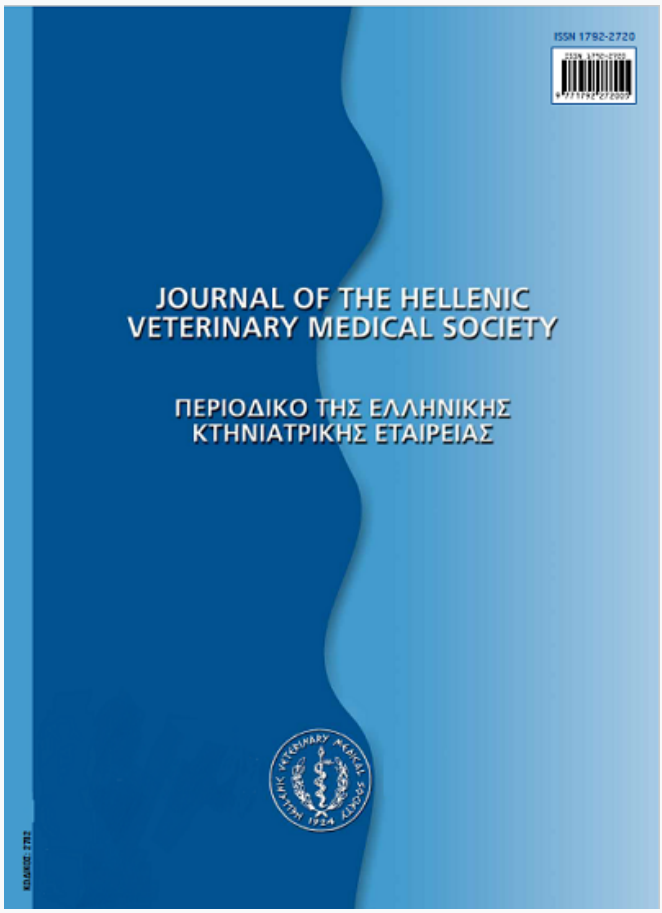
ePublishing

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 59, No 3 (2008)



Transmission through the water of the bacterial diseases of the euryaline fish cultured in the Mediterranean. Elements of epidemiology and risk factors which concern their spread and transmission of the respective pathogens

N. I. VATSOS (Ι. Ν. ΒΑΤΣΟΣ), M. GEORGIADIS (Μ. ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ)

doi: 10.12681/jhvms.14959

To cite this article:

VATSOS (Ι. Ν. ΒΑΤΣΟΣ) N. I., & GEORGIADIS (Μ. ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ) M. (2017). Transmission through the water of the bacterial diseases of the euryaline fish cultured in the Mediterranean. Elements of epidemiology and risk factors which concern their spread and transmission of the respective pathogens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *59*(3), 213–224. https://doi.org/10.12681/jhvms.14959

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 14/08/2025 14:07:08

JOURNAL OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY 2008, 59(3): 213-224
ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ 2008, 59(3): 213-224

Review article
Ανασκόπηση

Transmission through the water of the bacterial diseases of the euryaline fish cultured in the Mediterranean. Elements of epidemiology and risk factors which concern their spread and transmission of the respective pathogens

Vatsos N. I.[1] DVM, MSc, PhD, **Georgiadis M.**[2] DVM, MPVM, PhD, Dipl. ECVPH

[1] *Εργαστήριο Ιχθυολογίας, Κτηνιατρική Σχολή ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη*

[2] *Εργαστήριο Οικονομίας Ζωικής Παραγωγής, Κτηνιατρική Σχολή ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη*

Μετάδοση μέσω του θαλασσινού νερού των βακτηριδιακών νοσημάτων των ευρύαλων καλλιεργούμενων ψαριών της Μεσογείου. Στοιχεία επιδημιολογίας και παράγοντες κινδύνου που αφορούν στη διασπορά και μετάδοση των αντίστοιχων παθογόνων

Ι. Ν. Βάτσος[1], Λέκτορας ΑΕΙ, DVM, MSc, PhD
Μ. Γεωργιάδης[2], Λέκτορας ΑΕΙ, DVM, MPVM, PhD, Dipl. ECVPH

[1] *Εργαστήριο Ιχθυολογίας, Κτηνιατρική Σχολή ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη*

[2] *Εργαστήριο Οικονομίας Ζωικής Παραγωγής, Κτηνιατρική Σχολή ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη*

ABSTRACT. Intensive fish culture practiced in the Mediterranean requires fish to live under stressful conditions and high fish densities, something that facilitates transmission and spread of bacterial pathogens within cultured fish populations. One of the most important means of transmission of bacterial diseases of the euryaline fish that are cultured in the Mediterranean is the seawater. The main pathogenic bacteria that infect the euryaline fish species that are cultured in the Mediterranean are: *Listonella anguillarum, Photobacterium damselae subsp piscicida Tenacibaculum maritimum, Piscirikettsia salmonis, Pseudomonas anguilliseptica* as well as various species of the genus *Vibrio*, various species of the genera *Streptococcus* and *Lactococcus*, and species of the genus *Mycobacterium*. In the natural environment the bacteria, which are usually shed by infected fish, after surviving for some time in the water column and the bottom of the sea can, under appropriate conditions, infect other, cultured or wild susceptible fish. This review presents the published information that concerns the ability of the various bacterial pathogens of the euryaline fish to spread via water. Most of the published information concerning the bacterial diseases of the Mediterranean cultured euryaline fish deal with the characteristics, resistance and means of transmission of the respective bacteria, as determined in experimental studies. This information is very important for the design and application of prevention and control programs for the respective diseases, however, these programs must also consider epidemiological information concerning risk factors that may affect the onset and severity of the diseases. The investigation of risk factors, in analytical epidemiological studies, focuses on characteristics that relate to the pathogen, the host and the environment, which can concern and be measured at the farm level or at any other level of organization of the population. Especially useful in these cases is the determination of management practices which can be related to increased or decreased morbidity or mortality (total or due to specific diseases). In the current study, reference is made to analytical epidemiological studies in which risk factors that may affect the transmission of several fish pathogens, as well as the

Correspondence: Vatsos N. I.
Laboratory of Ichthyology, Vetrinary School, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24, Greece
Tel.: 2310 999880, email ivatsos@vet.auth.gr

Αλληλογραφία: Ι. Ν. Βάτσος
Εργαστήριο Ιχθυολογίας, Κτηνιατρική Σχολή ΑΠΘ, 541 24 Θεσσαλονίκη, ΤΘ 395
Τηλ.: 2310 999880, email ivatsos@vet.auth.gr

Submission date: 09.07.2008
Approval date: 28.11.2008

Ημερομηνία υποβολής: 09.07.2008
Ημερομηνία εγκρίσεως: 28.11.2008

occurrence and severity of the respective diseases, have been investigated. Although these studies refer to environments outside the Mediterranean, however, they are particularly interesting because they concern infectious agents that are transmitted by water in conditions and culture environments similar to those of the Mediterranean seawater aquaculture. The approach of prevention of bacterial diseases through management of the populations and their environment is particularly important in the intensive culture of euryaline fish, since the methods that are used, today, for the reduction of the concentration of bacterial pathogens in the water have limited application and effectiveness in such systems. At the farm level, and especially in land-based facilities, three methods are used to decrease the concentration of pathogenic bacteria in the incoming sea water: ozonation, UV radiation and manipulation of the microbial flora of the water using non pathogenic microorganisms, which act antagonistically to the pathogenic bacteria. The first two methods are especially effective in flow-through systems, where water is not recirculated but not so much in closed systems where because the water is re-used fish are infected by the few bacteria that survive the treatment. The alteration of the microbial flora of the incoming water, through antagonism, can be applied in hatcheries during the initial stages of fish culture, but not at the grow out stage in the cages.

Key words: bacteria, transmission, water, euryaline fish, Mediterranean, risk factors

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Η εντατική ιχθυοκαλλιέργεια που εφαρμόζεται στη Μεσόγειο προϋποθέτει τη διαβίωση των ψαριών σε ένα περιβάλλον όπου, πολλές φορές, επικρατούν συνθήκες καταπόνησης και υψηλές ιχθυοπυκνότητες, κάτι που διευκολύνει τη μετάδοση και διασπορά των παθογόνων βακτηριδίων μέσα στους εκτρεφόμενους ιχθυοπληθυσμούς. Ένα από τα σημαντικότερα μέσα μετάδοσης των βακτηριδιακών νοσημάτων των ευρύαλων ψαριών που καλλιεργούνται στη Μεσόγειο είναι το θαλασσινό νερό. Τα παθογόνα βακτηρίδια, που κυρίως προσβάλουν τα μεσογειακά ευρύαλα καλλιεργούμενα είδη ψαριών, είναι τα: *Listonella anguillarum, Photobacterium damselae subsp piscicida Tenacibaculum maritimum, Piscirikettsia salmonis, Pseudomonas anguilliseptica* καθώς και διάφορα είδη του γένους *Vibrio*, διάφοροι στρεπτόκοκοι και λακτόκοκοι και είδη του γένους *Mycobacterium*. Στο φυσικό περιβάλλον τα βακτηρίδια, τα οποία συνήθως αποβάλλονται από μολυσμένα ψάρια, αφού επιβιώσουν για κάποιο χρονικό διάστημα στην υδάτινη στήλη και στον πυθμένα της θάλασσας μπορούν στη συνέχεια, όταν συντρέχουν οι κατάλληλες συνθήκες, να μολύνουν άλλα, καλλιεργούμενα ή άγρια, ευπαθή ψάρια. Η παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζει τις δημοσιευμένες πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα των διαφόρων παθογόνων, για τα ευρύαλα ψάρια, βακτηριδίων να διασπείρονται με το νερό. Οι περισσότερες δημοσιευμένες πληροφορίες, που αφορούν στα βακτηριδιακά νοσήματα των Μεσογειακών καλλιεργούμενων ευρύαλων ψαριών αφορούν τα χαρακτηριστικά, στην ανθεκτικότητα και στους τρόπους μετάδοσης των αντίστοιχων βακτηριδίων, όπως προκύπτουν από πειραματικές μελέτες. Οι πληροφορίες αυτές είναι πολύ σημαντικές για το σχεδιασμό και εφαρμογή προγραμμάτων πρόληψης και αντιμετώπισης των αντίστοιχων νοσημάτων, ωστόσο τα προγράμματα αυτά πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και επιδημιολογικές πληροφορίες σχετικά με παράγοντες κινδύνου που μπορεί να επηρεάζουν την εμφάνιση και τη σοβαρότητα των νοσημάτων. Η διερεύνηση παραγόντων κινδύνου, μέσω αναλυτικών επιδημιολογικών μελετών, επικεντρώνεται σε χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τον παθογόνο μικροοργανισμό, τον ξενιστή και το περιβάλλον τα οποία μπορεί να αφορούν και να μετρούνται στο επίπεδο της εκτροφής ή σε οποιοδήποτε άλλο επίπεδο οργάνωσης του πληθυσμού. Ιδιαίτερη χρησιμότητα στις περιπτώσεις αυτές έχει ο προσδιορισμός πρακτικών διαχείρισης που μπορεί να συνδέονται με αυξημένη η μειωμένη νοσηρότητα ή θνησιμότητα (συνολική ή εξαιτίας κάποιου συγκεκριμένου νοσήματος). Στην παρούσα μελέτη γίνεται αναφορά σε αναλυτικές επιδημιολογικές μελέτες στις οποίες έχουν διερευνηθεί παράγοντες κινδύνου που μπορεί να επηρεάζουν τη μετάδοση διαφόρων παθογόνων παραγόντων των ψαριών, καθώς και την εμφάνιση και τη σοβαρότητα των αντίστοιχων νοσημάτων. Αν και οι παραπάνω μελέτες αναφέρονται σε περιβάλλοντα εκτός Μεσογείου, ωστόσο παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, επειδή αφορούν λοιμογόνους παράγοντες που μεταδίδονται με το νερό σε συνθήκες και περιβάλλοντα εκτροφής παρόμοιες με αυτές που επικρατούν στη θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια της Μεσογείου. Η προσέγγιση της πρόληψης των βακτηριδιακών νοσημάτων μέσω διαχείρισης των πληθυσμών και του περιβάλλοντός τους έχει ιδιαίτερη σημασία στην εντατική εκτροφή των ευρύαλων θαλάσσιων ψαριών, αφού οι μέθοδοι που εφαρμόζονται σήμερα για τη μείωση της συγκέντρωσης των παθογόνων βακτηριδίων στο νερό έχουν περιορισμένη εφαρμογή και αποτελεσματικότητα σε τέτοια συστήματα. Σε επίπεδο εκτροφής και κυρίως στις χερσαίες εγκαταστάσεις, εφαρμόζονται 3 μέθοδοι μείωσης της συγκέντρωσης των παθογόνων βακτηριδίων στο εισερχόμενο θαλασσινό νερό: ο οζονισμός, η χρήση ακτινοβολίας UV, και η αλλαγή της σύνθεσης της χλωρίδας του νερού με τη χρήση διαφόρων μη παθογόνων μικροοργανισμών που δρουν ανταγωνιστικά σε σχέση με τα παθογόνα βακτηρίδια. Οι δύο πρώτες μέθοδοι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές στα ανοιχτά συστήματα εκτροφής, όπου το χρησιμοποιούμενο νερό δεν επανέρχεται στην εκτροφή, αλλά όχι τόσο στα κλειστά συστήματα, όπου κυρίως λόγω της επαναχρησιμοποίησης του νερού έχουμε μολύνσεις των ψαριών από τα λίγα βακτηρίδια που επιβιώνουν της επεξεργασίας. Η μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας του εισερχόμενου νερού, μέσω ανταγωνισμού, βρίσκει εφαρμογή στην εκτροφή γόνου στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς, αλλά όχι στο στάδιο της πάχυνσης σε κλωβούς.

Λέξεις ευρετηρίασης: Βακτηρίδια, νερό, μετάδοση, ευρύαλα ψάρια, Μεσόγειος, παράγοντες κινδύνου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι βιοτικοί αλλά και οι αβιοτικοί παράγοντες του νερού επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα τη ζωή των ψαριών που διαβιώνουν μέσα σε αυτό. Το νερό αποτελεί το μέσον μέσα στο οποίο κολυμπούν, βρίσκουν την τροφή τους, πολλαπλασιάζονται και πεθαίνουν. Ταυτόχρονα, αποτελεί και το σημαντικότερο μέσο οριζόντιας μετάδοσης παθογόνων παραγόντων.

Ο τρόπος μετάδοσης των παθογόνων παραγόντων είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο της επιδημιολογίας του αντίστοιχου νοσήματος και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό προγραμμάτων πρόληψης και αντιμετώπισής του. Οι περισσότερες δημοσιευμένες πληροφορίες σχετικά με τη μετάδοση παθογόνων των ψαριών προέρχονται από πειραματικές μολύνσεις. Ωστόσο, στους πληθυσμούς που διαβιούν στο φυσικό περιβάλλον, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφόρων βιοτικών (οργανισμοί, μικροοργανισμοί) και αβιοτικών παραγόντων (π.χ. διαθέσιμο οξυγόνο, οργανικό φορτίο νερού, διάφοροι παράγοντες καταπόνησης των ψαριών, κ.ά.) είναι ιδιαιτέρως περίπλοκες και δεν μπορούν να προσομοιωθούν ακριβώς σε πειραματικές μελέτες.

Οι αλληλεπιδράσεις διαφόρων παραγόντων κινδύνου που μπορεί να εμπλέκονται στην αιτιολογία ενός νοσήματος μπορούν να αποσαφηνιστούν με τη διενέργεια αναλυτικών επιδημιολογικών μελετών. Αν και τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερες αναλυτικές επιδημιολογικές μελέτες που αφορούν σε νοσήματα σε πληθυσμούς ψαριών εμφανίζονται στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία, ωστόσο, συνολικά ο αριθμός τους είναι αρκετά περιορισμένος σε σχέση με επιδημιολογικές μελέτες που αφορούν άλλα είδη παραγωγικών ζώων. Έτσι, για τα περισσότερα λοιμώδη νοσήματα των ψαριών, η πλήρης αιτιολογία τους και όλοι οι πιθανοί τρόποι μετάδοσης παραμένουν άγνωστοι.

Οι περισσότερες επιδημιολογικές μελέτες που διερευνούν τη φυσική μετάδοση παθογόνων σε ιχθυοκαλλιέργειες αφορούν σε νοσήματα των σολομοειδών και κυρίως του ιού που προκαλεί τη λοιμώδη αναιμία του σολομού στον Καναδά, τη Νορβηγία και τη Σκωτία. Παρά το γεγονός ότι ανάλογες μελέτες δεν υπάρχουν για τα καλλιεργούμενα ψάρια της Μεσογείου, τα ευρήματα των μελετών για άλλα είδη ψαριών, τα οποία εκτρέφονται σε παρόμοια συστήματα, μπορούν να προσφέρουν πολλές πληροφορίες αναφορικά με τους τρόπους μετάδοσης των αντίστοιχων παθογόνων και για το λόγο αυτόν αναφέρονται και συζητούνται στην παρούσα εργασία.

Η εκτροφή των ψαριών στις εντατικές συνθήκες που επικρατούν στις σύγχρονες ιχθυοκαλλιέργειες αναγκάζει τα ψάρια να διαβιούν σε ένα τεχνητό περιβάλλον (π.χ. αυξημένες ιχθυοπυκνότητες, τυποποιημένες τροφές εμπορίου κ.τ.λ.) όπου δημιουργούνται συνθήκες καταπόνησης (στρες) (Huntingford et al. 2006). Αυτό οδηγεί σε αλλαγή πολλών φυσιολογικών λειτουργιών των ψαριών, συμπεριλαμβανομένης και της ανοσολογικής τους ικανότητας. Σε πολλές βακτηριδιακές λοιμώξεις, η αρνητική επίδραση της καταπόνησης στο ανοσοποιητικό σύστημα των ψαριών παίζει σημαντικό ρόλο στην έναρξη και βαρύτητα της νόσου, όπως, για παράδειγμα, στη μόλυνση των ψαριών από το *Tenacibaculum maritimum* (Toranzo et al. 2005).

Επιπλέον, οι υψηλές ιχθυοπυκνότητες διευκολύνουν τη διασπορά παθογόνων που μπορεί να εισέλθουν μέσα στους εκτρεφόμενους ιχθυοπληθυσμούς (Huntingford et al. 2006). Στην Ελλάδα, αλλά και γενικότερα στη Μεσόγειο, η εκτροφή των ευρύαλων ψαριών γίνεται αρχικά σε ανοιχτά (κυρίως) συστήματα σε χερσαίες εγκαταστάσεις (ιχθυογεννητικοί σταθμοί – προπάχυνση) και αργότερα σε κλωβούς στη θάλασσα (πάχυνση). Με το σύστημα αυτό εκτροφής είναι πολύ δύσκολος, αν όχι αδύνατος, ο έλεγχος εισόδου παθογόνων μικροοργανισμών με το νερό, ιδιαιτέρως στο στάδιο της πάχυνσης.

Αυτή η εργασία αποτελεί μια ανασκόπηση των διαθέσιμων πληροφοριών που σχετίζονται με τη μετάδοση των παθογόνων βακτηριδίων των ευρύαλων ψαριών μέσω του νερού. Επίσης, αναφέρονται ευρήματα επιδημιολογικών μελετών σχετικά με παράγοντες κινδύνου (risk factors) που ενδεχομένως παίζουν ρόλο στην εμφάνιση νοσημάτων βακτηριδιακής αιτιολογίας και στη διασπορά και μετάδοση των παθογόνων βακτηριδίων ανάμεσα σε εκτροφές ή σε τμήματα μιας εκτροφής. Τέλος, περιγράφονται συνοπτικά και οι μέθοδοι πρόληψης της εισόδου παθογόνων βακτηριδίων σε μια εκτροφή.

Η ΖΩΗ ΤΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΔΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Μέσα στο θαλασσινό νερό ζουν και αλληλεπιδρούν πολλοί οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων και πολλών βακτηριδίων. Κάποια βακτηρίδια, αξιοποιώ-

ντας τα διάφορα θρεπτικά στοιχεία που βρίσκονται στο θαλασσινό νερό, μπορούν να επιζούν και να πολλαπλασιάζονται σε αυτό. Άλλα βακτηρίδια μπορούν να επιβιώνουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα είτε με τη μορφή σπόρων, είτε αλλάζοντας τις μορφολογικές και φυσιολογικές τους ιδιότητες, πέφτοντας σε μια μορφή 'λήθαργου' (Dawes 1985). Στην κατάσταση αυτή τα βακτηρίδια χαρακτηρίζονται ως 'ζωντανά αλλά μη καλλιεργήσιμα' (viable but non culturable), επειδή είναι πολύ δύσκολο να απομονωθούν με καλλιέργεια στα συνήθη καλλιεργητικά υλικά. Παθογόνα βακτηρίδια των ευρύαλων ψαριών που έχουν αυτή την ικανότητα είναι τα: *Photobacterium damselae* subsp *piscicida*, είδη του *Vibrio*, και πιθανότατα η ομάδα των λακτοκόκκων / στρεπτοκόκκων και το Tenacibaculum maritimum (Kitao et al. 1979; Duncan et al. 1994; Magariños et al. 1994; Kahla – Nagbi et al. 2007). Διάφοροι παράγοντες φαίνεται να εμπλέκονται στην έναρξη της διαδικασίας μετάβασης των βακτηριδίων σε αυτή την κατάσταση, όπως για παράδειγμα η ένδεια θρεπτικών ουσιών στο περιβάλλον τους, η θερμοκρασία του νερού κ.τ.λ. (Kahla – Nagbi et al. 2007)

Το χρονικό διάστημα κατά το οποίο μπορεί να επιζήσει ένα βακτηρίδιο μέσα στο θαλασσινό νερό μπορεί να είναι από λίγες ημέρες έως μερικά χρόνια και εξαρτάται από το είδος του βακτηριδίου και από εξωγενείς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα, η ηλιακή ακτινοβολία, αλλά και ο ανταγωνισμός με άλλους μικροοργανισμούς (Panicker et al. 1994). Σημαντικό ρόλο στην επιβίωση αυτή παίζουν οι διαλυμένες οργανικές ουσίες του νερού, μιας και αποτελούν σημαντική πηγή θρεπτικών ουσιών (Dawes 1985). Έτσι, η αύξηση του οργανικού φορτίου του θαλασσινού νερού, για παράδειγμα, σε περιοχές όπου χύνονται νερά υπονόμων, ή βιομηχανικά απόβλητα, οδηγεί στην αύξηση και του μικροβιακού φορτίου.

Η λάσπη του πυθμένα της θάλασσας αποτελεί ιδανικό περιβάλλον για την επιβίωση ή τον πολλαπλασιασμό πολλών βακτηριδίων. Η ανατάραξη των επιφανειακών στρωμάτων του πυθμένα (μέχρι 6 cm) (Zabinski & Gannon 1997) έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά στο νερό σωματιδίων στα οποία έχουν εγκλωβιστεί βακτηρίδια, προκαλώντας έτσι αύξηση του μικροβιακού του φορτίου. Τέτοιες αναταράξεις μπορεί να είναι αποτέλεσμα της φυσικής κίνησης του νερού (π.χ. ρεύματα, κύματα) ή διαφόρων δραστηριοτήτων του ανθρώπου, όπως π.χ. η αλίευση.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΝΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ

Αρκετές έρευνες καταδεικνύουν το ρόλο που παίζει η υδατοκαλλιέργεια στην αύξηση του μικροβιακού φορτίου του θαλασσινού νερού, αλλά και του πυθμένα γύρω από τις μονάδες εκτροφής (Wu 1995). Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει ότι περίπου το 85% του φωσφόρου και το 80-88% του άνθρακα που εισέρχονται με την τροφή σε μια εκτροφή ψαριών χάνονται στο περιβάλλον με τη μορφή μη προσλαμβανομένης τροφής, απεκκρίσεων και κοπράνων, αυξάνοντας έτσι το οργανικό φορτίο του θαλασσινού νερού και του πυθμένα (Wu 1995). Στις εντατικές εκτροφές κλειστού τύπου, στις οποίες γίνεται ανακύκλωση του νερού, το νερό τείνει να έχει πολύ μεγαλύτερο μικροβιακό φορτίο σε σχέση με τις εντατικής μορφής εκτροφές ανοικτού τύπου, στις οποίες το νερό δεν ανακυκλώνεται (Sharrer et al. 2005). Επιπλέον, η υπερβολική, πολλές φορές, χρήση αντιβιοτικών με σκοπό την πρόληψη και θεραπεία βακτηριδιακών νοσημάτων έχει οδηγήσει στη δημιουργία ανθεκτικών βακτηριδιακών στελεχών (Wu 1995) με ευρύτερες επιπτώσεις για την υγεία των ψαριών ή, σε κάποιες περιπτώσεις, και των ανθρώπων.

Πολλοί χειρισμοί που συνδέονται με την καλλιέργεια και διακίνηση των ψαριών και των προϊόντων τους μπορούν να οδηγήσουν σε διασπορά παθογόνων μικροοργανισμών (Nylund et al. 2003). Έτσι, για παράδειγμα, μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών μπορεί να γίνει με μεταφορά μολυσμένων ζωντανών ψαριών για καλλιέργεια ή για τοποθέτηση σε ενυδρεία, αβγών ή νωπών τροφών με προέλευση υδρόβιους ζωικούς οργανισμούς μεταξύ μονάδων ή περιοχών (Lotz et al. 2005).

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΔΙΩΝ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΕΥΡΥΑΛΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Ψάρια με βακτηριδιακή λοίμωξη μπορούν να απελευθερώσουν παθογόνα βακτηρίδια στο περιβάλλον με τα κόπρανα ή από δερματικές αλλοιώσεις, όπως δείχνουν μελέτες πειραματικών μολύνσεων. Σε κάποιες περιπτώσεις, ψάρια τα οποία βρίσκονται υπό συνθήκες στρες μπορεί να αποβάλλουν τα βακτηρίδια σε μεγαλύτερες ποσότητες, διευκολύνοντας έτσι ακόμη περισσότερο τη διασπορά τους (Nylund et al. 2003). Τα βακτηρίδια αυτά επιζούν μέσα στην υδάτινη στή-

λη ή στον πυθμένα της θάλασσας για κάποιο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια μπορούν να προσβάλλουν άλλα ευπαθή ψάρια μέσω του δέρματος ή / και του επιθηλίου των βραγχίων και του γαστρεντερικού σωλήνα. Συνήθως, η μόλυνση υγιών ψαριών προϋποθέτει την ύπαρξη τραυματισμού ή αλλοιώσεων του δέρματος και των επιθηλίων π.χ. από ιούς ή παράσιτα. Η μετάδοση κάποιων παθογόνων βακτηριδίων μπορεί να γίνει και από γεννήτορες στους απογόνους τους (κάθετη μετάδοση), όπως στην περίπτωση της παστερέλλωσης των ψαριών (Romalde et al. 1999).

Παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την εμφάνιση και μετάδοση νοσημάτων σε ιχθυοκαλλιέργειες

Οι αναλυτικές επιδημιολογικές μελέτες έχουν ως σκοπό τη διερεύνηση παραγόντων κινδύνου που σχετίζονται με την εμφάνιση και τη σοβαρότητα ενός νοσήματος σε έναν ή περισσότερους πληθυσμούς. Η διερεύνηση παραγόντων κινδύνου επικεντρώνεται σε χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τον παθογόνο μικροοργανισμό, τον ξενιστή και το περιβάλλον, τα οποία μπορεί να αφορούν και να μετρούνται στο επίπεδο της εκτροφής (πχ. ετήσια παραγωγή ή απόσταση από άλλες εκτροφές) ή σε οποιοδήποτε άλλο επίπεδο οργάνωσης του πληθυσμού, πχ. χρησιμοποιώντας ως μονάδες ενδιαφέροντος τις δεξαμενές ή τους ιχθυοκλωβούς (Georgiadis et al. 2001). Ιδιαίτερη χρησιμότητα στις περιπτώσεις αυτές έχει ο προσδιορισμός πρακτικών διαχείρισης που μπορεί να συνδέονται με αυξημένη η μειωμένη νοσηρότητα ή θνησιμότητα (συνολική ή εξαιτίας κάποιου συγκεκριμένου νοσήματος).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι στις επιδημιολογικές μελέτες κάποιοι παράγοντες έκθεσης μπορεί να παρουσιάζουν στατιστική συσχέτιση με το αποτέλεσμα ενδιαφέροντος, αλλά αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι και αιτιολογικοί. Μπορεί για παράδειγμα κάποιοι παράγοντες να συσχετίζονται με κάποιους άλλους, οι οποίοι μπορεί να είναι οι πραγματικές αιτίες. Ένα τέτοιο παράδειγμα, που αναφέρεται από τους McClure et al. (2005), είναι η συσχέτιση της πιθανότητας εμφάνισης λοιμώδους αναιμίας σε ένα κλουβί Ατλαντικού σολομού με το μεγάλο βάθος νερού (>3 μέτρα) κάτω από το κλουβί. Στην περίπτωση αυτή, το μεγάλο βάθος μπορεί να μην έχει κάποια επίδραση στην πιθανότητα εμφάνισης του νοσήματος αλλά να είναι δείκτης για μια άλλη παράμετρο, πχ. την ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων, η οποία να είναι ο πραγματικός αιτιολογικός παράγοντας.

Ο αριθμός των αναλυτικών επιδημιολογικών μελετών για διερεύνηση παραγόντων κινδύνου για νοσήματα σε ιχθυοκαλλιέργειες είναι σημαντικά μικρότερος από αντίστοιχες μελέτες σε εκτροφές χερσαίων παραγωγικών ζώων. Οι περισσότερες από αυτές έχουν ως αντικείμενο τη λοιμώδη αναιμία του σολομού (ISA), μια ιογενή ασθένεια που μεταδίδεται κυρίως με το νερό, χωρίς να είναι απαραίτητη η άμεση επαφή ανάμεσα στα ψάρια (Raynard et al. 2001). Αναλυτικές επιδημιολογικές μελέτες έχουν γίνει επίσης και για τη δονακίωση της πέστροφας και για κάποιους ιούς του οξύρρυγχου (*Acipenser transmontanus*) (Thorburn 1987; Georgiadis et al. 2000). Αν και οι παραπάνω μελέτες αναφέρονται σε περιβάλλοντα εκτός Μεσογείου, παρόλα αυτά παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, μιας και αφορούν σε λοιμογόνους παράγοντες που μεταδίδονται με το νερό σε συνθήκες και μεθόδους εκτροφής παρόμοιες με αυτές που επικρατούν στη θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια της Μεσογείου.

Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση ενός νοσήματος στο επίπεδο της εκτροφής και τη διασπορά παθογόνων μικροοργανισμών μεταξύ εκτροφών

Παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης ISA σε εκτροφές Ατλαντικού σολομού περιλαμβάνουν: την ύπαρξη μολυσμένης θαλάσσιας εκτροφής σε απόσταση μέχρι 500 μέτρων, τη μετακίνηση σκαφών μεταφοράς τροφής μεταξύ εκτροφών ή σκαφών μεταφοράς ψαριών κοντά σε εκτροφές (McClure et al. 2005), την ύπαρξη μολυσμένων εκτροφών και σφαγείων σολομών σε ακτίνα 5 χιλιομέτρων από την εκτροφή, τον αυξημένο αριθμό προμηθευτών ιχθυδίων και την αποδοχή επιστροφής ψαριών από το σφαγείο, όταν αυτά κρίνονταν ακατάλληλα για σφαγή (V_gsholm et al. 1994). Επίσης, η πρακτική του μοιράσματος προσωπικού με άλλες εκτροφές κατά τη διάρκεια μιας επιδημίας και το αυξημένο στρες που σχετιζόταν με τον ενδοπεριτοναϊκό εμβολιασμό των ψαριών για άλλα παθογόνα συνδεόταν με αυξημένο κίνδυνο για την εμφάνιση ISA (Vågsholm et al. 1994).

Αντίστροφα, η ύπαρξη, σε μεγάλο ποσοστό, μιας μόνο γενιάς ψαριών στην εκτροφή συσχετίζονταν αρνητικά με τον κίνδυνο εμφάνισης ISA (Hammell and Dohoo 2005), όπως και η πρακτική της εισαγωγής νέων ιχθυδίων στην εκτροφή σε ξεχωριστό κλουβί, τουλάχιστον 500 μέτρα από τα υπόλοιπα κλουβιά της εκτροφής όπου έμεναν για τουλάχιστο 3 μήνες, αν η εισαγωγή αυτή γινόταν κατά τη διάρκεια μιας επιδημι-

κής έκρηξης (V_gsholm et al. 1994).

Οι Wheatley et al. (1995) ανέφεραν ότι η διακοπή του παραγωγικού κύκλου για κάποιο χρονικό διάστημα και η ύπαρξη μιας μόνο γενιάς ψαριών στην εκτροφή συσχετίζονταν με χαμηλότερη συνολική θνησιμότητα σε εκτροφές Ατλαντικού σολομού στην Ιρλανδία. Αντίστροφα, η πρακτική της σφαγής των ψαριών στην εκτροφή και της μετακίνησης προσωπικού μεταξύ εκτροφών στη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας συσχετίζονταν με υψηλότερη συνολική θνησιμότητα από όλες τις αιτίες (η οποία οφειλόταν στο μεγαλύτερο ποσοστό της, περίπου 65%, σε λοιμώδη νοσήματα) στις ίδιες εκτροφές (Wheatley et al. 1995).

Σε μια μελέτη της θνησιμότητας από δονακίωση της ιριδίζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) που εκτρεφόταν σε κλωβούς σε υφάλμυρα νερά στη Σουηδία βρέθηκε θετική συσχέτιση της θνησιμότητας με το χρόνο μεταφοράς των ψαριών στους κλωβούς (μεγαλύτερη θνησιμότητα σε ψάρια που μεταφέρθηκαν αργότερα μέσα στην περίοδο πάχυνσης), και αρνητική συσχέτιση με ένα μέτρο της εμπειρίας του προσωπικού (Thorburn 1987).

Η διασπορά του ιού της λοιμώδους αναιμίας του σολομού μεταξύ εκτροφών επηρεαζόταν από τις μεθόδους συλλογής και σφαγής των ψαριών (πχ. ο κίνδυνος διασποράς ήταν μεγαλύτερος αν η σφαγή γινόταν στην εκτροφή παρά σε ειδικευμένο σφαγείο ψαριών (Munro et al. 2003)) καθώς και από τη χρήση σκαφών για μεταφορά σολομών μεταξύ εκτροφών και στις εγκαταστάσεις σφαγής (Murray et al. 2002).

Σημαντικό ρόλο στη διασπορά διαφόρων παθογόνων μικροοργανισμών φαίνεται να παίζουν τα άγρια ψάρια. Η αλληλεπίδραση μεταξύ άγριων και καλλιεργούμενων πληθυσμών ψαριών, αν και πολύ σημαντική για τη μετάδοση βακτηριδίων και την ανάπτυξη λοιμωδών νοσημάτων, δεν έχει μελετηθεί σχεδόν καθόλου για τα καλλιεργούμενα ευρύαλα είδη ψαριών της Μεσογείου. Η μετάδοση αυτή, η έκταση και ο ρόλος της οποίας στις περισσότερες περιπτώσεις δύσκολα μπορεί να προσδιοριστεί, μπορεί να συμβεί σε οποιαδήποτε από τις δυο κατευθύνσεις (άγρια προς καλλιεργούμενα ή αντίστροφα). Οι πιθανότητες μιας τέτοιας μετάδοσης αυξάνονται όσο αυξάνεται ο αριθμός των επαφών μεταξύ μελών των δυο πληθυσμών (Lotz et al., 2005). Τέτοια μεταφορά παθογόνων μπορεί να γίνει είτε αν αποδράσει κάποιο μολυσμένο καλλιεργούμενο ψάρι στο περιβάλλον, είτε αν εισέλθει κάποιο άγριο μολυσμένο ψάρι σε μια ιχθυοκαλλιέργεια, οπότε υπάρχει άμεση επαφή των μολυσμένων με τα υγιή ψάρια. Βέβαια, η άμεση επαφή δεν είναι απαραίτητη, καθώς η μετάδοση του βακτηριδίου μπορεί να γίνει και μέσω του νερού, πχ. μέσω απεκκριμάτων που μπορεί να περιέχουν το βακτηρίδιο.

Γενικά, εκτιμάται ότι, τα άγρια ψάρια μπορούν να μεταφέρουν διάφορα παθογόνα, συμπεριλαμβανομένων και πολλών βακτηριδίων, ανάμεσα στις εκτροφές όπου εκεί, λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που επικρατούν (αυξημένες ιχθυοπυκνότητες, αυξημένο οργανικό φορτίο του νερού, παράγοντες που καταπονούν χρόνια τα ψάρια) προκαλούνται ιδιαίτερα σοβαρές θνησιμότητες. Σε κάποιες περιπτώσεις, όμως, φαίνεται ότι η προσβολή είναι πιο σοβαρή στους άγριους ιχθυοπληθυσμούς, όπως περιέγραψαν για παράδειγμα οι Zlotkin et al. (1998). Σε αυτή τη μελέτη διαπιστώθηκε με διάφορες μεθόδους, μεταξύ των οποίων και μοριακές μέθοδοι ταυτοποίησης, η μεταφορά του παθογόνου βακτηριδίου *Streptococcus iniae* από άγρια ψάρια σε καλλιεργούμενα λαβράκια και εκτιμήθηκε ότι η κλινική εικόνα ήταν πιο βαριά στα άγρια ψάρια. Βάσει των αποτελεσμάτων έγινε η υπόθεση ότι τα άγρια ψάρια ήταν πιο ευαίσθητα στον παραπάνω στρεπτόκοκκο.

Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση ενός νοσήματος σε επίπεδο ιχθυοκλωβού ή δεξαμενής

Παράγοντες που έχει βρεθεί ότι αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης του νοσήματος ISA είναι: το μικρό βάθος του διχτυού του κλωβού (<10 μ.), η μεγαλύτερη από 3 m απόσταση του χαμηλότερου σημείου του κλωβού από το βυθό, η μειωμένη συχνότητα θεραπειών για εξωπαράσιτα (πιθανοί μηχανικοί φορείς), η ύπαρξη μεγάλου αριθμού άγριων ψαριών μέσα στους κλωβούς, το μικρότερο μέσο σωματικό βάρος κατά τη μεταφορά στον κλωβό και οι περισσότερες εναποθέσεις λεπτού ιζήματος στο βυθό της θάλασσας (McClure et al. 2005; Gustafson et al. 2007). Τέλος, ο μικρός αρχικός αριθμός ψαριών και η χαμηλότερη ιχθυοπυκνότητα ανά κλωβό σχετιζόταν με μικρότερο κίνδυνο εμφάνισης επιδημικής έκρηξης λοιμώδους αναιμίας του σολομού (Hammell and Dohoo, 2005).

Θετικός συσχετισμός μεταξύ θνησιμότητας οφειλόμενης σε λοίμωξη από τους ιούς WSIV και WSHV-2 και αυξημένης ιχθυοπυκνότητας έχει βρεθεί σε εντατικές εκτροφές λευκού οξύρρυγχου (*Acipenser transmontanus*) (Georgiadis et al. 2000).

Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση ενός νοσήματος στο επίπεδο του εκκολαπτηρίου

Οι Bebak et al. (1997) ανέφεραν ότι η πρόσβαση άγριων ψαριών στο παρεχόμενο νερό, το ιστορικό προηγούμενων εκρήξεων του ίδιου νοσήματος στο ίδιο εκκολαπτήριο, το είδος του εκκολαπτηρίου (ιδιωτικό ή δημόσιο) και το αυξημένο ύψος της παραγωγής σχετίζονταν με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης της βακτηριδιακής νόσου των βραγχίων (BGD) σε ιριδίζουσες πέστροφες σε εκκολαπτήρια των Η.Π.Α. και του Καναδά.

Η χρήση νερού στο οποίο μπορεί να είχαν πρόσβαση άγρια ανάδρομα ψάρια, η ύπαρξη περισσότερων από 2 μολυσμένων εκτροφών ψαριών σε ακτίνα 10 χιλιομέτρων, και η χρήση κοινού προσωπικού με άλλες εκτροφές βρέθηκε ότι αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης της λοίμωξης από *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* σε εκκολαπτήρια σολομού στη Νορβηγία (Jarp et al. 1993).

Παθογόνα βακτηρίδια που προσβάλλουν τα ευρύαλα ψάρια της Μεσογείου

Τα περισσότερα στοιχεία που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία, σε σχέση με τη μετάδοση των παθογόνων βακτηριδίων των ευρύαλων ψαριών που εκτρέφονται στη Μεσόγειο, προέρχονται κυρίως από πειραματικές μολύνσεις. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι σχετικές πληροφορίες αναλυτικά για κάθε βακτηρίδιο ενδιαφέροντος.

Listonella anguillarum. Προσβάλλει περισσότερα από 42 είδη ψαριών, άγρια και εκτρεφόμενα. Προκαλεί αιμορραγική σηψαιμία με υψηλές απώλειες (30-100%) (Horne et al. 1977; Munn 1977; Austin and Austin 1993). Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση και την πορεία της προκαλούμενης νόσου είναι η υψηλή θερμοκρασία και η υψηλή αλατότητα του νερού, το αυξημένο οργανικό φορτίο του νερού, η ύπαρξη ψαριών-φορέων στον πληθυσμό, η καταπόνηση των ψαριών και η ύπαρξη ασπόνδυλων οργανισμών, κυρίως δίθυρων μαλακίων, που φέρουν το βακτηρίδιο στο περιβάλλον των ψαριών (Hjeltnes and Roberts 1993; Bordas et al. 2003). Υπάρχει η δυνατότητα μετάδοσης με το νερό (Kanno et al. 1989) μέσα στο οποίο (όπως και στον πυθμένα) το βακτηρίδιο μπορεί να επιβιώσει έως και 50 μήνες (Hoff 1989). Σε πειραματικές μολύνσεις οι πρώτοι θάνατοι σημειώνονται μετά από λίγες ημέρες (Corripio et al. 2007).

Vibrio alginolyticus, V. harveyi. Τα δύο αυτά βακτηρίδια, μαζί με κάποια άλλα είδη του γένους Vibrio που συναντώνται λιγότερο συχνά σε φυσικές λοιμώξεις, αποτελούν τα κύρια αίτια της δονακίωσης των ευρύαλων θαλάσσιων ψαριών (Kahla – Nagbi et al. 2007, Balebona et al. 1998; Zorilla et al. 2003). Αποτελούν κοινά βακτηρίδια του νερού (Carli et al. 1993) και προσβάλλουν πολλά είδη ψαριών, προκαλώντας αιμορραγική σηψαιμία με θνησιμότητα έως 100%. Μπορούν να μεταδοθούν με το νερό, μέσα στο οποίο επιβιώνουν για αρκετούς μήνες (Duncan et al. 1994; Kahla – Nagbi et al. 2007). Με βάση πειραματικά δεδομένα και μελέτες πεδίου σε εκτροφές τσιπούρας, φαίνεται ότι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση και πορεία της νόσου είναι η κατάσταση του δέρματος και η καταπόνηση των ψαριών (Balebona et al. 1998; Akayli and Timur 2002), ενώ η θερμοκρασία του νερού μάλλον δεν παίζει σημαντικό ρόλο (Zorrilla et al. 2003). Σε πειραματικές μολύνσεις με το *V. harveyi* απαιτούνται μεγάλες δόσεις βακτηριδίων για να προκληθεί υψηλή θνησιμότητα μετά από λίγες ημέρες (Austin 2005). Αξίζει να σημειωθεί, ότι έχει διαπιστωθεί, ότι υπάρχει ανταγωνισμός με άλλους μικροοργανισμούς όταν το βακτηρίδιο βρίσκεται μέσα στο θαλάσσιο περιβάλλον (Nyak et al. 2000).

***Photobacterium damselae* subsp *piscicida*.** Προσβάλει πάνω από 20 είδη ψαριών (Magariños et al., 1996), άγρια και εκτρεφόμενα. Προκαλεί ένα νόσημα γνωστό και ως ψευδοφυματίωση, λόγω της δημιουργίας κοκκιωμάτων στα εσωτερικά όργανα των ψαριών σε χρόνιες μορφές. Στην οξεία μορφή μπορεί να προκαλέσει θνησιμότητα έως 90%, ιδίως στα νεαρά άτομα (Hawke et al. 2003). Σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση της νόσου παίζει η υψηλή θερμοκρασία, η ύπαρξη φορέων και η κακή ποιότητα νερού (Magariños et al. 1996). Σε χαμηλές θερμοκρασίες, μολυσμένα άτομα δεν εκδηλώνουν το νόσημα, το οποίο εμφανίζεται όταν αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού (>20-23°C) (Magariños et al. 2001). Μπορεί να μεταδίδεται με το νερό, μέσα στο οποίο μπορεί να επιζήσει για πολλούς μήνες (Magariños et al. 1994). Σε πειραματικές μολύνσεις, νεκρά ψάρια απελευθέρωναν το βακτηρίδιο για πολλές ημέρες μετά τον θάνατό τους (Matsuoka and Kamada 1995).

Ομάδα λακτοκόκκων – στρεπτοκόκκων. Τα είδη που έχουν σημασία για την εκτροφή των ευρύαλων θαλάσσιων ειδών στη Μεσόγειο είναι τα: *Lactococcus garvieae, Streptococcus iniae, S. agalactiae* και *S. Parauberis* (Toranzo et al. 2005). Προσβάλλονται πολ-

λά είδη ψαριών, τα οποία εμφανίζουν σηψαιμία με χαρακτηριστική μηνιγγοεγκεφαλίτιδα. Σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση της νόσου παίζει η αυξημένη θερμοκρασία του νερού, μέσα στο οποίο μπορούν να επιζήσουν για πολλούς μήνες (Kitao et al. 1979). Εκτός από πειραματικά στοιχεία, υπάρχουν και επιδημιολογικές μελέτες που επιβεβαιώνουν τη μετάδοση μέσω του νερού και ιδίως ανάμεσα σε άγρια και εκτρεφόμενα ψάρια (Zlotkin et al. 1998; Colorni et al. 2002).

Mycobacterium spp. Το *M. marinum* αποτελεί το κυριότερο βακτηρίδιο του γένους Mycobacterium που προκαλεί σημαντικά προβλήματα στις ιχθυοκαλλιέργειες των ευρύαλων ψαριών της Μεσογείου. Σε πολύ χαμηλότερη συχνότητα έχουν αναφερθεί λοιμώξεις από τα είδη *M. chelonae* και *M. fortuitum*, (Toranzo et al. 2005). Προσβάλλονται πάνω από 150 είδη ψαριών, στα οποία προκαλείται χρόνια νόσος που παραμένει ασυμπτωματική για μεγάλο διάστημα (Toranzo et al. 2005). Είδη του γένους *Mycobacterium* μπορούν να επιζήσουν μέσα στο νερό και στον πυθμένα της θάλασσας έως και 2 χρόνια (Reichenbach-Klinke 1972), ενώ η μετάδοσή τους με το νερό έχει δειχθεί σε επιδημιολογικές μελέτες (Diamant et al. 2000; Korun et al. 2005).

Tenacibaculum maritimum. Προσβάλλονται αρκετά είδη ψαριών, όταν αυτά είναι καταπονημένα (Toranzo et al. 2005). Προκαλούνται αλλοιώσεις στο δέρμα και κάποιες φορές σηψαιμία με θνησιμότητα έως 100% στα νεαρά άτομα (Wakabayashi 1994). Είναι κοινό βακτηρίδιο του θαλάσσιου νερού (Salati et al. 2005), μέσα στο οποίο επιβιώνει για αρκετούς μήνες, όταν είναι προσκολλημένο και προστατεύεται σε κάποιες επιφάνειες (λάσπη ή αιωρούμενη οργανική ύλη, βλέννα δέρματος ψαριών) (Avendan_o-Herrera et al. 2006).

Pseudomonas anguilliseptica. Υπάρχουν ελάχιστες αναφορές για προσβολή σε τσιπούρα και λαβράκι (Berthe et al. 1995), με συμπτώματα αιμορραγικής σηψαιμίας. Πιθανότατα εμπλέκεται και στην αιτιολογία του χειμερινού συνδρόμου (Garcia et al. 1997). Σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση του νοσήματος παίζει η θερμοκρασία του νερού (<16˚C) (Berthe et al. 1995), ενώ δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με την ικανότητα μετάδοσης με το θαλασσινό νερό.

Piscirikettsia salmonis. Προσβάλει πολλά είδη ψαριών, προκαλώντας σηψαιμία και απώλειες, συνήθως της τάξης του 20 – 40 %, αν και έχουν αναφερθεί περιστατικά με απώλειες έως 90% (Turnbull 1993). Μεταδίδεται με το νερό, μέσα στο οποίο επιβιώνει για αρκετές ημέρες (Lannan and Fryer, 1994). Φαίνεται ότι επιβιώνει καλύτερα στο θαλασσινό νερό, από ότι στο γλυκό, και ιδίως σε χαμηλές θερμοκρασίες (Athanassopoulou et al. 2004).

ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

Δύο κυρίως είναι οι μέθοδοι επεξεργασίας του νερού που αποσκοπούν στη μείωση του μικροβιακού φορτίου του νερού που εισέρχεται σε μια θαλάσσια μονάδα εκτροφής ψαριών: η ακτινοβόλησή του με υπεριώδη ακτινοβολία (UV) και ο οζονισμός. Τελευταία, δοκιμάζεται και η μείωση της συγκέντρωσης των παθογόνων βακτηριδίων στο χρησιμοποιούμενο νερό, μέσω του ανταγωνισμού τους με άλλους μη παθογόνους μικροοργανισμούς. Οι παραπάνω μέθοδοι βρίσκουν εφαρμογή σε χερσαίες εκτροφές, ανοιχτές ή κλειστές και ιδίως σε ιχθυογεννητικούς σταθμούς. Οι δημοσιευμένες μελέτες που αφορούν στην αποτελεσματικότητα των μεθόδων αυτών έναντι παθογόνων βακτηριδίων των ευρύαλων ψαριών είναι ελάχιστες και δύσκολα συγκρίσιμες, επειδή χρησιμοποιούν διαφορετικούς πειραματικούς σχεδιασμούς, εξοπλισμό και είδη ψαριών.

Η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας βασίζεται στην ιδιότητά της να προκαλεί καταστροφή των νουκλεϊκών οξέων των μικροοργανισμών, με αποτέλεσμα το θάνατό τους ή την αδρανοποίησή τους. Το όζον (O_3) έχει ισχυρές οξειδωτικές ικανότητες και αντιδρά πολύ γρήγορα με πολλά βακτηρίδια και ιούς, καταστρέφοντάς τους, απελευθερώνοντας συγχρόνως οξυγόνο (Gill 2000). Η αποτελεσματικότητα των δύο αυτών μεθόδων εξαρτάται από την καθαρότητα του νερού και ιδίως από την ύπαρξη διαφόρων συσσωματωμάτων, μέσα στα οποία μπορεί να 'κρυφτούν' τα βακτηρίδια (Sharrer et al. 2005). Σύμφωνα με διάφορες αναφορές (David et al. 1971; Sugita et al. 1992a,b; Liltved et al. 1995; Beretta 1999; Meunpol et al. 2003; Oemcke et al. 2004) και οι δύο μέθοδοι μπορούν να προκαλέσουν μείωση της συγκέντρωσης των περισσότερων παθογόνων βακτηριδίων των ευρύαλων ψαριών της τάξης των 3 – 6 λογαριθμικών μονάδων (CFU), ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό και το βακτηριδιακό είδος. Βέβαια, όπως επισημαίνουν οι Spotte και Adams (1981), για παθογόνα βακτηρίδια πολύ μεγάλης παθογονικότητας, τότε ακόμα

και η συγκέντρωση ενός βακτηριδίου ml^{-1}, αν και χαμηλή, μπορεί να είναι ικανή να δημιουργήσει σοβαρή νοσηρότητα και θνησιμότητα σε μια εκτροφή. Αξίζει να αναφερθεί ότι δεν υπάρχουν ειδικές αναφορές για την αποτελεσματικότητα των μεθόδων αυτών για τα παθογόνα βακτηρίδια *T. maritimum, P. anguilliseptica, M. marinum* και *P. salmonis.*

Οι Spotte και Adams (1981) αναφέρουν ότι στις εντατικές εκτροφές, όπου χρησιμοποιούνται κλειστά κυκλώματα, η εφαρμογή ή μη της υπεριώδους ακτινοβολίας στην επεξεργασία του ανακυκλούμενου νερού δεν φαίνεται να επηρεάζει τις παρατηρούμενες θνησιμότητες μέσα στις δεξαμενές εκτροφής, λόγω της απευθείας μετάδοσης των παθογόνων βακτηριδίων από ψάρι σε ψάρι, και κυρίως της μόλυνσης των ψαριών από τα ελάχιστα παθογόνα βακτηρίδια που επιζούν της ακτινοβόλησης και τα οποία επανέρχονται στο σύστημα. Αντίθετα, η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας για τη μείωση του μικροβιακού φορτίου του εισερχόμενου νερού σε ανοιχτά συστήματα εκτροφής, όπου το νερό που εξέρχεται από τις δεξαμενές εκτροφής δεν ανακυκλώνεται, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική. Αναφορικά με τη χρήση του όζοντος, θα πρέπει να αναφερθούν το υψηλό κόστος παραγωγής και αποθήκευσής του αλλά και η τοξική δράση του σε υψηλές συγκεντρώσεις τόσο στα ψάρια (Ritola et al. 2002) όσο και στα αυγά τους (Su et al. 2001).

Η μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας του εισερχόμενου νερού, μέσω ανταγωνισμού, βρίσκει εφαρμογή κυρίως στην εκτροφή γόνου στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς και γίνεται με 3 τρόπους (Skjermo and Vadestein 1999):

Με την 'ωρίμανση' του εισερχόμενου νερού μέσα σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον, όπου επικρατούν συνθήκες που ευνοούν τη γρήγορη ανάπτυξη μη παθογόνων βακτηριδίων που δρουν ανταγωνιστικά κατά των παθογόνων βακτηριδίων.

Με το συνεχή εμπλουτισμό του νερού με μικροοργανισμούς (βακτηρίδια, ζύμες, κ.τ.λ.) που έχουν προβιοτικές ιδιότητες. Στην πράξη, δεν είναι δυνατό να διατηρηθεί σταθερή η σύνθεση της μικροβιακής χλωρίδας του νερού με αυτή τη μέθοδο, ιδίως στις εντατικές εκτροφές, λόγω της συνεχούς εισόδου διαφόρων ουσιών σε αυτό (π.χ. τροφές, φάρμακα, απολυμαντικά, κ.τ.λ.) που επηρεάζουν τη σύνθεση του μικροβιακού φορτίου.

Με τη χρήση του 'πράσινου νερού'. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, η εκτροφή των πρώτων σταδίων των ψαριών γίνεται σε νερό πλούσιο σε μικροφύκη. Αυτός ο τρόπος φαίνεται να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην επιβίωση των ψαριών στα πρώτα στάδια εκτροφής τους. Το ευεργετικό αποτέλεσμα των μικροφυκών φαίνεται να οφείλεται στη επίδραση που έχουν αυτά στη σύνθεση της μικροβιακής χλωρίδας του νερού και ιδιαίτερα στη μείωση της συγκέντρωσης πολλών παθογόνων βακτηριδίων (Vine et al. 2006).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το θαλάσσιο περιβάλλον και ιδιαίτερα το νερό παίζει σημαντικό ρόλο στην επιβίωση, διασπορά και μετάδοση των παθογόνων βακτηριδίων των καλλιεργούμενων ψαριών. Οι περισσότερες δημοσιευμένες πληροφορίες, που αφορούν στις βακτηριδιακές ασθένειες των Μεσογειακών καλλιεργούμενων ευρύαλων ψαριών αφορούν στα χαρακτηριστικά, στην ανθεκτικότητα και στους τρόπους μετάδοσης των αντίστοιχων βακτηριδίων, όπως προκύπτουν από πειραματικές μελέτες. Οι πληροφορίες αυτές είναι πολύ σημαντικές για το σχεδιασμό και εφαρμογή προγραμμάτων πρόληψης και αντιμετώπισης των αντίστοιχων νοσημάτων, ωστόσο τα προγράμματα αυτά πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και επιδημιολογικές πληροφορίες σχετικές με τους παράγοντες κινδύνου (που αφορούν χαρακτηριστικά του παθογόνου, των ψαριών και του περιβάλλοντός τους) που μπορεί να επηρεάζουν την εμφάνιση και σοβαρότητα των νοσημάτων. Η προσέγγιση της πρόληψης των νοσημάτων αυτών, μέσω διαχείρισης των πληθυσμών και του περιβάλλοντός τους, έχει ιδιαίτερη σημασία στην εντατική εκτροφή των ευρύαλων θαλάσσιων ψαριών, αφού οι μέθοδοι που εφαρμόζονται σήμερα για τη μείωση της συγκέντρωσης των παθογόνων βακτηριδίων στο νερό έχουν περιορισμένη εφαρμογή και αποτελεσματικότητα σε τέτοια συστήματα. Επιδημιολογικές μελέτες σε άλλα είδη ψαριών, που εκτρέφονται σε παρόμοια συστήματα εκτροφής, δίνουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την εμφάνιση των νοσημάτων και στους Μεσογειακούς πληθυσμούς ψαριών, καταδεικνύοντας, για παράδειγμα, τη σημασία συγκεκριμένων πρακτικών διαχείρισης και της λήψης υγειονομικών μέτρων. Ωστόσο, πέρα από τα συμπεράσματα που προκύπτουν από μελέτες σε άλλα συστήματα, είναι επιτακτική ανάγκη να διενεργηθούν αντίστοιχες επιδημιολογικές μελέτες σε Μεσογειακούς πληθυσμούς ψαριών, ώστε να περιγραφεί καλύτερα η επιδημιολο-

γία των βακτηριδιακών (αλλά και ιογενών και παρασιτικών λοιμώξεων). Μελλοντικά εθνικά προγράμματα παρακολούθησης και αντιμετώπισης των βακτηριδιακών ασθενειών των ευρύαλων ψαριών πρέπει να στηριχτούν πάνω στη γνώση αναφορικά με το ρόλο συγκεκριμένων πρακτικών και παραγόντων κινδύνου που επηρεάζουν την εμφάνιση και μετάδοση αυτών των νοσημάτων, ιδιαιτέρως αφού σύμφωνα με τη νέα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2006/88/EC απαιτείται να εφαρμόζεται σε όλες τις εκτροφές ψαριών και μαλακίων επιτήρηση βασισμένη στον κίνδυνο (risk-based surveillance), η οποία σχεδιάζεται με βάση τις αρχές ανάλυσης κινδύνου και την επιδημιολογία του συγκεκριμένου νοσήματος (Stärk et al. 2006).

REFERENCES - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Akayli T, Timur G (2002) Vibriosis in Gilthead Sea Bream (Sparus aurata L.) in farms in the Aegean Sea Coast of Turkey. Turkish J. Fish. Aquat. Sci, 2(1):89-91.

Athanassopoulou F, Groman D, Prapas T, Sabatakou O (2004) Pathological and epidemiological observations on rickettsiosis in cultured sea bass (Dicentrarchus labrax L.) from Greece. J Appl Ichthyol, 20:525-529.

Austin B, Austin DA (1993) Bacterial Fish Pathogens: Diseases in farmed and wild fish, 2nd edit. Ellis Horwood Ltd, Chichester, UK. pp 384

Austin B (2005) Bacterial Pathogens of Marine Fish. In: Oceans and Health: Pathogens in the Marine Environment. Springer US, pp 391-413.

Avendan_o-Herrera R, Irgang R, Magarin_os B, Romalde JL, Toranzo AE (2006) Use of microcosms to determine the survival of the fish pathogen Tenacibaculum maritimum in seawater. Environ Microbiol, 8(5):921-928.

Balebona MC, Andreu MJ, Bordas A, Zorilla I, Moringo M, Borrego JJ (1998) Pathogenicity of Vibrio alginolyticus for cultered gilt-head sea bream (Sparus aurata L.). Appl Env Microbiol, 64(11):4269-4275.

Bebak J, Baumgarten M, Smith G (1997) Risk factors for bacterial gill disease in young rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) in North America. Prev Vet Med, 32:23-34.

Beretta, P (1999) Ozone for streptococcosis disinfection in fishfarming. Boll Soc Ital Patol Ittica, 11(26):33-39.

Berthe FCJ, Michel C, Bernardet JF (1995) Identification of Pseudomonas anguilliseptica isolated from several fish species in France. Dis Aquat Org, 21(2):151-155.

Bordas MA, Balebona MC, Chabrillon M, Morinigo MA, Rodriguez-Maroto JM (2003) Influence of temperature and salinity on the adhesion to mucous surfaces of gilt-head seabream (Sparus aurata L.) of pathogenic strains of Vibrio alginolyticus and Listonella anguillarum. Bull Europ Assoc Fish Pathol, 23(6):273-280.

Carli A, Pane L, Casareto L, Bertone S, Pruzzo C (1993) Occurrence of Vibrio alginolyticus in Ligurian coast rock pools (Tyrrhenian Sea, Italy) and its association with the copepod Tigriopus fulvus (Fisher 1860). Appl Environ Microbiol, 59:1960-1962.

Colorni A, Diamant A, Eldar A, Kvitt H, Zlotkin A (2002) Streptococcus iniae infections in Red Sea cage-cultured and wild fishes. Dis Aquat Org, 49:165-70.

Corripio-Miyar Y, Mazorra de Quero C, Treasurer JW, Ford L, Smith PD, Secombes CJ (2007) Vaccination experiments in the gadoid haddock, Melanogrammus aeglefinus L., against the bacterial pathogen Vibrio anguillarum. Vet Immunol Immunopathol, 118(1-2):147-53.

David H.L, Jones WD, Newman CM (1971) Ultraviolet light and photreactivation in mycobacteria. Infect Immun, 4:318-319.

Dawes E (1985) Starvation, survival and energy reserves. In: Bacteria in their natural environments. Academic Press, London, pp 43–81.

Diamant A, Banet A, Ucko M, Colorni A, Knibb W, Kvitt H (2000) Mycobacteriosis in wild rabbitfish Siganus rivulatus associated with cage farming in the Gulf of Eilat, Red Sea. Dis Aquat Org, 39:211-219.

Duncan S, Glover LA, Killham K,. Prosser J I (1994) Luminescence-based detection of activity of starved and viable but nonculturable bacteria. Appl Env Microbiol, 60(4):1308-1316.

Garcia JA, Domenech A, Fernandez-Garayzabal JF, Cutuli MT, Blanco M, Gibello A, Moreno MA, Dominguez L (1997) New clinical cases of 'Winter Disease' in sea bream (Sparus aurata) reinforce previous association of this syndrome with Pseudomonas anguilliseptica infection. In: Proceeding of the 8th International Conference on Diseases of Fish and Shellfish, (UK) Edinburgh, 14-19 Sep 1997, pp 064

Georgiadis MP, Gardner IA, Hedrick RP (2001) The role of epidemiology in the prevention, diagnosis and control of infectious diseases of fish. Preventive Veterinary Medicine, 48:287-302.

Georgiadis MP, Hedrick RP, Johnson WO, Yun S, Gardner IA (2000) Risk factors for outbreaks of disease attributable to white sturgeon iridovirus and white sturgeon herpesvirus-2 at a commercial sturgeon farm. Am J Vet Res, 61:1232-1240.

Gill TA (2000) Waste from Processing Aquatic Animals and Animal Products: Implications on Aquatic Animal Pathogen Transfer. FAO Fisheries Circular No. 956, pp 26

Gustafson L, Ellis S, Robinson T, Marenghi F, Merrill P, Hawkins L, Giray C, Wagner B (2007) Spatial and non-spatial risk factors associated with cage-level distribution of infectious salmon anaemia at three Atlantic salmon, Salmo salar L., farms in Maine, USA, J Fish Dis, 30:101-109.

Hammell KL, Dohoo IR (2005) Risk factors associated with mortalities attributed to infectious salmon anaemia virus in New Brunswick, Canada. J Fish Dis, 28:651-661.

Hawke JP, Thune RL, Cooper RK, Judice E, Kelly-Smith M (2003) Molecular and Phenotypic Characterization of Strains of Photobacterium damselae subsp. piscicida Isolated from Hybrid Striped Bass Cultured in Louisiana, USA. J Aquat Anim Health, 15(3):189-201.

Hjeltnes B, Roberts RJ (1993) Vibriosis. In: Bacterial Diseases of Fish. Blackwell Science Ltd, Oxford, pp 109-121.

Hoff K (1989) Survival of V. anguillarum and V. salmonicida at different salinities. Appl Environ Microbiol, 55:1775-1786.

Horne MT, Richards RH, Roberds RJ, Smith J (1977) Peracute

vibriosis in juvenile turbot Scophthalmus maximus. J Fish Pathol, 11:355-1361.

Huntingford FA, Adams C, Braithwaite, VA, Kadri S, Pottinger TG, Sand_e P, Turnbull JF (2006) Current Issues in Fish Welfare. J Fish Biol, 68:332–372.

Jarp J, Tangen K, Willumsen FV, Djupvik HO, Tveit AM (1993) Risk factors for infection with Aeromonas salmonicida subsp. salmonicida in Norwegian freshwater hatcheries. Dis Aquat Org, 17:81-86.

Kahla-Nakbi AB, Besbes A, Chaieb K, Rouabhia M, Bakhrouf A (2007) Survival of Vibrio alginolyticus in seawater and retention of virulence of its starved cells. Marine Env Res, 64(4):469-478.

Kanno T, Nakai T, Muroga K (1989) Mode of transmission of vibriosis among ayu Plecoglossus altivelis. J Aquat Anim Health, 1(1):2-6.

Kitao T, Aoki T, Iwata K (1979) Epidemiological study on streptococcosis of cultured yellowtail. Distribution of Streptococcus spp. in sea water and muds around yellowtails farms, Bull Jpn Soc Sci Fish 45:567–572.

Korun J, Olgac V, Akgun-Dar K, Colorni A, Diamant A. (2005) Mycobacteriosis in European sea bass, Dicentrarchus labrax L., cultured in Turkey. Israel Journal of Aquaculture-Bamidgeh 57:215-22.

Liltved H, Hektoen H, Efraimsen H (1995) Inactivation of bacterial and viral fish pathogens by ozonation or UV irradiation in water of different salinity

Aquacult Eng, 14(2):107-122.

Lannan CN, Fryer JL. (1994) Extracellular survival of Piscirickettsia salmonis. J Fish Dis, 17:545-548.

Lotz JM, Overstreet RM, Grimes DJ (2005) Aquaculture and animal pathogens in the marine environment with emphasis on marine shrimp viruses. In: Oceans and Health: Pathogens in the marine environment. Belkin and Colwell (Eds.) Springer, New York, pp 431-451.

Magariños B, Couso N, Noya M, Merino P, Toranzo AE, Lamas J (2001) Effect of temperature on the development of pasteurellosis in carrier gilthead seabream (Sparus aurata). Aquaculture, 195(1-2):17-21.

Magariños B, Romalde JL, Barja JL, Toranzo AE (1994) Evidence of a dormant but infective state of the fish pathogen Pasteurella piscicida in sea water and sediment. Appl Environ Microbiol, 60:180-186.

Magariños B, Toranzo AE, Romalde JL (1996) Phenotypic and pathobiological characteristics of Pasteurella piscicida. Ann Rev Fish Dis, 6:41-64.

Matsuoka, S; Kamada, S (1995) Discharge of Pasteurella piscicida cells from experimentally infected yellowtail. Fish Pathol, 30(3):221-225.

McClure CA, Hammell KL, Dohoo IR (2005). Risk factors for outbreaks of infectious salmon anemia in farmed Atlantic salmon, Salmo salar. Preventive Vet Med, 72:263-280.

Meunpol O, Lopinyosiri K, Menasveta P (2003) The effects of ozone and probiotics on the survival of black tiger shrimp (Penaeus monodon). Aquaculture, 220(1-4):437-448.

Munn CB (1977) Vibriosis in fish and its control. Fish Management, 8:11-15.

Munro PD, Murray AG, Fraser DI, Peeler EJ (2003) An evaluation of the relative risks of infectious salmon anemia transmission associated with different salmon harvesting methods in Scotland. Ocean and Coastal Management, 46:157-174.

Murray AG, Smith RJ, Stagg RM (2002) Shipping and the spread of infectious salmon anemia in Scottish aquaculture. Emerging Infectious Dis, 18:1-5.

Nayak BB, Karunasagar I, Karunasagar I (2000) The survival of different vibrios in association with a laboratory culture of the red-tide-causing organism Amphidinium carterae. World J Microbiol Biotech, 16(1):99-101.

Nylund A., Devold, M, Plarre, H, Isdal E, Aarseth M (2003) Emergenece and maintenance of infectious salmon anemia virus (ISAV) in Europe: a new hypothesis. Dis Aquat Org, 56:11-24.

Oemcke D, Parker N, Mountfort D (2004) Effect of UV irradiation on viability of micro scale and resistant forms of marine organisms: Implications for the treatment of ships' ballast water. J Marine Environ Eng, 7(3):153-171.

Panicker S, Sheena RT, Ravindran PC (1994) Survival ability of Gram negative enteric bacteria in aquatic environments of central Kerala. J Zool Soc India 4:70-72.

Raynard RS, Snow M, Bruno DW (2001) Experimental infection models and susceptibility of Atlantic salmon Salmo salar to a Scottish isolate of infectious salmon anaemia virus. Dis Aquat Org, 47:169-174.

Reichenbach-Klinke HH (1972) Some aspects of mycobacterial infections in fish. Symposium of the Zoological Society of London No 30. pp 17-24.

Ritola O, Peters LD, Livingstone DR, Lindstroem-Seppae P (2002) Effects of in vitro exposure to ozone and/or hyperoxia on superoxide dismutase, catalase, glutathione and lipid peroxidation in red blood cells and plasma of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum). Aquaculture Res, 33(3):165-175.

Salati F, Cubadda C, Viale I, Kusuda R (2005) Immune response of sea bass Dicentrarchus labrax to Tenacibaculum maritimum antigens. Fish Sci, 71:563-567.

Sharrer MJ, Summerfelt ST, Bullock GL, Gleason LE, Taeuber J (2005) Inactivation of bacteria using ultraviolet irradiation in a recirculating salmonid culture system. Aquacult Eng, 33(2):135-149.

Skjermo J, Vadstein O (1999) Techniques for microbial control in the intensive rearing of marine larvae. Aquaculture, 177:333-343.

Spotte S, Adams G (1981) Pathogen reduction in closed aquaculture systems by UV radiation: Fact or artifact? Mar Ecol 6(3):295-298.

Stärk KDC, Regula G, Hernandez J, Knopf L, Fuchs K, Morris RS, Davies P (2006) Concepts for risk-based surveillance in the field of veterinary medicine and veterinary public health: Review of current approaches. BMC Health Serv Res, 6:20.

Su HM, Tseng KF, Su MS, Liao IC (2001) Effect of ozone treatment on eggs and larvae of grouper Epinephelus coioides. In: Proceedings of 6th Asian Fisheries Forum Book of Abstracts. pp 232.

Sugita H, Asai T, Hayashi K, Mitsuya T, Amanuma K, Maruyama C, Deguchi Y (1992a) Application of ozone disinfection to remove Enterococcus seriolicida, Pasteurella piscicida, and Vibrio anguillarum from seawater. App Environ Microbiol, 58(12):4072-4075.

Sugita H, Mitsuya T, Amanuma K, Hayashi K, Asai T, Maruyama C (1992b) Ultraviolet susceptibility of three marine fish pathogens. Bulletin of the College of Agriculture and Veterinary Medicine. Nihon University, 49:117-121.

Thorburn MA (1987) Factors Influencing Seasonal Vibriosis Mortality Rates in Swedish Pen-Reared Rainbow Trout. Aquaculture, 67:79-85.

Toranzo AE, Magariños B, Romalde JL (2005) A review of the main bacterial fish diseases in mariculture systems. Aquaculture, 246:37-61.

Turnbull JF (1993) Epitheliocystis and Salmonid rickettsial septicaemia. In: Bacterial Diseases of Fish. Blackwell Science Ltd, Oxford, pp 237-254.

Vågsholm I Djupvik HO, Willumsen FV, Tveit AM, Tangen K (1994) Infectious salmon anemia (ISA) epidemiology in Norway. Prev Vet Med, 19:277-290.

Vine NG, Leukes WD, Kaiser H (2006) Probiotics in marine larviculture. FEMS Microbiol Rev, 30:404-427.

Wakabayashi H (1994) Columnaris Disease. In: Bacterial Diseases of Fish. Blackwell Science Ltd, Oxford, pp 23-39.

Wheatley SB, McLaughlin MF, Menzies FD, Goodall EA (1995) Site management factors influencing mortality rates in Atlantic salmon (Salmo salar L.) during marine production. Aquaculture, 136:195-207.

Wu RSS (1995) The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. Marine Poll Bull, 31(4-12):159-166.

Zabinski CA, Gannon JE (1997). Effects of recreational impacts on soil microbial communities. Environ Management, 21(2):233-238.

Zlotkin A, Hershko H, Eldar A (1998) Possible transmission of Streptococcus iniae from wild fish to cultured marine fish. Appl Environ Microbiol, 64:4065-4067.

Zorrilla I, Chabrillón M, Arijo S, Díaz-Rosales P, Mart£nez-Manzanares E, Balebona MC, Moriñigo MA (2003) Bacteria recovered from diseased cultured gilthead sea bream (Sparus aurata L.) in southwestern Spain. Aquaculture, 218:11-20.