

Rhamnosidase-Enzym für Zitrus-Entbitterung und Naringin-Hydrolyse in der Lebensmittelindustrie

Enzymes.bio Research-Team · Wellington, Neuseeland · June 18, 2026

Rhamnosidase wird in der Zitrusverarbeitung eingesetzt, um naringinbedingte Bitterkeit gezielt zu verringern: Das Enzym spaltet α -L-rhamnosidische Bindungen in Naringin und verwandten Flavonoid-Glykosiden, wodurch weniger bittere Folgeprodukte entstehen. Für Grapefruit-, Pomelo-, Bitterorangen-, Zitruskonzentrat- und Schalenextrakt-Anwendungen ist dieser Ansatz besonders relevant, weil Naringin dort ein zentraler Bitterstoff sein kann ^[1].

Enzymes.bio liefert Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme – Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis als B2B-Lieferant für professionelle Lebensmittel- und Getränkeprozesse; Enzymes.bio ist kein Hersteller und kein Prüflabor. Das Produkt wird online in 1-kg-Einheiten verkauft, und CoA sowie SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert .

Warum Naringin in Zitrusprodukten ein technisches Problem ist

Bitterkeit ist in Zitrusafts nicht einfach ein „Geschmacksfehler“, sondern ein chemisch begründetes Matrixproblem. In Grapefruit, Pomelo und verwandten Zitrusrohstoffen können Flavonoid-Glykoside wie Naringin in Mengen vorkommen, die sensorisch deutlich wahrnehmbar sind; daneben können Limonoide wie Limonin zur späten oder anhaltenden Bitterkeit beitragen. Eine aktuelle Übersicht zu Bitterkeit in lebensmittel- und medizinisch genutzten Pflanzenstoffen beschreibt, dass Bittereindrücke aus sehr unterschiedlichen Molekülklassen stammen und deshalb nicht mit einem einzigen universellen Verfahren vollständig kontrollierbar sind ^[2].

Für die industrielle Verarbeitung ist Naringin besonders interessant, weil es enzymatisch adressierbar ist. Das Molekül besteht aus dem Flavanon Naringenin, das glycosidisch mit einer Zuckergruppe verknüpft ist; diese Zuckerstruktur enthält L-Rhamnose. α -L-Rhamnosidase kann genau die α -L-rhamnosidische Bindung angreifen, die in solchen Glykosiden die Rhamnosekomponente trägt. Studien zur Naringinase und Rhamnosidase beschreiben diese Reaktion als Schlüsselschritt bei der Biokonversion von Naringin zu weniger bitteren oder weiter umwandelbaren Flavonoidformen ^[3].

Der praktische Nutzen liegt darin, dass eine Rezeptur nicht pauschal „überdeckt“ werden muss. Süßung, Aromamaskierung oder Verdünnung verschieben das Geschmacksprofil, entfernen aber nicht den Bitterstoff. Die enzymatische Naringin-Hydrolyse senkt dagegen die Konzentration eines konkreten Bittermoleküls oder verändert seine Struktur, was in Säften, Konzentraten, Fruchtzubereitungen und Zitruschalenextrakten eine präzisere Korrektur ermöglicht [1].

Mechanismus: Was Rhamnosidase mit Naringin macht

Naringin ist chemisch ein rhamnosyliertes Flavonoid-Glykosid. In vereinfachter Prozesssprache: Ein bitterer Flavonoidkern ist mit einem Disaccharid verbunden, und ein Teil dieses Zuckeranhangs ist Rhamnose. α -L-Rhamnosidase hydrolysiert die Bindung zur Rhamnose, wodurch Naringin in ein ent-rhamnosyliertes Zwischenprodukt wie Prunin überführt werden kann; bei Enzymkomplexen mit zusätzlicher β -Glucosidase-Aktivität kann anschließend auch die Glucose abgespalten werden, sodass Naringenin entsteht [4].

Diese Unterscheidung ist für Anwender wichtig. Ein reines oder rhamnosidasebetontes System kann primär den ersten Schritt – Naringin zu Prunin – fördern. Eine Naringinase im engeren Sinne wird in der Literatur häufig als Enzymkomplex beschrieben, der sowohl α -L-Rhamnosidase- als auch β -Glucosidase-Aktivitäten umfasst und deshalb Naringin stufenweise bis zu Naringenin umsetzen kann [3].

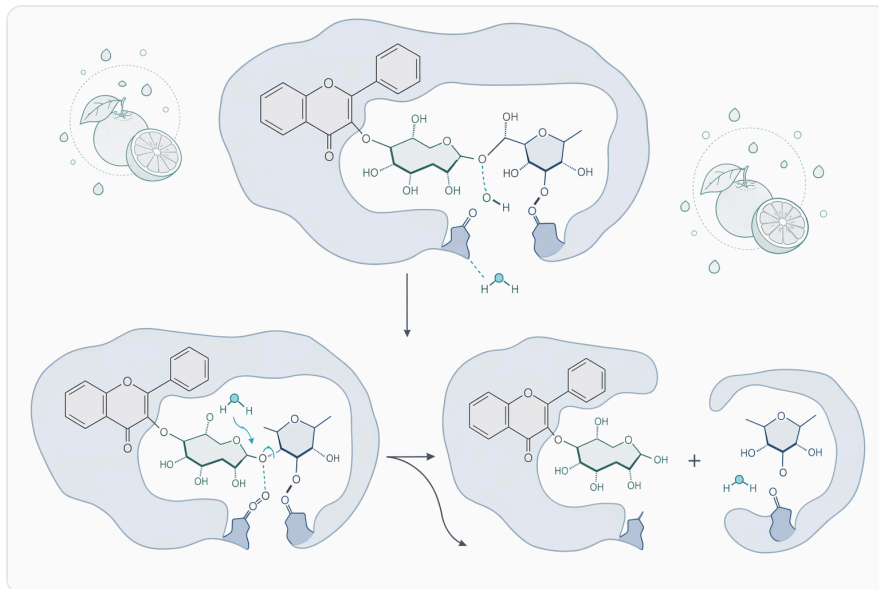


Figure 1. α -L-람노시다아제는 감귤류 기질에서 나린진의 말단 L-람노스를 제거하여 프루닌을 형성한다.

Der sensorische Effekt ergibt sich nicht daraus, dass das Enzym „Bitterkeit neutralisiert“, sondern aus der Strukturänderung. Naringin ist deutlich bitter; nach Abspaltung der Rhamnose verändert sich die Löslichkeit, Rezeptorinteraktion und Wahrnehmung des Moleküls. Genau deshalb ist Rhamnosidase für

Produkte mit naringinbedingter Bitterkeit relevant, aber nicht automatisch für jede bittere Zitrusmatrix geeignet ^[2].

Abgrenzung zu Limonin: Warum Rhamnosidase nicht jede Zitrusbitterkeit löst

Limonin ist kein rhamnosyliertes Flavonoid-Glykosid. Es gehört zu den Limonoiden und besitzt keine α -L-rhamnosidische Bindung, die Rhamnosidase spalten könnte. Wenn ein Zitrusprodukt vor allem limoninbedingt bitter ist, kann Rhamnosidase nur begrenzt helfen, selbst wenn Naringin zusätzlich vorhanden ist ^[1].

In der Praxis enthalten insbesondere Grapefruit- und verwandte Zitrusprodukte häufig mehrere Bitterstoffklassen. Die Forschung zu immobilisierter Naringinase betont deshalb, dass Debittering-Systeme häufig nicht nur auf die Naringinhydrolyse, sondern auch auf Prozessstabilität, Wiederverwendbarkeit und gegebenenfalls kombinierte Ansätze ausgerichtet werden. Adsorptive Verfahren, Membranprozesse oder andere Technologien können dann ergänzend betrachtet werden, wenn nicht-rhamnosylierte Bitterstoffe relevant sind ^[1].

Für die Anwendung bedeutet das: Rhamnosidase ist ein zielgerichtetes Werkzeug gegen Naringin und verwandte rhamnosylierte Glykoside, aber kein allgemeiner Geschmacksreparaturstoff. Der größte Effekt ist zu erwarten, wenn der Bittereindruck tatsächlich von Naringin dominiert wird oder wenn rhamnosylierte Flavonoide in einer Pflanzenextrakt-Matrix gezielt modifiziert werden sollen ^[4].

Rhamnosidase, Naringinase und andere Entbitterungsstrategien im Vergleich

Die Begriffe Rhamnosidase und Naringinase werden in der Anwendung manchmal unscharf verwendet. Technisch lohnt sich die Trennung: Rhamnosidase beschreibt die Spaltung rhamnosidischer Bindungen; Naringinase bezeichnet häufig ein System, das Naringin durch kombinierte glycosidspaltende Aktivitäten weiter umsetzen kann. Für Zitrus-saft-Entbitterung, Naringin-Hydrolyse und Flavonoidmodifikation ist entscheidend, welcher Reaktionsschritt im jeweiligen Prozess gebraucht wird ^[3].

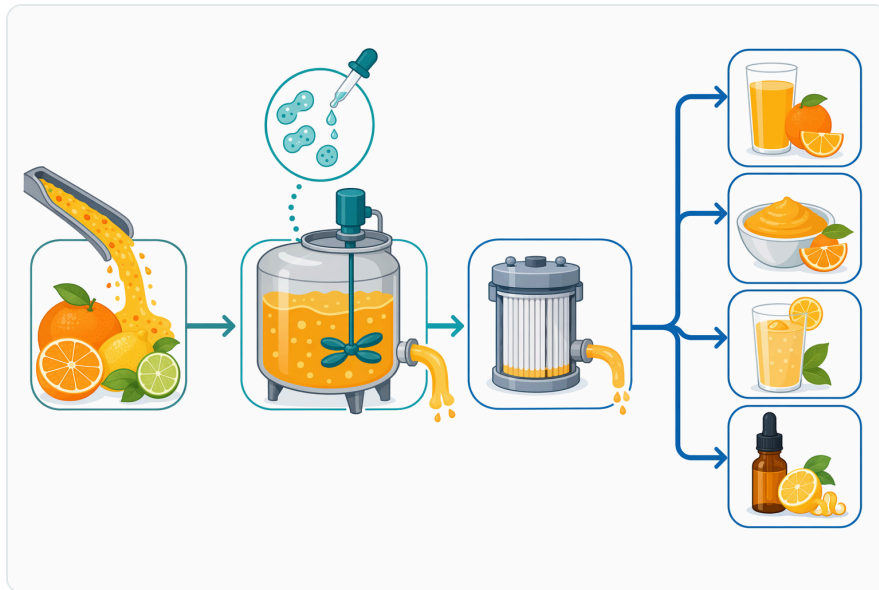


Figure 2. 나린진을 나린제닌으로 완전히 전환하려면 먼저 α -L-람노시다아제가, 그다음 β -D-글루코시다아제가 필요하다.

Ansatz	Zielmoleküle / Wirkprinzip	Typischer Nutzen	Wichtige Grenze
α -L-Rhamnosidase	Spaltet α -L-rhamnosidische Bindungen in Naringin und verwandten Glykosiden	Gezielte Reduktion naringinbedingter Bitterkeit; Bildung weniger bitterer Zwischenprodukte	Wirkt nicht direkt auf Limonin oder andere nicht-rhamnosylierte Bitterstoffe
Naringinase-Systeme	Kombination aus rhamnosidase- und glucosidasebezogenen Schritten	Stufenweise Umwandlung von Naringin bis zu Naringenin möglich	Reaktionsprofil hängt von der Enzymzusammensetzung und Matrix ab
Adsorptive Entbitterung	Bindung von Bitterstoffen an Trägermaterialien	Kann auch nicht-enzymatisch adressierbare Moleküle erfassen	Risiko von Aroma-, Farbe- oder Wirkstoffverlusten
Säurehydrolyse / Fermentation	Chemische oder mikrobielle Umwandlung von Flavonoiden	Kann Bioaktivität und Flavonoidprofil verändern	Weniger selektiv; Prozessnebenwirkungen müssen kontrolliert werden
Maskierung durch Süßung/Aromen	Sensorische Überdeckung	Schnelle Rezepturanpassung	Bitterstoff bleibt im Produkt; Zucker- und Aromaprofil ändern sich

Studien zu kombinierter Säurehydrolyse und Fermentation zeigen, dass Zitrusflavonoide auch durch nicht rein enzymatische Prozessketten verändert werden können. Solche Verfahren können funktionelle Eigenschaften und Bioaktivität beeinflussen, sind aber nicht gleichzusetzen mit der selektiven Rhamnoseabspaltung durch Rhamnosidase [5].

Evidenz aus der Forschung: Naringin-Hydrolyse ist gut belegt

Die biokatalytische Umwandlung von Naringin ist ein etablierter Forschungsschwerpunkt. Eine Arbeit zur Naringinase aus *Aspergillus niger* H032 beschreibt die Biokonversion von Naringin zu Naringenin ausdrücklich als Weg zur Aufwertung von Zitrusflavonoiden. Das ist für die Lebensmittelindustrie relevant, weil es nicht nur um Entbitterung, sondern auch um die gezielte Veränderung des Flavonoidprofils geht [3].

Auch bakterielle Enzyme wurden untersucht. Eine Studie zu einer Naringinase aus *Bacillus amyloliquefaciens* 11568 charakterisierte das Enzym als geeignet für die Transformation von Flavonoiden. Für technische Anwender zeigt dies, dass die Naringin-Hydrolyse nicht auf eine einzige mikrobielle Quelle oder einen einzigen Prozessansatz beschränkt ist [4].

Forschung zu kommerziellen Carbohydrasen an Zitrusfrüchten zeigt außerdem, dass enzymatische Behandlung die Gehalte an Hesperetin und Naringenin beeinflussen kann. Das ist bedeutsam, weil in realen Fruchtmatrices mehrere Flavonoid-Glykoside parallel vorliegen; die Enzymwirkung verändert daher nicht nur einen Bitterstoff, sondern kann das gesamte Flavanonprofil verschieben [6].

Eine weitere Studie zur Extraktion und Hydrolyse von Naringin aus Zitruschalen zeigt, dass Schalenfraktionen als Rohstoff für Naringin- und Flavonoidprozesse technisch relevant sind. Für Zutatenhersteller, die Peel-Extrakte, Nebenströme oder Ganzfruchtbestandteile nutzen, ist dieser Zusammenhang wichtiger als bei klar filtrierten Saftmatrices [7].

Zitruschalen, Nebenströme und funktionelle Zutaten

Zitruschalen sind in der Lebensmittelindustrie kein reiner Abfallstrom. Sie enthalten Pektin, ätherische Öle, Phenole und Flavonoide, darunter naringin- oder hesperidinbezogene Strukturen. Übersichtsarbeiten zu grünen Extraktionsverfahren aus Zitruschalen beschreiben das Potenzial solcher Nebenströme für bioaktive Zutaten, Lebensmittelanwendungen und Wertstoffgewinnung [8].



Figure 3. 람노시다아제는 결합 특이적으로 작용하는 반면, 나린지나아제 연쇄 반응과 비효소적 쓴맛 제거 방법은 서로 다른 메커니즘으로 감귤류 기질을 변화시킨다.

Die Herausforderung ist, dass gerade diese Nebenströme sensorisch schwierig sein können. Schalenextrakte tragen oft Bitterkeit, Adstringenz und intensive Aromafractionen in Rezepturen ein. Rhamnosidase kann hier helfen, rhamnosylierte Flavonoide umzubauen, ohne den gesamten Extrakt chemisch zu zerstören. Das ist besonders relevant, wenn ein Hersteller den Flavonoidcharakter erhalten, aber die Bitterspitze reduzieren möchte [7].

Auch biologische Vorbehandlungen von Zitrusabfällen werden untersucht. Eine Arbeit zum pilzlichen Pretreatment von Citrus Waste zeigte, dass solche Prozesse die Hydrolyse und nachfolgende Säurebildung organischer Fraktionen verbessern können. Obwohl dies nicht identisch mit einer Getränkeanwendung ist, verdeutlicht es die breitere industrielle Logik: Zitrusnebenströme werden zunehmend enzymatisch oder mikrobiell aufgeschlossen, statt nur entsorgt zu werden [9].

Prozesslogik in Saft, Konzentrat und Extrakt

In einem typischen Zitrusaftprozess wird Rhamnosidase nicht isoliert betrachtet, sondern in die bestehende Wärme-, Misch- und Halteführung integriert. Entscheidend sind Matrixkontakt, Substratverfügbarkeit und die Verweilzeit, in der das Enzym Naringin erreichen kann. Pulp-Anteil, Trubstoffe, Viskosität und Brix können die Reaktion beeinflussen, weil sie Diffusion, Enzymzugang und Löslichkeit der Flavonoide verändern [1].

Bei klaren oder teilgeklärten Säften ist Naringin oft besser zugänglich als in sehr partikelreichen Schalen- oder Ganzfruchtmatrices. In Schalenextrakten kann das Enzym stärker durch Begleitstoffe, Öle, phenolische Komponenten oder kolloidale Strukturen beeinflusst werden. Daher ist es technisch sinnvoll, Rhamnosidase nicht als starres Add-on, sondern als Reaktionsschritt innerhalb eines definierten Prozessfensters zu betrachten [8].

Die pH-Umgebung von Zitrusprodukten ist von Natur aus sauer, was für viele in der Zitrusverarbeitung diskutierte Glycosidasen grundsätzlich relevant ist. Dennoch bestimmt nicht allein der pH-Wert die Leistung: Temperaturführung, Kontaktzeit, Enzymverteilung und die Frage, ob Naringin gelöst oder partikelgebunden vorliegt, sind ebenso wichtig. Forschung zu enzymatischen und physikalischen Behandlungen von Zitrusflavedo zeigt, dass Prozessbedingungen die Aktivität kohlenhydratspaltender Enzyme und antioxidative Eigenschaften deutlich beeinflussen können [10].



Figure 4. 램노시다아제는 나린진형 플라보노이드의 쓴맛을 줄이지만, 모든 감귤류 쓴맛 성분을 표적으로 하지는 않는다.

Bei Konzentraten kommt zusätzlich die hohe Trockenmasse ins Spiel. Höhere Viskosität kann die Durchmischung erschweren, und hohe Zucker- oder Feststoffgehalte können Reaktionsgeschwindigkeit und sensorische Wahrnehmung verändern. In solchen Matrices ist die Bewertung des Endprodukts besonders wichtig, weil ein analytisch reduzierter Naringingehalt nicht automatisch bedeutet, dass alle Bitter- oder Herbeindrücke verschwinden [2].

Sensorische Wirkung: Weniger Bitterspitze, nicht automatisch „süßer Saft“

Der wichtigste Nutzen von Rhamnosidase ist eine Verringerung der bitteren Spitze, wenn diese durch Naringin oder verwandte rhamnosylierte Flavonoide verursacht wird. Sensorisch kann ein Saft dadurch runder, weniger scharf bitter und besser balanciert wirken. Das Produkt wird dadurch aber nicht automatisch süßer; vielmehr fällt eine störende Bitterkomponente weniger stark auf ^[1].

Diese Differenzierung ist für Rezepturentwickler relevant. Wenn Bitterkeit vorher Süße, Säure und Fruchtnoten überdeckt hat, kann die gleiche Rezeptur nach der Hydrolyse fruchtiger oder harmonischer erscheinen. Das ist keine Aromabildung im engeren Sinne, sondern eine Verschiebung der Wahrnehmung, weil ein dominanter Bitterreiz abgeschwächt wird ^[2].

Bei Extrakten kann die Wirkung komplexer sein. Wird Naringin in Prunin oder weiter in Naringenin umgewandelt, ändern sich nicht nur Bitterkeit, sondern auch Löslichkeit, Mundgefühl und Interaktion mit anderen Inhaltsstoffen. Arbeiten zur Veränderung von Citrus-Flavonoiden zeigen, dass Hydrolyse- und Fermentationsprozesse Bioaktivität und in-vitro/in-vivo-relevante Eigenschaften verändern können; solche Effekte müssen produktspezifisch interpretiert werden ^[5].

Immobilisierte Enzyme und Nachhaltigkeit: Was aus der Forschung für die Industrie relevant ist

Ein großer Teil der neueren Forschung beschäftigt sich mit immobilisierten Naringinase- oder Rhamnosidase-Systemen. Immobilisierung bedeutet, dass das Enzym an oder in einem Trägermaterial fixiert wird, um es stabiler, kontrollierbarer oder wiederverwendbar zu machen. Eine Übersichtsarbeit zu immobilisierter Naringinase beschreibt diesen Ansatz als umweltfreundliche Option für die Entbitterung von Zitrusäften und diskutiert aktuelle Entwicklungen und Perspektiven ^[1].

Für industrielle Getränkeprozesse ist das attraktiv, weil ein immobilisierter Biokatalysator theoretisch kontinuierliche oder halbkontinuierliche Prozesse ermöglichen kann. Der Saft oder Extrakt strömt durch ein Enzymbett oder kommt mit einem gebundenen Enzym in Kontakt, während der Biokatalysator im System verbleibt. Solche Konzepte unterscheiden sich deutlich von frei dosierten Enzympräparaten und erfordern eine eigene Anlagen- und Prozessauslegung ^[1].

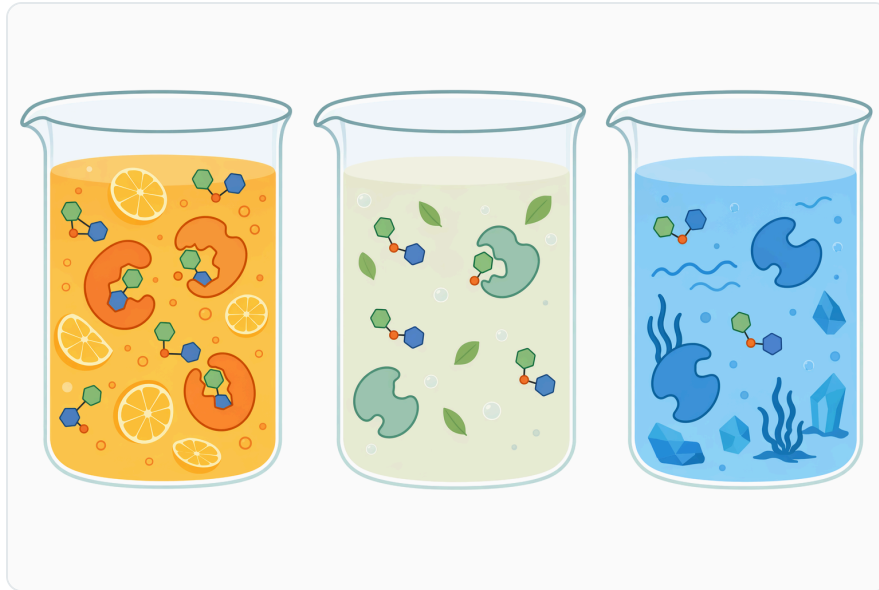


Figure 5. 감귤류의 쓴맛 제거에는 산성 과일 주스 조건에서도 적합하게 유지되는 램노시다아제 활성이 유리하다.

Nachhaltigkeitsargumente sollten dabei konkret bleiben. Der Vorteil liegt nicht pauschal darin, dass ein Enzym „natürlich“ ist, sondern darin, dass eine gezielte Biokonversion unter vergleichsweise milden Bedingungen stattfinden kann und unerwünschte chemische Nebenreaktionen reduziert werden können. Eine Übersicht zu aufkommenden Lebensmitteltechnologien betont, dass Nachhaltigkeit in der Industrie über geringeren Energieverbrauch, Abfallreduktion, Wertstoffgewinnung und verbesserte Ernährungsqualität bewertet werden muss ^[11].

Welche Anwendungen besonders gut passen

Grapefruit-, Pomelo- und Bitterorangenprodukte

Grapefruit und Pomelo sind klassische Kandidaten für Rhamnosidase, weil naringinbedingte Bitterkeit dort besonders relevant sein kann. Bei Bitterorangen und bestimmten Zitrusmischungen kann ebenfalls ein rhamnosylierter Flavonoidanteil vorliegen, der sensorisch störend wirkt. Für diese Anwendungen ist Rhamnosidase ein gezielter Prozessschritt zur Verringerung der Naringinlast ^[12].

Zitrussaftkonzentrate und Getränkebasen

In Konzentraten wird Bitterkeit oft intensiver wahrgenommen, weil Aromastoffe, Zucker, Säuren und Flavonoide verdichtet vorliegen. Eine enzymatische Vorbehandlung oder Behandlung vor der finalen Rezeptur kann helfen, die Bitterstoffbasis zu reduzieren, bevor Säure-Süße-Balance und Aromatisierung eingestellt werden. Forschung zu Naringinextraktion und -hydrolyse aus *Citrus × paradisi* unterstreicht die Bedeutung dieses Flavonoids in Grapefruit-basierten Systemen ^[12].

Zitruschalenextrakte und botanische Zutaten

Schalenextrakte sind für funktionelle Getränke, Aromen, Nahrungsergänzungszutaten und Lebensmittelkomponenten interessant, bringen aber oft deutliche Bitterkeit mit. Rhamnosidase kann dort zur Flavonoidmodifikation beitragen, insbesondere wenn Naringin oder ähnliche rhamnosylierte Glykoside eine Rolle spielen. Grüne Extraktionsansätze aus Zitruschalen zeigen, dass solche Rohstoffströme zunehmend als wertvolle Quellen bioaktiver Verbindungen betrachtet werden ^[8].

Fermentierte oder enzymatisch kombinierte Citrus-Produkte

Rhamnosidase kann auch Teil einer mehrstufigen Verarbeitung sein, etwa in Kombination mit Pektinasen, Cellulasen, Fermentation oder anderen milden Aufschlussverfahren. Solche Kombinationen verändern nicht nur Bitterkeit, sondern auch Extraktausbeute, Trübung, Textur und bioaktive Profile. Studien zu kombinierten Hydrolyse- und Fermentationsverfahren zeigen, dass die Prozesskette entscheidend für das Endprofil der Citrus-Flavonoide ist ^[5].

Wichtige Grenzen und Qualitätsrisiken

Die erste Grenze ist Substratspezifität. Wenn das Produkt kaum Naringin enthält, wird eine Rhamnosidasebehandlung sensorisch wenig bewirken. Umgekehrt kann ein Produkt trotz erfolgreicher Naringin-Hydrolyse bitter bleiben, wenn Limonin, Nomilin, phenolische Verbindungen oder intensive Schalenaromen dominieren ^[2].



Figure 6. 식품 등급 람노시다아제는 자몽 및 포멜로 주스, 키노우 껍질 부산물 흐름, 감귤류 추출물, 음료 베이스, 플라보노이드 전환 공정에 적용할 수 있다.

Die zweite Grenze ist Matrixzugang. In einem klaren Saft ist ein gelöstes Substrat leichter erreichbar als in einer viskosen Schalenpaste, einem emulgierten Öl-Wasser-System oder einer partikelreichen Ganzfruchtzubereitung. Dadurch kann die gleiche Enzymzubereitung in verschiedenen Produkten sehr unterschiedlich wahrgenommen werden, selbst wenn die zugrunde liegende Reaktion identisch ist ^[10].

Die dritte Grenze betrifft das Zielprofil. Nicht jedes Produkt soll maximal entbittert werden. Grapefruitgetränke brauchen oft eine kontrollierte, sortentypische Bitterkeit; ein vollständiges Entfernen kann flach oder unauthentisch wirken. In solchen Fällen ist Rhamnosidase ein Werkzeug zur Feinsteuerung, nicht zwingend zur vollständigen Bitterstoffelimination ^[1].

Sicherheit, Handhabung und Dokumentation

Enzympräparate sind Proteine und sollten in professionellen Lebensmittel- oder Getränkeprozessen mit geeigneten Arbeitsschutzmaßnahmen gehandhabt werden. Das betrifft vor allem Staub- oder Aerosolkontakt, Haut- und Augenkontakt sowie die betriebliche Einbindung in bestehende Hygiene- und Sicherheitskonzepte. Die konkrete Handhabung richtet sich nach den mitgelieferten Produktunterlagen .

Enzymes.bio liefert das Produkt als B2B-Lieferant, nicht als Hersteller und nicht als Prüflabor. CoA und SDS werden bei der Bestellung bereitgestellt, damit Anwender die gelieferten Unterlagen in ihre internen Qualitäts-, Dokumentations- und Arbeitsschutzprozesse einordnen können .

Das Produkt wird online in 1-kg-Einheiten angeboten. Es ist für professionelle Verarbeitungsanwendungen vorgesehen und nicht für den direkten menschlichen Verzehr als Endprodukt positioniert. Diese Abgrenzung ist wichtig, weil Rhamnosidase ein Verarbeitungshilfsmittel beziehungsweise eine technische Enzymzubereitung in einem industriellen Prozesskontext ist .



Figure 7. 감각적 변화는 쓴맛 분자를 그대로 가린 것이 아니라 온전한 나린진을 전환함으로써 나타난다.

Einordnung für Entscheider in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie

Rhamnosidase ist dann besonders sinnvoll, wenn ein Zitrusprodukt analytisch oder sensorisch durch naringinbedingte Bitterkeit geprägt ist. Der Mechanismus ist klar: Spaltung der α -L-rhamnosidischen Bindung, Verringerung des bitteren Naringins und Bildung weniger bitterer beziehungsweise weiter umwandelbarer Flavonoidformen. Die Forschung zu Naringinase, Rhamnosidase und Citrus-Flavonoiden stützt diesen Ansatz in Saft-, Schalen- und Extraktmatrices ^[3].

Der wirtschaftliche Wert liegt in besserer Rohstoffnutzung. Bittere Grapefruit-, Pomelo- oder Schalenfraktionen müssen nicht zwangsläufig verworfen, stark verdünnt oder intensiv maskiert werden, wenn der dominante Bitterstoff enzymatisch adressierbar ist. Das passt zu aktuellen Entwicklungen, in denen Zitrusnebenströme durch grüne Extraktion, Enzymtechnik und Biokonversion stärker als Wertstoffquellen genutzt werden ^[8].

Gleichzeitig bleibt die Anwendung realistisch zu bewerten. Rhamnosidase ersetzt keine ganzheitliche Rezeptentwicklung und keine geeignete Prozessführung. Sie ist ein präzises Werkzeug für rhamnosylierte Bitterstoffe – besonders Naringin – und entfaltet ihren größten Nutzen dort, wo dieser chemische Mechanismus tatsächlich zum Problem passt ^[1].

Kurzfasit

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme – Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis unterstützt die gezielte Reduktion naringinbedingter Bitterkeit in Zitrusäften, Konzentraten, Getränkebasen und Zitruschalenextrakten. Das Enzym spaltet α -L-rhamnosidische Bindungen in Naringin und verwandten Flavonoid-Glykosiden; dadurch können weniger bittere Folgeprodukte entstehen und die sensorische Balance verbessert werden ^[4].

Für Produkte, deren Bitterkeit vor allem aus Limonin oder anderen nicht-rhamnosylierten Verbindungen stammt, ist Rhamnosidase allein nicht die passende Komplettlösung. Als selektiver enzymatischer Prozessschritt ist sie jedoch ein gut begründetes Werkzeug für Citrus Debittering, Naringin Hydrolysis und die Aufwertung flavonoidreicher Zitrusrohstoffe ^[1].

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis online bestellen

Verkauf in 1 kg-Einheiten, ab Lager und versandbereit. Bestellen Sie direkt in unserem Shop — bezahlen Sie online, wir bearbeiten Ihre Bestellung. Ein Analysenzertifikat und ein Sicherheitsdatenblatt liegen jeder Bestellung bei.

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

Referenzen

Nummeriert nach Reihenfolge der Erstzitation. Open-Access-Quellen, jeweils zum Veröffentlichungszeitpunkt auf Erreichbarkeit geprüft; die Zitationsnummern im Text verlinken hierher:

1. [Immobilized Naringinase as a Suitable Biocatalyst and an Environment-Friendly Approach for De-bittering of Citrus Juices: Recent Developments and Future Perspectives](#). *Semantic Scholar* (2024).
2. Tian, Z., Zhao, H., Huang, X., Wang, X., & Qin, L. (2025). [Bitterness of Medicine Food Homology Substances: Mechanisms, Identification, and Reduction Strategies](#). *Food reviews international (Print)*, 41, 2950 - 2967.
3. Bentouhami, N., Yousfi, S., Yahyaoui, M., Moumnassi, S., Brahmi, F., Bellaouchi, R., Abouloifa, H., ... et al. (2025). [Bioconversion of naringin to naringenin by a characterized Naringinase from aspergillus Niger HO32: Toward the valorization of citrus flavonoids](#). *Journal of Microbiological Methods*, 107342 .
4. Zhu, Y., Jia, H., Xi, M., Xu, L., Wu, S., & Li, X. (2017). [Purification and characterization of a naringinase from a newly isolated strain of Bacillus amyloliquefaciens 11568 suitable for the transformation of flavonoids](#). *Food Chemistry*, 214, 39-46 .

5. König, A., Sadova, N., Dornmayr, M., Schwarzingler, B., Neuhauser, C., Stadlbauer, V., Wallner, M., ... et al. (2023). Combined acid hydrolysis and fermentation improves bioactivity of citrus flavonoids in vitro and in vivo. *Communications Biology*, 6.
6. Shin, K., Chang, H., & Lee, J. (2020). Effect of commercial carbohydrases on the hesperetin and naringenin contents of citrus fruits.
7. Sant, A., Ahmad, I., & Bhatia, S. (2022). Extraction and Hydrolysis of Naringin from Citrus fruit peels. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1263.
8. Sanli, I., Ozkan, G., & Şahin-Yeşilçubuk, N. (2025). Green extractions of bioactive compounds from citrus peels and their applications in the food industry. *Food Research International*, 212, 116352 .
9. Mancera-Sandoval, R., Loera, O., & Ramírez-Vives, F. (2023). Fungal pretreatment of citrus waste improves the hydrolysis and acidogenesis of the organic fraction of urban solids wastes. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.
10. Lu, S., Chu, Y., Sridhar, K., & Tsai, P. (2020). Effect of ultrasound, high-pressure processing, and enzymatic hydrolysis on carbohydrate hydrolyzing enzymes and antioxidant activity of lemon (Citrus limon) flavedo. *Lwt - Food Science and Technology*, 110511.
11. Gavahian, M. (2024). Opinion on the prospects of emerging food processing technologies to achieve sustainability in the industry by reduced energy consumption, waste reduction and valorisation, and improved food nutrition. *International Journal of Food Science & Technology*.
12. Stabrauskienė, J., Marksa, M., Ivanauskas, L., & Bernatoniene, J. (2022). Optimization of Naringin and Naringenin Extraction from Citrus × paradisi L. Using Hydrolysis and Excipients as Adsorbent. *Pharmaceutics*, 14.

Enzymes.bio kontaktieren

Fragen zu einer Bestellung? Unser Team hilft Ihnen gerne weiter.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

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

[Kontakt aufnehmen →](#)



400+ B2B-Kunden



60+ universitäre Forschungspartner



54 weltweit beliefert

© 2026 Enzymes.bio · Enzymlieferant für Industrie & Lebensmittelverarbeitung · Nicht zum menschlichen Verzehr oder für den Einzelverkauf.