

Nannochloropsis oculata (Eustigmatophyceae)'nin Besin Olarak *Melicertus kerathurus* (Forskal, 1775) Larvaları'nda Kullanılması

*Gürel Türkmen, Aynur Lök, Serpil Serdar

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye
*E mail: gurel.turkmen@ege.edu.tr

Abstract: *Utilization of Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyceae) as diet on *Melicertus kerathurus* (Forskal, 1775) larvae. *Nannochloropsis oculata* is widely used as live microalgae for larval rearing (for rotifer production and into larval tanks) in many marine fish hatcheries because of its high nutritional value on eicosapentaenoic acid EPA, 20:5(n-3) and arachidonic acid ARA, 20:4(n-6). However, *N. oculata* has not been used as shrimp larvae feed and reports them to shrimp larvae are very scarce. The aim of the present study was to evaluate whether *N. oculata* could be used as monoalgal diet for *Melicertus kerathurus* larvae, compared to *Chaetoceros calcitrans* commonly used in shrimp hatcheries. Larval development index and survival rate of *M. kerathurus* larvae fed five different (100, 150, 200, 250, and 300 x 10³ cell/ml) densities of *N. oculata* were estimated. The experiments were stopped when ≥ 50% of the larvae fed the control diet of *C. calcitrans* metamorphosed to Mysis 1. Survival rates were resulted as 74.6% in control group fed *C. calcitrans* and recorded between 27.3-40.6% in experimental groups. Larvae fed on *N. oculata* were considerably delayed in development as compared to those fed on *C. calcitrans*. In larval development analysis, feeding of *C. calcitrans* to Mysis 1 resulted in average development index 3.7, but in experimental groups was ranged from 2.0 to 2.3. In experimental group, although there was no difference (P > 0.05) in survival rate of larvae, regardless of their feeding density, development index of larvae fed 200 and 250 x 10³ of *N. oculata* densities was higher (P < 0.05) than those fed 100, 150 and 300 x 10³ densities.

Key Words: *Nannochloropsis oculata*, *Melicertus kerathurus*, larvae, diet.

Özet: *Nannochloropsis oculata*, eicosapentaenoic asit EPA, 20:5(n-3) ve arachidonic asit ARA, 20:4(n-6) içeriğince zengin besin değerinden dolayı bir çok deniz balıkları kuluçkahanesinde larva yetiştiriciliğinde (rotifer üretiminde ve larva tanklarında) canlı mikroalg olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, *N. oculata* karides larva beslenmesinde kullanılmamaktadır ve bu konu ile ilgili çalışmalar çok sınırlıdır. Bu çalışmadaki amaç *N. oculata*'nın *Melicertus kerathurus* larvalarının beslenmesinde tek başına besin olarak uygun olup olmayacağını karides kuluçkahanelerinde yaygın olarak kullanılan *Chaetoceros calcitrans* türü ile karşılaştırarak değerlendirmektir. Beş farklı (100, 150, 200, 250 ve 300 x 10³ hücre/ml) yoğunlukta beslenen *M. kerathurus* larvalarının gelişim indeksleri ve yaşama oranları belirlenmiştir. Denemeler kontrol besini *C. calcitrans* ile beslenen larvaların %50'sinden fazlasının Mysis 1 olduğunda sonlandırılmıştır. Yaşama oranı kontrol grubunda %74.6 olarak gerçekleşmiş deneme gruplarında %27.3–40.6 arasında kaydedilmiştir. *N. oculata* ile beslenen larvaların gelişimlerinde *C. calcitrans* ile beslenenlere oranla kayda değer bir gerileme görülmüştür. Larval gelişim analizlerinde *C. calcitrans* ile beslenen larvaların ortalama gelişim indeksleri 3.7 ile Mysis 1'de sonuçlanırken deneme grubunda 2.0–2.3 arasında değişmiştir. Deneme gruplarında beslenme yoğunlukları ne olursa olsun yaşama oranları arasında fark bulunmazken (P > 0.05), 200 ve 250 x 10³ hücre/ml yoğunlukta beslenen larvaların gelişim indeksleri 100, 150 ve 300 hücre/ml yoğunlukta beslenen larvalarından daha büyük (P < 0.05) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Nannochloropsis oculata*, *Melicertus kerathurus*, larva, diet.

Giriş

Karides larva besleme çalışmalarının temel amaçlarından birisi de yüksek yaşama ve hızlı bir büyüme oranı sağlayabilen, aynı zamanda ekonomik ve kullanımı pratik olan yem kaynakları geliştirmektir (Kumlu, 1999). Geleneksel ve yaygın penaeid larva yetiştiriciliğinde başlıca kullanılan canlı yemler mikro-algler ve *Artemia*'dir. Omnivor beslenme özelliğine sahip olan penaeid karidesler, besin keselerini tükettikleri nauplius (N) aşamasından sonra, protozoa (PZ) döneminde mikro-algler, mysis (M) dönemlerinin başlarında ve postlarval (PL) dönemlerinde ise *Artemia* ile beslenirler. Penaeid karides larva yetiştiriciliğinde en çok kullanılan mikroalg cinsleri; *Chaetoceros*, *Tetraselmis*, *Skelotenema*, *Thalassiosira*, *Phaeodactylum*, ve *Isochrysis*'tir (Duerr ve diğ. 1998). Bununla birlikte, karides larva beslenmesinde

kullanılan mikro-alg türlerinin kültürü ve üretimi işçilik ve altyapı bakımından karmaşık olması yanı sıra maliyetin %30-50'sini oluşturmaktadır (Jeffrey ve Garland 1987).

N. oculata, Eustigmatophyceae sınıfında yer alan ve önceleri yanlışlıkla *Chlorella* olarak tanımlanan, besin içeriği (kuru ağırlık) olarak % 5.2'si karbonhidrat % 20'si protein ve % 11.'i yağ olan eicosapentaenoic acid (20:5n-3, EPA) ve arachidonic asit (20:4n-6, ARA) içeriği zengin (Brown 1991, Volkman ve diğ. 1993), ayrıca hastalıklara karşı dirençte etkili B₁₂ vitaminince zengin (Okachi ve diğ. 1990) 2-5 µm boyutlarında tek hücreli mikro-alg'dir (Tablo 1). *N. oculata* deniz balıkları yetiştiriciliğinin yapıldığı birçok kuluçkahane özellikle rotifer beslenmesinde, yeşil-su tekniği uygulamalarında ve bazı kabuklu türlerinin larval dönemlerinde besin olarak kullanılan mikro-alg türlerinin başında gelmektedir (Duerr ve diğ. 1998, Liao ve diğ. 2001).

Tablo 1. *N. oculata*'nın Besin Profili (Brown 1991; Volkman ve diğ. 1993).

Besin İçerikleri	Kuru Ağırlık (%)	Şeker Komp.	Polisak. (%)	Zorunlu Amino Asid.	Amino Asid (%)	Doymamış Yağ Asidleri	Yağ Asid. (%)
Tot. karbonhid.	5.2	Arabinose	0.7	Arginine	9.6	16:2(n-7)	0.8
Mono/Oligosak.	0.8	Fucose	7.0	Histidine	2.5	16:2(n-4)	0.1
Polisakkarid	4.4	Galactose	6.3	Isoleucine	4.9	16:3(n-4)	0.2
Total protein	20	Glucose	60.6	Leucine	6.4	18:2(n-9)	0.3
Total lipid	11	Mannose	3.7	Lysine	5.4	18:2(n-6)	2.0
Polar lipidler	10.3	Rhamnose	10.4	Methionine	2.6	18:3(n-6)	0.3
Triasilgliseroller	0.2	Ribose	6.4	Phenylalanine	6.4	18:3(n-3)	0.1
Steroller	0.5	Xylose	4.8	Proline	7.1	20:3(n-6)	0.4
Klorofil a	1.6			Threonine	6.3	20:3(n-3)	0.1
				Tryptophan	1.7	20:4(n-6)	8.8
				Valine	5.7	20:5(n-3)	28.8
						22:6(n-3)	-

Bugüne kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde, *N. oculata* türünün karides larvalarında besin olarak kullanımı ile ilgili oldukça kısıtlı çalışmanın var olduğu görülmüştür. D'Souza ve diğ. (2000) çalışmalarında, *N. oculata*'yı *Penaeus monodon* larvalarının beslenmesinde canlı ve konsantre (pasta) olarak iki farklı formda kullanmışlar, ancak larvalarda yaşama oranı ve larval gelişim üzerinde olumlu bir gelişim kaydetmemişlerdir. Bu çalışmaya paralel olarak Kaya ve Gokoglu (2006), *Penaeus semisulcatus* türünde yaptıkları çalışmada, *N. oculata* ile beslenen larvalarda gelişim kaydetmemişlerdir. Buna karşın, Carrillo-Sanchez ve diğ. (2001), *N. oculata*'yı *Chaetoceros muelleri* ve *Dunaliella* sp. türleri ile karışık besin olarak *Litopenaeus stylirostris* larvalarında kullandıklarında boyca büyüme ve yaşama oranlarında en iyi sonucu bu gruptan elde etmişlerdir. Çalışmamızda, su ürünleri yetiştiriciliğinin yapıldığı birçok kuluçkahanede nispeten yaygın olarak üretilen ve erişimi kolay bir mikro-alg türü olan *N. oculata*'nın Akdeniz'de geniş dağılıma sahip *Melicertus kerathurus* türünün larval dönemlerinde (Protozoa) besin olarak kullanılabilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 03.08.2005–08.08.2005 tarihleri arasında E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Urla Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yürütülmüştür.

Çalışmada kullanılan mikro-alg türleri, *Chaetoceros calcitrans* ve *Nannochloropsis oculata*, E.Ü. Su Ürünleri Fak. Urla Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde var olan stok kültürlerden elde edilmiştir. Mikro-alg kültüründe yarı-sürekli kültür yöntemi (Brown ve diğ. 1993) uygulanmış ve Walne besin ortamı kullanılmıştır. Kültürde kullanılan deniz suyu 1 µm kartuş filtreden ve UV'den geçirilmiştir. Türler 50 lt'lik fiberglas tanklarda 24 saat 40 W florasan aydınlatma altında kültüre alınmış ve 4.-5. günde artış fazında (exponential) iken hasat edilip kullanılmıştır. Mikro-alg sayımında Neubauer sayma kamarası kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan karides anaçları, İzmir Sahil Evleri'ndeki balıkçılardan temin edilmiştir. Yumurta alımı 1 m³'lük tanklarda gerçekleştirilmiş olup çalışmada tek bir anaçtan elde edilen yumurtalar kullanılmıştır. Deniz (suyu ‰ 37) 5 µm'lik kartuş filtre ve UV lambadan geçirildikten sonra

kullanılmıştır. Yumurta alımından sonra Nauplius 6 (N₆) aşamasındaki larvalar akvaryumlara 100 N₆/lt olacak şekilde 10'ar lt'ye 1000'er adet stoklanmış ve orta şiddette havalandırma 3 cm çaplı küresel hava taşı ile sağlanmıştır. Ayrıca cam akvaryumların yüzeyleri siyah naylon branda ile kapatılarak akvaryumlara ışık girişi engellenmiştir. Böylece ışığa bağlı mikro-alg yoğunluk değişimleri engellenmiştir. Çalışma süresince sabah (08.00) ve akşam (18.00) olacak şekilde günde iki kez su sıcaklığı (°C), oksijen (mg/L) ve pH ölçümleri yapılmıştır.

Çalışma 3 farklı deneysel gruptan oluşmuştur. 1. Grup'ta; larvalara hiç bir besin verilmemiş ve aç bırakılarak kullanılan deniz suyundan gelebilecek besin kaynaklarına bağlı larval gelişimin olup olmadığı araştırılmıştır. 2. Grup'ta; larvalar kontrol grubu olarak *Chaetoceros calcitrans* ile 100 x 10³ hücre/ml (D'Souza 2000) yoğunluğunda beslemeye tabii tutulmuşlardır. 3. Grup'ta; deneme grubunda ele alınan *N. oculata* türü 5 farklı yoğunlukta (100, 150, 200, 250, 300 x 10³) larvalara besin olarak verilmiştir. Her üç grup ve grup içi denemeler üç kez tekrarlanmıştır.

Çalışma boyunca her gün lavalaların gelişim dönemleri incelenmiştir. Her akvaryumdan rasgele 10 adet larva alınarak petri kabında mikroskop altında incelenerek larval aşamaları kaydedildikten sonra tekrar akvaryumlara konulmuştur. Larval dönemler Türkmen (2003) göre belirlenmiştir. Buna göre larvaların Gelişim İndeksleri Villegas ve Kanazawa (1979) göre hesaplanmıştır.

Gelişim İndeksi = A / Toplam Larva Sayısı

A: Σ (dönem değeri X dönemdeki larva sayısı)

PZ₁: 1, PZ₂: 2, PZ₃: 3, M₁: 4

Çalışmaya kontrol grubunda *C. calcitrans* ile beslenen larvaların %50'sinden fazlasının M₁ aşamasına geçmesi ile 5. gün bitiminde son verilmiştir. Akvaryumlardaki larvalar sayılarak gruplardaki yaşama oranları belirlenmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen verilerde varyansların homojenliği Levene Testi ile test edilirken normal dağılım için ise Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Bu varsayımlar karşılandığında varyans analizi (ANOVA) ile karşılanmadığında ise parametrik olmayan testlerden Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığı ortaya koymak içinde Dunnett's Testi kullanılmıştır (Zar 1996).

Bulgular

Çalışma süresince gruplar arasında su sıcaklığı, oksijen ve pH değerleri arasında fark görülmezken ortalama su sıcaklığı 27.3 ± 0.8 ve pH 8.3 ± 0.2 olarak belirlenmiştir. Oksijen değerleri ise 5 mg/l 'nin üzerinde kaydedilmiştir.

Aç bırakılan 1. gruptaki larvalar PZ₁ dönemde kalmış ve PZ₂ dönemine geçememişlerdir. *C. calcitrans* ile beslenen kontrol grubunda 2. günde larvaların hepsinin PZ₂ olduğu 4. günden itibaren M₁ olmaya başladıkları ve 5. günün sonunda büyük bir kısmının M₁ oldukları görülürken (Tablo 2) çalışma sonunda yaşama oranı $\%74.6 \pm 5.0$ olarak kaydedilmiştir. Buna karşın farklı yoğunluklarda *N. oculata* ile beslenen larvalarda 4. günde 200×10^3 hücre/ml yoğunlukta beslenen grup haricinde PZ₂ döneme geçemediği görülmüştür. Çalışma sonunda hiçbir yoğunluktaki besleme grubunda M₁ dönemine geçmiş larva gözlenmezken PZ₃ dönemine geçmiş larvalar çok az oranda da olsa $150, 200$ ve 250×10^3 hücre/ml

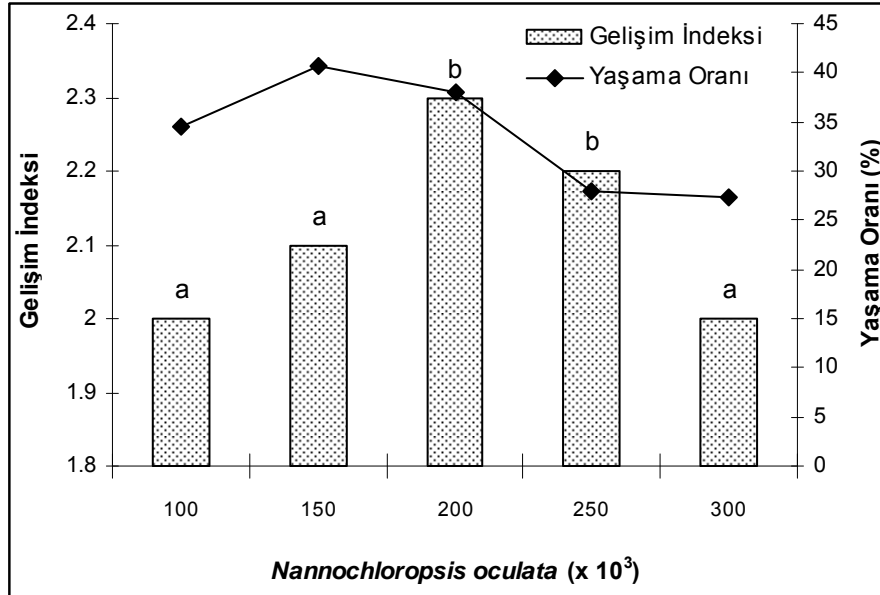
yoğunluklarındaki gruplarda belirlenebilmiştir. Ayrıca 100 ve 300×10^3 yoğunluklarındaki larvaların hepsinin PZ₂ döneminde kaldığı çalışma boyunca PZ₃ dönemine geçemediği görülmüştür (Tablo 2).

Deneme grubu kendi içinde karşılaştırıldığında gruplar arasında görülen yaşama oranları arasında istatistiksel olarak fark görülmez iken larvaların gelişim indeksleri arasında fark olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Bununla birlikte en yüksek yaşama oranı $\%40.6 \pm 3.5$ ile 150×10^3 hücre/ml yoğunlukta beslemeye tabii tutulan larvalarda en düşük yaşama oranı ise $\%27.3 \pm 2.9$ ile 300×10^3 hücre/ml yoğunlukta beslemeye tabii tutulan larvalarda görülmüştür. Larvalar gelişim indeksleri bakımından incelendiğinde en iyi gelişimin 200 ve 250×10^3 hücre/ml yoğunluklarında beslenen larvalarda görüldüğü $100, 150$ ve 300×10^3 yoğunluklarında beslenen larvaların gelişim indeksleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür.

Tablo 2. *C. calcitrans* ve *N. oculata* ile beslenen *M. kerathurus* Larvalarında Ortalama (\pm se) Gelişim İndeksi (n = 30).

Gün	<i>Chaetoceros calcitrans</i> (hücre/ml x 10 ³)		<i>Nannochloropsis oculata</i> (hücre/ml x 10 ³)				
	100	100	150	200	250	300	
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
1	1.1 \pm 0.05	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
2	2.0 ^a	1.1 \pm 0.05 ^b	1.1 \pm 0.05 ^b	1.3 \pm 0.08 ^b	1.2 \pm 0.07 ^b	1.1 \pm 0.05 ^b	
3	2.6 \pm 0.1 ^a	1.3 \pm 0.08 ^b	1.4 \pm 0.09 ^b	1.7 \pm 0.08 ^b	1.5 \pm 0.09 ^b	1.4 \pm 0.09 ^b	
4	3.2 \pm 0.07 ^a	1.7 \pm 0.08 ^b	1.8 \pm 0.07 ^b	2.0 \pm 0.08 ^b	1.9 \pm 0.05 ^b	1.7 \pm 0.09 ^b	
5	3.7 \pm 0.09 ^a	2.0 ^b	2.1 \pm 0.05 ^b	2.3 \pm 0.08 ^b	2.2 \pm 0.07 ^b	2.0 ^b	

PZ₁: 1, PZ₂: 2, PZ₃: 3, M₁: 4^a ve 5^b değerleri arasında istatistiksel fark vardır (P < 0.05).



Şekil 1. Farklı Yoğunluklarda *N. oculata* ile Beslenen *M. kerathurus* Larvalarında Gelişim İndeksi ve Yaşama Oranları Değişimleri.

Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonunda deneme grubunda *N. oculata* ile beslenen larvaların gelişim indeksleri ve yaşama oranları kontrol grubunda *C. calcitrans* ile beslenen larvalar ile

karşılaştırıldıklarında aralarında önemli oranda farkların olduğu görülmüştür. Deneme grubunda beşinci gün sonunda larvaların gelişim indeksleri 2.0–2.3 arasında kaydedilirken kontrol grubunda ikinci günde gelişim indeksi 2.0 ve üçüncü günde ise 2.6 olarak kaydedilmiştir (Tablo 2). Yine deneme

grubunda elde edilen yaşama oranları %27.3-%40.6 arasında değişirken kontrol grubunda kaydedilen yaşama oranı %74.6'dır. Bu sonuçlara paralel olarak Tobias-Quinitio ve Villegas (1982), *Chaetoceros calcitrans* ile beslenen *Penaeus monodon* larvalarının *Tetraselmis chuii* ile beslenenlere oranla daha hızlı bir gelişim gösterdiklerini ortaya koymuştur. *Metapenaeus ensis* türünde yapılan çalışmada da *Chaetoceros gracilis* en iyi sonucu vermiştir (Chu, 1989). D'Souza ve Loneragan (1999), yağ asidi profili bakımından dört farklı mikro-alg, *Chaetoceros muelleri*, *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis* sp. (T-iso) ve *Dunaliella tertiolecta*, türün üç farklı penaeid karidesi, *Marsupenaeus japonicus*, *Penaeus semisulcatus* ve *Penaeus monodon*, türünde larval yaşama oranı ve gelişimleri üzerine çalışmışlardır. Deneme sonucunda larvalarda gözlenen performansın larval beslemede kullanılan mikro-alg türlerinin besin değerlerine paralel olarak (*C. muelleri* \geq *T. suecica* $>$ T-iso $>$ *D. tertiolecta*) değiştiği gözlenmiştir. El-Dakar (2001), *Chaetoceros* sp. gibi diatom türleriyle beslenen karides larvalarında gözlenen olumlu performansın 4-5 μ m gibi küçük boyutlarda oluşlarına ve silis içermelerine bağlı olduğunu zira karides larvalarının kabuk gelişiminde silise ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir.

N. oculata'nın su ürünleri yetiştiriciliğindeki kuluçkahane uygulamalarında ve özellikle rotifer beslemesinde ve balık larva tanklarında yaygın olarak kullanılmasına karşın pratikte karides larva yetiştiriciliğinde kullanımına rastlanmadığı gibi deneysel çalışmalar da oldukça sınırlıdır. D'Souza ve diğ. (2000), *N. oculata*'yı canlı ve konsantre formda ve iki farklı yoğunlukta (50 ve 200 x 10³) besin olarak *Penaeus monodon* larvalarında çalışmışlardır. Çalışma sonunda larvaların dönem olarak PZ₁ de kaldıkları ve PZ₂'ye geçemediklerini buna ilaveten %5'in altında yaşama oranı kaydettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmaya paralel olarak Kaya ve Gokoglu (2006), *Penaeus semisulcatus* larvalarında PZ aşamasında *N. oculata* besin olarak verilmiş buna karşın aynı şekilde larvaların PZ₂ aşamasına geçemediklerini kaydetmişlerdir. Bununla birlikte bu çalışmada *Isochrysis galbana* ile beslenen larvaların M₁ aşamasında hepsinin öldüğü bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçlar irdelendiğinde önceki çalışmalardan farklı olarak *N. oculata* ile beslenen *M. kerathurus* larvalarının PZ₁ larval dönemden PZ₂ larval döneme geçebildiği hatta 150, 200 ve 250 x 10³ yoğunlukta beslenen larvalara az da olsa PZ₃ dönemine olan bireyler tespit edilmiştir.

Carrillo-Sanchez ve diğ. (2001), yaptıkları çalışmada *N. oculata*'yı *Litopenaeus vannamei* larvalarında *Chaetoceros muelleri* ve *Dunaliella* sp. ile karışık mikro-alg besini olarak denediklerinde diğer karışık besin grubu (*C. muelleri* + *Isochrysis* sp. + *Dunaliella* sp.)'na oranla büyüme ve yaşama oranlarında daha iyi sonuçlara ulaştıklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmalara bakıldığında *N. oculata*'nın karides larvalarında PZ aşamasında tek başına besin olarak kullanımının larval gelişme ve buna bağlı yaşama oranları bakımından tatmin edici sonuçlar vermediği buna karşı besin içeriği bakımından zengin olan bu mikro-alg karışık mikro-alg grubu şeklinde verilebileceği sonucu çıkarılabilir. Bu yaklaşıma paralel

nitelikte bir çalışmada, *Chaetoceros muelleri* ile beslenen larvaların tek başına *Tetraselmis suecica* ile beslenenlere kıyasla daha iyi gelişme göstermelerine karşın beraber (*C. muelleri* + *T. suecica*) verildiklerinde *C. muelleri* ile beslenen larvalardan daha iyi gelişme kaydettikleri görülmüştür (D'Souza ve Loneragan, 1999). Ayrıca, Sangha ve diğ. (2000), *Litopenaeus vannamei* ile yaptıkları çalışmada protozoa aşamasında %70:%30 oranında *Chaetoceros muelleri* + *Isochrysis galbana* verilen larvalarda PZ₃ dönemde yaşama oranını % 91.2 olarak tespit etmişlerdir.

Penaeid karideslerin besinlerinde bulunması gereken yağ asitleri; linoleic (LOA, 18:2n-6), linolenic (LNA, 18:3n-3), arachidonic (ARA, 20:4n-6), eicosapentaenoic (EPA, 20:5n-3) ve docosahexaenoic (DHA, 22:6n-3) asittir (Merican ve Shim 1997, Glencross ve Smith 1999, 2001). D'Souza ve Loneragan (1999), gerekli yağ asitlerinden olan DHA'nın larvaların performansında etkili olmadığını bununla birlikte karides larvalarının nauplius döneminde bünyelerinde yüksek oranda DHA içerdikleri ve bu ihtiyaçlarını M₁ aşamasına kadar karşıladıklarını belirtmişlerdir. Benzer bir başka çalışmada, Mourente ve diğ. (1995), *M. kerathurus* türünde yaptıkları çalışmada larval gelişim sırasında yağ içeriklerini incelemişler DHA değerinin Mysis ve PL₁ aşamasında değişmeden sabit değerlerde kaldığını bildirmişlerdir. Bu bildirişleri destekler nitelikte Glencross ve diğ. (2002), *Penaeus monodon* üzerinde yaptığı çalışmada ağırlık artış oranında en etkili n-3/n-6 oranının 2.5 olduğunu kaydetmişlerdir. Bütün bu bilgiler ışığında eicosapentaenoic asid [EPA, 20:5(n-3)] ve arachidonic asid [ARA, 20:4(n-6)] yönünden zengin bulunan *Nannochloropsis oculata*'nın karides larvalarında özellikle karışık mikro-alg besinlerinde potansiyel zenginleştirici olarak kullanılabilirliği görülmektedir. Ancak bu öngörünün uygun mikro-alg tür kompozisyonları elde edilerek ve bu kompozisyonların farklı türdeki karides larvaları üzerinde yapılacak larval beslenme, gelişim indeksi, büyüme ve yaşama oranlarını içeren bilimsel çalışmalar ile desteklenmesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Brown, M.R. 1991. The amino acid and sugar composition of sixteen species of microalgae used in mariculture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 145: 79-99.
- Brown, M.R., C.D. Garland, S.W. Jeffrey, I.D. Jameson, J.M. Leroi. 1993. The gross and amino acid compositions of batch and semi-continuous cultures of *Isochrysis* sp., *Pavlova lutheri* and *Nannochloropsis oculata*. J. Appl. Phycol., 5: 285-296.
- Carrillo-Sanchez, M.A., R. Castro-Longoria, L. Bringas-Alvarado, J.A. Lopez-Elias, S. Galaviz-Moreno. 2001. Different Nutrition Mixes of Microalgae as Food Shrimp Larvae of *Litopenaeus stylirostris*. In C.I. Hendry, G. Van Stappen, M. Wille, P. Sorgelos (eds.), Larvi'01-Fish & Shellfish Larviculture Symposium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 20, Oostende, Belgium.
- Chu, K.H. 1989. *Chaetoceros gracilis* as the exclusive feed for the larvae and postlarvae of the shrimp *Metapenaeus ensis*. Aquaculture, 83(3-4): 281-287.
- D'Souza, F.M.L., D. Lecossois, M.P. Heasman, J.A. Diemar, C.J. Jackson, R.C. Pendrey. 2000. Evaluation of centrifuged microalgae concentrates as diets for *Penaeus monodon* Fabricius larvae. Aquaculture Research, 31: 661-670.
- D'Souza, F.M.L., and N.R. Loneragan. 1999. Effects of monospecific and mixed-algae diets on survival, development and fatty acid composition of

- penaeid prawn (*Penaeus* spp.) larvae. *Marine Biology*, 133: 621-633.
- Duerr, E.O., A. Molnar, V. Sato. 1998. Cultured microalgae as aquaculture feeds. *Journal of Marine Biotechnology*, 7: 65-70.
- El-Dakar, A.Y. 2001. Utilization of five marine mikroalgal species in larval feeding of shrimp, *Penaeus japonicus*-I. monoalgal species, 191-194 *In*: C.I. Hendry, G. Van Stappen, M. Wille, P. Sorgelos [eds.], Larvi'01-Fish & Shellfish Larviculture Symposium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 30, Belgium.
- Glencross, B.D., and D.M. Smith. 1999. The linoleic and linolenic acids requirements of the prawn, *Penaeus monodon*. *Aquaculture Nutrition*, 5: 53-64.
- Glencross, B.D., and D.M. Smith. 2001. Optimising the dietary levels of eicosapentaenoic and docosahexaenoic essential fatty acids for the prawn, *Penaeus monodon*. *Aquaculture Nutrition*, 7: 101-112.
- Glencross, B.D., D.M. Smith, M.R. Thomas, K.C. Williams. 2002. The effect of dietary n-3 and n-6 fatty acid balance on the growth of the prawn *Penaeus monodon*. *Aquaculture Nutrition*, 8: 43-51.
- Jeffrey, S.W., and C.D. Garland. 1987. Mass culture of microalgae essential for mariculture hatcheries. *Australian Fisheries*, 46: 14-18.
- Kaya, Y., and M. Gokoglu. 2006. Comparison of Survival and Growth Rates of Jumbo Shrimp *Penaeus semisulcatus* (De Hann, 1844) Larvae Fed with Different Species of Phytoplankton. AQUA 2006, World Aquaculture Society and European Aquaculture Society, Abstract cd, 453 pp., 9-13 May, Florence, Italy.
- Kumlu, M. 1999. Karides Larvalarının Beslenmesinde Nematodların Canlı Yem Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23(2): 401-409.
- Liao, C.I., M.H. Su, E.Y. Chang. 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, 200: 1-31.
- Merican, Z.O., and K.F. Shim. 1997. The quantitative requirements for docosahexaenoic and linolenic acids by juvenile *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 157: 277-295.
- Mourente, G., A. Medina, S. Gonzalez, A. Rodriguez. 1995. Variations in lipid content and nutritional status during larval development of the marine shrimp *Penaeus kerathurus*. *Aquaculture*, 130: 187-199.
- Okauchi, M., W. Fukucho, K. Kanazawa. 1990. Difference in Nutritive Value of a Microalgae *Nannochloropsis oculata* at Various Growth Phases. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 56(8): 1293-1298.
- Sangha, R.S., Cruz A.C.P., M.C. Chavez-Sanchez, D.A. Jones. 2000. Survival and growth of *Litopenaeus vannamei* (Boone) larvae fed a single dose of live algae and artificial diets with supplements. *Aquaculture Research*, 31: 683-689.
- Tobias-Qunitio, E., and C.T. Villegas. 1982. Growth, survival and macronutrient composition of *Penaeus monodon* Fabricius larvae fed with *Chaetoceros calcitrans* and *Tetraselmis chuii*. *Aquaculture*, 29: 253-260.
- Türkmen, G. 2003. Larval Development of the Grooved Shrimp (*Penaeus kerathurus* Forskal, 1775) Under Laboratory Conditions. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3: 97-103.
- Villegas, C.T., and A. Kanazawa. 1979. Relationship between diet composition and growth rate of the zoeal and mysis stages of *Penaeus japonicus* Bate. *Fishery Res. J. Philip*, 4: 32-40.
- Volkman, J.K., M.R. Brown, G.A. Dunstan, S.W. Jeffrey. 1993. The Biochemical Composition of Marine Microalgae from the Class Eustigmatophyceae. *Journal of Phycology*, 29: 69-78.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*, 3rd ed. Prentice Hall. New Jersey, 662p.