

Atık Mantar Kompostunun Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları

Fülya SERT¹, Tugay AYAŞAN^{2*}

¹Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadiri Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2494-5415>

²<https://orcid.org/0000-0001-7397-6483>

*Sorumlu yazar: tayasan@gmail.com

Derleme

Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 11 Nisan 2020

Kabul tarihi: 4 Mayıs 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Mantar

Kompost

Atık

Hayvan

Besleme

ÖZET

Atık mantar kompostu, mantarların hasat edilmesinden sonra kalan bir üründür. Atık manta kompostu potansiyel olarak çevre kirliliğine yol açan bir materyal olup, yok edilmesi maliyetlidir. Atık mantar kompostunun bitki beslenmesinde kullanılmasının bitkisel üretime çok büyük katkıları bulunmaktadır. Ülkemizde birçok avantajından dolayı mantar türleri üretiminin artması sonucu atık mantar kompostu miktarı da artmıştır. Atık mantar kompostunun bertaraf edilmesini maliyetli olması ve besin madde içeriği nedeniyle hayvan beslemede yeni bir yem kaynağı olarak kullanılması sonucu atıkların ekonomiye kazandırılması son zamanlarda inceleme konusu olmuştur. Bu çalışmada hayvancılıkta masrafların yaklaşık %70'ini oluşturan yem maliyetini düşürmek için atık mantar kompostunun hayvan beslemede kullanım olanakları anlatılmıştır.

Usage Opportunities of Waste Mushroom Composite In Animal Nutrition

Review

Article History:

Received: 11 April 2020

Accepted: 4 May 2020

Published online: June 2020

Keywords:

Mushroom

Composite

Waste

Animal

Nutrition

ABSTRACT

Waste mushroom compost is a product that remains after harvesting mushrooms. Waste mushroom compost is a potentially environmentally polluting material and it is costly to destroy. The use of waste mushroom compost in plant nutrition has great contributions to plant production. Due to many advantages in our country, the amount of waste mushroom compost increases as a result of increased production of mushroom species. Due to the cost of disposal of waste mushroom compost and its use as a new feed source in animal nutrition due to its nutrient content, the recycling of waste to the economy has recently been the subject of investigation. In this study, the usage possibilities of waste mushroom compost in animal nutrition are explained in order to reduce the feed cost, which constitutes approximately 70% of the costs in animal nutrition.

To Cite: Sert F, Ayaşan Ş. (2020). Atık Mantar Kompostunun Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1): 64-70.

1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde; son zamanlarda mantar yetiştiriciliğinde önemli gelişmeler meydana gelmiştir. 1980'li yıllarda ülkemizde mantar üretimi 1.400 ton/yıl iken, 2000'li yılların sonlarına doğru 65.000 ton/yıl olmuştur. Günümüzde de sayısı artma eğilimindedir. Bu 40 yıllık süreçte mantar üretiminin artmasının birçok sebebi bulunmaktadır. Bunların başlıcaları;

mantar üretiminin iç şartlarda yapılması nedeniyle dış çevre şartlarından doğrudan etkilenmemesi, birim alandan elde edilen verim ve gelirin yüksek olması, üretim süresinin kısa olması, yetiştiriciliğinde kullanılan tarımsal atıkların ülkemizde bol miktarda bulunmasıdır. Bundan dolayıdır ki yetiştiriciler tarafından

mantar yetiştiriciliğinin karlı bir tarımsal üretim olduğu düşünülmektedir.

Kompostlama, organik katı atıkların biyokimyasal olarak ayrışma işlemidir. Bu işlemde kontrol edilebilir şartlar önemlidir. Bitkisel saplar, yapraklar, yabancı otlar kompost için uygun maddelerdir. Bunlardan başka çürümüş yosun, kümes hayvanlarının dışkıları, mezbahane ve et paketleme artıkları vb. kompost olarak kullanılmaktadır. Saman olarak da buğday samanı, pirinç samanı, arpa samanı vb. kullanılmaktadır.

Mantarların atık kompost haline geçmesi ile bazı konular önem kazanmaya başlamıştır. Bunlar gıdaların korunması, yeni iş imkânlarının yaratılması, aile gelirlerindeki iyileşme, yakılan artıkların kontrol edilmesi, küresel ısınmanın durdurulması, hava kirliliği, CO₂ düzeyinin azalması, tarla, yol kenarları ve orman kenar boşluklarının temizlenmesi, doğal mantar florasının korunması ve orman yangınlarının önlenmesidir [1].

Bu çalışmada, atık mantar kompostunun hayvan beslemede kullanım olanakları üzerinde durulurken, bir yandan da bu konuda yapılan çalışmalar anlatılmıştır.

2.Mantarların Besin Madde Kompozisyonu ile Kompostunun Sindirilebilirlik Konusundaki Çalışmalar

Mantarlar, vitamin, minerallerce iyi olması, düşük yağ içermesi, protein kapsamının güzel olması nedeniyle sağlıklı bir gıda olarak kabul edilmektedir. Mantarlar, tamamıyla tahıllara dayalı olan gelişmekte olan ülkelerin protein beslenmesine katkıda bulunması nedeniyle FAO tarafından gıda olarak tavsiye edilmektedir. Mantarlar, yem ve gıda olarak kullanılmaları dışında, tıpta, eczacılıkta da kullanılmakta olup; diabet, hipertansiyondan acı çeken hastaları tedavi etmede de etkin rol oynamaktadır. Mantarlar, tüm esansiyel aminoasitler ile esansiyel olmayan aminoasitler ve amidleri içermektedir. Mantarlar B grubu vitaminler ile vitamin C bakımından da zengindir. Mineraller söz konusu olduğunda ise, K, P ve Na minerallerinin iyi kaynağıdır.

Mantarlar lignoselülozik materyali parçalayarak, absorbe edip, canlılar için onları besin maddesine

dönüştürmektedir. Farklı mantar türlerinin dünyanın çeşitli yerlerinde ticari olarak üretimi yapılmakta olup; beyaz çürükçül mantarlar baskın durumdadır. Bu mantarların en önemli özellikleri, güçlü bir enzim sistemine sahip olması olup; bu enzim sistemleri nedeniyle bu mantarlar çok farklı lignoselülozik substratlarda yetiştirilmektedir [2, 3]. Tablo 1’de mantarların besin madde içerikleri gösterilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde *Agaricus bisporus*’un en yüksek proteine (%2.9); *Volvariella volvacea*’nın da en yüksek yağ düzeyine (%1.0) sahip olduğu görülmüştür.

Calzada ve ark. [4], buğday samanı ile *P. sajor-caju* lignin içeriğinin katı hal fermantasyonu ile önemli ölçüde azalmış olduğunu ve in vitro sindirilebilirliğin ise %14.3’ ten %29.5’ ye artmış olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar kuru madde (KM) (%52-55) ve organik madde (OM) sindirilebilirliklerinin (%55-58) benzer sonuçlar verdiğini de ifade etmişlerdir.

Zadrazil [5]’e göre, *Pleurotus ostreatus* ile kültürlenmiş buğday samanının, mantarların toplanmasından sonra kalan atık mantar kompostunun in vitro KM sindirilebilirliğinin %4.4’den 8.9’a arttığını saptamışlardır. Fazaeli ve ark. [6], mantar muamelesinin OM ve KM sindirilebilirliğini %10’dan daha fazla artırdığını, mantar ile beslenen sığırlarda daha yüksek KM, OM ve sindirilebilir OM tükettiğini tespit etmişlerdir. Samanın sindirilebilirliğinin, yapısal karbonhidratların depolimerizasyonuna bağlı olduğu bilinmektedir. Bunların samandaki enzimatik parçalanması, bozulmaya yol açacak olup; bu da karbonhidratların sindirilebilirliğini fazlalaştıracaktır.

Yapılan bir çalışmada buğday samanı ile atık buğday samanı kompostunun kimyasal içerikleri karşılaştırılmıştır [7]. Araştırmacılar, atık buğday samanı kompostunun, normal buğday samanına göre daha fazla ham protein (HP) (%11), kül (%35.05), ham yağ (HY) (%1.26), ADL (%20.8), Ca (%5.4), P (%0.9) içerdiğini; buna karşılık OM, ham selüloz (HS), NDF (selüloz, hemiselüloz ve lignin), ADF (selüloz, hemiselüloz), hemiselüloz, nitrojensiz öz maddeler (NÖM) bakımından normal buğday samanının daha yüksek değerler aldığı tespit etmişlerdir (Tablo 2).

Tablo 1. Besin madde içerikleri [1, 8]

Mantarlar/Sebzeler	Nem, %	Protein, %	Yağ, %	CHO*, %	Selüloz, %	Kül, %	Kalori
Agaricus bisporus	90.1	2.9	0.3	5.0	0.9	0.8	36
Pleurotus sajor-caju	90.2	2.5	0.2	5.2	1.3	0.6	35
Volvariella volvacea	90.1	2.1	1.0	4.7	1.1	1.0	36
Lahana	91.9	1.8	0.1	4.6	1.0	0.6	27
Karnıbahar	90.8	2.6	0.4	4.0	1.2	1.0	30
Patates	74.7	1.6	0.1	22.6	0.4	0.6	97

*CHO: Karbonhidrat

Tablo 2. Buğday samanı ile atık buğday samanı kompostunun karşılaştırılması, %, [7]

Kompozisyon	Buğday Samanı	Atık Buğday Samanı Kompostu
Organik Madde	90.8	64.95
Kül	9.90	35.05
Ham Selüloz	42.9	17.8
Ham Protein	3.10	11.00
Ham yağ	0.89	1.26
Nitrojensiz öz maddeler	43.2	34.9
NDF	78.2	27.8
ADF	53.8	21.00
ADL	9.50	20.80
Selüloz	42.3	7.00
Hemiselüloz	24.4	6.80
Kalsiyum	0.80	5.40
Fosfor	0.20	0.90

2. Hayvanlarda Yapılan Çalışmalar

Bu kısımda gerek kanatlı hayvanlar gerekse de ruminant hayvanlarda yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Ruminantlarda alternatif kaba yem kaynağı olarak mantar üretimi sonrası açığa çıkan atık mantar kompostunun kullanımı ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Buffalo rasyonuna, Agaricus bisporos mantarına %25'e kadar atık buğday samanının dahil edilmesi, kontrol rasyonuna kıyasla benzer bir besin sindirilebilirliğine ancak daha düşük bir KM alımına neden olmuştur [9].

Mantar yetiştiriciliğinde, mantar hasadından sonra kalan atık samanda, önemli değişiklikler

olduğu ve bununla beslenen ruminant hayvanlarda normal samandan daha yararlı olabilecek HP ve çözünür hücre duvarı içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir [10]. Zhang ve ark. [11], kontamine olmuş atık lentinus edodes kompostundan bir Aspergillus türü (*Aspergillus candidus* 362) izole etmişlerdir. Katı hal koşulları altında izolat ve bir maya suşu ile eşzamanlı sakkarifikasyon ve fermentasyon kullanılarak, Pleurotusostreatus ve Lentinusedodes atık kompost ortamı için HP içerikleri sırasıyla %24.1'den 32.3'e ve %28.4 'ten 36.7'ye artmış olup, kompostların ham selüloz içeriğinin ise önemli ölçüde azalmış olduğu ifade edilmiştir. Fermentasyondan sonra HP'nin in vitro

sindirilebilirliği %70'e çıkmış, HP'nin toplam ve esansiyel amino asit içerikleri sırasıyla %73.3 ve 37.1 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda fermente edilmiş kompost ortamının, kümes hayvanları için son derece besleyici bir yem olduğu sonucuna varılmıştır. Atık mantar buğday samanı, rumende daha fazla parçalanabilmektedir [5]. Fazaeli ve Masoodi [7], Agaricus bisporus mantar üretimiyle atık buğday samanı kompostunun ruminant hayvanların yem kaynağı olarak besin değerini belirlemek için bir çalışma düzenlemişlerdir. Çalışmada biri kontrol grubu olmak üzere 3 farklı düzeyde (%10, 20 ve 30) atık saman katkılı grup oluşturulmuştur. Araştırmacılar rasyonun %20'sine kadar atık buğday samanı kompostunun dahil edilmesinin, KM, OM, HS, ADF ve NDF'nin sindirilebilirliğini etkilemediğini, ancak %30 düzeyinde atık buğday samanı kompostunu içeren rasyonda istatistiksel olarak daha düşük sindirilebilirliğin olduğunu tespit etmişlerdir (P<0.05).

Oh ve ark. [12], atık mantar kompostunun sığırlarda rumen fermentasyonu ve kan metabolitlerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kontrol grubundaki hayvanlara günlük olarak 4.8 kg konsantre yem ve 1.2 kg saman verilirken; ikinci gruba *Pleurotus eryngii* muamelesi uygulanmış (günlük 4.8 kg konsantre yem; 0.73 kg saman; 1.20 kg *P. Eryngii* katkısı); üçüncü gruba da *P. osteratus* muamelesi (günlük 4.8 kg konsantre yem; 0.73 kg saman; 1.20 kg *Pleurotus osteratus* katkısı) yapılmıştır. Araştırma sonucunda her 2 mantar katkısının kan metabolitleri ile rumen fermentasyonu üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin görülmediği, bu nedenle de yem kaynağı olarak sığırlarda başarıyla kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

Etlik piliçlerde atık mantar kompostu kullanmanın, etlik piliç etindeki HY düzeyini azalttığı, bunun sonucu olarak yağ peroksidasyonunda bir azalma olduğu bildirilmiştir [13]. Etlik piliçlerde buğday kepeği yerine atık mantar substratının başarıyla kullanılabilmesi de vurgulanmıştır [14].

Erkek kuzuların rasyonuna buğday samanına alternatif olarak atık mantar kompostunun farklı düzeylerde katılmasının kan metabolitleri ve canlı ağırlık artışına olan

etkisini araştıran Ehtesham ve Vakili [15], çalışmada biri kontrol, 3 farklı düzeyde de (%15, 25 ve 35) atık mantar kompostu içeren 4 grup oluşturmuşlardır. Araştırmada atık mantar kompostu ve diğer muameleler arasında erkek kuzularının ortalama günlük canlı ağırlık kazancı ile deneme sonu canlı ağırlığında önemli bir fark gözlenmiş, atık mantar kompostu tüketiminin erkek kuzuların kan parametreleri üzerinde zararlı bir etkisinin olmadığı, %25 düzeyindeki buğday samanının, atık mantar kompostu ile yer değiştirilebileceği saptanmıştır.

Lai ve ark. [16], *Pleurotus eryngii* katkısının yumurtacı tavukların performansını iyileştirdiğini, ayrıca yumurta kabuk kalitesi ve antioksidan kapasitesini artırdığını ifade etmişlerdir. Wang ve ark. [17], beyaz çürüklük mantar atıklarının, yumurtacı tavukların performans ölçütlerini artırdığını bildirmişlerdir.

Lactobacillus brevis ile silajı yapılan atık mantar kompostunun (*P. osteratus*) sığırlarda rumen fermentasyonu ve sindirilebilirlik üzerine etkisini araştıran Baek ve ark. [18], konsantre yem ve samana ilaveten %15 atık mantar kompostu ile %15 atık mantar kompostu silajının sığırlardaki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonunda atık mantar kompostunun besin madde içeriğinin %38 KM, %7.9 HP, %74.8 NDF ve %49.4 ADF; buna karşılık atık mantar kompostu silajının %38 KM, %14.2 HP, %67.3 NDF, %43.4 ADF olduğu saptanmıştır. Araştırmada kompost ve silajının in vitro besin madde sindirilebilirliği, rumen pH'ı ile rumendeki uçucu yağ asitlerine olan etkisinin önemli olmadığı ifade edilmiştir.

Mehraban koyunlarında atık mantar kompostu silajının kimyasal bileşimi, sindirilebilirliği ve ruminal fermentasyon kinetiği üzerindeki etkisini araştırmak için in vivo çalışma yapan Kalvandi ve ark. [19], toprağı komposttan ayrılmış atık kompostunun HP (%7.65'den 6.53'e) ve HK (%46.46'dan 36.40'a) içeriğinin azaldığını, OM sindirilebilirliğinin arttığını (%45.32'den %49.00'a); melas ilavesinin de NDF sindirilebilirliği (%27.31'den %32.23'e) ile ADF sindirilebilirliğini %21.95'ten %25.05'e artırdığını ifade etmişlerdir.

Yumurtacı tavukların yemlerine *Fammulina velutipes* katkısının yumurtanın farklı özelliklerini iyileştirdiği, yumurta kabuğundaki kalsiyum düzeyini artırdığı ve sonuçta da tavukların sağlığının iyileşmesinde etkili olduğu Mahfuz ve ark. [20] tarafından ifade edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, yüksek selüloz içermesi nedeniyle, *Pennisetum*'un çığ materyal (kaba yem) olarak veya geleneksel talaş kullanımdan kaynaklanan çevre problemlerini azaltmak için mantarların ekiminde temel bir materyal olarak kullanılabilmesi ifade edilmiştir [21]. Ayrıca mantar ekimi ile üretilen atık mantar kompostu ile pek çok myselium üretildiği, myseliumun da hayvanların antioksidan kapasitesi ile sağlığını iyileştirmede etkin bir rol oynadığı bildirilmiştir [22].

Mahfuz ve ark. [23], %2 düzeyindeki mantar atık kompostunun etlik piliçlerin yemden yararlanma oranı veya canlı ağırlığını artırmadığını, buna karşılık etlik piliçlerin serum kolesterol içeriğini azalttığı, immunomodulasyonu iyileştirdiğini tespit etmişlerdir.

Chuang ve ark. [24], atık mantar kompostunun yem katkısı olarak değerlendirilmesini ve etlik piliçlerde yağ metabolizması ile antioksidan kapasitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, atık mantar kompostunun yüksek düzeyde miselyum içeriği yüzünden, etlik piliçlerde potansiyel bir yem katkısı olarak değerlendirilebileceğini, etlik piliçlerde yemden yararlanma oranının iyileşip, benzer

Kaynakça

- [1] Kumar S., Chandra R. Bioconversion of agricultural wastes for production of milky mushroom (*Calocybe indica*), Journal of Scientific Research 2013; 57, 65-76.
- [2] Atila F. A useful way to dispose of phenolic-rich agro-industrial wastes: Mushroom cultivation, EJENS 2019; 3(2): 32-41.
- [3]. Özdemir P. Atık mantar kompostunun yem değerinin belirlenmesi ve erkek kuzularda besi performansına etkisi, Tarımsal Araştırmalar ve

antioksidan kapasitesi oluşturması nedeniyle %0.5 düzeyindeki katkısının tavsiye edildiğini ifade etmişlerdir.

Tesfay ve ark. [25], dünyanın farklı yerlerinde mantar yetiştirme için kullanılan buğday samanı, pirinç samanı, arpa samanı ve fasulye samanının çiftçiler tarafından hayvan beslemede kullanıldığını ifade etmiştir. Araştırmacılar, karma yemde atık mantar kompostu düzeylerinin %0.5'den %2.0'ye artırılmasının canlı ağırlık kazancı, yem tüketimini etkilemediği, buna karşılık yemden yararlanma oranının gruplar arasında istatistiksel bir farklılık oluşturduğunu ifade etmişlerdir [24].

4.Sonuç

Sonuç olarak, ülkemizde tarımsal ürünlerin işlenmesi sonucunda fazla miktarda organik atık açığa çıkmaktadır. Ülkemizde de farklı mantar türlerinin üretiminin artması sonucu atık mantar kompostu miktarı da artmaktadır. Atık mantar kompostunun bitki beslenmesinde kullanımı ile ilgili olarak birçok çalışma bulunmakta ve bitki beslenmesine çok büyük katkısının olduğu bildirilmektedir. Atık mantar kompostunun kimyasal kompozisyonu nedeniyle hayvan beslemede yeni bir besin kaynağı olarak kullanılması ile yem maliyetleri düşürülecek, böylece atıkların ekonomiye kazandırılmasının ve atık materyalin değerli bir kaynağa dönüştürülmesinde etkili bir yol olacaktır. Atık mantar kompostunun hayvan beslemede kullanılabilirliği üzerine çalışmalar yapılmış olsa da daha detaylı çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Politikalar Genel Müdürlüğü Yeni Teklif Projesi 2020, Ankara.

[4] Calzada JF., Franco LF., Arriola MC de., Rolzand C., Ortiz MA. Acceptability, body weight changes and digestibility of spent wheat straw after harvesting of pleurotus sajor-caju fed to lambs, Biol Waste 1987; 22(4): 303-309.

[5] Zadrazil F. Changes in in vitro digestibility of wheat straw during fungal growth and after harvest of oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*)

- on laboratory and industrial scale, *Journal of Applied Animal Research* 1997; 11(1): 37-48.
- [6] Fazaeli H., Jalan ZA., Azizi A., Liang JB., Mahmudzadehand H., Osman A. Effects of fungal treatment on the nutritive value of wheat straw, *Malaysian Journal of Animal Science* 2002; 7(2): 61-71.
- [7] Fazaeli H., Masoodi ART. Spent wheat straw compost of *Agaricus bisporus* mushroom as ruminant feed, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2006; 19(6): 845-851.
- [8] Rai RD., Sohi HS. How protein rich are mushrooms, *Indian Hort* 1988; 33, 2-3.
- [9] Langar PN., Sehgal JP., Rana VK., Singh MM., Garcha HS. Utilization of *Agaricus bisporus*-harvested spent wheat straw in the ruminant diets, *Indian Journal of Animal Science* 1982; 52(8): 634-637.
- [10] Durrant AJ., Woodand DA., Cain RB. Lignocellulose biodegradation by *Agaricus bisporus* during solid substrate fermentation, *J Gen Microbiol* 1991; 137, 751-755.
- [11] Zhang CK., Gong F., Li DS. A note on the utilisation of spent mushroom composts in animal feeds, *Bioresource Technology* 1995; 52, 89-91.
- [12] Oh YK., Lee WM., Choi CW., Kim KH., Hong SK. Effects of spent mushroom substrates supplementation on rumen fermentation and blood metabolites in Hanwoo steers, *Asian-Australian Journal of Animal Science* 2010; 23, 1608-1613.
- [13] Lee TT., Ciou JY., Chiang CJ., Chao YP., Yu B. Effect of *Pleurotus eryngii* stalk residue on the oxidative status and meat quality of broiler chickens, *Journal of Agriculture Food Chem*, 2012; 60, 11157-11163.
- [14] Foluke A., Olutayo A., Olufemi A. Assessing spent mushroom substrate as a replacement to wheat bran in the diet of broilers, *American International Journal of Contemporary Research* 2014; 4(4): 178-183.
- [15] Ehtesham SH., Vakili AR. The effect of spent mushroom substrate on blood metabolites and weight gain in kurdish male lambs, *Entomology and Applied Science Letters* 2015; 2(1): 29-33.
- [16] Lai LP., Lee MT., Chen CS., Yu B., Lee TT. Effects of co-fermented *Pleurotus eryngii* stalk residues and soybean hulls by *Aureobasidium pullulans* on performance and intestinal morphology in broiler chickens, *Poultry Science* 2015; 94(12): 2959-2969.
- [17] Wang CL., Chiang CJ., Chao YP., Yu B., Lee TT. Effect of *Cordyceps militaris* waster medium on production performance, egg traits and egg yolk cholesterol of laying hens, *Journal of Poultry Science* 2015; 52, 188-196.
- [18] Baek YC., Kim MS., Reddy KE., Oh YK., Jung YH., Yeo JM., Choi H. Rumen fermentation and digestibility of spent mushroom (*Pleurotus ostreatus*) substrate inoculated with *Lactobacillus brevis* for Hanwoo steers, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 2017; 30(4): 267-277.
- [19] Kalvandi S., Zaboli KH., Malecky M. Effect of spent mushroom compost (*Agaricus bisporus*) silage processing on its chemical composition, digestibility and ruminal fermentation kinetic in Mehraban sheep, *Animal Production Research* 2018; 7(2): 69-82.
- [20] Mahfuz S., Song H., Liu Z., Liu X., Diao Z., Ren G., Guo Z., Cui Y. Effect of golden needle mushroom (*Flammulina velutipes*) stem waste on laying performance, calcium utilization, immune response and serum immunity at early phase of production, *Asian Australian Journal of Animal Science* 2018; 31(5): 705-711.
- [21] Maleko D., Mwilawa A., Msalya G., Pasape L., Mtei K. Forage growth, yield and nutritional characteristics of four varieties of napier grass (*Pennisetum purpureum Schumacher*) in the west Usambara highlands, *African Crop Science Journal* 2019; 6, e00214.
- [22] Wang CC., Lin LJ., Chao YP., Chiang CJ., Lee MT., Chang SC., Yu B., Lee TT. Antioxidant molecular targets of wheat bran fermented by white rot fungi and its potential modulation of antioxidative status in broiler chickens, *British Poultry Science* 2017; 58, 262-271.

[23] Mahfuz S., He T., Liu S., Wu D., Long S., Piao X. Dietary inclusion of mushroom (*flammulina velutipes*) stem waste on growth performance, antibody response, immune status, and serum cholesterol in broiler chickens, *Animals* 2019; 9, 692.

[24] Chuang WY., Liu CL., Tsai CF., Lin WC., Chang SC., Shih HD., Shy YM., Lee TZ.

Evaluation of waste mushroom compost as a feed supplement and its effects on the fat metabolism and antioxidant capacity of broilers, *Animals* 2020; 10, 445.

[25] Tesfay T., Godifey T., Mesfin R., Kalayu G. Evaluation of waste paper for cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with some added supplementary materials, *AMB Expr* 2020; 10, 15.