

Katı Kültür Fermentasyonu Uygulanan Yem Hammaddelerinin Kanatlı Beslemede Kullanılabilirliği

**Aydın Altop, Emrah Güngör, Güray Erener
O.M. . Ziraat Fakültesi Zootezni Bölümü, Atakum, SAMSUN**

 zet

Kanatlı hayvan rasyonlarının temelini oluŐturan bazı yem hammaddelerinin beslemeyi engelleyici maddeler içermeleri (tripsin inhibitörü, lektinler ve globulinler) yanında besin madde içeriklerinin yetersiz oluŐları da kanatlı hayvan beslemede kullanımlarını sınırlandırmaktadır. Bu olumsuzlukların giderilmesi ve daha zengin besin madde içeriğine sahip rasyon bileŐenleri elde etmek amacıyla bu materyallere ısıl iŐlem, enzim ile parçalama ve kimyasallarla muamele uygulanmaktadır. Bu iŐlemlerden baŐka söz konusu hammadde, yan ve atık ürünlerin besinsel kompozisyonunu geliŐtirmek ve içerdikleri antibesinsel faktörleri elemine etmek amacıyla mikroorganizmalarla (fungus ve bakteri) fermentasyon uygulaması da gittikçe yaygınlaŐmaktadır. Fermentasyon yöntemi substratlardaki serbest su miktarlarına göre sıvı ve katı kültür fermentasyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Katı kültür fermentasyonu tarımsal artıkların değerlendirilmesinde sıvı fermentasyona göre daha avantajlı görülmektedir. Katı kültür yönteminde özellikle fungusların kullanılması yem hammaddesi ile yan ve atık ürünlerin besinsel kompozisyonunu iyileŐtirmesi, tanen miktarının düŐürülmesi, selülozlu yapıların yıkılması ve antibesinsel unsurların giderilmesi açısından  mitvari sonuçlar elde edilmiŐtir. Bu derlemede katı kültür fermentasyonuna tabi tutulan yem/yem hammaddeleri ile tarımsal yan ve atık ürünlerin besinsel kompozisyondaki deđiŐimler ve kanatlı hayvan beslemede kullanılabilirlikleri üzerine bilgiler verilmeye çalıŐılmıŐtır.

Anahtar kelimeler: Katı faz fermentasyon, Fermente  r n, Kanatlı hayvan besleme

Use of Feedstuffs Applied Solid State Fermentation in Poultry Nutrition

Abstract

Some feedstuffs has been the main component of poultry diets have restrictive factors (trypsin inhibitor, lectin and globulin) with lower nutrient content. Various pretreatments have been used to eliminate the negative traits of feedstuffs, having insufficient nutritive profile and besides to utilize ingredients of poultry diet. Heat treatment, processing with enzymes and treatment with chemicals are some of them. Additionally, fermentation technique (with fungus and bacteria) has been recently taken to interest in using those purposes. Fermentation processes have divided two type as solid state fermentation (SSF) and submerged fermentation (SmF) in respect to free water content of the substrate. Solid state fermentation has seen more favorable than submerged fermentation with regard to utilization of agricultural waste products. In solid state fermentation, especially processing with fungus, researchers have found out hopeful results about enhancing nutritional quality of feed/feedstuffs and waste and by-products, decreasing amount of tannin content, degrading structure of cellulose and eliminating some anti-nutritional factors. In this review, changing of nutritive component of feed/feedstuffs and waste and by-products which fermented solid state is explained.

Key words: Solid state fermentation, Fermented feedstuff, Poultry nutrition

Giriş

Ekonomik ve sürdürülebilir bir hayvansal üretim için elde mevcut yem kaynaklarından maksimum düzeyde yararlanmak gerekmektedir. Kanatlı hayvan beslemede kullanılan protein ve enerji kaynaklarının içerdiği kimi kısıtlayıcı faktörler söz konusu yem hammaddelerinden yararlanmayı engellemektedir. Bu kısıtlayıcıları ortadan kaldırmak için ısıl işlem, enzim ile parçalama ve fermentasyon sistemleri kullanılmaktadır. Isıl işlem bu yöntemlerden en ucuzu ve kolay uygulanabilir olmasına karşın etkinlik açısından en iyi yöntem

fermentasyondur. Fermentasyon işlemleri genel olarak derin kültür ve katı kültür olmak üzere ikiye ayrılabilir. Bu iki biyo-işlem arasındaki temel farklılık substrattaki serbest su miktarıdır (Robinson ve ark., 2001; Sargin, 2003). Katı kültür fermentasyonu (KKF) ise serbest su bulunmayan nemlendirilmiş katı substratlar üzerinde mikroorganizma gelişimini ve metabolik faaliyeti ifade etmekte olup mikroorganizma, gelişimi için gerekli suyu substratın içindeki nemden karşılamaktadır (Mitchell ve ark., 2000; Sargin 2003). Son yıllarda KKF bir çok biyo-işlemin ve ürünlerin geliştirilmesinde  mit verici bir fermentasyon tekniği olarak görülmektedir (Souza ve ark., 2001). Bu fermentasyon yöntemi “katı substrat fermentasyonu” ya da “katı faz fermentasyonu” olarak da adlandırılmaktadır. Katı substrat fermentasyonu, serbest su bulunmayan koşullarda substratın karbon ve enerji kaynağı olarak kullanıldığı durumları; katı faz fermentasyonu ise ya karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılan bir substratı ya da destek materyali olarak kullanılan bir maddeyi ifade etmekte kullanılmaktadır (Mitchell ve Berovic, 1998; Sargin 2003).

Katı Kültür Fermentasyonu

Mikroorganizmaların susuz veya suyun az bulunduğu katı ortamlarda fermentasyon yapmasıdır. Ancak substrat mikroorganizmalar metabolizma ve büyümesi için yeterli neme sahip olmalıdır. Bu yöntemle özellikle ekonomik önemi yüksek olan yem, besin, ilaç ve tarıma dayalı sanayi ürünlerinin üretilmesi düşük maliyetle ve hızla sağlanmaktadır (Pandey, 2003; Aikat ve Bhattacharya, 2000). Son 15-20 yılda katı faz fermentasyonu ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Nişastalı maddelerden proteince zengin hayvan yemi üretimi, orman ve tarımsal atıklardan tek hücre proteini üretimi, manyok kökü ve şeker pancarından etanol üretimi bu çalışmalara örnek verilebilir (Tunga ve ark., 1998). KKF yönteminde dikkat edilmesi gereken önemli birkaç nokta bulunmaktadır. Bunlar uygun mikroorganizmaların ve substratın seçimi, yöntem için bazı parametrelerin optimizasyonu, ürünün izolasyonu ve saflaştırılmasıdır. Yöntem için uygun parametrelerin seçimi ve optimizasyon önemli bir noktadır. Bunlara substratın parçacık büyüklüğü, ortamın ilk nem

miktarı, pH, substratın ön işlemleri, nispi nem, inkübasyon sıcaklığı, çalkalama ve havalandırma, ekim miktarı ve zamanı, N, P ve C kaynaklarının eklenmesi sayılabilir (Pandey, 2003, Elibol ve Moreira, 2005). Katı materyaldeki serbest su miktarı ve mikrobiyal gelişimle ilgili olan en önemli parametre su aktivitesidir (a_w). Su aktivitesi, substratın buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanmaktadır. Kapalı bir sistem için su aktivitesi nispi nemin 100'e bölümüyle elde edilebilir. Birçok bakteri $a_w=0.91$ 'in altında üreyemez. Bu değer mayalar için $a_w=0.88$ funguslar için ise $a_w=0.62-0.65$ 'tir (Raimbault, 1998).

Fermentasyon için *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Enterococcus faecium* gibi bakteri kültürleri ile *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* ve *Saccharomyces cerevisia* gibi fungus kültürleri sıklıkla kullanılmaktadır. Fermentasyon sonucunda mikroorganizmalar tarafından kullanılan hammadde, hammaddenin nem içeriği, kullanılan kültür ve miktarı ile fermentasyon ısısı ve süresine bağlı olmakla birlikte proteaz, galaktosidaz, amilaz, lipaz, ve selüloz gibi enzimler ile sitrik asit, fumarik asit, laktik asit ve oksalik asit gibi organik asitler üretilmektedir (Pandey ve ark., 2000).

KKF'da nem oranının düşük olması nedeniyle yaygın olarak kullanılan mikroorganizma grubu funguslardır. Termofilik bakteri ve mayalar ise seyrek olarak kullanılmaktadırlar (Archana ve Satyanarayana, 1997; Subramaniyan ve Prema, 2000). KKF genel olarak biyoremediasyon, zararlı maddelerin biyolojik olarak parçalanması, agro-endüstriyel atıkların biyolojik detoksifikasyonu tahılların ya da yan ürünlerinin besinsel açıdan zenginleştirilmesi amacıyla biyo-dönüşümleri, ikincil metabolitler gibi katma değeri yüksek ürünlerin elde edilmesi, enzimler, organik asitler, biyo-yakıtlar ve aroma maddeleri üretimi gibi uygulama alanları bulmuştur (Raimbault, 1998; Robinson ve ark, 2001)

Katı Kültür Fermentasyonu ile Kanatlı Hayvan Beslemede Yapılan alışmalar

Soya ve soya küspesi kanatlı hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan protein kaynağıdır. Ancak içerdiği tripsin inhibitörü, lektinler ve globulinler özellikle genç hayvanlarda kullanımı sınırlandırmaktadır (Jiang ve ark 2000). Bu sınırlamaları ortadan kaldırmak ve soya proteinlerinin besin değerlerini arttırmak için son yıllarda genellikle koji işlemi olarak ta bilinen katı hal fermentasyon yöntemi uygulanmaktadır. Fermentasyon amacıyla kullanılan bakteriyel veya fungal mikroorganizmalar proteinleri aminoasit ve peptidlere hidrolize ederek yüksek sindirilebilir protein oluşumuna ve ürettikleri enzimlerle sindirime katkıda bulunmaktadır. Fermentasyon için *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Enterococcus faecium* gibi bakteri kültürleri ile *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* ve *Saccharomyces cerevisia* gibi fungus kültürleri sıklıkla kullanılmaktadır. Fermentasyon sonucunda mikroorganizmalar tarafından kullanılan hammadde, hammaddenin nem içeriği, kullanılan kültür ve miktarı ile fermentasyon ısısı ve süresine bağlı olarak proteaz, galaktosidaz, amilaz, lipaz, ve selülaz gibi enzimler ile sitrik asit, fumarik asit, laktik asit ve oksalik asit gibi organik asitler üretilmektedir (Pandey ve ark 2000).

Yapılan araştırmalarda *Aspergillus oryzae* kültürü kullanılarak fermente edilen soya tanesi ve soya küspesinin besinsel kalitesinin arttığı ve tripsin inhibitörü içeriğinin azaldığı (Hong ve ark., 2004), yararlanılabilir proteinlerin arttığını ve besinsel açıdan zenginleştiği (Frias ve ark., 2008), serbest amino asit içeriğinin arttığı (Amadou ve ark (2010); alerjen maddeleri yıkımladığı (Yamanihi ve ark., 2005); sindirilebilir enerji düzeyi ile sindirilebilir fosfor miktarının arttığı (Chen ve ark., 2010) bildirilmiştir.

Farklı mantar türleri kullanılarak fermente edilen yemlerin kanatlı hayvan performansları üzerinde etkileri 2006-2016 yılları arasında yapılan çalışmalar dikkate alınarak izelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde *Aspergillus niger*, *Ceriporiopsis subvermispora*, *Pleurotus ostreatus*, *Monascus purpureus*, *Candida utilis*, *Candida*

tropicalis gibi mantar türlerinin değişik yem hammaddeleri ile fermentasyona tabi tutulması ve bu hammaddelerin kanatlı rasyonlarında kullanımı ile performans, kan parametreleri ve et kalite özelliklerine olumlu etkide buldukları belirlenmiştir.

Farklı bakteri türleri kullanılarak fermente edilen yemlerin kanatlı hayvan performansları üzerinde etkileri yine 2006-2016 yılları arasında yapılan çalışmalar dikkate alınarak izelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde *Bacillus ligniformis*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Weissella koreensis*, *Lactobacillus salivarius*, *Bacillus licheniformis* ve *Bacillus amyloliquefaciens* gibi bakterilerin değişik yem hammaddeleri ile fermentasyona tabi tutulması ve bu yemlerin değişik kanatlı türlerinin karmalarında kullanımı ile aksi bildirişler olmasına karşın performans, yumurta i ve dış kalite özellikleri, kan parametreleri, et kalite özellikleri ve bağırsak florası üzerine pozitif etkide buldukları anlaşılmaktadır.

Sonuç

Kanatlı karma yemlerinde kullanılan kimi yem hammaddeleri ile tarımsal sanayi yan ve atık ürünlerinin besleme değerini artırmaya yönelik araştırmalar uzun yıllardan beri yürütülmektedir. Bu alışmalar arasında enzim kullanımı, tahılların ıslatılarak fermentasyona bırakılması ya da yemlerin otoklavlanması işlemleri sayılabilir. Bu işlemlerin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin  lkemizde kullanılan enzimlerin çoğunun ithal edilmesi, otoklavlama işleminin yüksek enerji maliyeti, ıslak yemlemenin de pratikte uygulanma zorluğu bunlar arasında sayılabilir. Belirtilen nedenlerden dolayı fazla enerji maliyeti olmayan ve aynı zamanda endüstriyel atık kullanımına da izin veren kapalı fermentasyon tekniği son yılların araştırma konusu olmuştur. Çizelge 1 ve 2’de özetlenen çalışmalar dikkate alındığında fermentasyon sonucunda mikroorganizmalar tarafından kullanılan hammadde, hammaddenin nem içeriği, kullanılan kültür ve miktarı ile fermentasyon ısısı ve süresine bağlı olarak hayvan denemelerinden farklı sonuçlar alınmaktadır. Bu farklılıkların nedenlerini ortaya çıkarmak için detaylı araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Konu üzerinde yapılacak detaylı

çalışmalar fermentasyonun kanatlı karmalarında kullanılan ya da kullanılma potansiyeli olan hammaddelere olası etkileri hakkında ilgililere bilgi vermiş olacaktır.

Kaynaklar

- Ahmed, A., Zulkifli, I., Farjam, A.S., Abdullah, N., Liang, J.B., Awad, E.A. 2014. Effect of solid state fermentation on nutrient content and ileal amino acids digestibility of canola meal in broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.* 13:410-414.
- Aikat, K., Bhattacharrya, B.C., 2000. Protease extraction in solid state fermentation of wheat bran by a local strain of *Rhizopus oryzae* and growth studies by the soft gel technique. *Process Biochem.* 35:907-914.
- Alemawor, F., Oddoye, E.O.K., Dzogbefia, V.P., Oldham, J.H., Donkoh, A.2010. Broiler performance on finisher diets containing different levels of either *Pleurotus ostreatus*-fermented dried cocoa pod husk or dried cocoa pod husk supplemented with enzymes. *Trop. Anim. Health. Prod.*42:933–939.
- Amadou, I., Kamara, M.T., Tidjani, A. 2010. Physicochemical and nutritional analysis of fermented soybean protein meal by *Lactobacillus plantarum* Lp6. *World J. Dairy Food Sci.* 5: 114-118.
- Ao, X., Yoo, J.S., Zhou, T.X., Wang, J.P., Meng, Q.W., Yan, L., Cho, J.H., Kim, I.H. 2011. Effects of fermented garlic powder supplementation on growth performance, blood profiles and breast meat quality in broilers. *Livestock Sci.* 141:85-89.
- Archana, A., Satyanarayana, T. 1997. Xylanase production by thermophilic *Bacillus licheniformis* A99 in solid state-fermentation, *Enzyme and Microbial Technology.* 21: 12-17.
- Cao, F.L., Zhang, X. H., Yu, W.W., Zhao, L.G., Wang, T. 2012. Effect of feeding fermented *Ginkgo biloba* leaves on growth performance, meat quality, and lipid metabolism in broilers. *Poultry Sci.* 91:1210-1221.

- Chen, C.C., Shih, Y.C., Chiou, P.W.S., Yu, B. 2010. Evaluating nutritional quality of single stage- and two stage-fermented soybean meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 23: 598- 606.
- Dan-Won, L., Jin-Ho, S., Jung-Min, P., Jae-Chul, S., Hyung-Joo, S., Un-Jae, C., Byoung-Ki, A., Chang-Won, K., Jin-Man, Kim. 2010. Growth Performance and Meat Quality of Broiler Chicks Fed Germinated and Fermented Soybeans. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 30: 938~945.
- Dei, H.K., Rose, S.P., Mackenzie, A.M., 2008a. Effects of fungal (*Aspergillus niger* or *Ceriporiopsis subvermispora*) fermentation on the nutritive value of shea nut (*Vitellaria paradoxa*) meal for broiler chicks. *Brit. Poultry Sci.* 49:360-367.
- Dei, H.K., Rose, S.P., Mackenzie, A.M., Amarowicz, R. 2008b. Growth performance of broiler chickens fed diets containing shea nut (*vitellaria paradoxa*, gaertn.) meal fermented with *Aspergillus niger*. *Poultry Sci.* 87:1773-1778.
- Elibol, M., Moreira, A., 2005. Optimising some factors affecting alkaline protease production by a marine bacterium *Teredinobacter turnirae* under solid substrate fermentation. *Process Biochem.* 40:1951-1956.
- Feng, J., Liu, X., Liu, Y.Y, Xu, Z.R., Lu, Y.P. 2007. Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 Fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 134:235-242.
- Frias, J., Song, Y.S., Cristina, E.G., De Mejia, E.G. 2008. Conception v.v, immunoreactivity and amino acid content of fermented soybean Products. *J. Agric. Food Chem.* 56: 99-105.
- Fujiwara, K., Miyaguchi, Y., Toyoda, A., Nakamura, Y. Yamazaki, M., Nakashima, K., Abe, H. 2008. Effect of fermented soybean “natto” supplement on egg production and qualities, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21:1610-1615.
- Fujiwara, K., Miyaguchi, Y., Toyoda, A., Nakamura, Y., Yamazaki, M., Nakashima, K., Abe, H. 2008. Effect of fermented soybean “natto” supplement on egg production and qualities. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21: 1610 -1615.

- Fujiwara, K., Yamazaki, M., Abe, H., Nakashima, K., Yakabe, Y., Otsuka, M., Ohbayashi, Y., Kato, Y., Namai, K., Toyoda, A., Miyaguchi, Y., Nakamura, Y. 2009. Effect of *Bacillus subtilis* var. natto Fermented Soybean on Growth Performance, Microbial Activity in the Caeca and Cytokine Gene Expression of Domestic Meat Type Chickens. *J. Poult. Sci* 46:116-122.
- Gürbüz, E., Balevi, T., Öznurlu, Y., Uluşık, D. 2015. Yumurtacı tavuklarda fermente soya küspesi kullanımı. TÜBİTAK-TOVAG (113O896) Sonuç Raporu [http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=9&vtadi=TPRJ&ano=202894_efd20cf0893a06572acdc52e3e04f8c9\(23Mart 2016\)](http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=9&vtadi=TPRJ&ano=202894_efd20cf0893a06572acdc52e3e04f8c9(23Mart%202016)).
- Hong, K.J., Lee, C.H., Kim, S.W. 2004. "*Aspergillus oryzae* 3.042GB-107 Fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals. *J. Med. Food*. 7:430-434.
- Jiang, R., Chang, X., Stoll, B., Ellis, K.J., Shypallo, R.J., Weaver, E., Campbell, J., Burrin, D.G. 2000. Dietary plasma proteins used more efficiently than extruded soy protein for lean tissue growth in early-weaned pigs. *J. Nutr.* 130: 2016-2019.
- Kang, H.K., Seo, O.S., Choi, H.C., Chae, H.S., Na, J.C., Bang, H.T., Kim, D.W., Park, S.B., Kim, M.J.. 2010. Effect of dietary supplementation of fermented by-products of garlic and onion on production performance, blood components and cecal microflora in broiler chicks. *Korean J. Poult. Sci.* 37:433-438.
- Kim, C.H., Kim, G.B., Chang, M.B., Bae, G.S., Paik, J.K., Kil, D.Y. 2012. Effect of dietary supplementation of *Lactobacillus*-fermented *Artemisia princeps* on growth performance, meat lipid peroxidation, and intestinal microflora in Hy-line Brown male chickens. *Poult. Sci* 91:2845-2851.
- Mathivanan, R., Selvaraj, P., Nanjappan, K. 2006. Feeding of fermented soybean meal on broiler performance. *Int. J. Poul. Sci.*, 5: 868-872.
- Mitchell, D. and Berovic, M., 1998. Solid state fermentations. *Bioprocess Engineering Course*, Edt M Berovic, National Institute of Chemistry, Slovenia. 128-167.

- Mitchell, D., Krieger, N., Stuart, D. and Pandey, A., 2000. New developments in solid state fermentation II. Rational approaches to design, operation and scale-up of bioreactors. *Process Biochem.* 35:1211-1215.
- Nie, C.X, Zhang, W., Wenxia, G.E., Yongqiang, W., Yanfeng, L., Jiancheng, L., 2015b. Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, apparent digestibility, carcass traits, and meat composition in yellow-feathered broilers. *Turk J Vet Anim Sci.* 39: 350-356.
- Nie, C.X., Zhang, W.J., Wang, Y.Q., Liu, Y.F., Ge, W.X., Liu, J.C. 2015a. Tissue lipid metabolism and hepatic metabolomic profiling in response to supplementation of fermented cottonseed meal in the diets of broiler chickens. *Journal of Zhejiang University-Science B*, 16: 447-455.
- Oso, A.O., Li, L., Zhang, B., Uo, R., Fana, J.X., Wang, S., Jiang, G., Liu, H., Rahoo, T., Tossou, M.C., Pirgozliev, V., Oduguwa, O.O., Bamgbose, A.M. 2015. Effect of fungal fermentation with *Aspergillus niger* and enzyme supplementation on metabolizable energy values of unpeeled cassava root meal for meat-type cockerels. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 210:281–286.
- Pandey, A., 2003. Solid-state fermentation. *Biochem. Eng. J.* 13:81-84.
- Pandey, A., Soccol, C.R., Mitchell, D. 2000. New developments in solid state fermentation: 1- bioprocesses and products. *Process Biocem.* 35:1153-1169.
- Raimbault, M., 1998, General and microbiological aspects of solid substrate fermentation,. *Electron. J. Biotechnol.* 1:1-16.
- Robinson, T., Singh, D., Nigam, P., 2001, Solid state fermentation: a promising microbial technology for secondary metabolite production. *Appl. Microbiol. Biot.* 55: 284-289.
- Sargin, S., 2003. Katı Kültür Fermantasyonu ile Ksilanaz Enzim Üretiminin Optimum Koşullarının Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi)
- Souza, D.F., Souza, C. G. M. and Peralta, R. M., 2001. Effect easily metabolizable sugars in the production of xylanase by

- Aspergillus tamarii* in solid state fermentation, *Process Biochem.* 36: 835-838.
- Subramaniyan, S., Prema, P. 2000, Cellulase-free xylanase from *Bacillus* and other microorganisms, *FEMS Microbiol. Letters*, 183:1-7.
- Sun, H., Tang, J.W., Yao, X.H., Wu, Y.F., Wang, X., Feng, J. 2013a. Effects of dietary inclusion of fermented cottonseed meal on growth, cecal microbial population, small intestinal morphology, and digestive enzyme activity of broilers. *Trop. Anim. Health. Prod.* 45:987–993.
- Sun, H., Tang, J.W., Fang, C.L., Yao, X.H., Wu, Y.F., Wang, X., Feng, J. 2013b. Molecular analysis of intestinal bacterial microbiota of broiler chickens fed diets containing fermented cottonseed meal. *Poultry Sci.* 92 :392-401.
- Supriyati, T.H., Susanti, T., Susana, I.W.R. 2015. Nutritional value of rice bran fermented by *Bacillus amyloliquefaciens* and humic substances and its utilization as a feed ingredient for broiler chickens. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 28:231-238.
- Tunga, R., Banerjee, R., Bhattacharya, B.C., 1998. Optimising some factors affecting protease production under solid state fermentation. *Bioprocess Eng.* 19:187-190.
- Wu, Q. J., Wang, Z.B., Wang, G.Y., Li, Y.X., Qi, Y.X. 2015. Effects of feed supplemented with fermented pine needles (*Pinus ponderosa*) on growth performance and antioxidant status in broilers. *Poultry Sci.* 94:1138–1144
- Xu, F., Lvmu, L., Jiaping, X., Kun, Q., Zhide, Z., Zhangyi, L. 2011. Effects of fermented rapeseed meal on growth performance and serum parameters in ducks. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24:678- 684.
- Xu, F.Z., Li, L.M., Liu, H.J., Zhan, K., Qian, K., Wu, D., Ding, X.L. 2012b. Effects of fermented soybean meal on performance, serum biochemical parameters and intestinal morphology of laying hens. *J. Anim. Vet. Adv.*, 11: 649-654.
- Xu, F.Z., Zeng, X.G., Ding, X.L. 2012a. Effects of replacing soybean meal with fermented rapeseed meal on performance, serum

- biochemical variables and intestinal morphology of broilers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 25: 1734-1741.
- Yamanihi, R., Huang, T., Tsuji, H., Bando, N., Ogawa, T. 1995. Reduction of the soybean allergenicity by the fermentation with bacillus natto. *Food Sci. Technol. Int.*, 1:14-17.
- Yu, W., Xuhui, Z., Hussain, A., Linguo, Z., Tian, W., Fuliang, C., 2015. intestinal absorption function of broiler chicks supplemented with ginkgo leaves fermented with bacillus species. *Pakistan J. Zool.*, 47:479-490.
- Zhang, X., Cao, F., Sun, Z., Yu, W., Zhao, L., Wang, G., Wang, T., 2012. Effect of feeding *Aspergillus niger*-fermented Ginkgo biloba-leaves on growth, small intestinal structure and function of broiler chicks. *Livestock Sci.* 147:170–180
- Zhang, X.H., Sun, Z.Y., Cao, F.L., Ahmad, H., Yang, X.H., Zhao, L.G., Wang, T. 2015. Effects of dietary supplementation with fermented ginkgo leaves on antioxidant capacity, intestinal morphology and microbial ecology in broiler chicks. *Brit. Poultry Sci.* 56:370–380.
- Zhao L., Zhang, X., Cao, F., Sun, D., Wang, T., Wang, G. 2013. Effect of dietary supplementation with fermented Ginkgo-leaves on performance, egg quality, lipid metabolism and egg-yolk fatty acids composition in laying hens. *Livestock Sci.* 155:77-85.

Çizelge 1. Farklı Mantar Türleri Kullanılarak Fermente Edilen Yemlerin Kanatlı Hayvan Performansları Üzerinde Etkileri

Hayvan	Mantar	Yem	Parametre	Kaynak
Etlık Piliç	<i>Aspergillus niger</i>	Soya küspesi	Canlı ağırlığı ve yemden yararlanmayı olumlu etkiliyor, İleum villus uzunluğunu artırıyor	Mathivanan ve ark., 2006
Civciv	<i>Aspergillus oryzae</i>	Soya küspesi	Büyüme döneminde yemden yararlanma ve büyüme performansını olumlu yönde etkiliyor ve plazma fosfor düzeyini kontrol grubuna göre yükseltiyor.	Feng ve ark., 2007
Etlık Piliç	<i>Aspergillus niger</i> ve <i>Ceriporiopsis subvermispora</i>	Shea nut (Vitellaria paradoxa)	Tek ya da her iki fungusla fermente edilen shea nut küspesi ile yemlenen etlik piliçler fermente edilmemişlere göre daha yüksek büyüme performansı sağlıyor.	Dei ve ark., (2008 a)
Etlık Piliç	<i>Aspergillus niger</i>	Shea Nut (Vitellaria paradoxa, Gaertn)	Fermente edilen shea nut küspesi ile beslenen etlik piliçler fermente edilmemiş shea nut küspesi ile yemlenenlere göre daha yüksek büyüme performansı göstermişlerdir.	Dei ve ark., (2008 b)
Etlık Piliç	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Cocoa pod husk (kakao kabuğu zarı)	Etlık piliçlerin bitirme karmalarının kg'ında 200 g'a kadar fermente kakao kabuğu zararını herhangi bir zararlı etkisi olmadan kullanılabileceğini göstermiştir.	Alemawor ve ark., 2010
Etlık Piliç	<i>Monascus purpureus</i>	Çimlendirilmiş ve fermente edilmiş Soya danesi	Çimlendirilmiş ve fermente edilmiş soya küspesi ile yemleme etlik piliçlerde büyüme performansı artırmış, total kan kolesterol seviyesini ve göğüs etinde pişirme kaybını azaltmıştır.	Dan-Won Lee ve ark., 2010
Etlık Piliç	<i>Aspergillus niger</i>	Japon Eriği (Ginkgo biloba) yaprakları	Etlık piliç başlangıç karmalarında %0.5'e büyüme karmalarında ise %1'e kadar Fermente ginkgo biloba yaprakları kullanımı büyüme performansı, lipit metabolizması, antioksidan kapasitesi, göğüs eti kalitesi ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine pozitif etkili olmuştur.	Cao ve ark., 2012
Etlık Piliç	<i>Aspergillus niger</i>	Japon Eriği (Ginkgo biloba) yaprakları	Etlık piliç başlangıç karmalarında %0.35-0.5 büyüme karmalarında ise %0.7-1'e kadar Fermente ginkgo biloba yaprakları kullanımı yemden yararlanma, bağırsak morfolojisi, sindirim ve absorpsiyon fonksiyonlarını iyileştirmektedir.	Zhang ve ark., 2012 Livestock Science

Çizelge 1'in devamı

Hayvan	Mantar	Yem	Parametre	Kaynak
Kahverengi Yumurtacı Tavuk (Lohmann Brown)	% 0.5 Candida utilis (CF group) % 0.5 Aspergillus niger (AF group) ve her ikisinin kombinasyonu ile (CAF) ile fermente edilmiş Japon eriği yaprağı	Japon Eriği (Ginkgo) yaprakları	AF veya CAF yumurta verimini artırdı, serum kolesterol düzeyini azalttı lipid metabolizmasını iyileştirdi. Ayrıca karmalarda AF veya CAF kullanımı doymuş yağ asitlerini azaltırken çoklu doymamış yağ asitleri ve PUFA/SFA oranını artırdı.	Zhao ve ark., 2013
Etlik Piliç	Candida tropicalis	Pamuk Tohumu küspesi	Etlik piliçlerde Candida tropicalis ile fermente edilmiş pamuk tohumu küspesi hepatik trigliserit ve abdominal yağ düzeyini azaltmıştır.	Nie ve ark., 2015a
Etlik Piliç	Candida tropicalis	Pamuk Tohumu küspesi	Candida tropicalis ile fermente edilen pamuk tohumu küspesi etlik piliçlerde büyüme ve sindirilebilirlik üzerine pozitif etkili olmuştur.	Nie ve ark., 2015b
Etlik Piliç	Candida utilis (CF) Aspergillus niger (AF) Candida utilis+Aspergillus niger (CAF)	Japon eriği yaprakları (Ginkgo)	Etlik piliçlerde AF ve CAF ile fermente edilmiş Japon eriği yaprakları yemden yararlanma ve bağırsak fonksiyonlarını iyileştirmiş, antioksidan kapasite ile bağırsak mikrobiyal ekosistem üzerine olumlu etkide bulunmuştur.	Zhang ve ark., 2015
Etlik Piliç	Aspergillus niger	Çam yaprağı (Pine needle)	Aspergillus niger ile fermente edilmiş çam yaprağı etlik piliçlerin performansı üzerine olumsuz etkide bulunmamış, MDA'yı azaltıp SOD'u artırarak antioksidan kapasitesini artırmış	Wu ve ark., 2015
Et Tipi Horoz	Aspergillus niger	Kassava küspesi	Fungal fermentasyon et tipi horozlarda AME, AMEn, TME ve TMEn değerlerini artırmıştır.	Oso ve ark., 2015

Çizelge 2. Farklı Bakteri Türleri Kullanılarak Fermente Edilen Yemlerin Kanatlı Hayvan Performansları Üzerinde Etkileri

Hayvan	Kültür	Yem	Parametre	Kaynak
Yumurtacı tavuk	Bacillus ligniformis	Soya	Yumurta verimi, yemden yararlanma, yumurta iç ve dış kalite özelliklerini etkilemediği fakat yumurta kolesterol miktarını düşürdüğü bulunmuştur.	Fujiwara ve ark., (2008)
Etlik Piliç	Bacillus subtilis var. natto	Soya	Karma yeme fermente soya ilavesi yem tüketimini olumsuz etkilememiş canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı, karkas özelliklerini üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.	Fujiwara ve ark., (2009)
Etlik Piliç	Lactobacillus plantarum	Soğan ve sarımsak yan ürünleri	Fermente sarımsak ürünleri ile yemlenen etlik piliçler tüm deneme süresince diğer muamele gruplarından daha yüksek daha yüksek canlı ağırlık artışı sağlamışlar. Serum kimyasal kompozisyon ve kan hücreleri bakımından gruplar arasında farklılık görülmemiştir. Kör bağırsak mikrobiyotasında laktik asit bakterileri daha yüksek bulunmuştur.	Kang ve ark., (2010)
Ördek	Lactobacillus plantarum ve Bacillus subtilis	Kolza küspesi	Fermentasyon kolza küspesindeki isotiyosiyanat düzeyini önemli düzeyde azaltmıştır. Fermente kolza küspesi içeren yemle beslenen ördekler soya küspesi içeren karma yemle beslenen ördeklerle aynı performansı göstermiştir. Fermente kolza küspesi içeren karma ile beslenen ördeklerde serum IgG, IgM, total fosfor ve kalsiyum içeriği artmıştır.	Xu ve ark., (2011)
Etlik Piliç	Laktik asit (Weissella koreensis)	Sarımsak Tozu	Etlik piliç karmalarına fermente sarımsak tozu ilavesi (1, 2 ve 4 g/kg) büyüme performansını etkilememiş ancak bağışıklık sistemini iyileştirmiştir. Ayrıca etlik piliçlerin karmalarında 2 veya 4 g/kg fermente sarımsak tozu kullanımı kan kolesterol düzeyini düşürmüş, göğüs eti pH'sı ve TBARS değerlerini azaltmıştır.	Ao ve ark., (2011)
Yumurtacı tavuk	Bacillus ligniformis	Soya küspesi	Yemden yararlanma oranını artırdığı, serum total fosfor, IgA ile G oranını yükselttiği ve duodenum ile jejunumda villus yüksekliklerini olumlu yönde etkilemiştir.	Xu ve ark., (2012a)
Etlik Piliç	Lactobacillus fermentum ve Bacillus subtilis	Kolza Küspesi	Lactobacillus fermentum ve Bacillus subtilis ile fermente kolza küspesinin etlik piliç karmalarında soya küspesinin %10'u yerine güvenle kullanılabileceği bulunmuştur.	Xu ve ark., (2012b)

Çizelge 2'nin devamı

Kahverengi erkek civciv	Lactobacillus	Pelin otu (Artemisia princeps)	Laktobasillus ile fermente edilmiş pelin otu kullanılan karma yemle beslenen kahverengi erkek civcivlerde performans ve lipit stabilitesi yükselmiş artan laktobasillus yoğunluğuna bağlı olarak sindirim sistemindeki salmonella yoğunluğu azalmıştır.	Kim ve ark., (2012)
Etlik piliç	Bacillus subtilis BJ-1	Pamuk tohumu küspesi	Fermente pamuk tohumu küspesi kullanımı kör bağırsak mikroforası, bağırsak morfolojisi ve sindirim enzimi aktivitesini iyileştirmiştir.	Sun ve ark., (2013a)
Etlik Piliç	Bacillus subtilis BJ-1	Pamuk tohumu küspesi	Fermente pamuk tohumu küspesi kullanımı bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini etkilememiş fakat bağırsak mikrobiotasını daha homojen popülasyon anlamında değiştirmiş ve laktobasillus kolonizasyonunu artırmıştır	Sun ve ark.,(2013b)
Etlik Piliç	Lactobacillus salivarius	Kolza (kanola) küspesi	Kolza küspesinin Lactobacillus salivarius ile fermente edilmesi toplam glukosinolatı %38, ham selülozu ise %16 azaltarak etlik piliçler için yem değerini artırmıştır.	Ahmed ve ark., (2014)
Etlik Piliç	Bacillus subtilis var. natto (Bac. natto) ve Bacillus licheniformis	Japon eriği yaprakları (Ginkgo biloba)	Fermente Japon eriği yaprakları yemden yararlanma ve bağırsak absorpsiyon fonksiyonlarını olumlu etkilemiştir.	Yu ve ark., (2015)
Etlik Piliç	Bacillus amyloliquefaciens	Pirinç kepeği	Etlik piliç karmalarında %15 düzeyinde fermente pirinç kepeği kullanmak canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanmayı iyileştirmiş.	Supriyati ve ark., (2015)
Yumurta Tavuğu	Bacillus subtilis	Soya Küspesi	Bacillus subtilis ile fermente edilen soya küspesinin rasyona % 5 oranında ilave edilmesi 1-90. günler değerlendirildiğinde, yumurta verimini, yumurta ağırlığını, canlı ağırlığı, yumurta iç ve dış kalite özelliklerini etkilememiştir. Fakat yemden yararlanma oranı ve bağırsak doku histolojisi olumsuz yönde etkilenmiştir. Yapılan çalışmaların aksine fermente soya küspesi kullanılmasının olumlu etki göstermemesi fermentasyonda kullanılan mikroorganizma veya fermentasyon şartlarının farklılığından kaynaklanabilir.	Gürbüz ve ark.,2015