

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme: Turunçgil Acılık Giderme ve Naringin Hidrolizi

Enzymes.bio Araştırma Ekibi · Wellington, Yeni Zelanda · June 21, 2026

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme, turunçgil ürünlerinde naringin gibi ramnoz içeren flavonoid glikozitlerin enzimatik hidrolizi için kullanılan gıda prosesi odaklı bir biyokatalizördür. α -L-rhamnosidase, naringin molekülündeki terminal ramnoz kalıntısını uzaklaştırarak acılık yönetimi, prunin oluşumu ve uygun enzim kombinasyonlarında naringenin yönlü biyodönüşüm için temel basamağı sağlar ^[1]. Enzymes.bio bu ürünü üretici veya laboratuvar olarak değil, 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan tedarik eden bir B2B platform olarak sunar; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır.

Rhamnosidase enzimi nedir ve neden turunçgil proseslerinde önemlidir?

Rhamnosidase, daha teknik adıyla α -L-rhamnosidase, doğal glikozitlerde bulunan terminal L-ramnoz şeker kalıntılarını hidrolizleyebilen bir glikozidaz türüdür. Gıda prosesleri açısından önemi, turunçgil flavonoidlerinin önemli bir bölümünün şeker bağlı yapıda bulunması ve bu şeker bağlarının tat, çözünürlük, biyodönüşüm yönü ve aroma algısı üzerinde etkili olabilmesidir. Gıda endüstrisinde mikrobiyal enzimlerin hidroliz, yapı modifikasyonu ve kalite iyileştirme gibi işlevlerle yaygın biçimde kullanıldığı; bu nedenle seçici glikozidazların meyve suyu ve bitkisel hammadde işleme gibi alanlarda pratik değer taşıdığı bildirilmektedir ^[2].

Turunçgil bağlamında rhamnosidase en çok naringin hidrolizi ile ilişkilendirilir. Naringin, özellikle greyfurt ve bazı pomelo/mandarin türevlerinde acılık algısına katkı veren flavonoid glikozitlerden biridir; molekülde ramnoz içeren bir şeker bölümü bulunduğu için α -L-rhamnosidase bu yapıya doğrudan müdahale eder. α -L-rhamnosidase ve β -glucosidase kombinasyonlarının naringini naringenin yönünde dönüştürmek üzere birlikte tarandığı çalışmalar, bu iki enzimatik basamağın pratik biyodönüşüm senaryolarında birlikte ele alındığını göstermektedir ^[1].

Bu ürünün teknik konumlandırması, “acı tadı örtme” yaklaşımından farklıdır. Tatlandırıcı ekleme, seyreltme veya aroma ile maskeleyme gibi yöntemler duyuşsal algıyı dolaylı olarak değiştirirken, rhamnosidase hedef moleküldeki glikozidik bağı keserek kimyasal yapıyı değiştirir. Bu nedenle gıda

prosesinde rhamnosidase kullanımı, özellikle naringin ve benzeri ramnoz içeren flavonoid glikozitlerin anlamlı düzeyde bulunduğu matrislerde, moleküler düzeyde acılık yönetimi olarak değerlendirilmelidir [3].

Naringin hidrolizinin somut mekanizması

Naringin hidrolizini anlamak için molekülü üç parçalı düşünmek yararlıdır: flavonoid çekirdek, glukoz kalıntısı ve terminal ramnoz kalıntısı. α -L-rhamnosidase, uygun koşullarda terminal ramnoz bağı su aracılığıyla keser; bu işlem naringinden ramnozun ayrılmasına ve prunin gibi daha ileri dönüşümlere açık bir ara ürünün oluşmasına yol açabilir. Spirochaeta thermophila kaynaklı α -L-rhamnosidase ile prunin biyosentezine odaklanan çalışma, rhamnosidase basamağının naringinden prunin yönlü seçici dönüşüm için ayrı bir biyokatalitik değer taşıdığını göstermektedir [3].

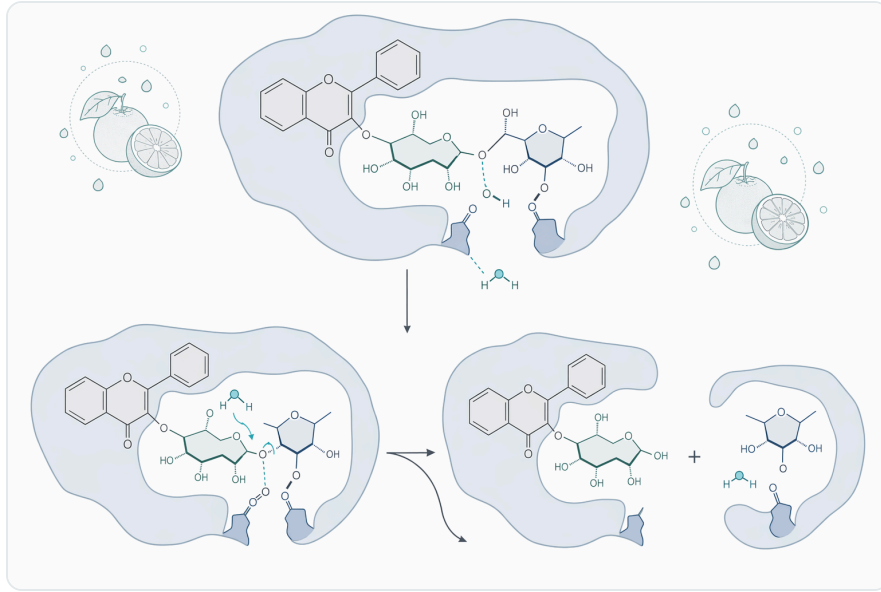


Figure 1. α -L-rhamnosidase is an enzyme that removes the terminal L-rhamnose from naringin in citrus matrix to form prunin.

Naringenin oluşumu ise genellikle tek basamaklı bir rhamnosidase etkisiyle açıklanmaz. Naringin önce rhamnosidase etkisiyle prunin benzeri bir ara ürüne dönüşebilir; daha sonra uygun β -glucosidase etkisi varsa kalan glukoz kalıntısı uzaklaştırılarak naringenin aglikonu oluşabilir. Naringenin naringenin yönünde “tek kap” enzimatik kaskatla dönüştürülmesine yönelik çalışmalarda α -rhamnosidase ve β -glucosidase birlikte değerlendirilmiş, bu da tam hidroliz hedeflerinde ardışık enzim etkisinin önemini ortaya koymuştur [1].

Bu ayırım, uygulama sonucunu yorumlamak için kritiktir. Bir proseste yalnızca terminal ramnoz uzaklaştırma baskınsa ürün profili prunin yönünde kalabilir; β -glucosidase etkisi yeterliyse naringenin oluşumu daha ileri düzeye taşınabilir. Bu nedenle “rhamnosidase”, “naringinase” ve “ β -glucosidase”

terimleri aynı şey gibi kullanılmamalıdır; rhamnosidase naringin dönüşüm zincirinin özellikle ramnoz koparma basamağını ifade eder [3].

Turunçgil acılık giderme: hedef molekül ve duyuşal etki

Turunçgil ürünlerinde acılık tek bir bileşikten ibaret değildir; naringin, farklı flavonoid glikozitler, limonoidler ve proses sırasında yoğunlaşan fenolik bileşenler birlikte algıya katkıda bulunabilir. Rhamnosidase özellikle ramnoz içeren flavonoid glikozitlere yöneliktir; bu nedenle naringin kaynaklı acılık üzerinde mekanistik olarak anlamlıdır, fakat limonin gibi ramnoz içermeyen acılık kaynakları için tek başına evrensel çözüm olarak görülmemelidir. Bu sınırlı fakat seçici hedef, enzimin teknik değerini netleştirir: doğru substrat mevcutsa reaksiyon doğrudandır; substrat farklıysa beklenen etki sınırlanır [1].

Greyfurt, pomelo, turunçgil kabuğu ekstraktları, posa bazlı bileşenler ve bazı mandarin ürünleri bu yaklaşımın en anlaşılır uygulama alanlarıdır. Naringin düzeyi yüksek bir matriste rhamnosidase, acı flavonoid glikozitin şeker yapısına müdahale ederek tat profilini değiştirebilir. Prunin üretimine odaklanan çalışmalar, naringin dönüşümünde terminal ramnozun uzaklaştırılmasının yalnızca teorik bir reaksiyon olmadığını, somut biyodönüşüm hedefleri için araştırıldığını göstermektedir [3].

Gıda uygulamasında beklenen duyuşal sonuç, “tamamen acısız ürün” şeklinde genellenmemelidir. Etki; başlangıç naringin düzeyine, meyve çeşidine, meyve olgunluğuna, çözünmüş katı içeriğine, pH aralığına, temas süresine, sıcaklık geçmişine ve prosesin enzimi hangi aşamada kullandığına bağlıdır. Mikrobiyal enzimlerin gıda proseslerindeki etkilerinin matrise, proses koşullarına ve hedef reaksiyona bağlı olarak değiştiği gıda endüstrisi derlemelerinde genel bir teknik çerçeve olarak vurgulanmaktadır [2].

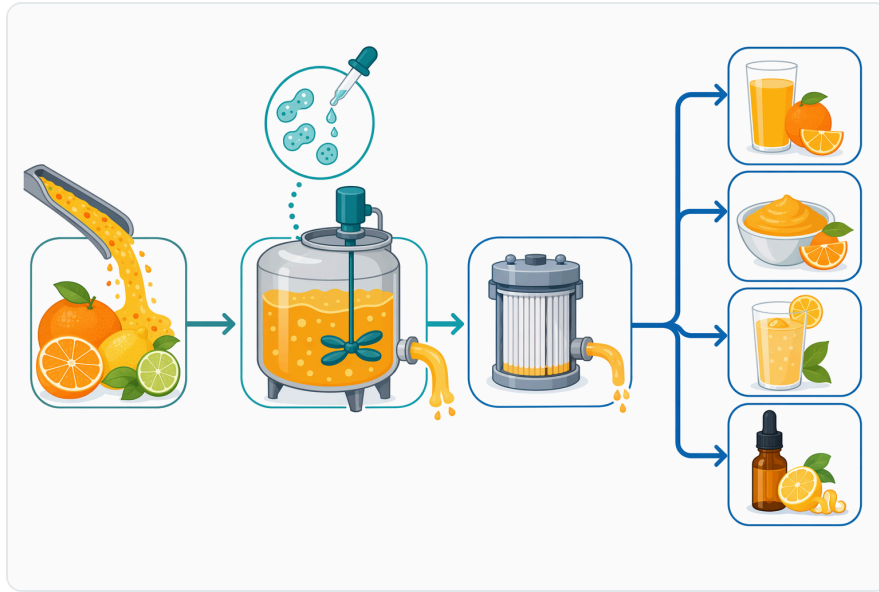


Figure 2. Naringin'in naringenin'e tamamen dönüşmesi için önce α -L-rhamnosidaz, ardından β -D-glukosidazın kullanılması gerekir.

Rhamnosidase, naringinase ve diğer acılık yönetimi yaklaşımlarının karşılaştırması

Aşağıdaki tablo, turunçgil acılık giderme ve naringin hidrolizi bağlamında sık kullanılan yaklaşımları teknik olarak ayırır. Amaç, satın alma kontrol listesi vermek değil, proses tasarımı için hangi yöntemin hangi moleküler hedefe yöneldiğini açıklamaktır.

Yaklaşım	Birincil hedef	Mekanizma	Tipik sonuç	Sınır
α -L-rhamnosidase	Naringin gibi terminal ramnoz içeren flavonoid glikozitler	Ramnoz bağının hidrolizi	Naringin azalması ve prunin yönlü ara ürün oluşumu	β -glucosidase yoksa naringenin oluşumu sınırlı kalabilir ^[3]
α -L-rhamnosidase + β -glucosidase kaskadı	Naringin → naringenin yönlü tam hidroliz	Önce ramnoz, sonra glukoz kalıntısının uzaklaştırılması	Aglikon oluşumuna daha uygun dönüşüm yolu	Enzimlerin birlikte çalışacağı proses penceresi gerekir ^[1]
Genel naringinase sistemi	Naringin ve ilişkili turunçgil glikozitleri	Rhamnosidase ve glucosidase etkilerinin birlikte bulunabildiği sistem	Acılık azaltma ve flavonoid biyodönüşümü	Bileşim ve baskın aktivite profili ürüne göre değişebilir ^[1]
Adsorpsiyon veya reçine temelli yaklaşım	Çeşitli acı bileşenler	Hedef bileşenlerin yüzeye tutulması	Kimyasal dönüşüm olmadan bileşen azaltma	Aroma, renk veya faydalı fenoliklerde eş zamanlı kayıp riski olabilir ^[2]

Yaklaşım	Birincil hedef	Mekanizma	Tipik sonuç	Sınır
Tat maskeleyme	Duyusal algı	Tatlandırıcı, aroma veya formülasyonla algıyı dengeleme	Acılığın algısal olarak bastırılması	Acı molekül yapısal olarak değişmez [2]

Bu karşılaştırmada rhamnosidase'nin avantajı, hedef molekül üzerinde seçici biyokatalitik dönüşüm yapmasıdır. Ancak bu seçicilik aynı zamanda sınırdır: ürünün acılığı naringin dışı bileşiklerden kaynaklanıyorsa, rhamnosidase etkisi duyusal sonuca tek başına yeterli yansımayabilir. Bu nedenle enzim, turunçgil prosesinde kimyasal hedefi tanımlı bir araç olarak görülmeli; tüm acılık sorunlarına genelleştirilmiş bir katkı maddesi gibi değerlendirilmemelidir [1].

Bilimsel kanıt zemini: gıda enzimi, naringin biyodönüşümü ve güvenlik değerlendirmeleri

α -L-rhamnosidase gıda enzimi olarak düzenleyici ve bilimsel değerlendirme literatüründe yer alır. *Penicillium adametzii* AE-HP suşundan elde edilen α -L-rhamnosidase için gıda enzimi güvenlik değerlendirmesinin yayımlanmış olması, bu enzim grubunun gıda uygulamaları bağlamında spesifik ve resmi bilimsel incelemelere konu edildiğini gösterir [4]. Bu ifade, Enzymes.bio tarafından tedarik edilen ürünün aynı suş veya aynı üretim prosesiyle elde edildiği anlamına gelmez; yalnızca enzim ailesinin gıda güvenliği literatüründeki yerini açıklar.

Aynı enzim için kullanım kapsamı genişletmesine yönelik ayrı bir güvenlik değerlendirmesi de yayımlanmıştır. Bu tür uzatma değerlendirmeleri, bir gıda enziminin kullanım bağlamının değişebileceğini ve güvenlik değerlendirmelerinin belirli kullanım senaryolarına göre ele alındığını gösterir [5]. Bu nedenle teknik dokümantasyonda "rhamnosidase gıdada değerlendirilen bir enzim ailesidir" demek makuldür; fakat herhangi bir ticari ürün için kaynağa, üreticiye veya regülasyon sonucuna ilişkin doğrulanmamış genelleme yapılmamalıdır.



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

Naringin biyodönüşümüne ilişkin en doğrudan kanıt, α -rhamnosidase ve β -glucosidase kombinasyonlarının naringini naringenin yönünde dönüştürmek için tarandığı çalışmalardan gelir. Bu çalışmalar, naringin hidrolizinde yalnızca “enzim varlığı”nın değil, enzimlerin basamaklı işlevlerinin de önemli olduğunu gösterir [1]. Uygulama diline çevrildiğinde bu, rhamnosidase ürününün özellikle ilk şeker kalıntısının uzaklaştırılması açısından konumlandırılması gerektiği anlamına gelir.

Prunin biyosentezi üzerine yapılan çalışma ise rhamnosidase'nin ara ürün kontrolü bakımından değerini vurgular. Naringinden prunin elde edilmesi, naringin hidroliz zincirinin tamamen naringenin oluşumuna gitmek zorunda olmadığını; proses hedefi monoglukozit ara ürün ise rhamnosidase basamağının ayrıca optimize edilebilir olduğunu gösterir [3]. Gıda prosesinde bu bilgi, duyu hedef ile flavonoid profil hedefinin aynı anda düşünülmesi gerektiğini ortaya koyar.

Proses tasarımında dikkat edilmesi gereken teknik değişkenler

Rhamnosidase uygulaması çoğunlukla sulu turuncgil matrislerinde düşünülür. Meyve suyu, konsantre, ekstrakt veya posa süspansiyonu gibi sistemlerde enzimin substrata ulaşabilmesi gerekir; bu nedenle viskozite, askıda katı madde, pektin yapısı ve karıştırma düzeni dönüşüm hızını etkileyebilir. Gıda endüstrisinde mikrobiyal enzimlerin performansının matris ve proses parametrelerine bağlı olarak değiştiği genel olarak kabul edilen bir teknik ilkedir [2].

Sıcaklık yönetimi ayrıca önemlidir. Enzimler protein yapılı biyokatalizörlerdir; belirli sıcaklık aralıklarında yapılarını korur ve uygun koşullarda reaksiyon verirler, fakat aşırı ısıl geçmiş aktivite kaybına neden olabilir. *Cryptococcus albidus* α -L-rhamnosidase üzerine termal stabilite çalışması, bu enzim ailesinde sıcaklık dayanımının ayrı bir araştırma konusu olduğunu ve proses uygunluğu açısından dikkate alındığını göstermektedir [6].

pH da turunçgil uygulamalarında doğrudan gündeme gelir, çünkü portakal, greyfurt, pomelo ve mandarin bazlı matrisler doğal olarak asidiktir. Bununla birlikte farklı α -L-rhamnosidase enzimleri farklı pH davranışları gösterebilir; örneğin *Aspergillus flavus* kaynaklı alkali derhamnosilasyon özellikli α -L-rhamnosidase üzerine yapılan yapısal çalışma, enzim özelliklerinin kaynağa göre değişebildiğini gösterir [7]. Bu nedenle tek bir akademik enzimin pH davranışı bütün ticari rhamnosidase ürünlerine otomatik olarak aktarılmamalıdır.

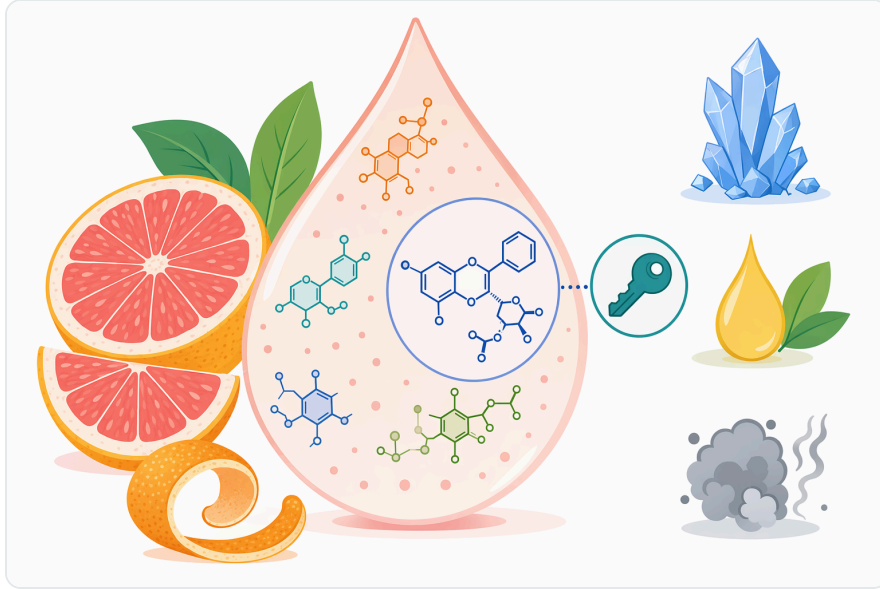


Figure 4. 램노시다아제는 나린진 계열 플라보노이드의 쓴맛을 완화하지만, 모든 감귤류 쓴맛 성분을 표적으로 하지는 않는다.

Temas süresi, hedef dönüşümü belirleyen diğer bir değişkendir. Kısa temas, kısmi naringin dönüşümüyle sınırlı kalabilir; daha uzun temas, substrat erişimi ve enzim kararlılığı uygunsa dönüşümü artırabilir. Ancak gıda prosesinde temas süresi yalnızca kimyasal dönüşümle değil, mikrobiyal güvenlik, renk stabilitesi, oksidasyon ve üretim hattı kapasitesiyle birlikte planlanır. Naringin biyodönüşüm çalışmalarında enzim kombinasyonu ve reaksiyon tasarımı dönüşüm yönünü etkilediği gösterildiği için, zaman faktörü de bu çerçevede değerlendirilmelidir [1].

İmmobilizasyon, enzim mühendisliği ve gelişen araştırma alanları

Rhamnosidase literatüründe immobilizasyon önemli bir araştırma başlığıdır. Magnetit nanoparçacıkları üzerinde rekombinant α -L-rhamnosidase immobilizasyonuna odaklanan çalışma, kararsız bir enzimin naringin biyodönüşümünde daha kullanılabilir bir formata taşınması fikrini incelemiştir [8]. Bu, Enzymes.bio tarafından tedarik edilen ürünün immobilize formda olduğu anlamına gelmez; yalnızca endüstriyel uygunluk arayışının literatürde nasıl ilerlediğini gösterir.

Enzim mühendisliği de aktif bir alandır. *Aspergillus niger* α -L-rhamnosidase üzerinde ters hidroliz verimini artırmaya yönelik rasyonel tasarım çalışması, aktif bölgeye erişim yolları ve enzim mimarisinin ürün yönünü etkileyebileceğini göstermektedir [9]. Gıda uygulaması açısından bu bilgi, rhamnosidase'nin sabit ve tek tip bir araç değil, kaynak ve yapı farklılıklarıyla performansı değişebilen bir enzim ailesi olduğunu ortaya koyar.

Yeni kaynakların araştırılması da aynı nedenle önemlidir. Alkali koşullarda derhamnosilasyon özellikleri incelenen *Aspergillus flavus* α -L-rhamnosidase çalışması, farklı mikroorganizmalardan gelen enzimlerin substrat tanıma ve çevresel koşullara uyum bakımından ayrışabildiğini gösterir [7]. Buna rağmen ticari ürün dokümantasyonunda belirli bir akademik varyantın özellikleri, doğrulanmış ürün bilgisi olmadan doğrudan ürün iddiasına dönüştürülmemelidir.

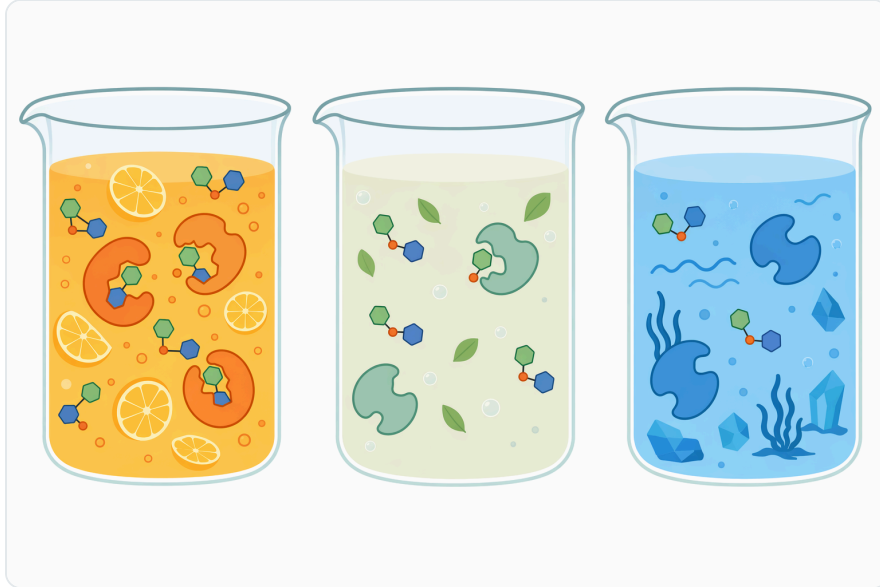


Figure 5. 감귤류의 쓴맛 제거에는 산성 과일 주스 조건에서도 활성을 유지할 수 있는 람노시다아제가 적합하다.

Uygulama alanları: turunçgil suyu, konsantre, yan ürün ve flavonoid dönüşümü

En doğrudan uygulama, greyfurt ve pomelo gibi naringin kaynaklı acılığın belirgin olduğu içeceklerde acılık azaltmadır. Rhamnosidase burada naringin molekülünün terminal ramnoz kısmını hedefleyerek tat profilinde değişim sağlayabilecek bir dönüşüm başlatır. Naringini naringenin yönünde dönüştürmeyi amaçlayan enzim tarama çalışmaları, bu reaksiyonun yalnızca model sistemlerde değil, turunçgil flavonoidlerinin değerli biyodönüşümü açısından da araştırıldığını göstermektedir [1].

Konsantre ve ekstrakt uygulamalarında enzim kullanımı daha dikkatli tasarlanmalıdır. Konsantrasyon arttıkça viskozite, çözünmüş madde miktarı ve substrat erişimi değişebilir; ayrıca aroma yoğunluğu ve renk stabilitesi de daha hassas hale gelir. Mikrobiyal enzimlerin gıda proseslerinde seçici kalite iyileştirme sağlayabilmesi, proses koşullarının biyokatalizöre uyumlu olmasıyla yakından ilişkilidir [2].

Turunçgil yan ürünleri de potansiyel uygulama alanıdır. Kabuk, posa ve ekstraktlar flavonoid glikozitlerce zengin olabilir; ancak acılık, burukluk veya formülasyona uyumsuzluk nedeniyle doğrudan kullanımları sınırlanabilir. Rhamnosidase temelli hidroliz, bu bileşenlerdeki ramnozlu glikozit profilini değiştirmeye yönelik bir biyokatalitik adım olarak düşünülebilir; prunin üretimine yönelik çalışma bu tür seçici ara ürün yaklaşımını destekleyen bir örnektir [3].

Flavonoid biyodönüşümü, acılık giderme dışındaki bir diğer teknik hedeftir. Naringin, prunin ve naringenin arasındaki dönüşüm, yalnızca tat açısından değil, bileşen profili ve ürün konumlandırması açısından da önemlidir. α -rhamnosidase ile β -glucosidase'in birlikte kullanıldığı kaskat yaklaşımı, flavonoid aglikon oluşumunun basamaklı enzim mantığıyla yönetilebileceğini göstermektedir [1].



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

Gıda prosesi bağlamında gerçekçi beklentiler

Rhamnosidase kullanıldığında beklenen etki, substratın varlığına ve erişilebilirliğine bağlıdır. Eğer üründeki acılığın ana nedeni naringin değilse veya naringin enzimin erişemeyeceği bir yapıda tutuluyorsa, duyuusal etki sınırlı kalabilir. Bu nedenle rhamnosidase, “turunçgil acılığını her koşulda yok eden” bir katkı değil, ramnoz içeren flavonoid glikozitlere yönelik seçici bir proses enzimidir ^[3].

Ayrıca tam naringenin oluşumu hedefleniyorsa, rhamnosidase tek başına yeterli olmayabilir. Rhamnosidase terminal ramnoz kalıntısını uzaklaştırır; kalan glukoz kalıntısının ayrılması için β -glucosidase etkisi gerekir. Naringinden naringenin üretimine yönelik tek kap kaskat çalışması, bu iki basamağın birlikte tasarlanmasının neden önemli olduğunu açık biçimde ortaya koyar ^[1].

Enzim uygulamasının ürün duyusuna etkisi her zaman lineer değildir. Naringin azalırken aroma bileşenleri, asitlik algısı, tatlılık dengesi ve fenolik burukluk daha görünür hale gelebilir. Bu nedenle rhamnosidase uygulaması yalnızca analitik bir dönüşüm hedefi olarak değil, nihai içecek veya gıda formülasyonunun toplam duyuusal mimarisi içinde değerlendirilmelidir ^[2].

Enzymes.bio tedarik formatı ve dokümantasyon

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme, Enzymes.bio tarafından 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satış modeliyle sunulan bir B2B enzim ürünüdür. Enzymes.bio burada üretici, fermentasyon tesisi veya analiz laboratuvarı olarak konumlanmaz; rolü, profesyonel kullanıma yönelik enzim tedariki ve sipariş lojistiği sağlamaktır. Enzymes.bio'nun gönderim bilgileri çevrim içi sipariş ve uluslararası teslimat akışına göre yapılandırılmıştır .

Siparişe birlikte CoA ve SDS sağlanır. CoA, sevk edilen ürün partisine eşlik eden kalite dokümantasyonu; SDS ise güvenli taşıma, depolama ve kullanım için gerekli güvenlik bilgilerini içeren belgedir. Bu dokümanların varlığı, ürünün gıda prosesi girdisi olarak profesyonel kullanım bağlamında ele alınmasını destekler; ancak üreticiye özgü proses iddiaları veya laboratuvar analiz hizmeti anlamına gelmez .



Figure 7. 감각적 변화는 쓴맛 분자를 그대로 둔 채 가리는 것이 아니라, 온전한 나린진을 전환하는 데서 비롯된다.

Ürün doğrudan insan tüketimi için değil, gıda işleme ve endüstriyel proses uygulamaları için değerlendirilmelidir. Enzim, proses içinde belirli bir biyokatalitik işlev üstlenir; nihai ürün formülasyonu, mevzuat uygunluğu, etiketleme ve proses validasyonu kullanıcının kendi üretim bağlamında ele alınır. Gıda enzimlerine ilişkin güvenlik değerlendirmelerinin belirli kaynak, kullanım ve proses koşullarına göre yapıldığı dikkate alındığında, ticari kullanımda ürün dokümantasyonu ve yerel düzenlemeler birlikte değerlendirilmelidir [5].

Sonuç: naringin hidrolizi için seçici ve teknik olarak anlamlı bir biyokatalizör

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme, turunçgil ürünlerinde naringin ve benzeri ramnoz içeren flavonoid glikozitlerin hedefli hidrolizi için kullanılan seçici bir gıda prosesi enzimidir. Mekanizmanın merkezinde terminal ramnoz kalıntısının uzaklaştırılması yer alır; bu basamak naringin kaynaklı acılık yönetimi, prunin oluşumu ve uygun enzim kombinasyonlarında naringenin yönlü dönüşüm için temel önemdedir [1].

Bilimsel literatür, α -L-rhamnosidase'in gıda enzimi olarak değerlendirildiğini, naringin biyodönüşümünde doğrudan kullanıldığını ve immobilizasyon ile enzim mühendisliği gibi alanlarda geliştirilmeye devam ettiğini göstermektedir [4]. Bununla birlikte enzim etkisi substrat tipine, proses koşullarına ve hedef ürün profiline bağlıdır; bu nedenle rhamnosidase en doğru şekilde, turunçgil acılığını moleküler düzeyde yönetmeye yardımcı olan teknik bir biyokatalizör olarak konumlandırılmalıdır. Enzymes.bio ürünü 1 kg birimler halinde çevrim içi tedarik eder; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır.

Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis ürününü online sipariş edin

1 kg birimler halinde satılır; stokta mevcut ve sevkiyata hazırdır. Mağazamızdan doğrudan sipariş verin — online ödeme yapın, siparişinizi işleme alalım. Her siparişe Analiz Sertifikası ve Güvenlik Bilgi Formu dahildir.

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

Kaynaklar

İlk atıf sırasına göre numaralandırılmıştır. Açık erişimli kaynaklardır; her birinin yayım sırasında erişilebilir olduğu doğrulanmıştır. Metindeki atıf numaraları buraya bağlantı verir:

1. Lu, M., Liu, S., Zhao, L., & Pei, J. (2023). Screening β -glucosidase and α -rhamnosidase for biotransformation of naringin to naringenin by the one-pot enzymatic cascade.. *Enzyme and Microbial Technology*, 167, 110239 .
2. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
3. Luo, C., Ke, L., Huang, X., Zhuang, X., Guo, Z., Xiao, Q., Chen, J., ... et al. (2024). Efficient biosynthesis of prunin in methanol cosolvent system by an organic solvent-tolerant α -L-rhamnosidase from *Spirochaeta thermophila*.. *Enzyme and Microbial Technology*, 175, 110410 .
4. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2023). Safety evaluation of the food enzyme α -l-rhamnosidase from the non-genetically modified *Penicillium adametzii* strain AE-HP. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 21.
5. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2024). Safety evaluation of an extension of use of the food enzyme α -l-rhamnosidase from the non-genetically modified *Penicillium adametzii* strain AE-HP. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 22.
6. Gudzenko, O., Borzova, N., & Varbanets, L. (2015). THERMAL STABILITY OF *Cryptococcus albidus* α -L-RHAMNOSIDASE.. *Ukrainian Biochemical Journal*, 87 3, 23-30 .
7. Vishal, K., Barman, S., Senger, D. S., Yadav, V., & Yadav, P. K. (2025). Enzymatic Properties and Structural Insights Into the Derhamnosylating Alkaline α -l-Rhamnosidase From *Aspergillus flavus*. *Biotechnology and applied biochemistry*, 73, 634 - 644.
8. Sun, G., Guo, S., Yao, Y., Lin, Z., Gao, H., Stauber, R. H., Li, B., ... et al. (2026). Facile immobilization of an unstable recombinant α -L-rhamnosidase on magnetite nanoparticles for efficient naringin biotransformation.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150652 .
9. Lin, Y., Cai, Y., Li, H., Li, L., Jiang, Z., & Ni, H. (2024). Efficiency enhancement in *Aspergillus niger* α -L-rhamnosidase reverse hydrolysis by using a tunnel site rational design strategy.. *Enzyme and Microbial Technology*, 180, 110484 .

Enzymes.bio ile iletişime geçin


Siparişinizle ilgili sorularınız mı var? Ekibimiz yardımcı olmaktan memnuniyet duyar.

E-POSTA wholesale@enzymes.bio

TELEFON (ABD) [+1 \(507\) 428-6057](tel:+1(507)428-6057)

[Bize ulaşın →](#)

 **400+** B2B müşteriler

 **60+** üniversite araştırma ortakları

 **54** dünya genelinde hizmet

© 2026 Enzymes.bio · Endüstriyel ve gıda işleme enzim tedariki · İnsan tüketimi veya perakende satış için değildir.