

Keratinase Enzyme for Animal Feed Preparation CAS 9014-01-1: Hayvan Yemi Hazırlamada Keratinaz

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

Keratinase Enzyme for Animal Feed Preparation CAS 9014-01-1, tüy unu ve diğer keratin bakımından zengin hayvansal yan ürünlerdeki dirençli protein yapısını daha küçük peptitlere ve amino asitlere parçalamaya yardımcı olan bir yem hazırlama enzimidir. Keratinazın başlıca teknik değeri, tüy, kıl, boynuz, toynak ve benzeri materyallerde bulunan, normal proteazlarla zor parçalanan keratini biyolojik olarak daha erişilebilir protein fraksiyonlarına dönüştürmesidir ^[1]. Enzymes.bio bu ürünü üretici veya laboratuvar olarak değil, çevrim içi tedarikçi olarak 1 kg birimler halinde sunar; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır .

Keratinazın yem hazırlamadaki rolü

Keratinaz, keratin adı verilen sert yapısal proteinleri hidrolize edebilen proteolitik enzimler için kullanılan genel addır. Keratin; kanatlı tüyleri, hayvan kılları, yün, boynuz, toynak ve bazı pul yapılarında yüksek oranda bulunur. Bu materyaller çoğu zaman protein bakımından zengindir; ancak protein içeriğinin önemli bir kısmı çözünmeyen, sıkı paketlenmiş ve çapraz bağlı keratin halinde olduğu için ham formda besinsel değeri sınırlı kalabilir ^[2].

Hayvan yemi hazırlamada keratinazın amacı, bu “yüksek proteinli fakat zor sindirilebilir” fraksiyonu daha kullanılabilir hale getirmektir. Özellikle tüy unu gibi kanatlı yan ürünleri, toplam protein açısından cazip görünse de keratin yapısının direnci nedeniyle tek başına istenen amino asit erişilebilirliğini sağlamayabilir. Keratinaz, bu noktada bir yem katkısından çok bir proses enzimi olarak düşünülmelidir: görevi, hammadde içindeki keratinli proteini daha kısa peptitlere ve serbest amino asitlere doğru parçalanabilir bir forma taşımaktır ^[3].

Bu ürünün uygulama alanı, “hayvana doğrudan mucizevi performans etkisi” iddiasından ziyade, yem hammaddesi hazırlama ve protein yan ürünlerinin değerlendirilmesi çerçevesinde anlaşılmalıdır. Literatürde keratinazların endüstriyel yayılımı; tüy atıklarının biyolojik dönüşümü, deri ve kıl işleme, deterjan, tekstil ve tarımsal yan ürün değerlendirme gibi alanlarla ilişkilendirilir. Yem hazırlama bu alanlar içinde, özellikle keratinli protein yan ürünlerinin besin değerini artırma potansiyeli nedeniyle öne çıkar ^[1].

Keratin neden zor parçalanır?

Keratinin sindirime ve endüstriyel işleme karşı dirençli olmasının temel nedeni yalnızca “sert” bir protein olması değildir. Keratin zincirleri; disülfid bağları, hidrojen bağları, hidrofobik etkileşimler ve sıkı lif organizasyonu ile stabilize olur. Bu çok katmanlı yapı, proteinin suda çözünmesini ve sıradan proteolitik enzimlerin hedef bağlara erişmesini sınırlar [2].

Kanatlı tüylerinde baskın olan keratin, yüksek derecede organize olmuş lif yapıları oluşturur. Tüy, hayvanın vücudunda hafif ama dayanıklı bir kaplama malzemesi olarak işlev gördüğü için doğası gereği biyolojik bozunmaya karşı dirençlidir. Bu dayanıklılık, tüyün çevresel atık olarak kalıcılığını artırırken yem hammaddesi olarak doğrudan kullanımını da zorlaştırır [4].

Geleneksel fiziksel veya termal işlemler keratinli materyalin yapısını kısmen açabilir; ancak aşırı koşullar amino asit hasarı, enerji tüketimi veya istenmeyen kalite değişimleri gibi sorunlar doğurabilir. Keratinaz destekli yaklaşımın teknik cazibesi, keratin ağını biyokatalitik olarak parçalamayı hedeflemesidir. Bu, “proteini yakmak veya aşırı zorlamak” yerine, enzimin substratla temas ettiği bölgelerde peptid bağlarının kontrollü biçimde hidrolize edilmesi anlamına gelir [3].

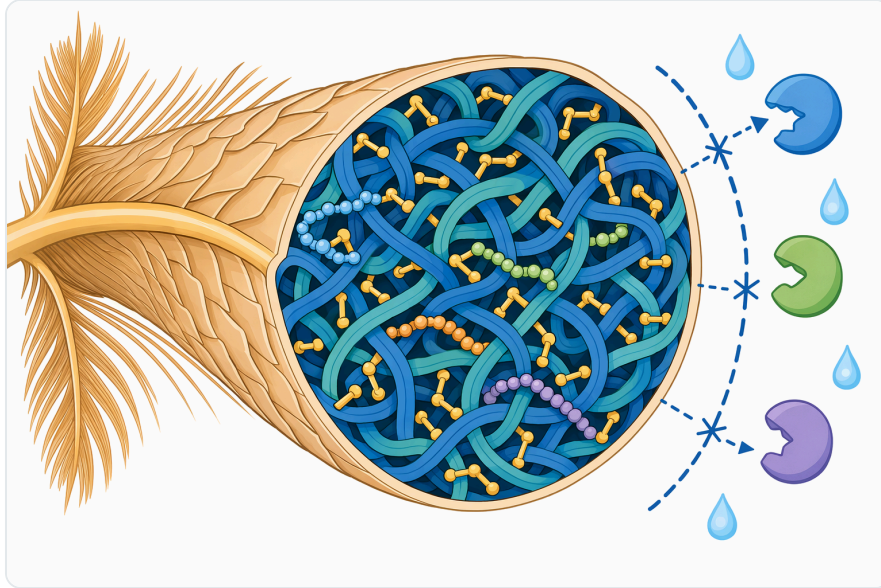


Figure 1. Gıtel keratinin sıkıca bağlanmış yapısı, peptid bağlarını koruyarak genel sindirim süreci veya kimyasal işleme koşullarıyla ayrıştırmayı zorlaştırır. Bu nedenle, keratinin besin hammaddesi olarak kullanılması zordur.

Keratinaz nasıl çalışır?

Keratinazın etkisi, keratin lifinin yüzeyinden başlayıp erişilebilir protein bölgelerini kademeli olarak hidrolize eden bir mekanizma olarak düşünülebilir. Enzim, keratin yapısındaki peptit bağlarını parçalayarak uzun ve çözünmeyen protein zincirlerini daha kısa peptitlere dönüştürür. Keratin yapısının gevşemesiyle daha önce erişilemeyen bölgeler de enzime açılabilir; bu nedenle süreç çoğu zaman tek adımlı değil, kademeli bir çözünürleşme ve hidroliz şeklinde ilerler ^[1].

Bu mekanizmada yalnızca proteolitik kesim değil, keratin ağının fiziksel erişilebilirliği de önemlidir. Tüyün parçacık boyutu, nem seviyesi, karıştırma düzeni ve ön işlem geçmişi, enzimin keratin yüzeyiyle temasını etkiler. Aynı keratinaz preparatı, ince öğütülmüş ve homojen nemlendirilmiş bir tüy materyalinde daha farklı; kaba, kuru veya yetersiz karıştırılmış bir hammaddede daha sınırlı sonuç verebilir ^[2].

Keratinazlarla ilgili moleküler çalışmalar, bu enzimlerin farklı mikroorganizmalardan elde edilebildiğini ve endüstriyel uygulamalara uygunluklarının stabilite, substrat erişimi ve üretim verimliliği gibi özelliklerle ilişkilendirildiğini göstermektedir. Bu nedenle keratinaz terimi tek bir enzimi değil, keratini hidrolize etme yeteneğiyle tanımlanan geniş bir enzim ailesini ifade eder. Yem hazırlama açısından kritik nokta, seçilen preparatın keratinli yem hammaddesiyle uyumlu bir proses içinde kullanılmasıdır ^[5].

Tüy unu ve keratinli yan ürünlerde beklenen teknik etki

Tüy unu, kanatlı endüstrisinde ortaya çıkan yüksek proteinli bir yan üründür. Ancak tüy proteininin büyük kısmı keratin şeklinde bulunduğu için, işlem görmemiş tüyün sindirilebilirliği düşük kalır. Keratinaz, bu proteini daha kısa peptitlere ve amino asitlere dönüştürerek tüyununun yem hammaddesi olarak değerlendirilmesine yardımcı olabilir ^[4].

Bu dönüşümün pratik sonucu, "daha çok toplam protein" üretmek değildir; tüyde zaten bulunan proteinin daha erişilebilir fraksiyonlara ayrılmasıdır. Enzimatik işlemde beklenen değer, toplam azot miktarından çok protein fraksiyonunun çözünürlüğü, peptit profili ve sindirim enzimlerine açıklığı ile ilgilidir. Bu nedenle keratinaz, özellikle tüy unu gibi keratinli hammaddelerde protein kalitesini proses yoluyla iyileştirmeyi hedefleyen bir araçtır ^[1].

Hayvan kılı, deri işleme yan ürünleri ve benzeri keratinli materyaller de keratinaz uygulamalarının bilimsel literatürde ele alındığı substratlar arasındadır. Örneğin Bacillus kökenli keratinazların hayvan kılı atıklarının biyodönüşümünde değerlendirildiği çalışmalar, keratinazın yalnızca kanatlı tüyüyle sınırlı olmayan bir substrat aralığına sahip olduğunu gösterir. Bununla birlikte yem hazırlamada her hammadde, mevzuat, güvenlik ve formülasyon uygunluğu açısından ayrı değerlendirilmelidir ^[6].

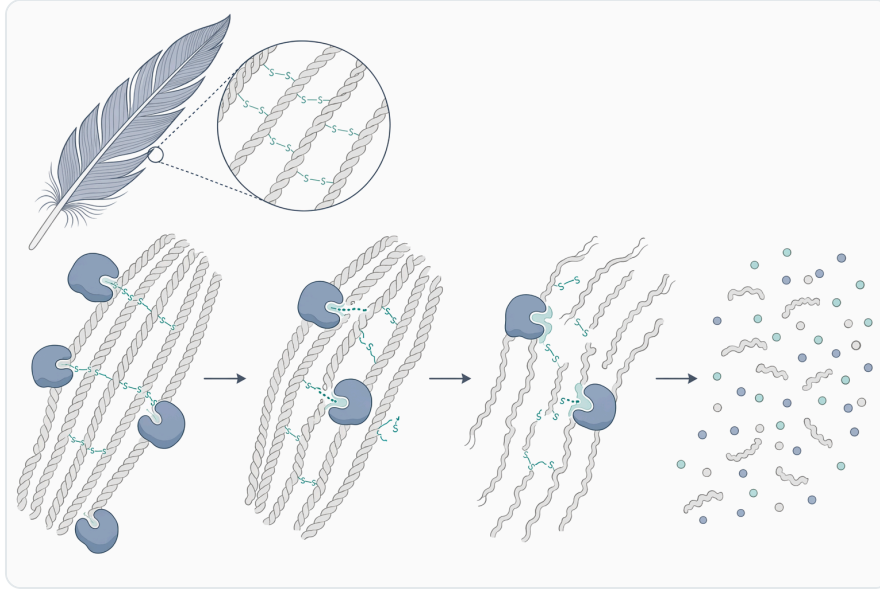


Figure 2. 케라티나아제는 노출된 케라틴의 펩타이드 결합을 점진적으로 가수 분해하여 깃털 기질을 열고, 수용성 펩타이드와 아미노산을 방출한다.

Keratinaz destekli işlem ile geleneksel yaklaşımların karşılaştırılması

Keratinli hammaddeler çoğu zaman ısı işlem, basınç, öğütme veya kimyasal koşullandırma gibi yöntemlerle işlenir. Bu yöntemler keratin yapısını açmada yararlı olabilir; ancak enerji ihtiyacı, amino asit hasarı ve proses değişkenliği gibi sınırlamalar taşır. Keratinaz destekli işlem, bu yaklaşımların yerine her zaman tek başına geçmek zorunda değildir; çoğu uygulamada uygun ön işleme birlikte kullanıldığında daha anlamlıdır [7].

Yaklaşım	Temel etki	Olası avantaj	Teknik sınırlama
Mekanik öğütme	Parçacık boyutunu küçültür, yüzey alanını artırır	Enzim temasını ve karıştırmayı kolaylaştırabilir	Keratin kimyasal olarak büyük ölçüde dirençli kalabilir
Isıl/basınçlı işlem	Keratin yapısını kısmen açar	Tüy ununda yaygın ön işlem yaklaşımıdır	Aşırı koşullar besin kalitesini etkileyebilir
Kimyasal koşullandırma	Bağ yapısını zayıflatabilir	Hızlı yapı açılması sağlayabilir	Kalıntı, proses kontrolü ve çevresel yük açısından dikkat gerektirir
Keratinaz destekli işlem	Peptit bağlarını biyokatalitik olarak hidrolize eder	Daha küçük peptit ve amino asit oluşumunu destekler	Nem, temas, süre ve substrat özelliklerine bağlıdır

Yaklaşım	Temel etki	Olası avantaj	Teknik sınırlama
Kombine proses	Ön işlem + enzimatik hidroliz	Erişilebilirlik ve hidrolizi birlikte iyileştirilebilir	Proses tasarımının hammaddeye göre ayarlanması gerekir

Bu karşılaştırmada keratinazın güçlü yanı, keratinli proteinin kimyasal yapısına doğrudan etki etmesidir. Mekanik işlem yüzeyi artırabilir, ısı işlem yapmayı gevşetebilir; fakat keratinaz, protein zincirini daha küçük birimlere ayıran biyokatalitik adımı sağlar. Bu nedenle keratinaz çoğu zaman “tek başına öğütme” veya “yalnızca ısıtma” yerine, erişilebilirliği artırılmış substrat üzerinde çalışan tamamlayıcı bir proses aracı olarak konumlandırılır [3].

Hayvan yemi hazırlamada kullanım senaryoları

Tüy unu bazlı protein hammaddeleri

En doğrudan kullanım senaryosu, tüy unu veya tüy türevi protein hammaddelerinin hazırlanmasıdır. Keratinaz, tüy keratinini hidrolize ederek tüy ununun daha sindirilebilir peptit ve amino asit fraksiyonları içermesine katkı sağlayabilir. Bu uygulama, kanatlı yan ürünlerinin atık olmaktan çıkarılıp yem değerine dönüştürülmesi açısından önemlidir .

Tüy unu uygulamalarında proses başarısı, hammaddenin yalnızca “tüy” olmasına değil, nasıl işlendiğine bağlıdır. Önceden aşırı ısı görmüş, okside olmuş veya heterojen parçacık dağılımına sahip materyallerde enzimle temas farklılaşabilir. Bu nedenle keratinaz uygulaması, hammadde karakteri ve nihai yem formülasyonu ile birlikte düşünülmelidir [4].

Keratin içeren karma protein yan ürünleri

Keratinaz, tüy dışında kıl, toynak, boynuz veya deri işleme kökenli bazı protein yan ürünlerinde de teknik olarak değerlendirilebilen bir enzim grubudur. Ancak bu materyallerin yem olarak kullanımı yalnızca enzimatik uygunlukla belirlenmez; hammadde kaynağı, hijyen, mevzuat ve tür bazlı yem güvenliği de belirleyicidir. Keratinazın burada sağlayabileceği katkı, dirençli keratinli fraksiyonun daha erişilebilir hale gelmesiyle sınırlı ve proses koşullarına bağlıdır [6].

Bu tür karma yan ürünlerde protein profili tüy ununa göre daha değişken olabilir. Keratinazın etkisi, keratin oranı yüksek fraksiyonlarda daha anlamlıdır; kolajen, yağ, mineral veya diğer proteinlerin yoğun olduğu karışımlarda sonuç farklılaşabilir. Bu nedenle keratinaz, “tüm hayvansal yan ürünleri aynı şekilde iyileştiren” genel bir çözüm olarak değil, keratin varlığı belirgin olan hammaddeler için hedefli bir biyokatalizör olarak değerlendirilmelidir [2].



Figure 3. 케라티나아제는 깃털, 털, 뿔, 발굽 및 관련 기질에 존재하는 불용성 구조 케라틴에 작용할 수 있다는 점에서 일반 프로테아제와 다르다.

Fermentasyon ve enzim destekli yem dönüştürme süreçleri

Mikrobiyal fermentasyon ve enzim destekli biyodönüşüm, düşük değerli organik yan ürünlerin yem hammaddesine dönüştürülmesinde giderek daha fazla incelenmektedir. Gıda atıkları ve tarımsal yan ürünlerin hayvan yemine dönüştürülmesi üzerine yapılan çalışmalar, biyolojik işlemlerin besin erişilebilirliği ve yan ürün değerlendirme açısından önemini vurgular. Keratinaz da bu daha geniş “enzim-fermentasyon destekli yem hazırlama” yaklaşımı içinde, keratinli proteinleri hedefleyen özel bir araçtır [8].

Fermentasyonla birlikte kullanıldığında keratinazın rolü, mikrobiyal metabolizmanın yerine geçmek değildir. Enzim, substrattaki keratinli fraksiyonu hidrolize ederken fermentasyon ortamı pH, nem, mikroorganizma gelişimi ve diğer enzimatik aktiviteler bakımından süreci etkileyebilir. Bu nedenle entegre uygulamalarda süreç tasarımı, nihai ürün güvenliği ve besin hedefleri birlikte ele alınmalıdır [7].

Akuakültür ve özel protein yemleri

Balık yemi, pet food ve özel protein karışımları gibi alanlarda protein sindirilebilirliği, peptit boyutu ve hammaddenin işlenebilirliği önemlidir. Keratinaz, özellikle keratinli veya dirençli protein yan ürünlerinin formülasyona dahil edildiği durumlarda değerlendirilir. Burada amaç, yüksek kaliteli ana protein kaynaklarının yerini sınırsız biçimde almak değil, uygun yan ürün fraksiyonlarının daha verimli kullanılmasına yardımcı olmaktır [1].

Akuakültür yemlerinde protein kalitesi, türün sindirim fizyolojisine ve amino asit gereksinimine sıkı biçimde bağlıdır. Keratinazla hidrolize edilmiş bir hammaddenin formülasyondaki değeri, yalnızca hidroliz derecesine değil, nihai amino asit dengesi, lezzetlilik, mineral yükü ve pelet stabilitesi gibi parametrelere de bağlıdır. Bu nedenle keratinaz, bu alanda da hammadde hazırlama basamağının bir parçası olarak konumlandırılmalıdır ^[9].

Bilimsel kanıt düzeyi: Ne güçlü, ne sınırlı?

Keratinazlarla ilgili en güçlü bilimsel dayanak, bu enzimlerin çözünmeyen keratini parçalayabilmesidir. Derlemeler, keratinazların bakteri, mantar ve aktinomisetler dahil çeşitli mikroorganizmalardan elde edilebildiğini ve tüy gibi dirençli keratinli materyaller üzerinde etkili olabildiğini göstermektedir. Bu, hayvan yemi hazırlamadaki temel teknik gerekeciyi oluşturur ^[3].

Tavuk tüyü atığının keratinazla bozundurulması üzerine yapılan çalışmalar, enzimin tüy keratini üzerinde pratik dönüşüm sağlayabildiğini gösteren daha doğrudan kanıtlar sunar. Rekombinant ve ısıya dayanıklı keratinazların tavuk tüyü atığı üzerinde uygulanması, bu enzimin yalnızca teorik değil, proses araştırmalarında aktif olarak test edilen bir biyokatalizör olduğunu ortaya koyar ^[4].

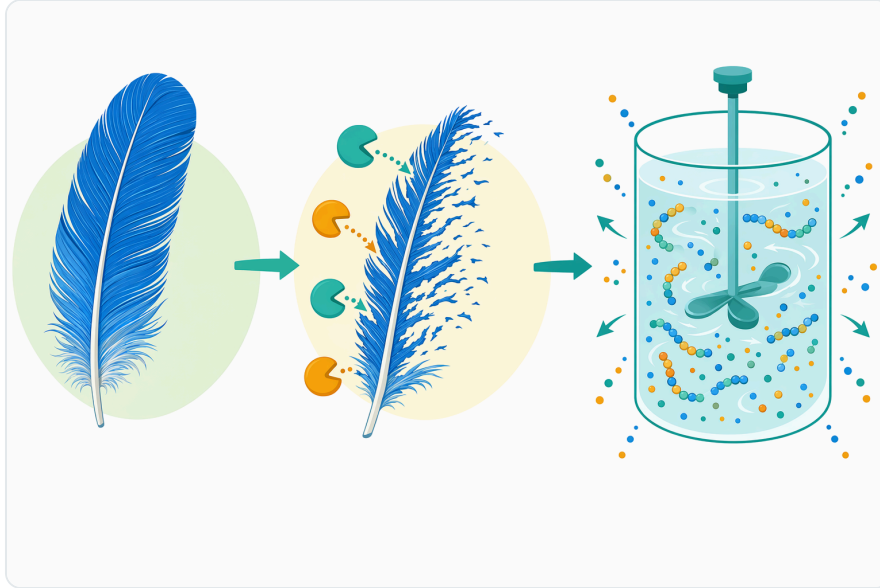


Figure 4. 효소 가수분해가 진행되는 동안 온전한 깃털 구조는 감소하고, 가수분해물 내 수용성 단백질 조각, 펩타이드 및 아미노태 질소는 증가한다.

Buna karşılık, “her hayvan türünde performans artışı” veya “her yem formülünde aynı sindirilebilirlik kazancı” gibi geniş iddialar daha dikkatli değerlendirilmelidir. Yem enzimleri genel olarak besin maddelerinin erişilebilirliğini artırmak için kullanılır; ancak her enzimin etkisi substrata, hayvan türüne ve formülasyon yapısına bağlıdır. Karbohidrazlar ve fitaz gibi daha yaygın yem enzimleri için bile etkinlik, hedef bağların ve yem matriksinin varlığıyla ilişkilidir ^[9].

Keratinaz için en sağlam ifade şudur: keratin içeren protein hammaddelerinde, uygun proses koşullarında, keratinli fraksiyonun hidrolizini destekleyebilir. Bu ifade, hem ürünün yem hazırlamadaki konumuyla hem de literatürdeki keratin bozunumu bulgularıyla uyumludur. Ancak belirli bir çiftlik performansı, yem dönüşüm oranı veya büyüme sonucu, yalnızca keratinaz varlığına bağlanmamalıdır [1].

Proses koşullarında dikkat edilmesi gereken teknik ilkeler

Keratinaz uygulamasında temel gereklilik, enzim ile keratinli substratın yeterli temas etmesidir. Tüy unu gibi lifli ve hidrofobik materyallerde homojen karıştırma özellikle önemlidir. Enzim kuru yüzeyde sınırlı hareket edebileceği için uygun nem, hidrolizin gerçekleşmesi açısından kritik bir proses değişkenidir [2].

Sıcaklık, enzimatik işlemlerde iki yönlü etki gösterir. İlimli sıcaklıklar reaksiyon hızını destekleyebilir; fakat enzimler protein yapısında olduğu için aşırı ısı, aktif yapının bozulmasına neden olabilir. Bu nedenle keratinaz uygulaması peletleme, kurutma veya yoğun ısıl işlem gibi adımlarla birlikte planlanırken enzimin işlem sırasındaki maruziyeti dikkate alınmalıdır [10].

Süre de önemli bir parametredir; çünkü keratin hidrolizi anlık bir çözünme değil, kademeli bir parçalanma sürecidir. Çok kısa temas süresi sınırlı hidroliz oluşturabilir; gereğinden uzun işlem ise proses ekonomisini ve ürün stabilitesini etkileyebilir. Uygun süre, hammadde formuna, nem düzeyine ve hedeflenen hidroliz derecesine bağlıdır [4].

pH ve tuzluluk gibi ortam özellikleri de keratinaz performansını etkileyebilir. Farklı mikroorganizmalardan gelen keratinazların farklı proses toleransları gösterebildiği bilinmektedir. Örneğin bazı Bacillus kökenli keratinazların tuz veya sülfür içeren ortamlarda çalışabildiği raporlanmıştır; ancak bu tür bulgular belirli çalışma koşullarına aittir ve her ticari preparata otomatik olarak genellenmemelidir [6].

Beklenen faydaların dengeli değerlendirilmesi

Keratinazın en doğrudan faydası, tüy ve benzeri keratinli materyallerdeki proteinin daha küçük peptit ve amino asit fraksiyonlarına ayrılmasını desteklemesidir. Bu, tüy ununun yem hazırlamada daha işlevsel bir protein hammaddesi haline gelmesine yardımcı olabilir. Buradaki fayda, protein miktarından çok protein erişilebilirliğinin iyileştirilmesiyle ilgilidir .



Figure 5. 케라티나아제 처리 깃털 단백질은 깃털분 품질 개선, 반려동물 사료용 가수분해물 개발, 양식 사료 원료 탐색, 가금 부산물 고부가가치화와 가장 밀접하게 관련된다.

İkinci fayda, yan ürün değerlendirme ve sürdürülebilirliktir. Kanatlı tüyleri ve diğer keratinli atıklar, gıda ve hayvancılık zincirlerinde önemli hacimlerde oluşur. Bu yan ürünlerin kontrollü biyodönüşümle yem hammaddesine dönüştürülmesi, hem atık yükünü azaltabilir hem de protein kaynaklarının daha verimli kullanılmasına katkı sağlayabilir [7].

Üçüncü fayda, yem formülasyonunda alternatif protein kaynaklarının daha iyi değerlendirilmesidir. Özellikle maliyet baskısının yüksek olduğu yem üretiminde, düşük değerlendirilen proteinli yan ürünlerin besinsel değerinin artırılması ekonomik açıdan önemlidir. Ancak keratinaz, amino asit dengesizliğini tek başına düzeltmez; formülasyonun toplam besin profili yine besleme hedeflerine göre kurulmalıdır [9].

Dördüncü fayda, proses esnekliğidir. Enzimatik yaklaşım, mekanik ve termal işlemlere tamamlayıcı olarak kullanılabilir ve bazı durumlarda daha kontrollü protein hidrolizi sağlayabilir. Bununla birlikte, enzimatik işlem de kendi koşullarını gerektirir; yeterli nem, temas, zaman ve uygun işlem sırası olmadan beklenen etki sınırlı kalabilir [11].

Diğer yem enzimleriyle farkı

Yem endüstrisinde fitaz, ksilanaz, beta-mannanaz, amilaz ve proteaz gibi birçok enzim kullanılır. Bu enzimlerin her biri farklı bir substrat grubunu hedefler: fitaz fitat bağlı fosforu, karbohidrazlar nişasta dışı polisakkaritleri veya kompleks karbonhidratları, proteazlar ise çeşitli protein bağlarını parçalar. Keratinazın farkı, özellikle keratin gibi dirençli yapısal proteinlere odaklanmasıdır [9].

Enzim tipi	Ana hedef substrat	Yem hazırlamadaki tipik amaç	Keratinazdan farkı
Fitaz	Fitat	Fosfor erişilebilirliğini artırmak	Keratinli proteinleri hedeflemez
Ksilanaz ve benzeri karbohidrazlar	Bitkisel hücre duvarı polisakkaritleri	Enerji ve besin erişimini desteklemek	Protein değil karbonhidrat fraksiyonuna odaklanır
Genel proteazlar	Çeşitli proteinler	Protein sindirilebilirliğini desteklemek	Keratin gibi çok dirençli yapılarda sınırlı kalabilir
Keratinaz	Keratinli yapısal proteinler	Tüy unu ve benzeri yan ürünleri hidrolize etmek	Disülfidçe zengin, çözünmeyen keratin fraksiyonunu hedefler

Bu ayrım önemlidir; çünkü keratinaz, her yem formülüne otomatik olarak eklenen genel bir sindirim enzimi gibi değerlendirilmemelidir. Eğer formülde keratinli protein fraksiyonu yoksa veya çok düşükse, keratinazın hedef substratı da sınırlı olur. Buna karşılık tüy unu gibi keratin bakımından zengin hammaddelerde, enzimin teknik gerekçesi çok daha açıktır ^[1].

Ürün konumlandırması: Enzymes.bio üzerinden tedarik

Enzymes.bio, Keratinase Enzyme for Animal Feed Preparation CAS 9014-01-1 ürününü çevrim içi olarak tedarik eder. Bu konumlandırmada Enzymes.bio bir üretici veya analiz laboratuvarı olarak değil, enzim ürünlerini B2B kullanıma sunan bir tedarikçi olarak anlaşılmalıdır. Ürün, hayvan yemi hazırlama uygulamaları için listelenmiş olup 1 kg birimler halinde çevrim içi satın alma akışıyla temin edilir .



Figure 6. 케라티나아제는 일반적으로 깃털 유래 물질, 물, 혼합 및 접촉 시간이 확보되어 효소가 케라틴에 접근할 수 있는 습식 전처리 또는 가수분해 공정에서 적용된다.

Ürün endüstriyel ve gıda işleme kullanımı için konumlandırılmıştır; insan tüketimi veya perakende tüketici kullanımı amacı taşımaz. Siparişe birlikte CoA ve SDS sağlanması, ürünün işletme içi kayıt, güvenlik ve izlenebilirlik süreçlerinde kullanılacak temel belgelerin temin edilmesine yardımcı olur. Bu belgeler, uygulama kararının yerine geçmez; işletmenin kendi kalite ve güvenlik prosedürleriyle birlikte değerlendirilir .

Ürün sayfasında keratinazın tüy unundaki keratin proteinlerini hidrolize ederek amino asit sindirilebilirliğini desteklemeye yardımcı olduğu belirtilir. Bu ifade, literatürde keratinazların tüy ve diğer keratinli materyalleri parçalama kapasitesiyle uyumludur. Ancak ürünün etkisi, her zaman hammadde kompozisyonu ve proses koşullarıyla birlikte değerlendirilmelidir .

Güvenlik, taşıma ve depolama yaklaşımı

Enzim preparatları protein yapısında olduğundan, toz formdaki ürünlerle çalışırken solunum, göz ve cilt temasını sınırlamak önemlidir. Endüstriyel kullanımda genel iş hijyeni, uygun havalandırma ve kişisel koruyucu uygulamalar, enzim tozlarına maruziyeti azaltmak için temel yaklaşımlardır. Ürüne ait SDS, siparişe birlikte sağlanır ve işletmenin güvenlik prosedürleri içinde esas alınmalıdır .

Depolamada kuru, serin ve doğrudan güneş ışığından uzak koşullar tercih edilir. Enzimler nem, yüksek sıcaklık ve uygunsuz ambalaj koşullarından etkilenebilen biyolojik katalizörlerdir. Bu nedenle ürünün kapalı tutulması, nemden korunması ve kullanım sırasında kontaminasyondan kaçınılması, aktivitenin korunmasına yardımcı olan genel uygulama ilkeleridir [11].

Yem hazırlama tesislerinde keratinazın güvenli kullanımı, yalnızca kullanıcı sağlığıyla ilgili değildir; aynı zamanda çapraz bulaşma, parti ayrımı ve proses kontrolü açısından da önem taşır. Enzim, hedeflenen hammaddeyle temas edecek şekilde kullanılmalı; gereksiz toz yayılımı ve kontrolsüz karışım önlenmelidir. Bu yaklaşım, hem operasyonel güvenlik hem de proses tekrarlanabilirliği açısından gereklidir .

Sınırlamalar ve gerçekçi beklentiler

Keratinaz, tüy unu ve keratinli yan ürünlerin besinsel değerini destekleyebilen güçlü bir proses aracıdır; ancak ham madde kalitesinin yerine geçmez. Kirlenmiş, bozulmuş, mevzuata uygun olmayan veya besleme açısından sakıncalı bir materyal, yalnızca enzimatik işleme uygun yem hammaddesine dönüşmez. Enzim, uygun ve kontrollü hammadde üzerinde değer yaratır [7].



Figure 7. 케라티나아제는 안전성, 품질 및 배합 요건이 충족될 때 깃털 폐기물을 보다 활용 가능한 단백질 가수분해물로 전환하여 부산물의 고부가가치화를 지원한다.

Keratinaz ayrıca amino asit profilini tamamen yeniden şekillendiren bir formülasyon aracı değildir. Hidroliz, proteini daha küçük parçalara ayırabilir; fakat hammaddenin temel amino asit kompozisyonu büyük ölçüde kaynağı tarafından belirlenir. Bu nedenle keratinazla işlenmiş tüy unu veya benzeri bir bileşen, nihai rasyonda diğer protein ve amino asit kaynaklarıyla birlikte dengelenmelidir [9].

Son olarak, keratinazın performans etkisi hayvan türüne göre değişebilir. Monogastrik hayvanlar, ruminantlar, balıklar ve evcil hayvanlar farklı sindirim fizyolojilerine sahiptir. Bu nedenle keratinazla hazırlanmış bir hammaddenin nihai değeri, hedef türün beslenme gereksinimi, formülasyon yapısı ve üretim hedefleriyle birlikte değerlendirilmelidir [1].

Sonuç

Keratinase Enzyme for Animal Feed Preparation CAS 9014-01-1, tüy unu ve diğer keratin bakımından zengin protein yan ürünlerinin hayvan yemi hazırlama süreçlerinde daha erişilebilir hale getirilmesine yardımcı olan hedefli bir keratinaz preparatıdır. Bilimsel literatürde keratinazların tüy, kıl ve benzeri çözünmeyen keratinli materyalleri hidrolize edebildiği; bu nedenle atık azaltımı, protein geri kazanımı ve yem hammaddesi değerlendirme alanlarında önemli bir biyokatalizör grubu olduğu gösterilmiştir [3].

En güçlü kullanım gerekçesi, tüy keratini gibi normal proteazlarla zor parçalanan proteinlerin daha küçük peptit ve amino asit fraksiyonlarına dönüştürülmesidir. Bununla birlikte, sonuçlar hammadde tipi, nem, karıştırma, sıcaklık, işlem süresi ve nihai yem formülasyonuna bağlıdır. Keratinaz bu nedenle “her koşulda aynı performansı veren” genel bir katkı değil, keratinli proteinlerin kontrollü hidrolizi için kullanılan bir proses enzimi olarak değerlendirilmelidir [2].

Enzymes.bio ürünü çevrim içi tedarikçi olarak 1 kg birimler halinde sunar; ürün endüstriyel ve gıda işleme kullanımı için konumlandırılmıştır ve insan tüketimi amacı taşımaz. Siparişe birlikte CoA ve SDS sağlanır; bu belgeler işletmenin kalite, güvenlik ve izlenebilirlik süreçlerinde kullanılabilir .

Keratinase Enzyme For Animal Feed Preparation Cas 9014-01-1 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.

[Keratinase Enzyme For Animal Feed Preparation Cas 9014-01-1 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. Su, C., Gong, J., Qin, J., Li, H., Li, H., Xu, Z., & Jin-Shi (2020). The tale of a versatile enzyme: Molecular insights into keratinase for its industrial dissemination. *Biotechnology Advances*, 107655 .
2. Chaudhary, L., Siddiqui, M. H., Vimal, A., & Bhargava, P. (2021). Biological Degradation of Keratin by Microbial Keratinase for Effective Waste Management and Potent Industrial Applications. *Current protein and peptide science*.
3. Ghaffar, I., Imtiaz, A., Hussain, A., Javid, A., Jabeen, F., Akmal, M., & Qazi, J. (2018). Microbial production and industrial applications of keratinases: an overview. *International Microbiology*, 21, 163 - 174.

4. Parinayawanich, S., Sittipol, D., Ajingi, Y. S., Rodpan, S., Pattanapanyasat, K., & Jongruja, N. (2021). Application of recombinant hyperthermostable keratinase for degradation of chicken feather waste. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
5. Yahaya, R. S. R., Normi, Y. M., Phang, L., Ahmad, S., Abdullah, J., & Sabri, S. (2021). Molecular strategies to increase keratinase production in heterologous expression systems for industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 3955 - 3969.
6. Venkatachalam, M., Rathinam, A., Rao, J., & Krishnan, C. (2021). Bioconversion of animal hair waste using salt- and sulphide-tolerant *Bacillus* sp. KLP1 and depilation using keratinase. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19, 6389 - 6398.
7. Yafetto, L., Odamtten, G. T., & Wiafe-Kwagyan, M. (2023). Valorization of agro-industrial wastes into animal feed through microbial fermentation: A review of the global and Ghanaian case.. *Heliyon*, 9 4, e14814 .
8. Bilal, M., Dan-Niu, & Wang, Z. (2024). Novel enzyme-fermentation process for bioconversion of restaurant food waste into isomaltooligosaccharide-and L-lactic acid-enriched animal feed. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
9. Júnior, D. T. V., Genova, J., Kim, S. W., Saraiva, A., & Rocha, G. (2024). Carbohydrases and Phytase in Poultry and Pig Nutrition: A Review beyond the Nutrients and Energy Matrix. *Animals*, 14.
10. Esmail, S. S., Hassan, A. A., Easa, S., & Ismail, A. (2024). Production and partial purification of an innovative heat resistant α -keratinase with some remarkable medical and industrial applications. *Egyptian Pharmaceutical Journal*.
11. Silva Amatto, I. V., Rosa-Garzon, N. G., Oliveira Simões, F. A., Santiago, F., Silva Leite, N. P., Martins, J. R., & Cabral, H. (2021). Enzyme engineering and its industrial applications. *Biotechnology and applied biochemistry*, 69, 00 - 00.

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.