

Kafes Koşullarında L-Carnitine'nin Nil Tilapyelerinin (*Oreochromis niloticus*) Besi Performansları Üzerine Etkileri

Suat DİKEL, M. Vedat ALEV, Gül A. KİRİŞ, Mehmet ÇELİK
Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Balcalı, Adana - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 09.04.2002

Özet: L-carnitine destekli yem ve normal ticari sazan yemi ile 90 gün süreyle beslenen Nil tilapyelerinin (*Oreochromis niloticus*) besi performansları ve büyüme parametreleri değerlendirilmiştir. Denemede elde edilen bulgulara göre yeme 500 mg/kg L-carnitine eklenmesi kafes ortamında Nil tilapyelerinin büyümelerini pozitif yönde etkilemiş ve % 7,09 oranında artış sağlamıştır. Deneme sonunda L-carnitine destekli yemle beslenen grup 151,86±27,19 g canlı ağırlığa ulaşırken kontrol grubunun ortalaması 141,80±24,83 g olarak belirlenmiştir (P<0.05). Yem değerlendirme oranı bakımından grupların ulaştıkları değerler (1,16±0,31 ve 1,20±0,28) arasında önemli bir fark görülmemiştir (P>0.05). L-carnitine kullanımı 90 günlük besi süresinde normal yeme oranla % 9,67 oranında yemden tasarruf sağlamıştır. Gelişme hızı dikkate alındığında L-carnitine kullanılan grubun kontrol grubuna göre % 7,77 oranında daha hızlı büyüdüğü saptanmıştır. Elde edilen hasat bakımından L-carnitine destekli gruptan 10,022±0,83 kg/m³ ürün elde edilirken kontrol grubundan 8,933± 0,91 kg/m³ ürün sağlanmıştır (P>0.05).

Anahtar Sözcükler: L-carnitine , Nil Tilapyası, *Oreochromis niloticus*

Effects of Supplemental Dietary L-carnitine on the Growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Cage Conditions

Abstract: The effect of L-carnitine supplement on the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings was investigated. One group was fed normal commercial grow-out feed (the control group) while the other group was given feed containing 500 mg kg⁻¹ L-carnitine. The addition of carnitine (the second group) had a positive effect on growth (7.9% higher than the control group). According to the final results, the carnitine-supplemented group had greater final weights (151.86 ± 27.19 g) than those of the control group (141.80 ± 24.83 g) (P < 0.05). This enhancement in growth was not due to a better feed conversion ratio (1.16 ± 0.31 vs. 1.20 ± 0.28) (P > 0.05). At the end of the feeding period of 90 days, 9.67% less feed containing L-carnitine was consumed by fish as compared to the control diet. The carnitine-supplemented diet promoted rapid growth (7.77% more than the control diet). The final total weight of the carnitine-fed group was also greater (10.022 ± 0.83 kg m⁻³) than that of the control group (8.933 ± 0.91 kg m⁻³) (P > 0.05).

Key Words: L-carnitine, Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*

Giriş

L-carnitine; Gulewitsch ve Krimberg (1) tarafından 1905'de etten izole edilmesinden bu yana bir çok alanda yaygın olarak kullanılmış ve çalışılmıştır (2,3). L-carnitine hayvansal kaynaklı bir besin bileşenidir. Doğada özellikle koyun, kuzu, sığır ve domuz etinde bulunurken bitkisel kaynaklarda iz miktarda bulunmaktadır (4). Aslında et ve et ekstraktından elde edilen L-carnitine (γ -trimethylamino β -hydroxybutyricacid) bir çeşit vitamin olarak kabul edilmektedir (4).

Balık biyologları L-carnitine ile ilk kez; Bilinsky ve Jonas (5)'in kuluçka ortamında alabalık mitokondrisinde uzun zincirli yağ asitlerinin oksidasyonunu ve taşınmasını arttırdığını keşfetmelerinden sonra ilgilenmeğe başlamışlardır. Balık yetiştiriciliğinin bir çok safhasında denenmeğe başlanan L-carnitine'nin; spermatogenezisi teşvik ettiği, soğuğa karşı direnci arttırdığı (4), larva yetiştiriciliğinde mortaliteyi azalttığı (6), amonyağın toksisitesinden koruduğu (7), yemden daha iyi yararlanma, yüksek protein içeriği ve proteinden yararlanma oranında artış ve çevresel (özellikle stres

üreten) faktörlere gösterilen toleransta yükselme sağladığı saptanmıştır (8).

Yetiştiricilik çalışmalarında yeme dışarıdan carnitine eklenmesi ile lipid oksidasyonunda enerji kullanımının etkinliğinin ve dolayısıyla besi performansının arttığı ispatlanmıştır (9,10). Farklı ortamda yapılan bir çok çalışma ile yemlerine L-carnitine eklenerek akvaryumlarda beslenen levreklerin (11), tanklarda beslenen mercan balıklarının (12) ve sazanların (8) naylon hapa kafeslerde beslenen beyaz karideslerin (*Penaeus indicus*) (13) ve resirküle sistemlerde büyütülen çizgili levrek melezlerinin (14) büyümelerinin L-carnitine eklenmesinden pozitif yönde etkilendiği kanıtlanmıştır. Buna karşın bazı araştırmacılar L-carnitine destekli yemle beslenen bazı türlerin, örnek olarak havuzlarda yetiştirilen Atlantik salmonlarının (15), gökkuşuğu alabalıklarının (16) ve kanal kedi balıklarının (17) büyümelerinde önemli bir etki yapmadığını tespit etmişlerdir. Her ne kadar carnitine'nin balık büyümesini nasıl arttırdığı tam açık bir şekilde bilinmese de genel olarak yağ asidi oksidasyonunu stimule ettiği ve yağların hareketi ile proteinden yararlanma oranını ve sonucunda da büyümeyi arttırdığı kabul edilmektedir (10). Bu noktadan yola çıkan Jayaprakas ve Sambhu (13) yemlerine L-carnitine eklenen *Penaeus indicus*'larda lipid katabolizmasının arttığı, enerjinin daha iyi kullanıldığı ve saklanan proteinin büyüme ve anabolik prosesler için kullanılabilme olanağının yükseldiğini ortaya çıkarmışlardır.

Yetiştiricilikte verilen yemin ete çevrilmesi veya yemden yararlanma düzeyinin iyileştirilmesi; üzerinde en çok durulan konulardan biridir. Zira yem kullanmadaki başarı tüm yetiştiricilik prosesleri içinde başarıyı en çok etkileyen faktörlerin başında gelir. Becker ve ark. (18)

tilapya yetiştiriciliğinde L-carnitine kullanımı ile % 13,3 oranında daha az yem kullanarak her 1 kg yem için 0,21 kg yem tasarrufu sağlamışlardır. L-carnitine pahalı bir katkı maddesi gibi düşünülmesine rağmen L-carnitine'li yem için sadece 2,5 cent ek maliyete gereksinim duyulurken, yapılan tasarrufun 6,5 cent dolayında olması hem yetiştiricilik açısından hem de ekoloji açısından oldukça önemli bulguları işaret etmektedir (18). Zira Becker ve Focken (8) yaptıkları bir denemede L-carnitine kullanımının sazanlarda % 10 daha az oksijen gereksinimi sağladığını ve bununla birlikte % 15 daha az azotlu atık oluşumuna neden olduğunu saptamışlardır. Bu bulgular intensif yetiştiricilik (özellikle kapalı devre) sistemlerinde göl yada göletlerde yapılan kafeste balık yetiştiriciliği açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada 90 günlük besleme süresi içinde Nil tilapyelerinin beslenmesinde kullanılan ticari sazan yemi ile bu yeme 500 mg/kg L-carnitine katılarak elde edilen yemin kafes koşullarında, büyüme performanslarına etkileri karşılaştırılmıştır. Böylece L-carnitine'nin büyüme hızı, besi performansı ve pazar boyuna ulaştırma süresi gibi kavramlara ne ölçüde katkı getirebileceği saptanmağa çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Yem Hazırlama

Tablo 1'de içeriği gösterilen ticari sazan yemine 500 mg/kg L-carnitine saf su içinde çözülerek pulverize edilmiş ve daha sonra yem kuru ve serin bir ortamda kurutulmuştur. Araştırmada kontrol grubuna normal (% 45 ham protein içerikli) yem verilirken, diğer gruba da L-carnitine destekli yem verilmiştir. Yemleme günde 3 kez elle yapılmıştır.

Tablo 1. Denemede kullanılan ticari sazan yeminin besin içeriği. (Çamlı Yem San ve Paz. A.Ş.)

Temel Besin Değerleri			Amino Asitler		Vitaminler		
Nem	max	12	Lisin	min 2	Vitamin A	IU/kg	10000
Ham Protein	min	45	Methionine	min 1	Vitamin D ₃	IU/kg	2000
Ham Selüloz	max	3	Sistin	min 1.2	Vitamin E	IU/kg	150
Ham Kül	max	13			Vitamin C	mg/kg	100
Sindr. Enerji kcal/kg		3535			Vitamin B ₂	mg/kg	24
					Vitamin B ₁₂	mg/kg	0.02
					Vitamin K	mg/kg	49
					Inositol	mg/kg	2000
					Choline	mg/kg	24
Makro Elementler							
Kalsiyum	min/max	1.3					
Toplam Fosfor	min	2.5					
Sodyum	min/max	0.15/0.3					

Deneysel Balıklar

Nil Tilapyası (*Oreochromis niloticus*) Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Tatlısu Balıkları Üretim ve Araştırma merkezinden elde edilmiştir. Kışlatılmış balıklar karışık cinsiyet olarak (erkek ve dişi birlikte) stoklanmıştır. Temmuz ayı ortalarında yaklaşık 9 g'lık yavrular kafeslere stoklanmış ve 90 gün süreyle beslenmiştir.

Yetiştiricilik Sistemi

Deneysel üretim Seyhan Baraj Gölünde Ç.Ü.S.Ü.F ile birlikte çalışmalar yapan özel bir işletmenin kafes ünitelerinde gerçekleştirilmiştir. Deneme amaçlı hazırlanan 1 m³'lük kafeslerde 12 mm'lik düğümsüz ağ kullanılırken, stok yoğunluğu 66 adet/m³ (yaklaşık 600 g/m³) olarak tutulmuştur. Denemede 2 uygulama 2 tekerrürlü olarak planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 10 m derinliğe sahip bir koyda bataryalar üzerine kurulan kafeslerde gerçekleştirilen deneme boyunca gölün su sıcaklığı ölçülmüş ve kaydedilmiştir (Şekil 1).

Ölçme ve Değerlendirme

Gruplar arasındaki farkı belirlemek, canlı ağırlık artışları, yemden yararlanma oranları ve toplam canlı ağırlık kazançları gibi performans değerlerini ortaya çıkarmak için 15 günde bir ölçüm ve tartım yapılmıştır. Her örneklemede grupların % 30'u tartılmıştır. Deneme sonunda hesaplamalar için ölüm oranları göz önünde bulundurulmuştur.

İstatistiksel Değerlendirme

Deneme grupları arasındaki ağırlık artışı, günlük canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme oranları bakımından oluşan fark, SPSS paket programı kullanılarak, varyans

analizi yapılmış ve % 5 önem seviyesinde t-testi ile değerlendirilmiştir.

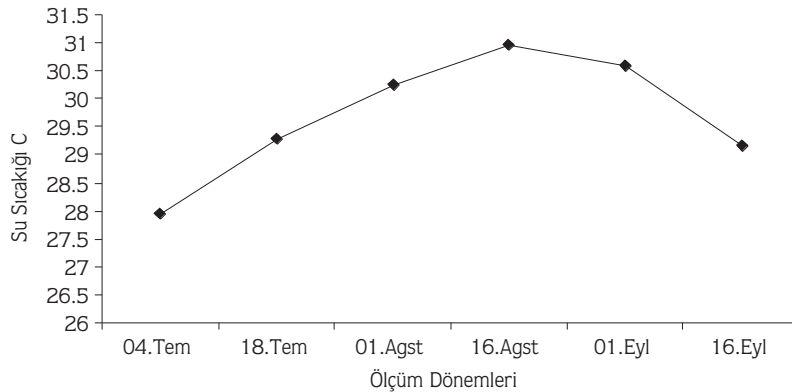
Bulgular

90 günlük beslenme dönemi sonunda L-carnitine eklenen yemle beslenen grubun canlı ağırlık artışı kontrol grubuna göre daha yüksek olmuştur. Deneme boyunca yapılan ölçümler sırasında 30. günde % 14,5'lere kadar çıkan fark, deneme sonunda % 7,09 civarında gerçekleşmiştir. Ortalama olarak L-carnitine'li yemle beslenen grup 151,86± 27,19 g'a ulaşırken kontrol grubu ise 141,80± 24,83 g'da kalmıştır (P<0,05) (Şekil 2).

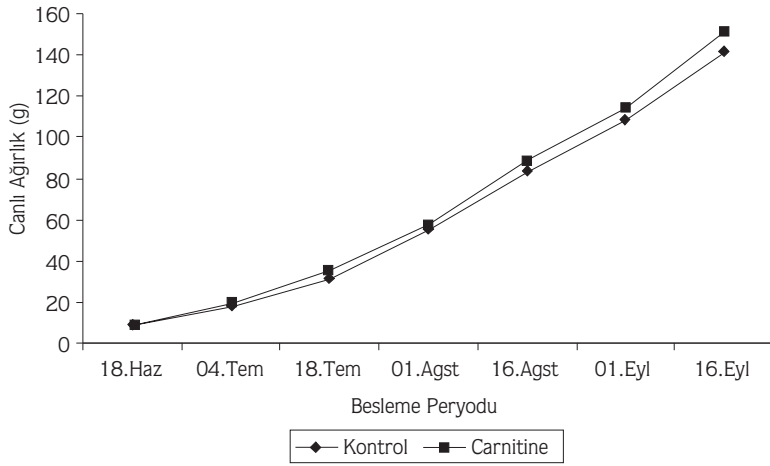
Günlük canlı ağırlık artışı bakımından gruplar karşılaştırıldığında denemenin 60. gününde gruplar arasındaki fark biraz açılmış (2,075 ve 1,876 g/gün) olmasına rağmen, 90. güne doğru gidilirken bu fark kapanmış ve L-carnitine ile desteklenen grup 1,586±0,65 g/günlük canlı ağırlık artışına ulaşırken, kontrol grubunun da 1,475±0,60 g/gün'lük canlı ağırlık artışı sağladığı saptanmıştır. (P>0,05) (Şekil 3).

Denemede karşılaşılan toplam ağırlık kazançlarına bakıldığında, iki grubun arasındaki farkın % 12,19 oranında olduğu, L-carnitine'li yemle beslenen grubun 10,022±0,83 kg/m³'lük verimine karşılık kontrol grubundan 8,933±0,91 kg/m³'lük bir ürün elde edilmiştir (P> 0,05) (Tablo 2).

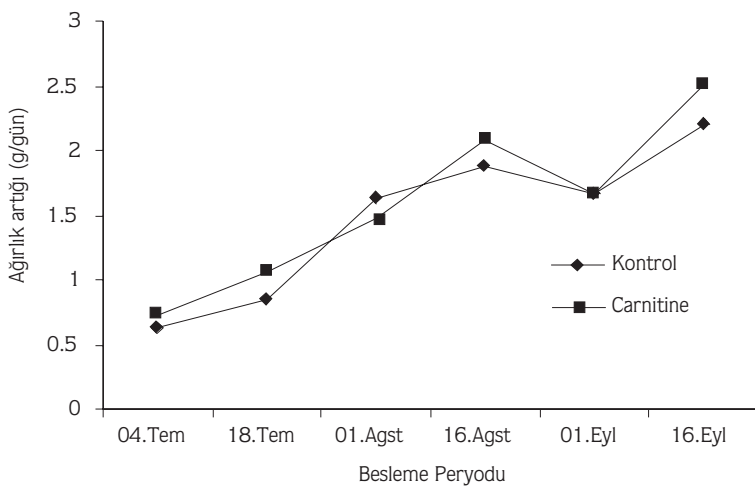
Yem değerlendirme oranı bakımından iki grup karşılaştırıldığında, denemenin 30. gününde farkın % 20 civarı gibi bir hayli yüksek değerlere ulaşmasına karşın 60. günde fark neredeyse sifıra düşmüştür. Ancak denemenin 90. gününde gruplar arasındaki fark % 3,44 civarında gerçekleşmiştir. L-carnitine'li yemle beslenen



Şekil 1. Ölçüm Dönemlerine ait su sıcaklıkları



Şekil 2. Denemede Elde Edilen Canlı Ağırlık Artışları



Şekil 3. Grupların Günlük Canlı Ağırlık Artışı.

Tablo 2. Deneysel (L-carnitine eklenen ve eklenmeyen) yemlerle 90 gün süreyle beslenen Nil tilapyalının (*O.niloticus*) büyüme performansları

Performans Ölçümleri	Kontrol	L-carnitine Destekli	Fark (%)
İlk Stoklama			
Toplam Ağırlık (kg/m ³)	0,596	0,597	0,00
Ort.Canlı Ağırlık (g)	9,037±3,42	9,050±2,79	0,14
Hasat			
Toplam Ağırlık (kg/m ³)	8,933±0,91 ^a	10,022±0,83 ^a	12,19
Ort. Canlı Ağırlık (g)	141,80±24,83 ^a	151,86±27,19 ^b	7,09
Kazanç			
Toplam Net Ağırlık Kazancı (kg/m ³)	8,364	9,425	12,68
Ort. Canlı Ağırlık (g/balık)	132,76	142,81	7,62
Günlük Canlı Ağırlık Artışı (g/gün)	1,475±0,60 ^a	1,586±0,65 ^a	7,52
Yem Değerlendirme Oranı	1,20±0,28 ^a	1,16±0,31 ^a	3,44
Canlı kalma oranı (%)	95,50±2,12 ^a	100±0,00 ^a	4,50

Ortalamalar arasındaki farklılıklar küçük harflerle gösterilmiştir (P<0,05).

grup $1,16 \pm 0,31$ 'lik bir yem değerlendirme oranına ulaşırken kontrol grubundan $1,20 \pm 0,28$ 'lik bir yem değerlendirme oranı elde edilmiştir ($P > 0,05$) (Şekil 4).

Denemede herhangi bir hastalık gözlenmemekle birlikte L-carnitine destekli grupta ölüm olayına rastlanmazken sadece kontrol grubunda değişik zamanlarda % 4,5 oranında (ortalama 3 adet) ölüm kaydedilmiştir ($P > 0,05$) (Tablo 2).

Tartışma

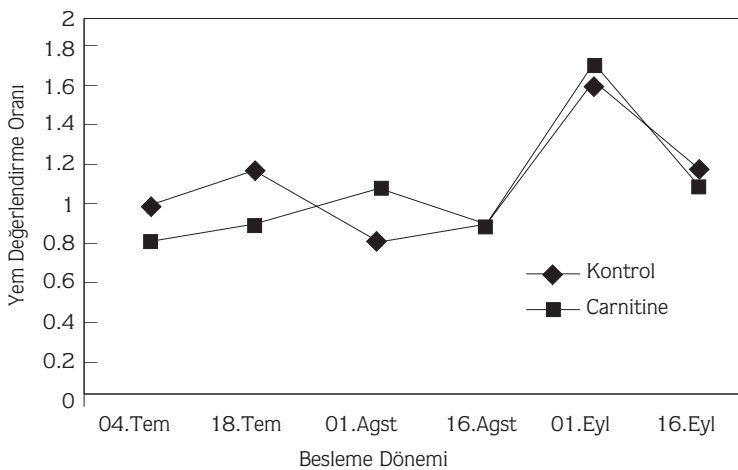
Denemede gözlenen en önemli bulgu yeme eklenen L-carnitine'nin tilapiaların büyümesini pozitif bir biçimde (% 7,09 oranında) etkilemiş olmasıdır. Bir çok araştırmacının da bildirdiği gibi L-carnitine farklı oranlarda olmakla birlikte, bir çok balık türünde önemsenecek düzeylerde gelişmeyi artırmıştır. Santulli ve D'Amelio (11) deniz levreklerinin % 29 oranında, Becker ve Focken (8) sazanların % 3,1 ile 6,1 arasında, Torreele ve ark (9) Afrika kedi balıklarının % 7,8 ile 14,6 arasında, Jayaprakas ve ark. (19) Mozambik tilapyalılarının % 16,1 oranında, Becker ve ark. (18) *O. aureus* x *O. niloticus* melezlerinin % 18,5 oranında daha yüksek canlı ağırlık artışına ulaştıklarını bildirmişlerdir.

Kafes sistemlerinde kısa sürede pazar boyuna ulaşmak ya da süreyi daha etkin kullanmak son derece önemlidir. Zira ılıman veya subtropik bölgelerde tilapya gibi tropik kökenli balıkların yetiştiriciliği sadece bir mevsim ile sınırlıdır (20). Bu açıdan bakıldığında da L-carnitine tilapya yetiştiriciliğinde önemli bir gündem kazandığı görülmektedir. Bir çok araştırmacı tarafından soğuğa karşı toleransını artırmak amacıyla tilapya yüksek yağ

içerikli yemlerle beslenmiştir. Ancak tilapyalıların bu yüksek yağ içeriğinden gerektiği gibi yararlanamadıkları yada yüksek yağ düzeyinin tilapyalıların pozitif yönde etkileyemediği bildirilmiştir (21). Bu açıdan bakıldığında L-carnitine'nin tilapya için önemli bir yararı daha ortaya çıkmaktadır. Bu da L-carnitine'nin yemdeki yağ içeriğinden daha etkin yararlanmasını sağlamasıdır (4). Belki de L-carnitine destekli yemlerle beslenen tilapya yağın daha efektif kullanımı ile soğuğa karşı toleranslarını biraz daha geliştirebileceklerdir. Şu anda bu konuda araştırma yapılmasına gereksinim duyulmaktadır.

Kafeslerde yaptığımız denemede L-carnitine destekli yemle beslenen grubun ulaştığı $1,586$ g/günlük canlı ağırlık artışı, kontrol grubunun ulaştığı değerden ($1,475$ g/gün) az da olsa yüksek bulunmuştur. Becker ve ark. (18) melez tilapyalıların tankta besledikleri çalışmada 149 günde L-carnitine ile destekledikleri grubun $32,3$ g' dan $225,2$ g ortalama canlı ağırlığa ve $1,339$ g/günlük bir canlı ağırlık artışına ulaşırken, kontrol grubunun $1,13$ g/gün'lük bir artış sağlaması, denememizdeki her iki grup arasında oluşan farkı destekler niteliktedir.

Denemede büyüme ve yem değerlendirme oranı açısından farkın karşılaştırılması sonucunda ortaya çıkan bulgulardan biri de L-carnitine katkılı yemlerle beslenen grubun, denemenin 83. gününde kontrol grubunun 90 günde ulaştığı final ağırlığına ulaşmasıdır. Yani her iki grup arasında 90 günlük bir periyotta yedi günlük bir fark oluşmuştur. Başka bir deyişle L-carnitine grubunun % 7,77 oranında daha hızlı gelişme gösterdiği gözlemlenmiştir. Böylece son hafta gruplara verilen yaklaşık 2000 gramlık yemden tasarruf sağlanmıştır. Bu da toplam harcanan yemden % 9,67 oranında tasarruf



Şekil 4. Denemede Elde Edilen Yem Değerlendirme Oranı

sağlanması anlamına gelmektedir. L-carnitine için yapılan harcama (300 DM/kg) göz önüne alındığında toplam tasarruf % 8,38 oranında olmuştur. Ekolojik açıdan bakıldığında da L -carnitine kullanımı ile özellikle kafes balıkçılığı gibi doğayla iç içe olan sistemlerde daha az yem kullanılmasından dolayı göl ortamına azotlu ve fosforlu bileşikler bakımından daha az yükleme yapılmıştır.

Yem değerlendirme oranı bakımından bakıldığında L-carnitine eklenen yemle beslenen grubun 1,16'lık bir yem değerlendirme oranı ile kontrol grubundan (1,208) az olmakla beraber bir miktar daha iyi olduğu saptanmıştır ($P>0,05$). Bir çok araştırmacının L-carnitine'nin yem değerlendirme oranını düşürdüğü konusunda çeşitli saptamaları vardır. L-carnitine destekli yemle besleme yapan, Becker ve Focken (8) sazanların % 3,5 ile 7,1 arasında, Torreale ve ark. (9) Afrika kedi balıklarının % 5,3 ile 9,3 arasında, Becker ve ark. (18) *O. aureus* x *O. niloticus* melezlerinin de % 11,3 civarında yem değerlendirme oranlarında düşme sağladıklarını bildirmişlerdir.

Yapılan birçok vücut analizleri ile doğada serbest yaşayan balıkların çiftliklerde yetiştirilenlerden daha yüksek oranda L-carnitine seviyesine sahip oldukları saptanmıştır. Doğada bulunan bu bulgular besin kaynakları ile çok yakından ilintilidir (4). Bundan dolayı belki de doğal besinlerin üstün olmasını sağlayan etkenlerden biri olan L-carnitine'nin balık yetiştiriciliğinde yeme eklenmesinin pozitif etkilerinden yararlanmak oldukça pratik olacaktır.

Sonuç olarak kafes ortamında tilapya yetiştiriciliğinde yeme belli ölçülerde L-carnitine katılmasının özellikle canlı ağırlık artışını yükselttiği ve belli düzeylerde yem değerlendirme oranını düşürdüğü saptanırken, besi süresinin daha rasyonel kullanılması gibi konularda yetiştiriciye bazı avantajlar sunabileceği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

- Gulewitsch, W.S., Krimberg, R.: Zur Kenntnis Der Extraktivstoffe Der Muskeln: II. Mitteilung über das carnitin. "Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. 1905; 45: 326.
- Thomsen, J.H., Shug, A.L., Yap, V.U., Patel, A.K., Karras, T.J., De Felice, S.L.: Improved Pacing Tolerance of the Ischemic Human Myocardium after Administration of L-carnitine. Am. J. Cardiol. 1979; 43: 300–306.
- Kobayashi, A., Suzuki, Y., Kamikawa, T., Hayashi, H., Masumura, Y., Nishihara, K., Abe, M., Yamazaki, N.: Effects of L-carnitine on Ventricular Arrhythmias after Coronary Perfusion. Jpn. Circ. J. 1983; 47: 536–542.
- Anonymous.: L-carnitine in Animal Nutrition. Carniking and Carnifeed. L-carnitine Folder. Lonza Ltd. p. 105. 1996
- Bilinski, E., Jonas, R.E.E.: Effects of Coenzyme A and L-carnitine on Fatty Acid Oxidation in Rainbow Trout Mitochondria. J. Fish. Res. Board Canada. 1970; 27: 857–864.
- Martinez-Tapia, C. Fernandez-Pato C.: Use of Fat, Carnitine and Vitamin E in the Ongrowing of Turbot (*Scophthalmus maximus* L.). "World Aquaculture 93" Int. Conf. Torremolinos (Spain). Marine Fish Sec. Posters, 26-28 May 1993 p. 412
- Tremblay, G.C., Bradley, T.M.: L-carnitine Protects Fish against Acute Ammonia Toxicity. Comp. Biochem. Physiol. 1992; C101: 349-351.
- Becker, K., Focken, U.: Effect of Feed Supplementation with L-carnitine on Growth, Metabolism and Body Composition of Carp (*Cyprinus capio* L.). Aquaculture 1995; 129: 341-343.
- Torreale, E., Van Der Sluizen, A., Verreth, J.: The Effect of Dietary L-carnitine on the Growth Performance in Fingerlings of the African Catfish *Clarias gariepinus* in Relation to Dietary Lipid. Br. J. Nutr. 1993; 69: 289–299.
- Chatzifotis, S., Takeuchi, T., Seikai, T.: The Effect of Dietary L-carnitine on Growth of Red Sea Bream *Pagrus major* Fingerlings at Two Levels of Dietary Lysine. Aquaculture 1996; 147: 235–248.
- Santulli, A., D'Amelio, V.: Effects of Supplemental Dietary Carnitine on Growth and Lipid Metabolism of Hatchery-Reared Sea Bass *Dicentrarchus labrax* L. Aquaculture 1986; 59: 177–186.
- Chatzifotis, S., Takeuchi, T., Seikai, T.: The Effect of Dietary L-carnitine on Growth Performance and Lipid Composition in Red Sea Bream Fingerlings. Fish. Sci. 1995; 61: 1004–1008.
- Jayaprakas, V., Sambhu, C.: Growth responses of white prawn, *Penaeus indicus*, to dietary L-carnitine. Proc 4th Asian Fisheries Forum, Conf. dated Oct. 16-20, 1995, p 104.
- Twibell, R.G., Brown, P.B.: Effects of Dietary Carnitine on Growth Rates and Body Composition of Hybrid Striped Bass (*Morone saxatilis* male x *M. chrysops* female). Aquaculture 2000; 187: 153-161.
- Ji, H., Bradley, T.M., Tremblay, G.C.: Atlantic Salmon *Salmo salar* fed L-carnitine Exhibit Altered Intermediary Metabolism and Reduced Tissue Lipid, But No Change in Growth Rate. J. Nutr. 1996; 126: 1937–1950.

16. Rodehutscord, M.: Effects of Supplemental Dietary L-carnitine on Growth and Body Composition of Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* Fed High-Fat Diets. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 1995; 73: 276–279.
17. Burtle, G.J., Liu, Q.: Dietary L-carnitine and Lysine Affect Channel Catfish Lipid and Protein Composition. J. World Aquacult. Soc. 1994; 25: 169–174.
18. Becker, K., Schreiber, S., Angoni, C.: Blum, R., Growth Performance and Feed Utilization Response of *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus* Hybrids to L-carnitine Measured Over a Full Fattening Cycle Under Commercial Conditions. Aquaculture 1999; 174: 313–322.
19. Jayaprakas, V., Sambhu, C., Kumar, S.S.: Effect of Dietary L-carnitine on Growth and Reproductive Performance of Male *Oreochromis mossambicus* Peters. Fish. Technol. 1996; 32: 84–90.
20. Tidwell, H.J., Coyle, S.D., Vanarnum, A., Weibel, C., Harkins, S.: Growth, Survival, and Body Composition of Cage-Cultured Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* Fed Pelleted and Unpelleted Distillers Grains with Freshwater Prawn *Macrobrachium rosebergii*. W.A.S. Magazine. 2000; 31: 627-631.
21. Viola, S. Arieli, Y.: Nutrition Studies with Tilapia Hybrids. 2. The Effects of Oil Supplements to Practical Diets for Intensive Aquaculture. Isr. J. Aquacult.-BAMID; 1983; 35: 44-52.