

Derleme/Review

Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Probiyotik ve Prebiyotik Kullanımı

Gonca ALAK^{1*}, Muhammed ATAMANALP²

¹ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü

² Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

*e-posta: galak@atauni.edu.tr; Tel: +90 (442) 2311426; Faks: +90 (442) 2310958

Özet: Artan dünya nüfusuna paralel olarak ihtiyaç duyulan protein miktarını karşılamak için karasal ve sucul tüm kaynakların daha verimli kullanılması gerekmektedir. Bu kapsamda, yetiştiriciliği yapılan su canlılarının daha sağlıklı ve daha hızlı gelişmesi için bitkisel yada hayvansal bazı bileşiklerden yararlanılmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde probiyotik ve prebiyotiklerle ilgili yapılan araştırmalar henüz çok yeni olup, sayı ve içerik olarak daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu derlemede probiyotik ve prebiyotik tanımlamaları, etki mekanizmaları ve özellikle balıklardaki uygulama alanları araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, Prebiyotik, Su ürünleri yetiştiriciliği

Usage of Probiotics and Prebiotics in Aquaculture

Abstract: It is necessary to use more efficient the aquatic and terrestrial sources for obtaining the protein demand, parallel with growing world population. Some vegetative and zoic compounds are used for fast and more health breeding aquatic animals, in this context. The researches about the probiotics and prebiotics in aquaculture are not sufficient about the number and content. In this review; the explanations, the effect mechanisms of probiotics and prebiotics and the researches about these compounds are gathered.

Keywords: Probiotic, Prebiotic, Aquaculture

Giriş

Çeyrek yüzyıl önce modern kavramı formülize edilen probiyotikler farklı şekillerde kullanılmıştır. İlk olarak “Bir protozoan tarafından üretilen ve diğerinin üremesini düzenleyen maddeler” olarak tanımlanırken daha sonra Parker (1974); probiyotikleri “Bağırsak mikrobiyal dengesine katkı sağlayan organizma ve maddeler” olarak ifade etmiştir. Başka bir tanımlamada ise; bağırsağın mikrobiyal dengesi üzerindeki etkinin birçok durumda gösterilmediği ifade edilerek “Sağlığı geliştirmek amacıyla diyet takviyesi olarak verilen mikrobiyal hücreler” olarak kabul edilmiştir (Tannock 1997). Gatesoupe (1999) probiyotikleri “Sağlığı geliştirmek amacı ile mikrobiyal hücrelerin sindirim sistemine girebilecek ve canlı kalabilecek şekilde düzenlenmesi” olarak tanımlarken, Gram ve ark. (1999) “Konakçı organizmanın mikrobiyal dengesini olumlu yönde etkileyen canlı mikrobiyal takviye” olarak değiştirmişlerdir (Byund ve ark. 1997; Katircioğlu 2001; Yaman ve Esendal 2004; Balcazar ve ark. 2006).

Probiyotiklerle ilgili araştırmaların yetersizliği, uygun olmayan mikroorganizmaların seçimi gibi nedenlerden dolayı bu mikroorganizmaların faaliyetlerinin mekanizmasını anlamak ve potansiyel probiyotiklerin seçim kriterlerini belirlemek konusunda önemli sıkıntılar yaşanmaktadır. Genel seçim kriteri çoğunlukla biyolojik emniyet şartları dikkate alınarak; üretim yöntemleri, probiyotik kullanım yöntemi ve mikroorganizmanın vücuttaki hedeflenen yeri ile belirlenir. Akuakültürde kullanılacak probiyotik bakterilerin seçim yönteminde (Reuter 2001):

1. Geçmiş bilgilerin toplanması
2. Probiyotik bakterinin kazanımı
3. Probiyotik bakteri ile mücadele eden patojenik türleri değerlendirme imkanı
4. Probiyotik bakterinin patojenitesinin tespiti
5. Larvada probiyotik bakterinin etkisinin değerlendirilmesi
6. Ekonomik maliyet ve kâr analizi gibi aşamalar dikkate alınmaktadır

G. ALAK, M. ATAMANALP

Probiyotiklerin pratik kullanımı canlı kalabilme özelliklerine göre belirlenir. Bu durum mikroorganizmaların depolama şartları altında olduğu gibi, arazi şartlarında da canlı kalma özelliğine sahip olmasını gerektirir (Gatesoupe 1999).

Probiyotik kullanımının başlangıçtaki ana amacı; balığın deri, mukus veya bağırsak florasını oluşturan faydalı ve patojenik mikroorganizmalar arasında istenilen ilişkiyi düzenlemesi veya yeniden oluşturmasıdır. Bir probiyotiğin faydalı etki sağlaması için bazı spesifik özelliklere sahip olması gerekir. Bunlardan biri patojenlere karşı organik asitler, hidrojen peroksit veya siderofor gibi antimikrobiyal maddelerin üretilmesi olarak tanımlanan antagonizmdir. Büyümenin teşviki veya balığı patojenlere karşı koruma şeklinde faydalı bir etkiye sahip olmak adına türlerin adhezyon ile balıkta yerleşme kapasitesine sahip olması ve vitaminler gibi önemli maddeleri üretebilme yeteneği olması gereklidir. Örneğin laktik asit üreten mikroorganizmalar; acidollin, lactosidin, nisin gibi inhibitör maddeler ve hidrojen peroksit üreterek zararlı birçok mikroorganizmanın gelişimini inhibe etmektedir (Katırcıoğlu 2001; Karademir ve Karademir 2003; Yaman ve Esendal 2004; Turgut ve ark. 2007).

Probiyotikler söz konusu olumlu etkilerini gösterebilmeleri için aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekmektedir (Sarıca 1999; Katırcıoğlu 2001; Çakmakçı ve ark. 2002; Turgut ve ark. 2007) :

1. Organizma üzerinde yararlı bir etki gösterecek yeteneğe sahip olmalıdır
2. Patojen olmaması ve toksik madde üretmemesi
3. Kolay ve hızlı üreyebilmesi
4. Değişik pH ve organik asitlere dirençli olması (mideden geçerken düşük pH'dan, bağırsaklardaki safradan ve lizozom enzimlerinden etkilenmeksizin canlılıklarını koruyarak, hızlı bir şekilde çoğalmalı)
5. Depolama ve ürün eldesi sırasında uzun süre canlılığını koruyabilmesi ve bozulmaması
6. Yemin depolanması ve yem üretimindeki teknolojik işlemler esnasında canlı kalması
7. Yemin yapısındaki besin maddelerine ve diğer yem katkı maddelerine karşı stabilitelevinin yüksek olması
8. Özellikle probiyotik mikroorganizmaların *in vivo* ve *in vitro* üretimleri kolay olması
9. Bağırsak lümeninde yeterli miktarda bulunması.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan probiyotikler *Lactobacillus rhamnosus* ve *Carnobacterium*' dur. Bu mikroorganizmalar; gram pozitif ve anaerob olup patojen özellik taşımamaktadır. *Lactobacillus* bakteriler mide pH'sına daha dayanıklı olduğu ve sindirim kanalından geçiş esnasında canlılıklarını koruyabildikleri bildirilmiştir (Yalçın ve ark. 1996).

Çizelge 1.1. Balık Bağırsak Florasına Uygun Bazı Probiyotikler, Kullanım Dozları ve Etki Parametreleri (Burr ve Gatlin 2005)

| Probiyotik | Tür | Doz | Etki parametresi |
|---------------------------------|----------------------|--|---|
| <i>Carnobacterium inhibens</i> | Gökkuşluğu alabalığı | 10^{6-8} /7-14 gün | <i>Aeromonas salmonicida</i> |
| <i>Lactobacillus rhamnosus</i> | Gökkuşluğu alabalığı | 10^9 /51 gün | <i>Aeromonas salmonicida</i> |
| <i>Lactobacillus rhamnosus</i> | Gökkuşluğu alabalığı | 9×10^4 , $2,1 \times 10^6$, $2,8 \times 10^8$ kob/g | Bağırsıklık sistemi |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Nil tilapiyası | % 0,1 /63 gün | Yemden yararlanma ve ağırlık artışı |
| <i>Vibrio fluvialis</i> | Gökkuşluğu alabalığı | 10^{6-8} /7-14 gün | <i>Aeromonas salmonicida</i> , bağırsıklık sistemi |
| <i>Debaryomyces hansenii</i> | Avrupa çipurası | 7×10^5 , kob/g | Yaşama oranı ve büyüme |

Bağırsak florasının düzenlenmesinde probiyotikleri tamamlayan bir diğer mekanizma da prebiyotiklerdir. Prebiyotik terimi ilk kez Gibson ve Roberfroid tarafından kullanılmış ve intestinal florada bulunan bir tür veya sınırlı sayıdaki birkaç tür mikroorganizmanın çoğalmasını ve/veya aktivitesini seçici olarak aktive

G. ALAK, M. ATAMANALP

ederek konağın sağlığını olumlu yönde etkileyebilen oligosakkarit yapısında sindirilemeyen besin bileşenleri olarak tanımlanmıştır (Gibson ve Roberfroid 1995; Manning ve Gibson 2004; Li ve ark. 2004; Burr ve Gatlin 2005). Prebiyotikler florayı yararlı bakterilerin (*Lactobacillus spp.* ve *Bifidobacterium spp.*) lehine değiştirmekte *Salmonella*, *Listeria* ve *Escherichia coli* gibi zararlı patojenlerinde gelişimini sınırlandırmaktadır (Burr ve Gatlin 2005). Prebiyotik besin öğelerinin sahip olması gereken özellikler aşağıda sıralanmıştır (Gibson ve Roberfroid 1995; Yılmaz 2004).

1. Mide ve ince bağırsakta hidrolize veya adsorbe olmamalı
2. Kolon mikroflorasındaki yararlı mikroorganizmalar için seçici olmalı ve çoğalmalarını situmule etmeli
3. Florayı sağlıklı bir kompozisyon olacak şekilde değiştirmeli ve konak yararlı lokal ve sistemik etkiler yapmalı.

Yukarıda belirtilen özellikleri taşıyan prebiyotiklerin canlılar üzerinde, mikrofloranın kompozisyonunu ve aktivitesini olumlu yönde etkilemek, bağırsak hareketlerini düzenlemek, minerallerin (Ca ve Mg gibi) emilimini ve biyoyararlanımını artırmak, kan kolesterol ve trigliserid düzeylerini olumlu yönde düzenlemek, patojen mikroorganizmaların çoğalmasını önleyerek intestinal ve ekstraintestinal enfeksiyonu gelişme riskini azaltmak ve konağın immün sistemini güçlendirmek gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Yılmaz 2004).

Yaygın olarak kullanılan prebiyotikler; fruktooligosakkaritler ve mannanoligosakkaritlerdir. Bunun yanı sıra glukooligosakkaritler (GOS), laktuloz, laktitol, maltooligosakkaritler, izomaltooligosakkarit (IMO), sukroz, trans-galaktooligosakkaritler gibi prebiyotikler de kullanılmaktadır (Patterson ve Burkholder 2003). Su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan prebiyotikler ise; manooligosakkarit (MOS), fruktooligosakkarit (FOS), transgalaktooligosakkarit (TOS) ve fruktoz türevi olan inüлиндir (Vulevic ve ark. 2004).

Çizelge 1.2. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Kullanılan Bazı Prebiyotikler ve Hedef Bakteriler (Burr ve Gatlin 2005).

| Prebiyotik | Bakteri |
|------------|-----------------------------|
| IMO | <i>Bifidobacterium spp.</i> |
| IMO | <i>Lactobacillus spp.</i> |
| FOS | <i>Lactobacillus spp.</i> |
| FOS | <i>Bifidobacterium spp.</i> |
| MOS | <i>Lactobacillus spp.</i> |
| GOS | <i>Lactobacillus spp.</i> |

Probiyotik ve prebiyotiklerin akuakültürde kullanımları oldukça geniş olup Türkiye’de uygulamaları henüz çok yenidir. Özellikle son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinde, probiyotik ve prebiyotik kullanımının sudaki bakteri popülasyonunu dengeleyerek, patolojik bakteriyel yükü azaltmak, su kalitesini iyileştirmek, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma ve immün sistem üzerine etkileri konusunda araştırmalar artış göstermektedir (Irianto ve Austin 2002; Korkut ve ark. 2003; Vine ve ark. 2004).

Bu derlemede probiyotik ve prebiyotiklerin akuakültürde, özellikle balıklardaki kullanımları ile ilgili çalışmalar bir araya getirilmiştir.

Yapılan Çalışmalar

Atlantik salmon balıklarından izole edilen *Carnobacterium spp.* alabalıklar için potansiyel probiyotik olarak değerlendirilmektedir. *In vitro* çalışmalarda bu bakterinin *A. hydrophila*, *A. salmonicida*, *Flavobacterium psychrophilum*, *Photobacterium damsela*, *Streptococcus milleri*, *V. anguillarum* ve *V. ordalii* ’ye karşı antagonistik etki gösterdiği belirtilmiştir (Robertson ve ark. 2000).

G. ALAK, M. ATAMANALP

Gram pozitif bir bakteri olan *V. alginolyticus* probiyant olarak kullanıldığı bir çalışmada, probiyotik bakterinin deniz balığı larvalarının (salmon, kalkan, kefal) canlı kalma düzeyini, büyüme oranını artırdığı belirtilmiştir (Gram ve ark. 1999). Benzer bir çalışmada ise, *Pseudomonas fluorescens* türünün, patojenik *V. anguillarum* türü ile enfekte edilen 49 g 'lık gökkuşağı alabalıklarında ölüm oranını azalttığı bildirilmiştir (Gram ve ark. 1999).

Lactobacillus delbrueckii spp. lactis ve *B. subtilis*'in tekli ya da kombine kullanımlarının çipura balıklarının hücrel immün yanıtı üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada, 10^7 kob/g *L. delbrueckii spp. lactis*, 10^7 kob/g *B. subtilis* ve $0,5 \times 10^7$ kob/g *L. delbrueckii spp. lactis*, ve $0,5 \times 10^7$ kob/g *B. subtilis* karışımı yemlere ilave edilerek 3 hafta süresince yemleme programı uygulanarak bazı hücrel immün parametreler (lökosit peroksidaz içeriği, fagositosis ve sitotoksitesi) araştırılmıştır. Böbrek lökositlerinin peroksidaz içeriğinin yemleme süresi sonunda tüm gruplarda önemli düzeyde azaldığı ifade edilmiştir. Buna rağmen, fagositik aktivitenin yemlemeden 2 hafta sonra tek başına bakteri ilave edilen diyetlerin kullanıldığı deneme gruplarında, sitotoksik aktivitenin ise, bakteri karışımının uygulandığı deneme grubunda önemli düzeyde arttığı kaydedilmiştir (Salinas ve ark. 2005).

Nikoskelainen ve ark. (2001), *Lactobacillus / Carnobacterium* türü probiyotikleri kullanarak bazı çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarında, 10^9 kob/g *L. rhamnosus* içeren yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarının furunculosis hastalığına karşı dirençli olduklarını, *C. divergens* ilavesinin ise salmon yavrularında *A. hydrophila*'ya karşı dayanıklılığı artırdığını ve *Lactobacillus* cinslerinin alabalıklarda büyüme oranını artırdığını tespit etmişlerdir.

Gökkuşağı alabalıklarında *L. rhamnosus* JCM 1136 suşunun yem katkı maddesi olarak kullanımının immün sistem ve bağırsak florası üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, canlı formdaki *L. rhamnosus* JCM 1136 suşu 10^9 ve 10^{11} kob/g olacak şekilde ticari yemlere ilave edilmiş ve 30 gün boyunca balıklar bu yemlerle beslenmişlerdir. Yemleme süresince balık bağırsaklarında probiyotik bakteri oranının artış gösterdiği ve probiyotik uygulanan gruplarda serum lizozim ve komplement aktivitesi ve lökositlerin fagositik aktivitesinin kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (Panigrahi ve ark. 2004).

Yapılan bir çalışmada, tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarının %27 ve %40 oranında ham protein içeren yemlerine %0,1 *Streptococcus faecium* ve *Lactobacillus acidophilus* içeren bakteri karışımı ve %0,1 *Saccharomyces cerevisiae* mayası kullanılarak hazırlanan yemlerle 9 hafta boyunca beslenmişlerdir. Deneme süresi sonunda; %40 ham proteinli yeme %0,1 maya ilavesindeki büyüme performansı ve yem değerlendirme oranının diğer yemlerle beslenenlere göre daha iyi olduğu bildirilmiştir (Lara-Flores ve ark. 2010). Aynı balık türü ile yapılan bir başka çalışmada ise, balıklarda *E. tarda* enfeksiyonuna karşı *L. rhamnosus*'un koruyucu etkisi araştırılmıştır. Kümülatif mortalitenin probiyotik ilave edilen grupta kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde düşük olduğu belirtilmiştir (Pirarat ve ark. 2006).

Mazurkiewicz ve ark. (2005), sazan juvenillerinin büyüme ve yem değerlendirme oranı üzerine canlı maya, *Saccharomyces cerevisiae* suş Sc47, probiyotik ürünü olan BIOSAF eklenen sazan yemlerinin etkisini değerlendirmişlerdir. Üç farklı seviyede (0,5 g/kg; 1,0 g/kg; 1,5 g/kg) probiyotik BIOSAF içeren yemlerle sazanlar 50 gün boyunca beslenmişler ve probiyotik eklenmiş yemleri tüketen balıkların kontrol grubuna oranla daha yüksek ortalama canlı ağırlık artışı gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Yine spesifik büyüme oranı açısından da minimum değer (%1,98 d-1) kontrol grubunda, maksimum değer (%2,45 d-1) ise 1,0 g/kg grubunda olduğunu kaydetmişlerdir. Pisi balıkları ile yapılan bir başka çalışmada ise yemlere eklenen *Weissella hellenica*'nın balıklarda büyüme artışına sebep olduğu bildirilmiştir (Cai ve ark., 1998).

Bacillus subtilis'in Cyprinidae familyasından olan *Labeo rohita*'da potansiyel probiyotik olarak değerlendirildiği bir çalışmada, balıklar 2 hafta boyunca 3 farklı konsantrasyonda ($0,5 \times 10^7$ kob/g yem, $1,0 \times 10^7$ kob/g yem ve $1,5 \times 10^7$ kob/g yem) *B. subtilis* içeren yemlerle beslenmiştir. *B. subtilis* içeren yemle beslenen deneme gruplarındaki oransal ağırlık artışının daha yüksek (%35,55) olduğu bildirilmiştir. Ayrıca yaşama oranı açısından da kontrol grubuyla (%18,75) karşılaştırıldığında probiyotik uygulanan deneme gruplarında (T2, %68,75; T3, %81,25 ve T4, %87,50) önemli oranda daha yüksek sonuçlar rapor edilmiştir (Kumar ve ark. 2006).

G. ALAK, M. ATAMANALP

El-Haroun ve ark. (2006), nil tilapiası (*O. niloticus*) fingerlinglerinin yemlerine 4 farklı oranda (%0,5, %1,0, %1,5 ve %2,0) probiyotik Biogen® ekleyerek büyüme performansı ve yemden yararlanma üzerine ticari probiyotiklerin etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla balıklar 120 gün boyunca bu yemlerle beslenmişlerdir. Yemleme süresi sonunda probiyotik ilave edilmiş yemlerin probiyotik ilave edilmemiş yemlere göre daha yüksek büyüme performansı ve yemden yararlanma sağladığını ifade etmişlerdir.

Gökkuşluğu alabalığı (*O. mykiss*) yavrularının yem sindirimi, büyüme ve yaşama oranı üzerinde *Bacillus* probiyotiklerinin etkisinin araştırıldığı bir yemleme denemesinde, yemlere farklı seviyelerde ($4,8 \times 10^8$ kob/g, $1,2 \times 10^9$ kob/g, $2,01 \times 10^9$ CFU/g, $3,8 \times 10^9$ CFU/g, $6,1 \times 10^9$ CFU/g) söz konusu probiyanttan eklenmiştir. Besleme programı sonunda; probiyotiklerin büyüme ve yaşama oranı üzerinde olumlu etkisinin olduğu kaydedilmiştir (Bagheri ve ark. 2008). Aynı balık türü ile yapılan başka bir çalışmada, besinsel probiyotiklerin (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* ve *Enterococcus faecium*) tekli ve çoklu kullanımıyla 10 haftalık bir besleme programı uygulanmış, deneme sonunda balıkların ağırlık kazancında tüm probiyotikli grupların önemli oranda etkili olduğu rapor edilmiştir (Merrifield ve ark. 2010).

Yayın balığı (*Silurus glanis*) ile yapılan bir çalışmada ise, balıklar 2×10^8 kob/g olacak şekilde *E. faecium* ilave edilen yemlerle 58 gün boyunca beslenmişler, büyüme performansı açısından kontrol grubuna oranla probiyotik ilaveli yemlerin daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir (Bogut ve ark. 2000).

Dulluç (2010), tilapia (*O. niloticus*) ve aynalı sazan (*C. carpio*) yavruları ile yaptığı besleme çalışmasında, yeme $1,0 \times 10^5$, $1,0 \times 10^6$, $1,0 \times 10^7$ kob/g oranlarında Bactocell® (*Pediococcus acidilactici* içeren) ilave ederek 90 gün boyunca yemleme yapmıştır. Deneme süresi sonunda her iki balık türünde yavruların büyüme, yem değerlendirme, protein etkinlik oranı ve besin madde sindirilebilirliklerinde kontrol grubuna oranla daha iyi sonuçlar olduğunu ifade etmiştir.

Sonuç

Probiyotik ve prebiyotiklerle ilgili yapılan çalışmaların ışığı altında, bu maddelerin su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanımlarının kültürü yapılan balıkların tür ve yaş ayrımı olmaksızın yemden yararlanma, canlı ağırlık kazancı, yaşama oranı ve büyüme performansında artışa, immün sistem üzerinde olumlu etkilere sebep olduğu belirlenmiştir (Panigrahi ve ark., 2004; Salinas ve ark., 2005; El-Haroun ve ark. 2006; Kumar ve ark. 2006; Bagheri ve ark. 2008).

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği hızlı bir gelişme göstermektedir ve bu sektörde probiyotikler ve prebiyotikler gelecek için umut vericidir. Sonuç olarak, kısa zamanda sağlıklı bireyler elde etmenin yanı sıra özellikle yetiştiricilikte hastalıklarla mücadelede yoğun olarak kullanılan antibiyotikler veya diğer kimyasalların yerine ekolojik çevre ve hedef canlıya olumsuz etkisi olmayan patojen bakteriler üzerinde inhibe edici etkisi bulunan probiyantların kullanımlarının daha etkin olabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Bagheri T, Hedayati SA, Yavari V, Alizade M, Farzanfar A (2008). Growth, survival and gut microbial load of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fry given diet supplemented with probiotic during the two months of first feeding. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 8: 43-48.
- Balcázar JL, Blas I, Ruiz-Zarzuola I, Cunningham D, Vendrell D, Múzquiz JL (2006). The role of probiotics in aquaculture. Veterinary Microbiology. 114: 173-186.
- Bogut I, Milakovic Z, Brkic S, Novoselic D, Bukvic Z (2000). Effects of *Enterococcus faecium* on the growth rate and intestinal microflora in sheat fish (*Silurus glanis*). Vet. Med. – Czech. 45: 107-109.
- Burr G, Gathlin D (2005). Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. Journal of the World Aquaculture Society. 36: 425-436.
- Byund JW, Park SC, Ben Y, Oh TK (1997). Probiotic effect of *Lactobacillus* sp. DS-12 in flounder (*Paralichthys olivaceus*). Journal of General and Applied Microbiology. 43: 305-308.
- Cai Y, Benno Y, Nakase T, Oh TK (1998). Specific probiotic characterization of *Weissella hellenica* DS-12 isolated from flounder intestine. Journal of general and Applied Microbiology. 44: 311-316.

G. ALAK, M. ATAMANALP

- Çakmakçı L, Karahan AG, Çakır İ (2002). Probiyotikler ve etki mekanizmaları. Gıda Mühendisliği Dergisi.12: 15-19.
- Dulluç A (2010). Probiyotik ilaveli beslemenin tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) ve aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758) yavrularının büyüme ve yem değerlendirmesine etkileri. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta
- El-Haroun ER, Goda AS, Kabir Chowdhury AM (2006). Effect of dietary probiotic Biogen® supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture Research. 37: 1473-1480.
- Gatesoupe FJ (1999). The use of probiotics in aquaculture. Aquaculture. 180: 147-165.
- Gibson GR, Roberfroid MB (1995). Dietary modulasyon of human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. J Nutr. 125:1401-12.
- Gram L, Melchiorson J, Spanggaard B, Huber I, Nielsen TF (1999). Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* AH2, a Possible Probiotic Treatment of Fish. Appl. Environ. Microbiol. 65(3): 969-973.
- İrianto A, Austin B (2002). Probiotics in aquaculture. Journal of Fish Diseases. 25: 633–642.
- Karademir G, Karademir B (2003). Yem katkı maddesi olarak kullanılan biyoteknolojik ürünler. Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi. 43: 61-74.
- Katırcıoğlu H (2001). Gökkuşığı alabalığı ve aynalı sazandan izole edilen laktik asit bakterilerinin metabolik ve antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Korkut AY, Hoşsu B, Ferhatoğlu M (2003). Probiyotikler ve su ürünlerinde kullanımı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. 20: 551-556
- Kumar R, Mukherjee SC, Prasad KP, Pal AK (2006). Evaluation of *Bacillus subtilis* as a probiotic to Indian major carp *Labeo rohita* (Ham.). Aquaculture Research. 37: 1215-1221.
- Lara-Flores M, Olivera-Castillo L, Olvera-Novoa MN (2010). Effect of the inclusion of a bacterial mix (*Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*), and the yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth, feed utilization and intestinal enzymatic activity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). International Journal of Fisheries and Aquaculture. 2: 93 - 101
- Li P, Gatlin DM (2004). Dietary brewer's yeast and the prebiotic Grobiotic TM AE influence growth performance, immune response and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. Aquaculture. 231:445-456.
- Manning T, Gibson G (2004). Prebiotics. Best Practice & Research in Clinical Gastroenterology. 18: 287-298.
- Mazurkiewicz J, Przybył A, Mroczyk W (2005). Supplementing the feed of common carp (*Cyprinus carpio* L.) juveniles with the Biosaf probiotic. Archives of Polish Fisheries. 13: 171-180.
- Merrifield DL, Dimitroglou A, Bradley G, Baker RTM, Davies SJ (2010). Probiotic applications for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) I. Effects on growth performance, feed utilization, intestinal microbiota and related health criteria. Aquaculture Nutrition. 16(5): 504-510.
- Nikoskelainen S, Ouwehanda A, Salminen S, Bylund G (2001). Protection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from furunculosis by *Lactobacillus rhamnosus*. Aquaculture.198(3-4): 229-236.
- Panigrahi A, Kiron V, Kobayashi T, Puangkaew J, Satoh S, Sugita H (2004). Immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) induced by a potential probiotic bacteria *Lactobacillus rhamnosus* JCM 1136. Vet. Immunol. Immunopathol. 102: 379-388.
- Parker RB (1974) Probiotics, the other half of the antibiotic story. Animal Nutrition and Health. 29: 48-89.
- Patterson JA, Burkholder KM (2003). Application of prebiotics and probiotics in poultry production, Poultry Sci. 82: 627–631.
- Pırrarar N, Kobayashi T, Katagiri T (2006). Protective effects and mechanisms of a probiotic bacterium *Lactobacillus rhamnosus* against experimental *Edwardsiella tarda* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). Veterinary Immunol. Immunopathol. 113: 339-347.
- Reuter G (2001). Probiotics- possibilities and limitations of their application in food, animal feed, and in pharmaceutical preparations for men and animals. Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr. 114: 409-410.
- Robertson PAW, O'Dowd C, Burrells C, Williams P, Austin B (2000). Use of *Carnobacterium* sp. as a probiotic for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). Aquaculture. 185: 235–243.

G. ALAK, M. ATAMANALP

- Salinas I, Cuesta A, Esteban MA, Meseguer J (2005). Dietary administration of *Lactobacillus delbrueckii* and *Bacillus subtilis*, single or combined, on gilthead seabream cellular innate immune responses. *Fish Shellfish Immunology*. 19: 67-77.
- Sarıca Ş (1999). Kanatlı hayvan beslemede probiyotik kullanımı. *Hayvansal Üretim*. 39: 105-112.
- Tannock GW (1997). Probiotic properties of lactic-acid bacteria: plenty of scope for fundamental R & D. *Trends in Biotechnology*. 15: 270-274.
- Turgut E, Develi N, Tırıl SU (2007). Su ürünleri yetiştiriciliğinde probiyotiklerin kullanımı. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 24: 13-18.
- Vine NG, Leukes WD, Kaiser H (2006). Probiotics in marine larviculture. *FEMS Microbiology Reviews*. 30(3): 424-427.
- Vulevic J, Rastall RA, Gibson GR (2004). Developing a quantitative approach for determining the invitro prebiotic potential of dietary oligosaccharides. *FEMS Microbiology Letters*. 236: 153-159.
- Yalçın S, Çiftçi İ, Önal AG, Yılmaz A (1996). Tüyem “ 3. Uluslararası Yem Kongresi ve Yem Sergisi” Ankara. 30-33.
- Yaman F, Esendal Ö (2004). Balıklarda probiyotik kullanımı. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*. 2: 1-18.
- Yılmaz M (2004). Prebiyotik ve probiyotikler. *Güncel Pediatri*. 2: 142-145.