

**FARKLI KARNİTİN DÜZEYLERİNİN KUZULARDA BESİ PERFORMANSI,
SİNDİRİLEBİLİRLİK VE RUMEN METABOLİTLERİNE ETKİSİ***
(The Effects of Different Amounts of Carnitine on Growth Performance, Digestibility and
Rumen Metabolites in Lambs)

Elife GÜN KIYMAZ¹

İsmail KAYA²

¹Tarım İl Müdürlüğü, Kastamonu.

² Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars.

Geliş Tarihi: 07.06.2010

Kabul Tarihi: 01.07.2010

ÖZET

Bu araştırma, bitirme dönemi kuzu rasyonlarına farklı düzeylerde karnitin katılmasının yem tüketimi, canlı ağırlık, sindirilebilirlik, rumen pH ve uçucu yağ asitleri üzerine olan etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Denemede 7-8 aylık ve 34 kg canlı ağırlığında 15 baş erkek kuzu kullanılmıştır. Kuzular, bir kontrol ve iki deneme grubu olmak üzere toplam üç gruba ayrılmış, her bir gruba beş hayvan konulmuş ve bireysel kafeslerde 50 gün süre ile, % 70 konsantre yem ve % 30 kuru ottan oluşan bir rasyonla beslenmiştir. Deneme gruplarındaki konsantre yeme kuzu başına 150 ve 300 mg/gün karnitin katılmıştır. Karnitin ilavesi, gruplarda canlı ağırlık, yem tüketimi ve kuru madde ile organik madde sindirilebilirliğinde bir farklılık oluşturmamıştır ($P>0.05$). Fakat ham protein sindirilebilirliği, günde 150 mg karnitin verilen grupta en düşük belirlenmiştir ($P<0.05$). Deneme sonu itibarıyla kontrol ile yemine 150 ve 300 mg karnitin katılan gruplarda canlı ağırlıklar sırasıyla 39.8, 37.6 ve 38.6 kg olarak belirlenmiştir. Rumen sıvısı pH ve uçucu yağ asitleri düzeyleri de karnitin uygulamasından etkilenmemiştir ($P>0.05$). Toplam rumen sıvısı uçucu yağ asitleri 98.6, 97.5 ve 98.3 mmol/l bulunmuştur. Sonuç olarak, kuzu bitirme dönemi rasyonlarına 150 veya 300 mg/gün karnitin katılmasının besi performansı, rasyonun sindirilme derecesi ile rumen pH ve uçucu yağ asitleri üzerine olumlu bir etki yapmadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karnitin, Kuzu, Besi Performansı, Sindirilebilirlik, Rumen Metabolitleri

SUMMARY

This study was carried out to investigate supplementation of various amounts of carnitine on feed intake, weight gain, digestibility, ruminal pH and volatile fatty acids in finishing lamb. For that purpose, 7-8-month-old fifteen ram-lambs, weighing 34 kg, were used. They divided into three groups as one control and two treatment groups (n=5 per group) and fed in individually cages for 50 days. Animals were fed with a ration consisting of 70 % concentrate and 30 % hay. Carnitine was added to concentrate in such a way that daily intake was 150 mg or 300 mg/day/lamb in the treatment groups. There were no effect of carnitine supplementation on weight gain, feed intake and digestibilities of dry matter and organic matter in groups. But, digestibility of crude protein was

* İlk yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

the lowest in the group of 150 mg carnitine supplemented ($P<0.05$). Body weights were 39.8, 37.6 and 38.6 kg for control group and 150 mg and 300 mg carnitine supplemented groups, respectively ($P>0.05$). No effect of carnitine supplementation was observed on ruminal pH and volatile fatty acids levels ($P>0.05$). Total volatile fatty acid levels were 98.6, 97.5 ve 98.3 mmol/l for the groups, respectively. In conclusion, no positive effects of supplementing finishing ration of lambs with 150 or 300 mg/day/lamb of carnitine was observed on growth performance, digestibility of ration, ruminal pH and volatile fatty acids.

Key Words: Carnitine, Lamb, Growth Performance, Digestibility, Rumen Metabolites

GİRİŞ

Karnitin, uzun zincirli yağ asitlerinin sitoplazmadan mitokondriyaya taşınmasında görev yapmaktadır (3, 17). Karnitin diyetle az olduğunda metiyonin ve lizinden sentezlenmektedir (17). Karnitin glukoneogenezis ve ketogenezisin düzenlenmesinde rol oynamaktadır (6, 18). Ayrıca immün sistem üzerinde de pozitif etki yapmaktadır (20). Ruminantlarda karnitin ihtiyacı, ketojenik ve yağlı yemlerle besleme, rumende fermentasyon bozukluğu, soğuk, açlık, yüksek verim, yeni doğan ve genç hayvanlar ile gebelik ve laktasyon durumlarında artmaktadır (2).

Karnitin, memeliler için esansiyel bir besin maddesi olarak değerlendirilmemesine rağmen, domuz rasyonlarına katılmasının üretimde yarar sağladığı ifade edilmektedir (14, 16). Ancak buzağı ve dana rasyonlarına karnitin ilave edilmesinin ise canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranında bir farklılık oluşturmadığı bildirilmektedir (4, 9). Diğer taraftan kuzu rasyonlarına 250 ppm karnitin katılması, canlı ağırlıkta kısmi azalmaya neden olmuş, rumen sıvısı pH değeri karnitin verilen grupta, verilmeyene göre daha düşük şekillenmiştir (5). Büyüme dönemindeki dana

rasyonlarına farklı düzeylerde karnitin katılmasının azot ve kuru madde sindirilebilirliğinde bir farklılık meydana getirmediği saptanmıştır (9). Buzağı yemlerine günde 250 ppm karnitin ilave edilmesinin ise rumen sıvısı total uçucu yağ asitleri arasında bir değişim oluşturmadığı belirlenmiştir (4).

Bu çalışma, karnitin bitirme dönemi kuzu rasyonlarında kullanımının yem tüketimi, canlı ağırlık, sindirilebilirlik ve rumen metabolitlerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Hayvan materyali olarak 7-8 aylık yaşta, ortalama 34 kg canlı ağırlığında 15 baş Tuj ırkı erkek kuzu kullanıldı.

Araştırmada % 15 ham protein, 2750 kcal/kg metabolize olabilir enerji içeren bir konsantre yem hazırlandı. Kontrol grubuna kaba yem (kuru ot) ile birlikte yalnız konsantre yem verilirken, deneme gruplarının konsantre yemine 150 mg ve 300 mg/gün karnitin (L-Carnitine, Sigma-tau) ilave edildi. Denemede kullanılan konsantre yem karışımının bileşimi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme'de kullanılan konsantre yemin bileşimi (%)

Yem maddesi	%
Arpa	65
Ayçiçeği Tohumu Küspesi	17.5
Pamuk Tohumu Küspesi	10
Melas	5
Tuz	1
Kireçtaşı	1
Vitamin - Mineral Karması*	0.5
Hamprotein, %	15.11
ME, kcal/kg**	2750

* : 1 kg'ında 20.000.000 IU Vit. A, 3.000.000 IU Vit.D₃, 25 g Vitamin E, 4 g Vitamin B₁, 8 g Vitamin B₂, 5 g Vitamin B₆, 20 g Vitamin B₁₂, 20 g Nikotinamid, 12 g Kalsiyum-D-Pantotenat, 200g Kolin Klorid, 50 g Mangan, 50 g Demir, 50 g Çinko, 10 g Bakır, 0.8 g İyot, 0.15 g Kobalt, 0.15 g Selenyum içerir.

** :Tablo değerlerinden hesapla belirlenmiştir (8).

Metot

Deneme hayvanlarının beslenmesi

Araştırma, her biri beşer kuzudan oluşan ve her bir grubun ağırlık ortalaması eşit olacak şekilde rastgele yerleştirilen bir kontrol ve iki deneme grubu olmak üzere toplam 3 grup halinde yürütüldü. Alıştırma döneminde hayvanlar iç ve dış parazitlere karşı ilaçlandı. Hayvanlar kafes sisteminde barındırıldı. Her kafese bir kuzu konuldu. Araştırma, Kafkas Üniversitesi Eğitim Uygulama ve Araştırma Çiftliğinde yapıldı.

Rasyonlar, hayvanların günlük besin madde ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde hazırlandı (13). Alıştırma döneminde her gruptaki hayvanların günlük tüketebileceği yem miktarı belirlendi. Hayvanlara total rasyonun % 70'i konsantre yem, %30'u kuru ot olacak şekilde yemleme uygulandı. Yemleme, önce konsantre yem sonra kuru ot şeklinde

sabah saat 8.³⁰, akşam saat 17.⁰⁰ de olmak üzere iki öğün halinde yapıldı. Hayvanların önünde devamlı, temiz içme suyu bulunduruldu. Araştırma 10 günlük alıştırmadan sonra 50 gün sürdürüldü.

Yem tüketiminin belirlenmesi

Hayvanlar bireysel yemlemeye tabi tutuldu. Hayvanlar artan yem miktarını minimize etmek için ad libitum tüketim düzeyine yakın olacak şekilde beslendi. Yem tüketimi günlük olarak tespit edildi.

Canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışının belirlenmesi

Hayvanlar ilk gün aç olarak tartıldı ve elde edilen değerlerin ortalaması alınarak alıştırma dönemi başlangıç ağırlığı belirlendi. Aynı şekilde denemenin başlangıcında da hayvanlar tartılarak deneme başlangıç ağırlığı tespit edildi. Ortalama canlı ağırlıkların belirlenmesinde ise hayvanlar, 25 günde bir

sabah yemlemesinden önce tartıldı ve dönemler arası farktan canlı ağırlık artışı hesaplandı.

Yemlerin ham besin madde miktarlarının belirlenmesi

Araştırmada kullanılan kuru ot ve konsantre yemin kuru madde, ham kül, ham protein, ham selüloz, ham yağ ve azotsuz öz madde düzeyleri A.O.A.C. (1)'de bildirilen metotlara göre belirlendi.

Araştırma rasyonlarının sindirilme derecelerinin belirlenmesi

Rasyonların *in vivo* sindirilme derecesinin belirlenmesinde gübre toplama yöntemi kullanıldı (15). Araştırmanın 25-50. günleri arasında bireysel kafeslerin altına yerleştirilen idrar ve dışkıyı ayıran düzenek vasıtasıyla altı gün süreyle dışkı toplandı. Günlük dışkı miktarı sabah ve akşam olmak üzere iki defa toplanıp tartılarak belirlendi ve analiz için günlük toplanan dışkı miktarının % 10'luk kısmı homojen bir şekilde alınarak derin dondurucuda saklandı. Dışkı toplama süresince hayvanların önünde artan yemler de analiz edilmek üzere saklandı. Derin dondurucuda muhafaza edilen dışkı numuneleri hava akımlı kurutma dolabında 65°C'de 48 saat kurutuldu. Kurutulan dışkı numuneleri kuru madde, ham kül ve ham protein analizleri yapıldı (1).

Rumen sıvısının alınması ve analizleri

Rumen sıvısı, denemenin sonunda sabah yemlemesini takiben üçüncü saatte rumen sondası ile her hayvandan 50 ml'lik miktarlar halinde iki ayrı steril cam şişeye alındı. Rumen sıvısı değeri pH metre ile (Accumet, Fischer

Scientific, USA) hemen belirlendi. Uçucu yağ asitleri analizi için ayrılan şişe içeriğine % 25'lik metafosforik asitten 1ml asit/4ml rumen sıvısı olacak şekilde ilave edilerek derin dondurucuya konuldu (10). Uçucu yağ asitleri 30 m x 0.53 mm (i.d.) kapillar kolon (Restek Corp. Canada) kullanılarak gaz kromatografide (Agilent 6890N Technologies, USA) belirlendi.

Gaz kromatografi koşulları;

Taşıyıcı gaz: Azot

İnlet ısı: 250 °C

Toplam akış: 95.4 ml/dk.

Fırın sıcaklık: Başlangıç sıcaklık ve süresi: 60 °C, 1dk; Final sıcaklık ve süresi: 200 °C, 18 dk.

Dedektör (FID; alev iyonizasyon dedektörü)

Sıcaklık: 275 °C

Hidrojen akışı: 35 ml/dk

Hava: 350 ml/dk.

Satandart olarak, her bir saf asitin tek ve karışım olarak değişik oranlarda solusyonlarının hazırlanarak eş zamanlı GC'de okutulmasıyla belirlenen süre ve alanlar dikkate alınarak hesaplamalar yapıldı.

İstatistiksel analizler

Gruplara ait istatistiksel hesaplamalar ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemliliği için Tek Yönlü Varyans Analiz metodu, gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için de Duncan testi uygulandı (7). İstatistiksel analizler SPSS 10.0 programında yapıldı (19).

BULGULAR

Araştırmada kullanılan konsantre yem ve kuru otun besin madde içerikleri Tablo 2’de verilmiştir. Kuzuların performans ve sindirilebilirlik değerleri ise Tablo 3’te sunulmuştur. Gruplardaki kuzuların canlı ağırlıkları, değişiklik göstermekle birlikte

aralarında farklılık önemsiz ($P>0.05$); ham proteinin sindirilebilirliği bakımından farklılıklar ise önemlidir ($P<0.05$). Diğer taraftan, yemlere karnitin ilavesi rumen pH ve uçucu yağ asit miktarları bakımından gruplar arası farklılıklar önemsiz olmuştur (Tablo 4).

Tablo 2. Konsantre yem ve kuru otun besin madde miktarları, %

Yem	Kuru Madde	Ham Kül	Ham Protein	Ham Selüloz	Ham Yağ	Azotsuz Öz Madde
Konsantre yem	90.33	8.56	15.11	7.35	3.04	56.27
Kuru ot	93.26	7.87	8.84	31.10	1.96	43.49

Tablo 3. Kuzularda besi performansı ve sindirilebilirlik değerleri

Parametreler	Gruplar			P
	Kontrol ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	Grup I (150 mg Karnitin) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	Grup II (300 mg Karnitin) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	
Başlangıç ağırlığı, kg	34.3±1.01	34.6±0.81	34.1±0.79	-
Deneme sonu ağırlık, kg	39.8±0.85	37.6±1.05	38.6±0.66	-
Günlük canlı ağırlık artışı, g	110.8±26.62	60.8±11.43	89.6±7.76	-
Yem tüketimi, kg/gün	1.38±0.07	1.34±0.28	1.38±0.03	-
<i>Sindirilebilirlik, %</i>				-
Kuru madde	73.91±0.86	67.55±1.61	71.87±2.58	-
Organik madde	76.10±0.70	70.18±1.48	74.04±2.45	-
Ham protein	75.66±1.18a	69.98±1.88b	76.27±1.38a	*

*: $P<0.05$; a, b: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$).

Tablo 4. Rumen sıvısında pH ve uçucu yağ asit değerleri

Rumen Metabolitleri	Gruplar			P
	Kontrol ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	Grup I (150 mg Karnitin) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	Grup II (300 mg Karnitin) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	
pH	5.74±0.03	5.89±0.16	6.05±0.13	-
TUYA, mmol/l	98.64±2.09	97.50±4.11	98.35±4.08	-
Asetik asit	60.50±1.57	60.44±3.22	61.97±4.08	-
Propiyonik asit	23.41±1.27	23.17±1.09	23.14±1.43	-
Bütirik asit	11.20±1.51	10.77±1.15	10.21±1.22	-
Valerik asit	2.43±0.28	2.29±0.16	2.31±0.24	-
Izovalerik asit	1.09±0.34	0.83±0.11	0.72±0.11	-

-: P>0.05

TARTIŞMA VE SONUÇ

Besi performansı

Araştırma gruplarındaki kuzuların toplam yem tüketim miktarı değişim göstermekle birlikte aralarında istatistiki bir fark oluşmamıştır (P>0.05). Yem tüketimi, rasyonlarına değişik miktarlarda karnitin katılan araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (4, 5, 9, 12). Bitirme dönemi kuzu rasyonlarına günde 0, 150 ve 300 mg karnitin ilave edilmesi, 50 günlük deneme sonunda kuzuların canlı ağırlığında istatistik olarak önemsiz bir farklılık oluşturmuştur (P>0.05) (Tablo 3). Ancak yemlerine 150 mg/gün karnitin ilave edilen grubun canlı ağırlığı en düşük değerde çıkmıştır. Deneme sonunda en yüksek canlı ağırlık kontrol grubunda gözlenmiş olup, bu değer diğer gruplardan % 5.5 ve % 3 oranında fazla bulunmuştur.

Araştırmada kuzu yemlerine karnitin ilave edilmesinin canlı ağırlık üzerine olumlu etkisi görülmemiştir. Sunulan bu çalışmaya benzerlik gösteren bir araştırmada (5), rasyonlarına 250 ppm karnitin katılması kuzuların canlı ağırlığında olumlu bir değişim meydana getirmemiş ve karnitin verilmeyen gruba göre % 2 oranında canlı ağırlıkta azalma saptanmıştır. Benzer olarak bitirme dönemi dana rasyonlarına günde 2 g karnitin katılması da canlı ağırlık üzerinde bir farklılık meydana getirmemiştir (9).

Karnitin ilavesinin kuzularda 0-50 günlük deneme periyodunda, günlük canlı ağırlık artışı üzerine önemli bir farklılık (P>0.05) oluşturmadığı saptanmıştır. Günlük canlı ağırlık artışı karnitin ilave edilmeyen grupta 110.8 g, günde 150 mg ve 300 mg karnitin ilave edilen grupta ise, 60.8 ve 89.6 g olarak saptanmıştır. Yemine 150 mg ve 300 mg karnitin katılan grupların günlük canlı

ağırlık artışı, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, % 45 ve % 21 oranında daha düşük olduğu belirlenmiştir. Chapa ve ark. (5) günde 250 ppm karnitin ilave ettikleri rasyonla beslenen kuzularda günlük canlı ağırlık artışını 207 g, karnitin verilmeyen kuzularda ise 221 g olarak bulmuşlardır. Ancak Bunting ve ark. (4) ise buzağı rasyonlarına 250 ppm karnitin ilave ettiklerinde günlük canlı ağırlıkta, karnitin ilave edilmeyen hayvanlara göre daha fazla bir artışın olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada saptanan bulgular ile yukarıda ifade edilen çalışmalar, ruminantlarda rasyona karnitin ilave edilmesinin gerek canlı ağırlıkta, gerekse günlük canlı ağırlık artışında farklı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Besin maddelerinin sindirilme oranı

Rasyonlara karnitin ilavesi kuru madde ve organik madde sindirilebilirliğinde bir farklılık oluşturmamıştır. Ancak ham protein sindirilebilirliği günde 150 mg karnitin verilen grupta istatistiki olarak ($P < 0.05$) en düşük değerde bulunmuştur (Tablo 3).

Bütün deneme süresince yemlerine 150 mg/gün karnitin katılan grubun canlı ağırlık, yem tüketimi ve sindirilebilirlik değerleri en düşük olmuştur. Greenwood ve ark. (9) dana rasyonlarına günde 0-3 g arasında değişik miktarlarda karnitin ilave ettikleri çalışmalarında, kuru madde ve azot sindirilebilirliğinin karnitin ilavesiyle değişmediğini tespit etmişlerdir. LaCount ve ark. (11) süt ineklerinde yaptıkları araştırmada, rumene 226 mg/kg oranında verdikleri karnitin kuru madde, organik madde ve ham

protein sindirilebilirliğini etkilemediğini saptamışlar ve bu değerleri sırasıyla % 65.6, 63.4 ve 67.1 olarak bulmuşlardır. Bu çalışma verileri, besin madde sindirilebilirlik bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Rumen pH ve uçucu yağ asitleri

Denemenin son haftasında alınan rumen sıvısı pH değeri, karnitin ilave edilen gruplarda bir miktar artış göstermiş olup 5.74, 5.89 ve 6.05 şeklinde belirlenmiştir. Karnitin katılan grupların pH değerindeki bu kısmi fazlalık, LaCount ve ark. (11) süt inekleri rasyonlarına farklı düzeylerde karnitin ilavesinin pH'da meydana getirdiği rakamsal artışla benzerlik göstermektedir. Ancak aynı araştırmacıların (11) sütçü sığırların rumenine 6 g/gün karnitin verdiklerinde pH değerini karnitin verilmeyen gruba göre daha az buldukları çalışmasıyla farklılık göstermektedir.

Rumen total uçucu yağ asitleri ve bireysel uçucu yağ asitleri miktarları da karnitin düzeyinden etkilenmemiştir ($P > 0.05$) (Tablo 4). Buzağı yemlerine 250 ppm karnitin katılarak yapılan bir çalışmada (4), rumen toplam uçucu yağ asitleri % 4.3 oranında artmıştır. Fakat ilgili çalışmada, gerek toplam uçucu yağ asitleri gerekse asetik, propiyonik ve bütirik asit oranlarında istatistiki bir farklılık görülmemiştir. Yapılan diğer çalışmalarda da (11, 12) süt ineklerinin rasyonlarına farklı miktarlarda karnitin ilave edilmesi, rumen toplam ve bireysel uçucu yağ asitleri üzerinde önemli bir değişim oluşturmamıştır. Sunulan çalışmadaki bulgular da bu doğrultuda çıkmıştır.

Sonuç olarak kuzu rasyonlarına günde 150 ve 300 mg karnitin katılması, hayvanlarda canlı ağırlık, yem tüketimi ve besin maddelerinin sindirilebilirliğinde bir farklılık oluşturmamıştır. Ancak karnitin katılması canlı ağırlıkta nisbi bir azalma meydana getirmiştir. Rumen pH ve uçucu yağ asitleri miktarları da karnitin ilavesiyle değişim göstermemiştir. Böylece araştırılan parametreler bakımından kuzu rasyonlarına karnitin katılmasının olumlu bir etkisinin görülmediği saptanmıştır.

KAYNAKLAR

1. **AOAC** (1990) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* 14th Ed., Arlington, Virginia USA.
2. **Baumgartner M, Blum R** (1996) *L-Carnitine. Carnitine - chemistry, biological function and deficiencies*. Lonz Folder, Basel, s: 3-8.
3. **Bieber LL** (1988) *Carnitine*. Annu Rev Biochem, 57: 261-283.
4. **Bunting LD, Yavuz M, Fernandez JM, Solaiman SG** (2002) *Growth and metabolic responses of Holstein calves fed broiler litter-based diets supplemented with L-carnitine*. Anim Feed Sci Technol, 98: 61- 71.
5. **Chapa AM, Fernandez M, White TW, Bunting LD, Gentry LR, Lovejoy JC, Owen KQ** (2001) *Influence of dietary carnitine in growing sheep fed diets containing non-protein nitrogen*. Small Rum Res, 40:13-28.
6. **Di Lisa F, Barbarato R, Menabo R, Siliprandi N** (1995) *Carnitine and carnitine esters in mitochondrial metabolism and function*. J Nutr, 121:1117- 1122.
7. **Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F** (1983) *İstatistik Metodları*. A. Ü. Zir. Fak. Yayın No: 861, Ankara.
8. **Ensminger ME, Oldfield JE, Hememann WW** (1990) *Composition of feeds*. In: Feeds and Nutrition. California, The Ensminger Publishing Company, p:1310.
9. **Grenwood RH, Titgemeyer EC, Stokka GL, Drouillard JS, Löest, CA** (2001) *Effects of L-carnitine on nitrogen retention and blood metabolites of growing steers and performance of finishing steers*. J Anim Sci, 79:254-260.
10. **Horney MR, DelCurto T, Stamm MM, Bailey RK, Brandyberry SD** (1996) *Early-vegetative tall fescue hay vs alfalfa hay as a supplement for cattle consuming low- quality roughages*. J Anim Sci, 74:1959-1969.
11. **LaCount DW, Drackley JK, Weigel DJ** (1995) *Responses of dairy cows during early lactation to ruminal or abomasal administration of L- carnitine*. J Dairy Sci, 78:1824-1836.
12. **Lacount DW, Ruppert LD, Drackley JK** (1996) *Ruminal degradation and dose response of dairy cows to dietary L-carnitine*. J Dairy Sci, 79:260-269.
13. **NRC** (1985) *Nutrient Requirements of Sheep*. National Academy of Sciences. 6th ed., p:48.
14. **Owen KQ, Nelsen JL, Goodband RD, Weeden TL, Blum SA** (1996) *Effect of L-carnitine and soybean oil on growth performance and body composition of early weaned pigs*. J Anim Sci, 74:1612-1619.
15. **Pond WG, Church DC, Pond KR** (1995) *Measurement of feed and nutrient utilization and requirements in animals*. In: Basic Animal

Nutrition and Feeding. New York, John and Son., p: 49-63.

- 16. Rincker MJ, Carter SD, Real DE, Nelsen JL, Tokach MD, Goodband RD, Gritz SS, Senne BW, Fent RW, Pettey LA, Owen KQ** (2003) *Effects of increasing dietary L-carnitine on growth performance of weanling pigs.* J Anim Sci, 81:2259-2269.
- 17. Scholte HR, De Jonge PC** (1987) *Metabolism, function and transport of carnitine in health and disease*, in Gitzelmann R, Baerlocher K, Steinmann B (eds): Carnitin in der Medizin. Stuttgart, Schattauer, p:21-59.
- 18. Schonekess BO, Lopaschuk GD** (1995) *The effects of carnitine on myocardial carbohydrate metabolism.* In.: J. W. De Jong and R. Ferrari (Eds.) *The Carnitine Systems; A New Therapeutic Approach to Cardiovascular Diseases.* Kluwer, Academic Press, Dordrecht, Boston, p:39-52.
- 19. SPSS** (1999): Inc. Chicago, II U.S.A.
- 20. Uhlenburck G** (1996) *L-carnitine and the immune systems: from the mode of metabolism to the modulation of membranes.* Proc. Carnitine Symposium, Leipzig, 47-60.