

Gıda Tipi β -Amilaz: Maltose Üretimi İçin Sıvı Enzim ve Nişasta Sakkarifikasyonunda Kullanımı

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

Gıda tipi β -amilaz, nişasta hidrolizatlarında maltose ağırlıklı şeker profili oluşturmak için kullanılan bir sıvı enzimdir; özellikle yüksek maltose şurubu, maltose odaklı ara ürünler ve tahıl bazlı proseslerde değer taşır. β -amilazın pratik rolü, α -amilaz ile erişilebilir hâle getirilmiş nişasta zincirlerinden maltose oluşumunu desteklemektir; pirinç nişastasası ve pirinç yan ürünleri üzerinde yapılan çalışmalar, maltose şurubunun enzimatik dönüşümle üretilebildiğini göstermektedir ^[1]. Enzymes.bio bu ürünü üretici veya laboratuvar olarak değil, tedarikçi olarak sunar; ürün 1 kg birimler halinde çevrim içi satın alınabilir ve siparişe birlikte CoA ile SDS sağlanır.

β -Amilaz Nedir ve Maltose Üretimindeki Temel Rolü Nedir?

β -amilaz, nişasta ve nişasta türevli karbonhidrat zincirlerinden maltose oluşumunu destekleyen bir amilazdır. Nişasta; amiloz ve amilopektin gibi glukoz polimerlerinden oluşur, ancak bu polimerler doğrudan istenen tatlılık, çözünürlük, fermantasyon davranışı veya şurup fonksiyonelliğini sağlamayabilir. β -amilazın değeri, nişastayı yalnızca daha küçük parçalara ayırmasında değil, sakkarifikasyon aşamasında ürün dağılımını maltose yönüne çekebilmesindedir; pirinç nişastasasının enzimatik dönüşümünden maltose şurubu üretimine yönelik çalışmalar bu kullanım alanını doğrudan destekler ^[1].

Maltose, iki glukoz biriminden oluşan bir disakkarittir ve gıda proseslerinde yalnızca tatlılık kaynağı olarak değil, aynı zamanda fermantasyon substratı, şurup bileşeni ve daha ileri karbonhidrat kimyası için ara madde olarak işlev görebilir. Bu nedenle “maltose üretimi için β -amilaz” ifadesi, sadece tek bir şekerin oluşumunu değil, nişasta bazlı hammaddenin hedeflenen şeker profiline dönüştürülmesini anlatır. Maltoseun daha sonra biyomanüfaktür sistemlerinde dönüştürülebilmesi bir başlangıç maddesi olarak ele alınması, bu disakkaritin endüstriyel biyoproseslerde ara ürün değerini göstermektedir ^[2].

Enzymes.bio tarafından tedarik edilen **Food-Grade β -Amylase – High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production**, gıda uygulamalarında maltose oluşumunu desteklemek üzere konumlandırılmış sıvı bir enzim ürünüdür. Ürün, çevrim içi doğrudan satış modeliyle 1 kg birimler halinde sunulur;

Enzymes.bio üretici, analiz laboratuvarı veya proses tasarım firması gibi konumlandırılmaz. Analiz Sertifikası ve Güvenlik Bilgi Formu siparişle birlikte sağlanır.

Nişastadan Maltosea: Mekanizma Somut Olarak Nasıl İşler?

Nişasta molekülleri uzun glukoz zincirleri içerir. α -amilaz tipik olarak bu zincirleri daha kısa, daha erişilebilir parçalara dönüştürerek sıvılaştırma aşamasında kullanılır; β -amilaz ise bu hazırlanmış zincirlerin uçlarından maltose birimleri oluşturma yönünde çalışır. Pirinç nişastasından maltose şurubu üretimine odaklanan çalışma, enzimatik dönüşümün nişasta bazlı hammaddeyi maltose bakımından zengin bir şurup fraksiyonuna dönüştürmek için kullanılabileceğini göstermektedir [1].

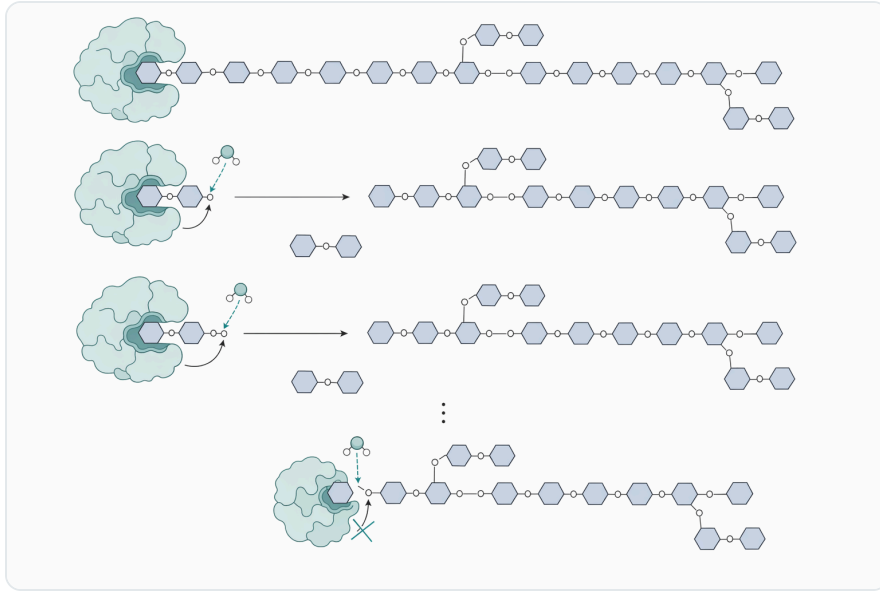


Figure 1. β -amilaz enzimi, çözünmüş nişastanın amilopektin kısmında maltose birimlerini çıkararak, birimlere ulaşarak bir dizi maltose birimlerini oluşturur.

β -amilazın çalışma mantığı, nişasta zincirinin uygun uç bölgelerinden ardışık maltose oluşumuna dayanır. Ancak nişasta yapısının tamamı düz zincirlerden oluşmaz; amilopektin gibi dallı yapılar, β -amilazın ilerleyebileceği alanları sınırlayabilir. Bu nedenle maltose verimini artırmak için bazı proseslerde β -amilaz, dallanma noktalarını açmaya yardımcı olan enzimlerle birlikte ele alınır; β -amilaz ve pullulanazın nişasta jelatinizasyonu veya retrogradasyon derecesini değerlendirmek için birlikte kullanıldığı klasik çalışma, bu iki enzimin nişasta yapısındaki farklı bağ bölgelerine tamamlayıcı biçimde yaklaşabildiğini göstermesi açısından önemlidir [3].

Bu mekanizma, üretim hattı açısından iki aşamalı bir düşünmeyi gerektirir: önce nişastanın erişilebilir hâle gelmesi, sonra maltose odaklı sakkarifikasyon. Eğer nişasta yeterince jelatinize edilmemiş, sıvılaştırılmamış veya zincir uzunluğu β -amilazın etkili çalışmasına uygun hâle getirilmemişse, maltose

oluşumu sınırlı kalabilir. Pirinçten yüksek maltose şurubu ve yüksek proteinli un üretimine yönelik enzimatik yöntemlerde, nişasta dönüşümü ile yan ürün değerinin birlikte yönetilmesi bu proses mantığının uygulamalı bir örneğidir ^[4].

Gıda Tipi β -Amilazın Pratik Uygulama Alanları

Yüksek Maltose Şurubu Üretimi

β -amilazın en doğrudan uygulaması, nişasta bazlı hammaddelerden yüksek maltose şurubu üretimidir. Bu uygulamada amaç, toplam indirgen şeker miktarını artırmaktan ziyade, şeker dağılımını maltose lehine yönlendirmektir. Pirinç nişastasının enzimatik dönüşümüyle maltose şurubu üretimi üzerine yapılan çalışma, nişasta hidrolizatlarının kontrollü enzimatik işleme maltose bakımından zenginleştirilebildiğini göstermektedir ^[1].

Yüksek maltose şurubu, tatlılık profili, viskozite katkısı, fermantasyon davranışı ve daha ileri dönüştürme prosesleri için kullanılan bir ara ürün olabilir. Pirinçten yüksek maltose şurubu ve yüksek proteinli un üretimine yönelik enzimatik yöntemde, nişasta fraksiyonunun şurup değerine dönüştürülmesi ile protein fraksiyonunun yan ürün olarak değerlendirilmesi aynı proses yaklaşımı içinde ele alınmıştır ^[4].

Pirinç Kepeği ve Nişastalı Yan Ürünlerin Değerlendirilmesi

Pirinç kepeği ve benzeri nişasta içeren yan ürünler, gıda endüstrisinde yalnızca düşük değerli yan akımlar olarak görülmek zorunda değildir. Enzimatik dönüşüm, bu tür hammaddelerdeki nişasta fraksiyonunun maltose şurubuna yönlendirilmesine olanak sağlayabilir. Seçilmiş pirinç kepeğinden enzimatik yöntemle yüksek maltose şurubu üretimini ele alan çalışma, yan ürün bazlı hammaddelerin de maltose üretim zincirine dahil edilebileceğini göstermektedir ^[5].

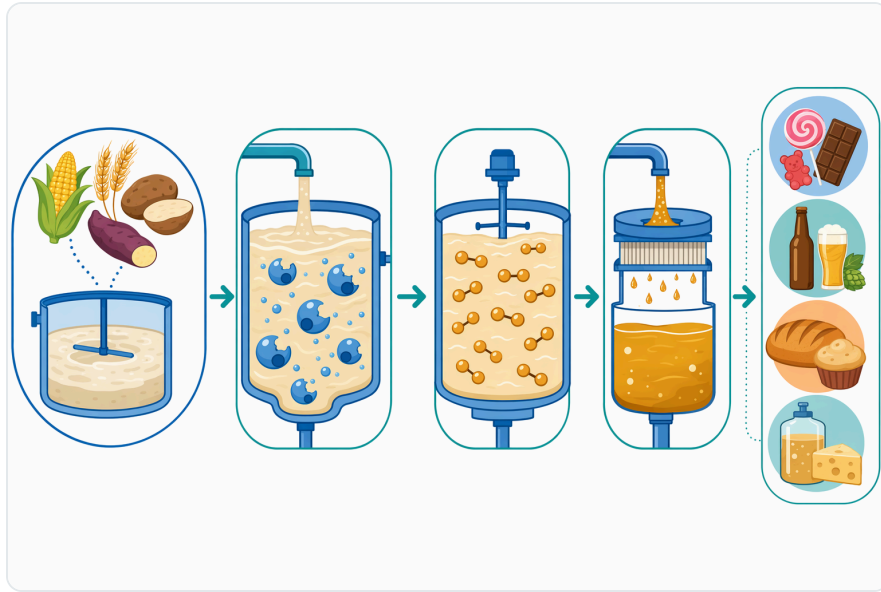


Figure 2. 식품용 β -아밀라아제는 전분 액화 후 덱스트린을 고말토스 시럽으로 전환하는 데 사용되며, 식품 및 발효 시장에 활용됩니다.

Bu yaklaşım, özellikle nişasta ve protein içeren yan akımlarda önemlidir. Enzimatik yöntemler, hammaddenin tek bir çıktı için tüketilmesi yerine, karbonhidrat ve protein fraksiyonlarının farklı ürün değerlerine ayrılmasını destekleyebilir. Pirinçten yüksek maltose şurubu ve yüksek proteinli un üretimi üzerine yapılan çalışma, nişasta dönüşümü ile proteinli yan ürün kazanımının birlikte değerlendirilebildiğini ortaya koymaktadır [4].

Tahıl Bazlı Fermantasyon ve İçecek Prosesleri

Tahıl bazlı proseslerde şeker profili, fermantasyon kinetiği ve son ürün karakteri üzerinde belirleyici olabilir. Maltose, birçok fermantasyon sisteminde önemli bir karbon kaynağıdır; ancak her mikroorganizma maltoseu aynı hızda veya aynı şekilde tüketmez. Düşük alkollü bira üretiminde kalıntı maltoseun enzimatik işleme kontrol edilmesine yönelik çalışma, maltose seviyesinin içecek proseslerinde aktif olarak yönetilen bir parametre olabileceğini göstermektedir [6].

Bu bağlamda β -amilaz, malt bazlı içeceklerde veya tahıl hidrolizatlarında doğrudan “fermantasyonu artıran” tek başına bir çözüm olarak değil, şeker profilini şekillendiren bir proses bileşeni olarak düşünülmelidir. Maltose oluşumu, maya veya diğer fermantatif mikroorganizmaların kullanım özelliklerine, hedef alkol düzeyine, tatlılık beklentisine ve kalıntı şeker tasarımına bağlı olarak avantaj veya kontrol edilmesi gereken bir değişken olabilir [6].

Maltose Tabanlı Fonksiyonel Karbonhidrat Üretimi

Maltose yalnızca nihai şurup bileşeni değildir; başka karbonhidrat ürünlerinin sentezinde de başlangıç veya alıcı molekül olarak kullanılabilir. Maltoseden uzun zincirli izomaltooligosakkaritlerin üretimini ve bunların prebiyotik özelliklerini ele alan çalışma, maltoseun daha ileri değerli karbonhidratlara dönüştürülebilen bir ara ürün olduğunu göstermektedir [7].

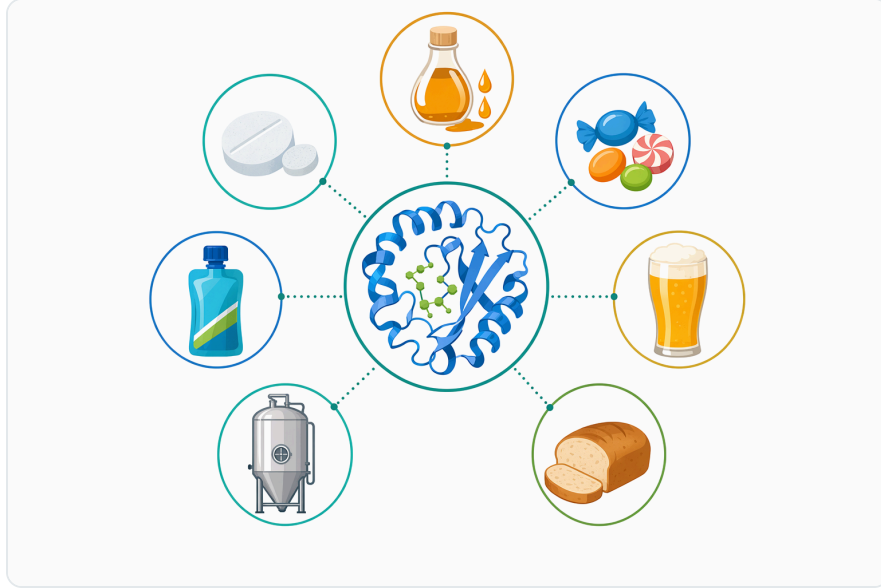


Figure 3. β -amilazla üretilen yüksek maltoseli şurup, reçel, meyve, ekmek, bira, besin takviyesi ve ilaçta kullanılmaya uygundur.

Benzer şekilde, maltose alıcı reaksiyonundan sindirilemeyen oligosakkaritlerin enzimatik sentezi üzerine yapılan çalışma, maltoseun farklı enzim sistemlerinde fonksiyonel oligosakkarit üretimi için kullanılabileceğini ortaya koyar [8]. Bu nedenle maltose üretimi için β -amilaz kullanımı, yalnızca şurup üretimiyle sınırlı düşünülmemeli; maltoseun başka ürün platformlarına geçişte ara madde olarak rol oynayabileceği de hesaba katılmalıdır.

Maltoseden doğrudan siklodekstrin sentezine yönelik enzimatik yaklaşım da bu zincirin başka bir örneğidir. Siklodekstrinlerin maltoseden şablonlu enzimatik sentezini ele alan çalışma, maltoseun özel karbonhidrat yapılarının kurulmasında yapı taşı olarak kullanılabileceğini göstermektedir [9].

β -Amilaz, α -Amilaz ve Pullulanazın Proses İçindeki Farkları

Nişasta dönüşümünde tek bir enzimin tüm hedefleri karşılaması beklenmez. α -amilaz, β -amilaz ve dallanma giderici enzimler farklı görevler üstlenir; proses performansı çoğu zaman bu görevlerin doğru sırada veya uygun kombinasyonda kullanılmasına bağlıdır. β -amilaz-pullulanaz sisteminin nişasta

yapısının değerlendirilmesinde kullanılması, bu tamamlayıcılığın analitik ve proses mantığı açısından uzun süredir bilindiğini gösterir [3].

| Bileşen | Nişasta Üzerindeki Temel Rol | Maltose Üretimi Açısından Anlamı | Dikkat Edilmesi Gereken Nokta |
|---|---|--|---|
| α -Amilaz | Uzun nişasta zincirlerini daha kısa ve erişilebilir parçalara ayırır | β -amilazın işleyebileceği hidrolizat altyapısını oluşturabilir | Aşırı veya uygunsuz sıvılaştırma, hedef şeker profilini etkileyebilir |
| β -Amilaz | Hazırlanmış zincirlerden maltose oluşumunu destekler | Maltose ağırlıklı şeker profili için ana sakkarifikasyon aracıdır | Dallı bölgelerde ilerlemesi sınırlanabilir |
| Pullulanaz / dallanma giderici yaklaşım | Dallı nişasta yapılarındaki kısıtlayıcı noktaların açılmasına yardımcı olur | β -amilazın daha fazla zincir bölgesine erişmesini destekleyebilir | Etki, hammadde yapısına ve proses tasarımına bağlıdır |

Bu tablo, β -amilazın neden çoğu zaman “tek başına nişasta kırıcı” olarak değil, bir şeker profili yönlendiricisi olarak anlaşılması gerektiğini özetler. Pirinç nişastasının maltose şurubuna dönüştürülmesi gibi uygulamalarda, nişastanın önce uygun biçimde hazırlanması ve ardından maltose odaklı sakkarifikasyona alınması prosesin merkezindedir [1].

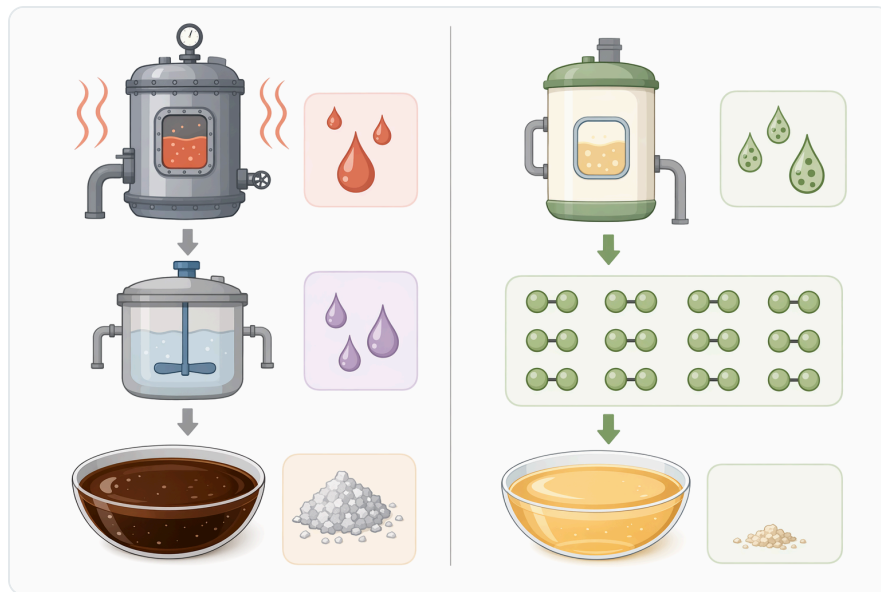


Figure 4. 산 가수분해와 비교할 때, β -아밀라아제 당화는 불필요한 부산물이 적고 더 깨끗한 말토스 고함량 시럽을 얻을 수 있는 보다 온화한 공정입니다.

Gıda Proseslerinde Enzimatik Yaklaşımın Değeri

Gıda endüstrisinde enzimler, yüksek seçicilikleri nedeniyle kimyasal dönüşümlere göre daha kontrollü proses seçenekleri sunabilir. Gıda tipi enzimlerin agro-endüstriyel atıklardan üretimi ve biyoproseslerde kullanımı üzerine yapılan değerlendirme, gıda enzimlerinin sürdürülebilir işleme, yan ürün değerlendirme ve biyoteknolojik üretim açısından önemini ortaya koymaktadır [10].

Bu bağlamda β -amilaz, nişasta bazlı hammaddelerin daha hedefli biçimde dönüştürülmesi için kullanılan bir biyokatalizördür. Nişastayı tamamen glukozaya yönlendiren yaklaşımlar bazı uygulamalar için uygun olabilirken, maltose ağırlıklı şuruplar farklı tatlılık, fermantasyon ve formülasyon hedefleri için tercih edilebilir. Pirinç kepeğinden yüksek maltose şurubu üretimi, yan akım değerlendirme ile maltose profili oluşturmanın aynı uygulama alanında birleşebileceğini göstermektedir [5].

Gıda proseslerinde “gıda tipi” ifadesi, enzimin gıda uygulamalarına uygunluk bağlamında konumlandırıldığını belirtir; bu ifade tek başına her formülasyon veya her mevzuat bölgesi için otomatik uygunluk anlamına gelmez. Ürün kullanımı, nihai ürün kategorisi, yerel düzenlemeler ve işletmenin kalite sistemiyle birlikte değerlendirilmelidir. Gıda sınıfı enzimlerin çeşitli gıda matrikslerinde kullanıldığına dair çalışmalar, amilaz, selüloz/ksilanaz ve proteaz gibi enzimlerin bitkisel yan ürün işleme bağlamında değerlendirilebildiğini göstermektedir [11].

Hammaddeye Göre Beklenen Davranış Neden Değişir?

β -amilaz uygulamalarında en önemli değişkenlerden biri hammadde yapısıdır. Pirinç nişastası, pirinç kepeği, tahıl unları veya farklı bitkisel nişasta kaynakları aynı nişasta/protein oranına, aynı jelatinizasyon davranışına veya aynı dallanma yoğunluğuna sahip değildir. Bu nedenle pirinç nişastası üzerinde çalışan bir prosesin sonuçları, pirinç kepeği veya farklı tahıl yan ürünlerinde aynı şekilde tekrarlanmayabilir [1].

Pirinç kepeği gibi hammaddelerde nişastaya ek olarak lif, protein, lipid ve mineral fraksiyonları bulunabilir. Bu bileşenler, enzim erişilebilirliğini, viskoziteyi ve ayrılabilirliği etkileyebilir. Seçilmiş pirinç kepeğinden yüksek maltose şurubu üretimi üzerine yapılan çalışma, hammadde seçiminin enzimatik maltose üretiminde ayrı bir proses değişkeni olduğunu gösterir [5].

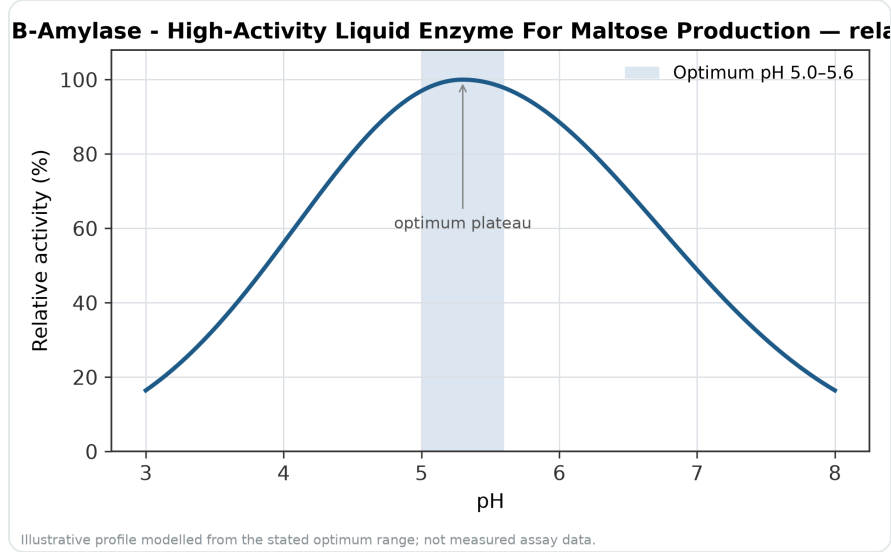


Figure 5. pH'e 따른 식품용 β -아밀라아제(말토스 생산용 고효율성 액상 효소)의 상대 활성으로, pH 5.0–5.6에서 최적 활성 구간을 나타냅니다.

Protein içeren nişastalı hammaddelerde ise hedef sadece şurup üretimi olmayabilir; protein fraksiyonunun korunması veya ayrı bir ürün olarak değerlendirilmesi de ekonomik açıdan önem taşıyabilir. Pirinçten yüksek maltose şurubu ve yüksek proteinli un üretimine yönelik enzimatik yaklaşım, karbonhidrat dönüşümü ile protein değerinin birlikte ele alınabileceğini ortaya koymaktadır [4].

Proses Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Teknik Mantık

β -amilazdan beklenen performans, substratın enzime uygun hâle getirilmesine bağlıdır. Nişasta granülleri erişilebilir değilse veya hidrolizat zincir dağılımı uygun değilse, enzim beklenen maltose profilini oluşturmakta sınırlanabilir. Pirinç nişastasının enzimatik dönüşümünden maltose şurubu üretimi, nişasta hazırlama ve enzimatik sakkarifikasyonun birbirine bağlı adımlar olduğunu göstermektedir [1].

Dallanma yapısı da kritik bir sınırlayıcıdır. β -amilaz düz zincir bölgelerinde maltose oluşumunu desteklerken, dallı bölgelerde ilerleme kesintiye uğrayabilir. Pullulanaz ile birlikte kullanılan β -amilaz sistemleri, dallanma giderici yaklaşımın nişasta yapısını daha erişilebilir hâle getirmede neden önemli olabileceğini açıklayan iyi bir örnektir [3].

Sıcaklık, pH, temas süresi ve kuru madde düzeyi gibi proses değişkenleri ürün sonucunu etkileyebilir; ancak bu dokümanda belirli çalışma aralıkları veya aktivite birimi tanımları verilmez. Bunun nedeni, ticari enzim performansının ürün formülasyonu, hammadde tipi ve proses hattı koşullarına göre

değişmesidir. Gıda enzimlerinin farklı matrikslerde kullanıldığı çalışmalar, aynı enzim grubunun bile uygulama bağlamına göre farklı sonuçlar verebileceğini göstermektedir [11].

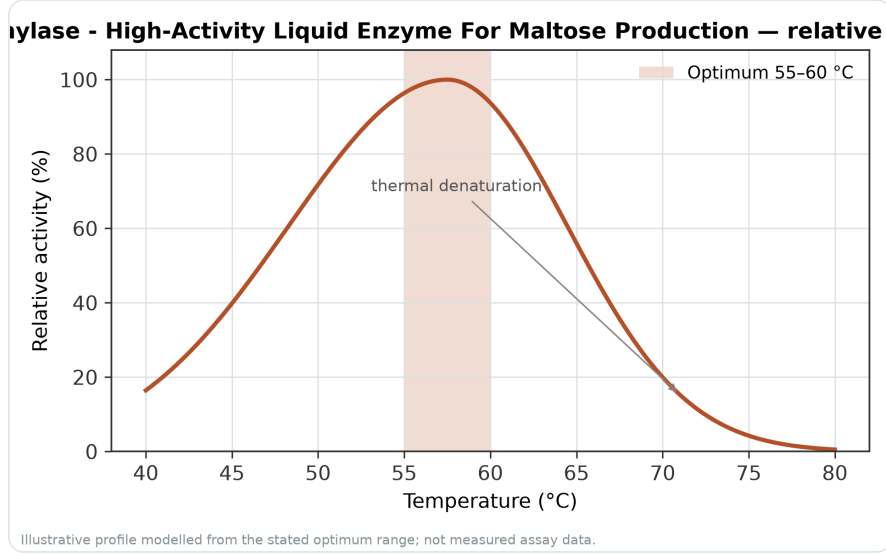


Figure 6. 온도에 따른 식품용 β -아밀라아제(말토스 생산용 고효율성 액상 효소)의 상대 활성으로, 55–60 °C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

Maltose Profilinın Ürün Kalitesi Üzerindeki Etkisi

Maltose profili, şurup fonksiyonelliği ve formülasyon davranışı üzerinde etkilidir. Glukoz ağırlıklı şuruplar ile maltose ağırlıklı şuruplar aynı tatlılık algısına, kristalizasyon eğilimine veya fermantasyon davranışına sahip değildir. Bu nedenle β -amilaz kullanımı, sadece “daha fazla şeker” üretmek için değil, hedeflenen şeker dağılımını elde etmek için değerlendirilmelidir [1].

Fermantasyon uygulamalarında maltose, mikroorganizma seçimine bağlı olarak istenen veya sınırlanması gereken bir bileşen olabilir. Düşük alkollü bira üretiminde kalıntı maltoseun enzimatik işleme kontrol edilmesini ele alan çalışma, maltose seviyesinin son ürün profili açısından dikkatle yönetilebileceğini göstermektedir [6].

Maltoseun ileri dönüşümlerde kullanımı da kalite ve değer zinciri açısından önemlidir. Uzun zincirli izomaltooligosakkaritlerin maltoseden üretilmesi ve prebiyotik özelliklerinin incelenmesi, maltoseun fonksiyonel karbonhidrat pazarları için bir başlangıç noktası olabileceğini göstermektedir [7].

Enzymes.bio Ürününün Konumlandırması

Food-Grade β -Amylase – High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production, maltose odaklı nişasta dönüşümü için tedarik edilen sıvı bir gıda enzimi ürünüdür. Enzymes.bio bu ürünü 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satış modeliyle sunar; ürün sayfasından satın alma tamamlandığında sipariş işleme ve teslimat süreci başlatılır. CoA ve SDS siparişiyle birlikte sağlanır.

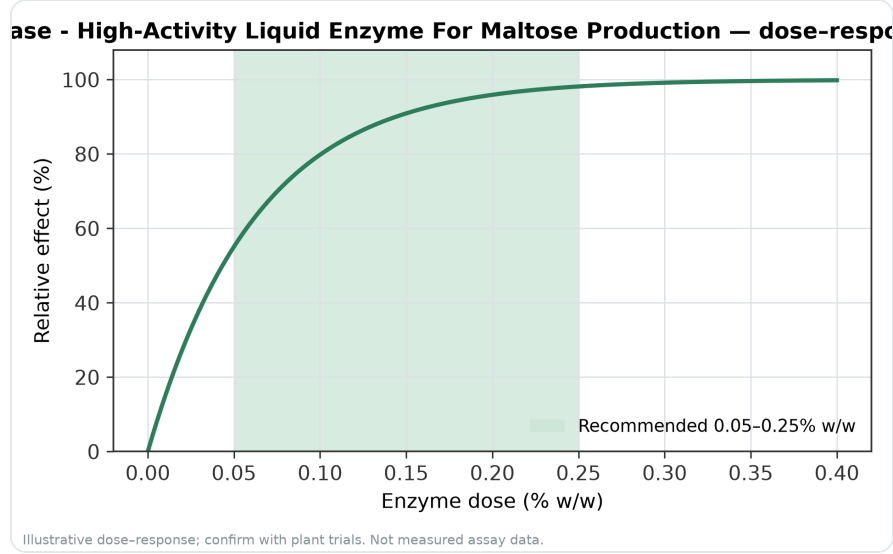


Figure 7. 권장 사용 범위(0.05–0.25% w/w)에서 식품용 β -아밀라아제(말토스 생산용 고효율성 액상 효소)의 예시적 용량-반응 관계입니다.

Bu ürünün kullanım bağlamı, yüksek maltose şurubu üretimi, nişasta hidrolizatlarının maltose bakımından zenginleştirilmesi, pirinç ve tahıl bazlı hammaddelerin değerlendirilmesi, maltose temelli ara ürün üretimi ve fermantasyon şekeri profili yönetimi gibi alanları kapsar. Pirinç nişastasından maltose şurubu üretimi ve pirinç kepeğinden yüksek maltose şurubu elde edilmesine yönelik çalışmalar, bu uygulama alanlarının literatürde pratik karşılıkları olduğunu göstermektedir ^[1].

Ürün, “tek başına her hammaddede aynı sonucu garanti eden” bir katkı maddesi olarak değil, uygun nişasta hazırlığı ve proses tasarımıyla birlikte değer yaratan bir biyokatalizör olarak değerlendirilmelidir. Dallanma yapısı, ön sıvılaştırma, hidrolizat özellikleri ve hedef şekeri profili, β -amilazın uygulama sonucunu belirleyen temel faktörlerdir; β -amilaz-pullulanaz kombinasyonlarının nişasta yapısını değerlendirmede kullanılması, bu yapısal faktörlerin önemini destekler ^[3].

Kanıtların Dengeli Yorumu

Mevcut açık literatür, β -amilazın maltose üretimindeki rolünü özellikle nişasta bazlı şurup uygulamalarında desteklemektedir. Pirinç nişastasının enzimatik dönüşümüyle maltose şurubu üretimi, bu enzimin yüksek maltose profili hedefleyen proseslerde neden merkezi bir araç olarak görüldüğünü

açıklar [1].

Bununla birlikte, maltose verimi ve ürün kompozisyonu yalnızca β -amilaz varlığına bağlı değildir. Hammadde seçimi, nişasta erişilebilirliği, yardımcı enzimlerin kullanımı, proses koşulları ve yan fraksiyonların varlığı sonuçları etkiler. Pirinç kepeğinden yüksek maltose şurubu üretimi üzerine yapılan çalışma, yan ürün bazlı hammaddelerde bu değişkenlerin özellikle önemli olabileceğini göstermektedir [5].

Maltoseun daha ileri kullanım alanları, β -amilazla üretilen şurupların sadece tatlandırıcı veya fermantasyon substratı olarak değil, fonksiyonel karbonhidrat üretimi için de değerlendirilebileceğini gösterir. Maltoseden izomaltooligosakkarit, sindirilemeyen oligosakkarit ve siklodekstrin türevli yapıların enzimatik yaklaşımlarla üretilebilmesi, maltoseun geniş bir biyoproses değer zincirine bağlanabileceğini ortaya koymaktadır [8].

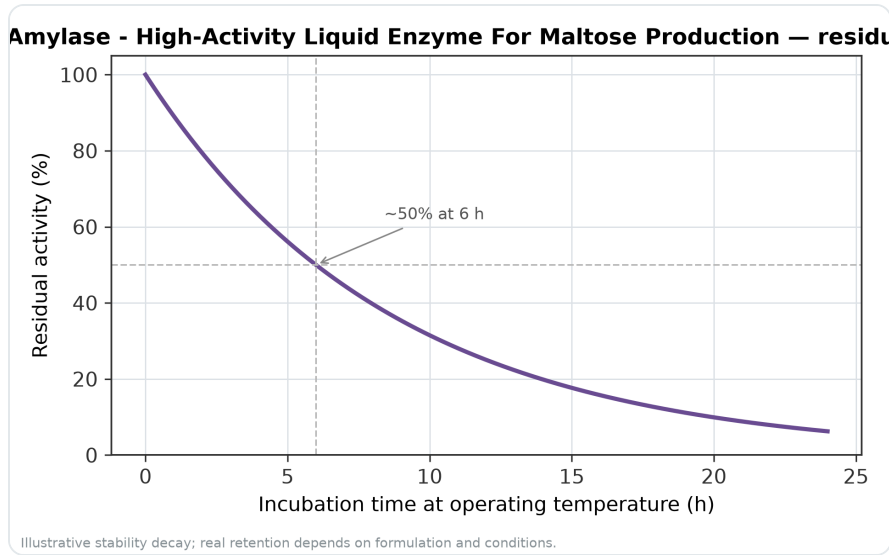


Figure 8. 식품용 β -아밀라아제(말토스 생산용 고효율성 액상 효소)의 예시적 열 안정성 감소로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 양상을 나타냅니다.

Sonuç: Maltose Odaklı Nişasta Dönüşümü İçin β -Amilazın Yeri

Gıda tipi β -amilaz, nişasta hidrolizatlarında maltose ağırlıklı şeker profili oluşturmak isteyen işletmeler için temel bir sakkarifikasyon aracıdır. En güçlü kullanım alanı, nişasta bazlı hammaddelerden yüksek maltose şurubu veya maltose bakımından zengin ara ürünler elde edilmesidir; pirinç nişastasası ve pirinç kepeği üzerine yapılan çalışmalar bu uygulamayı doğrudan desteklemektedir [5].

Başarılı kullanım, enzimin tek başına eklenmesinden çok daha fazlasını gerektirir: nişastanın erişilebilir hâle getirilmesi, dallı yapıların sınırlayıcı etkisinin anlaşılması ve hedef ürün profilinin doğru tanımlanması gerekir. β -amilaz ve pullulanazın birlikte değerlendirildiği çalışmalar, nişasta yapısının maltose oluşumu üzerindeki etkisini somut biçimde ortaya koymaktadır [3].

Enzymes.bio tarafından tedarik edilen **Food-Grade β -Amylase – High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production**, 1 kg birimler halinde çevrim içi satın alınabilen sıvı bir gıda enzimi ürünüdür. CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır; ürün, maltose üretimi ve nişasta sakkarifikasyonu için proses içinde uygun hammadde hazırlığı ve uyumlu enzimatik yaklaşım ile değerlendirilmelidir.

Food-Grade B-Amylase - High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production 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-Grade B-Amylase - High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production 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. Lin, Q., Xiao, H., Liu, G., Liu, Z., Li, L., & Feng-Yu (2011). Production of Maltose Syrup by Enzymatic Conversion of Rice Starch. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 242-248.
2. Li, G., Wei, X., Wu, R., Zhou, W., Li, Y., Zhu, Z., & You, C. (2022). Stoichiometric Conversion of Maltose for Biomanufacturing by In Vitro Synthetic Enzymatic Biosystems. *BioDesign Research*, 2022.
3. Kainuma, K., Matsunaga, A., Itagawa, M., & Kobayashi, S. (1981). New Enzyme System-Beta-Amylase-Pullulanase-To Determine the Degree of Gelatinization and Retrogradation of Starch or Starch Products. *Journal of the Japanese Society of Starch Science*, 28, 235-240.
4. Shaw, J., & Sheu, J. (1992). Production of High-maltose Syrup and High-protein Flour from Rice by an Enzymatic Method. *Bioscience, biotechnology and biochemistry*, 56 7, 1071-3 .
5. Diopol, G., Elegado, F., Castillo-Israel, K. A., Torio, M., & Uy, L. Y. (2023). Production of High-maltose Syrup from Selected Rice (Oryza sativa L.) Bran by Enzymatic Method. *The Philippine journal of science*.
6. Basu, M., Voloshchuk, N., Simmons, J. V., Wee, J., Elias, R. J., & Cockburn, D. W. (2026). Control of residual maltose in low-alcohol beer produced by non-Saccharomyces yeast with enzymatic treatment. *Food microbiology*, 137, 105036 .

7. Tiangpook, S., Nhim, S., Prangthip, P., Pason, P., Tachaapaikoon, C., Ratanakhanokchai, K., & Waeonukul, R. (2023). Production of a Series of Long-Chain Isomaltooligosaccharides from Maltose by Bacillus subtilis AP-1 and Associated Prebiotic Properties. *Foods*, 12.
8. Huang, S., Hou, D., Qi, P., Wang, Q., Chen, H., Ci, L., & Chen, S. (2020). Enzymatic synthesis of non-digestible oligosaccharide catalyzed by dextransucrase and dextranase from maltose acceptor reaction. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*.
9. Larsen, D., & Beeren, S. R. (2021). Building up cyclodextrins from scratch - templated enzymatic synthesis of cyclodextrins directly from maltose. *Chemical Communications*.
10. Panesar, P., Kaur, R., Singla, G., & Sangwan, R. (2016). Bio-processing of Agro-industrial Wastes for Production of Food-grade Enzymes: Progress and Prospects.
11. Aiello, G., Li, Y., Xu, R., Boschini, G., Juodeikiene, G., & Arnoldi, A. (2021). Composition of the Protein Ingredients from Insoluble Oat Byproducts Treated with Food-Grade Enzymes, Such as Amylase, Cellulose/Xylanase, and Protease. *Foods*, 10.

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**

[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.