

Beta-Glucanase Brewing Enzyme Liquid: Bira Üretiminde Viskozite ve Filtrasyon Desteđi

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

Beta-glukanaz, bira üretiminde arpa, malt ve bazı yardımcı tahıllardan gelen karışık bağlı β -glukan zincirlerini kısaltarak mayşe viskozitesini ve filtrasyon yükünü yönetmeye yardımcı olan bir proses enzimidir. Bu kullanım, doğrudan daha fazla alkol üretmekten ziyade lautering, şıra ayırımı, berraklaştırma ve proses tutarlılığı gibi fiziksel işlem adımlarını desteklemeye yöneliktir. Enzymes.bio, Beta-Glucanase Brewing Enzyme Liquid ürününü üretici veya laboratuvar olarak değil, tedarikçi olarak 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satışa sunar; siparişle birlikte CoA ve SDS sağlanır .

Ürünün Bira Prosesindeki Temel Konumu

Beta-Glucanase Brewing Enzyme Liquid, malt ve tahıl bazlı bira üretiminde β -glukan kaynaklı akışkanlık sorunlarını azaltmaya yardımcı olmak üzere kullanılan sıvı formda bir demleme enzimi ürünüdür. Enzymes.bio'nun rolü bu ürünü tedarik etmektir; ürünün üreticisi, analiz laboratuvarı veya uygulama testlerini yürüten kurum olarak konumlandırılmaması gerekir .

Bira üretiminde β -glukan yönetimi, özellikle mayşeleme, lautering, şıra filtrasyonu ve sonraki berraklaştırma aşamalarında önem kazanır. Malt enzim profillerinin fermentabilite, lautering ve bira filtrasyon performansıyla ilişkisini inceleyen 94 ticari malt partilik çalışma, malt kaynaklı enzimatik ve yapısal değişkenliğin gerçek proses performansına yansiyabildiğini göstermesi bakımından önemlidir [\[1\]](#).

Bu ürün, nişasta dönüşümünü yöneten amilazların veya protein modifikasyonuna katkı veren proteazların yerine geçecek şekilde değerlendirilmemelidir. Beta-glukanazın hedefi, tahıl hücre duvarı polisakkaritlerinin mayşe ve şıra içinde oluşturduğu viskozite ve filtrasyon etkisini azaltmaya yardımcı olmaktır; bu ayırım, enzimin doğru beklentiyle kullanılması için kritiktir [\[2\]](#).

Bira Üretiminde β -Glukan Neden Önemlidir?

Arpa tanesinde ve maltta bulunan β -glukanlar, hücre duvarı yapısının parçası olan polisakkaritlerdir. Bira prosesi açısından en önemli yapı, çoğunlukla karışık bağlı β -1,3 ve β -1,4 glukanlar olarak tanımlanan moleküllerdir; bu yapı, nişastadan farklıdır ve farklı enzimatik parçalanma davranışı gösterir [2].

β -glukan içeriği sabit bir hammadde özelliği değildir. Arpa genotipi, yetiştirme koşulları, maltlama performansı ve tane kalitesi gibi değişkenler β -glukan yükünü etkileyebilir; arpa tanesi β -glukanının malt ıslahında şıra β -glukanı için seçim ölçütü olarak ele alınması, bu bileşenin endüstriyel sonuçlarla ilişkili görüldüğünü gösterir [3].

Yüksek çözünür β -glukan seviyesi, mayşe veya şıranın akışkanlığını düşürebilir. Bu durum yalnızca “kalın” bir sıvı hissi oluşturmakla kalmaz; pompalama, karıştırma, tane yatağından süzülme, filtrasyon ve berraklaştırma gibi adımlarda daha uzun işlem süreleri veya daha değişken proses davranışı olarak ortaya çıkabilir [4].

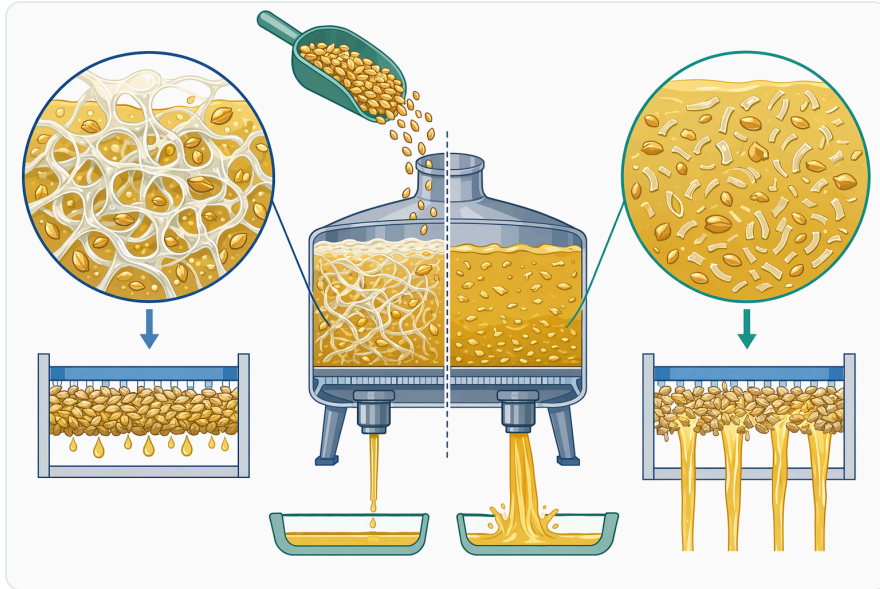


Figure 1. 곡물 베타글루칸이 매시, 맥즙 또는 맥주의 흐름을 방해할 때 베타글루카나아제는 양조 공정 보조제로 사용된다.

Malt partileri arasındaki farklılıklar da bu tabloyu güçlendirir. Ticari olarak üretilmiş 94 malt partisinin incelendiği araştırma, malt enzim profillerinin fermentabilite, lautering ve bira filtrasyonu ile ilişkilendirilebileceğini ortaya koyarak, birahane karşılaşılan filtrasyon sorunlarının yalnızca ekipman kaynaklı değil, hammadde ve malt biyokimyasıyla da bağlantılı olabileceğini gösterir [1].

Beta-Glukanazın Mekanizması: Zinciri Kısaltmak, Akışı Kolaylaştırmak

Beta-glukanaz, uzun β -glukan zincirlerindeki uygun glikozidik bağları keserek daha kısa zincirli parçalar oluşturur. Bu işlem, molekülün tamamını tek seferde “yok etmek” anlamına gelmez; esas teknik etki, yüksek molekül ağırlıklı çözümler polissakkaritlerin daha düşük viskoziteye katkı verecek biçimde parçalanmasıdır [2].

Mayşede bu mekanizma pratik olarak şu şekilde düşünülebilir: malt ve tahıl hücre duvarlarından çözümler β -glukanlar sıvı faza geçer; uzun zincirler suyu bağlayarak ve ağ benzeri fiziksel etki oluşturarak viskoziteyi yükseltebilir; beta-glukanaz bu zincirleri kısalttığı anda sıvı fazın akış davranışı değişir. Sonuç, proses koşullarına bağlı olarak daha yönetilebilir mayşe akışı ve daha öngörülebilir filtrasyon performansı olabilir [5].

Bu mekanizmanın önemli bir noktası seçiciliktir. Bira üretiminde hedeflenen yapı, arpa ve malt kaynaklı karışık bağlı β -glukanlardır; bu nedenle beta-glukanazı “her polisakkariti parçalayan genel bir enzim” gibi görmek doğru değildir. Arpa β -glukanlarının biyokimyası ve malting endüstrisiyle ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar, bağ tipi ve moleküler yapının proses sonucunu belirlediğini vurgular [2].

Beta-glukanazın etkisi, fermentasyon şeker profilini doğrudan belirleyen amilaz etkisinden farklıdır. Amilazlar nişastayı daha küçük şekere dönüştürürken, beta-glukanaz hücre duvarı polisakkaritlerinin fiziksel etkisini hedefler; bu nedenle beklenen değer, daha çok akışkanlık, filtrasyon ve işlem tutarlılığı tarafındadır [6].

Mayşeleme, Lautering ve Filtrasyonda Beklenen Teknik Katkı

Mayşeleme sırasında β -glukanların çözülmesi, malt modifikasyonu ve sıcaklık profiliyle yakından ilişkilidir. İzotermal mayşeleme üzerine yapılan çalışma, mayşe bileşiminin ve enzim sıcaklık aralıklarının birbiriyle ilişkili olduğunu göstererek, proses sıcaklığının yalnızca nişasta dönüşümü için değil, sıra bileşimi ve işlem davranışı için de belirleyici olduğunu ortaya koyar [6].

Lautering aşamasında sıvı sıranın tane yatağından ayrılması gerekir. Çözümler β -glukanlar sıvının viskozitesini artırdığında, tane yatağından geçiş yavaşlayabilir; bu da üretim süresini uzatabilir veya parti performansını daha az öngörülebilir hale getirebilir. Malt enzim profilleri ile lautering performansının birlikte ele alınması, bu ilişkinin pratik bira üretimi için önemini destekler [1].

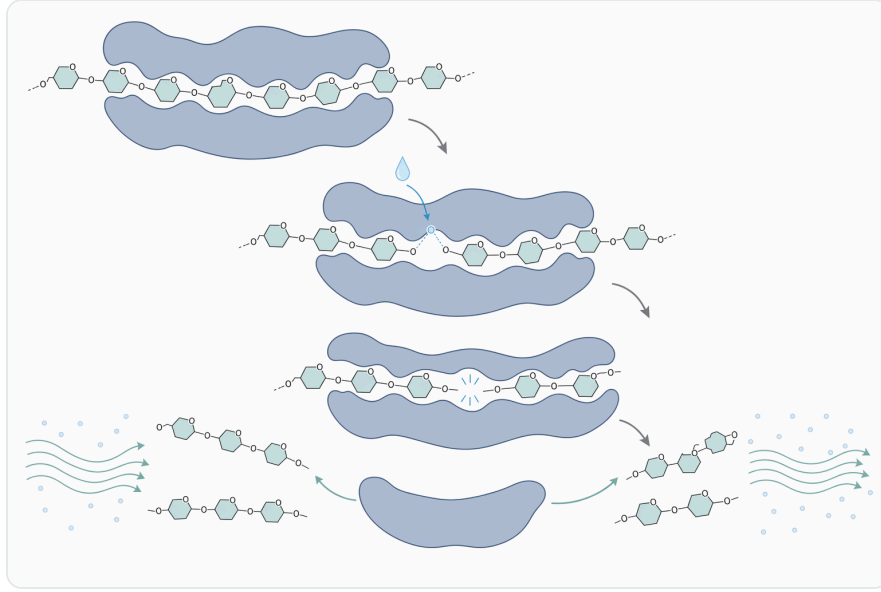


Figure 2. 베타글루카나아제는 전분이 아니라 곡물 세포벽의 베타글루칸을 가수분해하므로, 양조에서의 주된 효과는 점도와 분리 공정의 조절이다.

Filtrasyon ve berraklaştırma aşamaları da β -glukan yükünden etkilenebilir. Bira üretiminde santrifüj ve filtrasyon teknolojilerinin kalite üzerindeki etkisini inceleyen çalışma, ayırım ve berraklaştırma teknolojilerinin nihai bira kalitesiyle ilişkili olduğunu gösterir; bu bağlamda β -glukanaz, filtrasyon öncesi sıvı fazın fiziksel yükünü azaltmaya yardımcı bir proses aracı olarak konumlanır [4].

Beta-glukanaz uygulamasından beklenen sonuçlar proses koşullarına bağlıdır. Maltın modifikasyon derecesi, yardımcı tahıl oranı, öğütme dağılımı, mayşeleme süresi, pH, sıcaklık profili ve ekipman tasarımı aynı enzim kullanımının farklı üretim hatlarında farklı performans göstermesine neden olabilir [7].

Hammadde Değişkenliği: Malt Kalitesi ve Yardımcı Tahıllar

Arpa ve malt kalitesi, β -glukan yönetiminin başlangıç noktasıdır. Arpa β -glukan zenginleşmesi üzerine yapılan değerlendirmeler, tanedeki β -glukan düzeyinin tarımsal ve genetik faktörlerle değişebildiğini, dolayısıyla bira üreticisinin karşılaştığı β -glukan yükünün tek tip olmadığını ortaya koyar [5].

Farklı arpa genotipleri ve üretim sistemleri de β -glukan içeriğinde farklılıklara yol açabilir. Baharlık arpa genotiplerinde β -glukan içeriği ve temel bileşim üzerine yapılan karşılaştırmalı çalışma, aynı ürün kategorisi içinde bile kompozisyonun değişebildiğini gösterir; bu değişkenlik, malt ve şıra davranışına dolaylı olarak yansiyabilir [8].

Standart dışı arpa kalitesi de maltlama ve kullanım olanakları açısından ayrı bir konudur. Standart dışı arpa kalitesinin maltlama süreci ve kullanım potansiyeli üzerindeki etkilerini ele alan çalışma, hammadde kalitesindeki sapmaların yalnızca tarımsal bir konu olmadığını, son proses stratejilerini de etkileyebildiğini gösterir [7].

Yardımcı tahıl kullanılan reçetelerde bu durum daha belirgin hale gelebilir. Glutensiz craft bira geliştirme üzerine yapılan çalışma, alternatif hammaddeler ve prosesin kalite nitelikleri ile tüketici beklentileri üzerindeki etkisini ele alır; bu tür reçetelerde tahıl polisakkaritlerinin yönetimi, klasik arpa maltı odaklı proseslerden daha karmaşık olabilir [9].

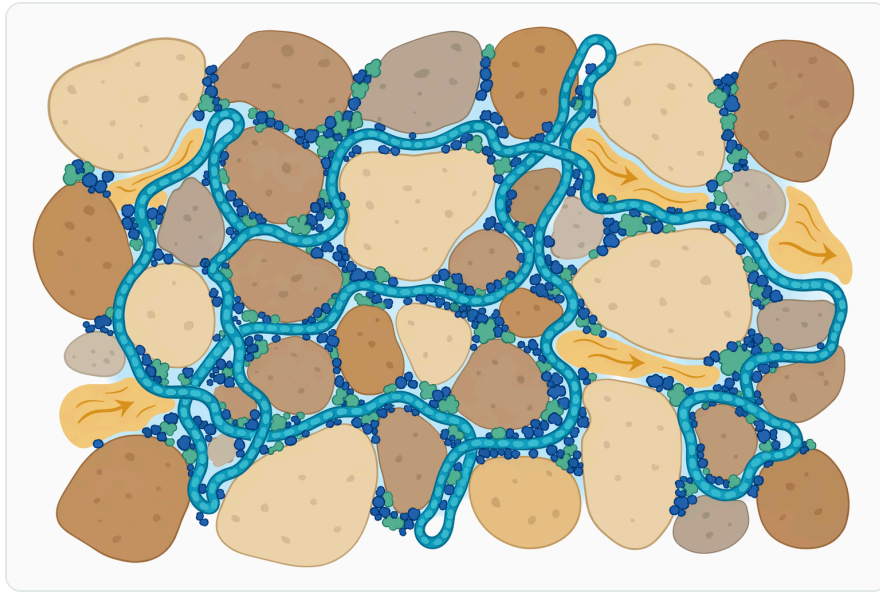


Figure 3. 수화된 긴 베타글루칸 사슬은 서로 얽혀 라우터 베드와 여과 매체에서 저항을 증가시킬 수 있다.

Beta-Glukanaz Diğer Demleme Enzimlerinden Nasıl Ayrılır?

Aşağıdaki karşılaştırma, beta-glukanazın bira üretimindeki rolünü diğer yaygın proses hedefleriyle karıştırmamak için özetler. Tablo, spesifik aktivite değeri, analiz yöntemi veya doz önerisi vermeden, işlevsel farkları teknik düzeyde ayırır [6].

Proses aracı	Birincil hedef	Bira prosesindeki ana etki	Beta-glukanazdan farkı
Beta-glukanaz	Arpa, malt ve bazı tahıllardaki β -glukan zincirleri	Mayşe viskozitesi, lautering ve filtrasyon davranışının desteklenmesi	Niştayı ana hedef olarak almaz; hücre duvarı polisakkaritlerine odaklanır
Amilazlar	Niştasta ve dekstrinler	Fermente edilebilir şeker oluşumu ve ekstrakt kullanımı	Şeker profiline doğrudan etki eder; β -glukan kaynaklı viskoziteyi ana hedef

Proses aracı	Birincil hedef	Bira prosesindeki ana etki	Beta-glukanazdan farkı
			yapmaz
Proteazlar	Proteinler ve peptit bağları	Protein çözünürlüğü, besin azotu ve bazı köpük/kolloid dengeleri	Polisakkarit zincirlerini hedeflemez
Fiziksel filtrasyon / santrifüj	Askıda katılar, maya, bulanıklık partikülleri	Berraklaştırma ve katı-sıvı ayrımı	Enzimatik parçalama yapmaz; mevcut fiziksel yükü ayırmaya çalışır

Bu ayırım özellikle proses optimizasyonunda önemlidir. Örneğin yalnızca daha güçlü filtrasyon ekipmanı kullanmak, yüksek molekül ağırlıklı çözünür β -glukanların sıvı fazdaki viskozite etkisini ortadan kaldırmayabilir; beta-glukanaz ise filtrasyon ekipmanından önce moleküler zincir uzunluğunu azaltmaya yönelik bir yaklaşım sunar ^[4].

Benzer şekilde, yalnızca amilaz performansına odaklanmak da yeterli olmayabilir. Şıra ekstraktı ve fermentabilite kabul edilebilir olsa bile, yüksek çözünür β -glukan düzeyi lauterling veya filtrasyon sırasında ayrı bir darboğaz oluşturabilir; malt enzim profilleri ile filtrasyon performansının birlikte incelenmesi bu nedenle anlamlıdır ^[1].

Proses Koşulları: Etki Neden Her Partide Aynı Olmayabilir?

Beta-glukanaz performansı, mayşedeki substratın erişilebilirliğine bağlıdır. Eğer β -glukanlar tahıl hücre duvarı içinde sınırlı biçimde çözünmüşse, enzimin sıvı fazdaki etkisi farklı; çözünür β -glukan yükü yüksekse farklı olabilir. Arpa β -glukanlarının moleküler biyolojisi ve biyokimyası üzerine yapılan çalışmalar, β -glukan davranışının yalnızca miktarla değil, yapısal özelliklerle de ilişkili olduğunu gösterir ^[2].

Sıcaklık profili de önemlidir. Mayşeleme sıcaklığı, farklı endojen malt enzimlerinin çalışmasını etkilediği gibi eklenen proses enzimlerinin etkin zaman penceresini de etkileyebilir. İzotermal mayşeleme çalışması, mayşe bileşimi ve enzim sıcaklık aralıklarının tek bir sabit parametreyle açıklanamayacağını, proses tasarımının bütünsel ele alınması gerektiğini gösterir ^[6].

pH, temas süresi ve karıştırma koşulları da enzimin pratik etkisini belirler. Bu doküman belirli analiz yöntemi, aktivite birimi tanımı veya uygulama oranı vermeden genel proses mantığını açıklar; çünkü ticari üretimde sonuçlar malt partisi, reçete, ekipman ve hedef ürün karakteriyle birlikte değerlendirilmelidir ^[1].

Proses etkisinin değerlendirilmesinde yalnızca son bira berraklığına bakmak da sınırlı olabilir. Lautering süresi, filtre yükü, şıra akış hızı, işlem kesintileri ve parti tekrarlanabilirliği gibi üretim göstergeleri, beta-glukanaz kullanımının gerçek değerini daha iyi yansıtabilir [4].

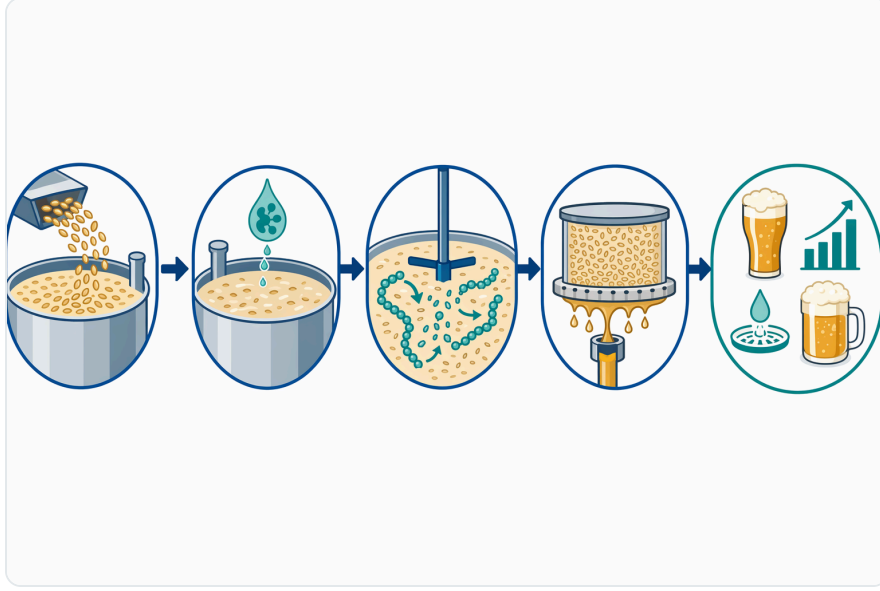


Figure 4. 양조 과정은 베타글루칸의 수화, 효소에 의한 사슬 절단, 점도 감소, 그리고 곡물 고형분이나 필터를 통한 통과성 향상으로 이어진다.

Bira Stilleri ve Ürün Geliştirme Bağlamı

Klasik arpa maltı ağırlıklı biralarda beta-glukanazın rolü daha çok malt kalitesi, mayşeleme profili ve filtrasyon hedefleriyle ilişkilidir. İyi modifiye olmuş maltharda β -glukan yükü daha yönetilebilir olabilirken, düşük modifikasyonlu veya değişken malt partilerinde β -glukan kaynaklı akış sorunları daha görünür hale gelebilir [1].

Buğday, yulaf, arpa dışı tahıllar veya özel reçeteler kullanılan ürünlerde ise polisakkarit profili farklılaşabilir. Lambic üretiminde geleneksel buğday yerel çeşitlerinin etkisini inceleyen çalışma, tahıl seçiminin her zaman beklenen ölçüde baskın sonuç vermeyebileceğini gösterse de, hammadde kompozisyonunun proses tasarımında dikkate alınması gerektiğini destekler [10].

Glutensiz veya alternatif tahıl bazlı bira geliştirme, beta-glukanaz gibi proses enzimlerinin değerlendirilmesi açısından ayrı bir alandır. Bu ürünlerde amaç yalnızca filtrasyon değildir; kalite nitelikleri, tüketici beklentileri, gövde, bulanıklık ve duyuşal profil birlikte ele alınır. Glutensiz craft bira çalışması, proses değişkenlerinin ürün kalitesi üzerindeki etkisini bu geniş çerçevede değerlendirir [9].

Düşük alkollü veya alkolsüz bira üretiminde de proses kontrolü daha hassas hale gelebilir. Mikrobiyolojik kalite kontrol üzerine yapılan kapsamlı değerlendirme, bu ürünlerde üretim ve stabilite yönetiminin kritik olduğunu gösterir; beta-glukanaz doğrudan mikrobiyal kontrol aracı değildir, ancak berraklaştırma ve proses akışı gibi fiziksel adımları destekleyen ayrı bir araç olarak düşünülebilir [11].

Kalite, Duyusal Profil ve Yan Etki Beklentilerini Doğru Konumlandırmak

Beta-glukanaz kullanımının temel teknik hedefi viskozite ve filtrasyon davranışıdır; doğrudan aroma artırıcı, acılık düzenleyici veya fermantasyon kusurlarını giderici bir katkı gibi konumlandırılmamalıdır. Örneğin asetaldehit birikiminin bira kalitesi üzerindeki etkilerini inceleyen çalışma, maya sağlığı ve metabolik yolların duyusal kalite açısından ayrı bir eksen olduğunu gösterir; beta-glukanaz bu tür maya metabolizması sorunlarının doğrudan çözümü değildir [12].

Benzer şekilde şerbetçiotu kurutma ve dry-hopping tekniği, biranın kimyasal, aromatik ve duyusal kalitesini etkileyebilir; ancak bu alan beta-glukanazın ana etki mekanizmasından farklıdır. Beta-glukanaz, hop aroması veya uçucu bileşen yönetiminden ziyade tahıl polisakkaritlerinin proses etkisine odaklanır [13].

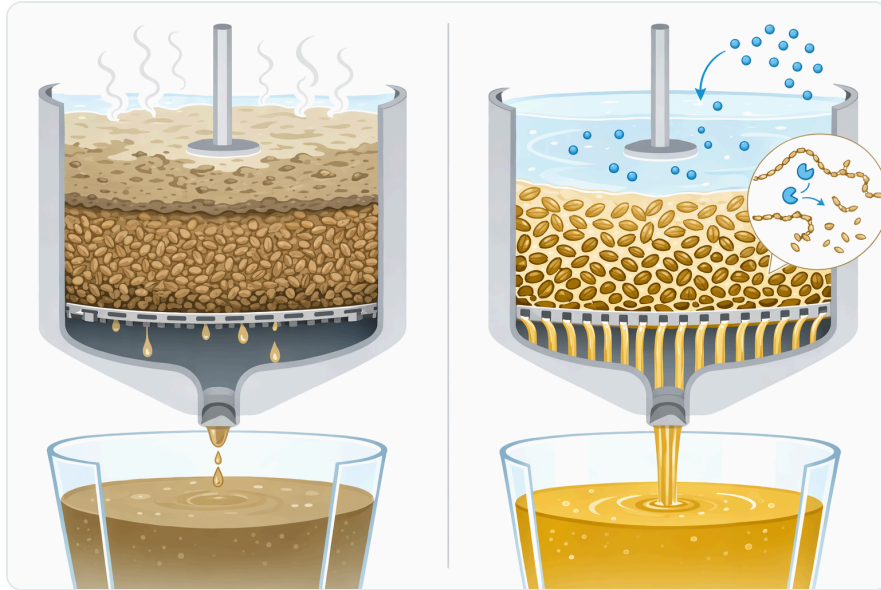


Figure 5. 베타글루카나아제, 아밀라아제, 프로테아제, 자일라나아제는 각각 서로 다른 양조 기질에 작용하며 서로 다른 공정 문제를 해결한다.

Bira yaşlanması da çok faktörlü bir konudur. Brewhouse parametrelerinin bira yaşlanması üzerindeki etkisini haritalayan çalışma, üretim evindeki kararların nihai stabiliteye katkı verebildiğini gösterir; beta-glukanaz bu bütünün yalnızca β -glukan ve fiziksel işlem davranışıyla ilişkili bir parçasıdır [14].

Bu nedenle ürün mesajı ölçülü olmalıdır: beta-glukanaz, uygun proses bağlamında mayşe viskozitesini yönetmeye, lautering davranışını desteklemeye ve filtrasyon yükünü azaltmaya yardımcı olabilir. Ancak nihai bira kalitesi, hammadde, mayşeleme, kaynatma, maya sağlığı, fermantasyon, soğuk işlem ve ambalajlama dahil çok sayıda değişkene bağlıdır [14].

Kanıtların Pratik Yorumu

Bira üretiminde beta-glukanaz kullanımını destekleyen en güçlü mantık, arpa ve malt β -glukanlarının malting endüstrisiyle doğrudan ilişkili olmasıdır. Barley grain β -glucans üzerine yapılan biyokimya ve moleküler biyoloji değerlendirmeleri, bu polisakkaritlerin hem sağlık alanında hem de malting endüstrisinde önem taşıdığını belirtir; demleme açısından odak, proses davranışdır [2].

Malt partilerinin gerçek üretim performansı ile ilişkisi de önemlidir. 94 ticari malt partisi üzerinde yapılan çalışma, malt enzim profillerinin yalnızca laboratuvar karakterizasyonu değil, fermentabilite, lautering ve bira filtrasyonu gibi üretim göstergeleriyle bağlantılı olarak değerlendirilebileceğini gösterir [1].

Grain beta-glucan ile wort beta-glucan arasındaki ilişkiyi malt arpa ıslahı açısından ele alan çalışma, hammadde seviyesindeki β -glukanın şıra seviyesindeki sonuçlarla bağlantılı düşünüldüğünü gösterir. Bu, beta-glukanaz kullanımının yalnızca “sonradan eklenen yardımcı” değil, hammadde yönetimiyle aynı teknik eksende yer alan bir proses yaklaşımı olduğunu destekler [3].

Filtrasyon ve santrifüj teknolojilerinin bira kalitesine etkisini inceleyen çalışma ise ayırım işlemlerinin kalite ve proses verimliliği açısından kritik olduğunu ortaya koyar. Beta-glukanaz, bu ekipmanların yerine geçen bir unsur değil, filtrasyon öncesi sıvı fazın işlenebilirliğini destekleyebilecek enzimatik bir tamamlayıcıdır [4].

Enzymes.bio Ürün Bağlamı

Enzymes.bio üzerinden sunulan Beta-Glucanase Brewing Enzyme Liquid, bira üretiminde β -glukan kaynaklı viskozite ve filtrasyon sorunlarına yönelik bir tedarik ürünüdür. Ürün 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satın alınır; CoA ve SDS siparişiyle birlikte sağlanır .



Figure 6. 가장 관련성이 높은 적용 분야는 부원료 비중이 높은 분쇄 곡물, 용해가 불충분한 맥아, 라우터링, 맥주 여과, 곡물 기반 음료 공정이다.

Bu doküman, ürünün belirli bir üretici tarafından nasıl üretildiğini, laboratuvar analiz yöntemlerini veya aktivite birimi tanımlarını açıklamaz. Amaç, beta-glukanaz kategorisinin bira prosesi içindeki teknik yerini; arpa β -glukanı, malt kalitesi, mayşe viskozitesi, lautering ve filtrasyon bağlamında kanıta dayalı biçimde açıklamaktır ^[2].

Ürün kullanımını değerlendirirken en doğru çerçeve, enzimi tek başına mucizevi bir çözüm olarak değil, hammadde ve proses değişkenliğine karşı kullanılan destekleyici bir proses aracı olarak görmektir. Bu yaklaşım, malt enzim profilleri ile filtrasyon ve lautering performansının birlikte ele alındığı literatürle uyumludur ^[1].

Sonuç: Beta-Glukanazın Bira Üretimindeki Değeri

Beta-glukanaz, bira üretiminde arpa, malt ve bazı yardımcı tahıllardan gelen karışık bağlı β -glukanların fiziksel etkisini azaltmaya yardımcı olan, özellikle mayşe viskozitesi ve filtrasyon davranışıyla ilişkili bir proses enzimidir. Temel mekanizma, uzun β -glukan zincirlerinin daha kısa parçalara ayrılması ve böylece sıvı fazın akış davranışının daha yönetilebilir hale gelmesidir ^[2].

Araştırma literatürü, malt kaynaklı enzim profilleri ve β -glukan değişkenliğinin lautering, fermentabilite ve filtrasyon performansıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle beta-glukanaz, özellikle değişken malt kalitesi, yüksek β -glukanlı hammadde veya filtrasyon darboğazı bulunan proseslerde teknik olarak anlamlı bir araç olarak değerlendirilir ^[1].

Enzymes.bio, Beta-Glucanase Brewing Enzyme Liquid ürününü üretici veya laboratuvar olarak değil, tedarikçi olarak sunar. Ürün 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satılır; siparişle birlikte CoA ve SDS sağlanır ve ürün, bira üretiminde β -glukan kaynaklı proses zorluklarını yönetmeye yönelik ölçülü, teknik bir proses yaklaşımı içinde değerlendirilmelidir .

Beta-Glucanase Brewing Enzyme 13,000 U/G Liquid 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.

[Beta-Glucanase Brewing Enzyme 13,000 U/G Liquid 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. Evans, D. E., Stewart, S., Stewart, D., Han, Z., Han, Y., & Able, J. (2021). Profiling Malt Enzymes Related to Impact on Malt Fermentability, Lautering and Beer Filtration Performance of 94 Commercially Produced Malt Batches. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 80, 413 - 426.
2. Kumar, D., Gupta, O. P., Narwal, S., Singla, A., Tiwari, R., Kumar, R., & Lal, M. (2025). Barley Grain β -Glucans: Unravelling the Biochemistry and Molecular Biology of Mixed Linkage β -Glucans for Health and Malting Industry. *International Journal of Food Science & Technology*.
3. Kumar, D., Narwal, S., Venkatesh, K., Verma, R. P. S., & Singh, G. (2022). Grain beta-glucan as selection criteria for wort beta-glucan in malt barley improvement. *Journal of Cereal Science*.
4. Li, H. (2023). Application of Centrifugation and Soilless Filtration Technologies in the Beer Production Process and Empirical Research on Their Impact on Beer Quality. *BIO Web of Conferences*.
5. Kumar, D., Narwal, S., Virani, S., Verma, R., Gyawali, S., & Singh, G. (2020). Barley grain beta glucan enrichment: status and opportunities.
6. Laus, A., Endres, F., Hutzler, M., Zarnkow, M., & Jacob, F. (2022). Isothermal Mashing of Barley Malt: New Insights into Wort Composition and Enzyme Temperature Ranges. *Food and Bioprocess Technology*, 15, 2294 - 2312.
7. Dráb, Š., Solgajová, M., Mendelová, A., Mareček, J., & Drábová, B. (2026). THE IMPACT OF NON-STANDARD BARLEY QUALITY ON THE MALTING PROCESS AND ITS UTILIZATION POSSIBILITIES. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*.
8. Marginean, R., Muntean, E., Şoptorean, L., Şimon, A., Russu, F., & Duda, M. (2024). Comparative Study on Beta-Glucan Content and Proximate Composition of Spring Barley Seeds Genotypes Obtained in Different Crop Systems. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Food Science and Technology*.

9. Cela, N., Galgano, F., Cairano, M. D., Condelli, N., Scarpa, T., Marconi, O., Alfeo, V., ... et al. (2023). Development of gluten-free craft beer: Impact of brewing process on quality attributes and consumer expectations for sensory properties. *Journal of Food Science*.
10. Bongaerts, D., Sombolestani, A. S., Roos, J. D., Bouchez, A., Croonenberghs, A. P., Cnockaert, M., Wieme, A., ... et al. (2025). The impact of traditional wheat landraces on lambic beer production is limited. *Journal of food microbiology*, 448, 111576 .
11. Britton, S. J., & Hill, A. E. (2025). Microbiological Quality Control in Non- and Low-Alcoholic Beer Manufacturing: A Comprehensive Review of Microbial Contaminants and Strategies for Spoilage Prevention. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 83, 365 - 382.
12. Edgar, M., & Wycliffe, A. (2024). Investigating the Impact of Acetaldehyde Accumulation on Beer Quality: Metabolic Pathways, Yeast Health, and Mitigation Strategies. *IAA Journal of Scientific Research*.
13. Monacci, E., Baris, F., Bianchi, A., Vezzulli, F., Pettinelli, S., Lambri, M., Mencarelli, F., ... et al. (2024). Influence of the drying process of Cascade hop and the dry-hopping technique on the chemical, aromatic and sensory quality of the beer. *Food Chemistry*, 460 Pt 2, 140594 .
14. Lehnhardt, F., Schneiderbanger, H., Messner, C., & Gastl, M. (2025). Impact of Brew House Parameters on Beer Aging: Mapping the German Brewery Landscape. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 84, 84 - 95.

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.