


Su ürünlerinde *Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmalar ve etkileri

Aeromonas and *Plesiomonas* spp. in fishery products and their effects

Berna Kılınç

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova-İzmir  <https://orcid.org/0000-0002-4663-5082>
berna.kilinc@ege.edu.tr

Received date: 18.02.2019 Accepted date: 14.05.2019

How to cite this paper:

Kılınç, B. (2019). *Aeromonas* and *Plesiomonas* spp. in fishery products and their effects. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(2), 191-199. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.2.12

Öz: *Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi bakteriler su ürünlerinde yaygın bulunan bakteri grubudur. Bu mikroorganizmaların patojen türleri insanlarda hastalık ve enfeksiyonlara neden olabilmektedir. Bu nedenle yapılan bu derleme çalışmasında; *Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmaların bulaşma kaynakları, bu mikroorganizmaların sularda, su ürünlerinde ve depolanan su ürünlerinde bulunmasının tanıtılması amaçlanmıştır. Ayrıca *Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmaların neden olduğu hastalıklar ve bu mikroorganizmaların kontrolü için uygulanan yöntemler üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Aeromonas*, *Plesiomonas*, su ürünleri

Abstract: *Aeromonas* and *Plesiomonas* genus of bacteria have been frequently found in fishery products. The pathogen species of these genus can be caused infections and diseases in humans. For this reason the purpose of this review is to recognise the genus of *Aeromonas* and *Plesiomonas*, the sources of contamination, the incidence of these bacteria in waters, fishery products and stored fishery products were reviewed. In addition to this; the diseases and infections of *Aeromonas* and *Plesiomonas* spp. and the prevention methods for being controlled of these genus of bacteria in fishery products were examined.

Keywords: *Aeromonas*, *Plesiomonas*, fishery products

GİRİŞ

Aeromonas ve *Plesiomonas* cinsi bakteriler *Vibrionaceae* familyasında yer almakta olup, su ortamında bulunmaktadır (Perales, 2003). Bu familyanın türleri gram negatif, aerobik ve fakültatif anaerobik, polar flagella ile hareketli, oksidaz pozitif, bazıları kavisli morfolojik yapıya sahiptir. Doğada yaygın olarak tatlı su, deniz ve sıklıkla sucul organizmalar da bulunmaktadır (Carter, 1990). *Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi bakteriler insan enteropatogeni olarak tanınmaktadır. *Aeromonas* türlerinin sucul ortam yanısıra topraktan, yetiştiriciliği yapılan hayvansal ürünlerden, beyaz ve kırmızı renkteki çeşitli et ve zeytin ürünlerinden, yumurta, süt, sebze ve meyvelerden izole edildiği bildirilirken, *Plesiomonas shigelloides* türünün çoğunlukla su ürünleri kaynaklı ürünlerden izole edildiği belirtilmiştir (Levin 2014; Wadström ve Ljungh, 1991). *Aeromonas*

türleri 4°C'de hızlı bir şekilde çoğalmaktadır bu nedenle buzdolabında depolanan ürünler *Aeromonas* türleri açısından önemli risk oluşturmaktadır. Şimdiye kadar *Aeromonas* türleri ile ilgili geniş çaplı gıda ve su kaynaklı salgınların rapor edilmediği bildirilmiştir (Wadström ve Ljungh, 1991). Meksika'da kültür gökkuşuğu alabalıklarına (*Onchorhynchus mykiss*) farklı *Aeromonas* türlerinin deneysel olarak infekte edilmesi üzerine yapılan çalışmada gökkuşuğu alabalıklarında önemli ölüm oranına neden olan izolatların *A. bestiarum* (%8,8), *A. hydrophila* (%12,2), *A. salmonicida* (18,8) ve *A. veronii* (%8,8) olduğu bildirilmiştir (Zepeda-Valenquez vd., 2017). *Aeromonas* cinsi bakterilerin ilk olarak balık patojeni olduğu bildirilmesine karşın, bu bakteri türlerinin hayvanlarda ve insanlarda da yaygın olarak bulunduğu belirtilmektedir (Martino vd., 2016). *Aeromonas* cinsine ait 25 tür bulunmasına

karşın, bunlardan 14'ünün insanlarda hastalık meydana getirdiği bildirilmektedir. Bu türlerden *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. veronii* ve *A. trota* türlerinin ise insanlarda en fazla hastalığa neden oldukları ve klinik izolasyonlarının da % 85'in üzerinde olduğu bildirilmiştir (Liu, 2015). *Aeromonas* cinsinin birçok türü olduğu belirtilmesine karşın (Perales, 2003), *Plesiomonas* cinsinin sadece bir türü (*Plesiomonas shigelloides*) bulunmaktadır. *P. shigelloides* gram-negatif basildir. Su kaynaklı mikroorganizma olup, insanlarda ve hayvanlarda patojenik olan bir mikroorganizmadır. Bağırsak hastalıklarına neden olmaktadır (Santos vd., 2014). *P. shigelloides* tatlı su yetiştiriciliğinde kültür gümüş sazan (*Hypophthalmichthys molitrix*) türlerinde en yaygın ölüme sebep olan mikroorganizmadır (Behera vd., 2018). Türün gelişmesi için gerekli en düşük sıcaklık 8-10°C, en yüksek ise 42-45°C'dir. Çoğu izolatları pH 4,0-9,0 arasında gelişim gösterir (Levin, 2014).

Yukarıda belirtildiği üzere *Aeromonas* ve *Plesiomonas* türlerinin su ürünlerinde varlığı, balıklarda ve insanlarda hastalıklara ve enfeksiyonlara neden olması, bu mikroorganizmaların su ürünlerinde kontrolü üzerine çok sayıda çalışmanın yapılmış olması nedeniyle, bu derlemede yapılan çalışmaların incelenerek sunulması amaçlanmıştır.

***Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmaların bulaşma kaynakları**

Aeromonas ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmaların bulaşma kaynaklarının sucul, karasal ve hem sucul hemde karasal organizmaların yaşadıkları ortamların olduğu bildirilmiştir (Janda, 2002). Yapılan bir çalışmada balık patojeni olan *A. salmonicida* türünün yayılmasında denizlerde bulunan mikropplastiklerde vektör olduğu belirtilmiştir (Virsek vd., 2017). *Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi bakteriler doğal olarak çeşitli su kaynaklarında bulunabilmesinden dolayı, balık ve su ürünleri gibi su ile ilgili gıdaların kontaminasyonuna neden olmaktadır (Grim, 2013). Bu bakterilerle kontamine olan su ve gıdalar insanlarda enfeksiyon riskini oluşturmaktadır (Rodríguez-Morales ve Castaneda-Hernandez, 2019). İnsan tüketiminde kullanılan buzların ve buzdolabında depolanan gıdalarında insanlarda enfeksiyon hastalıkları açısından risk oluşturabileceği belirtilmiştir (Falcao vd., 2002). *Aeromonas* türleri ile kontamine çiğ ve pişirilmiş gıdaların insanlardaki enfeksiyonlar için potansiyel kaynak olduğu belirtilerek, *A. hydrophila*'nın ve *A. sobria* izolatlarının yaklaşık %50'sinin sitotoksin ürettiği belirtilmiştir (Fricker ve Tompsett, 1989). Yapılan bir çalışmada gıda ve su örneklerinde baskın olan *Aeromonas* türünün *A. hydrophila* olduğu belirtilerek, 51 izolatın 37'sinin hemolisin ürettiği belirtilmiştir (Knochel ve Jeppesen, 1990). Suların, çiğ ve uygun

şekilde pişirilmemiş su ürünlerinin *Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmaların yayılmasında araç olabileceği vurgulanmıştır (Ward ve Hackney, 1991). Balıkların yaşadığı kanal ve akıntı sularında *Aeromonas* türlerinin varlığının incelendiği çalışmada *A. hydrophila* türünün yaz aylarında kanalizasyon ve kanala taşınan akıntı suyunda artış gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmada aynı bölgede baharda kanala taşınan akıntı suyundaki balıklarda *A. salmonicida* ve *A. bestiarum* türleri saptanırken, yaz aylarında ise çoğunlukla balıklardan *A. veronii* türü izole edilmiştir. *Aeromonas* türlerinin balıklarda ve balıkların avlandığı sulara bulunması balıklarla temasta bulunan balıkçıların ve kanalizasyon işleminde çalışan işçilerin potansiyel sağlığını etkileyebileceği bildirilmiştir (Popovic vd., 2015).

***Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmaların sularda ve su ürünlerinde bulunması**

İsveç'te üç farklı belediye içme suyu dağıtım sistemi *Aeromonas* türlerinin varlığı açısından incelenmiştir. Üç dağıtım sisteminden incelenen 27 içme su örneğinin 23'ünde (%85) *Aeromonas* pozitif olarak saptanmıştır. Rastgele seçilen 61 *Aeromonas* izolatının 41'i *A. hydrophila*, 20'sinin ise *A. sobria* olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada *Aeromonas* türlerinin içme suyunda varlığı tüketicilerin yüksek sayıda *Aeromonas* türlerine maruz kalabileceğini gösterdiği vurgulanmıştır (Krovacek vd, 1992). İsveç'te iki göl ve nehirden *P. shigelloides* izole edilmiştir. *P. shigelloides*'in bütün izolatlarının O₁₈, O₂₃, O₂₆, O₅₈ ve O₆₀ farklı serotipte olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada *P. shigelloides*' in soğuk iklim su ortamlarında da olabileceği ve benzer iklim koşullarına sahip doğal alanlarda su kaynaklı patojenlerin insan enfeksiyonlarına sebep olabileceği bildirilmiştir (Krovacek vd., 2000). *P. shigelloides*'in su ortamından 25 izolatının, hasta insanların dışkılarından 10 ve hayvanlardan 5 izolatının polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) cihazı ile tanımlandığı belirtilmiştir (Gonzalez-Rey, 2000). Yapılan diğer bir çalışmada toplam olarak 73 adet *P. shigelloides*' in izole edildiği çalışmada insanlardan 24, hayvanlardan 21 ve su ortamından ise 28 izolatın izole edildiği bildirilmiştir (Gonzalez-Rey vd., 2004).

Tatlı su ve deniz balıklarından yılan (*Anguilla anguilla*), kalkan (*Psetta maxima*) ve gökkuşuğu alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss*) izole edilen bakteri türlerinin *A. jandaei*, *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. encheleia*, *A. allosaccharophila*, *A. salmonicida*, *A. sobria*, *A. veroi* biovar *veronii*, *A. media*, *V. anguillarum*, *V. furmissii* ve *P. shigelloides* oldukları bildirilmiştir (Esteve, 1995). Balıklardan 208 izolatın izole edilerek tanımlandığı çalışmada *A. hydrophila*'nın en baskın olan tür (%43,8)

olduğu, bu türü sırasıyla *A. veronii* biyotipi *sobria* (%26,9), *A. caviae* biyotip I (%16,3), *A. salmonicida* (%6,7), *A. sobria* (%2,9), *A. cavia* biyotip II (%2,4) ve *A. veronii* biyotip *veronii* (%1) türlerinin takip ettiği bildirilmiştir (Noterdaeme vd., 1996). Yapılan diğer bir çalışmada *A. hydrophila* türünün varlığı 66 adet istiridyeye, karides, balık ve surimi örneğinde incelenmiştir. *A. hydrophila* türü en yüksek %50 oranında pozitif olarak istiridyelerde belirlenirken, incelenen surimi örneklerinin hiç birinde *A. hydrophila* türünün saptanmadığı belirtilmiştir (Tsai ve Chen, 1996). Türkiye'nin Çanakkale ilinde bazı otel mutfaklarından, balık marketlerinden toplanan 127 kabuklu su ürünleri patojenik bakteri türleri açısından incelenmiştir. 127 örneğin 84'ünün *Vibrio* ve *Aeromonas* cinsine ait olduğu saptanan çalışmada örneklerin % 29,1'inde *A. hydrophila* olduğu bildirilmiştir (Çolakoglu vd., 2006). İtalya'nın Adriyatik Denizi'nden toplanan 144 midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneğinde patojenik *Aeromonas* türlerinin incelendiği çalışmada 32 *Aeromonas* türünün izole edildiği bunların 12'sinin hastalık yapma özelliğine sahip olduğu ve enteropatojenik olduğu belirtilmiştir. Çalışmada patojenik *Aeromonas* türlerinin yüksek sayıda varlığının, çiğ veya az pişmiş midyelerin tüketilmesi sonucunda insanlarda enfeksiyon gelişiminde risk oluşturacağı öngörülmüştür (Ottaviani vd., 2006). Tatlı su balığı olan inci balığının (*Alburnus alburnus*) ilkbahar aylarında Ankara'da Mogan Gölü'nden yakalanarak, balıkların mukusundan bakterilerin izole edildiği bildirilen çalışmada, PZR cihazı ile içerisinde *Aeromonas* cinsi bakterilerinde bulunduğu 12 farklı cinste bakterilerin tanımlandığı belirtilmiştir (Ozaktas vd., 2012). Diğer bir çalışmada marketlerden 203 adet yemeğe hazır halde gıda ürünü (fermente, tütsülenmiş ve pişirilmiş) satın alınarak incelenmiştir. İncelenen örneklerin % 23,2'si *Aeromonas* cinsi açısından pozitif olarak belirlenmiştir. Çalışmada fermente gıdalardan *Aeromonas* cinsi bakterilerin daha az izole edildiği bildirilirken, tütsülenmiş ve pişirilmiş gıdalardan daha fazla izole edildiği vurgulanmıştır (Hudson vd., 1992). Ticari aşamadaki vakum paketlenmiş soğuk tütsülenmiş gökkuşuğu alabalığındaki (*Onchorhynchus mykiss*) *Aeromonas* cinsi bakterilerin toplam floranın %17'sinden daha azını oluşturduğu belirtilmiştir (Gonzalez-Rodríguez vd., 2002). 6 büyük parekende satış yapan marketten içerisinde balık ve salatalarında bulunduğu farklı çeşitlerde toplam 520 adet gıda örneğinin *A. hydrophila* açısından incelendiği çalışmada incelenen örneklerin %10,8'inden *Aeromonas* cinsi bakteriler izole edilmiştir. *Aeromonas* türlerinin çoğunlukla >%10 balık ve taze salatalardan izole edildiği belirtilmiştir (Walker ve Brooks, 1993). Akivades (*Protothaca staminea*) ve istiridyelerde (*Crassostrea gigas*) *Plesiomonas shigelloides* türünün varlığının PZR cihazı ile sayısal olarak saptandığı çalışmada akivades

dokularında *P. shigelloides* varlığının 60 ile $2,0 \times 10^4$ kob/g, istiridyeye dokularında ise $2,0 \times 10^2$ kob/g ile $6,0 \times 10^4$ kob/g aralığında değişim gösterdiği belirtilmiştir (Gu ve Levin, 2006).

Aeromonas ve Plesiomonas cinsi mikroorganizmaların depolanan su ürünlerinde bulunması

Aeromonas türlerinin yaygın olarak kırmızı et, tavuk ve su ürünleri gibi ürünlerde varlığı ve 4°C'de gelişebilme yeteneği nedeniyle bu ürünlerin tüketimi ile ilgili olarak halk sağlığı açısından risk oluşturabileceği belirtilmiştir (Beuchat 1991). *Aeromonas* türleri düşük sıcaklıklarda buzdolabı koşullarında (4-10°C) gelişmekle kalmayıp aynı zamanda *A. hydrophila* ve *A. sobria* türlerinin sitotoksin, hemolisin ve enterotoksin üretebileceği bildirilmiştir (Krovacek vd., 1991). *A. hydrophila* türünün gıda patojeni olduğu ve bu mikroorganizmanın bazı izolatlarının insanlarda hastalığa neden olabileceği vurgulanmıştır. Özellikle 5 yaşının altında ve bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda bağırsak hastalıklarında önemli rol oynadığı belirtilmiştir. Hastalıkların çoğunun su ürünleri ve yemeğe hazır gıdaların uzun süre buzdolabında depolanması ile ilgili olduğu belirtilmektedir. Psikrotrofik bakteri olan *A. hydrophila* buzdolabı sıcaklıklarında üreyebilmektedir. Bu nedenle gıda güvenliği açısından önemli bir mikroorganizmadır (Daskalov, 2006). *Aeromonas* türlerinin çiğ ve pişirilmiş gıdaların potansiyel kaynağı olduğu ve insanlara bulaştığı belirtilmiştir (Fricker ve Tompsett, 1989). Soğukta depolama esnasında *Aeromonas* türlerinin mikrobiyolojik tehlike oluşturabileceğinin bildirildiği çalışmada, sushi ürünlerde pirincin asitlendirilmesinin düşük sıcaklıkla birlikte <4°C'de kısa süreli depolama esnasında patojenik *Aeromonas* türlerinin gelişimini önlemek için ön koşul olduğu vurgulanmıştır (Hoel vd., 2018). Taze karides (*Litopenaeus vannamei*)'in bozulmasına sıcaklığın etkisinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada taze karidesler tropikal çiflikten hasat edilerek farklı sıcaklıklarda (30°C, 4°C ve 1°C) depolanmıştır. 30°C'de baskın bakterilerin *Enterobacter* ve *Acinetobacter* olduğu bildirilirken, 4°C'de *Pseudomonas* ve *Aeromonas* ve 1°C'de *Aeromonas* ve *Enterococcus* olduğu bildirilmiştir (Don vd., 2018). Çipura (*Sparus aurata*) filetolarına *A. hydrophila* inoküle edilerek buzdolabı koşullarında farklı gaz kombinasyonlarıyla paketlenme yaparak farklı sıcaklıklarda depolama yapıldığı çalışmada sıcaklığın mikrobiyal gelişimin azaltılmasında en iyi faktör olduğu bildirilmiştir. Ayrıca *A. hydrophila*'nın 4°C'de önemli gelişim gösterdiği ve mikrobiyal inaktivasyonun ise 0°C'de olduğu belirtilmiştir (Provincial vd., 2013). Yapılan diğer bir çalışmada ise *Aeromonas*'ın sazan balıklarında (*Cyprinus carpio*) yaygın popülasyona sahip olduğu

ve soğukta depolama esnasında da diğer bozulma yapan mikroorganizmalardan nispeten daha yüksek mikrobiyal sayıda saptandığı bildirilmiştir (Zhang vd., 2017). %2 kuru tuzlanmış ve tuzlanmamış sazan (*Aristichthys nobilis*) filetolarının 4°C'de depolanması esnasında balıkların başlangıç florasında 11 cins bakteri bulunduğu *Aeromonas* cinsinininde baskın bakteri grubu olduğu belirtilmiştir. Tuzlanmış ve tuzlanmamış gruplar arasında mikrobiyal florada farklılıkların gözlemlendiği fakat tuzlanmamış sazan filetolarında depolanmanın sonunda da baskın bakteri grubunun *Aeromonas* cinsi olduğu bildirilmiştir (Liu vd., 2017). Marketlerde önceden paketlenerek taze olarak satışa sunulan gökkuşluğu alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*) ve somonlar (*Salmo salar*) 3°C'de depolanması esnasında gökkuşluğu alabalık filetolarındaki *Aeromonas* türlerinin somon dilimlerindekine kıyasla daha az olduğu fakat her iki grupta da bozulmaya bağlı olarak *Aeromonas* türlerinin önemli şekilde artış gösterdiği bildirilmiştir (Gonzalez-Rodriguez vd., 2002).

Pseudomonas shigelloides türü bakterinin histidini dekarboksile eden bakteriler arasında önemli role sahip olduğu bildirilen çalışmada bu türün su ürünleri ile ilgili sıklıkla izole edilen histamin üreticisi olduğu vurgulanmıştır (Lopez-Sabater, 1996). Yapılan bir çalışmada iki supermarkette oksijen geçiren film ile paketlenmiş (-2°C ile +1°C) arasındaki sıcaklıklardaki soğutma dolaplarında tutulan toplam 52 deniz balığı (11 adet yılan, 9 adet kılıç, 13 adet dil, 13 adet orfoz, 5 adet mezgit, 1 adet trança) *P. shigelloides* türünün varlığı açısından incelenmiştir. Çalışmada incelenen deniz balıklarının %23'ünden (orfoz filetolarının 11'inden, trança filetolarının 1'inden) *P. shigelloides* türünün PZR cihazı ile izole edildiği bildirilmiştir. (Herrera vd., 2006).

***Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmaların neden olduğu hastalıklar**

Aeromonas türlerinin içme suyu, nehir ve diğer su kaynaklarında ve su ürünlerinde bulunması, bu bakterinin insanlardaki gastroenterit hastalıkların görülmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir (Beuchat 1991). Gıda kaynaklı hastalıklar geliştirmekte olan dünyanın en yaygın problemlerinden biridir. Bu nedenle HACCP programı ile birlikte uygulanacak hızlı mikrobiyolojik metotların başarılı bir şekilde uygulanmasının gıda güvenliğinin sağlanmasında endüstriye yarar sağlayabileceği belirtilmektedir (Vanne vd., 1996). Su ürünleri çabuk bozulan gıdalar olduğu için avcılıktan tüketime kadar ki aşamada yüksek standartlarda hijyen, iyi taşıma ve kalite sistemlerinin gerekli olduğu belirtilmektedir (Jack ve Read, 2008). *Aeromonas* cinsinin *A. sobria*, *A. hydrophila* ve *A. veronii* 3 türü tüm klinik *Aeromonas* izolatlarının yaklaşık %85'inini oluşturduğu vurgulanmıştır. Bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda ciddi *Aeromonas* septisemi

durumları meydana geldiği belirtilmiştir. Sistemik enfeksiyonla birlikte gelişen diğer durumlar arasında hepatik nekroz ve habis tümör de olduğu bildirilmiştir (Levin, 2014). *A. hydrophila* türünün sulara, hayvanlarda ve gıdalarda (su ürünleri, tavuk ve kırmızı et) bulunduğu bildirilerek, bu patojen toksinleride içeren farklı hastalık yapma faktörü üretebildiği belirtilmiştir. Psikrotrofik *A. hydrophila* buzdolabında depolanan gıdalarda da üretilmesinin üzerinde durularak, bu mikroorganizmanın insanlarda gastroenterit, septisemi, travmatik ve su kaynaklı yara enfeksiyonları, medikal sülük tedavisi sonrası enfeksiyonları içeren hastalıklarla ilişkili olduğu vurgulanmıştır (Daskalov, 2006). Kontamine olmuş suların tüketimi veya teması özellikle yaz aylarında *Aeromonas* türleri ile ilgili gastroenterit hastalıkların ortaya çıkmasında büyük risk oluşturabileceğine değinilmiştir. Ayrıca *Aeromonas* ile kontamine olmuş gıdalarda enfeksiyonun yayılmasında araç olabileceği belirtilmiştir (Kirov, 1993). *Aeromonas* türlerinin insanlarda bağırsak ve bakterinin neden olduğu yara enfeksiyonları gibi hastalıklara neden olabileceği vurgulanmıştır. *Aeromonas* türlerinin çoğunlukla tatlı su balıkları olan sazan ve alabalıkların, memelilerin, sürüngenlerin, hem karada hem suda yaşayan hayvanların ve kuşların bireysel ve yaygın hastalıklarına ve ölümlerine sebep olabileceği bildirilmiştir. *Aeromonas*'ın hasta kişilerde septisemi yoluyla hematolojik ve karaciğerle ilgili hastalıklara da sebep olduğu belirtilmiştir (Janda, 2002). *A. hydrophila* türü ile kontamine olmuş sularla temas edildiğinde deri ve yumuşak doku enfeksiyonlarına sebep olduğu belirtilen çalışmada bu mikroorganizmanın yumuşak doku travmasına ve iltihabına neden olduğu bildirilmiştir. *A. hydrophila* nedeniyle hastada yaranın 30 saat içinde septisemi yoluyla yayıldığı elde ve ayaklarda ciddi bakteriyel doku enfeksiyonuna neden olduğunu bildiren durum rapor edilmiştir (Yang vd., 2004). Yapılan bir çalışmada *A. hydrophila* mikroorganizmasının sirozla ölümcül septisemiye sebep olduğu bildirilmiştir (Koravacek vd., 1993). Teropatik balık (*Garra rufa*) üzerine yapılan çalışmada *A. sobria* türü mikroorganizmanın *G. rufa* için patojen olduğu ve bu balıklarla tedavi uygulanan bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda potansiyel risk oluşturabileceğine değinilmiştir (Majtan vd., 2012). *A. salmonicida* türünün balık patojeni olduğu belirtilmesine karşın, mezofilik *A. salmonicida* türünün insan enfeksiyonlarına neden olduğu bazı vakalar rapor edilmiştir (Vincent vd., 2019). Yapılan diğer bir çalışmada ishale neden olan veya olmayan *A. veronii* türünün insanlardan izole edilen baskın tür olduğu bildirilmiştir (Chen vd., 2015). *Plesiomonas* ve *Aeromonas* cinsi mikroorganizmaların neden olduğu gastroenterit hastalıkların genellikle hafif, asemptomatik fakat yaygın olduğu bildirilmiştir. Bu mikroorganizmaların bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde septisemi, bağırsak

rahatsızlıkları dışında da diğer enfeksiyonlara; karaciğer safra yolları ve kanser hastalıklarına neden olabildiği belirtilmiştir. Bu hastalıkların en büyük risk faktörleri arasında; taze ve az pişirilmiş su ürünlerinin tüketimi, özellikle gelişmiş ülkelere hijyen ve sanitasyon uygulamaları yetersiz geri kalmış ülkelere yapılan seyahatler sayılmaktadır (Grim, 2013). Pişirilmemiş kabukluların tüketimi sonucundan en sıklıkla görülen semptomun hafiften ağıra doğru gelişen ishal olduğu bildirilmiştir. Buna karşın, bağırsıklık sistemi baskılanmış kişilerde ve çocuklar da diğer enfeksiyonların gelişimi ile ölümlerin meydana geldiği de vurgulanmıştır (Levin, 2014). *P. shigelloides* türünün kafa yarası ile ilgili olarak derialtı dokusunun yaygın iltihabına neden olduğuna dair vakaların yanısıra bu patojen mikroorganizmanın yaygın olarak gastroenterit hastalıklara ve nadir olarak ta salgın hastalıklara neden olabileceği belirtilmiştir. Daha az sıklıkla da insanlarda septisemi ile bir veya daha fazla komplikasyona neden olduğuna değinilmiştir (Janda, 2002). *P. shigelloides* türünün çoğu infekte kişide kolera benzeri ishale sebep olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu mikroorganizmanın bağırsıklık sistemi baskılanmış hastalarda zatürreye sebep olduğunu bildiren ilk çalışma olduğu belirtilmiştir (Schneider vd., 2009). Diğer bir çalışmada bulaşma kaynağı tesbit edilememesine rağmen, yenidoğan 2,5 günlük bebekte *P. shigelloides* türünün septisemi ve menenjitte neden olduğu saptanmıştır (Ozdemir vd., 2010). *P. shigelloides* türünün tatlı su ve denizler de özellikle ılık ve tropikal iklim sularında bulunduğu değinilerek, insanların tropikal bölgelere ziyareti veya pişirilmemiş su ürünlerinin tüketimi sonucunda ishal görüldüğü vurgulanmıştır. Bağırsak hastalıkları dışında rahatsızlıkların çok nadir görüldüğü yeni doğan ve bağırsıklık sistemi baskılanmış hastalarda ölümcül olabildiği bildirilmiştir. Çalışmada *P. shigelloides*'le kontamine olmuş sularda yüzen kadın hastanın uterus ile over arasındaki tüplerde tuba iltihabına neden olduğu bildirilmiştir (Roth vd., 2002).

Aeromonas ve Plesiomonas cinsi mikroorganizmaların kontrolü için uygulanan yöntemler

Aeromonas ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmaların insanlarda hastalıklara neden olmasının önlenmesi ve mikroorganizmaların kontrolünün daha iyi hijyenik koşulların sağlanmasına, içme suyu kaynaklarının sanitasyon uygulamalarına ve kabuklu su ürünlerinin uygun şekilde pişirilmesine bağlı olduğu bildirilmiştir (Janda, 2002). Su ve gıdalar için alınması gereken önlemler ve hijyen kurallarının farkındalığı tropikal bölgelere seyahat eden turistler içinde önemli olduğuna değinilen çalışmada bazı durumlarda hastalıkları önleyici ilaçlar ve antibiyotiklerin kullanımı gerekebileceği, su kaybını önlemek içinde ağız yoluyla alınan rehidrasyon solüsyonlarının gerekli olduğu bildirilmiştir (Leggat

ve Goldsmid, 2002). Gıda güvenliğinin sağlanmasında *A. hydrophila* türünün sıcaklık, pH, NaCl, oksijen, fosfat gibi birçok faktöre oldukça duyarlı olduğu bildirilmiştir (Daskalov, 2006). Soğuğa toleranslı *A. hydrophila*'nın soğuk tütsülenmiş somon balıklarına inoküle edilerek, 5 ve 10°C iki farklı sıcaklıkta aerobik ve vakum paket koşulları altında depolandığı çalışmada *A. hydrophila*'nın sadece 10°C'de depolanan örneklerde üreyebildiği belirtilmiştir (Hudson ve Mott, 1993). Ozon gazı ile birlikte soğutma işleminin uygulamalarının farklı çığ balıkların kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada birlikte kullanımının balıkların raf ömürlerini arttırmada etkili olduğu belirtilmiştir. İçerisinde *Aeromonas* cinsi bakterilerinde bulunduğu mikrobiyal kontrol üzerine en iyi etkinin *Arnoglossus laterna* balığı ile *Eledone moschata* ahtapotu üzerine olduğu belirtilmiştir. Çalışmada muamele koşullarının ve oranlarının her su ürünü için ayarlanmasına ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (Aponte vd., 2018). Yapılan bir çalışmada soğuk tütsüleme uygulanan gökkuşacağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) vakum paketlenerek buzdolabında 4°C'de 21 gün depolanmıştır. *A. hydrophila* üzerine tütsünün antimikrobiyal etkisinin incelendiği çalışmada kullanılan bütün tütsü ekstraktlarının *A. hydrophila*'ya karşı etkili olduğu belirtilmiştir (Sunen vd., 2003). Yapılan diğer bir çalışmada tütsülenmiş somonda gıda kaynaklı patojenlerin (*A. hydrophila*, *P. shigelloides* gibi) kontrolü için ultra viole lambası ve non termal atmosferik plazma tek ve birlikte kombinasyonlarının incelendiği çalışmada tütsülenmiş somonların kalitesi üzerine birlikte uygulandığında bakteri yüklerinde 0,1-1,57 log kob/g azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Colejo vd., 2018). Somon filetolarında *A. hydrophila*'nın kontrolüne yönelik yapılan diğer bir çalışmada *Lactobacillus pentosus* 39 koruyucu kültürü ve onun bakteriyosininin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında *A. hydrophila* sayısında sırasıyla (2,1 ve 1,4 log kob/g) azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. *A. hydrophila* gelişimini kontrol için *Lactobacillus pentosus* 39 türü mikroorganizmanın etkisini gösteren çalışmada gıdalarda laktik asit bakteri starter kültürlerinin kullanımı gıda güvenliğinin sağlanması ve yemeğe hazır gıdaların depolanması esnasında raf ömrünün arttırılmasında yarar sağlayacağı vurgulanmıştır (Anacarso vd., 2014). Panga balığında (*Pangasius pangasius*) patojenlerin kontrolü için biyobozunur gıda paketlerinin antimikrobiyal etkisinin incelendiği çalışmada bakteriosin 7293 içeren antimikrobiyal biyobozunur gıda paketlerinin panga balık filetoları için iyi antimikrobiyal paketleme olduğu söylenmiştir. Bu bakteriyosin 7293 içeren biyobozunur gıda paketlerinin balıkların ret edilmesine sebep olan *A. hydrophila* gibi patojen mikroorganizmaları etkili bir şekilde inhibe ettiği (2-5 log kob/cm²) bildirilmiştir (Woraprayote vd., 2018). Yapılan diğer bir çalışmada protein hidrolizati ve karanfil esansiyel yağının agar film özellikleri ve pisi

balığı (*Paralichthys orbignyanus*) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi incelendiği çalışmada Karanfil esansiyel yağının pisi balığının raf ömrünün arttırılmasında doğal koruyucu olarak kullanılabileceği saptanmıştır. Bu çalışmada kontrol filmlerle karşılaştırıldığında karanfil esansiyel yağı içeren filmlerin içerisinde *A. hydrophila*'nın da bulunduğu bakterilerin gelişimini önemli bir şekilde geciktirdiği belirtilmiştir (Rocha vd., 2018). Sazan balıklarına (*Cyprinus carpio*) tarçın esansiyel yağı uygulanması işleminin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında balıklardaki *Aeromonas* türlerinin gelişimini inhibe ettiği saptanmıştır (Zhang vd., 2017). 4°C'de depolanan gümüş sazan filetolarının (*Hypophthalmichthys molitrix*) mikrobiyolojisi ve kalitesi üzerine kitosan oligosakkaritlerinin etkisinin incelendiği çalışmada %1 kitosan oligosakkarit uygulamasının *Aeromonas* türlerinin gelişimini önemli ölçüde inhibe ettiği belirtilmiştir (Jia vd., 2018). 4°C'de depolanan sazan filetolarında (*Chenopharyngodon idellus*) en yüksek antimikrobiyal aktivitenin tarçın kabuğu yağında saptandığı ve tarçın kabuğu yağının *Aeromonas* türlerini tamamen inhibe ettiği bildirilmiştir (Huang vd., 2017). Yapılan bir çalışmada ayçiçeği protein ile karanfil esansiyel yağı içeren filmlerin buzdolabında depolanan sardalya köftelerine uygulandığında oksidasyonu engellediği ve toplam mezofil bakterilerin gelişimini geciktirdiği bildirilmiştir (Salgado vd., 2013). Yapılan diğer bir çalışmada da minimal olarak işlenmiş balık ürünlerinin güvenliği ve korunmasında doğal ekstraktların antimikrobiyal etkisinin bozulma yapan ve patojen bakteriler üzerine (*P. fluorescens*, *A. hydrophila* ve *L. innocua*) etkisi incelenmiştir. Çalışmada yenilebilir filmlerin balık filetolarının korunmasında potansiyel olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Iturriaga vd., 2012). Su ürünlerinin tüketilmeden önce uygun şekilde pişirilmesinin enfeksiyonların önlenmesinde etkili olduğu ve su ürünlerinin pişirildikten sonra da çapraz bulaşmanın önlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Pişirilen su ürünlerinin mikroorganizmaların çoğalmasını önleyecek derecelerde soğuk (<4°C) ve sıcak (>60°C) tutulması gerektiği belirtilmiştir (Ward ve Hackney, 1991). 2-7 kGy ışınlama dozlarının gıda patojenlerini azaltabileceği ve balıkta bozulma yapan bakterilerin sayısını önemli şekilde düşürebileceği vurgulanmıştır (Arvanitoyannis ve Stratakos, 2010). Yemeğe hazır bir gıda olan somon carpaccio'nun stabilitesini ve kalitesini yükseltmenin etkili yolunun jelatin- kitosan-karanfil esansiyel yağı filmi ve yüksek basıncın birlikte kullanılmasının olduğu belirtilmiştir (Gomez-Estaca vd., 2018). Panga balığının (*Pangasius hypophthalmus*)

işleme esnasında işleme zinciri boyunca toplam 174 izolat, 20 cins ve 38 tür bakteri tanımlanmıştır. Bütün işleme hattında çeşitli işleme basamaklarında baskın olarak *Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Lactobacillus* ve *Enterococcus* cinsi bakterilerin saptandığı bildirilmiştir. Çözündürülmüş panga filetolarının raf ömürlerinin arttırılmasında etkili ölçüm metotlarının seçilmesi ve panga filetolarının işlenmesinde kullanılan iyi üretim uygulamalarının geliştirilebileceği vurgulanmıştır (Thi vd., 2013). *A. hydrophila* türü mikroorganizmanın çeşitli gıda substratlarında ve çeşitli işleme tesislerinde farklı depolama sıcaklıklarında üreme, ölüm ve transmisyonunun tahmin modellerinin yapılmasının gerekli ve acil olduğu belirtilmektedir (Yang vd., 2016). Gelecekte moleküler test metotları ile yapılan çalışmalarla genotipleri, antimikrobiyallere karşı direnç mekanizmaları gibi konularda bilgilerin sağlanması gerektiği bildirilmiştir. Mikrobiyoloji laboratuvarları ve araştırma merkezlerinin klinik, gıda ve su kaynaklarında bu mikroorganizmaların insan sağlığında oluşturduğu risklerin daha iyi anlaşılmasının sağlanarak araştırma yapmalarının teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Ghenghesh vd., 2015). Gıdaların uygun işleme, satış, depolama ve tüketime hazırlama aşamalarında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmasını takiben bütün aşamalarda takibinin yapılmasının (kaynağından, üretici, işleme, dağıtım, satış ve tüketici) gıdaların raf ömürlerinin arttırılması ve gıdaların güvenliğinin sağlanmasında etkili olacağı bildirilmiştir (Sofos, 2014).

SONUÇ

Patojen *Aeromonas* ve *Plesiomonas* cinsi mikroorganizmalar su ürünlerinin yakalandığı veya hasat edildiği çevrede bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar sulardan, denizlerden ve su ürünlerinden temas ve tüketim sonucu bulaşmaktadır. *A. hydrophila*'nın buzdolabı sıcaklıklarında gelişebilen bir bakteri olması nedeniyle bu bakterinin su ürünlerinden elemine edilmesi için ilave koruyucu yöntemlerinde kullanılması gerektiği daima göz önünde bulundurulmalıdır. Su ürünlerinin tüketimi nedeniyle *Aeromonas* ve *Plesiomonas* kaynaklı enfeksiyonların önlenmesinde bilinçlendirme ve eğitim çalışmalarının yapılmasının etkili olacağı tahmin edilmektedir. Sürekli gelişmekte olan teknoloji ile birlikte gelişen etkin metotlar sayesinde patojen mikroorganizmaların sularda ve su ürünlerinde saptanmasının giderek kolaylaşacağı ve gerekli önlemlerin alınacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Anacarso, I., Messi, P., Condo, C., Iseppi, R., Bondi, M., Sabia, C. & Niederhausern, S.D. (2014). A bacteriocin-like substance produced from *Lactobacillus pentosus* 39 is a natural antagonist for the control of *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in fresh salmon fillets. *LWT Food Science and Technology*, 55, 604-611. DOI: [10.1016/j.lwt.2013.10.012](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.10.012)
- Aponte, M., Anastasio, A., Marrone, R., Mercogliano, R., Peruzi, M.F. & Murru, N. (2018). Impact of gaseous ozone coupled to passive refrigeration system to maximize shelf-life and quality of four different fresh fish products. *LWT- Food Science and Technology*, 93, 412-419. DOI: [10.1016/j.lwt.2018.03.073](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.073)
- Arvanitoyannis, I.S. & Stratakos, A.C. (2010). Chapter 9: Effect of Irradiation on Fish and Seafood. *Irradiation of Food Commodities*, 287-365.
- Behera, B.K., Bera, A.K., Paria, P., Das, A., Parida, P.K., Kumari, S., Bhowmick, S. & Das, B.K. (2018). Identification and pathogenicity of *Plesiomonas shigelloides* in Silver carp. *Aquaculture*, 314-318. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2018.04.063](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.063)
- Beuchat, L.R. (1991). Behaviour of *Aeromonas* species at refrigeration temperatures. *International Journal of Food Microbiology*, 13, 3, 217-224.
- Carter, G.R. (1990). *Pseudomonas, Aeromonas, Plesiomonas and Vibrio. Diagnostic Procedure in Veterinary Bacteriology and Mycology* (Fifth Edition), 77-86.
- Chen, P.L., Tsai, P.J., Chen, C.S., Lu, Y.C., Chen, H.M., Lee, N.Y., Lee, C.C., Li, W.C., Li, M.C., Wu, C.J. & Ko, W.C. (2015). *Aeromonas* stool isolates from individuals with or without diarrhea in southern Taiwan: Predominance of *Aeromonas veronii*. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 48, 618-624. DOI: [10.1016/j.mii.2014.08.007](https://doi.org/10.1016/j.mii.2014.08.007)
- Colejo, S., Alvarez-Ordanez, A., Prieto, M., Gonzalez-Raurich, M., Lopez, M. (2018). Evaluation of ultra violet light (UV), non-thermal atmospheric plasma (NTAP) and their combination for the control of foodborne pathogens in smoked salmon and their effect on quality attributes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 50, 84-93. DOI: [10.1016/j.ifset.2018.10.002](https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.10.002)
- Çolakoglu, F.A., Sarmasik, A. & Koseoglu, B. (2006). Occurrence of *Vibrio spp.*, in shellfish harvested off Dardanelles coast of Turkey. *Food Control*, 17, 648-652. DOI: [10.1016/j.foodcont.2005.04.014](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.04.014)
- Daskalov, H. (2006). The importance of *Aeromonas hydrophila* in food safety. *Food Control*, 17, 474-483. DOI: [10.1016/j.foodcont.2005.02.009](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.02.009)
- Don, S., Xavier, K.A.M., Devi, S.T., Nayak, B.B. & Kannuchamy, N. (2018). Identification of potential spoilage bacteria in farmed fish (*Litopenaeus vannamei*): Application of relative rate of spoilage models in shelf life-prediction. *LWT-Food Science and Technology*, 97, 295-301. DOI: [10.1016/j.lwt.2018.07.006](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.006)
- Esteve, C. (1995). Numerical taxonomy of *Aeromonadaceae* and *Vibrionaceae* associated with reared fish and surrounding fresh and brackish water. *System. Applied Microbiology*, 18, 391-402.
- Falcao, J.P., Dias, A.M.G., Correa, E.F. & Falcao, D.P. (2002). Microbiological quality of ice used to refrigerate foods. *Food Microbiology*, 19, 269-276. DOI: [10.1006/yfmic.490](https://doi.org/10.1006/yfmic.490)
- Fricker, C.R. & Tompsett, S. (1989). *Aeromonas spp.* in foods: A significant cause of food poisonings? *International Journal of Food Microbiology*, 9, 1, 17-23.
- Ghenghesh, K.S., Rahouma, A., Zorgani, A., Tawil, K., Tomi, A.A., & Faranka, E. (2015). *Aeromonas* in Arab countries: 1995-2014. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 42, 8-14. DOI: [10.1016/j.cimid.2015.07.002](https://doi.org/10.1016/j.cimid.2015.07.002)
- Gomez-Estaca, J., Lopez-Caballero, M.E., Martinez-Bartolome, M.A., Lopez de Lacey, A.M., Gomez-Guillen, M.C., Pilar Montero, M. (2018). The effect of the combined use of high pressure treatment and antimicrobial edible film on the quality of salmon carpaccio. *International Journal of Food Microbiology*, 283, 28-36. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2018.06.015](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.06.015)
- Gonzalez-Rey, C., Svenson, S.B., Bravo, L., Rosinsky, J. & Krovacek, K. (2000). Specific Detection of *Plesiomonas shigelloides* isolated from aquatic environments, animals and human diarrhoeal cases by PCR based on 23S rRNA gene. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 29, 2, 107-113.
- Gonzalez-Rodríguez, M.N., Sanz, J.J., Santos, J.A., Otero, A. & Garcia-Lopez, M.L. (2002). Foodborne pathogenic bacteria in prepackaged fresh retail portions of farmed rainbow trout and salmon stored at 3°C. *International Journal of Food Microbiology*, 76, 135-141.
- Gonzalez-Rodríguez, M.N., Sanz, J.J., Santos, J.A., Otero, A. & Garcia-Lopez, M.L. (2002). Numbers and types of microorganisms in vacuum-packed cold smoked freshwater fish at retail level. *International Journal of Food Microbiology*, 77, 1-2, 161-168.
- Gonzalez-Rey, C., Svenson, S.B., Brova, L., Siitonen, A., Pasquale, V., Dumontet, S., Ciznar, I., Krovacek, K. (2004). Serotypes and antimicrobial susceptibility of *Plesiomonas shigelloides* isolates from humans, animals and aquatic environments in different countries. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 27, 129-139. DOI: [10.1016/j.cimid.2003.08.001](https://doi.org/10.1016/j.cimid.2003.08.001)
- Grim, C.J. (2013). Chapter 14: *Aeromonas* and *Plesiomonas*, *Foodborne Infections and Intoxications (Fourth Edition)*. 229-237.
- Gu, W. & Levin, R.E. (2006). Quantitative detection of *Plesiomonas shigelloides* in clam and oyster tissue by PCR. *International Journal of Food Microbiology*, 111, 81-86. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2006.05.005](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.05.005)
- Herrera, F.C., Santos, J.A., Otero, A. & Garcia-Lopez, M.L. (2006). Occurrence of *Plesiomonas shigelloides* in displayed portions of saltwater fish determined by a PCR assay based on the *hugA* gene. *International Journal of Food Microbiology*, 108, 233-238. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2005.12.008](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.12.008)
- Hoel, S., Vadstein, O. & Jakobsen, A.N. (2018). Growth of mesophilic *Aeromonas salmonicida* in an experimental model of nigiri sushi during cold storage. *International Journal of Food Microbiology*, 285, 1-6. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2018.07.008](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.07.008)
- Huang, Z., Liu, X., Jia, S. & Luo, Y. (2017). Antimicrobial effects of cinnamon bark oil on microbial composition and quality of grass carp (*Chenopharyngodon idellus*) fillets during cold storage. *Food Control*, 82, 316-324. DOI: [10.1016/j.foodcont.2017.07.017](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.07.017)
- Hudson, J.A., Mott, S.J., Delacy, K.M. & Edridge, A.L. (1992). Incidence and coincidence of *Listeria spp.*, motile *Aeromonads*, and *Yersinia enterocolitica* on ready-to-eat fleshfoods. *International Journal of Food Microbiology*, 16, 2, 99-108.
- Hudson, J.A. & Mott, S.J. (1993). Growth of *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila* and *Yersinia enterocolitica* on cold-smoked salmon under refrigeration and mild temperature abuse. *Food Microbiology*, 10, 1, 61-68.
- Iturriaga, L., Olabarrieta, I. & Maranon, I.M.D. (2012). Antimicrobial assays of natural extracts and their inhibitory effect against

- Listeria innocua and fish spoilage bacteria, after incorporation into biopolymer edible films. *International Journal of Food Microbiology*, 158, 58-64. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.001](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.001)
- Jack, L. & Read, B. (2008). Raw material selection: fish. Chilled Foods (Third Edition), 83-108.
- Janda, J.M. (2002). *Aeromonas* and *Plesiomonas*. *Molecular Medical Microbiology*, 2, 1237-1270.
- Jia, S., Liu, X., Huang, Z., Li, Y., Zhang, L. & Luo, Y. (2018). Effect of chitosan oligosaccharides on microbiota composition of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) determined by culture-dependent and independent methods during chilled storage. *International Journal of Food Microbiology*, 268, 81-91. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2018.01.011](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.01.011)
- Kirov, S.M. (1993). The public health significance of *Aeromonas* spp. in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 20, 4, 179-198.
- Krovacek, K., Faris, A. & Mansson, I.(1991). Growth of and toxin production by *Aeromonas hydrophila* and *A. sobria* at low temperatures. *International Journal of Food Microbiology*, 13, 2, 165-175.
- Krovacek, K., Faris, A., Baloda, S.B., Lindberg, T. & Mnsson, I. (1992). Isolation and virulence profiles of *Aeromonas* spp. from different municipal drinking water supplies in Sweden. *Food Microbiology*, 9, 3, 215-222.
- Krovacek, K., Eriksson, L.M., Gonzalez-Rey, C., Rosinsky, J. & Ciznar, I. (2000). Isolation, biochemical and serological characterization of *Plesiomonas shigelloides* from freshwater in Northern Europe. *Comparative Immunology, Microbiology & Infection Diseases*, 23, 45-51.
- Knochel, S. & Jeppesen, C. (1990). Distribution and characteristics of *Aeromonas* in food and drinking water in Denmark. *International Journal of Food Microbiology*, 10, 3-4, 317-322.
- Leggat, P.A. & Goldsmid, J.M. (2002). Travellers' diarrhoea: health advice for travellers. *Travel Medicine and Infectious Diseases*, 2, 17-22. DOI: [10.1016/j.tmaid.2004.01.005](https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2004.01.005)
- Levin, R.E. (2014). Bacteria: *Plesiomonas shigelloides*. *Encyclopedia of Food Safety*, 1, 480-485.
- Levin, R.E. (2014) Microbiological Safety of Meat. *Aeromonas* spp. *Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition)*, 317-323.
- Liu, D. (2015). Chapter 61: *Aeromonas*. *Molecular Medical Microbiology(Second Edition)*, 2, 1099-1110.
- Liu, X., Zhang, Y., Li, D. & Luo, Y. (2017). Characterization of the microbiota in lightly salted bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fillets stored at 4°C. *Food Microbiology*, 62, 106-111. DOI: [10.1016/j.fm.2016.10.007](https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.10.007)
- Lopez-Sabater, E.,Rodriguez-Jerez, J.J., Hernandez-Herrero, M. & Mora-Ventura, M.T. (1996). Incidence of histamine-forming bacteria and histamine content in scombroid fish species from retail markets in the Barcelona area. *International Journal of Food Microbiology*, 28, 411-418.
- Majtan, J., Cerny, J., Ofukana, A., Takac, P. & Kozanek, M. (2012). Mortality of therapeutic fish *Garra rufa* caused by *Aeromonas sobria*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2, 2, 85-87.
- Martino, M.E., Fasolato, L. & Cardazzo, B. (2016). *Aeromonas*. *Encyclopedia of Food and Health*, 61-67.
- Noterdaeme, L., Bigawa, S., Steigerwalt, A.G., Brenner, D.J. & Ollevier, F. (1996). Numerical Taxonomy and Biochemical Identification of Fish Associated Motile *Aeromonas* spp. *System. Applied Microbiology*, 19, 624-633.
- Ottaviani, D., Santarelli, S., Bacchiocchi, S., Masini, L., Ghittino, C. & Bacchiocchi, I. (2006). Occurrence and characterization of *Aeromonas* spp. in mussels from the Adriatic Sea. *Food Microbiology*, 23, 418-422. DOI: [10.1016/j.fm.2005.08.001](https://doi.org/10.1016/j.fm.2005.08.001)
- Ozaktas, T., Taskin, B. & Gozen, A.G.(2012). High level multiple antibiotic resistance among fish surface associated bacterial populations in non-aquaculture freshwater environment. *WaterResearch*,46,6382-6390. DOI: [10.1016/j.watres.2012.09.010](https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.09.010)
- Ozdemir, O., Sari, S., Terzioğlu, S. & Zenciroğlu, A. (2010). *Plesiomonas shigelloides* sepsis and meningoenophalitis in a surviving neonate. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 43, 4, 344-346.
- Perales, I. (2003).Chapter 19 Culture media for *Aeromonas* spp.and *Plesiomonas shigelloides*. *Progress in Industrial Microbiology*, 37, 317-344.
- Popovic, N.T., Kazazic, S.P., Strunjak-Perovic, I., Barisic, J., Klobucar, R.S., Kepec, S. & Coz- Rakovac, R. (2015). Detection and diversity of aeromonads from treated wastewater and fish inhabiting effluent and downstream waters. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 120, 235-242. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2015.06.011](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.06.011)
- Provincial, L., Guillen, E., Alonso, V., Gil, M., Roncales, P. & Beltran, J.A. (2013). Survival of *Vibrio parahaemolyticus* and *Aeromonas hydrophila* in seabream (*Sparus aurata*) fillets packaged under enriched CO₂ modified atmospheres.*International Journal of FoodMicrobiology*, 166, 141-147. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.013](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.013)
- Rocha, M.D., Aleman, A., Romani, V.P., Lopez-Cabellero, M.E., Gomez-Guillen, M.C., Montero, P. & Prentice, C. (2018). Effects of agar films incorporated with fish protein hydrolysate or clove essential oil on flounder (*Paralichthys orbignyanus*) fillets shelf-life. *Food Hydrocolloids*, 81, 351-363. DOI: [10.1016/j.foodhyd.2018.03.017](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.017)
- Rodriguez-Morales, A.J. & Castaneda-Hernandez, D.M. (2019). Bacteria: *Aeromonas*. *Reference Module in Food Science*.
- Roth, T., Hentsch, C., Erard, P., Tschantz, P. (2002). Pyosalpinx: Pyosalpinx caused by *Plesiomonas shigelloides* in an immunocompetent host. *Clinical Microbiology and Infection*, 8,12, 803-805.
- Salgado, P.R., Lopez- Caballero, M.E., Gomez- Guillen, M.C. Mauri, A.N., Montero, M.P.(2013). Sunflower protein films incorporatedwith clove essential oil have potential application for preservation of fish patties. *Food Hydrocolloids*, 33, 74-84. DOI: [10.1016/j.foodhyd.2013.02.008](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.02.008)
- Santos, J.A., Rodriguez-Calleja, J.M., Otero, A. & Garcia-Lopez, M.L. (2014). *Plesiomonas*. *Encyclopedia of Food Microbiology(Second Edition)*,47-52.
- Sofos, J.N. (2014). Chapter 6: Meat and Meat Products. *Food Safety Management*, 119-162.
- Sunen, E., Aristimuno, C. & Fernandez-Galian, B. (2003). Activity of smoke wood condensates against *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packed, cold smoked rainbow trout stored at 4°C. *Food Research International*, 36, 111-116.
- Thi, A.N.T., Nosedá, B., Samapundo, S., Nguyen, B.L., Broekaert, K., Rasschaert, G., Heyndrickx, M. & Devlieghere, F. (2013). Microbial ecology of Vietnamese Tra fish (*Pangasius hypophthalmus*) fillets during processing. *International Journal of Food Microbiology*, 167, 144-152. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2013.09.010](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.09.010)
- Tsai, G.J. & Chen, T.H. (1996). Incidence and toxigenicity of *Aeromonas hydrophila* in seafood. *International Journal of Food Microbiology*,

- 31, 121-131.
- Vanne, L., Karwoski, M., Karppinen, S. & Sjöberg, A.M. (1996). HACCP-based food quality control and rapid detection methods for microorganisms. *Food Control*, 7,6, 263-276.
- Vinsent, A.T., Fernandez-Bravo, A., Sanchis, M., Mayayo, E., Figueraz, M.J. & Charette, S.J. (2019). Investigation of the virulence and genomics of *Aeromonas salmonicida* strains isolated from human patients. *Infection, Genetics and Evolution*, 68, 1-9.
DOI: [10.1016/j.meegid.2018.11.019](https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.11.019)
- Virsek, M.K., Lovsin, M.N., Koren, S., Krzan, A. & Peterlin, M. (2017). Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species *Aeromonas salmonicida*. *Marine Pollution Bulletin*, 125, 301-309. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.08.024](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.024).
- Walker, S.J. & Brooks, J. (1993). Survey of the incidence of *Aeromonas* and *Yersinia* species in retail foods. *Food Control*, 4,1, 34-40.
- Wadström, T. & Ljungh, A. (1991). *Aeromonas* and *Plesiomonas* as food and water-borne pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 12, 4, 303-311.
- Ward, D.R. & Hacney, C.(1991). *Indigenous Pathogens: Vibrionaceae Microbiology of Marine Products*. An Avi Book. Published by Van Nostrand Reinhold. NewYork. ISBN: 0-442-233469.
- Woraprayote, W., Pumpuang, L., Tosukhowong, A., Zendo, T., Sonomoto, K., Benjakul, S. & Visessanguan, W. (2018). Antimicrobial biodegradable food packaging impregnated with Bacteriocin 7293 for control of pathogenic bacteria in pangasius fish fillets. *LWT-Food Science and Technology*, 89, 427-433.
DOI: [10.1016/j.lwt.2017.10.026](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.026)
- Yang, C.C., Sun, I.F., Liu, C.M. & Lai, C.S. (2004). *Aeromonas hydrophila* septicemia in acute hand injury: A case report. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 20, 7, 351-356.
- Yang, S., Park, S.Y. & Ha, S.D. (2016). A Predictive growth model of *Aeromonas hydrophila* on chicken breasts under various storage temperatures. *LWT Food Science and Technology*, 69, 98-103.
DOI: [10.1016/j.lwt.2016.01.016](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.016)
- Zepeda-Velanquez, A.P., Vega-Sanchez, V., Ortega-Santana, C., Rubio-Godoy, M., Oca-Mira, D.M. & Soriano-Vargas, E. (2017). Pathogenicity of Mexican isolates of *Aeromonas* sp. in immersion experimentally-infected rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*,Walbaum 1792).*ActaTropica*, 169,122-124.
DOI: [10.1016/j.actatropica.2017.02.013](https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.013)
- Zhang, Y., Li, D., Lv, Jian, Li, Q., Kong, C. & Luo, Y. (2017). Effect of cinnamon essential oil on bacterial diversity and shelf-life in vacuum-packed common carp (*Cyprinus carpio*) during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology*, 249, 1-8. DOI: [10.1016/j.foodmicro.2016.10.008](https://doi.org/10.1016/j.foodmicro.2016.10.008)