

Phytase Enzimi: Kanatlı Yemlerinde Fitat Fosforunun Değerlendirilmesi ve Bitkisel Hammadde İşleme

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

Phytase, bitkisel hammaddelerdeki fitik asidi kademeli olarak hidrolize ederek bağlı fosforun ve bazı mineral komplekslerinin daha erişilebilir hâle gelmesine yardımcı olan bir enzimdir. En güçlü kullanım alanı, özellikle kanatlı ve domuz gibi tek mideli hayvanların yemlerinde fitat kaynaklı fosfor kaybını azaltmaya yönelik yem enzimi uygulamalarıdır. Enzymes.bio üzerinden sunulan Phytase, 1 kg birimler hâlinde çevrim içi sipariş edilebilen, CoA ve SDS dokümantasyonu siparişe birlikte sağlanan B2B proses enzimidir.

Phytase Tanımı: “Phytase Meaning” ve Pratik Karşılığı

Phytase definition, teknik olarak fitik asit veya fitat üzerindeki fosfat bağlarının enzimatik hidrolizidir; pratik karşılığı ise bitkisel hammaddede “kilitli” duran fosforun, sindirim veya proses açısından daha kullanılabilir formlara doğru çözülmesidir. Fitik asit, tahıllar, yağlı tohum küspeleri ve baklagillerde fosforun önemli bir depolanma biçimidir; ancak kanatlı ve domuz gibi tek mideli hayvanlar bu yapıyı kendi sindirim sistemleriyle yeterince parçalayamadığı için dışarıdan phytase enzime kullanımı yem teknolojisinde yaygınlaşmıştır ^[1].

Mekanizma basit bir “tek kesim” reaksiyonu değildir. Phytase, fitat molekülündeki fosfat gruplarını ardışık biçimde uzaklaştırır; bunun sonucunda inorganik fosfat ve daha düşük fosfatlı inositol türevleri oluşur. Fitatın fosfat grupları azaldıkça, kalsiyum, çinko, demir ve magnezyum gibi minerallerle güçlü kompleks oluşturma kapasitesi de düşebilir; bu nedenle phytase enzime benefits çoğunlukla fosfor erişilebilirliği, mineral bağlanmasının azaltılması ve çevresel fosfor yükünün yönetimi üzerinden açıklanır ^[1].

Literatürde “3-phytase” ve “6-phytase” adları, enzimin fitat molekülünde hidrolize başlama noktasını ayırt etmek için kullanılır. Gıda enzimi güvenlik değerlendirmelerinde hem 3-phytase hem de 6-phytase örnekleri ayrı başlıklar altında incelenmiştir; örneğin 6-phytase için genetik olarak değiştirilmiş *Trichoderma reesei* AR-766 suşundan elde edilen bir gıda enzimi, 3-phytase için ise *Aspergillus niger* kökenli farklı suşlar değerlendirilmiştir ^[2].

Fitat Sorunu: Bitkisel Fosfor Var Ama Her Zaman Erişilebilir Değil

Kanatlı yemlerinde mısır, buğday, soya küspesi, ayçiçeği küspesi ve diğer bitkisel bileşenler yaygın olarak kullanılır. Bu hammaddeler fosfor içerse de, fosforun önemli bir kısmı fitat yapısına bağlı olduğunda hayvan tarafından verimli kullanılamaz; bu durum, inorganik fosfor takviyesine bağımlılığı artırabilir ve dışkı yoluyla fosfor atılımını yükseltebilir. Phytase in poultry feed bu nedenle yalnızca bir “performans katkısı” değil, aynı zamanda formülasyon ve çevresel yük yönetimi aracıdır [3].

Fitatın etkisi fosforla sınırlı değildir. Fitatın çoklu negatif yükleri, iki değerlikli ve üç değerlikli minerallerle kompleks oluşturabildiği için özellikle mineral biyoyararlanımı açısından istenmeyen bir etki yaratabilir. Bitkisel proteinler ve tam tahıllı proseslerde phytase kullanımı, bu bağlanmayı azaltmaya yönelik bir biyokatalitik yaklaşım olarak değerlendirilir; soya protein hidrolizatlarında fitik asidin azaltılmasına yönelik phytase ve mekanik işlem kombinasyonlarının araştırılması bu ilginin bir örneğidir [4].

Yem hammaddeleri arasında fitat yapısı, toplam fosfor miktarı ve phytase ile hidrolize edilebilir fosfor düzeyi aynı değildir. Seçilmiş yem bileşenlerinde phytase ile hidrolize edilebilir fosforun belirlenmesine yönelik çalışmalar, formülasyonun yalnızca “toplam fosfor” üzerinden değil, hayvanın ve enzimin erişebileceği fosfor fraksiyonu üzerinden düşünülmesi gerektiğini göstermektedir [5].

Phytase Enzyme Activity: Aktiviteyi Belirleyen Proses Koşulları

Phytase activity, enzimin fitatla temas ettiği gerçek proses koşullarında anlam kazanır. pH, sıcaklık, nem, partikül yapısı, yem matriksi, proteazlara maruziyet, peletleme gibi ısıl-mekanik işlemler ve temas süresi, enzimden beklenen sonucu etkileyebilir. Bu yüzden phytase enzyme activity yalnızca ürün etiketindeki bir teknik ifade olarak değil, uygulamanın sindirim veya proses ortamında gerçekleşip gerçekleşmediğini belirleyen bütünsel bir performans kavramı olarak ele alınmalıdır [6].

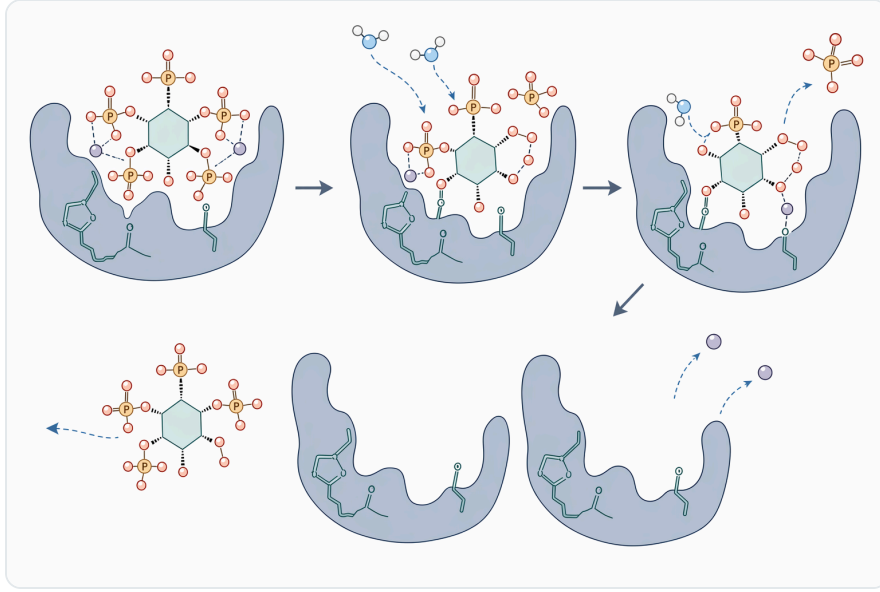


Figure 1. 피타아제는 피트산을 단계적으로 가수분해하여 IP6를 더 낮은 이노시톨 인산으로 전환하고 유리 인산을 방출한다.

Kanatlı ve domuz yemlerinde enzim, üst sindirim kanalında fitatla erken temas ettiğinde daha etkili bir fosfor salımı sağlayabilir. Buna karşılık yüksek sıcaklık, çok kısa temas süresi veya enzimin substrata homojen ulaşmaması beklenen katkıyı sınırlayabilir. Düşük pH koşullarında fitat parçalanmasını iyileştirmeye yönelik çapraz bağlı phytase agregatları üzerine yapılan çalışmalar, enzimin yalnızca “varlığının” değil, proses ortamındaki stabilitesinin de önemli olduğunu göstermektedir [6].

Yeni taşıyıcı ve kapsülleme yaklaşımları da phytase stabilitesini artırmak ve kontrollü salım sağlamak amacıyla araştırılmaktadır. Metal-organik yapı içinde sprey kurutma ile enzim kapsülleme üzerine yapılan bir phytase çalışması, formülasyon teknolojilerinin enzimin saklama ve proses dayanımı açısından neden önemli olduğunu gösteren güncel örneklerden biridir [7].

Phytase Kaynakları: Mikrobiyal Üretim ve Endüstriyel Çeşitlilik

Phytase sources denildiğinde bitkiler, mikroorganizmalar ve bazı hayvansal sistemler teorik olarak gündeme gelir; ancak endüstriyel ölçekte öne çıkan alan mikrobiyal enzimlerdir. *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Lactobacillus* ve bazı bakteri türleri phytase üretimi açısından araştırılmıştır. Farklı mikroorganizmalar, farklı pH ve sıcaklık profillerine, substrat tercihlerine ve stabilite davranışlarına sahip phytase’ler üretebilir [8].

Katı hâl fermentasyonu, phytase production açısından sık çalışılan yöntemlerden biridir; çünkü tarımsal yan ürünler ve düşük nemli substratlar mantar gelişimi ve enzim üretimi için uygun ortam sağlayabilir. *Rhizopus oligosporus* ile katı hâl fermentasyonunda phytase üretimi, bu yaklaşımın erken ve sık atıf alan örneklerinden biridir [9].

Agro-endüstriyel yan ürünlerin enzim üretiminde kullanılması, hem maliyet hem de döngüsel ekonomi açısından önem taşır. Tarımsal gıda atıklarından enzim üretimini inceleyen sistematik derlemeler, fitaz dâhil endüstriyel enzimlerde yan ürün bazlı substratların yalnızca atık azaltımı değil, değerli biyoproses girdisi oluşturma potansiyeli taşıdığını göstermektedir [10].

Fungal kaynakların taranması ve kültür koşullarının optimize edilmesi de phytase üretim literatürünün önemli bir parçasıdır. Fitat parçalayan mantarların seçilmesi ve agro-endüstriyel yan ürünlerle üretim koşullarının iyileştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar, farklı hammaddeler ve mikroorganizmalar arasında belirgin performans farkları olabileceğini ortaya koymaktadır [11].

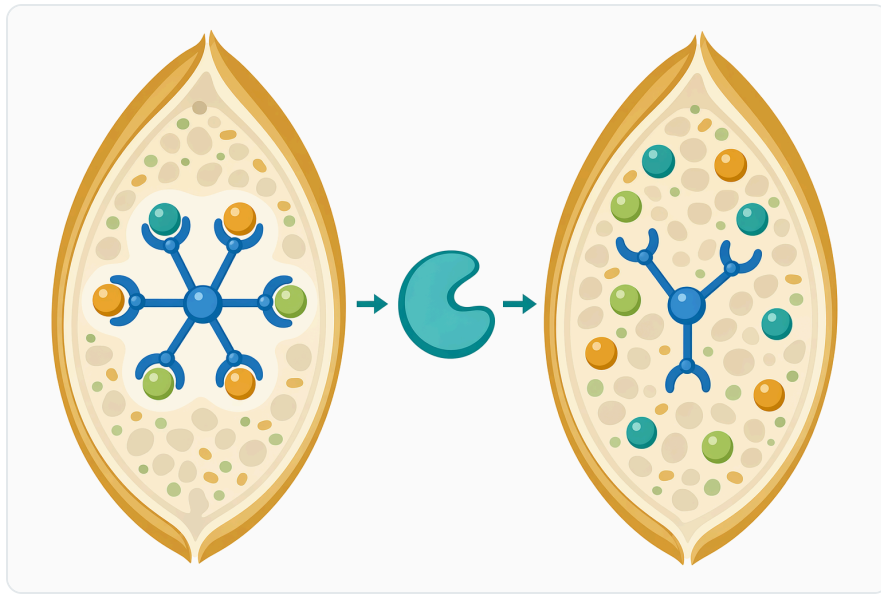


Figure 2. 온전한 피테이트는 무기질 양이온과 결합할 수 있지만, 피타아제에 의한 탈인산화는 이러한 결합 경향을 줄인다.

3-Phytase, 6-Phytase ve Güvenlik Değerlendirmeleri

Gıda enzimi literatüründe 3-phytase ve 6-phytase ayrımı, enzimin fitat molekülünü hangi konumdan hidrolize etmeye başladığını tarif eder. Bu ayrım, kullanıcı açısından çoğu zaman doğrudan bir ürün seçimi terimi gibi görünse de, teknik değerlendirmelerde enzimin kaynağı, üretim organizması ve kullanım amacıyla birlikte ele alınır. Genetik olarak değiştirilmiş *Aspergillus niger* NPH suşundan elde edilen 3-phytase için gıda enzimi güvenlik değerlendirmesi yayımlanmıştır [12].

Aynı şekilde, genetik olarak değiştirilmemiş *Aspergillus niger* PHY93-08 suşundan elde edilen 3-phytase için de ayrı güvenlik değerlendirmesi yapılmıştır. Bu durum, “phytase gene” veya üretim organizması tartışmalarında tek bir genellemenin yeterli olmadığını; enzimin kaynağı, üretim suşu ve hedef kullanım bağlamının birlikte incelenmesi gerektiğini gösterir [13].

6-phytase tarafında ise genetik olarak değiştirilmiş *Trichoderma reesei* AR-766 suşundan elde edilen gıda enzimi için güvenlik değerlendirmesi yayımlanmıştır. Bu tür değerlendirmeler, ticari phytase enzime supplement veya proses enzimi tartışmalarında kaynak ve kullanım amacının açık tanımlanmasının neden önemli olduğunu gösterir [2].

Başlıca Uygulama Alanları: Yem, Gıda Prosesi ve Biyoteknoloji

Uygulama alanı	Fitat kaynaklı temel sorun	Phytase'in pratik katkısı	Kanıt düzeyi ve not
Kanatlı yemi	Bitkisel fosforun fitata bağlı kalması	Fosfor erişilebilirliğini destekleme, inorganik fosfor ihtiyacını azaltmaya yardımcı olma	Poultry feed uygulamaları güçlü ve yaygın araştırma alanıdır [3]
Domuz yemi	Tek mideli sindirimde fitat hidrolizinin sınırlı olması	Fitat fosforunun daha iyi değerlendirilmesine katkı	Besi domuzlarında phytase aktivitesi içeren enzim kullanımı çalışılmıştır [14]
Akuakültür yemi	Bitkisel protein kaynaklarında fitat varlığı	Protein ve mineral kullanımını destekleyebilecek fitat azaltımı	Tambaqui üzerinde protein sindirilebilirliği ve yem kullanımı incelenmiştir [15]
Soya ve baklagil prosesleri	Fitik asidin mineral ve protein matriksiyle etkileşmesi	Fitik asit düzeyini düşürmeye yardımcı proses girdisi	Soya protein hidrolizatlarında fitik asit azaltımı araştırılmıştır [4]
Enzim teknolojisi	Proses stabilitesi ve kontrollü salım gereksinimi	Kapsülleme, immobilizasyon veya agregat yaklaşımlarıyla dayanımın artırılması	Phytase kapsülleme ve immobilizasyon çalışmaları günceldir [7]

Phytase Enzyme in Poultry Feed: En Güçlü Kullanım Alanı

Phytase enzyme in poultry feed, modern yem enzimleri içinde en iyi yerleşmiş uygulamalardan biridir. Kanatlı rasyonları yüksek oranda bitkisel hammadde içerdiğinden, fitat fosforunun değerlendirilmesi hem maliyet hem de çevresel etki açısından önemlidir. Phytase, fitat yapısını parçalayarak fosforun kullanılabilirliğini artırmaya yardımcı olur; böylece rasyondaki inorganik fosfor seviyesinin yönetilmesi ve dışkı fosfor yükünün azaltılması hedeflenebilir [3].

Yumurta tavuğu beslemesinde yem katkılarının biyolojik etkilerini inceleyen güncel derlemeler, phytase'in temel etkisini fosfor ve mineral yararlanımı üzerinden konumlandırır. Bununla birlikte, kabuk kalitesi, performans veya sağlık göstergeleri gibi sonuçlar rasyon bileşimi, yaş, üretim evresi ve

çevre koşullarından etkilenebilir; bu nedenle phytase benefits her sürü ve her formülasyonda aynı büyüklükte beklenmemelidir [16].

Poultry feed uygulamalarında dikkat edilmesi gereken teknik nokta, enzimin fitatla sindirim kanalının uygun bölümünde ve yeterli süreyle temas edebilmesidir. Peletleme, depolama ve yem dağılım homojenliği gibi faktörler uygulama sonucunu etkileyebilir; bu yüzden phytase in poultry feed, yalnızca rasyona eklenen bir bileşen değil, bütün yem üretim ve kullanım zinciriyle ilişkili bir enzim uygulamasıdır [6].

Domuz Yemlerinde Phytase: Fosfor Kullanımı ve Atılım Yönetimi

Domuz rasyonlarında da mısır, buğday, arpa, soya küspesi ve diğer bitkisel bileşenler yaygındır. Bu hammaddelerdeki fitat, fosforun sindirimde kullanılmadan atılmasına neden olabilir. Besi domuzlarında phytase aktivitesi içeren enzim kullanımı üzerine yapılan çalışmalar, fitat fosforunun değerlendirilmesinin domuz besleme literatüründe ayrı bir uygulama alanı olduğunu göstermektedir [14].

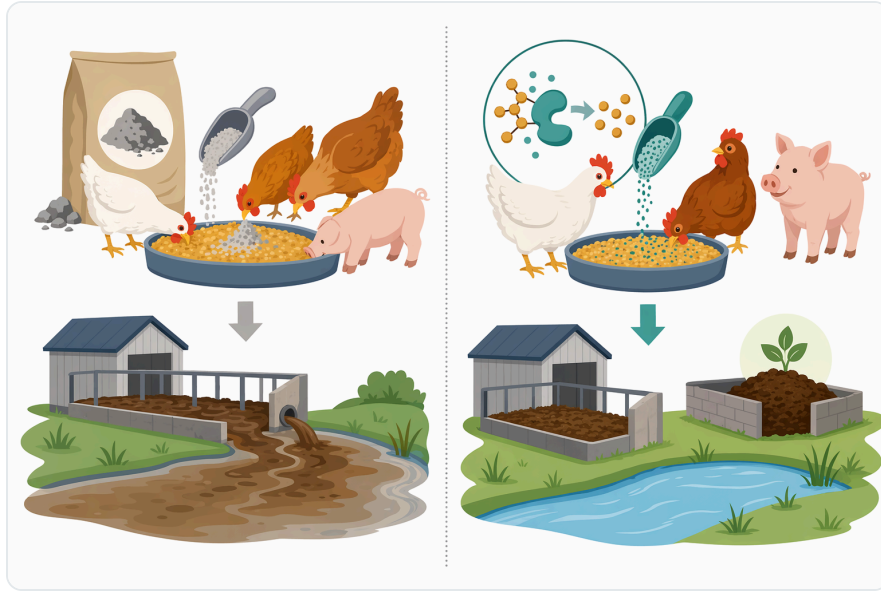


Figure 3. 피타아제가 작용하기 전에는 더 많은 인이 피테이트에 결합된 상태로 남아 있지만, 작용 후에는 더 많은 인산이 방출되고 무기질 결합이 감소한다.

Domuz yemlerinde phytase kullanımının temel amacı, rasyonun fosfor matrisini daha verimli hâle getirmektir. Bu yaklaşım, yalnızca hayvanın mineral gereksinimiyle değil, gübredeki fosfor yüküyle de ilgilidir. Bu nedenle phytase supplement ifadesi yem sektöründe çoğu zaman “besinsel destek” anlamında kullanılsa da, B2B bağlamda daha doğru ifade, formülasyona eklenen fonksiyonel yem enzimi veya proses katkısıdır [1].

Akuakültürde Phytase: Bitkisel Protein Kullanımının Artmasıyla Öne Çıkan Alan

Balık yemlerinde balık unu yerine bitkisel protein kaynaklarının kullanımı arttıkça fitat yönetimi daha önemli hâle gelmiştir. Soya, baklagil ve tahıl yan ürünleri, protein ve enerji sağlarken fitat da taşıyabilir. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) üzerinde yapılan phytase takviyesi çalışması, protein sindirilebilirliği, yem kullanım etkinliği, büyüme ve karkas protein içeriği gibi parametrelerin bu alanda araştırıldığını göstermektedir [15].

Akuakültürde sonuçlar türden türe değişebilir. Sindirim fizyolojisi, mide pH'ı, yem işleme sıcaklığı ve bitkisel bileşen oranı, phytase'in etkisini belirler. Bu nedenle aquafeed uygulamalarında phytase enzyme benefits, kanatlı yemleriyle aynı mantığa dayansa da aynı sonuç büyüklüğü beklenmemelidir [15].

Gıda ve Bitkisel Protein Proseslerinde Phytase

Gıda proseslerinde phytase'in hedefi, tahıl ve baklagil bazlı hammaddelerde fitik asidi azaltarak mineral bağlanmasını sınırlamaya yardımcı olmaktır. Tam tahıllar, kepek fraksiyonları, soya ve baklagil proteinleri, bitki bazlı içecekler ve fermente ürünler bu açıdan ilgi gören alanlardır. Fitik asit ve phytase'in endüstriyel uygulamalarına ilişkin derlemeler, gıda, yem ve çevre uygulamalarını aynı biyokimyasal temel üzerinde ele alır [1].

Soya protein hidrolizatlarında fitik asidin azaltılmasına yönelik araştırmalar, enzimatik yaklaşımın mekanik işleme birlikte değerlendirilebildiğini göstermiştir. Buradaki amaç, tek başına "beslenme iddiası" üretmek değil, bitkisel protein matriksinde fitat kaynaklı sınırlamayı azaltabilecek bir proses penceresi oluşturmaktır [4].

Fermentasyonla zenginleştirilmiş yem ve gıda yan akımlarında da fitat yönetimi önem kazanabilir. Restoran gıda atıklarının enzim-fermentasyon prosesiyle hayvan yemine dönüştürülmesine yönelik çalışmalar, organik yan akımların işlenmesinde enzimlerin çoklu rol oynayabileceğini göstermektedir [17].



Figure 4. 동물 사료에서 피타아제는 주로 피테이트를 함유한 식물성 원료 기반의 가금류, 돼지, 양식 사료에 사용된다.

Phytase Production: Kaynak, Fermentasyon ve Stabilité Araştırmaları

Phytase production literatürü, farklı mikroorganizmaların taranması, fermentasyon koşullarının iyileştirilmesi ve tarımsal yan ürünlerin substrat olarak kullanılması üzerine yoğunlaşır. 2022 tarihli bir çalışma, farklı mikroorganizmalarla katı hâl fermentasyonunda phytase üretimini biyoinformatik ve deneysel doğrulama yaklaşımıyla incelemiştir; bu, enzimin yalnızca uygulama tarafında değil üretim biyoteknolojisi tarafında da aktif bir araştırma konusu olduğunu gösterir [8].

Aspergillus japonicus ile alternatif karbon kaynakları kullanılarak phytase ve xylanase üretimi, ayrıca enzim kokteylinin hayvan yemi hidrolizinde değerlendirilmesi, yem enzimlerinin çoğu zaman tek başına değil çoklu enzim sistemleri içinde ele alındığını gösterir. Bu tür çalışmalar, phytase'in karbonhidraz veya proteazlarla birlikte kullanıldığında matriks etkilerinin değişebileceğine işaret eder [18].

Benzer şekilde *Aspergillus niveus* ile pirinç kabuğu karbon kaynağı olarak kullanılarak phytase, protease ve xylanase üretimi ve bu enzimlerin hayvan yeminde uygulanması araştırılmıştır. Bu yaklaşım, agro-endüstriyel yan ürünlerin hem üretim substratı hem de hedef uygulama matriksi olarak önem kazandığı bir biyoproses modelini temsil eder [19].

Aspergillus oryzae ise endüstriyel üretimde uzun geçmişi olan bir mikrobiyal "hücre fabrikası" olarak değerlendirilir. Phytase özelinde her ürün aynı kaynaktan gelmese de, *Aspergillus* türlerinin endüstriyel enzim üretimindeki yeri, fungal platformların neden yaygın araştırıldığını açıklamaya yardımcı olur [20].

Yeni Kaynaklar ve Alkalın Phytase Araştırmaları

Phytase kaynakları yalnızca klasik fungal türlerle sınırlı değildir. Halofilik *Cobetia marina* strain 439 tarafından üretilen alkalofilik phytase'in izolasyonu, saflaştırılması ve in vitro karakterizasyonu üzerine yapılan çalışma, farklı pH profillerine sahip enzimlerin hayvan yemi uygulamaları için araştırıldığını göstermektedir [21].

Bu tür yeni kaynak araştırmalarının pratik önemi, yem ve proses koşullarının tek tip olmamasıdır. Kanatlı üst sindirim kanalı, domuz sindirimi, balık yemleri, fermente gıda matriksleri ve bitkisel protein prosesleri farklı pH ve sıcaklık davranışları gösterebilir. Bu nedenle phytase sources ve üretim organizması, yalnızca akademik bir ayrıntı değil, uygulama performansının potansiyel belirleyicisidir [21].

Phytase ile Diğer Enzimlerin Birlikte Kullanımı

Yem ve gıda proseslerinde phytase, xylanase, protease, cellulase veya amylase gibi diğer enzimlerle aynı matrikste bulunabilir. Bu kombinasyonların amacı, fitatin yanı sıra hücre duvarı polisakaritleri, protein kompleksleri veya nişasta dışı karbohidratların da hedeflenmesidir. *Aspergillus japonicus* kaynaklı phytase ve xylanase üretimiyle yem hidrolizi üzerine yapılan çalışma, çoklu enzim yaklaşımının araştırma düzeyindeki örneklerinden biridir [18].

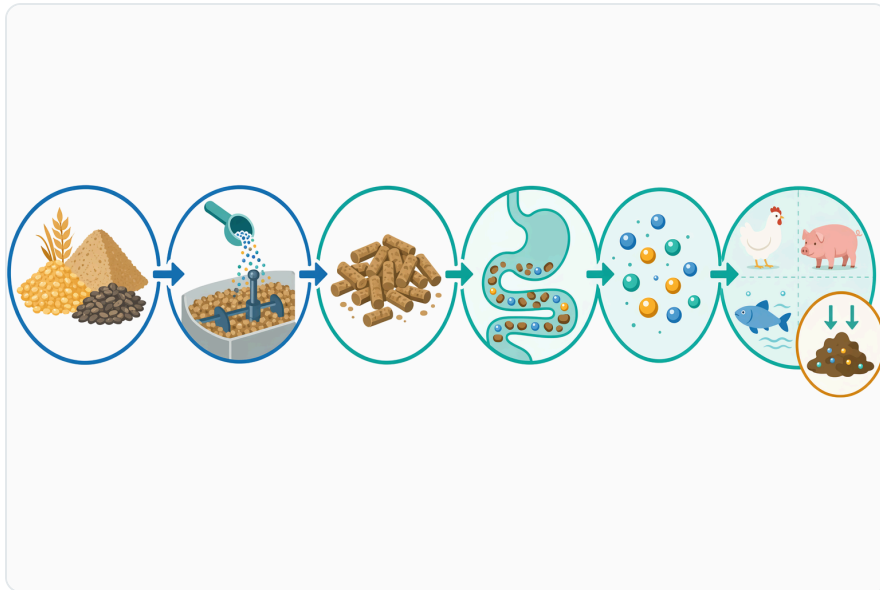


Figure 5. 피타아제가 효과적으로 작용하려면 활성 효소, 접근 가능한 피테이트 기질, 충분한 수분, 적절한 pH, 그리고 충분한 접촉 시간이 필요하다.

Ancak çoklu enzim kullanımı otomatik olarak doğrusal bir katkı anlamına gelmez. Bir enzimin substratı açığa çıkarması diğerinin erişimini kolaylaştırabilir; fakat pH, sıcaklık ve temas süresi uyumsuzsa beklenen sinerji sınırlanabilir. Bu nedenle phytase enzyme activity, tek başına değil, formülasyondaki diğer enzimler ve hedef hammadde yapısıyla birlikte değerlendirilmelidir ^[19].

Endüstriyel Stabilite: Kapsülleme, İmmobilizasyon ve Proses Dayanımı

Enzimlerin endüstriyel uygulamasında stabilite, çoğu zaman biyokimyasal aktivite kadar önemlidir. Phytase, üretim, depolama, karıştırma, peletleme ve sindirim aşamalarında farklı streslerle karşılaşabilir. Bu nedenle kapsülleme, immobilizasyon ve çapraz bağlı agregat gibi yaklaşımlar, enzimin gerçek uygulama koşullarında daha kararlı davranmasını hedefleyen teknolojiler olarak araştırılmaktadır ^[22].

Metal-organik çerçeve içinde sprey kurutma ile phytase kapsülleme çalışması, kontrollü salım ve stabilite kavramlarının yem enzimi teknolojisine nasıl uyarlandığını gösterir. Bu tür araştırmalar, piyasadaki her ürünün aynı teknolojiye sahip olduğu anlamına gelmez; ancak phytase performansını etkileyen faktörlerin formülasyon mühendisliğiyle yakından ilişkili olduğunu açıklar ^[7].

Düşük pH'ta fitat parçalanmasını iyileştirmek için çapraz bağlı phytase agregatlarının araştırılması da benzer bir mantığa dayanır. Sindirim ortamında enzimin erken inaktive olması, substrata ulaşamaması veya yeterli süre aktif kalamaması uygulama sonucunu sınırlayabilir; bu nedenle stabilite çalışmaları yem enzimleri açısından doğrudan pratik öneme sahiptir ^[6].

“Zinc Phytase Botox” Gibi Arama İfadeleri Neden Karışıklık Yaratır?

Phytase, çinko gibi minerallerin fitatla bağlanmasını azaltmaya yardımcı olabilecek bir enzim olarak gıda ve yem literatüründe yer alır; ancak “zinc phytase botox” gibi arama ifadeleri, phytase'in yem ve proses enzimi kimliğini tıbbi veya kozmetik uygulamalarla karıştırabilir. Phytase'in bilimsel ve endüstriyel bağlamı fitik asit hidrolizi, fosfor erişilebilirliği ve mineral bağlanmasının azaltılmasıdır; botulinum toksin ürünleriyle doğrudan bir uygulama ilişkisi kurulmamalıdır ^[1].

Bu ayrım B2B dokümantasyon için önemlidir. Phytase enzyme supplement ifadesi bazı pazarlarda tüketici takviyesi çağrışımı yapabilir; ancak Enzymes.bio bağlamında ürün, endüstriyel ve gıda prosesi kullanımı için tedarik edilen bir enzim girdisi olarak değerlendirilmelidir. Bu dil, hem kullanım amacını netleştirir hem de ürünü tıbbi, kozmetik veya perakende sağlık iddialarından ayırır .

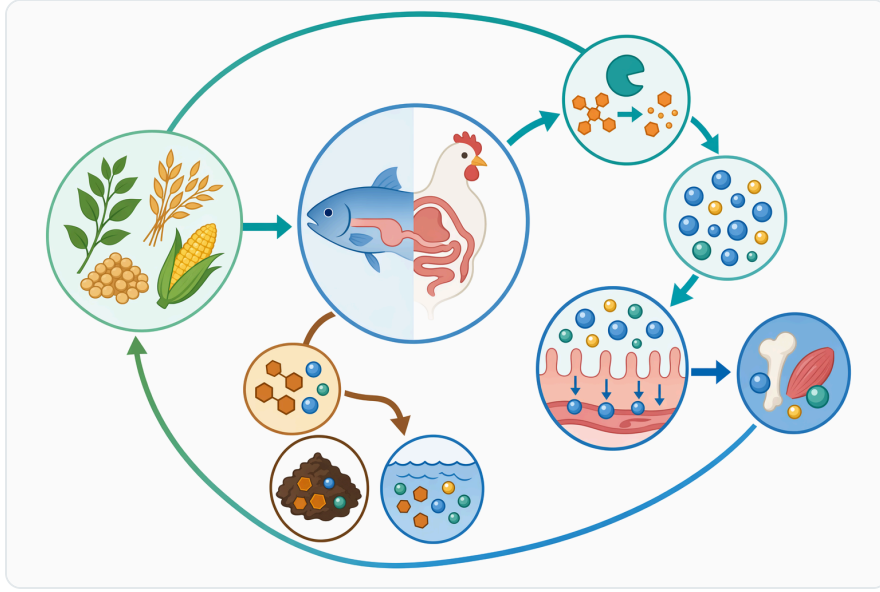


Figure 6. 피타아제는 피테이트에서 인산을 방출함으로써 인 이용률을 높이고 사료 시스템에서 사용되지 않은 인의 손실을 줄일 수 있다.

Enzymes.bio Üzerinden Phytase Tedariki

Enzymes.bio, phytase ürününü çevrim içi doğrudan siparişe uygun B2B tedarik modeliyle sunar; Enzymes.bio bir üretici veya analiz laboratuvarı değildir. Ürün 1 kg birimler hâlinde çevrim içi satın alınabilir ve siparişe birlikte CoA ile SDS dokümantasyonu sağlanır. Bu belgeler, ürünün güvenli kullanım, taşıma ve temel kalite dokümantasyonu açısından standart dosya setini oluşturur .

Phytase price veya phytase enzyme price arayan teknik satın alma ekipleri için önemli nokta, fiyat bilgisinin ürün sayfası ve sipariş ekranı bağlamında değerlendirilmesidir. Burada ürün, numune, teklif, toptan satış veya büyük hacimli sipariş yönlendirmesi yerine, doğrudan 1 kg birimler üzerinden çevrim içi satın alınabilen bir proses enzimi olarak konumlanır .

Enzymes.bio'nun rolü, ürünü güvenilir B2B kanal üzerinden erişilebilir kılmak ve siparişe birlikte ilgili dokümantasyonu sağlamaktır. Bu nedenle ürün açıklamalarında üretim tesisi, laboratuvar analiz hizmeti veya özel aktivite ölçüm yöntemi gibi üreticiye ait operasyonel iddialar yerine, kullanım alanı, mekanizma ve uygulama bağlamı öne çıkarılmalıdır .

Uygulama Değerinin Teknik Özeti

Phytase'in temel değeri, bitkisel hammaddelerdeki fitat kaynaklı besinsel kısıtı azaltmasıdır. Kanatlı ve domuz yemlerinde bu değer, fitat fosforunun daha iyi değerlendirilmesi, inorganik fosfor kullanımının yönetilmesi ve fosfor atılımının azaltılması hedefleriyle ilişkilidir. Gıda ve bitkisel protein proseslerinde ise fitik asit azaltımı, mineral bağlanmasını düşürmeye yönelik proses stratejilerinden biridir ^[1].

Phytase enzyme benefits geniş bir başlık olsa da, en sağlam bilimsel temel fitat hidrolizi ve fosfor erişilebilirliği üzerindedir. Protein sindirilebilirliği, büyüme performansı, yemden yararlanma, mineral biyoyararlanımı veya çevresel etki gibi ikincil sonuçlar ise rasyon yapısı, hammadde tipi, proses koşulları ve hayvan türüne bağlı olarak değişir ^[15].

Sonuç olarak phytase, özellikle phytase enzyme in poultry feed ve domuz yemi uygulamalarında güçlü pratik karşılığı olan, bitkisel hammadde bazlı sistemlerde fitat sorununu hedefleyen bir enzimdir. Enzymes.bio üzerinden sunulan Phytase, 1 kg birimler hâlinde çevrim içi sipariş edilebilen, CoA ve SDS ile desteklenen B2B proses enzimi olarak; yem, tahıl, baklagil ve bitkisel protein işleme süreçlerinde fitat yönetimi amacıyla değerlendirilir .

Phytase 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.

[Phytase 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. Prajapati, M., & Shah, H. (2022). Impacts and Industrial Applications of Phytic Acid and Phytase. *Journal of Pure and Applied Microbiology*.
2. Zorn, H., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Catania, F., Gadermaier, G., Greiner, R., Mayo, B., ... et al. (2025). Safety evaluation of the food enzyme 6-Phytase from the genetically modified *Trichoderma reesei* strain AR-766. *EFSA journal*. *European Food Safety Authority*, 23.
3. Shah, K. (2025). Optimization, Partial Purification and Application of Phytase Enzyme in decreasing Phosphorus Level in Environment using Phytase as Poultry Feed. *Ecology, environment & conservation*.
4. Chelombitkin, M. A., Barakova, N., Sharova, N., Baskovtceva, A., & Samodelkin, E. A. (2023). The efficiency of phytase and impact-disintegrator-activator processing of soybean for reducing phytic acid in soy protein hydrolysates. *Processes and Food Production Equipment*.
5. Canceran, N. M., & Angeles, A. (2024). Determination of Phytase-hydrolyzable Phosphorus in Selected Animal Feed Ingredients by In Vitro Digestion Method. *The Philippine journal of science*.
6. Henninger, C., Hoferer, M., Ochsenreither, K., & Eisele, T. (2023). Cross-linked phytase aggregates for improved phytate degradation at low pH in animal feed. *European Food Research and Technology*, 249, 2377-2386.

7. Weng, Y., Xu, X., Yan, P., You, J., Chen, X., Song, H., & Zhao, C. (2024). Enzyme encapsulation in metal-organic frameworks using spray drying for enhanced stability and controlled release: A case study of phytase. *Food Chemistry*, 452, 139533 .
8. Elkhateeb, Y., & Fadel, M. (2022). Bioinformatic Studies, Experimental Validation of Phytase Production and Optimization of Fermentation Conditions for Enhancing Phytase Enzyme Production by Different Microorganisms under Solid-State Fermentation. *Open Microbiology Journal*.
9. Sabu, A., Sarita, S., Pandey, A., Bogar, B., Szakács, G., & Soccol, C. (2002). Solid-state fermentation for production of phytase by *Rhizopus oligosporus*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 102-103, 251-260.
10. S Pereira, A., Souza, C. P. L., Franson, R. C. B., Ferreira, T., & Amaral, P. (2024). From Agri-food Wastes to Enzyme Production: A Systematic Review with Methodi Ordinatio. *Waste and Biomass Valorization*, 15, 5843 - 5870.
11. Mahmood, S., Shahid, M. G., Nadeem, M., & Haq, I. (2021). Screening of phytate degrading fungi and optimization of culture conditions for phytase synthesis using agro-industrial by-products. *Pakistan Journal of Botany*, 53.
12. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2024). Safety evaluation of the food enzyme 3-phytase from the genetically modified *Aspergillus niger* strain NPH. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 22.
13. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2024). Safety evaluation of the food enzyme 3-phytase from the non-genetically modified *Aspergillus niger* strain PHY93-08. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 22.
14. Mikhailova, L., & Lavrentiev, A. (2024). Use of an enzyme with phytase activity in fattening young pigs. *Innovations and Food Safety*.
15. Rachmawati, D., Yuniarti, T., Nurhayati, D., & Haditomo, A. H. C. (2024). Effects of Phytase Enzyme Supplementation on Protein Digestibility, Efficiency of Feed Utilization, Growth and Carcass Protein Content of Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Journal of Advances in Food Science & Technology*.
16. Oketch, E. O., & Heo, J. M. (2025). Prospects of feed additive incorporation in laying hen diets: a narrative review of principal biological effects and recent developments. *Journal of Animal Science and Technology*, 68, 50 - 71.
17. 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*.
18. Oliveira Simas, A. L., Glienke, N. N., Melo Santana, Q., Vargas, I. P., Galeano, R. M. S., Kiefer, C., Souza Nascimento, K. M. R., ... et al. (2025). Biochemical characterization of phytase and xylanase produced by *Aspergillus japonicus* using alternative carbon sources and in vitro hydrolysis of animal feed by the enzyme cocktail. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
19. Oliveira Simas, A. L., Alencar Guimarães, N. C., Glienke, N. N., Galeano, R. M. S., Sá Teles, J. S., Kiefer, C., Souza Nascimento, K. M. R., ... et al. (2024). Production of Phytase, Protease and Xylanase by *Aspergillus niveus* with Rice Husk as a Carbon Source and Application of the Enzymes in Animal Feed. *Waste and Biomass Valorization*, 15, 3939 - 3951.
20. Sun, Z., Wu, Y., Long, S., Feng, S., Jia, X., Hu, Y., Ma, M., ... et al. (2024). *Aspergillus oryzae* as a Cell Factory: Research and Applications in Industrial Production. *Journal of Fungi*, 10.

21. Boyadzhieva, I., Berberov, K., Atanasova, N., Krumov, N., & Kabaivanova, L. (2025). Isolation, Purification and In Vitro Characterization of a Newly Isolated Alkalophilic Phytase Produced by the Halophile Cobetia marina Strain 439 for Use as Animal Food Supplement. *Fermentation*.
22. Lopes, P. H. S., Nelson, D. L., & Damasceno, S. M. (2025). Enzyme Immobilization: Advancements, Techniques, and Industrial Applications. *Current Enzyme Inhibition*.

Enzymes.bio ile iletişime geçin


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


E-POSTA wholesale@enzymes.bio

TELEFON (ABD) [+1 \(507\) 428-6057](tel:+15074286057)

[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.