accumulo di prunina; una preparazione con attività combinate di  $\alpha$ -L-rhamnosidasi e  $\beta$ -D-glucosidasi può invece procedere verso la formazione di naringenina. Le review sulla naringinasi descrivono infatti questo enzima come particolarmente interessante per la deamarizzazione e per la biotrasformazione di flavonoidi proprio grazie alla sequenza di idrolisi dei glicosidi [1].

Dal punto di vista sensoriale e formulativo, prunina e naringenina non sono semplicemente “prodotti finali” intercambiabili: rappresentano stati diversi della deglicosilazione. La naringenina, essendo aglicone, ha proprietà chimico-fisiche diverse dal glicoside originario; la sua formazione può influenzare solubilità, stabilità e comportamento nella matrice alimentare. Per questo, la composizione enzimatica e le condizioni di processo incidono sul risultato finale [5].

Per un fornitore B2B come **Enzymes.bio**, la descrizione più accurata del prodotto è quindi: **enzima rhamnosidasico food industry grade per applicazioni di citrus debittering e idrolisi della naringina**, destinato a processi in cui la gestione dell'amaro da rhamnoglucosidi è tecnicamente rilevante. Enzymes.bio opera come fornitore online del prodotto, non come produttore né come laboratorio.



**Figure 2.** 나린진이 나린제닌으로 완전히 전환되려면 먼저  $\alpha$ -L-람노시다아제가 작용하고, 이어서  $\beta$ -D-글루코시다아제가 작용해야 한다.

## Applicazioni principali nei succhi e negli ingredienti di agrumi

---

### Succo di pompelmo e basi grapefruit

Il **pompelmo** è una delle matrici più rappresentative per la deamarizzazione enzimatica, perché la naringina contribuisce in modo significativo al suo profilo amaro. Studi e rassegne sul settore hanno esaminato l'uso di naringinasi e rhamnosidasi per ridurre il contenuto di naringina e migliorare l'accettabilità del succo, mantenendo un approccio più selettivo rispetto a tecniche di rimozione non specifiche <sup>[6]</sup>.

La deamarizzazione del pompelmo è complessa perché possono coesistere naringina e limonina. Per questo, una strategia esclusivamente rhamnosidasi è più indicata quando l'amaro è attribuibile soprattutto alla frazione flavonoidica ramnosilata; quando la limonina è rilevante, la letteratura descrive anche combinazioni di idrolisi enzimatica della naringina e adsorbimento della limonina <sup>[7]</sup>.

### Pomelo, *Citrus maxima* e miscele agrumate

Il **pomelo** e altre matrici derivate da *Citrus maxima* sono interessanti perché possono presentare profili amari importanti e variabili. Uno studio su succo di *Citrus maxima* ha valutato l'impiego di enzimi immobilizzati, tra cui naringinasi e tannasi, con l'obiettivo di intervenire su parametri qualitativi del succo; questo conferma l'interesse applicativo della biocatalisi per matrici citrus diverse dal pompelmo classico <sup>[8]</sup>.

Nelle miscele agrumate, la variabilità di cultivar, maturazione, frazione di buccia trascinata durante l'estrazione e condizioni di stoccaggio può modificare il rapporto tra flavonoidi amari e altri composti. La rhamnosidasi è quindi uno strumento utile, ma non sostituisce la comprensione della matrice: funziona meglio quando il processo è progettato intorno al substrato corretto, cioè naringina o altri rhamnoglucosidi <sup>[3]</sup>.

### Ingredienti citrus, estratti e semilavorati

Oltre al succo finito, la rhamnosidasi può essere usata in basi per bevande, estratti, puree, frazioni concentrate o semilavorati citrus in cui l'amaro limita l'impiego formulativo. In questi casi, la deamarizzazione può facilitare l'integrazione dell'ingrediente in bevande analcoliche, preparazioni aromatizzate, prodotti fermentati o formulazioni in cui un amaro eccessivo richiederebbe correzioni sensoriali pesanti <sup>[9]</sup>.

L'impiego su ingredienti concentrati richiede attenzione perché la concentrazione dei substrati e la composizione della matrice possono modificare la velocità apparente della reazione e l'esito sensoriale. Non è corretto assumere che un risultato ottenuto in un succo diluito si trasferisca automaticamente a un estratto o a una base più ricca di solidi, oli, pectine o polifenoli [3].



**Figure 3.** 람노시다아제는 특정 결합에 작용하는 반면, 나린지나아제 연쇄 반응과 비효소적 쓴맛 제거 방법은 서로 다른 메커니즘으로 감귤류 매트릭스를 변화시킨다.

### Aromi in succhi, vini e matrici fermentate

Le  $\alpha$ -L-rhamnosidasi non sono studiate solo per ridurre l'amaro. Alcuni glicosidi naturali presenti in succhi, uve e matrici fermentate possono trattenere composti aromatici in forma legata; l'azione combinata di rhamnosidasi e altre glicosidasi può contribuire al rilascio di molecole odorose libere. Una  $\alpha$ -L-rhamnosidasi descritta in letteratura è stata proposta con potenziale applicativo sia nell'industria dei succhi di agrumi sia nella vinificazione [4].

In questo contesto, l'effetto tecnologico dipende dalla composizione della matrice e dai precursori presenti. L'enzima non crea aromi dal nulla: può liberare o trasformare composti già presenti in forma glicosilata. Per questo, l'uso come supporto aromatico va considerato un'applicazione distinta dalla deamarizzazione della naringina, anche se entrambe sfruttano la capacità di idrolizzare legami glicosidici contenenti ramnosio [4].

## Confronto tra strategie di deamarizzazione citrus

La deamarizzazione degli agrumi può essere affrontata con tecnologie diverse. La rhamnosidasi è particolarmente interessante quando si cerca un intervento selettivo sulla naringina; altre soluzioni possono essere più adatte per limonina, oli, composti fenolici o difetti derivanti dal processo. La tabella seguente riassume le differenze principali senza proporre un'unica soluzione valida per tutte le matrici [3].

Approccio	Bersaglio principale	Meccanismo	Punti di forza	Limiti tecnici
Rhamnosidasi / attività $\alpha$ -L-rhamnosidasi	Naringina e rhamnoglucosidi	Idrolisi del legame contenente L-ramnosio	Azione mirata; utile per ridurre l'amaro flavonoidico	Non degrada direttamente limonina; risultato dipendente dalla matrice
Naringinasi con attività combinate	Naringina, prunina	Sequenza $\alpha$ -L-rhamnosidasi + $\beta$ -D-glucosidasi	Può procedere verso naringenina; utile in biotrasformazione	Profilo dei prodotti dipende dalla composizione enzimatica
Adsorbenti e resine	Naringina, limonina o frazioni amare	Rimozione fisica per adsorbimento	Può ridurre composti non idrolizzabili dalla rhamnosidasi	Rischio di rimuovere anche aromi o componenti desiderabili
Tecnologie a membrana / separazioni fisiche	Frazioni molecolari selezionate	Separazione per dimensione, carica o affinità	Integrabili in linee di processo	Possibile impatto su resa, aroma e composizione
Formulazione sensoriale	Percezione dell'amaro	Bilanciamento con dolcezza, acidità, aromi	Rapida da integrare	Non riduce il composto amaro; può alterare identità del prodotto

La tabella evidenzia un punto decisivo: parlare di “deamarizzazione citrus” non significa parlare sempre dello stesso problema. Un succo amaro per naringina richiede una logica diversa da un succo in cui domina la limonina; allo stesso modo, una base aromatica con note amare da frazioni di buccia può richiedere interventi differenti rispetto a un estratto ricco di flavonoidi glicosilati [2].

## Enzima libero e enzima immobilizzato: cosa dice la ricerca

La letteratura sulla deamarizzazione enzimatica distingue spesso tra impiego dell'enzima in forma libera e sistemi con enzima **immobilizzato** su supporti solidi. L'immobilizzazione viene studiata perché può facilitare il riutilizzo del biocatalizzatore, la separazione dalla matrice e l'integrazione in configurazioni continue o semicontinue, aspetti di interesse per processi industriali più strutturati <sup>[10]</sup>.

La ricerca recente ha esplorato supporti come agarosio e sistemi funzionalizzati per migliorare stabilità e prestazioni della naringinasi. Uno studio del 2024 ha esaminato l'amminazione della naringinasi per migliorare la deamarizzazione del succo di agrumi usando un catalizzatore immobilizzato su glyoxyl-agarose, confermando che l'ingegnerizzazione del biocatalizzatore è un tema attivo per aumentare robustezza e applicabilità <sup>[11]</sup>.

Un'altra linea di studio ha combinato idrolisi della naringina e adsorbimento della limonina usando naringinasi immobilizzata su supporti di agarosio. Questo tipo di approccio è interessante perché affronta simultaneamente due fonti di amaro, una flavonoidica e una limonoidica, ma richiede un progetto di processo più complesso rispetto all'uso di un enzima rhamnosidasi in trattamento batch <sup>[7]</sup>.



**Figure 4.** 람노시다아제는 나린진형 플라보노이드의 쓴맛을 줄이지만, 감귤류의 모든 쓴맛 성분을 표적으로 하지는 않는다.

Per l'utilizzatore alimentare, questi studi non vanno interpretati come istruzioni operative universali. Mostrano piuttosto che la rhamnosidasi e la naringinasi appartengono a un'area tecnologica consolidata ma ancora in evoluzione, in cui stabilità, immobilizzazione, selettività e compatibilità con matrici reali sono parametri fondamentali <sup>[10]</sup>.

## Condizioni di processo: fattori che influenzano il risultato

---

L'attività della rhamnosidasi dipende dal contatto tra enzima e substrato, dalla composizione della matrice, dal pH, dalla temperatura, dal tempo di trattamento e dalla presenza di componenti che possono facilitare o ostacolare l'accesso alla naringina. I succhi citrus sono naturalmente acidi, e questa caratteristica rende rilevante la selezione di enzimi capaci di operare in condizioni compatibili con le bevande agrumate <sup>[3]</sup>.

La temperatura è un fattore delicato perché può accelerare la reazione entro limiti compatibili, ma può anche ridurre la stabilità dell'enzima se supera la tolleranza della specifica preparazione. Proprio per questo, molte ricerche sulla rhamnosidasi e sulla naringinasi considerano la stabilità come un requisito importante per l'applicazione industriale <sup>[1]</sup>.

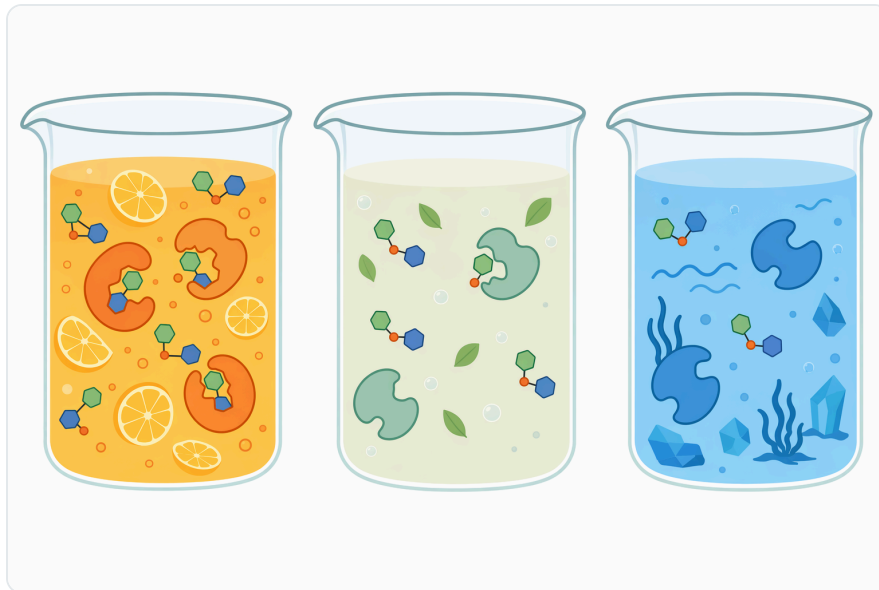
La matrice alimentare può influire tanto quanto le condizioni fisiche. Pectine, solidi sospesi, oli essenziali, polifenoli, zuccheri e acidità totale possono modificare diffusione, solubilità e disponibilità del substrato. Un enzima che funziona bene in una soluzione modello di naringina può comportarsi diversamente in un succo torbido, in una purea o in un estratto citrus concentrato <sup>[3]</sup>.

È inoltre importante non confondere la deamarizzazione enzimatica con una fase analitica. Il controllo del risultato in un impianto alimentare rientra nelle procedure interne dell'utilizzatore e nelle sue specifiche di qualità; la rhamnosidasi è il mezzo biocatalitico, non un sistema automatico di standardizzazione sensoriale <sup>[9]</sup>.

## Produzione enzimatica e sostenibilità delle fonti

---

Le rhamnosidasi e le naringinasi possono essere ottenute da diverse fonti microbiche, inclusi funghi e batteri. Le review sulle naringinasi descrivono fonti, produzione, immobilizzazione e applicazioni industriali, evidenziando il ruolo di questi enzimi nella conversione di substrati flavonoidici e nella deamarizzazione <sup>[1]</sup>.



**Figure 5.** 감귤류의 쓴맛 제거에는 산성 과일주스 조건에서도 적합한 활성을 유지하는 람노시다아제가 유리하다.

Un tema interessante è l'uso di sottoprodotti agroindustriali per la produzione di enzimi di deamarizzazione. Studi su *Aspergillus niger* hanno valutato la preparazione di naringinasi per la deamarizzazione dei succhi sfruttando residui agroindustriali, mentre altri lavori hanno considerato la buccia di agrumi sia per la produzione di enzimi sia per l'estrazione di pectina <sup>[12][13]</sup>.

Questi studi non implicano che ogni prodotto commerciale derivi da tali processi, né autorizzano a fare affermazioni sulla filiera di uno specifico fornitore senza documentazione. Indicano però una direzione tecnologica coerente con l'economia circolare: valorizzare residui ricchi di carboidrati e flavonoidi per ottenere biocatalizzatori o ingredienti utili al settore alimentare <sup>[13]</sup>.

## **Biotrasformazione di flavonoidi: opportunità e limiti dei claim**

La conversione della naringina in prunina o naringenina è interessante anche oltre la deamarizzazione. Naringina e naringenina sono ampiamente studiate per meccanismi biologici, bioaccessibilità, metabolismo e potenziali applicazioni in ambito nutraceutico o farmaceutico; tuttavia, questi studi non devono essere trasformati automaticamente in claim salutistici per un alimento trattato con rhamnosidasi <sup>[5][14]</sup>.

Dal punto di vista tecnologico, la rhamnosidasi può essere vista come uno strumento di **biotrasformazione dei flavonoidi**. La rimozione del ramnosio cambia polarità, solubilità e comportamento della molecola, con possibili effetti su stabilità e interazione con la matrice. In combinazione con altre attività enzimatiche, può contribuire alla produzione di agliconi o intermedi di interesse scientifico e formulativo <sup>[1]</sup>.

Per prodotti alimentari destinati al mercato, eventuali dichiarazioni nutrizionali, funzionali o salutistiche dipendono dalla legislazione applicabile, dalla composizione finale, dal dosaggio reale dei composti e dal contesto di comunicazione. È quindi più corretto presentare la rhamnosidasi come **enzima tecnologico per deamarizzazione e idrolisi di glicosidi**, non come ingrediente che conferisce automaticamente benefici fisiologici al prodotto finito [14].

## Vantaggi pratici per chi lavora succhi e ingredienti citrus

Il vantaggio più evidente è la **riduzione mirata dell'amaro da naringina**. Invece di rimuovere indiscriminatamente classi intere di composti, la rhamnosidasi agisce su un legame specifico di un gruppo definito di substrati. Questa selettività può aiutare a preservare meglio l'identità agrumata rispetto ad approcci di separazione o adsorbimento meno selettivi [3].



**Figure 6.** 식품용 람노시다아제는 자몽과 포멜로 주스, 킨노 껍질 부산물, 감귤류 추출물, 음료 베이스, 플라보노이드 전환 공정에 적용할 수 있다.

Un secondo vantaggio è la **flessibilità formulativa**. Una base citrus meno dominata dalla naringina può essere più facile da integrare in bevande, miscele con altri frutti, prodotti fermentati o preparazioni aromatiche. Ciò non significa eliminare ogni nota amara, ma renderla proporzionata all'acidità, alla dolcezza e al profilo aromatico desiderato [9].

Un terzo vantaggio è la compatibilità con processi alimentari basati su biocatalisi. Gli enzimi sono ampiamente usati nella lavorazione dei succhi per migliorare resa, chiarifica, viscosità, aroma e qualità complessiva; la rhamnosidasi si inserisce in questa logica come enzima specializzato per substrati ramnosilati [9].

Infine, la rhamnosidasi consente un intervento concettualmente pulito: trasformare il composto responsabile, anziché coprirlo. Questo può essere utile quando si vogliono limitare correzioni formulative e mantenere una dichiarazione di processo più coerente con l'impiego di biotecnologie alimentari <sup>[3]</sup>.

## Limiti e aspettative realistiche

---

La rhamnosidasi non è una soluzione universale per tutti i difetti di gusto degli agrumi. Se l'amaro è dovuto prevalentemente alla limonina, a composti ossidati delle frazioni oleose, a eccessivo trascinarsi di buccia o ad alterazioni di processo, l'idrolisi della naringina può non essere sufficiente. Le review sulla deamarizzazione descrivono infatti un panorama ampio di soluzioni fisiche, chimiche, enzimatiche, adsorbenti e microbiologiche <sup>[3]</sup>.

Anche quando la naringina è il bersaglio corretto, il risultato dipende dalla matrice. Un succo limpido, un succo torbido, una purea e un estratto concentrato non offrono lo stesso ambiente al biocatalizzatore. La presenza di solidi, colloidali, oli e altri polifenoli può influenzare l'accessibilità del substrato e la percezione sensoriale finale <sup>[2]</sup>.

È inoltre necessario evitare promesse eccessive. L'enzima può contribuire a ridurre l'amaro associato a specifici glicosidi, ma non garantisce da solo un profilo sensoriale ottimale, né sostituisce la progettazione del prodotto, la gestione della materia prima e la valutazione qualitativa del lotto trattato <sup>[9]</sup>.

## Informazioni prodotto per Enzymes.bio

---

**Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme – Citrus Debitting & Naringin Hydrolysis** è fornito da **Enzymes.bio** per applicazioni alimentari in cui è richiesta l'idrolisi di rhamnoglicosidi, in particolare per la gestione dell'amaro da naringina in matrici citrus. Enzymes.bio è un fornitore online: non deve essere inteso come produttore dell'enzima né come laboratorio di analisi.



Figure 7. 감각적 변화는 쓴맛 분자를 그대로 둔 채 가리는 것이 아니라, 온전한 나린진을 전환함으로써 나타난다.

Il prodotto è venduto direttamente online in unità da **1 kg**. Dopo l'ordine online, la spedizione segue l'evasione dell'acquisto; **CoA** e **SDS** sono forniti insieme all'ordine, a supporto della ricezione, della gestione e dell'uso responsabile del prodotto.

Questo contenuto ha funzione tecnica ed educativa per operatori B2B. Le condizioni di impiego, la compatibilità con il processo, la conformità normativa e l'idoneità al prodotto finito restano responsabilità dell'utilizzatore, in base alla matrice trattata e al mercato di destinazione.

## Conclusion

La **rhamnosidasi food industry grade** è una soluzione enzimatica pertinente quando l'obiettivo è la **deamarizzazione degli agrumi legata alla naringina**. Il suo valore tecnico deriva dalla capacità di idrolizzare legami contenenti L-ranmosio, avviando la trasformazione della naringina in prunina e, in sistemi con attività glicosidasiche complementari, verso naringenina <sup>[1]</sup>.

Le evidenze scientifiche supportano l'impiego di rhamnosidasi e naringinasi in succhi di pompelmo, pomelo, basi citrus, biotrasformazione di flavonoidi e rilascio di aromi da precursori glicosidici. Il risultato migliore si ottiene quando il problema sensoriale è effettivamente collegato ai rhamnoglicosidi; per l'amaro da limonina o da altre cause, possono essere necessari approcci complementari <sup>[3][7]</sup>.

Per i trasformatori alimentari, l'interesse principale è la selettività: la rhamnosidasi non copre l'amaro, ma modifica specifiche molecole amare. Questa caratteristica la rende uno strumento tecnico credibile per succhi e ingredienti citrus, purché venga usata con aspettative realistiche e con una chiara comprensione della matrice da trattare.

## Ordina Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis 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 Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis →](#)

## 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. Kumar, S., Gautam, P., & Sharma, D. M. (2021). Source, Production, Immobilization and Industrial Applications of Debittering Enzyme Naringinase: Review. *Webology*.
2. Puri, M., Marwaha, S. S., Kothari, R., & Kennedy, J. (1996). Biochemical Basis of Bitterness in Citrus Fruit Juices and Biotech Approaches for Debittering. *Critical Reviews in Biotechnology*, 16, 145-155.
3. Purewal, S., & Sandhu, K. S. (2021). Debittering of citrus juice by different processing methods: A novel approach for food industry and agro-industrial sector. *Scientia Horticulturae*, 276, 109750.
4. Alvarenga, A., Romero, C., & Castro, G. R. (2013). A novel  $\alpha$ -l-rhamnosidase with potential applications in citrus juice industry and in winemaking. *European Food Research and Technology*, 237, 977-985.
5. Stabrauskienė, J., Kopustinskiene, D., Lažauskas, R., & Bernatoniene, J. (2022). Naringin and Naringenin: Their Mechanisms of Action and the Potential Anticancer Activities. *Biomedicines*, 10.
6. Prakash, S., Singhal, R., & Kulkarni, P. R. (2002). Enzymic debittering of Indian grapefruit (Citrus paradisi) juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 394-397.
7. Munoz, M., Holtheuer, J., Wilson, L., & Urrutia, P. (2022). Grapefruit Debittering by Simultaneous Naringin Hydrolysis and Limonin Adsorption Using Naringinase Immobilized in Agarose Supports. *Molecules*, 27.
8. Response Surface Optimization and Impact of Immobilized Enzymes Naringinase and Tannase on the Quality Parameters of Citrus maxima Juice. *Semantic Scholar* (2020).
9. Kumar, S. (2015). Role of enzymes in fruit juice processing and its quality enhancement Shiv Kumar. *Advances in Applied Science Research*, 6.

10. Puri, M., Kaur, A., Singh, R., & Kanwar, J. (2008). Immobilized enzyme technology for debittering citrus fruit juices.
11. Urrutia, P., Arrieta, R., Torres, C., Guerrero, C., & Wilson, L. (2024). Amination of naringinase to improve citrus juice debittering using a catalyst immobilized on glyoxyl-agarose. *Food Chemistry*, 452, 139600 .
12. Oliveira, F., Castellane, T. C. L., Melo, M. R., & Buzato, J. B. (2021). Preparation of Aspergillus niger 426 naringinases for debittering citrus juice utilization of agro-industrial residues. *International Microbiology*, 25, 123 - 131.
13. Kaur, S. (2019). Utilization of citrus peel for the production of debittering enzymes and pectin extraction.
14. Yang, Y., Trevethan, M., Wang, S., & Zhao, L. (2022). Beneficial Effects of Citrus Flavanones Naringin and Naringenin and Their Food Sources on Lipid Metabolism: An Update on Bioavailability, Pharmacokinetics, and Mechanisms. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 104, 108967 - 108967.

## 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.