



Effect of Dietary Threonine Addition on Growth Performance, Carcass Characteristics and Serum Parameters in Growing Quails

Mustafa Döner^{1,a}, Alpönder Yıldız^{2,b,*}

¹Directorate of Agriculture and Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry Pınarbaşı, Pınarbaşı, Kayseri, Türkiye

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Selçuk University 42130 Selçuklu/Konya, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 05/04/2022 Accepted : 07/04/2022</p> <p>Keywords: Threonine Quail Performance Carcass Serum</p>	<p>This research was carried out to determine the effects of diets containing different levels of threonine on the performance, carcass characteristics, and serum biochemical parameters of growing Japanese quails. In the study, a total of 240 mixed sex quail chicks at the age of one day were randomly allocated to 6 treatment groups with 4 subgroups. Experimental diets were prepared to contain threonine at 0.84 (without L-threonine addition), 1.02 (control), 1.10, 1.20, 1.30 and 1.40% levels, and quails were fed with these treatment diets for six weeks. The threonine level of the diet did not statistically affect the performance and carcass parameters of quails, but the best feed efficiency was obtained at 1.10% threonine level. While serum cholesterol, total protein, albumin, creatinine, calcium and AST levels were not affected by dietary threonine level, serum glucose, triglyceride, globulin, urea, and phosphorus levels were statistically affected. With 1.30% threonine in the diet, serum glucose and triglyceride levels were minimum, while serum globulin level was maximum. Serum phosphorus level considerably increased at 1.40% threonine level compared to the control group. According to these results, it can be said that the addition of 1.10% threonine to diet would be proper for growing quails.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(5): 946-950, 2022

Rasyona Treonin İlavesinin Büyüyen Bildircinların Büyüme Performansı, Karkas Özellikleri ve Serum Parametrelerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 05/04/2022 Kabul : 07/04/2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Treonin Bildircin Performans Karkas Serum</p>	<p>Bu çalışma farklı seviyelerde treonin içeren büyüme rasyonlarının büyüyen Japon bildircinların performans, karkas özellikleri ve serum biyokimyasal parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada günlük yaşta toplam 240 adet karışık cinsiyetteki bildircin civcivi 4 tekerrürlü 6 muamele grubuna rastgele dağıtılmıştır. Muamele rasyonları %0,84 (L-treonin ilavesiz), 1,02 (kontrol), 1,10, 1,20, 1,30 ve 1,40 seviyelerinde treonin içerecek şekilde hazırlanmış ve altı hafta süre ile bildircinlara bu muamele rasyonları verilmiştir. Rasyon treonin seviyesi bildircinların performans ve karkas parametrelerini istatistiki olarak etkilememiş, ancak en iyi yem değerlendirme %1,10 treonin seviyesinde elde edilmiştir. Serum kolesterol, toplam protein, albümin, kreatinin, kalsiyum ve AST seviyeleri rasyon treonin seviyesinden etkilenmezken, serum glukoz, trigliserit, globülin, üre ve fosfor seviyeleri istatistiki olarak etkilenmiştir. Rasyonun %1,30 seviyesinde treonin içermesi ile serum glukoz ve trigliserit seviyeleri minimum olurken, serum globülin seviyesi maksimum olmuştur. Serum fosfor seviyesi rasyonda %1,40 treonin seviyesinde kontrol grubuna göre önemli derecede artmıştır. Bu sonuçlara göre, %1,10 seviyesinde treonin seviyesinin büyüyen bildircin rasyonları için uygun olacağı söylenebilir.</p>

^a mustafadoner753@gmail.com

^b <http://orcid.org/0000-0003-4585-1186> | alponder2012@gmail.com

^c <http://orcid.org/0000-0002-3274-7710>



Giriş

Büyüyen kanatlı hayvanların beslenmesinde rasyon ham protein seviyesinin yanı sıra içerdiği esansiyel aminoasit miktarları da optimum büyüme için önemlidir. Bu esansiyel aminoasitlerden biri de kanatlı hayvanlar tarafından sentezlenemeyen, bu hayvanlar için esansiyel ve sınırlayıcı amino asitler olan lisin ve metiyoninden sonra 3. sırada gelen treonin amino asittir (Waguespack ve ark., 2009). Dolayısıyla bu amino asit, optimum büyüme için kanatlı hayvanlara rasyon ile verilmesi gerekmektedir (Rezaeipour ve ark., 2012). Treonin, protein ve ürik asidin yanı sıra sindirim sistemindeki mukozun (mukoz glikoproteini %40 treonin içermektedir) yapısına dahil olmaktadır. Dolayısıyla sindirim sistemi işlevi ile bağırsak bariyer sisteminin devamlılığı için gerekli bir aminoasittir (Carlstedt ve ark., 1993; Corzo ve ark., 2007; Wils-Plotz ve Dilger, 2013).

Genel olarak büyüyen Japon bıldırcınlarının treonin dahil olmak üzere tüm besin madde gereksinimleri için NRC (1994)'nin önerileri kabul edilmektedir. Büyüyen bıldırcınların treonin gereksinimi NRC (1994) tarafından %1,02 olarak bildirilmektedir. Ancak Mandal ve ark. (2006) büyüyen bıldırcınlarda iyi bir yem değerlendirme için rasyon treonin seviyesinin %0,96 olması gerektiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise büyüyen bıldırcınların sindirilebilir treonin ihtiyacı 0-14 günlük dönem için %1,26 (Ton ve ark., 2013a), 15-35 günlük dönem için %0,93 (Ton ve ark., 2013b) olarak bildirilmiştir. Emadina ve ark. (2020) ise büyüyen bıldırcınların optimum sindirilebilir treonin ihtiyacını %0,79 olarak bildirmişlerdir.

Bahsedilen çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde büyüyen bıldırcınların treonin ihtiyacının belirlenmesi için daha fazla çalışmaya gereksinim duyulduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı farklı seviyelerde treonin içeren rasyonların büyüyen bıldırcınların büyüme performansına, karkas parametrelerine ve serum biyokimyasal bileşimine etkisini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmada günlük yaşta toplam 240 adet karışık cinsiyetteki Japon bıldırcını civcivi tesadüf parselleri deneme tertibine göre her birinde dört tekrür bulunan altı muamele grubuna rastgele dağıtılmıştır. Kontrol rasyonu,

NRC (1994)'nin önerdiği büyüyen Japon bıldırcınları için izokalorik ve izonitrojenik olarak hazırlanmıştır (Çizelge 1). Muamele rasyonları %0,84 (ilavesiz), 1,02 (kontrol), 1,10, 1,20, 1,30 ve 1,40 treonin içerek şekilde hazırlanmıştır. Deneme süresince 23 saat/gün aydınlatma ve 1 saat/gün karanlık uygulanmış, su ve yem *ad libitum* olarak verilmiştir.

Yöntem

Performans Parametrelerinin Belirlenmesi

Deneme süresince canlı ağırlık ve yem tüketimi deneme başlangıcı ve bitiminde (6. hafta) 1.00 g hassasiyetteki terazi ile yapılan grup tartımları ile g/civciv olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu ölçümlerden de canlı ağırlık artışı hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı ise *yem tüketimi/canlı ağırlık artışı* formülü ile g yem/g artış olarak hesaplanmıştır.

Karkas Parametrelerinin Belirlenmesi

Deneme sonunda, altı haftalık yaşta bıldırcınlardan her alt gruptan iki adet erkek bıldırcın servikal dislokasyon ile ötenazi yoluyla öldürülmüş, karkas, but+sırt, göğüs, kanat, karaciğer ve kalp 0.01 g hassasiyetindeki terazi ile tartılmış ve relatif ağırlıkları belirlenmiştir. Karkas ve iç organların relatif ağırlıkları canlı ağırlığın, but+sırt, göğüs ve kanat relatif ağırlıkları ise karkasın %'si olarak hesaplanmıştır.

Serum Parametrelerinin Belirlenmesi

Deneme sonunda serum parametrelerinin tespiti için her alt gruptan benzer canlı ağırlıkta rastgele iki bıldırcından (toplam 48 adet) 3 ml kan alınmıştır. Kanlar 5 dakikada ve 3000 devir/dakika santrifüj edilerek serumları çıkarılmıştır. Serumlar analiz edilene kadar -20°C'de muhafaza edilmiş ve serumda glukoz, trigliserit, kolesterol, total protein, albümin, globülin, kreatinin, üre, kalsiyum, fosfor ve AST seviyeleri özel bir laboratuvarında ticari kitler kullanılarak oto-analizör cihazında belirlenmiştir.

İstatistikî Analiz

Çalışma tesadüf parselleri çalışma desenine göre 6 farklı treonin seviyesinin (rasyonları %0,84, 1,02, 1,10, 1,20, 1,30 ve 1,40) büyüyen bıldırcınlarda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23.0 paket programında tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmış, gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde ise Duncan Testi uygulanmıştır.

Çizelge 1. Bazal rasyon ve hesaplanmış besin madde içeriği
Table 1. Basal ration and calculated nutrient content

Hammadde	g/kg	Besin madde kompozisyonu	g/kg
Mısır	537,0	Metabolik enerji, kkal/kg	2899
Soya fasulyesi küspesi	400,0	Ham protein	240,33
Bitkisel yağ	25,0	Kalsiyum	10,00
Mermer tozu	10,6	Kullanılabilir fosfor	5,01
Dikalsiyum fosfat	19,0	Lisin	13,15
Tuz	3,5	Metiyonin	5,25
Premiks ¹	2,5	Sistin	4,39
DL metiyonin	2,4	Metiyonin + sistin	9,64
Toplam	1000,0		

¹Vitamin mineral premiksi rasyonun 1 kg'ı için; Vitamin A (trans-retinol): 3,6 mg, vitamin D₃ (kolikalsiferol): 0,1 mg, vitamin E (α -tokoferol asetat): 75 mg, vitamin K₃ (menadion): 5 mg, vitamin B₁ (tiamin): 3 mg, vitamin B₂ (riboflavin): 6 mg, vitamin B₆ (pidoksine): 5 mg, vitamin B₁₂ (siyanokobalamin): 0,03 mg, niasin: 40 mg, pantotenik asit: 10 mg, folik asit: 0,75 mg, D-biyotin: 0,075 mg, kolin klorid: 375 mg, manganez: 80 mg, demir: 40 mg, çinko: 60 mg, bakır: 5 mg, iyot: 0,15 mg, selenyum: 0,3 mg sağlar.

Çizelge 2. Büyüyen bıldırcın rasyonlarına farklı seviyelerde treonin ilavesinin performans parametrelerine etkisi
Table 2. The effect of adding different levels of threonine to growing quail diets on performance parameters

Treonin seviyesi %	Canlı ağırlık, g	Canlı ağırlık artışı, g	Yem tüketimi, g/bıldırcın YYO, g yem /g artış	Ölüm oranı, %
0,84	208,8 ± 6,91	199,3 ± 6,76	669,29±5,64	15,00±11,90
1,02	204,3 ± 2,64	194,9 ± 2,84	656,53±3,75	25,00±13,23
1,10	211,1 ± 2,89	201,8 ± 2,79	642,1±20,19	10,00±7,07
1,20	213,2 ± 3,30	203,8 ± 3,29	662,6±13,70	15,00±6,46
1,30	209,7 ± 2,85	200,3 ± 2,97	693,2±12,35	17,50±2,50
1,40	215,0 ± 2,93	205,7 ± 3,01	675,45±7,11	15,00±6,46
P-değeri	0,490	0,480	0,106	0,666

YYO: Yemden Yararlanma Oranı

Çizelge 3. Büyüyen bıldırcın rasyonlarına farklı seviyelerde treonin ilavesinin karkas ve bazı organ ağırlıklarına etkisi
Table 3. The effect of adding different levels of threonine to growing quail diets on carcass and some organ weights

Treonin seviyesi %	Karkas randımanı ¹	But + sırt ²	Göğüs ²	Kanat ¹	Karaciğer ¹	Kalp ¹
0.84	59,79 ± 0,64	35,83 ± 0,295	52,89 ± 0,98	6,20 ± 0,07	1,82 ± 0,07	0,962 ± 0,033
1.02	58,84 ± 0,64	34,70 ± 0,13	53,15 ± 0,76	6,36 ± 0,18	1,90 ± 0,13	1,044 ± 0,060
1.10	58,09 ± 0,66	34,36 ± 0,48	52,70 ± 0,27	6,54 ± 0,15	1,72 ± 0,07	0,995 ± 0,037
1.20	57,77 ± 0,50	35,56 ± 0,53	52,74 ± 0,66	6,48 ± 0,16	1,63 ± 0,04	1,029 ± 0,036
1.30	57,83 ± 0,48	35,08 ± 0,38	52,15 ± 0,31	6,42 ± 0,14	1,61 ± 0,10	0,984 ± 0,010
1.40	58,53 ± 0,33	34,67 ± 0,52	52,23 ± 0,56	6,34 ± 0,07	1,89 ± 0,13	1,041 ± 0,086
P-değeri	0,141	0,152	0,869	0,582	0,158	0,802

¹Canlı ağırlığın %'si. ²Karkas ağırlığının %'si.

Çizelge 4. Büyüyen bıldırcın rasyonlarına farklı seviyelerde treonin ilavesinin serum parametrelerine etkisi
Table 4. The effect of adding different levels of threonine to growing quail diets on serum parameters

Treonin Seviyesi %	Glukoz, mg/dL	Kolesterol, mg/dL	Trigliserit, mg/dL	TP, g/dL	Albümin, g/L	Globülin, g/L
0,84	355±4,2 ^A	192±6,1	91±2,9 ^a	22,5±0,36	8,80±0,34	13,70±0,34 ^b
1,02	330±4,5 ^B	168±9,9	80±2,5 ^{ab}	24,1±0,48	8,90±0,33	15,25±0,27 ^{ab}
1,10	323±5,8 ^B	179±4,9	75±2,4 ^{ab}	25,4±1,79	9,45±0,46	15,98±1,34 ^{ab}
1,20	320±4,1 ^B	188±10,4	79±7,1 ^{ab}	24,5±0,88	9,08±0,39	15,45±0,51 ^{ab}
1,30	319±4,8 ^B	210±15,9	73±2,7 ^b	27,1±1,25	9,28±0,50	17,8±1,15 ^a
1,40	340±7,8 ^{AB}	198±0,3	84±1,2 ^{ab}	25,08±0,2	9,30±0,12	15,78±0,08 ^{ab}
P-değeri	0,001	0,075	0,033	0,086	0,812	0,041

Treonin Seviyesi %	Kreatinin, mg/L	Üre, mg/dL	Kalsiyum, mg/dL	Fosfor, mg/dL	AST, U/L
0,84	0,27±0,011	4,0±0,00 ^a	8,40±0,12	8,05±0,30 ^B	250±12,2
1,02	0,26±0,010	3,0±0,00 ^b	8,38±0,11	8,70±0,42 ^{AB}	245±9,2
1,10	0,27±0,011	3,0±0,00 ^b	8,78±0,21	7,58±0,20 ^B	235±13,7
1,20	0,27±0,010	4,0±0,41 ^a	8,78±0,22	8,53±0,60 ^{AB}	290±28,1
1,30	0,26±0,011	3,25±0,25 ^{ab}	8,60±0,24	9,08±0,19 ^{AB}	281±6,4
1,40	0,29±0,020	3,5±0,29 ^{ab}	8,63±0,03	9,90±0,14 ^A	275±24,1
P-değeri	0,567	0,012	0,441	0,003	0,209

^{A,B}: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0,01 seviyesinde önemlidir. ^{a,b}: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0,05 seviyesinde önemlidir. TP: Toplam Protein

Sonuçlar ve Tartışma

Performans

Farklı seviyelerde (%0,84, 1,02, 1,10, 1,20, 1,30 ve 1,40) treonin içeren rasyonların büyüyen bıldırcınların canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve ölüm oranına etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Rasyon treonin seviyesi büyüyen bıldırcınların 6 haftalık performansını istatistikî olarak etkilememiştir (P>0,05). Benzer olarak Samuel ve ark. (2017) ile Emadina ve ark. (2020) rasyon treonin (%0,67-1,22) seviyesinin büyüyen bıldırcınların performans parametrelerini etkilemediğini bildirmişlerdir. Ton ve ark. (2013b) büyüyen bıldırcınlarda (15-35. gün) rasyonda artan treonin (%0,93-1,28) seviyesi ile yem tüketiminin

linear olarak arttığını ancak diğer performans parametrelerinin etkilenmediğini belirtmişlerdir. Mandal ve ark. (2006) ise %0,96 ila %1,12 seviyesinde treonin içeren rasyonlar ile beslenen bıldırcınlarda artan treonin seviyesi ile canlı ağırlık artışının ve buna paralel olarak yemden yararlanma oranının da arttığını bildirmişlerdir. Mehri ve ark. (2021) ise rasyonda artan treonin (%0,738 ila 1,138) seviyesi ile birlikte canlı ağırlık artışının ve yem değerlendirmenin iyileştiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada bıldırcınların performans parametreleri rasyon treonin seviyesinden istatistikî olarak etkilenmese de rakamsal olarak en iyi yem değerlendirmenin %1,10 seviyesinde treonin içeren rasyonlar ile beslenen gruptaki bıldırcınlardan elde edildiği görülmektedir.

Karkas Parametreleri

Farklı seviyelerde (%0,84, 1,02, 1,10, 1,20, 1,30 ve 1,40) treonin içeren rasyonların büyüyen bıldırcınların karkas ve ağırlıklarına etkisi Çizelge 3'te verilmiştir.

Bıldırcınların karkas randımanı, but+sırt, göğüs, kanat, karaciğer ve kalp ağırlıkları rasyon treonin seviyesinden istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P>0,05$). Bu sonuçlar Ton ve ark. (2013b), Mandal ve ark. (2006), Emadinia ve ark. (2020) ile Mehri ve ark. (2021)'nin %0,79-1,28 seviyelerinde treonin içeren rasyonların büyüyen bıldırcınlarda karkas parametrelerini etkilemediğini bildirdikleri çalışma sonuçları ile uyumludur. Farklı cinsiyetteki kanatlı hayvanların treonin ihtiyaçlarının farklı olduğu, erkeklerin dişilerden daha fazla treonine ihtiyaç duyduğu belirtilmektedir (Kidd, 2000). Mevcut çalışmada performans kriterleri bakımından muameleler arasında herhangi bir farklılığın olmamasının, özellikle treonin amino asidinin optimal göğüs eti üretiminde oynadığı rol göz önüne alındığında, muhtemel sebebinin denemede karışık cinsiyette hayvanların kullanılmış olması olabilir.

Serum Parametreleri

Farklı seviyelerde (%0,84, 1,02, 1,10, 1,20, 1,30 ve 1,40) treonin içeren rasyonlarla beslenen bıldırcınların bazı serum parametre değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Büyüyen bıldırcınların serum kolesterol, toplam protein, albümin, kreatinin, kalsiyum ve AST seviyeleri rasyon treonin seviyelerinden istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P>0,05$). Rasyon treonin seviyesinin büyüyen bıldırcınlarda serum glukoz ($P<0,01$), trigliserit ($P<0,05$), globülin ($P<0,05$), üre ($P<0,05$) ve fosfor ($P<0,01$) seviyelerine etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Serum glukoz seviyesi rasyonda artan treonin seviyesi ile azalmış, ancak bu azalış %0,84 treonin içeren gruba göre ile %1,02, 1,10, 1,20 ve 1,30 treonin içeren gruplarda önemli olmuştur. Serum glukoz seviyesine benzer olarak serum trigliserit seviyesi rasyonda artan treonin seviyesi ile azalmış, rasyonunda %0,84 treonin içeren gruptaki bıldırcınların serum trigliserit seviyesi %1,30 treonin içeren grubunkinden önemli derecede yüksek olmuştur. Serum trigliserit seviyesinin aksine serum globülin seviyesi rasyonda artan treonin seviyesi ile artmış, rasyonda %0,84 treonin içeren grubun serum globülin seviyesi %1,30 treonin içeren grubunkinden önemli derecede düşük olmuştur. Rasyonlarında %0,84 ve 1,20 treonin içeren bıldırcınların serum üre seviyesi rasyonlarında %1,02 ve 1,10 treonin içeren grupların serum üre seviyelerinden önemli derecede yüksek olurken, %1,30 ve 1,40 treonin içeren gruplar ile benzer olmuştur. En yüksek serum fosfor seviyesi rasyonunda %1,40 seviyesinde treonin içeren grupta elde edilmiş olup bu grup ile %0,84 ve 1,10 treonin içeren gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olmuştur. Jiang ve ark. (2019) damızlık etlik piliçlerde rasyon treonin (%0,50-0,98) seviyesinin serum total protein ve albümin seviyelerini etkilemediğini ancak rasyon üre seviyesinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Samuel ve ark. (2017) ise rasyonda artan treonin (%0,67 ila %1,22) seviyesi ile büyüyen bıldırcınların serum glukoz ve AST seviyesinin düştüğünü, ilaveten %0,95 treonin seviyesinde serum kolesterol ve %1,22 seviyesinde ise serum albümin seviyelerinin düştüğünü belirtmişlerdir. Ancak Azzam ve ark. (2014) yumurta tavuğu rasyonlarına L-treonin (0-3

g/kg) ilavesinin serum parametrelerini değişmediğini bildirmiştir.

Rasyon treonin seviyesi büyüyen bıldırcınlarda performansı ve karkas parametreleri etkilememiştir. Ancak en iyi yem değerlendirme %1,10 treonin seviyesinde elde edilmiştir. Serum parametrelerini iyileştirmede ise rasyonda %1,30 seviyesinde treonin bulunması yeterli olmuştur. Kanatlı hayvanlarda treonin ihtiyacının lizin ve metiyonin ile kıyaslandığında daha az olduğu söylenebilir. Ancak, son yıllarda yapılan çalışmalar en düşük maliyetli rasyonların hazırlanmasında gerekli minimum treonin seviyesinin önemli olduğunu ve ayrıca rasyona treonin ilave edilirken lizin ile arasında uygun bir oranın olması gerektiği ifade edilmektedir. Sonuç olarak %1,10 seviyesinde treonin seviyesinin büyüyen bıldırcın rasyonları için uygun olacağı söylenebilir.

Kaynaklar

- Azzam MMM, Yuan C, Liu GH, Zou XT. 2014. Effect of excess dietary threonine on laying performance, egg quality, serum free amino acids, and digestive enzymes activities of laying hens during the postpeak period. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(4): 605-613.
- Carlstedt I, Herrmann A, Karlsson H, Sheehan J, Fransson LA, Hansson GC. 1993. Characterization of two different glycosylated domains from the insoluble mucin complex of rat small intestine. *Journal of Biological Chemistry*, 268(25): 18771-18781.
- Corzo A, Kidd MT, Dozier WA, Pharr GT, Koutsos EA. 2007. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(4):574-582.
- Emadinia A, Toghyani M, Foroozandeh AD, Tabeidian SA, Ostadsharif M. 2020. Growth performance, jejunum morphology and mucin-2 gene expression of broiler Japanese quails fed low-protein diets supplemented with threonine. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1): 667-675.
- Jiang S, El-Senousey HK, Fan Q, Lin X, Gou Z, Li L, Wang Y, Fouad AM, Jiang Z. 2019. Effects of dietary threonine supplementation on productivity and expression of genes related to protein deposition and amino acid transportation in breeder hens of yellow-feathered chicken and their offspring. *Poultry Science*, 98(12): 6826-6836.
- Kidd MT. 2000. Nutritional considerations concerning threonine in broilers. *World's Poultry Science Journal*, 56(2):139-151.
- Mandal AB, Kaur S, Johri AK, Elangovan AV, Deo C, Shrivastava HP. 2006. Response of growing Japanese quails to dietary concentration of l-threonine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(5): 793-798.
- Mehri M, Hasanvand S, Bazzi H. 2021. Nutritional requirement of meat-type Japanese quail: Threonine. *Animal Feed Science and Technology*, 271: 114774.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9thed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Rezaeipour V, Fononi H, Irani M. 2012. Effects of dietary L-threonine and *Saccharomyces cerevisiae* on performance, intestinal morphology and immune response of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, 42(3):266-273.
- Samuel I, Bawa GS, DauduOM, Makinde OJ, Ibe EA, Akintunde AR. 2017. Determination of optimum threonine requirements of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) chicks reared under tropical environment. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3): 419-427.
- Ton APS, Furlan AC, Martins EN, Batista E, Pasquetti TJ, Scherer C, Iwahashi I AS, Quadros TCOD. 2013a. Nutritional requirements of digestible threonine for growing meat-type quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(7): 504-510.

- Ton APS, Furlan AC, Martins EN, Batista E, Pasquetti TJ, Scherer C, Quadros TCO, Nonaka MP. 2013b. Exigência de treonina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65(2): 505-512.
- Waguespack AM, Powell S, Bidner TD, Payne RL, Southern LL. 2009. Effect of incremental levels of L-lysine and determination of the limiting amino acids in low crude protein corn-soybean meal diets for broilers. *Poultry Science*, 88(6):1216-1226.
- Wils-Plotz EL, Dilger RN. 2013. Combined dietary effects of supplemental threonine and purified fiber on growth performance and intestinal health of young chicks. *Poultry Science*, 92(3):726-734.