

Alkalin Proteaz Tozu: Deterjanlarda Protein Bazlı Leke Giderme ve Endüstriyel Temizlik

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

Alkalin proteaz tozu, alkali yıkama ve temizlik koşullarında proteinleri daha küçük peptitlere ayırarak kan, süt, yumurta, ter ve gıda kalıntısı gibi protein bazlı kirlerin uzaklaştırılmasını destekleyen bir proses enzimi olarak kullanılır. En güçlü uygulama alanı deterjan ve endüstriyel yıkamadır; deri işleme, deniz ürünü yan akımlarında deproteinizasyon, ipek degumming ve jelatin tabakası uzaklaştırma gibi protein hedefli proseslerde de literatür desteği vardır ^[1].

Alkalin proteaz nedir ve neden deterjanlarda kullanılır?

Alkalin proteaz, protein zincirlerindeki peptit bağlarını hidroliz eden bir proteaz türüdür; “alkalin” tanımı, enzimin nötrün üzerindeki pH koşullarında kullanılmaya uygun olduğunu belirtir. Bu özellik, çamaşır deterjanları, endüstriyel temizlik banyoları ve bazı malzeme işleme adımları için önemlidir; çünkü bu ortamlarda yüzey aktif maddeler, alkali tamponlama ve mekanik etki genellikle birlikte çalışır ^[1].

Deterjan uygulamalarında proteazın hedefi “kirin tamamı” değil, kirin protein kısmıdır. Kan lekesindeki hemoglobin ve plazma proteinleri, süt ve yumurtadaki protein fraksiyonları, et suyu ve ter kaynaklı biyolojik kalıntılar kumaş yüzeyine tutunabilir; proteaz bu protein ağını keserek lekeyi daha küçük, daha kolay taşınabilir parçalara dönüştürür ^[2].

Enzymes.bio bu ürünü üretici veya laboratuvar hizmeti sağlayıcısı olarak değil, B2B kullanım için çevrim içi tedarikçi olarak sunar. Ürün 1 kg birimler halinde doğrudan çevrim içi satın alma modeline uygundur; siparişle birlikte CoA ve SDS dokümantasyonu sağlanır, ancak ürün insan tüketimi veya perakende son kullanıcı kullanımı için konumlandırılmamalıdır .

Deterjan performansında önemli nokta, enzimin tek başına “temizlik kimyasalı” gibi davranmamasıdır. Proteaz proteinleri keser; yüzey aktif maddeler yağ ve partikül taşınmasını, alkalinite kirin şişmesini ve lif yüzeyinden ayrılmasını, mekanik etki ise parçalanmış kalıntının uzaklaştırılmasını destekler [5].

Alkalin proteazın deterjanla birlikte daha anlamlı olmasının nedeni budur: enzim protein matrisini gevşetirken, deterjan sistemi hidroliz ürünlerini ve diğer kir bileşenlerini ortamdan uzaklaştırır. Meyve atıklarından izole edilen alkalin proteazın deterjan uygulamasında değerlendirilmesi gibi çalışmalar, atık kaynaklı veya mikrobiyal proteazların protein leke giderme bağlamında incelendiğini gösterir [6].

Soğuk veya düşük sıcaklığa yakın yıkama senaryolarında da özel proteaz örnekleri araştırılmıştır. Antarktik kaynaklı soğuk aktif bir alkalin proteazın çamaşır deterjanları için incelenmesi, proteaz seçiminin yalnız pH ile değil, hedef yıkama sıcaklığı ve formülasyon ortamı ile de ilişkili olduğunu ortaya koyar [7].

Uygulama alanlarının karşılaştırmalı görünümü

Aşağıdaki tablo, alkalin proteazın farklı endüstriyel kullanım alanlarında hangi protein hedefiyle çalıştığını ve literatürdeki kanıtın nasıl konumlandırılması gerektiğini özetler. Bu tablo, her uygulamanın aynı olgunluk düzeyinde olmadığını gösterir; deterjan uygulamaları daha yerleşik, bazı geri kazanım veya yan akım uygulamaları ise substrata daha bağımlıdır.

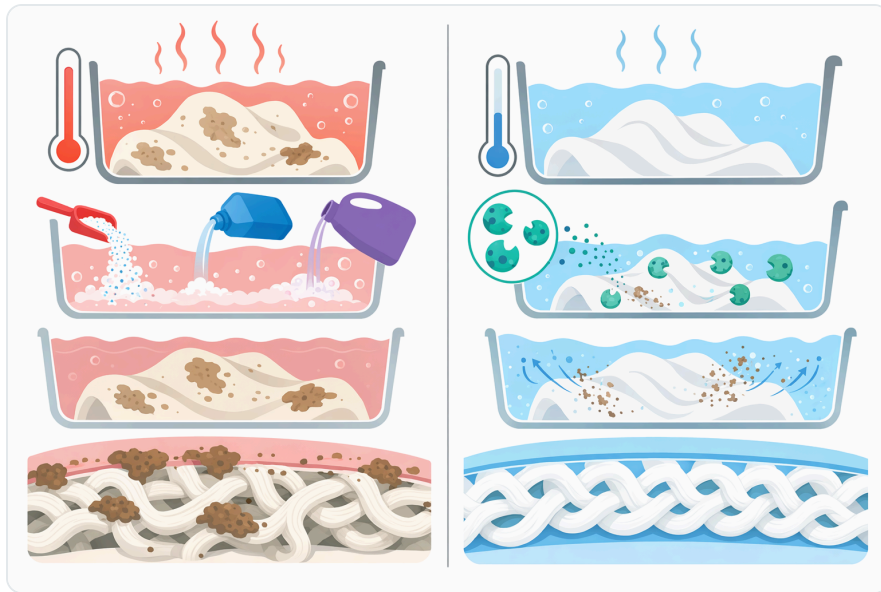


Figure 2. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 공정의 pH와 그 pH가 단백질 기질의 접근성에 미치는 영향에 따라 선택된다.

Uygulama alanı	Hedef protein yapısı	Beklenen proses etkisi	Kanıtın niteliği
Çamaşır ve endüstriyel deterjan	Kan, süt, yumurta, ter, gıda kalıntısı proteinleri	Protein lekenin parçalanması ve deterjanla uzaklaştırmanın kolaylaşması	Birden fazla mikrobiyal ve fungal proteaz çalışmasında deterjan uyumluluğu ve leke giderme değerlendirilmiştir [2]
Deri ve post işleme	Tüy kökü, epidermal proteinler ve bağlayıcı protein matrisleri	Tüy giderme ve kimyasal yükün azaltılmasına destek	Bacillus kaynaklı proteazların deri uygulamalarında değerlendirildiği çalışmalar vardır [4]
Deniz ürünü yan akımları	Kabuk, balık veya karides atıklarına bağlı proteinler	Deproteinizasyon ve değerli fraksiyonların ayrılmasına destek	Karides atığı ve kitin geri kazanımı gibi hedefli uygulama örnekleri raporlanmıştır [1]
İpek degumming	Serisin gibi protein esaslı kaplama bileşenleri	Lif yüzeyinden protein tabakasının kontrollü uzaklaştırılması	Belirli alkalın proteaz örnekleri ipek degumming ajanı olarak incelenmiştir [4]
Jelatin tabakası uzaklaştırma	Film üzerindeki jelatin kaplama	Jelatin hidrolizi ve geri kazanım süreçlerinin kolaylaşması	Kullanılmış film jelatini için proteaz uygulamaları literatürde yer alır [1]
Proteinli atıkların biyolojik dönüşümü	Gıda atığı ve çamur içindeki protein fraksiyonları	Ön hidrolizle sonraki biyolojik proseslerin desteklenmesi	Proteaz ön işleminin anaerobik birlikte çürütme bağlamında çalışıldığı örnekler vardır [8]

Deterjan formülasyonunda rolü: proteaz, yüzey aktif madde ve alkalinite

Deterjan ortamı, saf suya göre enzim açısından daha karmaşık bir sistemdir. Formülasyonda yüzey aktif maddeler, alkali bileşenler, kompleks yapıcılar ve bazen oksidatif stres oluşturabilecek bileşenler bulunabilir; bu nedenle deterjan enzimi olarak değerlendirilen proteazlarda yalnızca protein hidrolizi değil, formülasyonla uyumluluk da önem taşır [3].

Alkalın proteazın bu sistemdeki görevi, leke matrisinin proteinli kısmını keserek yüzey aktif maddelerin erişimini artırmaktır. Protein tabakası parçalanmadığında yağlı veya partiküllü kir bileşenleri lif yüzeyine tutunmaya devam edebilir; proteazın hidrolitik etkisi, bu karışık leke yapısının dağılmasını kolaylaştırır [5].

Bununla birlikte proteaz, yağ lekesi için lipazın, nişasta lekesi için amilazın veya selülozik tüylenme yönetimi için selülazın yerini alan evrensel bir enzim değildir. Protein yükü düşük, mineral ağırlıklı veya tamamen yağ bazlı bir kirde proteazdan beklenen katkı sınırlı kalabilir; doğru konumlandırma “protein

hedefli deterjan enzimi” ifadesidir [1].

Deri işleme ve tüy giderme: kontrollü proteoliz gerektiren alan

Deri proseslerinde alkalın proteaz, tüy ve epidermal yapıların proteince zengin bağlantılarını hedefleyerek tüy giderme adımlarına destek olabilir. Bacillus cereus kaynaklı alkalın proteazın karakterizasyonu ve uygulama değerlendirmesi, bu enzim grubunun deri, deterjan ve ilgili protein ayrıştırma süreçlerinde incelenemediğini göstermektedir [4].

Bu uygulamada kritik fark, hedef materyalin de protein içermesidir. Deterjanda amaç lekeyi parçalamakken, deride amaç istenmeyen protein yapılarını uzaklaştırırken ana kollajen yapının gereksiz zarar görmesini önlemektir; bu nedenle süre, sıcaklık, pH ve mekanik etki gibi proses değişkenleri kalite sonucunu doğrudan etkiler [1].



Figure 3. Alkalı proteazlar hedef materyalin de protein içermesi durumunda deterjan, tekstil, tıbbi, gıda, deri, çamaşır makinesi, el dezenfektanı, hasta odası temizliği, endüstriyel hijyen, atık su arıtma gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Literatürde alkalın proteazların geleneksel kimyasal yükü azaltma potansiyeli sıkça vurgulansa da bu, her deri prosesinde kimyasalların tamamen ortadan kalkacağı anlamına gelmez. Daha gerçekçi ifade, proteazın kontrollü kullanıldığında tüy giderme veya protein gevşetme adımlarında kimyasal proses yükünü düşürmeye yardımcı olabilecek bir biyokatalizör olduğudur [9].

Deniz ürünü yan akımları ve deproteinizasyon

Balık, karides ve diğer deniz ürünü yan akımları genellikle protein, mineral ve polisakkarit fraksiyonlarının karışımıdır. Alkalın proteaz burada mineral fraksiyonu veya kitin zincirini doğrudan hedeflemekten çok, bu yapılara bağlı proteinleri hidroliz ederek ayrışmayı kolaylaştırır [1].

Karides atığı gibi substratlarda amaç çoğu zaman kitin veya ilişkili değerli fraksiyonların daha temiz ayrılmasıdır. Proteaz, protein kaplamasını küçük peptidlere dönüştürdüğünde katı fazdaki protein yükü azalabilir; bu da sonraki ayırma, yıkama veya saflaştırma adımlarını daha yönetilebilir hale getirebilir [4].

Bu alan deterjan uygulaması kadar standartlaştırılmış değildir; hammadde bileşimi mevsim, tür, işleme şekli ve depolama koşullarına göre değişebilir. Bu nedenle alkalın proteazın beklenen etkisi, “protein fraksiyonunu azaltmaya yardımcı olmak” şeklinde anlatılmalı; her deniz ürünü yan akımı için aynı verim iddia edilmemelidir [1].

Tekstil ve ipek degumming

İpek degumming, ipek lifinin yüzeyinde bulunan serisin gibi protein esaslı bileşenlerin uzaklaştırılmasını içerir. Alkalın proteazın bu alandaki rolü, serisin tabakasını hidrolizle zayıflatarak lif yüzeyinden ayrılmasını kolaylaştırmaktır [4].

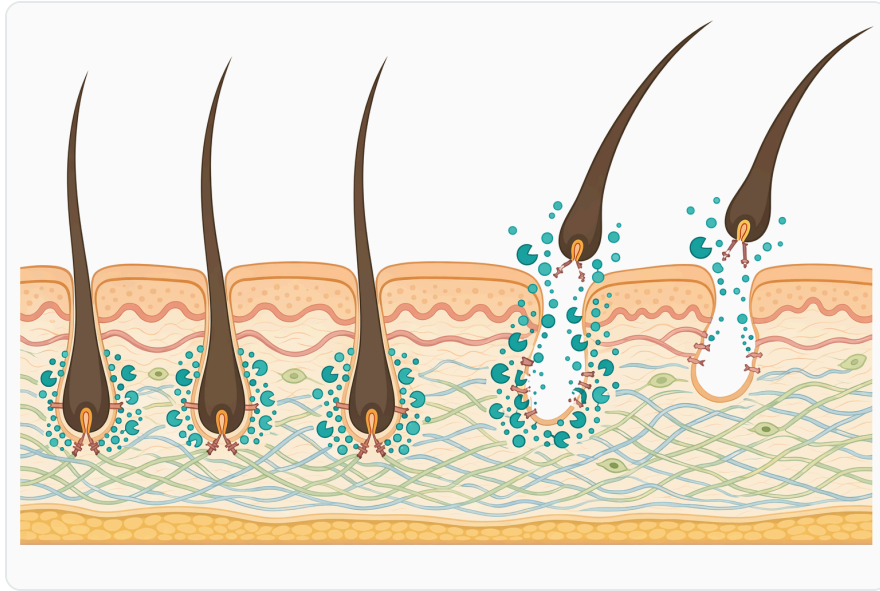


Figure 4. 가죽 제모 공정에서 알칼리성 프로테아제는 모근 주변의 단백질을 약화시키지만, 공정 제어를 통해 콜라겐 기질은 보존되어야 한다.

Bu uygulama, proteazların yalnızca leke giderme için değil, protein tabakası modifikasyonu gereken tekstil proseslerinde de değerlendirilebildiğini gösterir. Ancak ipek gibi değerli doğal liflerde proteazın proteolitik etkisi istenen tabaka ile ana lif yapısı arasındaki dengeye bağlı olduğundan, kontrolsüz işlem yüzey özelliklerini olumsuz etkileyebilir [1].

Tekstil tarafında genel sonuç şudur: alkalın proteaz, protein esaslı yüzey bileşenlerinin kontrollü uzaklaştırılmasına uygundur; selüloz, sentetik polimer veya mineral esaslı kirler için aynı mekanizma geçerli değildir. Bu ayırım, enzim seçimini uygulamanın gerçek kimyasal hedefiyle eşleştirmek için önemlidir [2].

Jelatin, film ve protein kaplamalarının uzaklaştırılması

Kullanılmış fotoğraf veya X-ray filmlerinde jelatin tabakası protein esaslıdır; bu nedenle proteaz hidroliziyle parçalanabilir. Alkalın proteazların jelatin tabakası uzaklaştırma ve buna bağlı geri kazanım süreçlerinde incelenmesi, enzimin katı yüzeydeki protein kaplamalarını hedefleyebildiğini gösterir [1].

Bu tip uygulamalarda proteazın değeri, kaplamayı çözüdüremeye veya gevşetmeye yardım etmesidir. Jelatin hidrolize olduğunda alttaki taşıyıcı veya geri kazanılacak bileşenlere erişim kolaylaşabilir; ancak proses sonucunu film tipi, jelatin tabakasının kalınlığı ve önceki işlem geçmişi etkiler [9].

Jelatin uzaklaştırma örneği, alkalın proteazın deterjan dışı mantığını iyi açıklar: enzim, inorganik bir yüzeyi veya metalik bileşeni değil, o yüzeye bağlı protein katmanını hedefler. Bu nedenle uygulama tanımı da “protein kaplamasının enzimatik ayrıştırılması” olarak yapılmalıdır [1].

Protein hidrolizi ve yan akım değerlendirme

Alkalın proteazlar, protein bakımından zengin yan akımların daha küçük peptitlere dönüştürülmesinde de araştırılmaktadır. Soy protein izolatından antioksidan peptit üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, geniş sıcaklık aralığında aktif alkalın proteaz kullanılarak protein hidrolizi ve peptit oluşumu incelenmiştir [10].

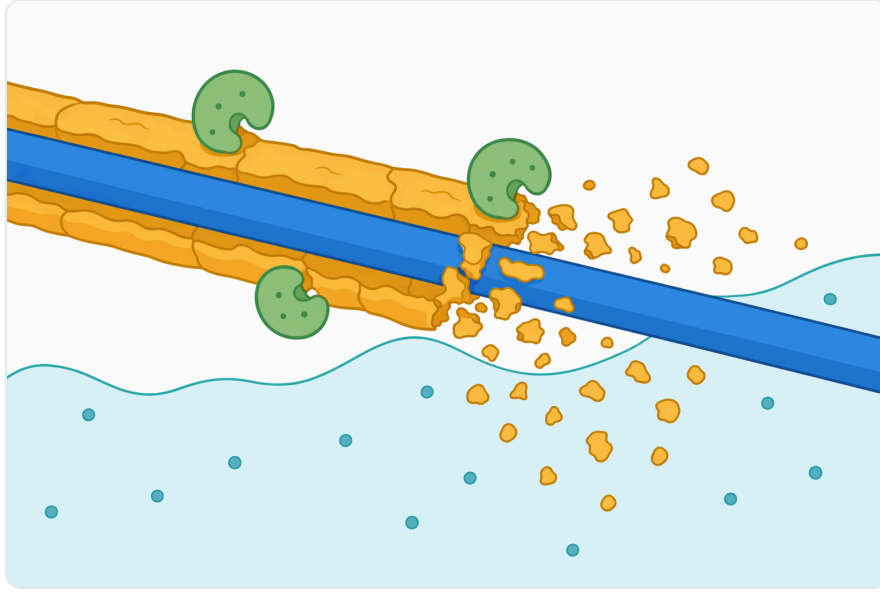


Figure 5. 실크 정련에서 알칼리성 프로테아제는 제어된 조건에서 피브로인 필라멘트의 접근 가능한 세리신 코팅을 선택적으로 제거한다.

Atık yönetimi tarafında da proteaz ön işlemleri, gıda atığı ve susuzlaştırılmış çamurun birlikte anaerobik çürütülmesi gibi sistemlerde değerlendirilmiştir. Bu yaklaşımda proteazın amacı, proteinleri önceden parçalayarak sonraki mikrobiyal dönüşümlerde daha erişilebilir organik madde oluşturulmasına yardımcı olmaktır [8].

Bu uygulamalar, alkalik proteazın “temizlik enzimi” olmanın ötesinde bir protein dönüştürme aracı olduğunu gösterir. Yine de gıda, yem veya biyoproses çıktısı hedeflenen sistemlerde mevzuat, ürün amacı ve proses doğrulaması uygulama bazında değerlendirilmelidir; deterjan enzimi olarak tedarik edilen bir ürünün her biyolojik ürün senaryosuna otomatik olarak uygun olduğu varsayılmamalıdır [10].

Stabilite, sıcaklık ve pH: performansı belirleyen proses faktörleri

Alkalik proteaz performansı, enzimin hedef proteine ulaşabilmesi ve aktif yapısını koruyabilmesiyle belirlenir. Literatürde farklı Bacillus, Aspergillus, Aeribacillus ve diğer mikrobiyal kaynaklardan elde edilen alkalik proteazların pH, sıcaklık ve deterjan bileşenleriyle uyumluluk açısından incelendiği görülür [9].

Sıcaklık etkisi iki yönlüdür: daha yüksek sıcaklık protein kirin şişmesini ve reaksiyon hızını artırabilir, ancak enzimin yapısal stabilitesini zorlayabilir. Bu nedenle termostabil alkalik proteaz çalışmaları, deterjan ve endüstriyel proseslerde daha geniş çalışma aralığı hedefiyle yürütülmektedir [11].

Soğuk aktif proteaz çalışmaları ise farklı bir ihtiyaca yanıt verir. Düşük sıcaklıkta enerji tasarrufu veya hassas kumaş yıkama hedeflendiğinde, enzimin yalnızca alkali ortamda değil, daha düşük sıcaklıklarda da anlamlı aktivite gösterebilmesi önem kazanır [7].

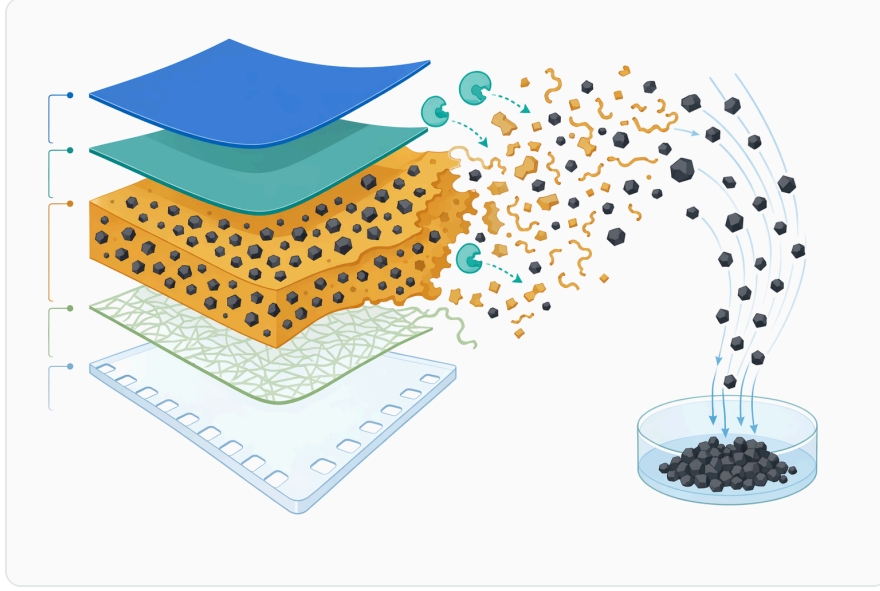


Figure 6. Alkaline protease is used to hydrolyze the gelatin composite film used in X-ray films, which helps in separating the contained material from the plastic support.

pH tarafında ise “alkalin” ifadesi, enzimin alkali koşullarda kullanılabileceğini belirtir; ancak her alkaline proteazın aynı pH aralığında aynı davranacağı anlamına gelmez. Farklı kaynaklardan gelen proteazlar arasında optimum ve stabilite profilleri değişebilir; bu nedenle ürünün siparişle gelen dokümantasyonu proses dokümantasyonunda referans alınmalıdır .

Protein mühendisliği ve stabilite araştırmaları ne anlatıyor?

Son yıllardaki çalışmalar, alkaline proteazların yalnızca keşfedilmediğini, aynı zamanda stabilite, kendi kendini parçalamaya direnç ve proses dayanımı açısından geliştirilmeye çalışıldığını göstermektedir. *Bacillus licheniformis* alkaline proteazının termostabilitesini artırmaya yönelik rasyonel tasarım çalışmaları, endüstriyel kullanımda ısı dayanımının önemli bir araştırma hedefi olduğunu ortaya koyar [11].

Proteazların kendi kendini hidroliz etmesi, yani otoliz, protein yapılı bir enzimin başka proteinler gibi kesilebilmesi nedeniyle pratik bir stabilite sorunudur. *Bacillus alcalophilus* kaynaklı alkaline proteazın anti-otolitik yeteneğini artırmaya yönelik araştırma, uzun süreli proseslerde enzimin yapısal bütünlüğünün korunmasının önemini gösterir [12].

Soğuğa adaptasyon mekanizmalarını inceleyen moleküler dinamik çalışmaları ise esneklik ve stabilite arasındaki dengeyi anlamaya yöneliktir. Daha esnek bir yapı düşük sıcaklıkta katalizi destekleyebilirken, fazla esneklik yüksek sıcaklık veya agresif deterjan ortamında dayanımı sınırlayabilir [13].

Bu araştırmalar, ticari kullanım açısından şu pratik mesajı verir: “alkalin proteaz” tek bir davranış profili değildir. Kaynak organizma, üretim geçmişi, formülasyon ve stabilizasyon yaklaşımı, enzimin deterjan veya proses ortamındaki davranışını etkileyebilir [14].



Figure 7. 단백질이 풍부한 잔여물은 알칼리성 프로테아제에 의해 더 작은 가수 분해물 분획으로 전환되어 취급, 분리 또는 고부가가치화가 더 쉬워질 수 있다.

Gerçekçi faydalar ve sınırlar

Alkalin proteazın temel faydası, protein hedefli hidrolizi kimyasal veya mekanik temizliğe tamamlayıcı olarak kullanabilmesidir. Deterjanda leke parçalanmasını destekler; deride tüy giderme adımlarına katkı sağlayabilir; deniz ürünü yan akımlarında protein yükünün azaltılmasına yardımcı olabilir [2].

Sınırları da aynı mekanizmadan doğar. Proteaz proteinleri hedeflediği için kireç, pas, silikat, saf yağ, nişasta veya selüloz esaslı kalıntılarda tek başına belirleyici çözüm değildir; bu tür kirlerde farklı kimyasal veya enzimatik sistemler gerekebilir [1].

Protein içeren değerli malzemelerde aşırı proteoliz riski ayrıca dikkate alınmalıdır. Yün, ipek, deri, jelatin kaplı yüzeyler veya protein bazlı fonksiyonel materyallerde istenen yüzey etkisi ile materyal hasarı arasındaki sınır proses koşullarına bağlıdır [4].

Deterjan tarafında da proteazın performansı, lekenin yaşı, kuruma seviyesi, kumaş tipi, su kompozisyonu, yıkama sıcaklığı ve formülasyonun diğer bileşenleriyle etkileşime göre değişebilir. Bu nedenle doğru beklenti, her lekede aynı sonucu garanti eden bir katkı değil, protein bazlı kirlerde ölçülebilir katkı potansiyeli olan bir biyokatalizördür [5].

Enzymes.bio'dan tedarik edilen ürünün konumlandırılması

Enzymes.bio üzerinde listelenen alkalin proteaz tozu, B2B ve endüstriyel kullanım bağlamında değerlendirilecek bir proses girdisidir. Enzymes.bio'nun rolü üretim, özel analiz veya laboratuvar geliştirme hizmeti vermek değil; ürünü çevrim içi tedarik modeliyle sunmaktır .

Ürün 1 kg birimler halinde doğrudan çevrim içi satın alınır. Siparişle birlikte sağlanan CoA ve SDS, iç kalite dokümantasyonu, elleçleme ve güvenlik kayıtları için kullanılacak temel belgelerdir; kullanım ise müşterinin kendi proses gereklilikleri ve geçerli düzenlemeleri çerçevesinde değerlendirilmelidir .

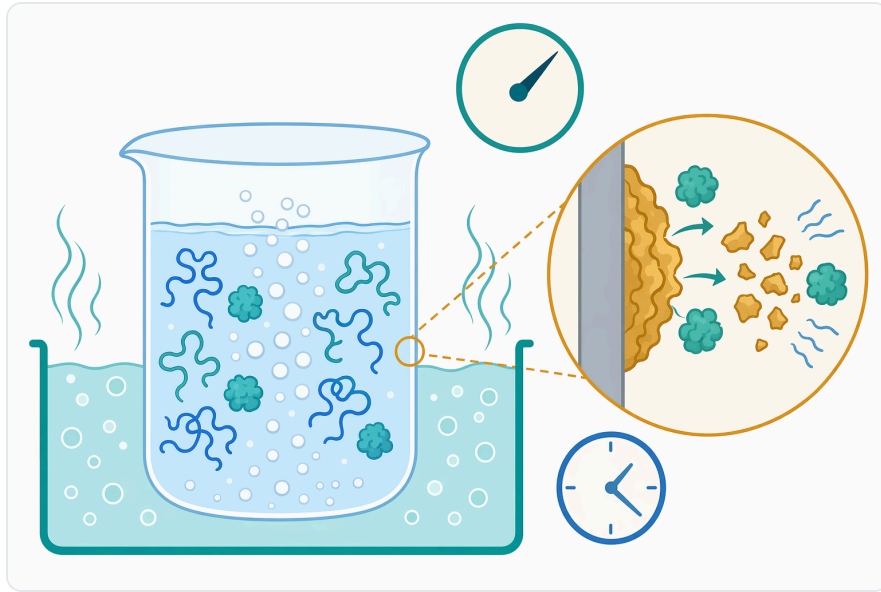


Figure 8. 알칼리성 프로테아제를 실제로 사용하려면 수화, 알칼리성 수용액 조건, 접근 가능한 단백질 기질, 충분한 접촉 시간이 필요하다.

Bu tedarik modeli, ürünü bilen ve standart enzim girdisi olarak satın almak isteyen B2B kullanıcılar için sade bir akış sağlar. Ürün açıklamasında yer alan uygulama bağlamı, özellikle deterjan, protein bazlı temizlik ve endüstriyel hidroliz mantığı üzerinden okunmalıdır .

Uygulama kararını destekleyen teknik özet

Alkalin proteaz tozu için en sağlam teknik konumlandırma, “alkali koşullarda protein bazlı kirleri ve kalıntıları hidroliz eden deterjan enzimi” tanımıdır. Bu tanım hem mekanizmayı doğru anlatır hem de enzimin yağ, mineral veya karbonhidrat hedefli uygulamalarla karıştırılmasını önler ^[1].

Deterjan uygulamalarında proteaz, kan, süt, yumurta, ter ve gıda kaynaklı proteinleri daha küçük peptitlere dönüştürerek yıkama sisteminin bu kalıntıları uzaklaştırmasını kolaylaştırır. Deri, ipek, karides atığı ve jelatin gibi alanlarda ise aynı hidroliz mekanizması, protein tabakasını veya protein bağlayıcılığını azaltmak için kullanılır ^[4].

Sonuç olarak alkalin proteaz, doğru substrat ve uygun proses koşullarıyla kullanıldığında yüksek değer sağlayan protein hedefli bir biyokatalizördür. Enzymes.bio tarafından çevrim içi olarak tedarik edilen ürün, 1 kg birimler halinde B2B kullanım için sunulur; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır ve ürün üretici/laboratuvar hizmeti olarak değil, tedarik edilen endüstriyel enzim girdisi olarak değerlendirilmelidir .

Alkaline Protease Powder Protease Enzyme Detergent Alkaline Protease 100,000U/G 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.

[Alkaline Protease Powder Protease Enzyme Detergent Alkaline Protease 100,000U/G 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. Pawar, K. S., Singh, P., & Singh, S. K. (2023). [Fungal alkaline proteases and their potential applications in different industries](#). *Frontiers in Microbiology*, 14.
2. Wajeaha, A. W., Asad, M., Mahmood, R. T., Zainab, T., Nazir, S., Khan, J., Shah, M. B., ... et al. (2020). [Production, purification, and characterization of alkaline protease from *Aspergillus flavus* and its compatibility with commercial detergents](#). *Bioresources*, 16, 291-301.
3. Yang, H., Ren, X., Zhao, Y., Xu, T., Xiao, J., & Chen, H. (2024). [Enhancing Alkaline Protease Stability through Enzyme-Catalyzed Crosslinking and Its Application in Detergents](#). *Processes*.

4. Ullah, N., Rehman, M., Sarwar, A., Nadeem, M., Nelofer, R., Shakir, H. A., Irfan, M., ... et al. (2022). Purification, Characterization, and Application of Alkaline Protease Enzyme from a Locally Isolated Bacillus cereus Strain. Fermentation.
5. Rini, A. S., Rukmini, I., & Pujiyanto, S. (2021). Thermostable Alkaline Protease Activity from Aspergillus flavus DUCC-K225 and Its Compatibility to Local Detergents. *Microbiology Indonesia.*
6. T, I. (2023). Isolation of Alkaline Protease from Fruit Waste and its Application as Detergent. *Bioscience Biotechnology Research Communications.*
7. Park, H., Han, S., Yim, J., & Kim, A. (2018). Characterization of an Antarctic alkaline protease, a cold-active enzyme for laundry detergents.
8. Jiang, W., Jiang, Y., Tao, J., Luo, J., Xie, W., Zhou, X., Yang, L., ... et al. (2024). Enhancement of methane production from anaerobic co-digestion of food waste and dewatered sludge by thermal, ultrasonic and alkaline technologies integrated with protease pretreatment. *Bioresource Technology*, 411, 131357 .
9. Yildirim, V., Baltacı, M., Ozgencli, I., Şişeciöğlü, M., Adiguzel, A., & Adiguzel, G. (2017). Purification and biochemical characterization of a novel thermostable serine alkaline protease from Aeribacillus pallidus C10: a potential additive for detergents. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 32, 468 - 477.
10. Mukhia, S., Kumar, A., & Kumar, R. (2021). Generation of antioxidant peptides from soy protein isolate through psychrotrophic Chryseobacterium sp. derived alkaline broad temperature active protease. *Lwt - Food Science and Technology*, 143, 111152.
11. Yuan, Y., Zhao, G., Lu, J., Wang, L., Shi, Y., & Zhang, J. (2025). Enhancing the Thermostability of Bacillus licheniformis Alkaline Protease 2709 by Computation-Based Rational Design. *Molecules*, 30.
12. Wu, M., Cao, L., Tang, W., Liu, Z., & Feng, S. (2024). Improving the anti-autolytic ability of alkaline protease from Bacillus alcalophilus by a rationally combined strategy. *Enzyme and Microbial Technology*, 184, 110561 .
13. Huang, A., Lu, F., & Liu, F. (2023). Exploring the molecular mechanism of cold-adaption of an alkaline protease mutant by molecular dynamics simulations and residue interaction network. *Protein Science*, 32.
14. Fu, Y., Rao, Y., Liao, Y., Zhang, Q., Ma, X., Cai, D., & Chen, S. (2025). Protein engineering, expression optimization, and application of alkaline protease from Alkalihalobacillus clausii FYX. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141891 .

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