

Kanatlı Hayvan Beslemede Fitin Fosforu ve Fitaz Enziminin Önemi

Tülay ÇİMRİN¹ Murat DEMİREL²

¹ Yüzüncü Yıl Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Bölümü

² Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü

Özet : Kanatlıların fosfor ihtiyaçlarının karşılandığı bitkisel kaynaklı organik fosfor fitik asit ve fitat fosforu formundadır. Fosfor ile inositol'ün bitkilerdeki depo formuna fitatlar denilmektedir. Fitatlar, fitik asitin Ca, Mg, K ve Fe tuzlarıdır. Bitkisel materyaldeki besin maddelerinin yayılsılığı yapılarındaki kimi kompleks bileşiklerce etkilenmektedir. Fitatlar fosfor içerdikleri için bir yandan besin maddesi olarak kabul edilirken, diğer taraftan minerallerle birleşerek tripsin ve alfa amilazın aktivitesini düşürüp yemlerin protein ve nişastasının yayılsılığını azalttığından anti besleme faktörü olarak ta kabul edilmektedir. Bu olumsuzluğu gidermede kullanılan fitaz enzimi; bitkilerde fitik aside (InsP6) bağlı formda olan fosfor yayılsılığını ve fitine bağlı diğer besin maddelerinin (karbonhidrat, protein ve esansiyel elementlerin Ca, Mg, Fe, Cu, Co ve Zn) sindirilebilirliğini önemli ölçüde artırmanın yanında, toprak ve suda oluşan fosfor nitrojen kirliliğini büyük ölçüde azaltmakta ve rasyon maliyeti düşürülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Broyler, Fitaz Enzimi, Fitat Fosforu

The Importance of Enzyme in Poultry Nutrition

Abstract : Organic phosphorus with plant origine that supplies requirement of poultry is in the forms of phytic acid and phytate. Phytate has been known as the storage form of phosphorus and inositol in the plants. Phytate are Ca, Mg, K and Fe salts of phytic acid. The availability of nutrition in the plants is affected by some complex materials. Since Phytate contains phosphorus it has been accepted as a nutrition, on the other hand because it decreases activity of tripsin and alpha amylase by combining with minerals, decreasing availability of proteins and starch of feed, it is also called as antinutrient agent. Phytase is used to improve these negative effects of phytate; in addition to increase extensively the digestibility of phosphorus that is bound phytic acid (InsP6) and the other nutrition (carbohydrate, protein and essential elements Ca, Mg, Fe, Cu, Co and Zn), it also significantly decreases water and soil pollution caused by phosphorus and nitrogen. At the same time phytase decreases the cost of diet.

Key words: Broiler, Phytase, Phytate Phosphorus

Giriş

Kanatlıların normal fizyolojik gelişimlerini sürdürülebilmeleri, maksimum et, yumurta, döş verimleri ile kuluçkadan çıkış sağlayabilmeleri için enerji ve tüm besin maddelerince dengelenmiş rasyonları almaları ile mümkün olabilmektedir (Sarrafkioğulları ve Önel, 1998).

Kanatlıların sindirim sistemleri omnivor memeli hayvanlara oranla kısa oluşları, sindirim enzimlerinin sayısal azlığı ve bu enzimlerin aktivitelerindeki nitel ve nicel düşüklüğü bazı besin maddelerinin ya hiç veya sınırlı düzeyde yararlanılmasını doğurmaktadır (Ergün ve ark., 2004). Kanatlıların kendilerine özgü söz konusu özelliklerinden dolayı yem maddelerinin sindirilebilirliklerinin artırılması ve daha düşük maliyetli karma yem üretimi için çeşitli alternatifler üzerinde çalışmalara ağırlık verilmiştir (Toker ve ark., 2004). Bu alternatif arayışlar içinde önemli bir gelişmelerden biri de fitin fosforundan yararlanmayı arttıran fitaz enziminin karmalara ilavesi ile ürünlerin nicel ve nitel iyileşmeleri yanında (Ceylan ve ark., 1999; Ergün ve ark., 2004), rasyon maliyetlerinin aşağı çekilmesi ve suda oluşan fosfor nitrojen kirliliğinin büyük ölçüde azaltılması olmuştur (Şenköylü, 2002).

Yaşamsal faaliyetlerin devam ettirilmesinde enerji ve proteine göre daha az ihtiyaç duyulan mineral maddelerin, organizmada önemli fonksiyonların gerçekleştirilmesinde rolleri büyüktür. Kanatlı beslemede çok önemli yapısal ve fizyolojik fonksiyonları olan pek çok mineral maddeden biri de fosfordur. Yemlerde fosfat formunda bulunup, ince bağırsak ve çok az miktarda da mideden emilmekte, normal iştahın sağlanması, yem tüketimi, yemden yararlanma, kemik gelişimi ve kemiklerin kuvvetlenmesi, yumurta kabuk kalitesi ve genel hayvan sağlığı gibi bir çok

fonksiyonu yanında, başta enerji metabolizması olmak üzere birçok enzim sisteminin yapısına giren esansiyel bir element konumundadır.

Kanatlılar için inorganik ek yemler ve hayvansal kaynaklı yemlerin fosforu %100 yararlanabilir kabul edilirken, bitkisel kaynaklı fosforunun 1/3'ünün yararlanabilir kabul edilmektedir (Ergün, 2001). Kanatlı karma yemlerinin önemli bir kısmını oluşturan tahıl ve küspelerdeki fosforun 2/3'ü bitkisel orijinli fitatlardan oluşması ve kanatlı hayvanlarda endojen kaynaklı fitaz enziminin yetersiz olması ile var olan fosforun ancak 1/3'ünden daha azı değerlendirilmekte (Toker ve ark., 2004) ve gübre ile atılan fosfor rasyon maliyetini artırmasının yanında toprak ve su kirliliğine de neden olduğu bildirilmektedir (Şenköylü, 2002).

Fitin fosforu ve fonksiyonu : Bitkisel materyaldeki besin maddelerinin yayılsılığını yapılarındaki kimi kompleks bileşiklerce etkilenmektedir. Bu durum özellikle buğdaygil tahıllar, baklagil ve yağlı tohumlarda bulunan fitik asit için de geçerlidir. Kanatlıların fosfor ihtiyaçlarının karşılandığı bitkisel kaynaklı organik fosfor, fitik asit ve fitat fosforu formundadır. Fitik asit (C₆H₁₈O₂₄P₆); 6 karbonlu moleküle bağlı 6 fosfat grubundan oluşan ve molekül ağırlığı 660 olan bir bileşiktir. Kimyasal ismi myo-inositol-1, 2, 3, 4, 5, 6-hegzakis dihidrojen fosfat'dır (Şenköylü, 2002).

Fosfor ile inositol'ün bitkilerdeki depo formu fitat olarak adlandırılmaktadır. Fitatlar, fitik asitin Ca, Mg, K ve Fe tuzlarıdır. Fitik asit, nötral pH koşullarında 1 veya 2 negatif yüklü oksijen atomuna sahip olması ile pozitif yüklü metal katyonları iki fosfat grubuyla birleşerek güçlü nitelikte veya bir fosfat grubuyla birleşip zayıf jelat yapma potansiyeline sahiptir. Reaktif bir anyon olan fitat, yalnızca fosfor

sindirilebilirliğinde azalmaya neden olmayıp (Akyürek ve ark, 2005), aynı zamanda beslenme açısından hayati önem taşıyan Cu, Zn, Co, Mn, Fe ve Ca gibi kimi minerallerle inositolün 5- ve 6-fosforu efektif bağ ile birleşip tuzları meydana getirmekte ve çözünürlüklerinin azalmasına neden olmaktadır (Brenes ve ark, 2003).

Fitatlar benzer şekilde, direk veya multivalent katyonlar (Ca) aracılığıyla proteinler ile birleşip fitat-protein kompleksi oluşturarak proteinlerin çözünürlük ve yararlanma derecelerinin azalmasına yol açmaktadırlar (Cowieson ve ark., 2004). Alfa-amilazı aktive eden ve stabilitesini sağlayan Ca, fitatlar tarafından bağlanması sonucu alfa-amilaz ile tripsin enzimlerinin aktivitesi inhibe edilmekte ve alfa-amilazın inhibasyonu ile nişasta sindiriminin azalacağı için yemdeki enerji yararıyla da düşeceği bildirilmektedir (Ravindran ve ark., 2000). Fitatlar, fosfor içerdikleri için bir yandan besin maddesi olarak kabul edilirken, diğer taraftan mineral ve proteinlerle birleşerek yararlılıklarını düşürdükleri için anti besleme faktörü olarak da kabul edilmektedir (Sarıkafıoğulları ve Önel, 1998; Şenköylü, 2002).

Yem Maddelerinin Fitik Asit İçeriği : Tahıl tanesi ve yağlı tohumlarda bulunan total fosforun yaklaşık %60-80'i fitat fosforu formundadır. Yağlı tohum küspeleri ile değirmencilik yan ürünleri fitat fosforu bakımından zengin iken tahıllar orta düzeydedir. Fitat fosforun yem maddelerindeki konsantrasyonu bitkiden elde edildiği kısma bağlı olarak değişmektedir. Özellikle buğday ve

çeltik endospermünde fitat fosforu bulunmadığı halde, tohumun aleuron ile kabuğunda önemli derecede fazla bulunurken, mısırdaki fitat fosforun %90'ı tohumun embriyo kısmında bulunmaktadır. Yağlı tohum çekirdeklerinde ise globoid adlı hücresel oluşumlarda çekirdeğin tümüne yayılmıştır (Şenköylü, 2002).

Fitik asit tüm buğdaygil ve baklagil danelerinde, spor ve polenlerin yapısında %1-3, yağlı tohumlarda %1.5 ve küspelerde % 5 oranında bulunmaktadır. Yem maddelerinin fosfor içeriklerinin ortalama 2/3' ü fitin fosforu formunda olduğu görülmektedir (Tablo 1). Tahıllar içerisinde en düşük fitin fosforu (2.0 g/kg) mısırdaki bulunurken, en yüksek ise (3.0 g/kg) tritikale'de bulunmuştur. Proteinli yemler içerisinde en düşük fitin fosforu 2.1 g/kg ile kolza küspesinde bulunmuştur. Tabloda belirtilen yemler içerisinde en fazla fitin fosforu (8.1-9.7 g/kg) değirmencilik artıklarından buğday kepeğinin içerdiği görülmektedir. Kanatlı yemlerinin önemli bir kısmı dane yem ve yağlı tohum küspelerinden oluştuğundan total fosforun %60-80'i fitik asitten oluşmakta ve tipik bir kanatlı yeminde %0.25-0.40 fitat fosforunun bulunduğu (Şenköylü, 2002), söz konusu yemlerle düzenlenen bir kanatlı rasyonun yaklaşık olarak %0.20-0.25 oranında fitin fosforu içerdiği bildirilmektedir (Sarıkafıoğulları ve Önel, 1998). İnorganik fosforun sindirilebilirliği bitkisel kaynaklı fosfora göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir görülmektedir (Şenköylü, 2002; Tablo 2).

Tablo 1. Çeşitli yem maddelerin toplam fosfor ve fitin fosfor içerikleri (KM de)

Yem Maddeleri	Toplam P (g/kg)	Fitin-P (g/kg)	Fitin-P (%)
Tahıllar			
Mısır	3.0	2.0	66-85
Buğday	3.9	2.5	60-77
Arpa	4.3	2.4	51-66
Yulaf	3.6	2.3	55-63
Çavdar	3.6	2.5	61-73
Sorgum	3.5	2.2	60-74
Tritikale	4.4	3.0	65-68
Buğday kepeği	10.7-11.5	8.1-9.7	70-90
Baklagiller			
Bezelye	4.3	2.1	40-50
Fasulye	5.8	1.5	20-30
Proteinli yemler			
Mısır gluten yemi	7.2	2.9	40
Soya küspesi	7.0	3.0	42
Tam yağlı soya	5.3	2.3	43
Ayçiçeği küspesi	9.4	3.0	31
Kolza küspesi	12.4	2.1	16

(Sarıkafıoğulları ve Önel, 1998)

Tablo 2. Kimi yem maddelerinin total fosfor içeriği ile broyler piliçlerindeki fosfor sindirilebilirliği

Yem maddeleri	Total P (g/kg)	P sindirilebilirliği %
Monokalsiyumfosfat(MCP)	220	80
Dikalsiyumfosfat(DCP)	180	82
Et – kemik unu	70	61
Buğday	34	38-48
Arpa	36	30-39
Mısır	29	31
Soya küspesi	64	42
Kolza küspesi	109	33
Ayçiçeği küspesi	76	28

(Şenköylü,2002)

Fitaz enzimi, fitat fosforunun kullanılabilirliği ve kanatlıların verim performansı ile fitaz enzimi arasındaki ilişki : Bitkisel fosfor kaynaklarının uygulamada yarattığı problemler ve çevre kirliliği beslemecileri yeni fosfor kaynakları ya da yeni yöntemler geliştirme arayışına yönlendirmiştir. Son 10 yılda bu alanda geliştirilen en önemli uygulamaların başında fosfor kullanılabilirliğini ve sindirimini arttıran fitaz enziminin kullanımı gelmektedir (Şenköylü, 2002). Farklı fitaz enzimlerinin aktivitesi için optimum ısı aralığı 45-60 °C ve optimum pH aralığı ise 4.0-7.5 arasında değiştiği; bitkisel fitazların aktivitesi için optimum ısı aralığı 47-55 °C, optimum pH derecesinin ise 4.0-6.0 arasında değiştiği belirtilmiş olup, fitaz aktivitesinin şematik görünüşü Şekil 1'de verilmiştir (Baruah ve ark., 2004; Sarıfakioğulları ve Önel, 1998). Fitaz enziminin fungus, bakteri, küf ve rumen ile topraktaki mikroorganizmalar tarafından üretildiği ve en önemli kaynak *Aspergillus niger* (ficcum) adlı fungus olduğu bildirilmektedir (Simons ve Versteegh, 1992). Mikrobiyel fitazlar pH 2.5-5.5' da aktif olup, 70 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda aktivitesi %25'e kadar düşebilmektedir (Sarıfakioğulları ve Önel, 1998). Bitkisel fitazlar tüm buğdaygil ve baklagil taneleri ile küspelerde bulunmaktadır. İnsan, buzağı, tavşan ve civcivde belirlenen intestinal fitazlar, ince bağırsak mukozasında özellikle duodenumda lokalize olmuşlardır. İntestinal fitazların fitin-P 'un hidrolizinde önemli bir etkisi olmamaktadır. Bakteri, maya ve küf mantarları tarafından mikrobiyel fitazlar sentezlenmektedir. (Sarıfakioğulları ve Önel, 1998).

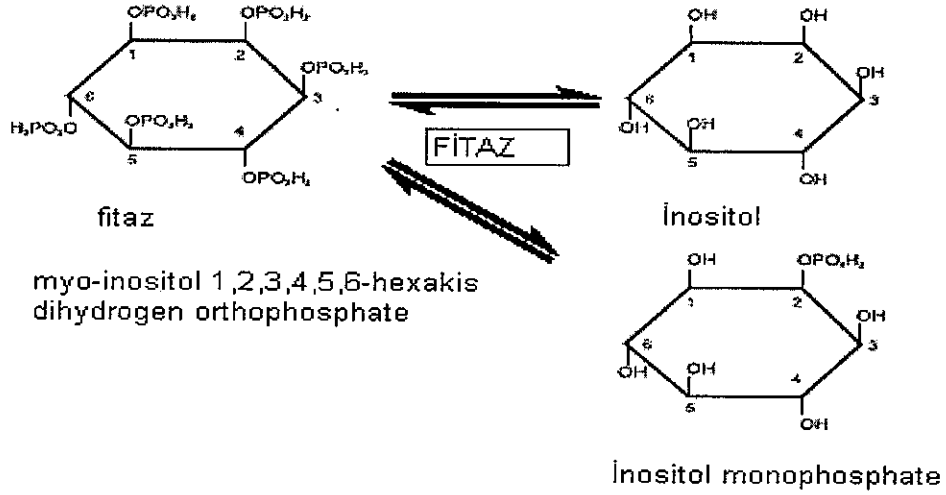
Fosforun kullanılabilirliği kanatlılarda %0-50 arasında değişmektedir. Kanatlılarda fitat fosfor kullanılabilirliği, endojen fitaz aktivitesi, diyetel Ca, P ve vitamin D₃ düzeylerinin yanında hayvanın yaşı ve genotipi ile yemin yapısına bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Afsharmanesh ve ark., 2004a; Afsharmanesh ve ark., 2004b; Jubarah ve ark., 2004; Akyürek ve ark., 2005).

Fitazlar, fitik asit môlekülünü myo-inositol ve inorganik fosfata hidrolize eden myo-inositol heksakis fosfat fosfohidrolazlar olarak tanımlanmaktadır. Hidrolizin başladığı C atomuna göre fitazlar, 3-fitazlar (mikrobiyal) ve 6-fitazlar (bitkisel) olarak sınıflandırılmaktadır. Fitik asit fitaz ile hidrolizi sırasında, fosfat grupları basamaklar halinde ayrılmakta ve bağırsaklardan emilim için kullanılabilir hale gelmektedir.

Mısır ve soya ağırlıklı broyler rasyonlarına *Aspergillus niger* mantarından üretilen mikrobiyal fitaz ilavesi canlı ağırlık ve yem tüketimini artırdığı fakat yemden yararlanma oranını etkilemediği bildirilmektedir (Ahmad ve ark., 2000).

Mikrobiyal fitazın, Ca ve P yarayışlılığında önemli bir artış sağlayarak Ca ve P atılımında önemli bir azalmaya neden olduğunu saptanmıştır (Akyürek ve ark., 2005). Yemlere katılan fitaz enziminin broylerlerde tibia külünde kalsiyum, fosfor ve çinko miktarını yükselttiği (Midilli ve ark., 2003), plazma Ca'u %4, P'u %12, Mg'u %10, Zn'u %22 ve total proteini ise %7 oranında artırdığı bildirilmektedir (Brenes ve ark., 2003). Rasyonlara farklı dozlarda fitaz ilavesinin tibia kül içeriğinde Ca ve Zn miktarlarında linear, Mg ve Fe miktarlarında quadratik bir artışa neden olduğu, P miktarında ise önemli bir artışa neden olmadığı bildirilmektedir (Jubarah ve ark., 2004).

Broyler civciv rasyonlarına mikrobiyal fitaz ilavesinin Ca, P ve Zn alımını sırasıyla %9, %10 ve %16 oranında artırdığı, tibia külünde %4, artış sağlandığı saptanmıştır (Brenes ve ark., 2003). Düşük fosforlu rasyonlara fitaz ilavesinin kontrol yemine göre P ve Ca emilimini sırasıyla %20.1 ve %5.0 oranında arttırdığı ve kemik mineralizasyonunu iyileştirdiği bildirilmektedir (Ahmad ve ark., 2000).



Şekil 1. Fitaz aktivitesinin şematik olarak gösterilmesi

Fitaz enzimi, bitkilerde fitik aside (InsP6) bağlı formda olan fosfor yayınlılığını ve fitine bağlı diğer besin maddelerinin (karbonhidrat, protein ve esansiyel elementlerin Ca, Mg, Fe, Cu, Co ve Zn) sindirilebilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır (Gebert ve ark., 1999; Ravindran ve ark., 2000). Düşük Ca seviyeli rasyona fitaz ilavesi vücut ağırlığını ve yemden yararlanma oranını iyileştirdiği, tibia külü ve protein ile fosfor sindirilebilirliğini artırdığı ve farklı düzeylerde Ca ile birlikte sitrik ve askorbik asit ilavesi negatif kontrole göre vücut ağırlığında (%21) ve yemden yararlanmada (%8) daha fazla bir iyileşmeye neden olduğu bildirilmektedir. Aynı şekilde düşük Ca'lu rasyona fitazla birlikte sitrik asit, askorbik asit ve vitamin D₃ ilavesi vücut ağırlığını %27, yemden yararlanma oranını ise %22 artırdığı ve sonuçta düşük Ca ve P'lu broyler rasyonlarına mikrobiyal fitaz, organik asitler ve vitamin D₃ ilave edildiğinde normal rasyonlardaki gibi yemden yararlanma ve vücut ağırlığı sağlanabildiği bildirilmektedir (Afsharmanesh ve ark., 2004b).

Yapılan bir çalışmada (Tablo 3), yeterli Ca (9.0 g/kg) içeren kontrol yemine fitaz ilavesi görünen ME değerini 3040'dan 3310 kcal/kg çıkararak % 8.9 oranında artırırken, düşük Ca (7.9 g/kg) içeren kontrol yemine fitaz ilavesi yemin görünen ME değerini 3110'dan 2710 kcal/kg'a düşürerek %12.8 oranında azalttığı bildirilmiştir. Yeterli Ca' lu kontrol yemine fitaz ilavesi ile yemdeki fosforu serbest hale getirerek açığa çıkan fosforun daha

dengeli Ca/P oranının oluşturulmasına neden olması, bu yemlerde görünen ME değerinin artmasına neden olduğu kanaatine varılmıştır.

Düşük Ca'lu yemlere fitaz ilavesinin yemlerin görünen ME değerini düşürmesi ise; açığa çıkan P'un yemlerde Ca/P oranını P lehine bozulmasına ve dengesizliğe neden olmasından kaynaklandığı düşünüldüğü bildirilmektedir. Organik asitlerin muhtemelen ince bağırsaktaki pH üzerine etkisinin olabileceği ve mikrobiyal fitaz etkinliğini iyileştirdiği ve minerallerin yararlanılabilirliğini artırdığı bildirilmektedir. Düşük Ca yemlere sitrik ve askorbik asitin birlikte ilave edilmesi ile yemin görünen ME sindirilebilirliği kontrol ve fitaz ilaveli yeme göre % 10 ve % 27 ile oranında artırmıştır (Afsharmanesh ve ark., 2004a).

Mısır soya temeline dayalı rasyonlara farklı düzeylerde mikrobiyal fitaz katılmasının broylerlerde canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranlarını önemli ölçüde artırdığı, yem tüketimi, tibia külü kalsiyum, fosfor ve magnezyum miktarını yükselttiği, karkas randımanını yükselttiği ve serum fosfor konsantrasyonunda ise artışlar görüldüğü bildirilmektedir (Midilli ve ark., 2003). Mısır esasına dayalı karma yemlerine fitaz ilavesi, buğday esasına dayalı karma yemlerine göre besi performansını olumlu etkilediği, en iyi kesim sonucuna mısır+150.000 mg/kg fitaz ilavesinde ulaşıldığı bildirilmektedir (Toker ve Ergene, 2004).

Tablo 3. Farklı kalsiyum konsantrasyonları ve yem katkı maddeleri ile hazırlanan yemlerin horozlarda görünen metabolik enerji (Kcal/kg) değerleri

Temel yeme ilaveler	Yemdeki Ca konsantrasyonları		
	Toplam	Düşük Ca (7.9 g/kg)	Yeterli Ca (9.0 g/kg)
Toplam	3240	3200	3280
Kontrol	3070cd	3110cd	3040d
PHYT	3010d	2710e	3310abc
PHYT+SA	3200bc	3160bcd	3240abcd
PHYT+SA+AA	3340ab	3430a	3270abcd
PHYT+SA+AA+VITD ₃	3400a	3380ab	3430a
1.35 g/kg yararlanabilir fosfor	3380a	3400ab	3370ab

(Afsharmanesh ve ark., 2004a).

abcd: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden önemli olarak farklıdır

Bir fitaz ünitesi her dakikada (pH 5.5 ve 37 °C) de Sodyum fitatlardan 1 μ mol inorganik fosfor üretir.

Temel yem (Kontrol yem) 3.15g/kg yararlanılabilir fosfor içermektedir.

PHYT= 500 U /kg fitaz, SA= sitrik asit, 20g/kg, AA= askorbik asit, 200 mg /kg, VITD₃, 200 g/kg

Mısır ağırlıklı broyler rasyonlarına (500U/kg) fitaz katılması canlı ağırlığı artırırken, yemden yararlanma üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı (Huff ve ark., 1998), broyler civcivlerin rasyonlarına mikrobiyal fitaz ilavesinin ise canlı ağırlığı %7 ve yem tüketimini %5 oranında artırırken, yemden yararlanma oranını etkilemediği bildirilmektedir (Brenes ve ark.,2003). Rasyona farklı dozlarda fitaz ilavesinin canlı ağırlıkta linear yem tüketiminde ise linear ve quadratik bir artışa neden olurken, yemden yararlanmayı etkilemediği bildirilmektedir (Jubarah ve ark., 2004). Buğday temelinde dayalı rasyonlarla beslenen broyler yemlerine fitaz ve fosfataz enzimi ilave edilmesi ile en iyi yem etkinliği, yüksek karkas kalitesi ve kemik küllü içeriğinde önemli artışlar sağlandığı bildirilmiştir (Zyla ve ark., 2001). Soya temelinde dayanan broyler rasyonuna 0.50g/kg fitaz ilavesinin canlı ağırlık ve yem tüketiminde artışa neden olmadığı, ancak 1.50g/kg fitaz ilavesiyle canlı ağırlıkta önemli bir artış sağlandığı ve yem tüketiminde ise pozitif etkisinin olduğu bildirilmektedir (Ahmed ve ark., 2004). Broyler yemlerindeki fitik asit canlı ağırlık artışını, yem tüketimini, yem dönüşüm oranını olumsuz etkilediği, fakat yeme mikrobiyal fitaz ilavesi (400 ve 800 FTU/kg) ile bu olumsuzlukların giderildiği, canlı ağırlık ve yem etkinliğinde artış sağlandığı bildirilmektedir (Cabahug ve ark., 1999).

Karma yemlere katılan fitaz enzimi, fitik asitin mineraller ile oluşturduğu şelat-kompleksini parçalayarak söz konusu minerallerden de yararlanmayı artırdığından, yumurta sayısı, yumurta ağırlığı, yumurta kabuk ağırlığı, yumurta sarı ve beyaz ağırlıklarını önemli düzeyde artırdığı (Toker ve ark., 2004; Simons ve Versteegh, ark., 1992), yemden yararlanmayı önemli derecede iyileştirdiğini, yumurta kuru maddesinde fosfor ve kalsiyum oranlarında bir artış sağladığı (Simons ve Versteegh, 1992) bu artışın yaşlı yumurtacılar da gençlere oranla daha fazla olduğu (Boling ve ark., 2000) bildirilmektedir.

Fitaz ve sitrik asit kombinasyonunun yumurta ağırlığını artırdığı, fitazın kullanılmasıyla yumurta kabuğunda ve

sarisında Ca miktarının arttığı ve yumurta akında ise azaldığı bildirilmektedir (Rodriguez ve ark., 2002). Düşük fosforlu negatif kontrol yemi ile beslenen tavukların, fitaz ilave edilmiş yemlerle beslenen tavuklara göre günlük yumurta üretimi, yumurta ağırlığı ve günlük yumurta kazanımının önemli oranda düştüğü bildirilmiştir (Francesch ve ark., 2004).

Yemlere ek fitaz ilavesi fosforun ileumdaki sindirimini, kuru maddedeki azot ve amino asit alıkonmasını artırdığı (Kis ve ark., 2000; Ravindran ve ark., 2000), broyler civcivlerinde canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, protein etkinlik oranı ve performans indeksi üzerine olumlu etkilerinin olduğu (Abd El-Hakim ve Abd-Elsamee, 2004), yumurta üretimi, yumurta ağırlığı, yumurta kabuk kalınlığı ve sağlamlığı ile kabukta P ve Ca içeriğinin olumsuz etkilenmesini önleyerek dışkıının P içeriğinde az da olsa bir azalmaya neden olduğu bildirilmektedir (Kis ve ark., 2000).

Broyler rasyonlarına fitaz ve fitaz+vitamin D₃ ilavesi ile preventrikulus protein konsantrasyonu 153.6 mg/g'dan sırasıyla.135.2 ve 132.7 mg/g'a ve gastrik enzim aktivitesi ise 0.73 CU/mg'dan 0.48CU/mg'a düştüğü bildirilmektedir (Kapica ve Puzio, 2004).

Rasyonlara katılan kazein+myo-inositol hexaphosphate (IP6) amino asitlerinin sindirilebilirlik katsayısını azalttığı, ancak fitaz ilavesi ile katsayının yükseldiği ve endojen minerallerin atılımı azaldığı bildirilmiştir (Cowieson ve ark., 2004).

Fitaz enziminin kanatlılarda fosfor atılımı ve çevre kirliliği üzerine etkisi : Gübre ile dışarı atılan fitaz fosforunun çevre sularına karışması sonucu, çevre sularındaki fosfor düzeyinin artışı yosun üretimini artırmaktadır. Artan yosun üretimi ise çok fazla miktarda ölmüş bitki materyalinin dibe çökmesine neden olmaktadır. Bu ortamda aerobik bakterilerin oksijeni kullanmaları sonucunda ortamın oksijen içeriği azalmakta ve böylece sulardaki canlı ölümlerinin artması ile birlikte ekolojik

dengenin bozulması ve çevre kirliliği sorunları ortaya çıkmaktadır (Sharpley, 1999). Fitaz ve sitrik asit kombinasyonu dışkıda fosfor atılımını %50'den daha fazla azalttığı bildirilmektedir (Rodriguez ve ark., 2002).

Yemlerdeki farklı fosfor ve farklı enzim düzeyleri ve yemlerin otoklavlanması ile dışkı ile atılan Ca-P oranları veya bunların vücutta alınması arasındaki ilişki incelenmiştir (Tablo 4). Yemlerdeki fosfor yetersizliği hayvanların gelişmesinde önemli bir düşüğe neden olduğu ve fitaz ilavesi ile bu olumsuzluğun giderildiği bildirilmektedir. Otoklav edilmiş düşük fosforlu buğdayı tüketen broylerlerin performansı otoklav edilmemiş buğdayı tüketenlere göre daha düşük olduğu; fosforca yetersiz yemlerde Ca ve P'un emiliminin kontrol yemine göre daha yüksek ve Ca ve P atılımının ise daha düşük olduğu bildirilmektedir. Yemlerin otoklav edilmesi endojen fitazı olumsuz etkilediğinden düşük fosforlu karmalarda olumsuzluklara neden olabileceği ve rasyonlardaki fosfor eksikliğinin hayvanın gelişimini önemli oranda düşürebileceği ve bu olumsuzluğun yeme fitaz ilavesi ile

önlenebileceği bildirilmiştir. Düşük fosforlu rasyonlarla beslenen hayvanlarda P ve Ca'un dışkıyla atılımı önemli ölçüde düşerken emilimin arttığı ve düşük fosforlu karma yemlere farklı miktarlarla fitaz ilavesinin emilim üzerine olumlu bir etkisinin olmadığı (Tablo 4) bildirilmektedir (Perez ve ark., 2004).

300, 450 ve 10.000 U/kg fitaz katkılı mısır ve arpaya dayalı rasyonları tüketen tavuklarda fosfor atılımının sırasıyla %11, %19 ve %29 oranında düştüğü görülmüştür. Kontrol rasyonunu tüketen hayvanlarda fosfor atılımı %0.62 iken, 10000 U/kg fitaz ilavesi ile bu oranın %0.44'e kadar düştüğü, fosfor emiliminin ise %45.7'den 10000 U/kg fitaz ilavesi ile %64.5 kadar yükseldiği görülmüştür. Düşük fosforlu yeme ilave edilen fitaz enzimi yumurta tavuklarına 12 hafta boyunca maksimum dozdan 10 kat daha fazla verilmesine rağmen tavukların performansında ve sağlığında olumsuz bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir (Francesch ve ark., 2004).

Tablo 4. Broyler dışkılarında mineral konsantrasyonları ve yemlerdeki Ca ve P'un emilimi

Uygulamalar	Yem Buğday	Inorganik Fosfor	Fitaz ilavesi* U/kg	Dışkıda Total P %/ KM	Total P Emilimi %	Dışkıda Ca (%/MS)	Ca Emilimi (%)
T-1	Otoklav edilmemiş	%0.45	-	0.99 a ⁻	55.20 c	2.24 a	32.72 d
T-2	Otoklav edilmemiş	%0.27	-	0.48 b	66.15 b	1.02 c	56.78 a
T-3	Otoklav edilmemiş	%0.27	500	0.46 b	70.98 ab	1.02 c	51.55 b
T-4	Otoklav edilmemiş	%0.27	5000	0.41 b	75.48 a	1.01 c	52.49 ab
T-5	Otoklav edilmiş	%0.45	-	0.95 a	60.14 c	2.14 b	41.41 c
T-6	Otoklav edilmiş	%0.27	-	0.49 b	70.20 ab	1.05 c	52.81 ab
T-7	Otoklav edilmiş	%0.27	500	0.49 b	70.60 ab	1.03 c	49.10 b
T-8	Otoklav edilmiş	%0.27	5000	0.48 b	71.30 ab	0.97 c	49.24 b

(Perez ve ark., 2004).

a, b, c, d: farklı harflerle gösterilen ortalamalar p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Sonuç

Kanatlı rasyonlarını oluşturan bitkisel yem kaynaklarındaki fosfordan yararlanmayı artırmak amacıyla fitaz enzimi kullanımı son 10 yılda giderek artmıştır. Bu güne kadar yapılan çalışmalar fitaz enziminin kullanımı ile canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma, karkas verim ve kalitesi, yumurta verimi ve kalitesinde önemli iyileşmelerin sağlandığı bildirilmektedir. Bununla birlikte toplam fosfor içeriğinin %70'ini oluşturan fitin fosforu, kanatlılar tarafından yeterince değerlendirilmeyip fosforun önemli miktarı gübre ile atıldığından çevre kirliliğine neden olmuştur. Ayrıca protein, karbonhidrat ve mineral maddelerin fitik asit ile etkileşimi sonucunda sindirilmeme dereceleri azalmış ve gübre ile atılan fosfor açığını kapatmak için rasyonlara inorganik P kaynakları ilave edilmek zorunda kalmış ve bu durum yem maliyetinin artmasına neden olmuştur.

Kanatlı rasyonlarına fitaz enzimi ilavesi ile fitin şeklinde bağlı fosforun yaklaşık %40'ının değerlendirilebilmesi sonucu gübre ile atılan fosfor miktarı azaltılmıştır. Bunun yanında, fitik asitin enerji ve besin maddesi sindirimi üzerindeki olumsuz etkisini giderilerek verim artışına

olumlu yönde katkıda bulunmuştur. Yetiştiricilikte amaç; en ekonomik şekilde iyi kalitede ürün elde etmek ve bütün bunları yaparken de çevreye en az zararı vermek olduğuna göre, fitin fosforun sindirilmeme derecesinin arttırılabilmesi kanatlı rasyonlarında kullanılacak fitaz enziminin optimum sonuç verecek dozunun belirlenmesi, biyoteknolojik metotlar ile daha spesifik ve etkili enzim preparatları hazırlanması ve enzim ilavesine etki eden faktörlerin dikkate alınması önem arz etmektedir.

Kaynaklar

Abd El-Hakim, A.S., Abd-Elsamee, M. O., 2004. Effect of feeding systems and phytase supplementation on the performance of broiler chicks during summer season. *XXII. World's Poultry Congress*. Jun. 8-13. Istanbul. Turkey.

Afsharmanesh, M., Edriss, M. A., Pourreza, J., Rahmani, H., 2004a. Influences of citric and ascorbic acids as mineral chelators, and vitamin D₃ with microbial phytase on amino digestibility. *XXII World's Poultry Congress*. Jun. 8-13, Istanbul- Turkey.

- Afsharmanesh, M., Pourreza, J., Samie, A. H., 2004b. Influences of citric and ascorbic acids as mineral chelators, and vitamin D₃ on efficacy of microbial phytase in broilers fed wheat-based diets. *XXII World's Poultry Congress*. Jun. 8-13, Istanbul- Turkey.
- Ahmad, T., Rasool, S., Sarwar, M., Haq, A-ul., Hasan, Z-ul., 2000. Effect of microbial phytase produced from a fungus *Aspergillus niger* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 83 103- 114.
- Ahmed, F., Rahman, M. S., Ahmed, S. U., Miah, M. Y., 2004. Performance of broiler on phytase supplemented soybean meal based diet. *International Journal of Poultry Science* 3 (4): 266-271.
- Akyurek, H., Senkoğlu, N., Ozduven, M. L., 2005. Effect of microbial phytase on growth performance and nutrients digestibility in broilers. *Pakistan Journal Of Nutrition* 4 (1) : 22-26.
- Baruah, K., Sahu, N. P., Pal, A. K., Debnath, D., 2004. Dietary Phytase: An ideal approach for a cost effective and low- polluting aquafeed. *NAGA, World Fish Center Quarterly* Vol, 27 No. 3 & 4 Jul-Dec.15-19.
- Boling, S. D., Douglas, M. W., Parsons, C. M., Zimmerman, R. A., 2000. The Effects of Dietary Available Phosphorus Levels and Phytase on Performance of Young and Older Laying Hens. *Poultry Science* 78.-224-230.
- Brenes, A., Viveros, A., Arija, I., Centeno, C., Pizarro, M., Bravo, C., 2003. The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*. 110 201-219.
- Cabahug, S., Ravindran, V., Selle, P. H., Bryden, W. L., 1999. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus contents. I. Effects on bird performance and toe ash. *British Poultry Science* 40: 660-666.
- Ceylan, N., Sarıca, Ş., Gürsoy, Ü., 1999. Kanatlı Yemlerinde Fitin Fosfor Yarıyışlılığını Artırmaya Yönelik Uygulamalar.VIV. *Poultry Yutav 99 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı* 3-6 Haziran Bildiriler Kitabı, İstanbul. 321-329.
- Cowieson, J. A., Acamovic, T., and Bedford, R. M., 2004. Phytic Acid and Phytase for Protein Utilisation by Poultry. *XXII World's Poultry Congress*. Jun. 8-13, Istanbul- Turkey.
- Ergün, A., 2001. *Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde temel prensipler ve karma yem üretiminde bazı bilimsel yaklaşımlar* (Editör: Melih Yavuz) Bölüm,1 s;11-96 .
- Ergün, A., Tuncer, Ş.D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, N.K., Küçükersan, S., Şehu, A., 2004. Tavuk Besleme, (Bölüm 9), *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Ankara, 397-437.
- Francesch, M., Broz, J., Brufau, J., 2004. Efficacy study with microbial phytase in laying hens fed a maize barley diet. *XXII World's Poultry Congress*. Jun. 8-13, Istanbul- Turkey.
- Gebert, S.,Bee, G., Pfirter, H: F., Wenk, C., 1999. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs. 1. Influence on growth mineral digestibility and fatty acids in digesta *J. Anim. Physiol. Anim. Nurt.*, 81: 9-19.
- Huff, W. E., Moore, P. A. Jr., Waldroup, P. W., Waldroup, A. L., Balog, J. M., Huff, G. R., Rath, N. C., Daniel, T.C., Raboy, V., 1998. Effect of dietary phytase and high available phosphorus corn on broiler chicken performance. *Poultry Science*. 77:12, 1899-1904;30.
- Jubarah, S. K., Davis, R. H., Dodds, P. F., Broklhurst, S., Holt, D. T., 2004. Effects of supplementary phytase on nutritional status of growing chicks fed plant-based diet. *XXII World's Poultry Congress*. Jun. 8-13, Istanbul- Turkey.
- Kapica, M., and Puzio, I., 2004. Influence of dietary phytase and 1.25-ihydroxycholecalciferol supplementation on the activity of digestive enzymes in chickens.*Bull Vet Inst Pulawy* 48, 519-522.
- Kis, L., Gerendal, D., Gippert, T., Kovari, L., 2000. Theeffect of phytase enzyme in the feeding of layers. *Allattenyesztes es Takamanyacas*, 49(2). 155-163.(Hu. en. 30 ref).
- Midilli, M., Muğlalı, Ö. H., Alp, M., Kocabağlı, N., Tanör, M. A., Toklu, G. S., 2003. Yeme katılan fitaz enziminin broylerlerde besi performansı ve mineral dengesi üzerine etkisi. *Turk J Vet Anim Sci*. 27 751-759 Tübitak.
- Perez-Vendrell, A. M., Juanpere, J., Brufau, J., 2004. Effects of mikrobial and/or endogenous phytase of wheat diets on broiler performance and mineral excretion. *XXII. World's Poultry Congress*. Jun. 8-13, Istanbul- Turkey.
- Ravindran, V., Cabahug, S., Ravindran, G., Selle, P. H., Bryden, W. L., 2000. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels. II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. *British Poultry Science*, 41: 193-200.
- Rodriguez, L. V., Haro, H. J., Barrera, M. E., Oporta, S. E. M., Alcorta, G. M., Bozalil, G. C., 2002. Citric acid and microbial phytase relative to productive performance and phosphorus, calcium and nitrogen excretion in laying hens. *Tec. Pecu Mex.* : 40 (2) :169-180.
- Sarıfakıoğulları, K., Önel, A. G., 1998. Fitik asit ve fitaz enziminin kanatlı beslenmesindeki önemi.*Yem Magazin*, Ağustos. 60-67.
- Sharpley, A., 1999. Reducing the environmental impact of poultry production Focus on phosphorus. *Poult.Sci*. 78:660-673.
- Simons, P. C. M., and Versteegh, H. A. J., 1992. Informative study concerning the effect of the addition of microbial phytase to layer feed. *Spelderholt*, publication no 573 (NL).
- Şenköylü, N., 2002. Fitaz enzimi ve protein küspelerine yönelik enzimler. 6. *Uluslar arası Yem Kongresi ve Yem Sergisi*.141-151.
- Toker, M. T. ve Ergene, Ş., 2004. Buğday ve mısıra dayalı broiler rasyonlarına farklı düzeylerde fitaz enzim ilavesinin karkas ağırlığı ile performans üzerine etkileri. *Ulusal 4. Zootekni Bilim Kongresi*, 01-03. Eylül. Isparta.

- Toker, M. T., Saygıcı, H., Özkaya, S., 2004. Mısır ve buğdaya dayalı yumurta tavuğu rasyonlarına farklı düzeylerde fitaz enzimi ilavesinin performans ile yumurta verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Ulusal 4. Zootekni Bilim Kongresi*, 01-03. Eylül. Isparta.
- Zyla, K., Koreleski, J., Swiatkiewicz, S., Ledoux, D: R., Piironen, J., 2001. Influence of supplemental enzymes on the performance and phosphorus excretion of broilers fed wheat-based diets to 6 weeks of age. *Animal Feed Science and Technology*, 89, 113-118.