

## ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

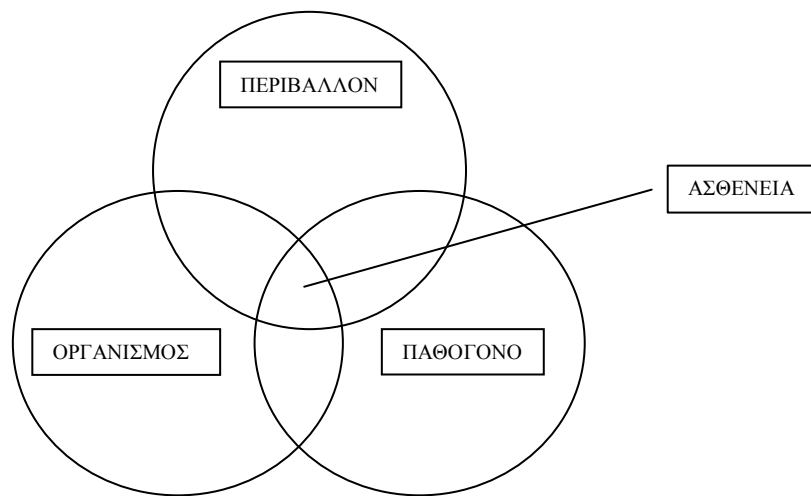
Τα ψάρια ως ζωντανοί οργανισμοί, με συνέπεια, όπως συμβαίνει στα κατώτερα αλλά και στα ανώτερα εξελικτικά ζώα, εμφανίζουν ασθένειες οι οποίες είναι ποικίλης αιτιολογίας.

Αν και τα ψάρια διαβιώνουν μέσα στο νερό οι επιδημιολογικές πτυχές της εμφάνισης και διάδοσης μίας ασθένειας δεν διαφέρουν από τα χερσαία ζώα που ζουν στην διεπιφάνεια εδάφους/αέρα.

Στο υδάτινο περιβάλλον συμβαίνουν όλες εκείνες οι διαταραχές που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν προδιάθεση για την εμφάνιση μιας ασθένειας ή να προκαλέσουν κάποια ασθένεια. Το περιβάλλον αυτό δεν στερείται, αντιθέτως βρίθει, από μικροοργανισμούς και παράσιτα που δυνητικά και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μπορούν να προκαλέσουν από μία απλή συνύπαρξη με τα ψάρια μέχρι την εμφάνιση και εξέλιξη μίας ασθένειας και κατάληξη το θάνατο.

Ασθένειες στα ψάρια έχουν παρατηρηθεί από πολύ παλιά, πριν ακόμη εμφανιστούν φαινόμενα ρύπανσης του περιβάλλοντος από αστικά λύματα και από τις βιομηχανίες και πριν την ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας. Οι ασθένειες αυτές προκαλούνταν συνήθως από παράσιτα του υδάτινου περιβάλλοντος για τα οποία τα ψάρια αποτελούσαν των ενδιάμεσο ή τελικό ξενιστή και από φυσικές διεργασίες του υδάτινου περιβάλλοντος που οδηγούσαν σε μη συμβατές με τη ζωή των ψαριών συνθήκες. Δεν αποκλείεται το γεγονός ασθένειες να προκαλούνταν από μικροοργανισμούς όπως ιοί, βακτήρια και μύκητες, αλλά λόγω έλλειψης επιστημονικής παρατήρησης και ανάλυσης τα δεδομένα που υπάρχουν είναι σπάνια. Οι ασθένειες των ψαριών βρέθηκαν στο επίκεντρο του επιστημονικού ενδιαφέροντος και ώθησαν στη δημιουργία ενός ολόκληρου εξειδικευμένου κλάδου της κτηνιατρικής, όταν ξεκίνησε να εφαρμόζεται η ιχθυοκαλλιέργεια, αρχικά με τη μορφή εκτατικής εκτροφής σε υδατοσυλλογές του γλυκού νερού και σε λιμνοθάλασσες, κατόπιν με τη καλλιέργεια σολομοειδών και αργότερα με τη μορφή πιο εντατικών μορφών εκτροφής. Τότε διαπιστώθηκε και μελετήθηκε όλο το εύρος των αιτιών που μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες στα ψάρια, οι οποίες μπορούν να οφείλονται και σε αβιοτικούς αλλά και βιοτικούς παράγοντες.

Όπως και στα χερσαία ζώα, η εμφάνιση ασθενειών στα ψάρια είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων που άλλος περισσότερο και άλλος λιγότερο, συμβάλλουν ώστε η νόσος να εμφανιστεί. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες. Περιβαλλοντικοί παράγοντες, παράγοντες που πηγάζουν από το ίδιο το ψάρι και παράγοντες που σχετίζονται από τον οργανισμό που προκαλεί την ασθένεια. Είναι χαρακτηριστικό το σχήμα που παρουσιάζεται σε πολλά πονήματα παθολογίας για να αναπαραστήσει την αλληλεπίδραση των παραπάνω παραγόντων στην εμφάνιση μίας ασθένειας, θεωρείται πολύ πετυχημένο, και για το λόγο αυτό παρατίθεται παρακάτω και σε αυτές τις σημειώσεις.



## 1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΚΔΗΛΩΣΗ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

### Το περιβάλλον

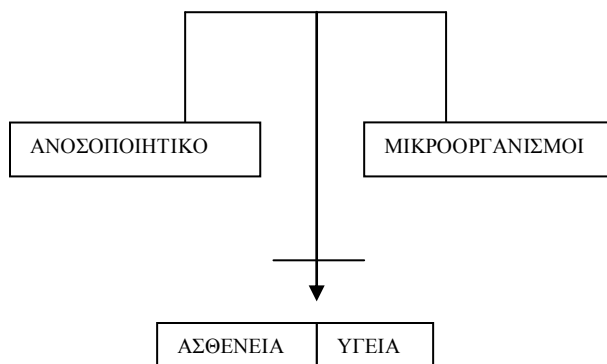
Το υδάτινο περιβάλλον, δηλαδή οι φυσικοχημικές παράμετροι που το χαρακτηρίζουν, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο πρώτα από όλα στην εμφάνιση προδιάθεσης για την εκδήλωση κάποιας ασθένειας αλλά και στη πρόκληση ασθένειας χωρίς τη παρεμβολή κάποιου άλλου παράγοντα.

Έτσι, όταν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του υδάτινου περιβάλλοντος δεν είναι συμβατά με τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών τότε επέρχεται ο θάνατος. Μπορεί αυτή η κατάσταση να αποτελεί ακραίο γεγονός, δεν σημαίνει όμως πως δεν συμβαίνει. Έτσι, έχουν παρατηρηθεί μαζικοί και αιφνίδιοι θάνατοι σε πληθυσμούς ψαριών, ιδιαίτερα σε κλειστές υδατοσυλλογές, όταν η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό μειώθηκε κάτω από συμβατά με τη ζωή επίπεδα, όταν υπήρξε

υπερβολική ποσότητα CO<sub>2</sub>, ή H<sub>2</sub>S, μετά από ρύπανση του υδάτινου περιβάλλοντος από πετρελαιοειδή για παράδειγμα, μετά από υπέρμετρη παραγωγή τοξινών από φυτοπλαγκτόν, μετά από ρύπανση με τοξικές ουσίες, για να αναφερθούν μερικά από τα αίτια αυτών των αιφνίδιων μαζικών θανάτων. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις το υδάτινο περιβάλλον από μόνο του είναι η αιτία για τη πρόκληση θανάτων.

Στο πλείστο των περιπτώσεων όμως, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες δρουν προδιαθετικά στην ανάπτυξη κάποιας ασθένειας η οποία για να εκδηλωθεί χρειάζεται και τη συμβολή και άλλων παραγόντων.

Έτσι, η χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου, η υψηλή συγκέντρωση CO<sub>2</sub> ή H<sub>2</sub>S ή NH<sub>4</sub> ή NO<sub>2</sub> ή Cl το υπερβολικά υψηλό ή χαμηλό pH, οι απότομες αλλαγές στη θερμοκρασία και στην αλατότητα (εντός του εύρους ζωής κάποιου είδους), η ύπαρξη τοξινών και ρυπαντών, βαρέων μετάλλων, η αυξημένη ποσότητα αιωρούμενων σωματιδίων και άλλα, προκαλούν φυσιολογικό και μεταβολικό στρες στα ψάρια με συνέπεια τη πτώση της καλής λειτουργίας του ανοσοποιητικού τους συστήματος και τη δημιουργία ευκαιρίας για παθογόνους μικροοργανισμούς να προκαλέσουν κάποια ασθένεια. Εάν παραστήσουμε γραφικά τη σχέση του ανοσοποιητικού συστήματος των ψαριών με τους μικροοργανισμούς ως προς τη πρόκληση μίας ασθένειας, τότε το παράδειγμα ενός ζυγού είναι πολύ χαρακτηριστικό.



Όταν το ανοσοποιητικό σύστημα λειτουργεί υπό κανονικές συνθήκες τότε οι όποιες επιθέσεις από τους μικροοργανισμούς καταπολεμούνται συνεχώς με συνέπεια ο ζυγός να ισορροπεί. Οτιδήποτε όμως προκαλέσει μείωση «του βάρους» του ανοσοποιητικού συστήματος στο ζυγό αυτό, τότε οι μικροοργανισμοί έχουν μεγαλύτερο «βάρος» σε αυτή τη σχέση με συνέπεια το ζυγός να γέρνει προς τη μεριά της εκδήλωσης ασθένειας.



Ειδικότερα για τα εκτρεφόμενα ψάρια, ο τύπος εκτροφής που χρησιμοποιείται επηρεάζει και επηρεάζεται άμεσα από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες του υδάτινου περιβάλλοντος στο οποίο διαβιούν τα ψάρια με συνέπεια την εμφάνιση με μεγαλύτερη συχνότητα συγκεκριμένων ασθενειών.

*Τύπος εκτροφής: σχέση με την εκδήλωση ασθενειών*

Χρησιμοποιούνται τρεις τύποι εκτροφής για τη καλλιέργεια των ψαριών: α) η εντατική και η υπερεντατική, οι οποίες χαρακτηρίζονται από μεγάλες ιχθυοπυκνότητες, πλήρη κάλυψη των διατροφικών αναγκών των ψαριών με τη χορήγηση βιομηχανοποιημένης τροφής με τη μορφή «pellet» και από μεγάλες αποδόσεις σε κιλά εμπορεύσιμου προϊόντος ανά μονάδα όγκου νερού, β) η ημιεντατική, που χαρακτηρίζεται από μέτριες ιχθυοπυκνότητες, μερική κάλυψη των διατροφικών αναγκών των ψαριών με βιομηχανοποιημένη τροφή και μεσαίες αποδόσεις προϊόντος ανά όγκο νερού και γ) η εκτατική, στην οποία διατηρούνται φυσικές ιχθυοπυκνότητες, οι διατροφικές ανάγκες των ψαριών καλύπτονται από τη φυσική παραγωγή τροφής της υδάτινης μάζας και οι αποδόσεις είναι πολύ μικρές. Ο ολοένα και μεγαλύτερος βαθμός εντατικοποίησης της εκτροφής από την εκτατική προς την εντατική μορφή, επηρεάζει το είδος και τη σοβαρότητα των ασθενειών που εμφανίζονται.

Έτσι στις εκτατικές εκτροφές εμφανίζονται πολύ λίγα προβλήματα στα οποία δεσπόζουν τα παρασιτικά νοσήματα με πολύ λίγα περιστατικά και χαμηλές θνησιμότητες, ενώ τα πιο σημαντικά προβλήματα οφείλονται σε ρυπάνσεις των

φυσικών υδάτινων μαζών όπου βρίσκονται τα ψάρια ή / και σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες που σε συνδυασμό με κακή ανανέωση νερών, ευτροφικά φαινόμενα και την ανάπτυξη αλγών μπορεί να οδηγήσουν σε αναερόβιες συνθήκες καλλιέργειας και θανάτους από ασφυξία.

Στις ημιεντατικές εκτροφές τα προβλήματα ασθενειών που εμφανίζονται μοιάζουν με αυτά των εκτατικών εκτροφών, μόνο που είναι πιο σοβαρά ενώ μπορεί να εμφανιστούν και μυκητιακές και βακτηριακές νόσοι.

Τέλος, οι εντατικές εκτροφές είναι αυτές που εμφανίζουν τα μεγαλύτερα προβλήματα ασθενειών που μπορεί να είναι ιογενούς, βακτηριακής, μυκητιακής, παρασιτικής και διατροφικής αιτιολογίας. Τα ειδικότερα προβλήματα (και η αντιμετώπισή τους) αυτών των εκτροφών θα μας απασχολήσουν στα παρακάτω μέρη αυτού του κύκλου των μαθημάτων.

Τα περιβαλλοντικά αίτια που συνηγορούν ώστε οι εντατικές ιχθυοκαλλιέργειες να είναι αυτές που πραγματικά υποφέρουν από κάθε είδους νοσήματα είναι ποικίλα και αφορούν τη τοποθεσία της εκτροφής με τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού που επικρατούν αλλά και τις αλλαγές που συμβαίνουν λόγω της εκτροφής, τη διαχείριση της εκτροφής και τις επιπτώσεις που έχει αυτή στο περιβάλλον αλλά και στον εκτρεφόμενο οργανισμό και τη διατροφή που εφαρμόζεται και τις επιπτώσεις της πάλι στο περιβάλλον και στο εκτρεφόμενο ψάρι.

#### *A. Τη τοποθεσία εγκατάστασης της εκτροφής*

Η επιλογή της τοποθεσίας για την εγκατάσταση μίας μονάδας εκτροφής ψαριών αποτελεί ίσως το σημαντικότερο πρώτο βήμα για το μετέπειτα μέλλον της εγκατάστασης. Ο τύπος της εκτροφής που εμφανίζει τα περισσότερα προβλήματα στην εντατική ιχθυοκαλλιέργεια σε σχέση με το περιβάλλον είναι η ιχθυοκαλλιέργεια σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού στη τοποθεσία που επιλέγεται για τη τοποθέτηση κλωβών που πρέπει να ελέγχονται και που επηρεάζουν την εμφάνιση ασθενειών είναι τα ακόλουθα.

##### 1) Η ποιότητα του νερού

Η τοποθεσία για την εγκατάσταση της πλωτής μονάδας θα πρέπει να μην είναι μολυσμένη από τοξικά απόβλητα, όπως η αμμωνία, νιτρικά άλατα, βαρέα μέταλλα

και φαινόλες αλλά και οι φυσικοχημικές ιδιότητες του νερού στη συγκεκριμένη τοποθεσία, το pH, η θερμοκρασία, το οξυγόνο και η αλατότητα να είναι συμβατά με το είδος που θα καλλιεργηθεί.

#### *Θερμοκρασία και αλατότητα*

Οι υδρόβιοι οργανισμοί εκτός των κητωδών δεν μπορούν να ρυθμίσουν τη θερμοκρασία τους γι αυτό και καλούνται ποικιλόθερμα ζώα, έτσι οι αλλαγές στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος προκαλούν και αλλαγή και της δικιάς τους θερμοκρασίας με συνέπεια αλλαγές στο μεταβολισμό τους. Για παράδειγμα, άνοδος της θερμοκρασίας προκαλεί άνοδο του μεταβολισμού, μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής και ρυθμών αναπτύξεως αλλά και μεγαλύτερη κατανάλωση σε οξυγόνο και αποβολή διοξειδίου του άνθρακα και αμμωνίας.

Η αλατότητα του νερού σχετίζεται με την υδατοκαλλιέργεια μέσω του ελέγχου της οσμωτικής πίεσης, η οποία μπορεί να επηρεάσει την ισορροπία ιόντων στον υδρόβιο οργανισμό.

Όταν επιλέγεται μία τοποθεσία, πρέπει να επικρατούν οι ιδανικές συνθήκες αλατότητας και θερμοκρασίας γιατί ακόμη και αμέσως έξω από αυτές, η συμπεριφορά, η λήψη τροφής, η μετατρεψιμότητα της τροφής και η ανάπτυξη μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά. Επίσης, μπορεί να προκληθεί στρες που θα μπορούσε να οδηγήσει σε ευαισθησία σε παρασιτικές μολύνσεις και ανοσολογική ανικανότητα με συνέπεια την ανάπτυξη ασθενειών.

Επίσης θα πρέπει να εξεταστεί λεπτομερώς εάν συμβαίνουν οξείες αλλαγές της θερμοκρασίας και αλατότητας του νερού γιατί τέτοιες απότομες αλλαγές προκαλούν πολύ μεγαλύτερη ζημιά (π.χ. έντονο στρες) από ότι βραδείες εποχιακές αλλαγές. Τέλος, θα πρέπει να αποκλείονται περιοχές οι οποίες βρίσκονται κοντά σε εκβολές ποταμών για την αποφυγή αλλοιώσεων στη θερμοκρασία, στην αλατότητα του νερού και στην καθαρότητά του (π.χ. ξαφνικές και έντονες βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν οξεία είσοδο γλυκού νερού σε μία παράκτια θαλάσσια περιοχή με υψηλό αριθμό αιωρούμενων σωματιδίων που προκαλούν τραυματισμούς στα βράγχια, στρες και είσοδο μικροοργανισμών).

#### *Οξυγόνο*

Το οξυγόνο απαιτείται για τη παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια αυτή χρειάζεται όχι μόνο για τις απαραίτητες λειτουργίες του οργανισμού, όπως η πέψη και η

χρησιμοποίηση της τροφής και η οσμορύθμιση αλλά και για τη δραστηριότητα. Οι ανάγκες σε οξυγόνο ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του υδρόβιου οργανισμού, το στάδιο της ανάπτυξής του και το μέγεθός του και επηρεάζονται από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα του νερού κ.λ.π. Εάν η παροχή οξυγόνου σε ένα ζώο παρεκκλίνει από το ιδανικό τότε η λήψη τροφής, η μετατρεψιμότητά της, η ανάπτυξη και η υγεία του μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά.

### *Η αμμωνία*

Η αμμωνία είναι συνήθως η πιο σημαντική παράμετρος της ποιότητας του νερού μετά το διαλυμένο οξυγόνο. Η ολική συγκέντρωση της αμμωνίας στο νερό αποτελείται από δύο μορφές: την αμμωνία (NH<sub>3</sub>) σε αέρια μορφή και τα αμμωνιακά άλατα (NH<sub>4</sub>).

Η NH<sub>3</sub> είναι η πιο τοξική μορφή για τα ψάρια.

Η αμμωνία μπορεί να προέλθει στο νερό από διάφορες πηγές:

- α) την αποσύνθεση τα οργανικής ύλης. Σε αυτή την ύλη συμπεριλαμβάνεται και η τροφή που χάνεται σε μία μονάδα αλλά και τα κόπρανα των οργανισμών.
- β) βιομηχανική και αστική μόλυνση
- γ) αποαζωτοποίηση: η αμμωνία οξειδώνεται σε νιτρώδη και νιτρικά σε οξυγονωμένα νερά κατά τη αζωτοποίηση. Σε ανοξυγόνωτα νερά τα νιτρικά μετατρέπονται σε νιτρώδη και τελικά σε αμμωνία (αποαζωτοποίηση).
- δ) Μετά από θάνατο αλγών.

### *Τα νιτρώδη*

Τα νιτρώδη αποτελούν ενδιάμεσο προϊόν της βιολογικής οξείδωσης της αμμωνίας σε νιτρικά άλατα. Βρίσκονται σε χαμηλή συγκέντρωση στη φύση και υγιή συστήματα υδατοκαλλιέργειας αλλά μπορεί να ανέλθουν σε υψηλές συγκεντρώσεις όπου υπάρχει οργανική μόλυνση και χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου.

Τα νιτρώδη είναι πολύ τοξικά για τα ψάρια γιατί συνδέονται με την αιμογλοβίνη προς μεθαιμογλοβίνη, το μόριο δεν μπορεί πλέον να συνδεθεί με οξυγόνο και τα ψάρια μπορεί να πεθάνουν από ασφυξία.

### *Αιωρούμενα σωματίδια και θόλωση του νερού*

Καταστάσεις θόλωσης του νερού μπορεί να προκληθούν από οργανικά και ανόργανα στερεά στο νερό εξαιτίας της διάβρωσης του εδάφους, της ύπαρξης αποβλήτων από βιομηχανίες κ.α.

Μερικά από τα σωματίδια αυτά μπορεί να είναι τοξικά (π.χ. άλατα διαφόρων μετάλλων), ενώ άλλα όπως τα οργανικά απόβλητα μπορεί να προκαλέσουν μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου λόγω μικροβιακής αποσύνθεσης της ύλης.

Αν και τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να προκαλέσουν πολλά προβλήματα στα υδάτινα συστήματα είναι κυρίως τα άμεσα αποτελέσματά τους που αφορούν την καλλιέργεια. Έτσι, σε αρκετά υψηλά επίπεδα τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να προκαλέσουν μηχανικές βλάβες στα βράγχια των ψαριών και ο ερεθισμός τους να προκαλέσει την πάχυνση των βραγχιακών επιθηλίων με αποτέλεσμα τη μείωση της αναπνευστική ικανότητας.

#### *Μόλυνση*

Ο αριθμός των μολυντών που εισέρχονται στο υδάτινο περιβάλλον είναι τεράστιος.

Οι κύριες κατηγορίες των μολυντών στο υδάτινο περιβάλλον φαίνονται στο πίνακα 1.

#### **Πίνακας 1. Κατηγορίες μολυντών του υδάτινου περιβάλλοντος**

Οξέα και αλκάλια	Θρεπτικά συστατικά (φωσφορικά και νιτρικά)
Ανιόντα (θειώδη, θειικά, κυάνιο)	Έλαια και διαλυτές ελαίων
Απορρυπαντικά	Οργανικά τοξικά απόβλητα
Οικιακά απόβλητα και απόβλητα κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων	Παθογόνα
Απόβλητα επιχειρήσεων επεξεργασίας τροφίμων (π.χ. επί της ιχθυοκαλλιέργειας)	Ζιζανιοκτόνα
Αέρια (χλώριο, αμμωνία)	Πολυχλωριωμένα διφαινύλια
Θερμότητα	Ραδιοϊσότοπα
Μέταλλα (κάδμιο, ψευδάργυρο, μόλυβδο)	

Κάθε ένας από αυτούς τους μολυντές μπορεί να προκαλέσει άμεσα ή έμμεσα προδιάθεση ή πρόκληση ασθενειών στα εκτρεφόμενα ψάρια.

#### *Υπερανάπτυξη αλγών*

Η υπερανάπτυξη φυκών μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την υγεία των ψαριών όχι μόνο μέσω της φυσικής της παρουσίας στο νερό μπορεί να τραυματίσει τα βράγχια αλλά επίσης και μέσω της μείωσης του διαθέσιμου οξυγόνου. Πολλά



φυτοπλαγκτονικά είδη μπορεί να προσδώσουν ανεπιθύμητη οσμή στα ψάρια αλλά και να παράγουν τοξίνες που μπορεί να προκαλέσουν το θάνατο των ψαριών ή να συσσωρευτούν στη σάρκα τους και να τα κάνουν επιβλαβή για ανθρώπινη κατανάλωση.

## 2) Η ανανέωση του νερού

Η καλή ανανέωση του νερού σε μία τοποθεσία είναι απαραίτητη σε μία εντατικής μορφής εκτροφή σε πλωτά κλουβιά στο ότι μειώνεται έτσι η συσσώρευση αποβλήτων και τα προβλήματα που συνδέονται με αυτά. Μια καλή ανανέωση του νερού επιτρέπει την οξυγόνωσή του με ταυτόχρονη απομάκρυνση των επιβλαβών μεταβολιτών των ψαριών.

## 3) Ανάπτυξη μακροφυκών

Η ανάπτυξη μακροφυκών πάνω στα δίκτυα των ιχθυοκλωβών μειώνει το μέγεθος των οπών τους και αυξάνει την επιφάνειά τους. Η μείωση του μεγέθους των οπών προκαλεί τη μείωση της ροής του νερού μέσω αυτών με συνέπεια τη μείωση του ρυθμού προσφοράς οξυγόνου και απομάκρυνσης αποβλήτων τα οποία μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τα ψάρια. Η αυξημένη αντίσταση στη ροή του νερού συχνά θα προκαλέσει αποσχηματισμό των κλωβών, μείωση του όγκου τους και επιπλέον τάσεις στους κλωβούς και τα αγκυροβόλιά τους.

## 4) Τα ρεύματα

Η καλή ανανέωση του νερού των κλωβών είναι απαραίτητη τόσο για την ανανέωση του οξυγόνου που καταναλώνεται από τα ψάρια όσο και για την απομάκρυνση των απεκκρίσεών τους. Παρόλα αυτά, υπερβολικά ρεύματα θα επιφέρουν επιπλέον δυναμικά στρες στα κλουβιά, τις υποδομές και τα αγκυροβόλια, μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τη συμπεριφορά των ψαριών, να οδηγήσουν σε απώλεια τροφής, να προκαλέσουν ανάδευση του πυθμένα, να προκαλέσουν στρες. κ.λ.π.

## 5) Το βάθος

Για τους περισσότερους τύπους πλωτής υδατοκαλλιέργειας, τα κλουβιά πρέπει να τοποθετούνται σε αρκετό βάθος ώστε να μεγιστοποιείται η εναλλαγή νερού αλλά και να διατηρείται ο πυθμένας των κλωβών σε απόσταση από το πυθμένα της τοποθεσίας.

Τα ψάρια συνήθως αυξάνουν τα παθητικά, εξωγενή ρεύματα που διαπερνούν τα κλουβιά, τραβώντας νερό κατά τη διάρκεια της κίνησής τους μέσα στο κλωβό και κατά τη διάρκεια του ταΐσματος. Μερικά από τα εσωτερικά δημιουργούμενα ρεύματα, ιδιαίτερα αυτά που παράγονται κατά τη διάρκεια του ταΐσματος, τραβούν νερό μέσα στο κλουβί μέσω του πυθμένα των κλωβών και καθώς τα κλουβιά είναι κοντά στο πυθμένα μπορεί μαζί με το νερό να εισέλθουν υπολείμματα τροφών, κόπρανα αλλά και νερό το οποίο είναι φτωχό σε οξυγόνο, τοξικές ουσίες και αέρια (π.χ.  $H_2S$ ) αλλά και παθογόνους μικροοργανισμούς.

#### 6)\_Ο πυθμένας

Ο πυθμένας σε μία τοποθεσία μπορεί να ποικίλλει από βράχια έως λάσπη και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την επιλογή τοποθεσίας. Είναι καλύτερο να επιλέγονται πυθμένες με βράχια γιατί υπάρχει μειωμένος κίνδυνος διατήρησης αποβλήτων.

#### *B. Τη διαχείριση της εκτροφής*

Η εντατική εκτροφή χρησιμοποιεί πλήρως τις υδάτινες μάζες σε ότι αφορά τα κιλά ζωντανών οργανισμών που μπορούν να επιβιώσουν ανά μονάδα όγκου. Οποιαδήποτε αλλαγή στις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού όπως και κυρίως στο διαθέσιμο  $O_2$ , στο  $CO_2$ , στην αμμωνία, στο  $H_2S$ , στα αιωρούμενα σωματίδια, που δεν είναι συμβατή με τον αριθμό των ψαριών που εκτρέφονται προκαλεί στρες στα ψάρια και πτώση της ικανότητάς τους να αντεπεξέλθουν κάποιας μόλυνσης. Πιο συγκεκριμένα, οι τυπικές ανάγκες σε οξυγόνο για ψάρια σε ηρεμία είναι 100-500mg διαλυμένου οξυγόνου/κιλό ζώντος βάρους/ώρα ή 300-1500mg διαλυμένου οξυγόνου/κιλό ζώντος βάρους/ώρα σε ψάρια που βρίσκονται σε δραστηριότητα. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι μία περιεκτικότητα οξυγόνου στο νερό μεγαλύτερη από 5mg/l είναι ικανοποιητική. Οποιαδήποτε πτώση του οξυγόνου κάτω από τα επίπεδα που απαιτούνται σε μία συγκεκριμένη στιγμή επιφέρει αλλαγή στη συμπεριφορά των ψαριών, αύξηση της κίνησης των βραγχιακών επικαλυμμάτων (αναπνοής) για πρόσληψη μεγαλύτερης ποσότητας οξυγόνου στη μονάδα του χρόνου και εάν οι ανάγκες δεν καλυφθούν προκαλείται υποξία και τελικά ασφυξία και θάνατος. Η όλη κατάσταση προκαλεί εξαιρετικό στρες και όταν το στρες είναι μακροχρόνιο έχει επιπτώσεις και στην ανάπτυξη των ψαριών αλλά και στην ικανότητα του ανοσοποιητικού συστήματος να ανταπεξέλθει μολύνσεων.

Η συγκέντρωση της αμμωνίας πάνω από την οποία εμφανίζεται τοξικότητα στα ψάρια είναι πάνω από 0.02-0.05mg/l. Όμως επίπεδα κάτω από αυτά προκαλούν στρες με ανάλογες επιπτώσεις όπως αυτές που αναφέρθηκαν για το O<sub>2</sub>.

Τα νιτρώδη αποτελούν ενδιάμεσο προϊόν της βιολογικής οξείδωσης της αμμωνίας σε νιτρικά άλατα. Βρίσκονται σε χαμηλή συγκέντρωση στη φύση και υγιή συστήματα υδατοκαλλιέργειας αλλά μπορεί να ανέλθουν σε υψηλές συγκεντρώσεις όπου υπάρχει οργανική μόλυνση και χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου.

Τα νιτρώδη είναι πολύ τοξικά για τα ψάρια γιατί συνδέονται με την αιμογλοβίνη προς μεθαιμογλοβίνη, το μόριο δεν μπορεί πλέον να συνδεθεί με οξυγόνο και τα ψάρια μπορεί να πεθάνουν από ασφυξία.

Αν και τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να προκαλέσουν πολλά προβλήματα στα υδάτινα συστήματα είναι κυρίως τα άμεσα αποτελέσματά τους που αφορούν την καλλιέργεια. Έτσι, σε αρκετά υψηλά επίπεδα τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να προκαλέσουν μηχανικές βλάβες στα βράγχια των ψαριών και ο ερεθισμός τους να προκαλέσει την πάχυνση των βραγχιικών επιθηλίων με αποτέλεσμα τη μείωση της αναπνευστικής ικανότητας. Έχει βρεθεί ότι επίπεδα θόλωσης χαμηλότερα από 100mg/l έχουν μικρή επίδραση στα περισσότερα είδη ψαριών. Τα σολομοειδή από την άλλη πλευρά είναι πολύ ευαίσθητα (πρέπει να είναι λιγότερα από 20 mg/l).

Σε αυτού του τύπου εκτροφές παρατηρούνται μεγάλες ιχθυοπυκνότητες και ο μεγάλος συνωστισμός κάνει εύκολη τη μετάδοση ασθενειών.

Το σύνηθες σύστημα αυτών των εκτροφών είναι να γεμίζεται ο υδάτινος όγκος με ψάρια μικρής ηλικίας στηριζόμενοι σε αναλογίες ζώντος βάρους ανά όγκο νερού και μετά από πάχυνση και αλλαγή των αναλογιών να γίνεται διαλογή των ψαριών και κατανομή τους σε μεγαλύτερους όγκους. Ανάλογα με τη διαχείριση της μονάδας αυτές οι διαλογές μπορούν να γίνουν μία ή δύο φορές στη διάρκεια του κύκλου εκτροφής του ψαριού. Επίσης, αρκετές εκτροφές διενεργούν εμβολιασμούς των ψαριών αλλά και θεραπείες δια εμβαπτίσεως. Τέτοιου είδους χειρισμοί προκαλούν στρες στα εκτρεφόμενα ζώα και εάν δεν γίνονται σωστά μπορούν να επέλθουν τραυματισμοί και μολύνσεις και στη συνέχεια γρήγορα εξελισσόμενη και μεταδιδόμενη νόσος.

### *Γ. Τη διατροφή*

Το ψάρια των εντατικών εκτροφών διατρέφονται αποκλειστικά με βιομηχανοποιημένες τροφές. Αυτές κατασκευάζονται έτσι ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των ψαριών σε πρωτεΐνες, λιπαρά οξέα, υδατάνθρακες, κυτταρίνες, μακρο- και μικρο- στοιχεία και βιταμίνες. Παρ' όλα αυτά οι τροφές αυτές δεν είναι πλήρως ισορροπημένες και διάφορες πενίες μπορεί να προκύψουν οι οποίες αφ' ενός μπορεί να προκαλέσουν μείωση του βάρους λόγω κακής χρησιμοποίησης της τροφής αφ' ετέρου δε και διατροφικά νοσήματα (θα αναφερθούν παρακάτω). Και ενώ τις περισσότερες φορές μπορεί κάποιες ελαφρές πενίες να περάσουν απαρατήρητες, κάποιες ελλείψεις επηρεάζουν αρνητικά την ικανότητα των ψαριών να αντεπεξέρχονται στις μολύνσεις. Επίσης, αρκετές φορές ενώ μπορεί η τροφή κατά την έξοδό της από το εργοστάσιο παραγωγής να είναι όπως περιγράφεται αναλυτικά στη συσκευασία της, η μακρόχρονη αποθήκευσή της κάτω από ακατάλληλες συνθήκες μπορεί να οδηγήσει σε κονιορτοποίηση της τροφής, οξείδωση των λιπαρών οξέων και καταστροφή των βιταμινών της, με συνέπεια πενίες κατά τη χορήγησή της στα ψάρια. Οι τροφές αυτές μπορεί να είναι και φορείς μικροοργανισμών ιδιαίτερα όταν η θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την παραγωγή των pellet δεν παστεριώνουν τα συστατικά τους αλλά μπορούν να μολυνθούν και κατά τη μεταφορά τους ή όταν αποθηκεύονται ή χειρίζονται όταν δεν τηρούνται κάποιες βασικές αρχές υγιεινής.

Άμεσα συνυφασμένη με την αλλοίωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων (φυσικοχημείας νερού), της ισορροπίας του οικοσυστήματος που επικρατεί σε μία εντατική εκτροφή (ιδιαίτερα σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς στη θάλασσα) και της ανάπτυξης εστιών μόλυνσης στις εντατικές εκτροφές, είναι η απώλεια της τροφής που συμβαίνει κατά το τάισμα των ψαριών. Αυτή η απώλεια είναι ποικίλης αιτιολογίας σε έναν υγιή πληθυσμό ψαριών, όμως συνήθως οφείλεται σε κακή μελέτη των ποσοτήτων που απαιτούνται για τη διατροφή των ψαριών σε κάποιο συγκεκριμένο υδάτινο όγκο και στη μη εφαρμογή πολλών χορηγήσεων κατά τη διάρκεια του 24ώρου με συνέπεια να χορηγούνται μεγάλες ποσότητες τροφής κατά τη διάρκεια περιορισμένου αριθμού ταΐσμάτων. Η χαμένη τροφή αποτελεί άριστο υπόστρωμα για την ανάπτυξη μικροβίων και σε συνδυασμό με τα κόπρανα των ψαριών επικάθεται στο πυθμένα κάτω από τους ιχθυοκλωβούς όπου αποτελεί μία μόνιμη εστία μόλυνσης για τα εκτρεφόμενα ψάρια, πέρα από τις αναερόβιες συνθήκες που μπορούν να

αναπτυχθούν. Μελέτες έχουν μάλιστα δείξει ότι η περίσσεια τροφής σε ένα οικοσύστημα μπορεί να διαταράξει τις λεπτές ισορροπίες της βακτηριακής χλωρίδας λόγω της αύξησης των θρεπτικών ουσιών, προάγοντας την ανάπτυξη στελεχών βακτηρίων τα οποία εμφανίζουν ανθεκτικότητα σε μία ποικιλία αντιβιοτικών.

Ο οργανισμός που εκτρέφεται αποτελεί και αυτός μαζί με το περιβάλλον έναν από τους παράγοντες που συντελεί στην εμφάνιση ή όχι ασθενειών. Ήδη αναφέρθηκε η συμβολή του περιβάλλοντος πάνω στην ικανότητα του εκτρεφόμενου οργανισμού διαμέσου του στρες ή άλλων φυσιολογικών και μεταβολικών διαταραχών να καταπολεμήσει δια του ανοσοποιητικού του συστήματος κάποια μόλυνση. Αυτός καθαυτός ο οργανισμός επηρεάζει την εμφάνιση ασθενειών όπως περιγράφεται παρακάτω.

#### Ο εκτρεφόμενος οργανισμός

##### *A. Γενετικό υπόβαθρο*

Τα ψάρια που εκτρέφονται στις μονάδες εντατικής καλλιέργειας αποτελούν άτομα τα οποία προήλθαν από γονείς οι οποίοι έχουν επιλεγεί για τους γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξής τους, τη καλή μετατρεψιμότητα της τροφής που λαμβάνουν, για παραγωγικά χαρακτηριστικά δηλαδή. Επίσης, οι συνθήκες που επικρατούν στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς επιτρέπουν (και αυτό επιδιώκεται) την επιβίωση ατόμων που κάτω από φυσικές συνθήκες μπορεί να μην επιβίωναν. Τα παραπάνω μπορεί να οδηγήσουν στη καλλιέργεια ατόμων με μειωμένη ανθεκτικότητα σε ασθένειες. Τέτοια άτομα αφού μολυνθούν αναπτύσσουν γρήγορα νόσο και τη μεταδίδουν και στα άλλα άτομα της ομάδας με την οποία εκτρέφονται μαζί.

Όλοι τα παραπάνω μόνα τους ή σε συνδυασμό θεωρούνται από τους πιο βασικούς παράγοντες που καθιστούν τις εντατικές εκτροφές επιρρεπείς στην εμφάνιση και γρήγορη εξάπλωση ασθενειών.

Γίνεται κατανοητό λοιπόν ότι απαραίτητες προϋποθέσεις για την εκδήλωση παθολογικών καταστάσεων ή τη προδιάθεση για μια τέτοια εκδήλωση είναι: η έλλειψη κατάλληλων συνθηκών περιβάλλοντος/διαβίωσης των ψαριών και η ευαισθησία τους. Αυτοί οι παράγοντες από μόνοι τους μπορούν να προκαλέσουν

ασθένεια, όμως οι ασθένειες που προκαλούνται από μικροοργανισμούς προϋποθέτουν την ύπαρξη των τελευταίων.

#### Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί

Για την ανάπτυξη μίας μολυσματικής ασθένειας είναι απαραίτητη η ύπαρξη του μολυσματικού παράγοντα. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προκαλούν θνησιμότητες στα ψάρια έχουν προσαρμοστεί στο υδάτινο περιβάλλον καθώς και σε διαφορετικό φάσμα θερμοκρασιών με αποτέλεσμα να διαφέρουν από τα ανθρώπινα παθογόνα. Πολλοί από αυτούς βρίσκονται στο περιβάλλον όπου διαβιούν τα ψάρια (ιδιαίτερα για τις νόσους που είναι ενδημικές για μία περιοχή), η εμφάνιση ή όχι παθολογικών καταστάσεων και θνησιμοτήτων εξαρτάται όμως από πολλούς παράγοντες. Ξαφνικές άνοδοι ή πτώσεις της θερμοκρασίας ιδιαίτερα όταν αυτές είναι αυξημένες, σε συνδυασμό με ευτροφισμό, προκαλούν από τη μία μεριά στρες στα ψάρια και από την άλλη πληθυσμιακή έκρηξη στους μικροοργανισμούς. Η εμφάνιση της νόσου σε έστω και μικρό αριθμό ευπαθών ψαριών έχει σαν συνέπεια την αύξηση του αριθμού των λοιμογόνων μικροοργανισμών και τη μετάδοσή τους στα άλλα άτομα της ομάδας τα οποία βρισκόμενα κάτω από στρες δεν είναι ικανά να καταπολεμήσουν τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών. Σε ορισμένες περιπτώσεις που ο μικροοργανισμός είναι πολύ παθογόνος η νόσος θα αναπτυχθεί έστω και εάν τα ψάρια δεν βρίσκονται κάτω από την επήρεια στρες. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο απόλυτος αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών είναι ο μόνος υπεύθυνος για την εμφάνιση επιδημίας ή όχι. Ορισμένες νόσοι έχουν βραδεία εξέλιξη και τα ψάρια ενώ φαίνονται φυσιολογικά, είναι φορείς του μικροοργανισμού και είναι θέμα χρόνου και καταστάσεων στρες το πότε θα γίνει κλινικά αντιληπτή η νόσος. Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό λοιπόν, η εμφάνιση ή όχι της νόσου είναι θέμα μίας απλής ισορροπίας μεταξύ του παθογόνου μικροοργανισμού και της άμυνας / αντίστασης του ξενιστή. Τέλος, συχνά σε περιπτώσεις όπου συνδυάζονται κακές συνθήκες εκτροφής με ευπαθείς οργανισμούς, μικροοργανισμοί που σε άλλες περιπτώσεις θα ήταν ακίνδυνοι κάμπτουν την άμυνα του οργανισμού και προκαλούν παθολογικές καταστάσεις που οδηγούν σε θνησιμότητες (ευκαιριακά παθογόνα).

Οι ασθένειες λοιπόν που παρατηρούνται στα ψάρια μπορεί να οφείλονται σε μολυσματικούς ή μη μολυσματικούς παράγοντες. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορούν να προκαλέσουν μολυσματικές ασθένειες στα ψάρια μπορεί να είναι ιοί,

βακτήρια, μύκητες και παράσιτα. Οι μη μολυσματικές ασθένειες οφείλονται σε αβιοτικά αίτια, όπως σε αντίξοες για τη ζωή φυσικοχημικές μεταβολές του νερού, σε διατροφικά αίτια και άλλα.

Ζωοτεχνικά / διαχειριστικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για τη μείωση της εμφάνισης και εξάπλωσης ασθενειών

Πριν την ειδική αναφορά στους μολυσματικούς παράγοντες που προκαλούν ασθένειες πρέπει να αναφερθούν οι γενικές αρχές που θα πρέπει πάντα να τηρούνται για να μειώνεται ο κίνδυνος εκδήλωσης ασθενειών.

Έτσι, θα πρέπει οι φυσικοχημικές παράμετροι του νερού να ελέγχονται λεπτομερώς και συχνά γιατί οποιαδήποτε μεταβολή τους μπορεί να προκαλέσει στρες και μείωση στην ανθεκτικότητα των εκτρεφόμενων ζώων στους μικροοργανισμούς. Τα δίχτυα των ιχθυοκλωβών γρήγορα γεμίζουν από υδρόβια φυτά που εμποδίζουν την ανανέωση του νερού με συνέπεια τη μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου. Τα δίχτυα θα πρέπει να αλλάζονται όταν υπάρχει υπέρμετρη ανάπτυξη υδροβίων φυτών που προκαλεί μείωση της κυκλοφορίας και ανανέωσης του νερού.

Η τοποθεσία που επιλέγεται για την εγκατάσταση της παραγωγικής μονάδας θα πρέπει να έχει τις κατάλληλες συνθήκες που θα επιτρέψουν το συνωστισμό μεγάλων μαζών ψαριών. Έτσι η παραγωγική μονάδα θα πρέπει να τοποθετείται σε περιοχές με καλή εναλλαγή νερού και αρκετό βάθος.

Η ποσότητα τροφής που απαιτείται για την ανάπτυξη των ψαριών χορηγείται στο νερό. Τα ψάρια θα πρέπει να διατρέφονται σωστά και η τροφή να μην χάνεται λόγω υπέρμετρης χορήγησής της. Μεγάλη σημασία έχει η χορήγηση της τροφής να γίνεται σε μικρότερες ποσότητες με αύξηση του αριθμού ταϊσμάτων στο 24ωρο.

Οτιδήποτε εισέρχεται στο χώρο παραγωγής μπορεί να αποτελεί εστία μόλυνσης. Η τροφή που χρησιμοποιείται θα πρέπει να είναι ελεγμένη σε ότι αφορά το μικροβιακό της φορτίο και δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση τα ψάρια να ταίζονται με ωμά υπολείμματα ψαριών ή άλλων ζώων. Εάν για κάποιο λόγο τα τελευταία πρέπει να χρησιμοποιούνται θα πρέπει να δίδονται αφού πρώτα παστεριωθούν. Αλλαγές στις πρώτες ύλες των τροφών που παράγονται από τα εργοστάσια ζωοτροφών θα πρέπει να γνωστοποιούνται στους παραγωγούς ώστε να γίνεται σταδιακή αντικατάσταση της μίας τροφής από την άλλη. Απότομες αλλαγές μπορεί να προκαλέσουν πεπτικές διαταραχές και την εμφάνιση ασθενειών λόγω στρες.

Για διάφορες αιτίες κάποια ψάρια σε μία εκτροφή πεθαίνουν και μπορεί να αποτελέσουν εστίες μόλυνσης για τα υγιή ψάρια. Νεκρά ψάρια, ψάρια τραυματισμένα είτε από κακούς χειρισμούς ή από κανιβαλισμό καθώς και άρρωστα ψάρια θα πρέπει να απομακρύνονται αμέσως και να καταστρέφονται κατάλληλα.

Τα ψάρια τα οποία καλλιεργούνται σε μία μονάδα μπορεί να έρχονται από κάποια άλλη περιοχή ή παραγωγική μονάδα και μπορεί να είναι μολυσμένα. Τα ψάρια που εισέρχονται σε μία μονάδα θα πρέπει να φέρουν πιστοποιητικά που θα βεβαιώνουν ότι είναι ελεύθερα από νόσους, καλό θα είναι να έχουν εμβολιαστεί για τις ασθένειες που είναι ενδημικές στη περιοχή που μεταφέρονται καθώς και να εφαρμοστεί προληπτικά θεραπεία με μπάνιο σε διαλύματα αντιβιοτικού κατά τη διάρκεια μιας περιόδου καραντίνας, που θα πρέπει πάντα να εφαρμόζεται.

Σε αυτές τις εκτροφές τα ψάρια συνωστίζονται σε πολύ μικρό χώρο. Δεν θα πρέπει να γίνονται υπερβολές αλλά να τηρούνται οι αναλογίες βάσει των φυσικοχημικών παραμέτρων του υφιστάμενου νερού.

Όλοι οι χειρισμοί των ψαριών πρέπει να γίνονται με ήπιους τρόπους και μετά από ελαφριά αναισθησία για να αποφεύγονται οι τραυματισμοί που αποτελούν εστίες εισόδου μικροοργανισμών.

Το προσωπικό που απασχολείται θα πρέπει να γνωρίζει τους κινδύνους που μπορεί να προκληθούν από τον κακό χειρισμό των ψαριών και θα πρέπει να ενημερώνεται για τον τρόπο χορήγησης της τροφής, το χειρισμό και τη σωστή αποθήκευση της τελευταίας. Επίσης θα πρέπει να προσέχουν την προσωπική τους υγιεινή.

## **2. ΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ**

### **ΙΟΙ**

Οι ιοί αποτελούν πολύ μικρούς μολυσματικούς παράγοντες οι οποίοι πολλαπλασιάζονται μόνο μέσα σε ζωντανά κύτταρα κάποιου ξενιστή. Όμως, σε αντίθεση με κάποια άλλα ενδοκυτταρικά παράσιτα όπως βακτήρια, ρικέτσιες, χλαμύδιες και μυκοπλάσματα, δεν περιέχουν οργανίδια και δεν εμφανίζουν μεταβολισμό. Οι ιοί είναι υποχρεωτικά ενδοκυτταρικά παράσιτα τα οποία χρησιμοποιούν τους μηχανισμούς λειτουργίας του παρασιτούμενου κυττάρου για την αναπαραγωγή τους. Άλλα χαρακτηριστικά τους αποτελούν το μικρό τους μέγεθος που

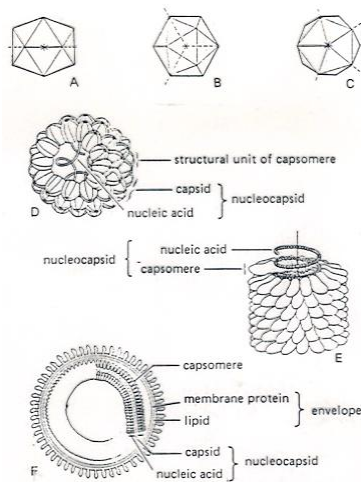


ποικίλει από 18-300 νανόμετρα σε διάμετρο και το γεγονός ότι το γενετικό τους υλικό αποτελείται είτε από DNA ή από RNA ποτέ όμως και από τα δύο.

### Μορφολογία και δομή των ιών

#### *Το σωματίδιο του ιού ή βίριον*

Το σωματίδιο του ιού περιέχει το γενετικό υλικό του ιού το οποίο περιβάλλεται από ένα πρωτεϊνικό κάλυμμα ή κέλυφος το οποίο ονομάζεται καψίδιο. Μερικοί ιοί φέρουν και έναν επιπλέον εξωτερικό φάκελο ο οποίος αποτελείται από λιπίδια και γλυκοπρωτεΐνες (Εικόνα 1, 2).



**Εικ. 1.** Γεωμετρία και δομή του σωματιδίου των ιών, A,B,C,: Εικοσαεδρικό σωματίδιο ιού ορατό από διάφορες οπτικές γωνίες. D: Υπομονάδες ενός μη εγκαψωμένου σωματιδίου ιού εικοσαεδρικής συμμετρίας. E,F :Υπομονάδες ενός μη εγκαψωμένου σωματιδίου ιού με σωληνοειδές νουκλεοκαψίδιο και ελικοειδή συμμετρία.

**Εικ. 2.** Μορφολογία των ιών των ζώων.

#### *Τα πυρηνικά οξέα των ιών*

Το γενετικό υλικό των ιών αποτελείται είτε από DNA ή από RNA. Τα πυρηνικά οξέα μπορεί να βρίσκονται είτε με τη μορφή διπλής ή μονής αλυσίδας, να χωρίζονται σε τμήματα ή να είναι κυκλικά και να έχουν θετική ή αρνητική πολικότητα. Η ποσότητα του γενετικού υλικού ποικίλει μεταξύ των διαφόρων ιών. Οι μικρότεροι ιοί picornavirus περιέχουν  $2 \times 10^6$  daltons ενώ οι μεγάλοι roxvirus περιέχουν  $2 \times 10^8$  daltons. Συγκριτικά, το γενετικό υλικό ενός κυττάρου θηλαστικού έχει μοριακή μάζα μεγαλύτερη από  $10^{12}$  daltons. Η μοριακή μάζα της μοναδικής πρωτεΐνης που μεταφράζεται από το γενετικό υλικό ενός ιού picornavirus ποσότητας

$2 \times 10^6$  daltons είναι περίπου 250.000 daltons (το 1/9 περίπου της μοριακής μάζας του γενετικού υλικού). Η πρωτεΐνη αυτή κατόπιν διασπάται σε πολλά μικρότερα πρωτεϊνικά μόρια τα οποία θα αποτελέσουν τις δομικές πρωτεΐνες και ένζυμα του ιού.

#### *Το πρωτεϊνικό κάλυμα των ιών (κάψα-καψίδιο)*

Η κάψα των ιών σχηματίζεται από μορφολογικές μονάδες που ονομάζονται καψομερή, τα οποία μπορεί να διατάσσονται με τρεις τύπους συμμετρίας: εικοσαεδρική, ελικοειδή και περίπλοκη. Κάποιοι ιοί κατά την έξοδό τους από τα κύτταρα του ξενιστή μετά τον πολλαπλασιασμό τους καλύπτονται από τη κυτταρική μεμβράνη του κυττάρου που παρασιτούσαν. Αυτή η διαδικασία βοηθά τα σωματίδια που απελευθερώνονται να συνδέονται με άλλα κύτταρα του ξενιστή και να διαφεύγουν της ανοσολογικής άμυνας του ξενιστή.

#### *Ένζυμα των ιών*

Μερικοί ιοί χρειάζονται ένζυμα τα οποία λείπουν από τα κύτταρα του ξενιστή. Αυτά μπορεί να είναι δομικές πρωτεΐνες οι οποίες παίζουν διπλό ρόλο όπως η νευραμινιδάση του ιού της γρίπης ή μπορεί να έχουν καθαρά ενζυμική λειτουργία όπως η ανάστροφη τρανσκριπτάση των ρετροϊών.

#### *Τα αντιγόνα των ιών*

Οι ιοί μπορεί να περιέχουν από 4 μέχρι 100 δομικές πρωτεΐνες και η καθεμία από αυτές συνήθως φέρει από έναν έως τέσσερις διαφορετικούς επίτοπους.

Περίπου 66 ιογενείς λοιμώξεις αφορούν τα ψάρια αλλά μια πιο λεπτομερής περιγραφή θα γίνει μόνο στις ιογενείς μολύνσεις που αφορούν τον Ελλαδικό χώρο. Έντεκα μεγάλες ομάδες ιών γνωστοί για τις μολύνσεις που προκαλούν στα ανώτερα σπονδυλωτά έχουν εκπροσώπους τους που προκαλούν ασθένειες στα ψάρια. Οι πιο πολυάριθμες αναφορές σε ιούς που προκαλούν ασθένειες στα ψάρια αφορούν τις παρακάτω οικογένειες ιών: ερπετοϊούς, ραβδοϊούς, ρετροϊούς, ιριδοϊούς και ρεοϊούς. Οι ιοί στο παρακάτω κείμενο καταγράφονται ως οικογένειες DNA και RNA ιών και μέσα σε κάθε οικογένεια τα γένη των ιών διαιρούνται σε αυτά που έχουν απομονωθεί σε κυτταροκαλλιέργεια και σε αυτά που έχουν μόνο διαπιστωθεί με ηλεκτρονιομικροσκοπία (HM).

**Πίνακας 2. Ιοί ψαριών χωρισμένοι σε οικογένειες (αφορούν γενικά ψάρια που εκτρέφονται ή άγρια σε όλο τον κόσμο)**

Ομάδα	Απομόνωση	ΗΜ	Σύνολο
<b>DNA-ιοί</b>			
Ερπητιοί	7	4	11
Ιριδοιοί	5	2	7
Αδενοιοί	0	3	3
			<b>21</b>
<b>RNA-ιοί</b>			
Καλυκοιοί	1	0	1
Καλυκοιοί	10	0	10
Ραβδοιοί	3	0	3
Μιρναιοί	6	1	7
Ρεοιοί	2	0	2
Ορθομυξοιοί	1	0	1
Ρετροιοί	0	8	8
Αταυτοποίητοι	4	8	12

### 1. DNA-ιοί

*Ερπητιοί*: χαρακτηριστικά της ομάδας

Η οικογένεια των ερπητιοίων περιλαμβάνει μεγάλους περιβαλλόμενους από φάκελο DNA-ιούς με διάμετρο περίπου 130 νανόμετρα, στους οποίους ο φάκελος αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της παθογένειας του ιού. Το γονιδίωμα του ιού αποτελείται από διπλή έλικα DNA 176 kb και μπορεί να εκφράσει τη παραγωγή έως και 49 πρωτεϊνών.

Πολλοί από τους ερπητιοίους έχουν την ικανότητα να υπεισέρχονται σε λανθάνουσα κατάσταση μέσα στον ξενιστή και να προκαλούν νόσο αργότερα. Έχει βρεθεί ότι ερπητιοί μπορούν να μολύνουν λεμφοκύτταρα και κατά συνέπεια η μόλυνση των τελευταίων μπορεί να αποτελεί σημείο κλειδί για την επιμονή τέτοιων μολύνσεων που μπορεί να οφείλεται σε ανοσοκατασταλτικά φαινόμενα. Γνωστοί ιοί στον άνθρωπο είναι ο ιός Epstein-Barr που συνδέεται με λεμφώματα και ρινοφαρυγγικά καρκινώματα και οι ερπητιοί-1 που προκαλούν αλλοιώσεις στο στόμα και τα χείλη.

Οι ερπητιοί των ψαριών που ενδιαφέρουν τον Ελλαδικό χώρο, ο ξενιστής τους και ο τρόπος που ανευρέθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω:

**Πίνακας 3. Ερπητιοί των ψαριών**

Όνομα ιού	Ξενιστής	Ανεύρεση	Ερευνητές
<i>Herpesvirus kyprini</i>	( <i>Cyprinus carpio</i> )	A	Sano <i>et al</i> (1985)
<i>Herpesvirus salmonis</i>	( <i>Salmo gairdneri</i> )	A	Wolf & Taylor (1975)
<i>Herpesvirus scophthalmi</i>	( <i>Scophthalmus maximus</i> )	HM	Buchanan & Madeley (1978)
Ο ερπητιός του λούτσου	( <i>Esox lucius</i> )	HM	Yamamoto <i>et al</i>

(EHV-1)			(1984)
Ο ερπητοϊός του sheatfish	( <i>Silurus glanis</i> )	HM	Bekesi <i>et al</i> (1984)
Ο ερπητοϊός του μπακαλιάρου του Ειρηνικού	( <i>Gadus macrocephalus</i> )	HM	McArn <i>et al</i> (1978)

A: απομόνωση

HM: ηλεκτρονιομικροσκοπία

*Ιριδοιοί*: χαρακτηριστικά της ομάδας

Η οικογένεια των ιριδοιών περιλαμβάνει μεγάλους ισομετρικούς ιούς με εικοσαεδρική συμμετρία, διαμέτρου 130-300 νανόμετρα, με γονιδίωμα αποτελούμενο από διπλή έλικα DNA μοριακού βάρους  $130 \times 10^6$  daltons. Οι ιοί αυτοί πολλαπλασιάζονται μόνο στο κυτταρόπλασμα του κυττάρου ξενιστή.

Οι ιριδοιοί που έχουν αναφερθεί ότι προσβάλλουν τα ψάρια και έχουν ενδιαφέρον για την Ελλάδα είναι οι παρακάτω:

**Πίνακας 4. Οι ιριδοιοί των ψαριών**

Όνομα του ιού	Ξενιστής	Ανεύρεση	Ερευνητές
Ο ιός της λεμφοκύστης	142 είδη θαλάσσιων και ποταμίσσιων τελεόστεων	A	Wolf (1962)
Ο ιριδοϊός του μπακαλιάρου	Μπακαλιάρος του Ατλαντικού ( <i>Gadus morhua</i> )	A	Jensen <i>et al</i> (1979)
Ο ιριδοϊός της νέκρωσης των βραγχίων του κυπρίνου	Κυπρίνος ( <i>Cyprinus carpio</i> )	A	Shchelkunov & Shchelkunova (1984)
Ο ιός της ερυθροκυτταρικής νέκρωσης (ENV)	21 είδη θαλάσσιων τελεόστεων	HM	Appy <i>et al</i> (1976)

A: απομόνωση από καλλιέργεια

HM: ηλεκτρονιομικροσκοπία

*Αδενοιοί*: χαρακτηριστικά της ομάδας

Στα ψάρια έχουν περιγραφεί τρεις αδενοιοί. Και οι τρεις έχουν παρατηρηθεί με HM και δεν έχουν απομονωθεί από κυτταροκαλλιέργεια. Δύο από αυτούς παρατηρήθηκαν σε νεοπλάσματα και δύο ενδιαφέρουν την ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια.

**Πίνακας 5. Οι αδενοιοί των ψαριών**

Όνομα του ιού	Ξενιστής	Ανεύρεση	Ερευνητές
Αδενοϊός του μπακαλιάρου	Μπακαλιάρος του Ατλαντικού ( <i>Gadus morhua</i> )	HM	Jensen & Bloch (1980)
Αδενοϊός της λευκής μουρούνας	Λευκή μουρούνα ( <i>Acipenser transmontanus</i> )	HM	Hedrick <i>et al</i> (1985)

HM: ηλεκτρονιομικροσκοπία

## 2. RNA-ιοί

*Καλυκοιοί*: χαρακτηριστικά της ομάδας

Οι καλκοιοί αποτελούν μικρά ισομετρικά σωματίδια πιθανά με εικοσαεδρική συμμετρία, διαμέτρου 35-40 νανόμετρα με χαρακτηριστικά εκκολπώματα υπό μορφή κυπέλλου στην επιφάνειά τους μετά από αρνητική χρώση. Το βίριον του ιού περιέχει μονή έλικα RNA μοριακού βάρους  $2,6-2,7 \times 10^6$  daltons και μία κύρια πρωτεΐνη κάψας μοριακού βάρους 60-70 kDa. Οι καλκοιοί δεν φέρουν φάκελο, είναι ανθεκτικοί στον αιθέρα και πολλαπλασιάζονται αποκλειστικά στο κυτταρόπλασμα. Δεν παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την ιχθυοκαλλιέργεια.

*Ραβδοιοί:* χαρακτηριστικά της ομάδας

Οι ραβδοιοί έχουν σχήμα σφαίρας και διαστάσεις 130-380 νανόμετρα μήκος και 60-95 νανόμετρα πλάτος. Φέρουν φάκελο ο οποίος φέρει άκανθες μήκους 5-10 νανόμετρα. Αυτές οι άκανθες αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της λοιμικότητας των ιών αυτής της ομάδας. Το γονιδίωμα αποτελείται από μονή έλικα RNA αρνητικής πολικότητας. Το γονιδίωμα αυτό εκφράζει πέντε κύριες πρωτεΐνες του ιού. Δύο γένη ραβδοιών έχουν βρεθεί στα ζώα: Οι φυσαλιδοιοί και οι λυσσοιοί (σε αυτό το γένος ανήκει ο γνωστός σε όλους ιός της λύσσας).

Οι παρακάτω ιοί που ενδιαφέρουν τη μεσογειακή ιχθυοκαλλιέργεια, έχουν βρεθεί σε ψάρια:

**Πίνακας 6. Ραβδοιοί των ψαριών**

Όνομα του ιού	Γένος	Ξενιστής	Ανεύρεση	Ερευνητές
EVX	V	Ευρωπαϊκό χέλι ( <i>Anguilla anguilla</i> )	A	Sano <i>et al</i> (1977)
C <sub>30</sub> , B <sub>44</sub> , D <sub>13</sub>	V	Ευρωπαϊκό χέλι ( <i>Anguilla anguilla</i> )	A	Castric <i>et al</i> (1984)
B <sub>12</sub> , C <sub>26</sub>	L	Ευρωπαϊκό χέλι ( <i>Anguilla anguilla</i> )	A	Castric <i>et al</i> (1984)
<i>Rhabdovirus salmonis</i>	?	Πέστροφα ( <i>Salmo gairdneri</i> )	A	Osadchaya & Nakonechnaya (1981)
Ο ιός των νυμφών του λούτσου (PFRV)	V	Λούτσος ( <i>Esox lucius</i> )	A	De Kinkelin <i>et al</i> (1973)
Ο ιός της ανοιξιότικης αιμίας του κυπρίνου (SVCV)	V	Κυπρίνος ( <i>Cyprinus carpio</i> )	A	Fijan <i>et al</i> (1971)
Ο ιός της μολυσματικής αιμοποιητικής νέκρωσης (IHNV)	L	Σολωμός ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	A	Amend <i>et al</i> (1969)
Ο ιός της ιογενούς αιμορραγικής σηψαιμίας (VHSV)	L	Πέστροφα ( <i>Salmo gairdneri</i> )	A	Jensen (1963)

A: απομόνωση από κυτταροκαλλιέργεια

Αν και ο ιός της ιογενούς αιμορραγικής σηψαιμίας (VHSV) περιγράφηκε για πρώτη φορά στα σολωμοειδή, πρέπει να αναφέρουμε ότι έχει βρεθεί και σε τελεόστεους που ενδιαφέρουν την Μεσογειακή θαλάσσια υδατοκαλλιέργεια, όπως στις νύμφες του λαβρακιού και σε νεαρά άτομα στο καλκάνι (*Scophthalmus maximus*).

*Μπιρναιοί:* χαρακτηριστικά της ομάδας

Οι Μπιρναιοί είναι ισομετρικοί ιοί χωρίς φάκελο και φέρουν στο γονιδιώμα τους διπλή έλικα RNA (δύο τμήματα).

Ο σημαντικότερος εκπρόσωπος αυτής της ομάδας ιών στα ψάρια είναι ο ιός της μολυσματικής παγκρεατικής νέκρωσης. Έχουν περιγραφεί πολλές ορολογικές ομάδες και ορότυποι, όπως αναγράφονται παρακάτω:

**Πίνακας 7. Ορολογικές ομάδες και ορότυποι του IPNV**

Ορολογικές ομάδες - ορότυποι	Ξενιστής	Περιοχή
Ορολογική ομάδα 1		
IPNV-Sp	Πέστροφα	Ευρώπη, Β. Αμερική
IPNV-Ab	Λούτσος	Ευρώπη, Ασία
IPNV-He	Δίθυρα	Ευρώπη
IPNV-Te	Πέστροφα	Ευρώπη
IPNV-WB	Πέστροφα	Β. Αμερική
IPNV-Ja	Πέστροφα	Καναδάς
IPNV-C1	Σολωμός	Καναδάς
IPNV-C2	Πέστροφα	Καναδάς
IPNV-C3	Σολωμός	Καναδάς
Ορολογική ομάδα 2		
IPNV-TV1	Δίθυρα	Ευρώπη

Σε ότι αφορά την γεωγραφική κατανομή του IPNV αυτή είναι μεγάλη σε όλο τον κόσμο και αφορά τόσο σολωμοειδή όσο και μη-σολωμοειδή ψάρια αλλά και κυκλόστομους ιχθείς, λάμπραινες, δίθυρα μαλάκια, γαστερόποδα και καρκινοειδή. Ένας άλλος μπιρναιός που έχει περιγραφεί από τα ψάρια είναι ο ιός του ασκίτη του κιτρινόουρου (YAV).

*Ρεοιοί:* χαρακτηριστικά της ομάδας

Οι ρεοιοί είναι ισομετρικά σωματίδια διαμέτρου 60-75 νανόμετρα που φέρουν ένα χαρακτηριστικό καψίδιο με διπλό τοίχωμα και περιέχουν διπλές έλικες RNA (10-12 τμήματα) κατά κύριο λόγο. Οι ρεοιοί δεν φέρουν φάκελο.

Οι ρεοιοί που έχουν περιγραφεί σε ψάρια που ενδιαφέρουν τη μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια είναι:

**Πίνακας 8. Οι ρεϊοί των ψαριών**

Όνομα του ιού	Ξενιστής	Ανέυρεση	Ερευνητές
Ο ρεϊός του κυπρίνου των χόρτων	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	HM	Chen & Jiang (1984)
Ο ρεϊός 13p <sub>2</sub>	<i>Lepomis macrochirus</i> και <i>Salmo gairdneri</i>	I	Meyers (1980, 1983)

*Ορθομυξιοί:* χαρακτηριστικά της ομάδας

Οι ορθομυξιοί είναι σφαιρικοί ή επιμήκεις ιοί που φέρουν φάκελο, διαμέτρου 80-120 νανόμετρα. Ο φάκελος φέρει επιφανειακές προεκβολές δύο γλυκο-πρωτεϊνών, αιμοσυγκολλητίνης και νευραμινιδάσης. Το γονιδίωμα αποτελείται από ss-RNA σε οκτώ τμήματα με αρνητική πολικότητα.

Πιθανοί ιοί αυτής της ομάδας που έχουν απομονωθεί από τα ψάρια αποτελούν:

α) Ο ιός του χελιού 2 (EV-2) που απομονώθηκε από Ιαπωνικά χέλια και β) ο ιός A<sub>1</sub>β που απομονώθηκε και αυτός από αίμα Ευρωπαϊκών χελιών που έφεραν νεοπλασματικές αλλοιώσεις στο στόμα.

*Παραμυξιοί:* χαρακτηριστικά της ομάδας

Οι παραμυξιοί είναι παρόμοιοι με τους ορθομυξιοί στη μορφολογία αλλά περιέχουν μεγαλύτερο ελικοειδές νουκλεοκαψίδιο. Το γονιδίωμά τους αποτελείται από μονή έλικα RNA αρνητικής πολικότητας και η αντιγραφή των ιών είναι ανθεκτική στην ακτινομυκίνη D. Οι παραμυξιοί αποτελούν από μεγάλα σωματίδια, έχουν διάμετρο 150-200 νανόμετρα και φέρουν φάκελο. Οι προεκβολές του φακέλου μήκους 8-12 νανομέτρων καλύπτουν όλο το φάκελο και σε αυτές τις προεκβολές έχουν αποδοθεί δράσεις των ενζύμων αιμοσυγκολλητίνης και νευραμινιδάσης.

Οι παραμυξιοί δεν ενδιαφέρουν τη μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια.

*Ρετροϊοί:* χαρακτηριστικά της ομάδας

Οι ρετροϊοί είναι μία ομάδα μεγάλων σφαιρικών ιών που περιέχει μονή έλικα RNA σε ένα τμήμα με θετική πολικότητα ενώ το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι η κατοχή του ενζύμου ανάστροφη τρανσκριπτάση. Η διάμετρος του σωματιδίου μπορεί να είναι έως 100 νανόμετρα και τα βίριονς φέρουν φάκελο ο οποίος εγκλείει έναν πυρήνα εικοσαεδρικής συμμετρίας μέσα στον οποίο βρίσκεται ελικοειδές νουκλεοκαψίδιο. Οι ιοί αυτής της ομάδας κατά την έξοδό τους από το κύτταρο του ξενιστή παίρνουν μαζί τους και τμήμα της μεμβράνης.

Οι ρετροϊοί των ψαριών κατηγοριοποιούνται σε αυτούς που έχει ανιχνευθεί η ανάστροφη τρανσκριπτάση ή όχι. Παρακάτω αναφέρονται οι πιθανοί ρετροϊοί των ψαριών που ενδιαφέρουν τη Μεσόγειο:

**Πίνακας 9. Πιθανοί ρετροϊοί των ψαριών**

Όνομα του ιού	Ξενιστής	Ανάστροφη τρανσκριπτάση	Ερευνητές
“Esocid” λεμφοσάρκωμα	<i>Esox lucius</i>	+	Papas et al (1976)
Ο ιός της τσιπούρας	<i>Sparus aurata</i>	-	Gutierrez et al (1977)
Ο ιός του επιδερμικού πολ/μού του ψαριού “pike”	<i>Esox lucius</i>	-	Winqvist et al (1968) & Yamamoto et al (1984)

*Αταξινόμητοι ιοί:* χαρακτηριστικά της ομάδας

Οι ιοί που θα αναφερθούν παρακάτω εμφανίζουν πρόβλημα ταυτοποίησης και τοποθέτησης σε κάποια οικογένεια ιών. Κάποιοι έχουν απομονωθεί από καλλιέργεια ενώ κάποιοι άλλοι έγιναν ορατοί μόνο με ΗΜ.

**Πίνακας 10. Αταξινόμητοι ιοί των ψαριών**

Όνομα του ιού Παθολογία	Ξενιστής	Ανεύρεση	Ερευνητές
Ο ιός του χελιού – 1	<i>Anguilla anguilla</i>	A	Wolf & Quimby (1972)
Ενδοερυθροκυτταρικά σωματίδια που μοιάζουν με ιό	<i>Salmo gairdneri</i>	ΣΜΙ	Landolt et al (1977)
Παπίλωμα των πλευρονηκτιδών	<i>Hippoglossoides elassodon</i>	ΣΜΙ	Wellings et al (1965)

A: απομόνωση

ΣΜΙ: σωματίδια που μοιάζουν με ιούς

ΗΜ: ηλεκτρονιομικροσκοπία

*Ο ιός της ιογενούς σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας και αμφιβληστροειδοπάθειας VER Ιογενής νέκρωση (VNN).*

Ο ιός αυτός αποτελεί σχετικά πρόσφατη ανακάλυψη και μέχρι πρότινος ήταν ταξινομητός. Αρχικά θεωρήθηκε ότι ανήκει στην οικογένεια των πικορναιών αλλά τελικά κατατάχθηκε στους ποδα-ιούς. Ο ιός έχει διαπιστωθεί σε 18 είδη στα οποία συμπεριλαμβάνονται είδη που αφορούν την θαλασσοκαλλιέργεια της Μεσογείου όπως στο λαβράκι, στο καλκάνι, στους ροφούς αλλά και πιθανά στη τσιπούρα.

Ο ιός είναι ισομετρικός, χωρίς φάκελο με διάμετρο 30 νανόμετρα. Έχει δύο δομικά πολυπεπτίδια με μοριακό βάρος 40 και 42 kDa και ένα ssRNA που αποτελείται από δύο τμήματα μοριακού βάρους 1,10 και 0.51 Da.

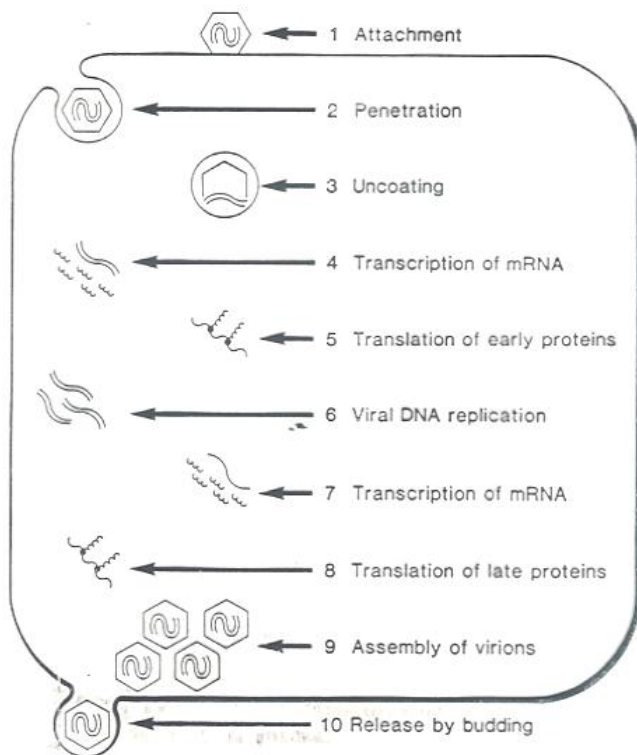


## Φυσιολογία της μόλυνσης από τους ιούς

### *Η αντιγραφή των ιών*

Η διαδικασία παραγωγής νέων ιών περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια (για DNA-ιούς): α) Τη προσκόλληση στο ευκαρυωτικό κύτταρο του ξενιστή, β) Την διείσδυση, γ) Την αποκάλυψη του γενετικού υλικού (απομάκρυνση της κάψας), δ) Την μεταγραφή του αγγελιοφόρου RNA, ε) Την μετάφραση στις πρώιμες πρωτεΐνες, στ) Την αντιγραφή του DNA του ιού, ζ) Την μεταγραφή αγγελιοφόρου RNA, η) Την μετάφραση σε ώριμες πρωτεΐνες, θ) Την συναρμολόγηση των βίριονς και ι) Την απελευθέρωση των τελευταίων μετά από κάλυψη με τη μεμβράνη του ευκαρυωτικού κυττάρου (Εικόνα 3). Πιο λεπτομερώς:

α) Προσκόλληση στο ευκαρυωτικό κύτταρο: Η προσκόλληση αποτελεί το κρίσιμο πρώτο στάδιο της μόλυνσης. Η γερή προσκόλληση του ιού απαιτεί τη παρουσία



**Εικ. 3.** Στάδια κατά τον πολλαπλασιασμό ενός ιού DNA.

υποδοχέων για τον ιό πάνω στη μεμβράνη του κυττάρου. Συχνά υπάρχει μεγάλος βαθμός ειδικότητας του ιού για κάποιον κυτταρικό υποδοχέα, όμως εναλλακτικά υπάρχουν και ιοί οι οποίοι είναι ευκαιριακά παθογόνα και μπορεί να χρησιμοποιήσουν έναν κοινό υποδοχέα. Ούτε όλα τα κύτταρα ενός οργανισμού αλλά ούτε και όλα τα κύτταρα ενός οργάνου φέρουν απαραίτητα κατάλληλους υποδοχείς

για ιούς και αυτό μπορεί να εξηγήσει τον συχνά παρατηρούμενο τροπισμό των ιών για συγκεκριμένους ιστούς και την παθολογία που παρατηρείται. Αντιστρόφως, η λοιμικότητα μερικών ιών μπορεί να σχετίζεται με μειωμένη δυνατότητα προσκόλλησης σε κύτταρα του ξενιστή γιατί έτσι ο ιός απομακρύνεται λιγότερο από τα φαγοκύτταρα και έτσι επιτρέπεται μεγαλύτερη διασπορά του στα όργανα στόχους. Ακόμη και εάν ένα κύτταρο φέρει τους κατάλληλους υποδοχείς για έναν ιό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι θα μολυνθεί διότι μετά τη προσκόλληση ο ιός θα πρέπει να αποκαλυφθεί και να αρχίσει ο κύκλος της αντιγραφής του γενετικού του υλικού.

β) Διείσδυση: Υπάρχουν τουλάχιστον τρεις μηχανισμοί εισόδου: Η ενδοκυττάρωση, η σύντηξη και η μετατόπιση.

Κατά την ενδοκυττάρωση ακολουθείται μία διαδικασία που μοιάζει με την φαγοκυττάρωση ή τη πινοκύτωση. Τα περισσότερα κύτταρα είναι ικανά να ενδοκυτταρώσουν με την εμπλοκή υποδοχέων διάφορα μακρομόρια, όπως ορμόνες και άλλα. Κατά την ενδοκυττάρωση ένα μικρό τμήμα της κυτταρικής μεμβράνης φέρων τον ιό προσκολλημένο στον υποδοχέα σχηματίζει ένα εκκόλπωμα. Τα δύο πιο κοντινά άκρα του εκκόλπωμα έρχονται τελικά σε επαφή και σχηματίζουν ένα εσωτερικό σωματίδιο το οποίο εισέρχεται στο κυτταρόπλασμα και συνδέεται με ένα λυσοσωμάτιο για να σχηματίσει μία λυσοσωματική κύστη. Σε μερικούς ιούς ο φάκελος του ιού συνδέεται με τη μεμβράνη του λυσοσωματίου και κατόπιν το σωματίδιο του ιού αποβάλλεται στο κυτταρόπλασμα.

Κατά τη σύντηξη, οι ιοί οι οποίοι φέρουν φάκελο με γλυκοπρωτεΐνες συντήκονται απευθείας με τη κυτταρική μεμβράνη και έτσι το βίριον απελευθερώνεται κατευθείαν στο κυτταρόπλασμα.

Τέλος, κατά τη μετατόπιση, είναι πιθανό μερικοί εικοσαεδρικοί ιοί άνευ φακέλου να περάσουν απευθείας στο κυτταρόπλασμα μέσω της κυτταρικής μεμβράνης χωρίς την εμπλοκή κάποιου από τους παραπάνω μηχανισμούς.

γ) Αποκάλυψη του γενετικού υλικού: Λίγα είναι γνωστά για αυτό το στάδιο και είναι πιθανό ότι οι μηχανισμοί αποκάλυψης του γενετικού υλικού διαφέρουν για τους DNA και RNA ιούς. Πιστεύεται ότι οι ιοί που συντήκονται με τη κυτταρική μεμβράνη ή το λυσοσωμάτιο αποκαλύπτονται κατά τη διαδικασία.

δ) Μεταγραφή του αγγελιοφόρου RNA: Η μεταγραφή του DNA του ιού σε αγγελιοφόρο RNA γίνεται τυπικά στο πυρήνα του κυττάρου ξενιστή.

ε) Μετάφραση στις πρώιμες πρωτεΐνες: Το αγγελιοφόρο RNA των ιών μεταφράζεται σε πρωτεΐνες στα ριβοσώματα του κυττάρου ξενιστή με την ίδια διαδικασία που ακολουθείται για τις πρωτεΐνες του ξενιστή. Οι πρωτεΐνες που δημιουργούνται από τη μετάφραση πρώιμων στη διαδικασία γονιδίων του ιού περιλαμβάνουν ένζυμα και άλλες πρωτεΐνες που πιστεύεται ότι παίζουν σημαντικό ρυθμιστικό ρόλο στη μεταγραφή.

στ) Αντιγραφή του DNA του ιού: Αντιγράφεται και το υπόλοιπο του γονιδιώματος του ιού.

ζ) Μεταγραφή αγγελιοφόρου RNA: Όπως προαναφέρθηκε.

η) Μετάφραση σε ώριμες πρωτεΐνες: Αυτές αποτελούν τα μόρια που απαιτούνται για τη δημιουργία των σωματιδίων του ιού.

θ) Συναρμολόγηση των βίριονς: Με τους απλούς σφαιρικούς ιούς εικοσαεδρικής συμμετρίας, οι δομικές πρωτεΐνες μπορούν συναχθούν αυτόματα και να σχηματίσουν καψομερή, τα οποία στη συνέχεια αυτό-συναρμολογούνται σε προ-καψίδια γύρω από το γενετικό υλικό του ιού. Τυχαία πολλά σωματίδια μπορεί να μην περιέχουν γενετικό υλικό. Η συναρμολόγηση των ιών DNA γίνεται συχνά στον πυρήνα του κυττάρου ξενιστή και για τους ιούς RNA στο κυτταρόπλασμα. Η συνάθροιση απλών σφαιρικών ιών ή άδειων προ-καψιδίων μπορεί δημιουργήσει παρακρυσταλλικές μορφές οι οποίες μπορεί να γίνουν ορατές κατά τη μικροσκοπία σαν έγκλειστα σωματίδια. Οι ιοί που καλύπτονται από φάκελο περιέχουν πάντα γλυκοπρωτεΐνες ιογενούς προελεύσεως. Οι τελευταίες μεταναστεύουν από τα ριβοσώματα μέσω του ενδοπλασματικού δικτυωτού συνήθως στη μεμβράνη του κυττάρου. Εκεί οι πρωτεΐνες αυτές ομαδοποιούνται σε χαρακτηριστικές ακανθώδεις μορφές. Κατά τη διάρκεια της συναρμολόγησης ενός ιού που φέρει φάκελο το νουκλεοκαψίδιο συναρμολογείται κάτω από τη κυτταρική ή πυρηνική μεμβράνη και κατόπιν προσκολλούνται οι παραπάνω άκανθες γλυκοπρωτεϊνών. Ένα στρώμα πρωτεϊνών εισέρχεται στην μεμβράνη γύρω από το νουκλεοκαψίδιο. Αυτή η διαδικασία αναγκάζει το νουκλεοκαψίδιο μέσα στη θήκη από άκανθες γλυκοπρωτεΐνης να περάσει μέσα από τη κυτταρική μεμβράνη του ξενιστή και να δημιουργήσει έτσι ένα εκκόλπωμα.

ι) Απελευθέρωση των σωματιδίων του ιού: Ιοί οι οποίοι δεν φέρουν φάκελο απελευθερώνονται μετά το θάνατο και την εκφύλιση του κυττάρου ξενιστή που προκαλείται από το κλείσιμο των μεταβολικών διαδικασιών του κυττάρου λόγω των

προϊόντων του ιού. Οι ιοί που φέρουν φάκελο απελευθερώνονται με τα προαναφερθέντα εκκολπώματα της μεμβράνης του κυττάρου ξενιστή που αποτελεί μία σταδιακή διαδικασία.

#### Επιδράσεις της μόλυνσης του ιού στο κύτταρο ξενιστή

Αυτές μπορεί να χωριστούν στις παρακάτω:

- α) Αναστρέψιμες αλλαγές, όπως η νεφελώδης διόγκωση του κυττάρου που παρατηρείται σε ιστολογικές τομές.
- β) Μη αναστρέψιμες αλλαγές που οδηγούν στο θάνατο του κυττάρου. Αυτό ονομάζεται κυτταροτοξική επίδραση (CPE).
- γ) Μη αναστρέψιμες αλλαγές που οδηγούν στην απώλεια ή τη βλάβη κάποιας συγκεκριμένης λειτουργίας.
- δ) Μετατροπή του κυττάρου σε νεοπλαστικό.
- ε) Μόλυνση που επιμένει μετά την επίδραση (α) και (γ). Τα πυρηνικά οξέα του ιού μπορεί να παραμείνουν στο γενετικό υλικό του κυττάρου ξενιστή και να λειτουργούν περιοδικά.

Όποιο και να είναι το αποτέλεσμα όμως, κατά τα πρώιμα στάδια της μόλυνσης μπορεί να παρατηρηθούν διάφορες αλλαγές στην εμφάνιση των προσβεβλημένων κυττάρων, όπως:

- α) Περιοχές του κυττάρου όπου εμφανίζεται διαφοροποίηση χρώσης κατά την ιστολογία.
- β) Η συσσώρευση αντιγόνων του ιού μπορεί να λάβει χαρακτηριστικές μορφές οι οποίες ονομάζονται έγκλειστα σωμάτια.
- γ) Σύντηξη δύο ή περισσότερων κυττάρων και σχηματισμός ενός πολυπύρηνου γιγαντοκυττάρου ή συνκύτιο.

#### Επιδράσεις της μόλυνσης από ιούς στο ψάρι ξενιστή

Από τη στιγμή που ο ιός επεκταθεί παραπέρα από μερικά κύτταρα τότε προκαλούνται διάφορες ειδικές και μη-ειδικές αμυντικές αντιδράσεις από τον οργανισμό. Ανάλογα με το πόσο καλά αυτές οι αντιδράσεις περιορίζουν τον ιό και ελαχιστοποιούν τις βλάβες σε κύτταρα και όργανα του ξενιστή, το αποτέλεσμα της μόλυνσης μπορεί να είναι α) νόσος με θνησιμότητα ή β) μόλυνση χωρίς συμπτώματα.

Άρα λοιπόν η μόλυνση μπορεί να διαπιστωθεί μετά από εύρεση του ιού ή των αντιγόνων του ή τη διαπίστωση αντισωμάτων κατά του ιού.

Η κατάληξη μίας ιογενούς μόλυνσης μπορεί να είναι η ακόλουθη:

- 1) Ο ξενιστής δεν εμφανίζει κανένα σύμπτωμα και ο ιός εξαφανίζεται.
- 2) Δεν υπάρχουν συμπτώματα αλλά όμως η νόσος επιμένει (φορέας).
- 3) Ο ξενιστής αναπτύσσει κλινικά συμπτώματα και πεθαίνει.
- 4) Ο ξενιστής αναπτύσσει συμπτώματα, αναρρώνει και εξαφανίζει τον ιό και
- 5) Ο ξενιστής αναρρώνει από την ασθένεια αλλά η μόλυνση παραμένει χωρίς κλινικά συμπτώματα (φορέας).

### **Διάγνωση των ιογενών λοιμώξεων**

#### Καλλιέργεια

Η πιο κοινή μέθοδος για τη διάγνωση των ιογενών ασθενειών των ψαριών είναι η καλλιέργεια του ιού σε μονόστοιβες κυτταροκαλλιέργειες. Το κυτταροτοξικό αποτέλεσμα (CPE) που παρατηρείται αποτελεί αποτέλεσμα της μόλυνσης των κυττάρων από τον ιό και σημαίνει μία πρώτη θετική διάγνωση ίωσης. Το CPE μπορεί να είναι ορατό ως στρογγυλοποίηση των κυττάρων, συρρίκνωση, νέκρωση, ανάπτυξη συνκυτίων και αποκόλληση. Διαφορετικοί ιοί προκαλούν διαφορετικά CPE και αυτά μπορεί να αποτελέσουν μία πρώτη ταυτοποίηση του ιού. Όμως η διάγνωση μπορεί να επιβεβαιωθεί μόνο μετά από χρήση ανοσολογικών ή μοριακών δεικτών.

#### Μικροσκοπία

Η απλή μικροσκοπία δεν μπορεί να βοηθήσει στην παρατήρηση των ιών διότι αυτοί είναι πολύ μικροί σε μέγεθος. Μπορούν όμως να παρατηρηθούν οι κυτταρικές αλλοιώσεις, όπως τα έγκλειστα σωμάτια, τα συνκύτια και άλλα. Η ηλεκτρονική μικροσκοπία μπορεί να βοηθήσει στη παρατήρηση του ιού, χρησιμοποιείται όμως για τη μελέτη της μορφολογίας του ιού μετά από κυτταροκαλλιέργεια και όχι πριν τη διαπίστωση της ίωσης λόγω της δυσκολίας της μεθόδου.

#### Ανεύρεση ειδικών στοιχείων του ιού

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω τυπικά οι μόνες μέθοδοι για την επιβεβαίωση της μόλυνσης από ιό και την ταυτοποίηση του παθογόνου παράγοντα είναι αυτές που χρησιμοποιούν ειδικούς για το αίτιο ανοσολογικούς και μοριακούς δείκτες.

### **Αδρανοποίηση των ιών**

### Φυσικές μέθοδοι

Οι ιοί μπορεί να αδρανοποιηθούν με θέρμανση στους 56°C για 1-2 ώρες. Οι ακτίνες X, Γ και η υπεριώδης ακτινοβολία μπορούν να αδρανοποιήσουν τους ιούς πολύ γρήγορα.

### Χημικές μέθοδοι

Οι περισσότεροι ιοί παραμένουν σταθεροί σε ουδέτερο pH. Σε pH μικρότερο από 3 και μεγαλύτερο από 11 οι περισσότεροι ιοί αδρανοποιούνται. Γι' αυτό το λόγο διαλύματα 2% υδροξειδίου του νατρίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για απολύμανση πολλών υλικών εκτός από μεταλλικά λόγω της έντονης οξειδωσης που θα προκληθεί. Επίσης η σκόνη CaO μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση χωμάτων δεξαμενών όπου αναφέρθηκαν ιώσεις.

Υποχλωρικά και ιωδιούχα διαλύματα μπορούν και αυτά να αδρανοποιήσουν ιούς αρκεί να μην υπάρχει μεγάλο οργανικό φορτίο στον υδάτινο όγκο όπου θα χορηγηθούν και να επιτραπεί η δράση τους για μερικές ώρες. Τέλος για την απολύμανση του νερού από ιούς αλλά και βακτήρια μπορεί να χρησιμοποιηθεί όζον το οποίο δρα πολύ αποτελεσματικά.

Η φορμαλδεύδη και η γλυταραλδεύδη αδρανοποιούν τους ιούς με δράση τόσο επί των πρωτεϊνών όσο και επί των πυρηνικών οξέων τους. Στη πράξη όμως χρησιμοποιούνται μόνο εργαστηριακά.

## **Πρόληψη και έλεγχος των ιογενών λοιμώξεων στα ψάρια**

### Αποφυγή εισόδου του ιού

Πρέπει να ακολουθούνται οι γενικές αρχές πρόληψης που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο ιδιαίτερα σε ότι αφορά την αγορά και χρησιμοποίηση αυγών ή ψαριών πιστοποιημένα ότι είναι ελεύθερα από ιώσεις. Ιδιαίτερα για τους ιχθυογεννητικούς σταθμούς το νερό που εισέρχεται στο σταθμό θα πρέπει να απολυμαίνεται.

### Εμβόλια

Ο εμβολιασμός των ψαριών κατά των ιώσεων θα μπορούσε θεωρητικά να προστατεύσει τους ευαίσθητους ξενιστές από τη μόλυνση. Αυτό έχει αποδειχθεί και εργαστηριακά με τη χρήση τόσο ζωντανών μη λοιμογόνων ιών αλλά και με αδρανοποιημένους ιούς. Παρ' όλα αυτά όμως πρακτικά είναι ασύμφορη η παραγωγή ιικών σωματιδίων για τη χρήση τους σε εμβολιασμούς λόγω του υψηλού κόστους της

διαδικασίας. Επιπλέον πρόβλημα για τους μη λοιμογόνους ζωντανούς ιούς είναι ότι απαγορεύεται η χρήση τέτοιων οργανισμών ιδιαίτερα όταν αυτοί απελευθερώνονται στο περιβάλλον διότι μπορεί να γίνουν λοιμογόνοι ή να προάγουν μεταλλάξεις. Ο μόνος πολλά υποσχόμενος τρόπος παραγωγής εμβολίων για τις ιογενείς νόσους είναι μέσω γενετικής μηχανικής. Έτσι ένα προστατευτικό αντιγόνο του ιού αναλύεται, το γονίδιο του ιού που είναι υπεύθυνο για τη παραγωγή του συναρμολογείται και κατόπιν τοποθετείται στο γονιδίωμα ενός βακτηρίου το οποίο πλέον εκφράζει το αντιγόνο του ιού με πολύ μικρότερο κόστος. Το βακτήριο κατόπιν αδρανοποιείται ή απομονώνεται το ικό αντιγόνο και μπορεί με αυτό να εμβολιαστούν τα ευαίσθητα ψάρια. Και αυτή η μέθοδος όμως δεν στερείται προβλημάτων που έχουν να κάνουν με τη προστασία που παρέχεται από την έκφραση τέτοιων αντιγόνων. Ο λόγος είναι ότι μπορεί η «τεχνητή» παραγωγή του αντιγόνου να έχει ως αποτέλεσμα να μην εκφράζονται τα ίδια χαρακτηριστικά (επίτοποι) με τα φυσικά αντιγόνα και έτσι τα αντισώματα που παράγονται να μην είναι προστατευτικά.

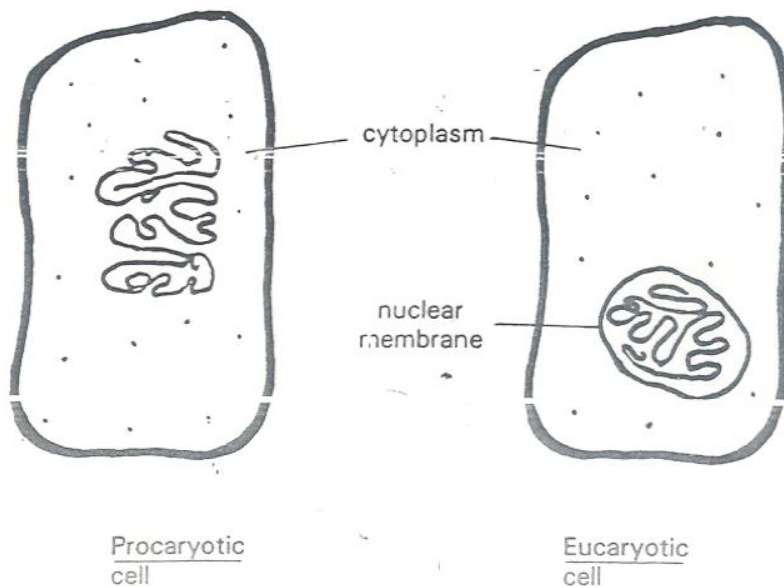
#### Χημειοθεραπεία

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται και στον άνθρωπο. Η αποτελεσματικότητά τους έχει αποδειχθεί εργαστηριακά, όμως λόγω κόστους και απαγορεύσεων της χρήσης τους σε ζώα που πρόκειται να καταναλωθούν δεν υπάρχει πρακτική εφαρμογή τους.

### **ΒΑΚΤΗΡΙΑ**

Τα βακτήρια και τα κυανοβακτήρια (τα μπλε-πράσινα άλγη) αποτελούν μονά προκαρυωτικά κύτταρα. Τα προκαρυωτικά κύτταρα διαφέρουν από τα ευκαρυωτικά κυρίως στο ότι το πυρηνικό τους υλικό δεν διαχωρίζεται από το υπόλοιπο κυτταρόπλασμα του κυττάρου μέσω οποιασδήποτε μεμβράνης. Άλλοι μικροοργανισμοί (άλγη, μύκητες, πρωτόζωα) καθώς και τα κύτταρα των ανώτερων φυτών και ζώων εμφανίζουν την κυτταρική οργάνωση ευκαρυωτικών κυττάρων με διαχωρισμό του γενετικού τους υλικού από το κυτταρόπλασμα (Εικόνα 4).

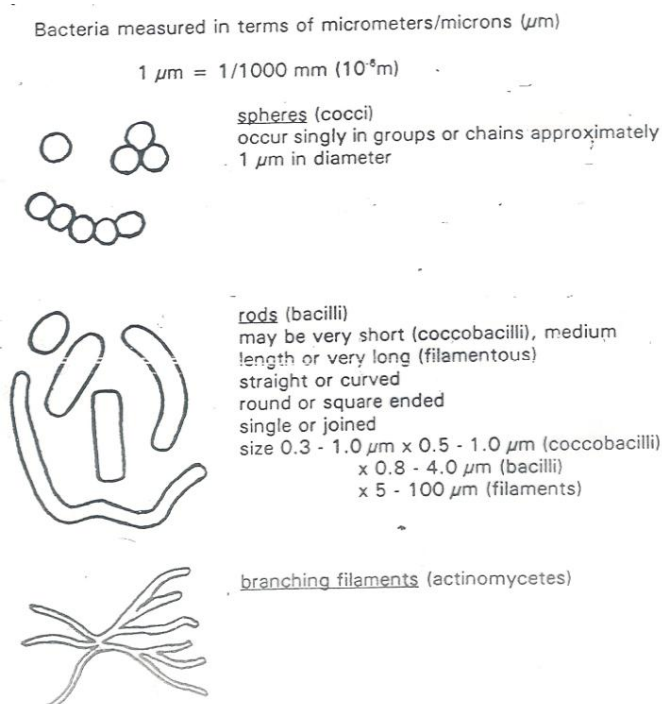
Τα βακτήρια φέρουν συμπαγές κυτταρικό τοίχωμα και συνήθως πολλαπλασιάζονται με απόσχιση.



**Εικ. 4.** Βασική διαφορά ενός ευκαρυωτικού και προκαρυωτικού κυττάρου..

*Μέγεθος και σχήμα*

Τα βακτήρια μετρώνται στη κλίμακα των μικρομέτρων. Τα σχήματα που μπορεί να παρατηρηθούν ποικίλλουν από σφαιρικά σωματίδια (κόκκοι) που ανευρίσκονται είτε μονά ή σε αλυσίδες και έχουν διάμετρο 1 μικρόμετρο σε βακίλους με διάφορα μεγέθη από κοκκοβακίλους (0,3-1x 0,5-1 μικρόμετρα), μέσου μήκους βακίλους (0,3-1x 0,8-4 μικρόμετρα) και μακρούς βακίλους (νηματοειδείς) (0,3-1x 5-100 μικρόμετρα). Η μορφή τους μπορεί να είναι ευθεία, κυρτή, στρογγυλή ή με τετράγωνα άκρα και μπορεί να εμφανίζονται μονοί ή συνδεδεμένοι (Εικόνα 5).



**Εικ. 5.** Βασικά σχήματα και μεγέθη βακτηριακών κυττάρων

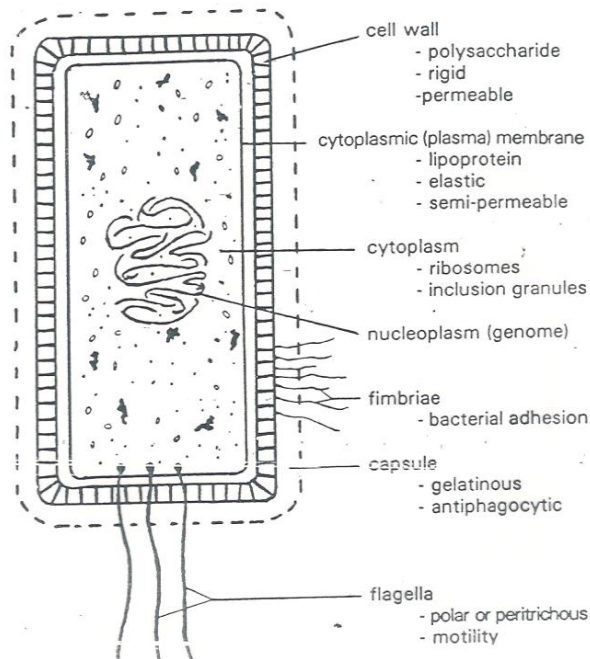


Τέλος παρατηρούνται και βακτήρια με μορφή διακλαδούμενων νηματίων (ακτινομύκητες).

#### Δομή του κυττάρου

Το βακτηριακό κύτταρο από έξω προς τα έσω αποτελείται:

A) Από το κυτταρικό τοίχωμα ή εξωκυτταρική μεμβράνη. Περιέχει πολυσακχαρίδια τα οποία προς τα έξω μπορεί να επεκτείνονται ως



**Εικ. 6.** Η δομή ενός βακτηριακού κυττάρου.

λιποπολισακχαρίδια, ανάμεσα στα οποία βρίσκονται διάφορες πρωτεΐνες. Η εξωκυτταρική μεμβράνη είναι συμπαγής αλλά διαπερατή σε διάφορες ουσίες. Βοηθά το βακτήριο να διατηρεί το σχήμα του και να αντεπεξέρχεται αλλαγές στην οσμωτική πίεση του περιβάλλοντος. Η εξωκυτταρική μεμβράνη μπορεί να καλύπτεται από κάψα ζελατινώδη, βλεννώδη ή πολυσακχαριδική που βοηθά το βακτήριο κατά τη προσκόλλησή του σε επιθηλιακές μεμβράνες, να αποφεύγει τη φαγοκυττάρωση και την οξονοποίηση του βακτηρίου από αντισώματα αλλά και να αποφεύγει την επίδραση του συμπληρώματος και των λυσοσωματικών ενζύμων. Στην εξωκυτταρική μεμβράνη μπορούν να παρατηρηθούν και ινίδια τα οποία εμπλέκονται στη προσκόλληση του βακτηρίου. Τέλος, μερικά κινητά βακτήρια φέρουν μαστίγια που τα βοηθούν στη κίνηση τα οποία μπορεί να βρίσκονται περιμετρικά της εξωκυτταρικής μεμβράνης (περίτριχα βακτήρια) ή στους πόλους των βακτηρίων (Εικόνα 6).

B) Από την εσωκυτταρική μεμβράνη η οποία είναι λιποπρωτεϊνικής φύσεως, ελαστική και ημιπερατή. Μεταξύ των δύο μεμβρανών υπάρχει ο μεσοσωματικός

χώρος στον οποίο συγκεντρώνονται οι ουσίες που πρόκειται να εκκριθούν από το βακτηριακό κύτταρο. Στις ουσίες αυτές συγκαταλέγονται και τα ένζυμα που παράγει το βακτήριο για την απόσπαση και χρήση θρεπτικών ουσιών από το περιβάλλον του όπως πρωτεϊνών, λιπών και σακχαριτών. Δεν θα ήταν υπερβολή να ειπωθεί ότι έχει η περιγραφεί η παραγωγή ενζύμων από βακτήρια σχεδόν για κάθε ουσία που μπορεί να διασπασθεί ενζυμικά στη φύση.

Γ) Από το κυτταρόπλασμα. Εδώ συμπεριλαμβάνεται το γενετικό υλικό του βακτηρίου, οι συσκευές παραγωγής βακτηριακών προϊόντων (ριβοσώματα), έγκλειστα σωματίδια και άλλα.

#### *Ουσίες που απαιτούνται για την ανάπτυξη των βακτηρίων*

- 1) Νερό: το νερό αποτελεί το 80-90% το βακτηριακού βάρους και είναι το μέσο όλων των βιοχημικών αντιδράσεων. Στην απουσία του (ελεύθερο ή ενεργό νερό) στηρίζεται ένας ολόκληρος κλάδος φυσικής συντήρησης των τροφίμων.
- 2) Ενεργειακή πηγή: ηλιακό φως (φωτοτρόφα βακτήρια) ή χημικές ουσίες (χημοτρόφα βακτήρια). Όλα τα παθογόνα βακτήρια είναι χημοτρόφα.
- 3) Υλικά για βιοσύνθεση: α) Άνθρακας για τη σύνθεση όλων των οργανικών ουσιών του βακτηριακού κυττάρου. Τα βακτήρια μπορεί να χρησιμοποιούν ανόργανο άνθρακα (αυτότροφα βακτήρια) ή άνθρακα σε οργανική μορφή (οργανοτρόφα βακτήρια). Όλα τα παθογόνα βακτήρια απαιτούν οργανικό άνθρακα άρα είναι οργανοτρόφα και σύμφωνα με τα παραπάνω χημο-οργανοτρόφα. β) Άζωτο για τη σύνθεση πρωτεϊνών, πυρηνικών οξέων και ενζύμων. Το άζωτο μπορεί να είναι σε αέρια μορφή ή σε μορφή ανόργανης ή οργανικής ένωσης. γ) Φώσφορος και θείο (συστατικά φωσφολιπιδίων, πυρηνικών οξέων, ενζύμων, αμινοξέων και βιταμινών). δ) Παράγοντες ανάπτυξης. Διάφορα μακρο- και μικρο- στοιχεία και βιταμίνες του συμπλέγματος Β. Τέλος, ε) Περιβάλλον που να ευνοεί την ανάπτυξή τους. Τα βακτήρια αντέχουν σε μεγάλη κλίμακα τιμών pH με ιδανικές τις 7.2-7.6. Οξυγόνο μπορεί να απαιτείται ή όχι. Όταν τα βακτήρια απαιτούν οξυγόνο για την ανάπτυξή τους καλούνται αερόβια, όταν απαιτούν έλλειψη οξυγόνου τότε καλούνται αναερόβια ενώ όταν μπορούν να αναπτυχθούν ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή όχι οξυγόνου τότε καλούνται προαιρετικά αναερόβια (τα περισσότερα παθογόνα). Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία και εδώ παρατηρείται

μεγάλο εύρος ιδανικών θερμοκρασιών ανάπτυξης. Όταν οι τελευταίες κυμαίνονται κάτω από 20°C τα βακτήρια χαρακτηρίζονται ψυχρόφιλα, από 20-40°C μεσόφιλα και από 40°C και πάνω, θερμόφιλα.

#### *Ταυτοποίηση των βακτηρίων - Διάγνωση*

Η ταυτοποίηση των βακτηρίων που ευθύνονται για μία ασθένεια γίνεται με τη λήψη δειγμάτων από τις αλλοιώσεις που παρατηρούνται και καλλιέργεια χρησιμοποιώντας θρεπτικά υλικά κατά περίπτωση. Μετά την ανάπτυξη αποικιών μπορεί να γίνει η ταυτοποίηση του αιτιολογικού παράγοντα. Εάν υφίσταται ο κατάλληλος εξοπλισμός, η διάγνωση της νόσου μπορεί να γίνει απευθείας σε δείγματα ιστών με ανοσολογικές ή μοριακές μεθόδους. Τυπικά όμως, εδώ και πολλές δεκαετίες τα βακτήρια ταυτοποιούνται βάσει των μορφολογικών, καλλιεργητικών και βιοχημικών χαρακτηριστικών τους.

- 1) Μορφολογικά χαρακτηριστικά. Τέτοια είναι: α) Ο τύπος του κυτταρικού τοιχώματος (θετικό ή αρνητικό κατά χρώση Gram). Και οι δύο τύποι βακτηριακών κυττάρων φέρουν κυτταρικό τοίχωμα που καλύπτει τη μεμβράνη του κυττάρου. Στα Gram(+) βακτήρια το κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται κυρίως από ένα σύμπλεγμα πεπτιδογλυκάνης και τοιχοικών ή τοιχουρονικών οξέων. Στα Gram(-) βακτήρια εξωτερικά της κυτταρικής μεμβράνης υπάρχει η εξωκυτταρική μεμβράνη που αποτελείται από λιποπολυσακχαρίδια, φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια και πρωτεΐνες, ενώ κάτω από την εξωκυτταρική μεμβράνη υπάρχει το σταθερό στρώμα, μία ακόμη μεμβράνη, που μοιάζει με το κυτταρικό τοίχωμα των Gram(+) βακτηρίων. β) Η μορφή του βακτηρίου. γ) Το μέγεθός του. δ) Εάν σχηματίζει σπόρους, φέρει κάψα ή ενδοκυτταρικά κοκκία. ε) Εάν φέρει μαστίγιο (πολικό ή περίτριχο) ή τινίδια.
- 2) Καλλιεργητικά χαρακτηριστικά: α) Η εμφάνιση της αποικίας. β) Η παραγωγή χρωστικής και τα χαρακτηριστικά της (διάχυση, διαλυτότητα, χρώμα). γ) Η κινητικότητα του μικροοργανισμού. δ) Η απαίτησή του σε οξυγόνο. ε) Η αντοχή του στη θερμοκρασία, στο pH, σε άλας και η ευαισθησία του σε χημικές ουσίες.
- 3) Βιοχημικά χαρακτηριστικά: Τα βακτήρια μπορούν να ταυτοποιηθούν με ευκολία με μία σειρά βιοχημικών δοκιμασιών. Αυτές ελέγχουν την παραγωγή συγκεκριμένων ενζύμων και τη ζύμωση σακχάρων. Οι δοκιμασίες αυτές

έχουν μάλιστα τυποποιηθεί και κυκλοφορούν στο εμπόριο ως έτοιμα τεστ για χρήση.

- 4) Ορολογικές και μοριακές εξετάσεις: Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει ρουτίνα οι εξετάσεις ταυτοποίησης των βακτηρίων (και επιβεβαίωσης της διάγνωσης) με τη βοήθεια ανοσολογικών και μοριακών δεικτών.

### **Βακτηριακές ασθένειες των ψαριών**

Έχουν σαν συνέπεια πολύ μεγάλες απώλειες τόσο σε καλλιεργούμενα όσο και σε άγρια ψάρια. Οι περισσότεροι από τους αιτιολογικούς μικροοργανισμούς είναι φυσικά σαπρόφυτα του υδάτινου περιβάλλοντος τα οποία χρησιμοποιούν τις οργανικές ουσίες και τα άλατα του περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό τους. Αυτοί οι μικροοργανισμοί είναι ουσιαστικά ευκαιριακά παθογόνα τα οποία μολύνουν οργανισμούς που έχουν καταστεί ευαίσθητοι στις μολύνσεις από παράγοντες στρες ή από κάποια άλλη ασθένεια. Παρ' όλα αυτά μερικά βακτήρια φαίνεται ότι είναι κύρια παθογόνα για τα ψάρια και απαιτείται η μόλυνση του ψαριού για να μπορέσουν να αναπτυχθούν. Ακόμη και αυτά όμως μολύνουν τους ευαίσθητους οργανισμούς κάτω από τις ίδιες συνθήκες που αναφέρθηκαν και για τα ευκαιριακά παθογόνα. Τα βακτήρια προκαλούν μετά την εγκατάστασή τους στο ξενιστή ή/και εξωτερική νόσο που περιλαμβάνει όλα τα επιθήλια που έρχονται σε επαφή με το υδάτινο περιβάλλον ή/και εσωτερική νόσο με σηψαιμική εικόνα. Έχει περιγραφεί εντόπιση βακτηρίων σε όλους τους ιστούς και όργανα ανάλογα με τη νόσο, το υπεύθυνο παθογόνο και το είδος του παρασιτούμενου ψαριού. Αν και τα περισσότερα βακτήρια παρατηρούνται στους εξωκυτταρικούς χώρους, υπάρχουν και βακτήρια ή παράσιτα που διαβιούν ενδοκυτταρικά (μυκοπλάσματα, ρικέτσιες, χλαμύδιες) διότι χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν θρεπτικά συστατικά ή τις ενεργειακές μεταβολικές οδούς των κυττάρων του ξενιστή για τις ενεργειακές τους ανάγκες (δεν φέρουν τους κατάλληλους μηχανισμούς για παραγωγή ενέργειας με τα δικά τους μέσα). Τα μυκοπλάσματα είναι Gram(-) βακτήρια χωρίς κυτταρικό τοίχωμα, πολύ μικρού μεγέθους, με ακαθόριστο σχήμα (αλλάζει ανάλογα με το σε τι γειτνιάζει) τα οποία δεν μπορούν να καλλιεργηθούν στα κοινά μικροβιολογικά υλικά. Μπορούν να επιβιώσουν στα σωματικά υγρά και διαβιούν μέσα στα ευκαρυωτικά κύτταρα από όπου προσλαμβάνουν χοληστερόλη, αμινοξέα, λιπαρά οξέα και DNA χωρίς να προκαλούν το θάνατο του κυττάρου. Οι χλαμύδιες είναι υποχρεωτικά

ενδοκυτταρικά βακτήρια γιατί χρειάζονται τις μεταβολικές οδούς των ευκαρυωτικών κυττάρων για να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες. Το ίδιο συμβαίνει και με τις ρικέτσιες που είναι Gram(-) βακτήρια. Το μέγεθός τους είναι πολύ μικρό και η καλλιέργειά τους γίνεται μόνο σε κυτταροκαλλιέργειες. Επιπλέον υπάρχουν και βακτήρια τα οποία μπορεί να βρίσκονται ενδοκυτταρικά για λόγους αποφυγής της δράσης της άμυνας του οργανισμού, αλλά για αυτό το λόγο μόνο.

### **Επίδραση της μόλυνσης από βακτήρια στα ψάρια**

Για να μπορέσει ένα βακτήριο να προκαλέσει μόλυνση και στη συνέχεια την εκδήλωση νόσου θα πρέπει να ξεπεράσει μία σειρά μη ειδικών και ειδικών αμυντικών μηχανισμών. Όπως για τις περισσότερες νόσους των ψαριών και οι βακτηριακές μεταδίδονται μέσω του νερού με λίγες μόνο εξαιρέσεις αλλά και εξαιρετικές περιπτώσεις που η μετάδοση του μικροοργανισμού γίνεται κάθετα από τους γεννήτορες στους απογόνους τους. Έτσι το βακτήριο θα πρέπει να διαπεράσει τη βλεννογόνια στιβάδα των εξωτερικών επιθηλίων και του εντέρου, να αποφύγει τη δράση των εκκριτικών αντισωμάτων και τελικά να προσκολληθεί στα επιθηλιακά κύτταρα και είτε να προκαλέσει αλλοιώσεις τοπικά ή να παραληφθεί από λευκοκύτταρα και μέσω αυτών να εισέλθει στον οργανισμό. Η μόλυνση και η είσοδος του μικροοργανισμού είναι ευκολότερη όταν τα ψάρια βρίσκονται υπό την επήρεια στρες διότι αυτές οι καταστάσεις επηρεάζουν τη παραγωγή βλέννας αλλά και την έκκριση αντισωμάτων και άλλων μη ειδικών αντιβακτηριακών ουσιών (όπως λυσοζύμη). Οι λύσεις συνεχείας του δέρματος από διάφορους τραυματισμούς ανοίγουν διάπλατα το δρόμο για την είσοδο μικροοργανισμών.

Έτσι μία μόλυνση μπορεί να καταπολεμηθεί στην επιφάνεια του σώματος του ψαριού χωρίς τη εξέλιξη νόσου ή μπορεί να αναπτυχθεί νόσος με αλλοιώσεις ορατές εξωτερικά. Ανάλογα με τη σοβαρότητα της προσβολής, τη λοιμικότητα του μολύνοντα μικροοργανισμού και την αμυντική ικανότητα του ψαριού η νόσος μπορεί να καταπολεμηθεί ή να εξαπλωθεί είτε επιφανειακά ή προς τα έσω με αποτέλεσμα το θάνατο του ψαριού. Παρόμοια είναι και η εξέλιξη μίας εσωτερικής μόλυνσης. Αυτή μπορεί να καταλήξει στο περιορισμό του βακτηρίου και την καταπολέμησή του ή την ανάπτυξη του μικροοργανισμού και σηψαιμία με κατάληξη το θάνατο. Σε ορισμένες βακτηριακές νόσους των ψαριών ο μικροοργανισμός μπορεί να υφίσταται ακόμη και

μετά τη καταπολέμησή του χωρίς κλινικά συμπτώματα, οπότε το ψάρι θεωρείται φορέας.

### **Πρόληψη και θεραπεία των βακτηριακών νόσων των ψαριών**

Η πρόληψη των βακτηριακών ασθενειών ιδιαίτερα για νόσους ενδημικές δεν στηρίζεται στην αποφυγή της εισόδου του μικροοργανισμού στην εκτροφή (όπως γίνεται με τα ιογενή νοσήματα) αλλά στη μείωση της περαιτέρω αύξησης του αριθμού των παθογόνων μικροοργανισμών τηρώντας γενικές αρχές υγιεινής. Επειδή οι βακτηριακές ασθένειες συνδέονται κατά κύριο λόγο με καταστάσεις στρες θα πρέπει οι τελευταίες να μειώνονται όσο το δυνατό περισσότερο.

Αν παρ' όλα αυτά εκδηλωθεί μία νόσος και ταυτοποιηθεί ο αιτιολογικός παράγοντας καθώς και η ευαισθησία του στα αντιβιοτικά τότε εφαρμόζεται θεραπεία όπως θα αναφερθεί σε επόμενα κεφάλαια λεπτομερώς.

Η πρόληψη των βακτηριακών ασθενειών μπορεί να γίνει και με τη διενέργεια εμβολιασμών. Σε αντίθεση με τα εμβόλια κατά των ιώσεων, τα εμβόλια κατά των βακτηριακών νόσων έχουν πολύ μικρότερο κόστος και είναι εύκολο να παρασκευαστούν αρκεί να έχουν διενεργηθεί οι κατάλληλες εργαστηριακές μελέτες για τη διαπίστωση των προστατευτικών αντιγόνων του παθογόνου μικροοργανισμού. Η πρόληψη των βακτηριακών νόσων με τη διενέργεια εμβολιασμών θα παρουσιαστεί λεπτομερώς σε επόμενα κεφάλαια.

### **ΜΥΚΗΤΕΣ**

Οι μύκητες είναι μέλη των θαλλοφύτων που με τη σειρά τους ανήκουν στο βασίλειο των φυτών. Τα θαλλόφυτα διαφέρουν από τα άλλα φυτά από την παντελή έλλειψη χλωροφύλλης. Η έλλειψη χλωροφύλλης σημαίνει ότι δεν μπορούν να είναι αυτότροφοι οργανισμοί και έτσι αναγκάζονται να σαπροφυτούν στο έδαφος, στο νερό και να παρασιτούν σε άλλους οργανισμούς για την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων που απαιτούνται για την ανάπτυξή τους. Οι μύκητες που παρασιτούν στα ψάρια είναι σχετικά λίγοι σε αριθμό αλλά είναι πολύ δύσκολο να ταξινομηθούν. Πράγματι, πολλοί από αυτούς ταξινομήθηκαν ως ατελείς μύκητες (*Deuteromycotina*) διότι έχουν γίνει γνωστοί από την ασεξουαλική τους μορφή, αν και πιθανολογείται ότι έχουν ή είχαν μια σεξουαλική μορφή.

Οι περισσότεροι μύκητες είναι κοινοκυτταρικοί οργανισμοί και διακρίνονται από μία χαρακτηριστική βλαστική μορφή που είναι γνωστή ως μυκήλιο. Το μυκήλιο αποτελείται από μία πολυπυρηνική μάζα κυτταροπλάσματος που περιέχεται σε ένα σύστημα διακλαδιζόμενων σωλήνων οι οποίοι έχουν αρκετά σταθερή διάμετρο. Οι σωλήνες αυτοί αποτελούν μία προστατευτική κατασκευή που είναι ανάλογη προς το κυτταρικό τοίχωμα των βακτηρίων. Το μυκήλιο προκύπτει από τη βλάστηση και την ανάπτυξη ενός αναπαραγωγικού κυττάρου ή σπορίου. Το σπόριο των μυκήτων που ονομάζεται και κονίδιο, με τη βλάστησή του μετατρέπεται σε ένα νήμα που ονομάζεται υφή η οποία ύστερα από διαδοχικές διακλαδώσεις μετατρέπεται σε μυκήλιο. Καθώς το μυκήλιο επεκτείνεται είναι δυνατό το κυτταρόπλασμα να εξαφανιστεί από τις κεντρικές περιοχές παλιών υφών. Το μέγεθος του μυκηλίου δεν είναι σταθερό και εξαρτάται από την ύπαρξη θρεπτικών συστατικών.

Οι μύκητες πολλαπλασιάζονται συνήθως με το σχηματισμό μονοπύρηνων ή πολυπύρηνων σπορίων που ελευθερώνονται από τις κορυφές των υφών. Τα σπόρια και τα μυκήλια στις πιο πολλές περιπτώσεις δεν έχουν την ικανότητα μετακίνησης αν και στο εσωτερικό του μυκηλίου παρατηρείται κάποιου είδους ρευματοειδής κίνηση του κυτταροπλάσματος. Οι πιο πολλοί μύκητες ζουν ελεύθεροι στο έδαφος ή σε νερά, ενώ λίγα είδη μυκήτων είναι παράσιτα άλλων οργανισμών.

Οι μύκητες που παρασιτούν στα ψάρια ανήκουν κατά κύριο λόγο στα Ευμυκωτά ή αληθινούς μύκητες. Οι τελευταίοι έχουν υποδιαιρέσεις από τις οποίες τα Μαστιγομυκότινα είναι η ομάδα που περιέχει τους πιο συχνά απαντώμενους μύκητες των ψαριών. Η ομάδα αυτή χαρακτηρίζεται από είδη με ένα τυπικό κινητό σεξουαλικό στάδιο και είτε ένα κινητό (*Saprolegnia*) ή μη κινητό (*Achlya*) ασεξουαλικό στάδιο. Τα Ζυγομυκότινα που χαρακτηρίζονται από το ότι έχουν βιολογικό κύκλο χωρίς κινητά στάδια, είναι η άλλη ομάδα των Ευμυκωτά η οποία συμπεριλαμβάνει σημαντικά παθογόνα των ψαριών.

Στην Μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια και ειδικά στην Ελλάδα τα ευρύαλα ψάρια δεν εμφανίζουν μυκητιάσεις σε τέτοιο βαθμό που να αποτελούν πρόβλημα. Προβλήματα παρουσιάζονται στις υδατοκαλλιέργειες γλυκών υδάτων από δύο είδη μυκήτων. Το είδος *Saprolegnia* (*Saprolegniales*, *Oomycetes*, *Mastigomycotina*) και το είδος *Ichthyophonus hoferi* (*Entomophthorales*, *Zygomycotina*).

Οι μυκητιάσεις των ψαριών συνδέονται με κακές συνθήκες εκτροφής και για την ιχθυοφονίαση με τσίσμα των ψαριών με υπολείμματα από άλλα ψάρια. Η

εντόπιση των αλλοιώσεων στις μυκητιάσεις είναι κατά κύριο λόγο εξωτερική στις επιφάνειες του σώματος (σαπρολεγνίαση) σε ορισμένες νόσους όμως παρατηρείται και εσωτερική εντόπιση.

Πρόληψη των μυκητιάσεων γίνεται με τήρηση σωστών συνθηκών εκτροφής και διατροφής. Σε ότι αφορά τη θεραπεία, για τις εξω-μυκητιάσεις εφαρμόζονται αντιμυκητιακά λουτρά, ενώ σε ενδο-μυκητιάσεις δεν υπάρχει θεραπεία. Πρόληψη με εμβολιασμό δεν εφαρμόζεται.

## **ΠΑΡΑΣΙΤΑ**

Πολλά φύλα του ζωικού βασιλείου έχουν αντιπροσώπους που παρασιτούν στα ψάρια. Ο αριθμός των ειδών που παρασιτούν στα ψάρια μετράται σε χιλιάδες και πολλά ακόμη παραμένει να ανακαλυφθούν. Λίγα από αυτά αποτελούν σοβαρά παθογόνα των ψαριών. Τα περισσότερα άγρια ή/και καλλιεργούμενα ψάρια παρασιτούνται όμως, στο πλείστο των περιπτώσεων, δεν παρατηρούνται σημαντικές αλλοιώσεις στους ξενιστές. Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις σε καλλιεργούμενα ψάρια έχουν αναφερθεί σοβαρές επιζωοτίες. Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού ψαριών υπό περιορισμό κάτω από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να προάγει την ανάπτυξη κάποιου παρασιτικού είδους έτσι ώστε ο πληθυσμός του να ανέλθει σε υψηλά επίπεδα. Ο αριθμός των παρασίτων που απαιτείται για να προκληθεί βλάβη στο ψάρι ξενιστή ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του ξενιστή αλλά και τα επίπεδα υγείας του. Πολλά είδη παρασίτων είναι ειδικά για τον ξενιστή τους έως ένα βαθμό και είναι ικανά να μολύνουν ένα ή μόνο περιορισμένο αριθμό ξενιστών.

### **Τα σημαντικότερα είδη παρασίτων της Μεσογείου**

Αν και έχει αναφερθεί η απομόνωση ή η παρατήρηση μεγάλου αριθμού παρασίτων επί του παρόντος θα αναφερθούμε μόνο σε εκείνα που προκαλούν σημαντικές βλάβες ή που απαντώνται συχνότερα στις Μεσογειακές ιχθυοκαλλιέργειες (αλμυρού και γλυκού ύδατος).

Τα είδη των παρασίτων μπορεί να είναι μονοκύτταροι οργανισμοί όπως τα πρωτόζωα ή πολυκύτταροι οργανισμοί όπως οι σκώληκες και τα αρθρόποδα. Οι βλάβες που μπορούν να προκαλέσουν είναι από απλοί ερεθισμοί έως έντονες αλλοιώσεις που μπορεί να οδηγήσουν στο θάνατο και η εντόπιση μπορεί να είναι



εξωτερική σε όλα τα επιθήλια ή εσωτερική σε όλους τους ιστούς και όργανα. Κάποια παράσιτα έχουν πολύπλοκο βιολογικό κύκλο και απαιτούν για την ολοκλήρωσή του κάποιο ενδιάμεσο ξενιστή όταν ο τελικός είναι το ψάρι ενώ για κάποια άλλα παράσιτα τα ψάρια είναι οι ενδιάμεσοι ξενιστές.

Τα σημαντικότερα είδη παρασίτων που απαντώνται και/ή προκαλούν προβλήματα στα ευρύαλα ψάρια της Μεσογείου είναι:

### 1) Εξωπαράσιτα

#### 1.1 Πρωτόζωα

*Amyloodinium ocellatum*, *Cryptobia* spp., *Cryptocaryon irritans*, *Trichodina* spp.

#### 1.2. Μονογενή Τρηματώδη

*Microcotyle* spp., *Lamellodiscus* spp., *Gyrodactylus* spp., *Furnestinia* spp.,  
*Diplectanum* spp., *Serranicotyle* spp.

#### 1.3. Καρκινοειδή

##### 1.3.1. Ισόποδα

*Anilocra physodes*, *Nerocila obignyi*

##### 1.3.2. Κωπήποδα

*Ergasilus* spp., *Caligus* spp., *Lernathropus* spp., *Larnaeocera* spp.

### 2) Ενδοπαράσιτα

#### 2.1. Πρωτόζωα

##### 2.1.1. Μικροσπορίδια

*Pleistophora* spp.

##### 2.1.2. Ριζόποδα

*Paramoeba* spp.

##### 2.1.3. Μυξοσπορίδια

*Ceratomyxa* spp., *Myxidium leei* n. sp., *Sphaerospora* spp., *Polysporoplasma sparis*,  
*Henneguia* spp., *Kudoa* spp., *Zschokkela mugilis* n. sp.

##### 2.1.4. Κοκκίδια

*Eimeria* spp.

##### 2.1.5. Νηματώδη

*Anisakis* spp.

Τα σημαντικότερα είδη που προκαλούν προβλήματα στα ψάρια των γλυκών υδάτων είναι:

1) Εξωπαράσιτα

1.1. Πρωτόζωα

*Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina spp.*, *Myxidium spp.*, *Dermocystidium anguillae*

1.2. Τρηματώδη

*Pseudodactylogyrus spp.*

2) Ενδοπαράσιτα

2.1. Νηματώδη

*Capillaria spp.*, *Anguillicola crassus*.

### **Πρόληψη και θεραπεία των παρασιτώσεων των ψαριών**

Η πρόληψη των παρασιτικών μολύνσεων στα ψάρια είναι περίπλοκη και ειδική κατά περίπτωση παρασιτώσεως ιδιαίτερα σε εκείνα τα παρασιτικά είδη που έχουν έμμεσο βιολογικό κύκλο (απαιτούν ενδιάμεσο ξενιστή). Γενικά όμως θα πρέπει να τηρούνται σωστές συνθήκες εκτροφής και υγιεινής και να απομακρύνονται ει δυνατόν τα άγρια ψάρια. Πρόληψη με τη διενέργεια εμβολιασμών δεν υπάρχει αν και για ορισμένες παρασιτώσεις κάτι τέτοιο θα ήταν θεμιτό και πρακτικά επιτεύξιμο.

Η θεραπεία των παρασιτώσεων γίνεται για τις μεν εξωπαρασιτώσεις με διάφορα απολυμαντικά ή αντιπαρασιτικά μπάνια για τις δε ενδοπαρασιτώσεις με τη χορήγηση αντιπαρασιτικών δια του στόματος. Πολλές φορές όμως οι αλλοιώσεις που προκαλούνται στους ιστούς των ψαριών τόσο εξωτερικά όσο και εσωτερικά αποκλείουν το ψάρι από την κατανάλωση.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι γενικές αρχές που πρέπει να τηρούνται για τη θεραπεία και τη πρόληψη των ασθενειών.

## **3. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ**

### **Θεραπεία**

Από τα πρώτα κιόλας περιστατικά ασθενειών στα εκτρεφόμενα ψάρια ιδιαίτερα της θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας, η κατάσταση αντιμετωπιζόταν με επιτυχία με τη χορήγηση αντιβιοτικών ή άλλων χημειοθεραπευτικών ουσιών. Αυτή η κατάσταση διατηρήθηκε για λιγότερο από μία δεκαετία διότι λόγω εφαρμογής κακών θεραπευτικών αγωγών και λόγω της υπέρμετρης χρήσης των παραπάνω ουσιών, οι

νοσογόνοι μικροοργανισμοί απέκτησαν ανθεκτικότητα. Τα αντιβιοτικά που είναι εγκεκριμένα και νόμιμα διαθέσιμα στην Ελληνική αγορά για τις υδατοκαλλιέργειες είναι περιορισμένα σε αριθμό και για όλα αυτά έχει περιγραφεί ανθεκτικότητα στους νοσογόνους μικροοργανισμούς των ψαριών. Γι' αυτό κατ' αρχήν θα πρέπει να γίνεται περιστροφική χρήση τους και οι αγωγές να είναι πάντοτε θεραπευτικές και όχι προληπτικές, με εξαίρεση την είσοδο νέων ατόμων σε μία επιχείρηση ή/και περιοχή και με αντιβιοτικά που χορηγούνται με εμφύσηση. Η εφαρμογή θεραπευτικών αγωγών γίνεται συνήθως με την τροφή στις μονάδες πάχυνσης και με μπάνιο στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς. Ιδιαίτερα η χορήγηση χημειοθεραπευτικών δια του στόματος συμβάλλει ακόμη περισσότερο στην αύξηση της ανθεκτικότητας των νοσογόνων παραγόντων για τους εξής λόγους: η θεραπεία γίνεται όταν διαπιστωθεί ότι υπάρχει κάποια νόσος και μετά τη ταυτοποίηση και το αντιβιογράμμα του νοσογόνου παράγοντα. Ακόμη και εάν τα τελευταία δεν έχουν γίνει, η διαπίστωση της νοσηρής κατάστασης γίνεται σχετικά αργά σε σχέση με την εξέλιξη της νόσου. Ένα από τα πρώτα συμπτώματα που εμφανίζονται σχεδόν σε όλες τις νόσους των ψαριών είναι η ανορεξία. Όταν λοιπόν επιχειρείται η χορήγηση αντιβιοτικού με τη τροφή αρκετή από αυτή πάει χαμένη και καταλήγει στο πυθμένα κάτω από τον ιχθυοκλωβό, ενώ τα περισσότερα ψάρια δεν λαμβάνουν την ενδεδειγμένη ποσότητα τροφής και κατά συνέπεια την ενδεδειγμένη θεραπευτική δόση του αντιβιοτικού. Η ύπαρξη αυξημένης ποσότητας αντιβιοτικού στο περιβάλλον συμβάλλει στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας στη φυσική βακτηριακή χλωρίδα αλλά και σε παθογόνα που βρίσκονται κοντά στις εκτροφές, ενώ η υπο-θεραπευτική δόση αντιβιοτικού που τελικά λαμβάνεται από τα ασθενή ψάρια δεν αδρανοποιεί τους μικροοργανισμούς αλλά τους κάνει πιο ανθεκτικούς στη χορηγούμενη ουσία. Γι' αυτούς τους λόγους αποτελεί κοινή Ευρωπαϊκή πεποίθηση ότι η χρήση αντιβιοτικών θα πρέπει να μειωθεί στο ελάχιστο και να γίνεται μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, ενώ θα πρέπει να αυξηθούν τα μέτρα πρόληψης των ασθενειών.

Σε ότι αφορά τις θεραπείες, οι αγωγές διακρίνονται σε αντιπαρασιτικές και αντιμικροβιακές. Μερικές από τις ουσίες που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία πρωτοζώων και μεταζώων παρασίτων είναι η φορμαλδεύδη, το υπερμαγγανικό κάλιο και ο θειικός χαλκός. Η χρήση των αντιπαρασιτικών θεραπευτικών αγωγών γίνεται με εμφύσηση για σύντομο ή μακρύτερο χρονικό διάστημα και σε μερικές περιπτώσεις στην τροφή. Η χρήση των αντιμικροβιακών ουσιών με κύρια παραδείγματα το

οξολινικό οξύ και την οξυτετρακυκλίνη υπήρξε ευρύτατα διαδεδομένη στις Ελληνικές ιχθυοκαλλιέργειες για την αντιμετώπιση βακτηριακών σηψαιμικών νοσημάτων των ευρύαλων ψαριών. Οι μέθοδοι εφαρμογής αντιμικροβιακών θεραπευτικών αγωγών είναι η προσθήκη του αντιβιοτικού στην τροφή ή η εμβάπτιση σε διάλυμα της ουσίας.

Οι κυριότερες μέθοδοι θεραπευτικής αγωγής είναι:

- Θεραπεία εμβάπτισης (εξωτερική θεραπεία)
- Συστηματική θεραπεία μέσω της τροφής
- Συνδυασμός των δύο παραπάνω
- Θεραπεία σπόγγισης
- Παρεντερική θεραπεία.

Οι δύο τελευταίες εφαρμόζονται σπάνια και μόνο σε γεννήτορες (ή ψάρια ενυδρείων).

#### *α) Θεραπεία εμβάπτισης*

Η επιτυχία της εξαρτάται από τρεις παράγοντες: τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού, τη σχέση τοξικότητας / δραστικότητας του φαρμάκου και τη φυσική κατάσταση των ψαριών. Για το σκοπό αυτό ελέγχονται πριν και κατά τη διάρκεια της θεραπείας, η θερμοκρασία του νερού, τα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου, τα επίπεδα αμμωνίας, το pH, η σκληρότητα του νερού και τα διαλυμένα σωματίδια. Για τη μείωση της κατανάλωσης οξυγόνου και της παραγωγής αμμωνίας συστήνεται νηστεία των ψαριών για 12-48 ώρες πριν την εφαρμογή της θεραπείας. Η εμβάπτιση γίνεται συνήθως τις πρωινές ώρες. Η τοξικότητα εξαρτάται άμεσα από το φάρμακο, την δοσολογία, τις φυσικοχημικές συνθήκες του νερού και την επιβάρυνση του οργανισμού του ψαριού. Η θεραπεία εμβάπτισης διενεργείται με τις παρακάτω μορφές: μπάνιο, παρατεταμένη εμβάπτιση, σύντομη εμβάπτιση, έκχυση και θεραπεία ροής.

#### *β) Συστηματική θεραπεία*

Η ανάμειξη του φαρμάκου στην τροφή χρησιμοποιείται για θεραπεία συστηματικών βακτηριακών νοσημάτων και παρασιτώσεων του πεπτικού. Η εφαρμογή θεραπείας πρέπει να γίνεται έγκαιρα πριν την εγκατάσταση ανορεξίας για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει καθοριστικά την απορρόφηση και το μεταβολισμό του φαρμάκου όπως και τη περίοδο παραμονής του στους ιστούς του ψαριού. Η αποτυχία της συστηματικής θεραπείας μπορεί να

οφείλεται στην αργοπορία εφαρμογής της, στη λανθασμένη επιλογή αντιβιοτικού και δοσολογίας, στην ανεπαρκή ανάμειξη της δραστικής ουσίας με τη τροφή κ.ά.

Για να επιτραπεί η χρήση των αντιβιοτικών στη θεραπεία των βακτηριακών λοιμώξεων των ψαριών θα πρέπει πρώτα να έχει καθοριστεί και δημοσιευθεί το μέγιστο επιτρεπτό όριο καταλοίπου του αντιβιοτικού στη σάρκα του ψαριού. Τα μέγιστα όρια καταλοίπων (MRLs) αντιβιοτικών στα ψάρια παρουσιάζονται στον ΚΑΝ ΕC 2377/26-6-1990 όπως έχει μετατραπεί στις 16-6-2008 από τον ΚΑΝ ΕC 542/2008. Σύμφωνα με τον κανονισμό τα MRLs για κάποια από τα αντιβιοτικά είναι:

Oxolinic acid: μέχρι 100μg/kg στους μύες και δέρμα

Sarafloxacin: μέχρι 30μg/kg στους μύες και δέρμα

Flumequine: μέχρι 600μg/kg στους μύες και δέρμα

Deltamethrine: μέχρι 10μg/kg στους μύες και δέρμα

Tefloibenzourone: μέχρι 500μg/kg στους μύες και δέρμα

Emamectin B1a: μέχρι 100μg/kg στους μύες και δέρμα

Πριν τη χρήση τους, ο εισαγωγέας ή παραγωγός ενός σκευάσματος πρέπει να το αδειοδοτήσει καταθέτοντας φάκελο με όλα τα σχετικά στοιχεία στον Εθνικό Οργανισμό Φαρμάκων (ΕΟΦ). Τα επί του παρόντος επιτρεπόμενα για χρήση αντιβιοτικά στην ιχθυοκαλλιέργεια στην Ελλάδα είναι τα: oxolinic acid, oxytetracycline, flumequine και ενδυναμωμένες σουλφοναμίδες (sulphadiazine-trimethoprim).

## **Πρόληψη**

Η πρόληψη των ασθενειών ήταν και είναι πάντα το κύριο μέλημα σε κάθε συστηματική εκτροφή ζωικών οργανισμών. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η πρόληψη των ασθενειών παρά η θεραπεία τους είναι αυτή που δίνει μεγαλύτερα οφέλη τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά.

Η πρόληψη είναι δυνατόν να είναι ειδική και μη ειδική. Η τελευταία περιλαμβάνει μέτρα τα οποία αποσκοπούν στη βελτίωση της γενικής κατάστασης των εκτρεφόμενων ειδών είτε αυξάνοντας γενετικά την αντίσταση στις ασθένειες ή βελτιώνοντας τις συνθήκες διαχείρισης. Η ειδική πρόληψη επιτυγχάνεται κύρια με τη χρήση εμβολιακών προγραμμάτων.

*α) Μη ειδική πρόληψη*

Είναι τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την μέθοδο εκτροφής, τη διατροφή των ψαριών και το γενετικό τους υπόβαθρο ούτως ώστε να μειώνονται α) οι πιθανότητες εισόδου νοσογόνων παραγόντων σε μία εκτροφή και β) η ευπάθεια των εκτρεφόμενων ζώων στις ασθένειες και να αυξάνεται η ικανότητα των μη-ειδικών αντιδράσεων του ανοσοποιητικού συστήματος.

#### *β) Ειδική πρόληψη*

Είναι η ειδική πρόληψη κατά των ασθενειών που επιτυγχάνεται με τη διενέργεια εμβολιασμών και τη πρόκληση ανοσολογικής αντίδρασης από τα ανοσοποιημένα ζώα έναντι του νοσογόνου παράγοντα. Στόχος λοιπόν των εμβολιασμών είναι να προετοιμάσουν το ανοσοποιητικό σύστημα των ψαριών για την αντιμετώπιση μίας ενδεχόμενης ασθένειας. Σε αυτό το σύστημα θα αναφερθούμε λίγο εκτενέστερα παρακάτω.

### **3.1. Το ανοσολογικό σύστημα των τελεοστέων ιχθύων (γενικά)**

Τα ψάρια, όπως και άλλα σπονδυλωτά, για να καταπολεμήσουν τους μικροοργανισμούς που απειλούν την υγεία τους φέρουν μία μεγάλη ποικιλία αμυντικών μηχανισμών. Φυσικά (λέπια, δέρμα, βλέννα) και βιοχημικά (λυσοζύμη) εμπόδια προλαμβάνουν την είσοδο των περισσοτέρων μολυσματικών παραγόντων στο ξενιστή. Όμως, όταν η ομοιοστασία του τελευταίου διαταραχθεί από μία ποικιλία παραγόντων στρες τότε μπορεί να υπάρξει μόλυνση και νόσος. Τότε όμως ενεργοποιούνται οι ανοσολογικοί αμυντικοί μηχανισμοί οι οποίοι μειώνουν τη διάρκεια της μόλυνσης καταπολεμώντας τον μολυσματικό παράγοντα, αποσοβώντας το θάνατο του ψαριού. Γενικά, οι ανοσολογικές αντιδράσεις χωρίζονται σε δύο κύρια συστήματα: το εσωτερικό (ή μη συνδυαζόμενο) και το προσαρμοσμένο (ή συνδυαζόμενο) συστήματα ανοσίας. Η προσαρμοσμένη ανοσολογική αντίδραση χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη ειδικότητα και τη δημιουργία μνήμης. Και τα δύο ανοσολογικά συστήματα συμπεριλαμβάνουν κύτταρα (λευκοκύτταρα) και χυμικούς παράγοντες υπεύθυνα για μία επιτυχή ανοσολογική αντίδραση. Έτσι, ενώ τα φαγοκύτταρα (μακροφάγα / μονοκύτταρα), τα κοκκιοκύτταρα (ουδετερόφιλα, εωσινόφιλα, βασεόφιλα) και τα μη ειδικά κυτταροτοξικά κύτταρα είναι χαρακτηριστικά του εσωτερικού ανοσολογικού συστήματος, τα λεμφοκύτταρα ( T και B λεμφοκύτταρα) είναι απαραίτητα για όλες τις προσαρμοσμένες ανοσολογικές

αντιδράσεις. Η λυσοζύμη, το συμπλήρωμα, οι ιντερφερόνες (α, β και γ), η C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, η τρανσφερρίνη, οι λεκτίνες, η αιμολυσίνη, η πρωτεϊνάσες, η α2-μακρογλοβουλίνη, η χιτινάση και η α-πρεσιπιτίνη αποτελούν χαρακτηριστικά μόρια του εσωτερικού ανοσοποιητικού συστήματος, ενώ η ανοσοσφαιρίνη μπορεί να θεωρηθεί ως το τελικό επιδρών μόριο μίας προσαρμοσμένης ανοσολογικής αντίδρασης. Στη πράξη, και τα δύο συστήματα αλληλεπιδρούν σε σημαντικό βαθμό, κυρίως διαμέσω της απελευθέρωσης διαλυτών παραγόντων (κυτοκίνες και διαμεσολαβητές φλεγμονής) που εμπλέκονται στην επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων των συστημάτων. Η παρουσίαση αντιγόνων από τα φαγοκύτταρα και η ευκολότερη αναγνώριση αντιγόνων που έχουν οψωνοποιηθεί με αντίσωμα αποτελούν άλλα παραδείγματα της αλληλεπίδρασης των δύο συστημάτων. Οι περισσότερες ανοσολογικές αντιδράσεις αποτελούνται από μία ποικιλία παραγόντων και από τα δύο συστήματα με κυριαρχία του εσωτερικού κατά τα πρώτα στάδια της μόλυνσης και έμφαση του προσαρμοσμένου συστήματος στα τελικά στάδια.

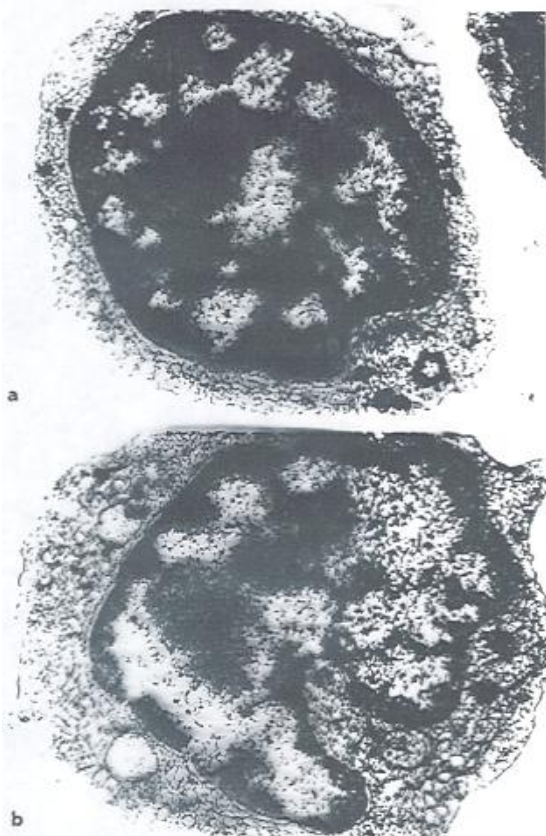
Σημασία για την πρόληψη των ασθενειών των ψαριών μέσω εμβολιασμών έχει το προσαρμοσμένο ανοσολογικό σύστημα και σε αυτό θα σταθούμε λίγο περισσότερο παρακάτω.

### **Κύτταρα που εμπλέκονται στην προσαρμοσμένη ανοσολογική αντίδραση**

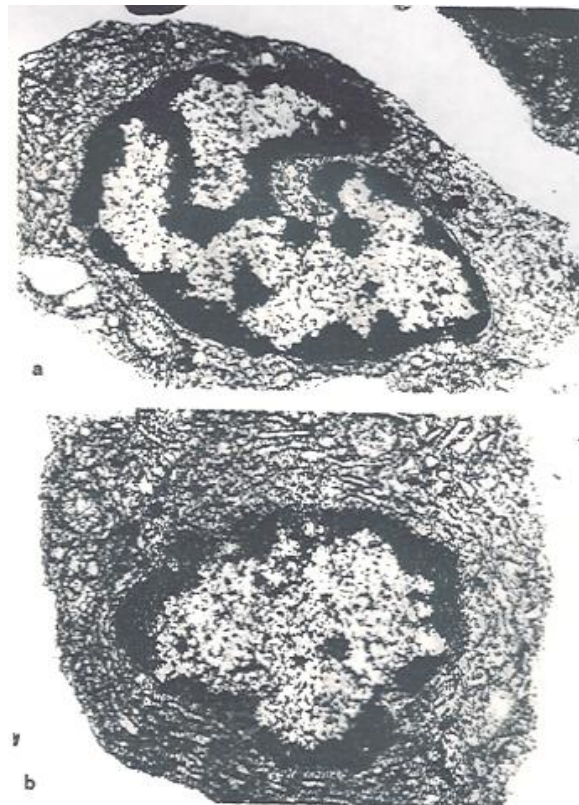
Όλες οι ανοσολογικές αντιδράσεις των σπονδυλωτών γίνονται από τα λευκοκύτταρα. Όπως και στα θηλαστικά, τα λευκοκύτταρα των ψαριών μπορούν να ταξινομηθούν στα T και B λεμφοκύτταρα, τα μονοκύτταρα / μακροφάγα και τα κοκκιοκύτταρα. Τα λεμφοκύτταρα αποτελούν τον κυτταρικό τύπο που είναι απαραίτητος για την προσαρμοσμένη ανοσολογική αντίδραση διότι εκφράζουν την ετεροδιμερή ανοσοσφαιρίνη ή υποδοχείς των T λεμφοκυττάρων που δρουν ως μονάδες ειδικής αναγνώρισης ενός αντιγόνου. Απ' ότι φαίνεται στη βιβλιογραφία, το προσαρμοσμένο ανοσοποιητικό σύστημα υπάρχει σε όλα τα σπονδυλωτά που φέρουν σιαγόνες και λείπει από τους κυκλόστομους ιχθύες, τα κατώτερα χορδωτά και τους πρωτόστομους. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο τύπους προσαρμοσμένων ανοσολογικών αντιδράσεων: την κυτταρική ανοσία, η οποία παρέχεται από κύτταρα που προέρχονται από τον θύμο και τη χυμική ανοσία, η οποία συμπεριλαμβάνει την παραγωγή αντισωμάτων από τα πλασμοκύτταρα.

#### *T-Λεμφοκύτταρα*

Τα Τ-λεμφοκύτταρα (Εικόνα 7α, β) χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη στην εξωτερική επιφάνεια της κυτταρικής μεμβράνης ειδικών αντιγονικών υποδοχέων και την έκφραση μορίων τα οποία εμπλέκονται στην επικοινωνία μεταξύ κυττάρων και καθορίζουν τις υποομάδες των Τ-λεμφοκυττάρων οι οποίες υπεισέρχονται σε διαφορετικές λειτουργίες. Λόγω έλλειψης ειδικών δεικτών για την αναγνώριση αυτών των υποδοχέων και μορίων είναι δύσκολη η διαπίστωση των υποομάδων αυτών. Έτσι, ο διαχωρισμός τους ανάλογα με την λειτουργία τους σε Τ κυτταροτοξικά κύτταρα και σε Τ βοηθητικά κύτταρα έχει γίνει εμμέσως μετά από μελέτες της λειτουργίας τους κάτω από πειραματικές συνθήκες, όπως: αντιδράσεις μικτών πληθυσμών λεμφοκυττάρων, απόρριψη μοσχεύματος, πειραματισμούς με απτένια-φορείς και μέσω της παραγωγής του παράγοντα ενεργοποίησης των μακροφάγων. Περαιτέρω μελέτες έχουν συμπεράνει ότι τα Τ-λεμφοκύτταρα των ψαριών έχουν ενισχυτικό ή ρυθμιστικό ρόλο παρόμοιο με αυτόν των ανώτερων σπονδυλωτών παίζοντας κεντρικό ρόλο στις ανοσολογικές αντιδράσεις έναντι πρωτεϊνικών



**Εικ. 7.** (α): Μικρό λεμφοκύτταρο το οποίο μπορεί να εξελιχθεί σε Τα ή Β λεμφοκύτταρο. Πριν την ενεργοποίηση του λεμφοκυττάρου δεν είναι εύκολος ο διαχωρισμός σε Τα ή Β λεμφοκύτταρο. Μεγέθυνση 60.000x. (β) : Τα λεμφοκύτταρο με λίγο κοκκώδες ενδοπλασματικό δικτυωτό το οποίο είναι γεμάτο με ελεύθερα ριβοσώματα. Μεγέθυνση 28.000x.



**Εικ. 8.** (α) : Β λεμφοκύτταρο το οποίο περιέχει μεγάλη ποσότητα ενδοπλασματικού δικτυωτού. Μεγέθυνση 28.000x. (β) : Πλασματοκύτταρο (διεγερμένο Β λεμφοκύτταρο) το οποίο περιέχει υψηλή ποσότητα ενδοπλασματικού δικτυωτού (διατεταγμένο εξαιτίας των παραγόμενων αντισωμάτων). Μεγέθυνση 28.000x.



αντιγόνων (T-εξαρτώμενα) συνθέτοντας και απελευθερώνοντας τις απαραίτητες ιντερλευκίνες για την διαφοροποίηση των B-λεμφοκυττάρων μετά την κατεργασία και παρουσίαση του αντιγόνου από τα συνεργά κύτταρα (accessory cells) τα οποία φέρουν κύρια αντιγόνα ιστοσυμβατότητας.

#### *B-Λεμφοκύτταρα*

Όπως και στα ανώτερα θηλαστικά, τα B-λεμφοκύτταρα των ψαριών (Εικόνα 8α, β) εκφράζουν μόρια ανοσοσφαιρίνης στην επιφάνειά τους, η οποία δρα ως ειδικός αντιγονικός υποδοχέας. Μελέτες με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έδειξαν ότι η ανοσοσφαιρίνη επιφανείας απαντάται κυρίως ομαδοποιημένη κατά περιοχές στην εξωτερική μεμβράνη των B-λεμφοκυττάρων. Όπως και στα θηλαστικά, τα B-λεμφοκύτταρα των ψαριών αναδιοργανώνουν τις βαριές αλυσίδες των ανοσοσφαιρινών και αποκλείουν αλληλουχίες κατά τη δημιουργία τους. Τα περισσότερα B-λεμφοκύτταρα εκφράζουν στην επιφάνειά τους τη κλάση II των κύριων αντιγόνων ιστοσυμβατότητας τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στις αλληλεπιδράσεις (παρουσίαση του αντιγόνου) με τα T-λεμφοκύτταρα. Μονοκλωνικά αντισώματα που αναγνωρίζουν την ανοσοσφαιρίνη διαφόρων ειδών ψαριών έδειξαν ότι υπάρχει ετερογένεια μεταξύ των B-λεμφοκυττάρων. Επιπλέον, έχει δειχθεί ότι στα ενήλικα ψάρια η αναλογία των κυττάρων που φέρουν μόρια ανοσοσφαιρίνης στην εξωτερική τους μεμβράνη είναι μεγαλύτερη σε πληθυσμούς λεμφοκυττάρων επί των λευκοκυττάρων του αίματος και ακολουθούν ο σπλήνας, ο πρόσθιος νεφρός και το έντερο, ενώ οι ποσότητές τους στο θύμο είναι αμελητέες. Η παραγωγή των B-λεμφοκυττάρων μπορεί να διεγερθεί από πολυσακχαρίτες (αντιγόνα T-μη εξαρτώμενα) και αυτά μπορούν να διαφοροποιηθούν σε κύτταρα που παράγουν αντισώματα με την βοήθεια μίας ιντερλευκίνης-1 που παράγεται από βοηθητικά κύτταρα όπως μονοκύτταρα ή μακροφάγα..

#### *Κύτταρα που παρουσιάζουν αντιγόνα*

Όπως και στα θηλαστικά, τα μονοκύτταρα / μακροφάγα και τα B-λεμφοκύτταρα αποτελούν τα κύρια κύτταρα που εμπλέκονται στη παρουσίαση του αντιγόνου παίζοντας σημαντικό ρόλο στην προσαρμοσμένη ανοσολογική αντίδραση.

Αυτά τα κύτταρα είναι πλούσια σε μόρια των κύριων αντιγόνων ιστοσυμβατότητας κλάση II τα οποία είναι σημαντικά για τη παρουσίαση αντιγονικών πεπτιδίων, τα οποία προέρχονται από εξωγενείς πρωτεΐνες, στα T-βοηθητικά λεμφοκύτταρα βοηθώντας έτσι στην εκκίνηση των προσαρμοσμένων ανοσολογικών αντιδράσεων. Τα κύρια αντιγόνα ιστοσυμβατότητας στα ψάρια λειτουργούν παρόμοια με αυτά των θηλαστικών. Στη περίπτωση των αντιγόνων που εισέρχονται στα κύτταρα που παρουσιάζουν τα αντιγόνα με τη συνεργασία της κλάσης II κύριων αντιγόνων ιστοσυμβατότητας, αρχικά εντοπίζονται εντός των ενδοσωμάτων / λυσοσωματίων αυτών των κυττάρων. Κατόπιν γίνεται αποδόμηση των αντιγόνων και ανακατονομή τους στη μεμβράνη των κυττάρων για τη παρουσίασή τους στα T-λεμφοκύτταρα.

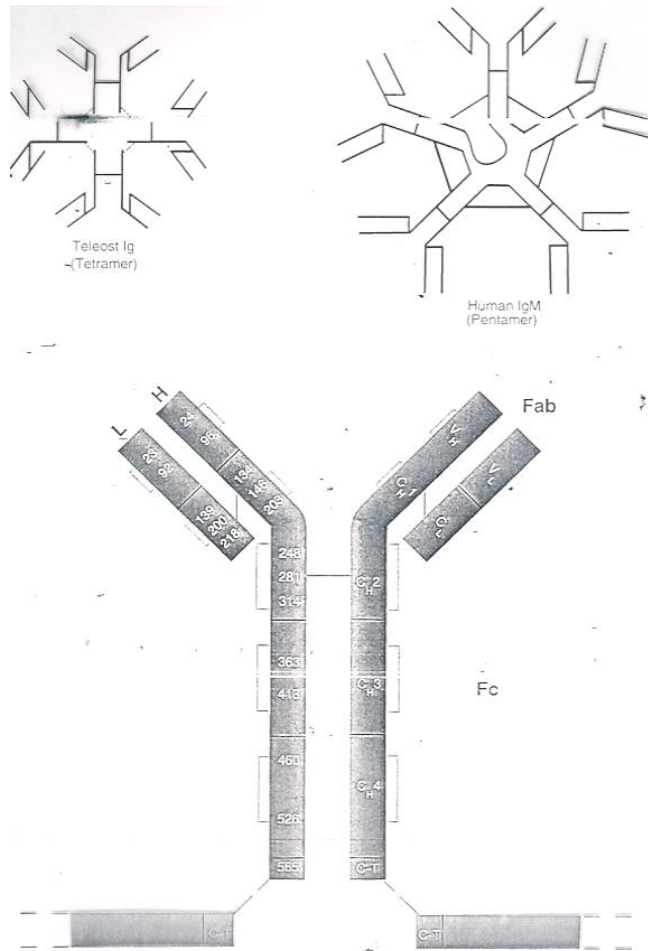
### **Οι ανοσοσφαιρίνες των τελεοστέων ιχθύων**

Το μόριο της ανοσοσφαιρίνης (αντισώματος) είναι υπεύθυνο για πολλές διεργασίες κατά την ειδική ανοσία ενάντια σε κάποιο παθογόνο. Εμφανίζεται σε όλα τα γναθόστομα σπονδυλωτά και ανήκει σε έναν τύπο πρωτεϊνών που βιοχημικά καθορίζονται ως ανοσοσφαιρίνες εξαιτίας των χαρακτηριστικών δομών της στερεοχημικής τους δομής. Η ανοσοσφαιρίνη του ορού στα ψάρια κυμαίνεται από πολύ μικρές ποσότητες στα σολωμοειδή (περίπου 1mg/ml, 2-6% της συνολικής πρωτεΐνης του ορού) σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις στα ολόστεα ψάρια (14-17mg/ml, 40-50% της συνολικής πρωτεΐνης του ορού). Χαμηλότερες συγκεντρώσεις βρίσκονται στη βλέννα, στη χολή και στα αυγά.

*Μοριακός και βιοχημικός χαρακτηρισμός*

Στα ψάρια υπάρχουν λίγες κλάσεις αντισωμάτων με τον κύριο τύπο να αντιστοιχεί στην ανοσοσφαιρίνη Μ των θηλαστικών.

Η κύρια δομή του μορίου του αντισώματος φαίνεται ότι είναι τετραμερής (Εικόνα 9)



**Εικ. 9.** Το μόριο της ανοσοσφαιρίνης των τελεοστέων ιχθύων σε σχέση με την ανοσοσφαιρίνη Μ του ανθρώπου. Λεπτομερής δομή των βαρέων και ελαφρών αλυσίδων των υπομονάδων της ανοσοσφαιρίνης των ιχθύων.

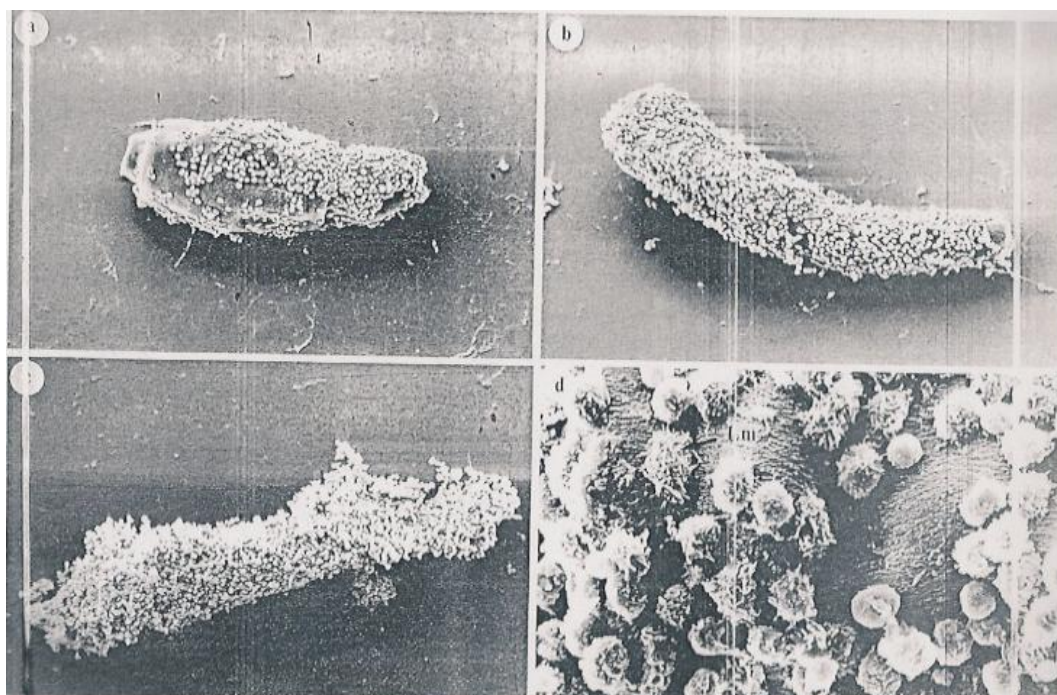
Το μοριακό του βάρος κυμαίνεται από 600-900 KD και περιέχει έως 16% σάκχαρα. Το μόριο αποτελείται από τέσσερις μονομερείς μονάδες σε σχήμα Y που συνολικά σχηματίζουν 8 θέσεις σύνδεσης με ένα αντιγόνο. Σε αντίθεση με τα θηλαστικά, τα ψάρια έχουν τη δυνατότητα σημαντικής δομικής ποικιλίας του μορίου της ανοσοσφαιρίνης με τη δημιουργία διαφόρων δεσμών μεταξύ των μερών του μορίου («ημιμερή», μονομερή, διμερή και τριμερή) του τετραμερούς αντισώματος. Έτσι τα ψάρια αντί να χρησιμοποιούν διαφορετικά γονίδια βαρέων αλυσίδων ανοσοσφαιρίνης για να δημιουργήσουν τους διάφορους ισότυπους (κλάσεις) που παρατηρούνται στα θηλαστικά, χρησιμοποιούν διαδικασίες μετά τη δημιουργία των μερών του αντισώματος για την έκκριση των παραπάνω ημιμερών, μονομερών, διμερών και τριμερών, συμπεριλαμβανομένης και της τετραμερούς μορφής. Αν και έχουν περιγραφεί στα ψάρια χαμηλού μοριακού βάρους ανοσοσφαιρίνες που μπορεί να

σχετίζονται με την Μ, κάποια δομική ή λειτουργική σχέση με την ανοσοσφαιρίνη G των θηλαστικών δεν έχει αποδειχθεί. Παρ' όλα αυτά, κάτω από φυσιολογικές συνθήκες έχει περιγραφεί μία διμερής μορφή ανοσοσφαιρίνης στη βλέννα και τη χολή μερικών ψαριών διαφορετική από την ανοσοσφαιρίνη του πλάσματος. Πρόσφατα μάλιστα μία νέα χμιαρική βαριά αλυσίδα ανοσοσφαιρίνης που φέρει ομοιότητες με την ανοσοσφαιρίνη D των θηλαστικών περιγράφηκε στο γατόψαρο και το σολωμό του Ατλαντικού.

### **Χυμική ανοσία**

#### *Μηχανισμοί που εκκινούν από το αντίσωμα*

Τα μόρια των αντισωμάτων μπορούν να προκαλέσουν την έναρξη διαφόρων μηχανισμών οι οποίοι μπορούν, άμεσα ή έμμεσα, να επηρεάσουν την καταστροφή κάποιου ξένου αντιγόνου. Η εξουδετέρωση του αντιγόνου μετά από το μπλοκάρισμα μίας βασικής λειτουργίας του (έναν σημαντικό υποδοχέα, μία περιοχή ενζυματικά ενεργή ή κάποιο καθοριστή τοξικότητας) φαίνεται ότι είναι η πιο άμεση επίδραση του αντισώματος πάνω στο αντιγόνο. Η δημιουργία μακρομοριακών συμπλεγμάτων αντιγόνου-αντισώματος αρκετά μεγάλα ούτως ώστε να αποδιαλυτοποιηθούν (καθίζηση όταν το αντιγόνο είναι διαλυτό και συσσωμάτωση όταν το αντιγόνο είναι ένα ολόκληρο κύτταρο) είναι άλλη μία άμεση επίδραση του αντισώματος επί του αντιγόνου. Επιπλέον, αυτή η μη διαλυτή ύλη μπορεί πιο εύκολα να φαγοκυτταρωθεί και η συνύπαρξη πολλών αντισωμάτων στο σύμπλεγμα αντιγόνου-αντισώματος επίσης διευκολύνει την ενεργοποίηση του συμπληρώματος ή τη προσκόλληση αντισωμάτων στους ειδικούς υποδοχείς τους πάνω στα φαγοκύτταρα. Η τελευταία διαδικασία είναι ένα παράδειγμα οψωνοποίησης, η οποία συνήθως αναφέρεται στην κάλυψη με ειδικά αντισώματα ή άλλα συναφή ανοσολογικά μόρια των κυττάρων των βακτηρίων, μυκήτων και παρασίτων, η οποία συχνά προάγει την φαγοκυττάρωσή τους (Εικόνα 10).



**Εικ. 10.** Λευκοκύτταρα από τον πρόσθιο νεφρό της πέστροφας προσκολλώμενα σε προκερκοειδή του κεστώδους *Diphyllobotrium dendriticum* (α) σε έλλειψη ορού πέστροφας (x 148), (β) σε παρουσία φυσιολογικού ορού πέστροφας (x 143), (γ) σε παρουσία άνοσου ορού πέστροφας (φέροντος αντισώματα κατά του παρασίτου) (x 130) ή (δ) μεγαλύτερη μεγέθυνση της εικόνας (γ) όπου φαίνονται τα ψευδοπόδια των λευκοκυττάρου που προσκολλώνται στην επιφάνεια του παρασίτου.

Η ειδική ενεργοποίηση του συστήματος του συμπληρώματος από το αντίσωμα (κλαστική οδός) αποτελεί μία έμμεση αλλά πολύ δραστική επίδραση του αντισώματος πάνω στο αντιγόνο του. Η σύνδεση του αντισώματος με ένα αντιγόνο έχει ως συνέπεια την αλλαγή της στερεοδομής του αντισώματος η οποία του επιτρέπει να συνδεθεί και να ενεργοποιήσει τον πρώτο παράγοντα του συμπληρώματος, ο οποίος με τη σειρά του ενεργοποιεί την σειρά αντιδράσεων του συστήματος του συμπληρώματος. Σε κάθε στάδιο των αντιδράσεων αυτών παράγονται πρωτεολυτικά προϊόντα τα οποία μπορούν να οψωνοποιήσουν ή να λύσουν τα παθογόνα, όπως επίσης και να δράσουν φαρμακολογικά για τη διενέργεια αλλαγών στο αγγειακό και το μυϊκό σύστημα του ξενιστή αλλά και ανοσολογικές αλλαγές στους ιστούς. Στα ψάρια, τέλος, έχουν περιγραφεί και οι κλασικοί (εξαρτώμενοι από αντίσωμα) αλλά και οι εναλλακτικοί (μη εξαρτώμενοι από αντίσωμα) μηχανισμοί ενεργοποίησης του συστήματος του συμπληρώματος.

*Χυμική ανοσολογική αντίδραση και ανοσολογική μνήμη*

Το επιστέγασμα της χυμικής ανοσίας είναι η παραγωγή ειδικών αντισωμάτων από τα πλασμοκύτταρα, τα οποία εκκινούν έναν αριθμό διαδικασιών που οδηγούν τελικά στη καταστροφή του ξένου αντιγόνου. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα Β-λεμφοκύτταρα μπορούν να παραχθούν άμεσα ή έμμεσα και να διαφοροποιηθούν σε κύτταρα που παράγουν αντισώματα, ανάλογα με το εάν το αντιγόνο είναι πολυσακχαρίτης (Τ-λεμφοκύτταρο ανεξάρτητο) ή πρωτεΐνη (Τ-λεμφοκύτταρο εξαρτημένο). Εάν το αντιγόνο είναι διαφορετικής χημικής σύστασης (γλυκολιπίδιο ή πυρηνικά οξέα), δεδομένα από τα θηλαστικά, δεικνύουν ότι το αντιγόνο θα αντιμετωπιστεί είτε ως Τ-λεμφοκύτταρο εξαρτημένο ή ανεξάρτητο αντιγόνο. Πάντως, στις πλείστες των περιπτώσεων το ανοσοποιητικό σύστημα καλείται να αντιδράσει σε πολύπλοκης χημικής σύστασης αντιγόνα εις βάρος (καταστολή) άλλων αντιγόνων που βρίσκονται στο ίδιο ή σε άλλο μόριο. Στα ψάρια έχουν περιγραφεί και οι δύο παραπάνω καταστολές σε αντιγόνα Τ-λεμφοκύτταρα εξαρτημένα.

Μία πρώτη και σημαντική γραμμή άμυνας στα ψάρια είναι οι βλεννογόνες επιφάνειες. Ενώ στα θηλαστικά εμφανίζονται ειδικά ανοσολογικά όργανα στους βλεννογόνους και μία εκκριτική ανοσοσφαιρίνη Α, στα ψάρια δεν εμφανίζονται τέτοιες οργανωμένες δομές αλλά ούτε και κάποια μορφή ανοσοσφαιρίνης Α. Παρ' όλα αυτά, τα ψάρια φέρουν λεμφοειδή κύτταρα διασκορπισμένα σε στοιβάδες του εντερικού επιθηλίου με εξειδικευμένες λειτουργίες που αφορούν στη πρόσληψη και κατεργασία αντιγόνων. Επιπλέον έχειδειχθεί ότι τα ψάρια φέρουν ένα διαφορετικό ανοσοποιητικό σύστημα στους βλεννογόνους σε σύγκριση με αυτό των θηλαστικών, αφού τόσο αντισώματα όσο και κύτταρα που τα παράγουν μπορούν να παραχθούν, ειδικά, σε βλεννογόνα όργανα.

Η ανοσολογική μνήμη σχετίζεται με την ικανότητα να εγερθεί μία πιο αποτελεσματική αντίδραση μετά από επαναλαμβανόμενη επαφή με κάποιο αντιγόνο. Η ανοσολογική μνήμη έχει μελετηθεί βάσει αντιδράσεων θηλαστικών σε πρωτεΐνες. Οι αντιδράσεις αυτές χαρακτηρίζονται από εξάπλωση και αλλαγές στις ιδιότητες των πληθυσμών των λεμφοκυττάρων που είναι ειδικά έναντι των αντιγόνων κατά την πρωταρχική αντίδραση. Οι αλλαγές αυτές ουσιαστικά καταλήγουν σε μία αυξημένη, πιο γρήγορη και πιο μακρά δευτερογενή αντίδραση καθώς και αλλαγή στον ισότυπο (κλάση των αντισωμάτων) και ωρίμανση της συνάφειας του αντισώματος με το αντιγόνο. Αυτά τα ειδικά φαινόμενα είτε δεν λαμβάνουν χώρα στα ψάρια ή συμβαίνουν σε πολύ μικρότερο βαθμό, με τη δευτερογενή αντίδραση των ψαριών να

ομοιάζει της αντίδρασης παραγωγής ανοσοσφαιρίνης Μ στα θηλαστικά (πρωταρχική αντίδραση). Αν και μορφές ισοτύπων ανοσοσφαιρίνης έχουν πρόσφατα επιβεβαιωθεί στα ψάρια, ανοσολογική ωρίμανση παρόμοια με αυτή που συμβαίνει στα θηλαστικά δεν είναι δυνατό να συμβεί διότι λείπουν οι σχετικές γενετικές πληροφορίες. Έτσι η ανοσολογική μνήμη στα ψάρια έχει περισσότερο να κάνει με μία υψηλότερη και γρηγορότερη παραγωγή αντισωμάτων σε δευτερογενές επίπεδο. Παρ' όλα αυτά, οι δευτερογενείς αντιδράσεις στα ψάρια δεν εμφανίζουν πάντα τα δύο τελευταία αναμνηστικά φαινόμενα. Αυτό σχετίζεται με την ηλικία του ψαριού, τη θερμοκρασία, τον τύπο και την δόση του αντιγόνου, την οδό χορήγησης και τα διαστήματα μεταξύ των ανοσοποιήσεων.

Μελετώντας την οντογένεση της χυμικής αντιδράσεως είναι πολύ σημαντικό να καθορισθεί η ηλικία του ψαριού στην οποία μπορεί να εμβολιαστεί χωρίς να προκληθεί ανοσολογική ανοχή, αφού έχειδειχθεί ότι η έκθεση σε αντιγόνα πολύ νωρίς μπορεί να προκαλέσει ανοχή. Επιπλέον, η ικανότητα αντίδρασης σε βακτηριακά αντιγόνα (Τ-λεμφοκύτταρα ανεξάρτητα) προϋπάρχει της ικανότητας αντίδρασης σε πρωτεϊνικής φύσεως αντιγόνα (Τ-λεμφοκύτταρα εξαρτημένα). Ανοσολογική ανοχή σε νεαρά ψάρια έχει δημιουργηθεί σε Τ-λεμφοκύτταρα εξαρτημένα αντιγόνα που χορηγήθηκαν με έγχυση όχι όμως σε παρόμοια ψάρια που το αντιγόνο δόθηκε με απευθείας εμβάπτιση. Έτσι λοιπόν, η ανοσολογική αντίδραση των νεαρών ψαριών δεν εξαρτάται μόνο από τον τύπο του αντιγόνου αλλά και από την οδό χορήγησης. Στα είδη των ψαριών που έχουν ελεύθερα διαβιώσες νύμφες, οι τελευταίες συναντούν πληθώρα αντιγόνων στο περιβάλλον τους σε ένα στάδιο της ζωής τους όπου το ανοσοποιητικό τους σύστημα είναι ακόμη ανώριμο. Είναι πιθανό ότι αυτά τα ψάρια δεν προσλαμβάνουν αντιγόνα που μπορεί να προκαλέσουν ανοσολογική ανοχή κατά τη διάρκεια αυτού του ευαίσθητου σταδίου της ζωής τους.

### *Εμβολιασμός*

Η αρχή του εμβολιασμού βασίζεται πάνω στην ικανότητα της ανάπτυξης μνήμης από το ανοσολογικό σύστημα. Επιπλέον, είναι απαραίτητο τα παραγόμενα αντισώματα να στρέφονται ειδικά έναντι σημαντικών αντιγονικών καθοριστών του παθογόνου για να μπορέσει να προκληθεί ικανοποιητική προστασία. Έτσι, είναι πολύ σημαντικό να εξεταστούν οι μηχανισμοί παθογένειας και να αναπτυχθεί ένα εμβόλιο που θα περιέχει τα κατάλληλα αντιγόνα ή επίτοπους, τα οποία θα προκαλέσουν

ανοσολογικές αντιδράσεις κατάλληλες να αδρανοποιήσουν τους μηχανισμούς που υπεισέρχονται στη λοιμικότητα του παθογόνου αιτίου. Μόρια που υποβοηθούν την προσκόλληση του παθογόνου παράγοντα (adhesins), την είσοδο μέσα σε κάποια κύτταρα (invasins), τοξίνες, πρωτεΐνες των εξωτερικών μεμβρανών και πρωτεάσες αποτελούν καλά παραδείγματα μορίων για εγκλεισμό σε εμβολιακά μίγματα. Παράλληλα, είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε τις συνθήκες που προάγουν την ιδανική ανοσοποίηση. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, ο τύπος του αντιγόνου και η δόση, η οδός χορήγησης, η θερμοκρασία του νερού, η ηλικία του ψαριού και παράγοντες στρες, όλα μπορούν να επηρεάσουν τις ανοσολογικές αντιδράσεις των ψαριών και φαίνεται ότι είναι σημαντικοί παράγοντες για έναν επιτυχή εμβολιασμό. Το γεγονός ότι η ανοσολογική αντίδραση των ψαριών υπόκειται σε ρυθμιστικούς και κατασταλτικούς παράγοντες που αφορούν αντιγόνα τόσο επί του ίδιου μορίου όσο και επί άλλου μορίου, εγείρει ερωτήματα για το πώς αυτό μπορεί να επηρεάσει την ειδικότητα των ανοσολογικών αντιδράσεων έναντι των αντιγόνων του εμβολίου και την επίτευξη ανοσολογικής προστασίας ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται συνθετικά εμβόλια και εμβόλια που περιέχουν πεπτιδία. Έτσι, οι ειδικότητες μίας ανοσολογικής αντίδρασης στα ψάρια όπως και στα θηλαστικά μπορεί κατά προτίμηση να αφορούν ανοσοκυρίαρχους καθοριστές για τα Β- και Τ- λεμφοκύτταρα, οι οποίοι δεν είναι απαραίτητο να αφορούν αντιγόνα που υπεισέρχονται στην παθογένεια του παθογόνου και κατά συνέπεια δεν προστατεύουν τον ανοσοποιημένο οργανισμό από το παθογόνο. Μπορεί επίσης η ανοσολογική αντίδραση να κατασταλεί για άλλους επίτοπους πάνω στο ίδιο ή σε άλλο αντιγόνο που μπορεί να είναι σημαντικό για τη προστασία από το μικρόβιο.

Όσον αφορά τους εμβολιασμούς, έχουν αναπτυχθεί πολλοί τρόποι για την μαζική ανοσοποίηση των ψαριών, όπως: έγχυση, υπεροσμωτική εμβάπτιση, απευθείας εμβάπτιση, μπάνιο, ψεκασμός και χορήγηση δια του στόματος.

Ενδοπεριτοναϊκή έγχυση: έχει δειχθεί ότι είναι η πιο αποδοτική μέθοδος χορήγησης του εμβολίου σε ότι αφορά την συστηματική ανάπτυξη αντισωμάτων. Επιπλέον, επιτρέπει τη χρήση ανοσοενισχυτικών για τη βελτίωση της προστασίας. Παρ' όλα αυτά, απαιτεί υψηλά εργατικά και χρόνο, προκαλεί στρες και δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε μικρού μεγέθους ψάρια. Πλέον σημαντικό είναι το γεγονός ότι αυτή η μέθοδος εμβολιασμού δεν προκαλεί την έκκριση αντισωμάτων στα επιθήλια με



συνέπεια ο ξενιστής να μην προστατεύεται κατά την μόλυνση μέσω του νερού (η πιο συνήθης οδός μόλυνσης).

Υπεροσμωτική εμφύπτιση: έχει αποδειχθεί ότι είναι αποδοτική μέθοδος χορήγησης του εμβολίου στα ψάρια. Βασίζεται στην αύξηση της διαπερατότητας των βραγχίων στα αντιγόνα. Δεν χρησιμοποιείται διότι μπορεί να προκληθούν βλάβες στα ψάρια και γιατί η απευθείας εμφύπτιση μπορεί να έχει παρόμοια αποτελέσματα.

Απευθείας εμφύπτιση: έκθεση των ψαριών στο εμβολιακό μίγμα ακόμη και για 20 μόνο δευτερόλεπτα είναι αρκετή για επαρκή πρόσληψη των αντιγόνων, ενώ η αύξηση του χρόνου έκθεσης δεν έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη πρόσληψη αρκεί η συγκέντρωση του αντιγόνου να μην είναι ο δεσμευτικός παράγοντας. Αν και προκαλεί λιγότερο στρες από την υπεροσμωτική εμφύπτιση, η μέθοδος περιορίζεται από τον αριθμό των ψαριών που μπορούν να εμβολιαστούν ανά μονάδα όγκου του εμβολίου και είναι αρκετά ακριβή όταν πρέπει να εμβολιαστούν σχετικά μεγάλα ψάρια.

Μπάνιο και ψεκασμός: θεωρούνται παραλλαγές της απευθείας εμφύπτισης. Τα ψάρια εκτίθενται σε αραιωμένα διαλύματα αντιγόνου για μακρές περιόδους ή απλά ψεκάζονται με το εμβόλιο, αντίστοιχα. Έχει βρεθεί ότι μακρές περίοδοι έκθεσης αυξάνουν την πρόσληψη αντιγόνου και μπορούν να αντισταθμίσουν την υψηλή αραιώση του εμβολίου.

Στις τρεις τελευταίες μεθόδους χορήγησης εμβολίων δεν έχει παρατηρηθεί σημαντική παραγωγή συστηματικών αντισωμάτων, παρά μόνο η ανάπτυξη των τελευταίων σε τοπικό επίπεδο στα επιθήλια. Έτσι τα ψάρια ενώ προστατεύονται καλύτερα από τις μολύνσεις μέσω του νερού, σε περίπτωση που ο παθογόνος μικροοργανισμός εισέλθει στο εσωτερικό του σώματος, εκεί παραμένουν απροστάτευτα.

Δια του στόματος χορήγηση: είναι θεωρητικά η ιδανικότερη μέθοδος για τον εμβολιασμό μεγάλου αριθμού ατόμων. Δεν προκαλεί στρες, δεν διακόπτει τον κύκλο εργασιών της παραγωγής και όπως και για την εμφύπτιση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα μεγέθη ψαριών. Παρ' όλα αυτά στη πράξη έχουν βρεθεί ποικίλες και ασταθείς ανοσολογικές αντιδράσεις χρησιμοποιώντας αυτήν την οδό. Αυτές κατά

πάσα πιθανότητα οφείλονται στην αποδόμηση των αντιγόνων στο στόμαχο και το πρόσθιο τμήμα του εντέρου, διότι όταν τα αντιγόνα χορηγούνται δια της πρωκτικής οδού, μπορούν να μετρηθούν σταθερές αντιδράσεις. Νέα συστήματα χορήγησης δια του στόματος έχουν αναπτυχθεί τα οποία προστατεύουν τα αντιγόνα από τα χαμηλό pH του στομάχου επιτρέποντας την πρόσληψη ή την απελευθέρωση του αντιγόνου στο δεύτερο τμήμα του εντέρου. Επιπλέον, έχει δειχθεί ότι η δια του στόματος χορήγηση αντιγόνων, όταν υπάρχει επιτυχής πρόσληψη, εγείρει ανοσολογικές αντιδράσεις τόσο συστηματικά όσο και στις βλεννογόνες επιφάνειες. Η ανοσολογική διέγερση των επιθηλίων έχει μεγάλη σημασία διότι οι πλείστες των μολύνσεων εκκινούν από εκεί, ιδιαίτερα στο υδάτινο περιβάλλον που διαβιούν τα ψάρια. Παρ' όλα αυτά, απαιτούνται παραπέρα μελέτες για τον καθορισμό των δόσεων των αντιγόνων και το χρόνο χορήγησής τους ιδιαίτερα για πρωτεΐνες, για να αποφευχθεί η ανάπτυξη ανοσολογικής ανοχής. Ένα επιπλέον πρόβλημα συνυφασμένο με το τελευταίο είναι οι διαφορετικές ποσότητες τροφής που λαμβάνουν τα άτομα μέσα σε έναν πληθυσμό.

Πρόσφατα, εμβόλια που αναπτύσσονται με την τεχνολογία ανασυνδυασμού του DNA προσφέρουν σημαντική βοήθεια για τη καταπολέμηση νόσων που οφείλονται σε ιούς και παράσιτα. Οι δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής συνέχεια αυξάνουν και εμβόλια που βασίζονται σε «ανασυνδυασμένα» αντιγόνα θα μπορέσουν στο μέλλον να βοηθήσουν σημαντικά στη καταπολέμηση αρκετών ασθενειών των καλλιεργούμενων ψαριών. Τα «ανασυνδυασμένα» αντιγόνα / πρωτεΐνες, που εκφράζονται σε προκαρυωτικά ή ευκαρυωτικά κύτταρα που παράγονται κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες, τα ζωντανά αδρανή παθογόνα, οι μη παθογόνοι «ανασυνδυασμένοι» μικροοργανισμοί, που φέρουν ξένα γονίδια από παθογόνα και τα γενετικά ή εμβόλια DNA έχουν όλα δοκιμασθεί σε εμβολιασμούς με ικανοποιητικά ως ένα βαθμό αποτελέσματα, σε εργαστηριακές συνθήκες. Τα εμβόλια που περιέχουν «ανασυνδυασμένες» πρωτεΐνες δεν παρέχουν ικανοποιητική ανοσία πιθανά λόγω κακής αντιγονικότητας. Σε πλεονεκτικότερη θέση βρίσκονται τα εμβόλια που περιέχουν ζωντανούς «ανασυνδυασμένους» μικροοργανισμούς τα οποία μπορούν να δοθούν και με εμβάπτιση. Εν κατακλείδι όμως η χρήση τους σημαίνει απελευθέρωση γενετικά τροποποιημένων μικροοργανισμών στο περιβάλλον με ακαθόριστες συνέπειες τόσο για τα εμβολιασμένα ζώα όσο και για το οικοσύστημα

και για αυτό το λόγο οι έρευνες σε τέτοια εμβόλια δεν είναι σημαντικές. Τα περισσότερα πειράματα με εμβόλια DNA έχουν διεξαχθεί σε θηλαστικά και έτσι λίγα δεδομένα υπάρχουν πάνω στην έκφραση ξένων γονιδίων παθογόνων οργανισμών από τα ψάρια. Αν και η χρήση τους θεωρητικά έχει πολλά πλεονεκτήματα σε ότι αφορά το κόστος παραγωγής τους, σε σχέση με εμβόλια υπομονάδων ή «ανασυνδυασμένων» οργανισμών, στο ότι εγείρουν τόσο χυμική όσο και κυτταρική ανοσία η οποία κρατά επί μακρόν και στο ότι είναι μη μολυσματικά και σταθερά, εν τούτοις δεν είναι γνωστό πως το DNA θα συμπεριφερθεί σε ότι αφορά τη μετάδοσή του στους απογόνους εμβολιασμένων ψαριών ή σε άλλους οργανισμούς και άλλα. Τα εμβόλια αυτά υπεισέρχονται δηλαδή στην ίδια φιλοσοφία και τους ίδιους περιορισμούς με τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα και εάν στο μέλλον δεν υπάρξουν απτές αποδείξεις για την ασφάλειά τους μάλλον δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Τα εμβόλια τα οποία είχαν αδειοδοτηθεί και εγκριθεί για χρήση στην Ελλάδα κατά το έτος 2009, ήταν τα ακόλουθα (για τα νοσήματα των ευρύαλων ψαριών):

α) Norvax (Intervet): το εμβόλιο αυτό είναι 4δύναμο περιέχοντας αδρανοποιημένα με φορμαλίνη ολόκληρα κύτταρα των βακτηρίων *V. anguillarum* O1 & O2a, *Aeromonas salmonicida* & *Vibrio salmonicida*, περιέχει ελαιώδες έκδοχο και χορηγείται ενδοπεριτοναϊκά.

β) Alphaject (Aquavet): το εμβόλιο αυτό είναι 2δύναμο περιέχοντας αδρανοποιημένα με φορμαλίνη ολόκληρα κύτταρα των βακτηρίων *V. anguillarum* O1 & *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*, περιέχει ορυκτό έκδοχο και χορηγείται ενδοπεριτοναϊκά.

γ) Alphadip 2000 (Aquavet): το εμβόλιο αυτό είναι 2δύναμο περιέχοντας αδρανοποιημένα με φορμαλίνη ολόκληρα κύτταρα των βακτηρίων *V. anguillarum* O1 & *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* και χορηγείται με εμβάπτιση.

δ) Vibrogen-2: το εμβόλιο αυτό είναι 3δύναμο περιέχοντας αδρανοποιημένα με φορμαλίνη ολόκληρα κύτταρα των βακτηρίων *V. anguillarum* O1 biotype I, O2 biotype I, O2 biotype II & *Vibrio ordalii* και χορηγείται με όλες τις οδούς εκτός της δια στόματος.

ε) Aquavac *Vibrio* (Schering-Plough): το εμβόλιο αυτό είναι 2δύναμο περιέχοντας αδρανοποιημένα με φορμαλίνη ολόκληρα κύτταρα των βακτηρίων *V. anguillarum* biotypes I & II και χορηγείται με όλες τις οδούς.

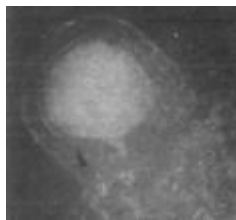
Παρακάτω παρουσιάζονται οι σημαντικότερες ασθένειες των ψαριών της Ελληνικής (Μεσογειακής) υδατοκαλλιέργειας.

#### 4. ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΕΥΡΥΑΛΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

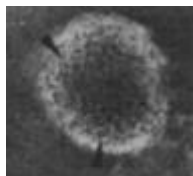
##### Ιογενή νοσήματα

##### **Λεμφοκύστη**

Αιτιολογία: Ανήκει στην οικογένεια των ιριδοϊών. Οι ιριδοϊοί έχουν εμπλακεί ως οι αιτιολογικοί παράγοντες σοβαρής ασθένειας, θνησιμοτήτων και οικονομικών απωλειών στα καλλιεργούμενα ψάρια, τα διακοσμητικά καθώς και τα άγρια ψάρια. Έχουν αναγνωριστεί διαφορετικές ομάδες ιστοπαθολογικών αλλοιώσεων μετά από μόλυνση από ιριδοϊούς, οι οποίες μπορεί να είναι εντοπισμένες ή συστηματικές. Από τον ιό έχουν απομονωθεί έως και 10 γλυκοπρωτεΐνες από την επιφάνεια και το εσωτερικό του ιικού σωματιδίου.



Εξωτερικό κάλυμμα και μεμβράνη του ιριδοϊού X156.000.



Τα καυσομερή του ιού που σχηματίζουν το καψίδιο του ιού X 156.000

Ευαίσθητα είδη: Προσβάλλει τα ανώτερα εξελικτικά είδη όπως τα σολωμοειδή. Ιριδοϊοί έχουν απομονωθεί και από τη λευκή μουρούνα και το μπακαλιάρο. Η τσιπούρα φαίνεται ότι είναι το πιο ευαίσθητο από τα ευρύαλα καλλιεργούμενα είδη. Αντιθέτως το λαβράκι είναι πολύ λίγο ευαίσθητο και κάτω από φυσιολογικές συνθήκες ουσιαστικά δεν προσβάλλεται.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Παρατηρείται σε ευρεία κλίμακα θερμοκρασιών, τα κρούσματα όμως είναι εντονότερα κατά τους θερμότερους μήνες του χρόνου.

Κλινικά συμπτώματα: Οι εντοπισμένες αλλοιώσεις περιλαμβάνουν αυτές της λεμφοκύστης του δέρματος και των πτερυγίων, μόλυνση από ιριδοϊό του δέρματος

και των βραγχίων της λευκής μουρούνας, και την ερυθροκυτταρική νέκρωση στον μπακαλιάρο. Οι συστημακές μολύνσεις από ιριδιοιούς εντοπίζονται σε πληθώρα ψαριών του γλυκού νερού τόσο βρώσιμα όσο και διακοσμητικά και σε θαλάσσια βρώσιμα ψάρια. Η συστηματική ιριδιοίωση χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη υπερτροφικών κυττάρων στη σπλήνα, το νεφρό και το έντερο.

Οι εντοπισμένες ιριδιοώσεις που ενδιαφέρουν και τη μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια χαρακτηρίζονται από κυτομεγαλία των δερματικών ινοβλαστών και σπανίως παρατηρείται συστηματική εμπλοκή.

Παρατηρούνται μικρά (0.5-2 χιλιοστά) υπόλευκα οζίδια, είτε μεμονωμένα ή σε



*Εικ. 11. Αλλοιώσεις λεμφοκύστης σε ιχθύδια τριπούρας.*

ομάδες στην επιφάνεια του σώματος, στα πτερύγια και σπανιότερα στα βράγχια και / ή στα εσωτερικά όργανα (Εικόνα 11).

Διάγνωση: Χαρακτηριστική η μακροσκοπική εικόνα. Ιστολογικά διακρίνονται στις αλλοιώσεις κύτταρα τα «γιγάντια κύτταρα λεμφοκύστης» τα οποία στην πραγματικότητα είναι ινοβλάστες που έχουν υπερτραφεί.

Ο έμμεσος ανοσοφθορισμός και η κυτταρομετρία ροής έχουν χαρακτηριστεί ως οι καλύτερες μέθοδοι για την ανίχνευση του ιού. Επίσης πολύ ευαίσθητη έχει χαρακτηριστεί μία δοκιμή immunoblot χρησιμοποιώντας ειδικό αντιγόνο έναντι μίας ιικής πρωτεΐνης μοριακού βάρους 60kDa. Έχουν επίσης παραχθεί και μονοκλωνικά αντισώματα ειδικά για αντιγόνα του ιού που βρίσκονται στην εξωτερική επιφάνεια του ιικού καψιδίου.

Τέλος, έχουν απομονωθεί/κατασκευαστεί και primers για PCR με εξαιρετικά αποτελέσματα σε ότι αφορά την ευαισθησία στην ανίχνευση του ιού.

Θνησιμότητα: Χαμηλή και κύρια οφειλόμενη σε τραυματισμούς και δευτερογενείς μολύνσεις. Στη Ελλάδα παρατηρήθηκαν πρόσφατα περιστατικά λεμφοκύστης σε ιχθύδια τσιπούρας με υψηλές θνησιμότητες.

Μετάδοση: Οριζόντια από τα ασθενή ψάρια στα συνεκτρεφόμενά τους. Ο ιός διασπείρεται μετά από αποκόλληση και ρήξη των οζιδίων. Έχουν περιγραφεί και ψάρια φορείς χωρίς κλινικά συμπτώματα. Η εμφάνιση των συμπτωμάτων συνδέεται με παράγοντες στρες. Ο ιός έχει βρεθεί σε νύμφες και μετανύμφες της Αρτέμια.

Πρόληψη: Καραντίνα νεοεισερχόμενων ιχθυδίων και καταστροφή τους αν εμφανίσουν τη νόσο αποτελούν μέτρα περιορισμού μετάδοσης της τελευταίας. Γενικά πρέπει να αποφεύγονται οι τραυματισμοί των ψαριών και το στρες.

Θεραπεία: Δεν υπάρχει. Μπορούν να χορηγηθούν αντιβιοτικά για τη καταπολέμηση των δευτερογενών βακτηριακών μολύνσεων. Τα ψάρια συνήθως αναρρώνουν αυτόματα μετά από μερικές εβδομάδες ή μήνες.

### **Ιογενής Εγκεφαλοπάθεια και Αμφιβληστροειδοπάθεια VER**

Αιτιολογία: Η ιογενής εγκεφαλοπάθεια και αμφιβληστροειδοπάθεια (VER) είναι μια σημαντική νόσος των λαρβών, αλλά και ψαριών μεγαλύτερου μεγέθους. Υπεύθυνοι για τη νόσο είναι οι Noda-ιοί που προσβάλλουν τα ψάρια (κλάση οστεοϊχθείς) και ανήκουν στην οικογένεια *Nodaviridae* και στο γένος *Betanodavirus* (Carstens και συν., 2000). Οι Noda-ιοί των ψαριών έχουν κατηγοριοποιηθεί σε τέσσερις γενότυπους, τον SJNNV, τον TPNNV, τον RGNNV και τον BFNNV. Στην Ελλάδα απαντάται ο RGNNV που προσβάλλει γενικά τα θερμοφιλα είδη ψαριών.

Ευαίσθητα είδη: Η νόσος παρατηρείται σε ολόκληρο σχεδόν τον κόσμο, εκτός της Αφρικής. Μέχρι σήμερα έχει αναφερθεί σε περισσότερα από 40 είδη ψαριών. Αναφορικά ο ιός έχει απομονωθεί από τον μπακαλιάρο στο Ηνωμένο Βασίλειο και τον Καναδά, το ασιατικό λαβράκι στην Ασία και Αυστραλία, το ιαπωνικό λαβράκι στην Ιαπωνία, το ευρωπαϊκό λαβράκι στην Καραϊβική, στη Γαλλία, στην Ελλάδα, στην Ιταλία, στη Μάλτα, στην Πορτογαλία και στην Ισπανία, το red spotted grouper στην Ιαπωνία και την Ταϊβάν, το yellow grouper στην Ταϊβάν, το orange-spotted grouper στην Κίνα και τις Φιλιπίνες, το blackspotted grouper στην Ταϊβάν, το dragon grouper στην Κίνα, τη στήρα μαλαμπάρ στην Ταϊλάνδη, το dusky grouper στη Μεσόγειο, το kelp grouper στην Ιαπωνία, το sevenband grouper στην Ιαπωνία και στην Κορέα, το greasy grouper στη Μαλαισία και τις Φιλιπίνες, το humpback

grouper στην Ινδονησία, το striped trumpeter στην Αυστραλία, το κοκάλι στην Ιαπωνία, το μαγιάτικο στην Ιαπωνία, το romprano στην Ταϊβάν, το red drum στην Κορέα, την τσιπούρα στην Ιταλία, το μυλοκόπι στην Ιταλία και τη Γαλλία, το white seabass στις Η.Π.Α., το ιαπωνικό ψάρι παπαγάλος στην Ιαπωνία, το rock porgy στην Ιαπωνία, το sleepy cod στην Αυστραλία, το cobia στην Ταϊβάν, το barfin flounder στην Ιαπωνία, το winter flounder στον Καναδά, το halibut στην Νορβηγία και το Ηνωμένο Βασίλειο, το japanese flounder στην Ιαπωνία, το turbot στη Νορβηγία, τη γλώσσα στο Ηνωμένο Βασίλειο, το firespot snapper στην Ταϊβάν και το tiger puffer στην Ιαπωνία.

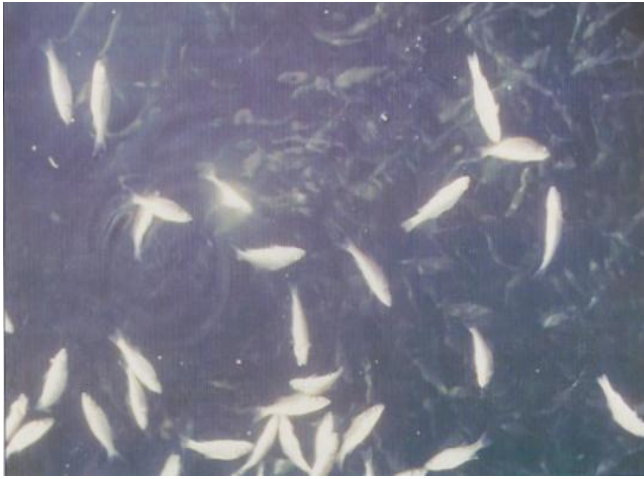
Επίσης το 2002 αναφέρθηκε για πρώτη φορά απομόνωση του ιού από ψάρια τα οποία ζουν στο γλυκό νερό παρόλο που αρχικά ο ιός θεωρούταν ότι μόλυνε ψάρια τα οποία διαβιούσαν αποκλειστικά σε θαλασσινό νερό. Αναφορικά ο ιός έχει απομονωθεί από το ευρωπαϊκό χέλι στην Ταϊβάν, το κινέζικο γατόψαρο στην Ταϊβάν και τον οξύρυγχο στην Ελλάδα. Άλλο παράδειγμα, είναι η εκδήλωση κλινικής λοίμωξης σε λαβράκια στην Ελλάδα, 8 μήνες μετά τη μεταφορά τους σε γλυκό νερό.

Το 2004, οι Gomez και συνεργάτες έλεγξαν, με PCR και ένθετη PCR (nested-PCR), 30 είδη υγιών καλλιεργούμενων και άγριων ψαριών, τα οποία συνέλλεξαν από δύο απομακρυσμένες περιοχές της Ιαπωνίας. Από τα είδη που βρέθηκαν μολυσμένα με τον ιό, ο κέφαλος υπάρχει και στην Ελλάδα, ενώ τα ιαπωνικά jack mackerel και red seabream είναι συγγενή με το σαυρίδι και το φαγκρί, αντίστοιχα.

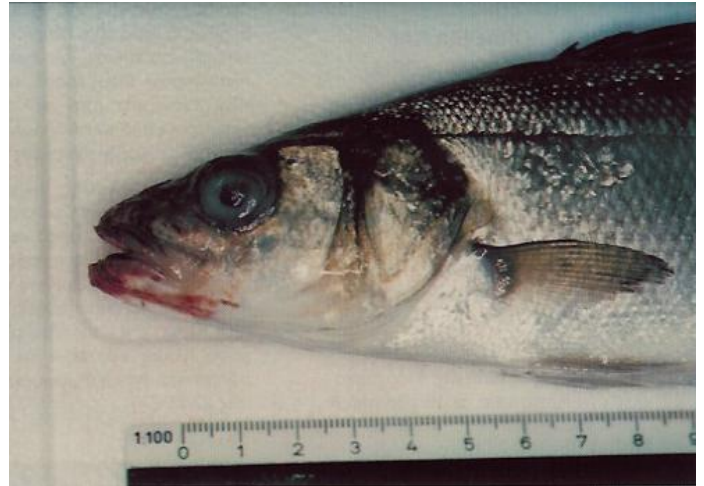
Θερμοκρασία εκδήλωσης: Η νόσος εξαρτάται από την ηλικία του ψαριού ή τη θερμοκρασία. Στο λαβράκι η ασθένεια προκαλεί σημαντική θνησιμότητα σε νύμφες στους 18°C. Τα ψάρια ηλικίας κάτω του ενός έτους είναι πιο ευαίσθητα από ψάρια ηλικίας δύο ετών και η νόσος εκδηλώνεται όταν η θερμοκρασία φθάσει τους 22-25°C.

Κλινικά συμπτώματα: Τα συμπτώματα είναι νευρικής φύσεως έκδηλα ως ανωμαλία κολύμβησης (κυκλική, σπειροειδή), κάμψη του σώματος και ληθαργικότητα (Εικόνα 12). Σε διέγερση, τα ψάρια αντιδρούν με υπερκινητικότητα. Στην υποξεία μορφή παρατηρείται σκουροχρωμία που είναι απόρροια τύφλωσης και αιμορραγικές εξελκώσεις στο πρόσθιο τμήμα του ρύγχους (Εικόνα 13). Οι τελευταίες παρατηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες ενώ στις υψηλές θερμοκρασίες κυριαρχούν τα νευρικά συμπτώματα. Εσωτερικά παρατηρούνται συμφόρηση του εγκεφάλου και των μηνίγγων και διάταση της νηκτικής κύστης.

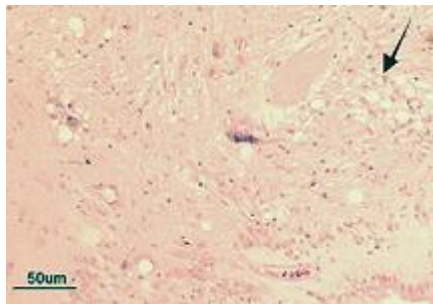




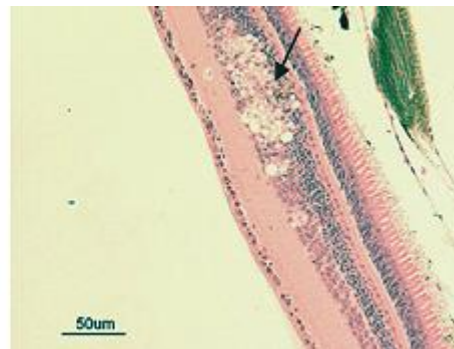
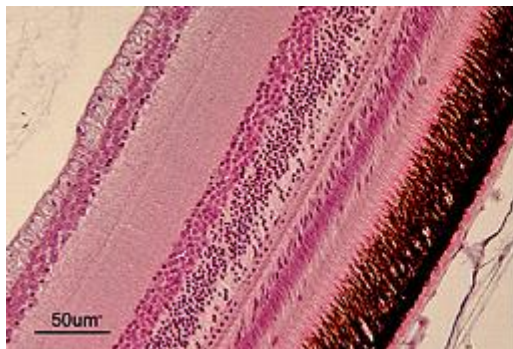
**Εικ. 12.** Ιογενής εγκεφαλοπάθεια και αμφιβληστροειδοπάθεια σε ιχθύδια λαβρακίου.



**Εικ. 13.** Εξελκώσεις της άνω και κάτω γνάθου σε λαβράκι με ιογενή εγκεφαλοπάθεια και αμφιβληστροειδοπάθεια.



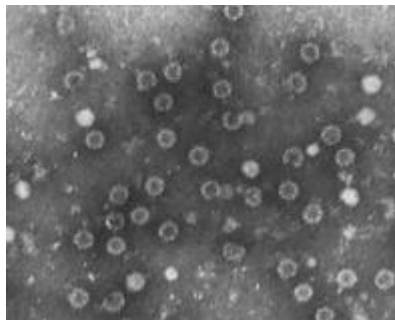
Κενοτοπιώδης εκφύλιση σε εγκέφαλο Καλκανιού.



Αριστερά φυσιολογικός και δεξιά μολυσμένος αμφιβληστροειδής όπου είναι ορατή η κενοτοπιώδης βλάβη.

Διάγνωση: Υποθετική διάγνωση μπορεί να γίνει μετά από ιστολογική εξέταση όπου παρατηρείται κενοτοπιώδης εκφύλιση στον εγκέφαλο και τον αμφιβληστροειδή, ενώ επιβεβαίωση μπορεί να γίνει μόνο μετά από καλλιέργεια του ιού σε κυτταρικές σειρές και απομόνωσή του, με ανοσολογικές μεθόδους (ανοσοιστοχημεία, ELISA, ανοσοφθορισμό) και με PCR.





Ημιτελή και πλήρη σωματίδια του ιού

Η εργαστηριακή διάγνωση στηρίζεται στην ανίχνευση του ιού με κλασικές ή μοριακές μεθόδους και στην ανίχνευση των ειδικών κατά των Noda-ιών αντισωμάτων. Οι μοριακές μέθοδοι ανίχνευσης του ιού περιλαμβάνουν (α) την RT-PCR, (β) την ένθετη RT-PCR και (γ) την real-time PCR (ποσοτική PCR πραγματικού χρόνου). Η μέθοδος της real-time PCR χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά στην Ελλάδα για την ανίχνευση του ιού Noda στα πλαίσια μιας διδακτορικής διατριβής. Από τα ευρήματα των μέχρι τώρα μετρήσεων με τη μέθοδο της real-time PCR, διαπιστώνεται ότι, η μέθοδος αυτή είναι πολύ ευαίσθητη αφού ανιχνεύτηκαν πολύ μικρές ποσότητες ιού στους ιστούς των ψαριών, κάτι που δεν είναι δυνατό με τις μέχρι τώρα υπάρχουσες μοριακές μεθόδους.

Θνησιμότητα: Στις νύμφες μπορεί να φτάσει στο 90-100% σε λίγες μόνο ημέρες. Στα μεγαλύτερα ψάρια κυμαίνεται από 15-60% ανάλογα με την ηλικία-μέγεθος των ψαριών και τη διάρκεια της νόσου. Τα περισσότερα ψάρια προσβάλλονται στο στάδιο της προνύμφης ή σε νεαρά στάδια ανάπτυξης, οπότε οι απώλειες είναι συνήθως πολύ μεγάλες. Σύμφωνα με στοιχεία του ΟΙΕ (2000), στο ασιατικό λαβράκι, στο ιαπωνικό ψάρι παπαγάλος, στο είδος red spotted grouper, στο turbot και στο κοκάλι, το ποσοστό θνησιμότητας φτάνει στο 100% σε ψάρια μικρότερα του ενός μηνός. Τα τελευταία όμως, χρόνια αναφέρθηκαν σημαντικές απώλειες και σε μεγαλύτερης ηλικίας ψάρια (εμπορικό μέγεθος). Συγκεκριμένα για το λαβράκι ο ΟΙΕ αναφέρει ότι η νόσος εμφανίζεται από ψάρια ηλικίας 10 ημερών μέχρι ψάρια ηλικίας  $\geq 12$  μηνών. Οι Le Breton και συν. αναφέρουν ότι σε δύο περιοχές της Ελλάδας παρατηρήθηκε συνολικό ποσοστό θνησιμότητας 60% σε λαβράκια 10-30 γρ. και 11% ποσοστό θνησιμότητας σε λαβράκια 400-580γρ.

Ετησίως σημειώνονται απώλειες πολλών δεκάδων τόνων λαβρακιών διαφόρων μεγεθών στις ελληνικές ιχθυοκαλλιέργειες λόγω του ιού Noda, κυρίως κατά το μήνα

Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, οι οποίες όμως θεωρούνται αναπόφευκτες από τους παραγωγούς και δεν δηλώνονται με αποτέλεσμα να παραμένει η ύπαρξη της νόσου κοινό μυστικό χωρίς περαιτέρω διερεύνηση.

Μετάδοση: Η οριζόντια μετάδοση έχει αποδειχθεί και πειραματικά. Η κάθετη μετάδοση πιθανολογείται έντονα λόγω της πρώιμης εμφάνισης της νόσου στις νύμφες του λαβρακιού.

Πιο λεπτομερώς, ο ιός μεταδίδεται μεταξύ διαφορετικών ειδών ψαριών, κάτι που είναι σημαντικό για τη διαχείριση ιχθυοκαλλιεργειών στην ανοιχτή θάλασσα. Οι Munday και συνεργάτες, αναφέρουν ότι όταν η θερμοκρασία είναι ευνοϊκή ο ιός δεν έχει ειδικότητα σε συγκεκριμένο είδος ψαριού. Επίσης, ένα είδος Noda-ιού που προκαλεί οξεία λοίμωξη σε κάποιο είδος ψαριού μπορεί να προκαλέσει ασυμπτωματική λοίμωξη σε άλλα είδη ψαριών. Αυτό αποδείχτηκε στην τσιπούρα όταν, από μονάδα στην οποία υπήρξε εκδήλωση της νόσου σε λαβράκια που συμβιούσαν με φαινομενικώς υγιείς τσιπούρες, πάρθηκαν δείγματα από τις τσιπούρες και ενοφθαλμίστηκαν σε υγιή λαβράκια της ίδιας μονάδας. Στη συνέχεια τα λαβράκια αυτά νόσησαν. Αντίθετα, όταν τα δείγματα ενοφθαλμίστηκαν σε τσιπούρες αυτές δεν νόσησαν, αλλά μπορούσαν να μεταδώσουν τον ιό σε λαβράκια με τα οποία συμβίωναν.

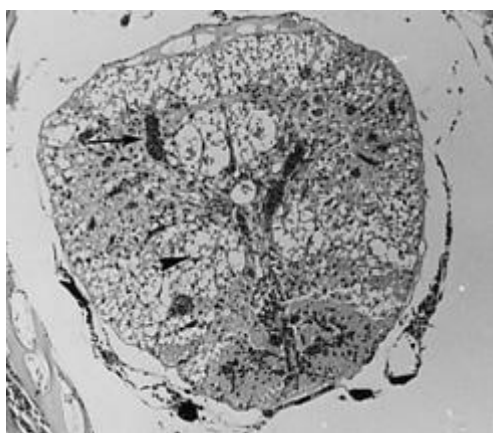
Πέραν των φυσικών περιστατικών και οι πειραματικές μελέτες έχουν δείξει ότι αρκετά είδη ψαριών είναι ευαίσθητα στον ιό, χωρίς όμως να εμφανίζουν κλινικά συμπτώματα. Στα ψάρια αυτά, η συγκέντρωση του ιού συχνά είναι χαμηλή, οπότε για την ανίχνευσή του απαιτείται η χρήση ευαίσθητων μεθόδων, όπως είναι η ένθετη RT-PCR (nested RT-PCR) και η πραγματικού χρόνου PCR (real-time PCR). Επομένως, είναι πιθανόν μια πληθώρα άγριων πληθυσμών ψαριών να είναι ασυμπτωματικοί φορείς της νόσου και έτσι να αποτελούν βασική πηγή μόλυνσης των εκτρεφόμενων ψαριών.

Η μετάδοση από ασθενή σε υγιή ψάρια επηρεάζεται από την ιχθυοπυκνότητα, τη λοιμογόνο δύναμη του ικού στελέχους και τη θερμοκρασία του νερού. Η ανθεκτικότητα του ιού σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα σε τιμές pH 2-9 ή σε θαλασσινό νερό 15 °C για περισσότερο από ένα χρόνο, αυξάνει την πιθανότητα μετάδοσής του από ψάρι σε ψάρι.

Οριζόντια μετάδοση του ιού μπορεί να γίνει και μέσω μολυσμένων τροφών αφού, σε μια μολυσμένη εκτροφή, διαπιστώθηκε η ύπαρξή του σε ζωντανό δόλωμα. Μετάδοση

του ιού μπορεί να γίνει και μέσω μολυσμένου νερού το οποίο προέρχεται από γειτονικές μολυσμένες εκτροφές.

Στα πλαίσια της μελέτης της παθογένειας και της μετάδοσης του ιού υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία πειραματικές μολύνσεις οι οποίες αφορούν τα είδη κοκάλι και στήρα μαλαμπάρ. Οι Arimoto και συνεργάτες επιβεβαίωσαν ότι ο αιτιολογικός παράγοντας προηγούμενης μόλυνσης κοκαλιών ήταν ο Noda-ιός και ότι ο ιός μεταδίδεται οριζόντια. Οι Nguyen και συνεργάτες, εμβάπτισαν προνύμφες κοκαλιού σε διάλυμα νερού που περιείχε ομογενοποιημένο μολυσμένο ιστό και διαπίστωσαν ότι η κενοτοπίωση του νευρικού συστήματος ξεκίνησε πρώτα από το νωτιαίο μυελό.



Κενοτοπίωδης εκφύλιση στο νωτιαίο μυελό

Επίσης, παρατήρησαν υπερπλασία του επιθηλίου του δέρματος που σχετίζεται με την παρουσία ιικού αντιγόνου. Οι Boonyaratpalin και συνεργάτες, με σκοπό να καθορίσουν τον αιτιολογικό παράγοντα νόσου με υψηλά ποσοστά θνησιμότητας που παρουσιαζόταν για μεγάλο διάστημα σε νεαρά στήρας μαλαμπάρ, ενοφθάλμισαν, με την ενδοπεριτοναϊκή οδό, παθολογικό υλικό από νοσούντα ψάρια, σε ιχθύδια στήρας μαλαμπάρ. Βάσει των αποτελεσμάτων του ενοφθαλμισμού, οι συγγραφείς εντόπισαν την παρουσία ικών σωματιδίων στους ιστούς των ψαριών και μελέτησαν την παθογένεια της νόσου στο είδος αυτό.

Σε λαβράκι μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί πέντε πειραματικές μελέτες. Η πρώτη μελέτη έγινε το 1997 από τους Thierry και συνεργάτες. Σε αυτήν μολύνθηκαν ενδομυϊκά ψάρια μεγέθους 3 γρ. και εμφάνισαν συνολική θνησιμότητα 28%. Τα ψάρια βρίσκονταν σε δεξαμενή με νερό αλατότητας 35‰. Στη δεύτερη πειραματική μελέτη τα ψάρια ήταν διαφορετικών ηλικιών και μολύνθηκαν με τρεις διαφορετικούς τρόπους, δηλαδή ενδομυϊκά, ενδοπεριτοναϊκά και μέσω συμβίωσης υγιών ψαριών με

ψάρια που είχαν μολυνθεί με τους δύο πρώτους τρόπους. Η τρίτη πειραματική μελέτη έγινε από τους Reducasse και συνεργάτες και τα ψάρια μολύνθηκαν με πέντε διαφορετικούς τρόπους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι: (α) όσο μικρότερης ηλικίας είναι τα ψάρια τόσο μεγαλύτερα είναι τα ποσοστά θνησιμότητας, (β) τα ποσοστά θνησιμότητας αυξάνονται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του νερού και (γ) η ενδομυϊκή μόλυνση προκαλεί οξεία λοίμωξη με μεγάλη θνησιμότητα, ενώ η ενδοπεριτοναϊκή και η από του στόματος μόλυνση, καθώς και η μόλυνση με εμφύσηση και μέσω συμβίωσης προκαλεί υποξεία λοίμωξη.

Η τέταρτη μελέτη έγινε από τους Breuil και συνεργάτες σε γεννήτορες λαβρακιού. Οι γεννήτορες ενοφθαλμίστηκαν ενδομυϊκά με ζωντανό στέλεχος του ιού και κατά τον ιολογικό έλεγχο που ακολούθησε, αποδείχθηκε ότι τόσο αυτοί όσο και οι προνύμφες τους ήταν μολυσμένοι. Επίσης, αποδείχθηκε ότι η ένθετη RT-PCR είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος για τον εντοπισμό του ιού σε γεννήτορες, εφόσον ήταν πιο ευαίσθητη από την κλασική RT-PCR και την ELISA. Η πέμπτη μελέτη έγινε για να διερευνηθεί η επίδραση της αλατότητας στην παθογένεια του ιού στο λαβράκι που είναι ευρύαλο είδος. Μολύνθηκαν τρεις ομάδες λαβρακιών 3 γρ. με την ενδομυϊκή οδό τα οποία διατηρούταν σε αλατότητες 0, 18 και 33%. Τα συνολικά ποσοστά θνησιμότητας που παρατηρήθηκαν ήταν 49, 27 και 30%, αντίστοιχα. Ακόμα μελετήθηκε η μετάδοση του ιού από ασυμπτωματικά μολυσμένες τσιπούρες σε λαβράκια 11γρ. μέσω της βρώσης από τα λαβράκια, μολυσμένων ιστών τσιπούρας. Παρότι δεν εκδηλώθηκαν κλινικά συμπτώματα παρά μόνο θνησιμότητες (συνολική θνησιμότητα 20%) διαπιστώθηκε με τη μέθοδο της real-time PCR ότι ο ιός μεταδόθηκε από το ένα είδος στο άλλο. Στην περίπτωση αυτή διαπιστώθηκε επίσης ότι η real-time PCR είναι μια πιο ευαίσθητη μέθοδος από τις κυτταροκαλλιέργειες αφού σε δείγματα αρνητικά με τη μέθοδο αυτή, τιτλοποιήθηκε ο ιός με τη real-time PCR.

Έχουν επίσης γίνει και τρεις πειραματικές μελέτες σε τσιπούρα. Συγκεκριμένα, οι Castric και συνεργάτες αναφέρουν ότι η τσιπούρα είναι ασυμπτωματικός φορέας της νόσου, αλλά το στέλεχος που απομονώθηκε από τις φαινομενικά υγιείς τσιπούρες που εξέτασαν ήταν πολύ παθογόνο για το λαβράκι. Οι Aranguren και συνεργάτες ενοφθάλμισαν ενδομυϊκά τσιπούρες μέσου βάρους 0,7, 2 και 4 γραμμαρίων με το στέλεχος 475-9/99, που είχε απομονωθεί από κλινικά νοσούν λαβράκι. Επίσης, ενοφθάλμισαν ενδοπεριτοναϊκά με το ίδιο στέλεχος τσιπούρες 0,7 γρ. και τέλος

μόλυναν τσιπούρες 0,7 γρ. με τη μέθοδο της εμβάπτισης. Κλινικά συμπτώματα δεν παρατηρήθηκαν με καμία από τις τρεις μεθόδους, όμως με την ενδομυϊκή έγχυση παρατηρήθηκαν θνησιμότητες, οι οποίες μειώνονταν όσο αυξανόταν το μέγεθος των ενοφθαλμισμένων λαρβών τσιπούρας. Τέλος μολύνθηκαν τσιπούρες 4 γρ. με δύο διαφορετικές δόσεις ιού (30 και 50μl συγκέντρωσης ιού  $10^7$  TCID<sub>50</sub>/ml) αλλά δεν εκδήλωσαν κλινικά συμπτώματα για διάστημα 21 ημερών κατά το οποίο διάρκεσε το πείραμα, παρότι με τη μέθοδο της real-time PCR διαπιστώθηκε η ύπαρξη μεγάλης ποσότητας του ιού στους ιστούς και των δύο ομάδων τσιπούρας.

Παρότι τα ασυμπτωματικά μολυσμένα ψάρια θεωρούνται οι πιο πιθανοί φορείς μετάδοσης του ιού, ελάχιστα στοιχεία είναι γνωστά για την παθογένεια της νόσου στα ψάρια αυτά και τον αντίκτυπό της στην υγεία τους.

Η έλλειψη γνώσεων σχετικών με την επιδημιολογία και την παθογένεια των Noda-ιών δυσκολεύει τα μέτρα ελέγχου και οι απώλειες συνεχίζονται σε σταθερή βάση. Επιπρόσθετα, πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει μια αναφορά απομόνωσης του ιού από μύδια (*M. galoprovincialis*) στην Ιταλία. Η επιβίωση του ιού στους ιστούς των μυδιών είναι ένα πολύ σημαντικό επιδημιολογικό στοιχείο το οποίο χρίζει περαιτέρω διερεύνησης και ειδικά στον ελλαδικό χώρο στον οποίο δεν έχει γίνει καμία έρευνα πάνω σε αυτόν τον τομέα.

Μέχρι σήμερα έχουν γίνει λίγες μελέτες που αφορούν στον εντοπισμό της πύλης εισόδου του ιού στον οργανισμό και στον τρόπο εξάπλωσής του στο ΚΝΣ του ψαριού. Το 1996, οι Nguyen και συνεργάτες ανίχνευσαν τον ιό τόσο στο ΚΝΣ όσο και σε εκφυλισμένα κύτταρα της επιδερμίδας του δέρματος προσβεβλημένων ψαριών. Έτσι γεννήθηκε το ερώτημα αν το δέρμα αποτέλεσε το σημείο εισόδου του ιού στον οργανισμό ή αν ο εντοπισμός του ιού στο δέρμα ήταν επακόλουθο συστηματικής λοίμωξης. Στη συνέχεια, αρκετοί συγγραφείς εντόπισαν τον ιό στο οσφρητικό επιθήλιο ή στους οσφρητικούς λοβούς του εγκεφάλου. Ο εντοπισμός του ιού στους οσφρητικούς λοβούς του εγκεφάλου δείχνει ότι πιθανόν αυτός να εισέρχεται από τη ρινική κοιλότητα. Τέλος, ο Grotmol ανίχνευσε με τη μέθοδο της ανοσοϊστοχημείας, θετικά στον ιό κύτταρα στο επιθήλιο του δέρματος, των εντέρων και των βραγχίων, ενώ η Mladineo με την ίδια τεχνική, παρατήρησε θετικά στον ιό κύτταρα σε φλέβα του ήπατος. Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι προς το παρόν τίποτε δεν είναι επιβεβαιωμένο σχετικά με την πύλη εισόδου του ιού και γι' αυτό η έρευνα συνεχίζεται.

Σχετικά με τον τρόπο εξάπλωσης του παθογόνου παράγοντα στο ΚΝΣ, θεωρείται ότι αυτό επιτυγχάνεται με τρεις κυρίως τρόπους: α) με τοπική εξάπλωση μέσω των γειτονικών ιστών, β) με εξάπλωση μέσω των νευρών και γ) αιματογενώς. Στις περισσότερες δειγματοληψίες από νοσούντα ψάρια, διαπιστώνεται προσβολή του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδούς χιτώνα του οφθαλμού. Οι Johansen και συνεργάτες και Grove και συνεργάτες διαπίστωσαν ότι ο οπτικός λοβός του εγκεφάλου και οι εσωτερικές στοιβάδες του αμφιβληστροειδή, είναι τα σημεία στα οποία η προσβολή είναι εντονότερη, πιθανόν επειδή η μεταξύ τους επαφή, μέσω του οπτικού νεύρου, είναι πιο στενή.

Πρόληψη: Στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς, ανίχνευση και εξολόθρευση των γεννητόρων φορέων και η αποστείρωση του εισερχόμενου νερού μπορούν να εμποδίσουν την εξάπλωση νόσου. Όσον αφορά τις μονάδες πάχυνσης η πρόληψη σχετίζεται με την ύπαρξη ζωνών ελεύθερων από τον ιό. Στις τελευταίες, πρέπει πάντα να γίνεται έλεγχος του νεοεισερχόμενου γόνου.

Θεραπεία: Δεν υπάρχει. Υπάρχει δυνατότητα μόνο βελτίωσης της διαχείρισης με εξάλειψη παραγόντων στρες, όπως είναι η υψηλή ιχθυοφόρτιση και οι χειρισμοί καθώς επίσης και η λήψη υγειονομικών μέτρων, όπως η απομάκρυνση και υγειονομική καταστροφή των νεκρών και προσβεβλημένων ψαριών, οι απολυμάνσεις συσκευών, εγκαταστάσεων και οχημάτων κ.λ.π.

### Νοσήματα που οφείλονται σε ενδοκυτταρικά παράσιτα

#### **Επιθηλιοκύστη**

Αιτιολογία: Οφείλεται σε χλαμύδια. Οι χλαμύδιες είναι μικροί κοκκοειδείς προκαρυωτικοί μικροοργανισμοί που πολλαπλασιάζονται ενδοκυτταρικά.

Ευαίσθητα είδη: Παρατηρείται σε πολλά είδη, μεταξύ των οποίων σε ψάρια της οικογένειας των σολωμοειδών, στη τσιπούρα και στο λαβράκι, στη συναγρίδα, στο μυτάκι.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Η νόσος εκδηλώνεται κυρίως κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού.

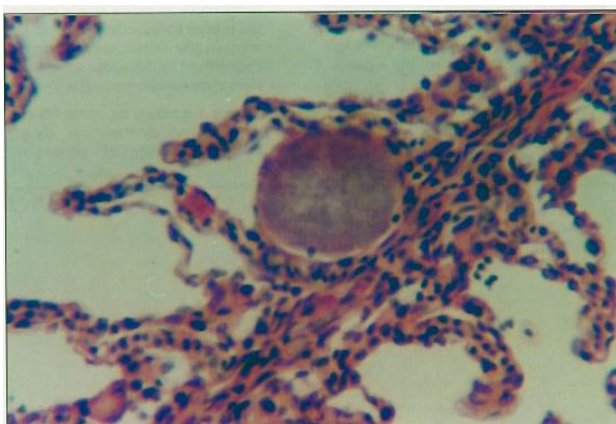
Κλινικά συμπτώματα: Σε ελαφριές προσβολές δεν υπάρχουν και η συμπεριφορά των ψαριών είναι φυσιολογική. Σε βαριά προσβολή, παρουσιάζονται αναπνευστικά συμπτώματα (ταχύπνοια) και ληθαργική συμπεριφορά. Το επίπεδο μόλυνσης των ψαριών εξαρτάται από την ηλικία, τη θερμοκρασία και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά

του νερού. Έτσι, τα προβλήματα είναι εντονότερα σε 0+ ηλικίες, σε χαμηλές θερμοκρασίες και όταν η ποιότητα του νερού είναι κακή.

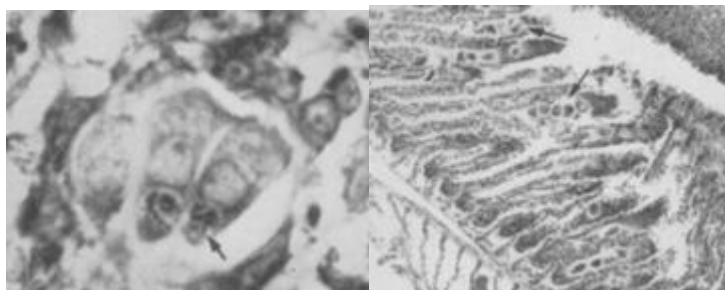
Τα βράγχια είναι ωχρά, όπως και τα ψευδοβράγχια, παρατηρείται ανώμαλη κολύμβηση και απίσχναση, ελαφρός αποχρωματισμός των πτερυγίων και ακόμη θόλωση του κερατοειδούς.

Διάγνωση: Γίνεται μακροσκοπικά με τη παρουσία μικρών λευκών κύστεων στα βράγχια και μικροσκοπικά με την εξέταση νωπών επιχρισμάτων βραγχίων.

Επιβεβαίωση της διάγνωσης τίθεται με την εξέταση ιστολογικών τομών (Εικόνα 14).



*Εικ. 14. Επιθηλιοκύστη σε ιστολογική τομή βραγχίων τσιπούρας (H&E X 400).*



*Επιθηλιοκύστη στο κυτταρόπλασμα δύο επιθηλιακών κυττάρων (H-E X 1400) και κύτταρα του οργανισμού ελεύθερα μεταξύ βραγχιακών νηματίων (H-E X 36)*

Μετάδοση: Δεν είναι απόλυτα γνωστή. Οι ενδείξεις συνηγορούν για οριζόντια μετάδοση μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους. Δεν υπάρχουν δεδομένα μετάδοσης μεταξύ διαφορετικών ειδών.

Θνησιμότητα: Έχουν αναφερθεί υψηλές θνησιμότητες σε ιχθύδια τσιπούρας. Σε υψηλές προσβολές, η αρνητική επίδραση στην οσμορύθμιση, την αναπνοή και τη λήψη τροφής λόγω βλαβών στο δέρμα, τα επιθήλια και στα βράγχια αποτελούν τις αιτίες για θνησιμότητα.

Η θνησιμότητα κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να φτάσει και το 85% του προσβεβλημένου πληθυσμού.

Πρόληψη: Συστήνεται αποστείρωση του εισερχόμενου νερού με UV στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς. Στη πάχυνση η πρόληψη γίνεται με αποφυγή εισόδου της νόσου.

Θεραπεία: Δεν υπάρχει. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται βελτίωση της κατάστασης με χορήγηση χλωραμφενικόλης, όμως η ουσία αυτή δεν είναι εγκεκριμένη για χρήση στα ψάρια.

### **Νέκρωση του Νευρικού συστήματος**

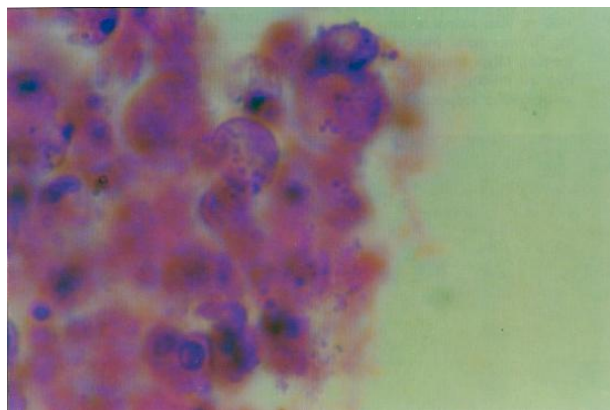
Αιτιολογία: Οφείλεται σε προσβολή του νευρικού συστήματος από κοκκοειδείς ενδοκυτταρικούς οργανισμούς που μοιάζουν με ρικέτσιες.

Ευαίσθητα είδη: Η νόσος έχει περιγραφεί μόνο στο λαβράκι. Εμφανίστηκε για πρώτη φορά στη Γαλλία και το 1993 στην Ελλάδα. Παρατηρείται σε λαβράκια βάρους μέχρι 10-15 γραμμάρια (ιχθύδια).

Θερμοκρασία εκδήλωσης: Η νόσος εμφανίζεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και τις αρχές της άνοιξης όταν η θερμοκρασία του νερού κυμαίνεται από 12-15°C. Η νόσος φαίνεται να υποχωρεί όταν η θερμοκρασία υπερβεί τους 19°C.

Κλινικά συμπτώματα: Νευρικά συμπτώματα που εκδηλώνονται με διαταραχές στη κολύμβηση (σπειροειδής κολύμβηση). Μακροσκοπικά κατά την νεκροψία παρατηρούνται αιμορραγίες στην επιφάνεια του εγκεφάλου και αλλοιώσεις μηνιγγίτιδας.

Διάγνωση: Γίνεται με ιστολογική εξέταση και τη διαπίστωση βασεόφιλων ενδοκυτταρικών κοκκοειδών μικροοργανισμών (Εικόνα 15). Η νόσος παρουσιάζει



**Εικ. 15.** Ενδοκυττάριοι βασεόφιλοι μικροοργανισμοί RLO σε εγκέφαλο λαβρακίου (H&E X 1000).

ομοιότητες με μία ασθένεια που προκαλείται από την *Piscireckettsia salmonis* (μία άλλη ρικέτσια) στη πέστροφα στις υδατοκαλλιέργειες της Χιλής. Ο παραπάνω



μικροοργανισμός φέρει αντιγόνα που μοιάζουν με αυτά της ρικέτσιας του λαβρακιού και αντισώματα έναντι της *P. salmonis* θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με προσοχή για τη διενέργεια ανοσοιστοχημείας ή και άλλων ανοσολογικών τεχνικών.

Θνησιμότητα: Κυμαίνεται από 6-20% του προσβεβλημένου ιχθυοπληθυσμού.

Μετάδοση: Άγνωστη

Πρόληψη: Αποφυγή εισόδου της νόσου με έλεγχο των νεοεισερχόμενων ψαριών. Στις περιοχές όπου η νόσος είναι ενδημική θα πρέπει τα νεοεισερχόμενα ψάρια να τοποθετούνται όταν η θερμοκρασία του νερού είναι μεγαλύτερη από 17°C.

Θεραπεία: Οι ρικέτσίες θεωρούνται ευαίσθητες στις τετρακυκλίνες και τις πενικιλίνες. Οι απόπειρες ελέγχου της νόσου με τετρακυκλίνες είχαν ποικίλα αποτελέσματα.

*Η ασθένεια αυτή δεν αποτελεί πλέον σημαντική ασθένεια για τη μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια.*

### **Νοσήματα που οφείλονται σε βακτήρια**

#### **Δονακίωση**

Αιτιολογία: Οφείλεται σε βακτήρια του γένους *Vibrio*. Ιστορικά, για όλα τα περιστατικά των ασθενειών στα ψάρια που οφείλονταν σε *Vibrio*, η ασθένεια αποδιδόταν στο είδος *Vibrio anguillarum* (που μετονομάστηκε σε *Listonella anguillarum*) και είχαν αναφερθεί 10 ορότυποι. Ο ορότυπος που συνηθέστερα απομονώνονταν στα Μεσογειακά εκτρεφόμενα είδη ήταν ο ορότυπος O1. Ο ορότυπος O3 εμφανιζόταν σε νύμφες λαβρακιού.

Αυτή η ταξινόμηση όμως των θαλάσσιων παθογόνων *Vibrio* τελικά αποδείχθηκε υπεραπλουστευμένη. Για πολλά έτη έγιναν προσπάθειες για τη συστηματική ταξινόμηση των θαλάσσιων παθογόνων *Vibrio* βασιζόμενες σε βιοχημικές και ορολογικές αναλύσεις και τη περιγραφή νέων ειδών, οι οποίες όμως δεν ήταν αποδοτικές γιατί για το διαχωρισμό των ειδών βασιζόνταν σε φαινοτυπικά χαρακτηριστικά τα οποία αποδείχθηκαν πολύ ασταθή για τέτοια περιβαλλοντικά και παθογόνα στελέχη. Η λύση στη συστηματική των θαλάσσιων παθογόνων *Vibrio* δόθηκε με τη μοριακή βιολογία και πιο συγκεκριμένα, στηρίχθηκε σε αλληλουχίες νουκλεοτιδίων δεικτών όπως το 16s rRNA, 5s rRNA και DNA.

Αυτές οι μελέτες διαχώρισαν το *V. anguillarum* από άλλα *Vibrio*, οδήγησαν στην μετονομασία του σε *L. anguillarum* και βοήθησαν στην απόδοση διαφόρων ασθενειών στα πραγματικά παθογόνα *Vibrio*.

Στοιχεία των τελευταίων ετών δείχνουν ότι όλο και περισσότερα νέα είδη *Vibrio* προκαλούν δονακίωση στα ευρύαλα ψάρια. Σε αυτά τα είδη συμπεριλαμβάνονται τα: *V. harveyi*, *V. alginolyticus*, *V. splendidus*, *V. vulnificus* και άλλα.

Τα *Vibrio* είναι κινητά κατά Gram αρνητικά βακτήρια με τη μορφή δονακίου, μεσόφιλα, χημοοργανοτρόφα και προαιρετικά αναερόβια.

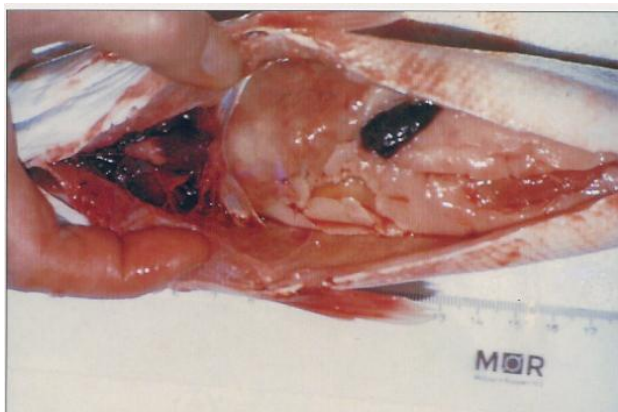
Ευαίσθητα είδη: Τα: *Vibrio harveyi* έχει απομονωθεί από το φαγκρί, τη τσιπούρα και το λαβράκι, *Vibrio alginolyticus* έχει απομονωθεί από το φαγκρί, τη τσιπούρα, από δίθυρα, το λαβράκι και το μυτάκι, *Vibrio fischeri* έχει απομονωθεί από τη τσιπούρα, *Vibrio splendidus* έχει απομονωθεί από τη τσιπούρα, νύμφες δίθυρων και το μυτάκι, *Vibrio mediterranei*, *Vibrio pelagius*, *Vibrio ordalii*, *Vibrio aestuarianus*, *Vibrio cambellii*, *Vibrio nereis* και *Vibrio tubiashii* έχουν απομονωθεί από τη τσιπούρα και *Vibrio vulnificus* έχει απομονωθεί από τσιπούρα, λαβράκι και μυτάκι.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Η νόσος εμφανίζεται ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και της άνοιξης όταν η θερμοκρασία του νερού μεταβάλλεται από τους 20 στους 15°C και αντίστροφα. Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα η νόσος εμφανίζεται και κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 15°C.

#### Παθογένεια της δονακίωσης

Η παθογένεια των θαλάσσιων παθογόνων *Vibrio* οφείλεται στη παραγωγή τοξικών εξωκυτταρικών προϊόντων που περιλαμβάνουν πρωτεάσες, καζεϊνάσες, λιπάσες, φωσφωλιπάσες, αιμολυσίνες και σιδεροφόρα. Τοξικότητα έχει αποδοθεί και στις *O* αλυσίδες του λιποπολυσακχαριδίου τους. Τέλος, ως σημαντικός παράγοντας στη παθογένεια της δονακίωσης θεωρείται η ικανότητα πολλών ειδών να παράγουν συγκολλητίνες με τις προσκολλώνται στη βλέννα και τις βλεννώδεις επιφάνειες των ψαριών.

Κλινικά συμπτώματα: Είναι μία κλασική βακτηριακή σηψαιμία μα τα συμπτώματα να εξαρτώνται από τη μορφή της νόσου. Στην υπεροξεία μορφή (συνήθως σε ιχθύδια) εμφανίζεται μεγάλη θνησιμότητα χωρίς κλινικά συμπτώματα εκτός από ανορεξία και σκουροχρωμία.



**Εικ. 16.** Δονακίωση σε λαβράκι – αιμορραγικές αλλοιώσεις και εξελκώσεις στο δέρμα.



**Εικ. 17.** Δονακίωση σε λαβράκι – σπληνομεγαλία και υπεραιμία εντέρου.

Στην οξεία μορφή εξωτερικά παρατηρούνται ερυθρότητα της περιστοματικής περιοχής, εξόφθαλμος, ερυθρότητα στη βάση των πτερυγίων και της έδρας, υποδερμικές κύστεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρούνται ελκωτικές αλλοιώσεις στο δέρμα σε διάφορα σημεία του σώματος (Εικόνα 16). Μακροσκοπικά κατά την νεκροψία παρατηρούνται αιμορραγίες και νεκρώσεις στα περισσότερα όργανα χαρακτηριστικές αιμορραγικής σηψαιμίας. Ο σπλήνας είναι διογκωμένος και το έντερο παρουσιάζει έντονη υπεραιμία, εντερίτιδα, διάταση, νεκρώσεις και εξελκώσεις με χαρακτηριστική εικόνα στη περιοχή της έδρας. (Εικόνα 17). Στις μολύνσεις από *V. ordalii* παρατηρούνται μικροαποικίες του οργανισμού στους σκελετικούς μύες και τη καρδιά, τα βράγχια και το έντερο και στο αίμα λευκοπενία. Σε μία προσπάθεια να ομαδοποιηθούν τα κλινικά συμπτώματα που έχουν περιγραφεί από ασθενή από *Vibrio* ψάρια, παρατίθενται οι παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 11. External signs of disease (modified after Austin and Austin 2007).**

	External disease signs													
PATHOGEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>V. alginolyticus</i>		+	+		+						+			
<i>V. fischeri</i>						+					+			
<i>V. harveyii</i>		+	+								+			+
<i>V. ordalii</i>	+			+	+			+				+		
<i>V. pelagius</i>							+	+						
<i>V. splendidus</i>	+							+	+		+	+	+	
<i>V. vulnificus</i>										+				

1= κατατονική συμπεριφορά, 2= σκουροχρωμία, 3= βλάβη ματιού / εξόφθαλμος, 4= αιμορραγία στη στοματική περιοχή, 5= βλάβες βραγχίων, 6= άσπρα οζίδια στο δέρμα / βράγχια, 7= διάβρωση πτερυγίων, 8= αιμορραγία στη βάση των πτερυγίων, 9= διάταση κοιλιάς, 10= αιμορραγία στη

επιφάνεια / μυ, 11= έλκη / εξελκώσεις, 12= αιμορραγίες γύρω από την έδρα, 13=ανορεξία, 14= σπειροειδής κολύμβηση, ξεσπάσματα, διαταραχές κολύμβησης.

**Πίνακας 12. Internal signs of disease (modified after Austin and Austin 2007).**

PATHOGEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>V. alginolyticus</i>		+		+	+	+	+		
<i>V. fischeri</i>									+
<i>V. harveyii</i>						+	+		
<i>V. ordalii</i>			+		+		+		
<i>V. pelagius</i>						+	+		
<i>V. splendidus</i>					+	+		+	
<i>V. vulnificus</i>									

1= νέκρωση εντέρου, 2= ασκίτης, 3= πετέχειες στα μυϊκά τοιχώματα, 4= υγρό στη νηκτική κύστη, 5= αιμορραγίες και/ή αιματηρό εξίδρωμα στη περιτοναϊκή κοιλότητα, 6= διάταση εντέρου, 7= αιμορραγίες πάνω/μέσα στα εσωτερικά όργανα, 8= ωχρο εύθρυπτο/αποχρωματισμένο ήπαρ, 9= ύπαρξη όγκων

Διάγνωση: Γίνεται με την απομόνωση και ταυτοποίηση του υπεύθυνου

μικροοργανισμού σε κατάλληλα θρεπτικά υλικά. Συνήθως χρησιμοποιούνται το marine agar και το επιλεκτικό thiosulfate-citrate-bile salt-sucrose agar (TCBS). Η ταυτοποίηση του παθογόνου γίνεται με διάφορες βιοχημικές δοκιμές.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι κλασικές μέθοδοι σε εργαστηριακά σωληνάρια ή έτοιμες δοκιμές όπως τα API 20E και API ZYM συστήματα, και πιο πρόσφατα τα API 20NE API50CH, API 50L, Biolog-GN, Enterotubes και RapidID 32 συστήματα.

Παρακάτω παρατίθενται πίνακες με τα αποτελέσματα που έδωσαν μερικά από τα προαναφερθέντα συστήματα και για διάφορα είδη *Vibrio*.

**Πίνακας 13. Profiles of fish pathogenic *Vibrios* using the API20E system.**

Pathogen	API20E TEST No																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>V. alginolyticus</i>	-	-	+	-	v	-	-	-	+	-	V	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	
<i>V. harveyii</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	
<i>V. ordalii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	
<i>V. splendidus</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>V. vulnificus</i>	+	-	v	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+

1= b-galactosidase, 2= arginine dehydrolase, 3= lysine decarboxylase, 4= ornithine decarboxylase, 5= citrate utilization, 6= H<sub>2</sub>S production, 7= urease production, 8= tryptophan deaminase, 9= indole production, 10= Vogues Proskauer reaction, 11= gelatine hydrolysis, 12= acid from glucose, 13= acid from mannitol, 14= acid from inositol, 15= acid from sorbitol, 16= acid from rhamnose, 17= acid from sucrose, 18= acid from melibiose, 19= acid from arabinose, 20= oxidase production.

+, - and v correspond to >80, >20 and 21-79% of positive results, respectively.

( ) indicates weakly positive results.

Για σύγκριση παρατίθεται πίνακας όπου χρησιμοποιήθηκαν οι κλασικές βιοχημικές δοκιμές.

**Πίνακας 14. Profiles of fish *Vibrio* isolates originating from farmed gilthead seabream using conventional methods (modified after Balebona *et al.* 1998b)**

TEST	<i>V. aesturianus</i>	<i>V. campbellii</i>	<i>V. fischeri</i>	<i>V. nereis</i>	<i>V. tubiashii</i>
Swarming	-	-	-	-	-
Indole production	+	+	-	-	+
Acetoin production	-	-	-	-	-
<i>Growth at C</i>					
4	+	-	-	-	-
18	+	+	+	+	+
22	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+
35	+	+	-	+	+
40	-	NT	-	NT	-
<i>Growth in NaCl %</i>					
0	-	-	-	-	-
1.5	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+
8	V	-	-	+	-
10	-	-	-	+	-
<i>Production of:</i>					
Alginase	-	-	-	-	-
Amylase	+	+	+	-	+
Arginine dihydrolase	V	-	-	+	+
Catalase	+	+	+	-	+
b-Galactosidase	+	-	-	-	+
Gelatinase	+	+	-	-	+
Lipase	+	+	+	-	+
Lysine decarboxylase	-	+	+	-	-
Nitrate reduction	+	+	+	+	+
Omithine decarboxylase	-	-	-	-	-
<i>Hydrolysis of:</i>					
Aesculin	+	-	+	-	-
Casein	+	-	+	+	V
Urea	-	-	+	-	-
<i>Utilization of:</i>					
Acetate	V	-	-	+	+
Aconitate	-	+	-	+	-
D-Alanine	+	+	-	+	+
L-Alanine	+	+	-	+	+
g- Aminobutyrate	+	-	-	+	+
Amygdalin	-	-	-	-	-
L-Arabinose	-	-	-	-	-

L-Aspartate	+	-	+	+	-
Cellobiose	+	+	+	-	+
Citrate	+	+	+	+	+
D-Fructose	+	+	+	+	+
D-Galactose	V	-	+	-	+
D-Galacturonate	-	-	-	-	-
D-Gluconate	+	-	-	+	+
a- D-Glucose	+	+	+	+	+
D-Glucuronate	-	-	-	-	-
L-Glutamate	V	-	+	+	+
Glycerol	+	+	+	+	+
Glycine	V	-	-	+	+
L-Histidine	-	-	-	+	+
b- Hydroxybutyrate	-	-	-	+	+
myo-Inositol	-	-	-	-	-
a-Ketoglutarate	+	+	-	+	+
DL-Lactate	+	+	-	+	+
Lactose	-	-	-	-	-
L-Leucine	-	-	-	+	-
DL-Malate	+	+	-	+	+
Maltose	+	+	+	+	+
D-Mannitol	+	+	+	-	+
D-Mannose	V	-	+	-	+
Melibiose	V	-	-	-	+
N-Acetyl- glucosamine	+	+	+	+	+
L-Ornithine	-	-	-	+	+
L-Proline	+	+	+	+	+
Propionate	+	+	-	+	-
Putrescine	-	-	-	+	+
Pyruvate	+	+	-	+	+
Quinate	V	-	-	-	+
L-Rhamnose	-	-	-	-	-
L-Serine	+	+	-	+	+
D-Sorbitol	-	-	-	-	-
Succinate	+	+	-	+	+
Sucrose	-	-	-	+	+
D-Trehalose	+	+	-	+	+
L-Threonine	+	+	-	+	+
Tween-40	+	+	+	+	+
Tween-80	+	+	-	-	+

**Πίνακας 15. Differential characteristics of *V. alginolyticus* obtained with the API20NE (Results after incubation at 30C for 24-48h).**

Pathogen	API20 NE TEST No																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>V. alginolyticus</i>	+	+	+	-	-	v	+	-	v	-	v	v	v	v	v	-	-	+	-	-	+

+, - and v correspond to >80, >20 and 21-79% of positive results, respectively.

1= b-galactosidase, 2= arginine dehydrolase, 3= lysine decarboxylase, 4= ornithine decarboxylase, 5= citrate utilization, 6= H<sub>2</sub>S production, 7= urease production, 8= tryptophan deaminase, 9= indole production, 10= Vogues Proskauer reaction, 11= gelatine hydrolysis, 12= acid from glucose, 13= acid from mannitol, 14= acid from inositol, 15= acid from sorbitol, 16= acid from rhamnose, 17= acid from sucrose, 18= acid from melibiose, 19= acid from arabinose, 20= oxidase production.

**Πίνακας 16. Characteristics of *Vibrio* species by BIOLOG-GN (modified after Austin and Austin 2007).**

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>V. alginolyticus</i>	-	+	+	+	+	v	-	+	-	-	v	-	-	+	-	-	+	+	-	-
<i>V. harveyi</i>	-	+	v	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>V. vulnificus</i>	-	-	v	+	-	v	v	+	-	-	-	+	-	+	-	v	+	+	-	-

+, - and v correspond to >80, >20 and 21-79% of positive results, respectively.

1= water, 2= a-cyclodextrin, 3= dextrin, 4= glycogen, 5= Tween 40, 6= Tween 80, 7= N-acetyl-D-galactosamine, 8= N-acetyl-D-glucosamine, 9= adonitol, 10= L-arabinose, 11=D-arabitol, 12= cellobiose, 13= i-erythritol, 14= D-fructose, 15= L-fucose, 16= D-galactose, 17= gentiobiose, 18= a-D-glucose, 19= m-inositol, 20= a-lactose.

**Πίνακας 16. continued**

Species	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<i>V. alginolyticus</i>	-	+	+	+	-	v	+	-	-	+	+	+	v	-	+	+	+	-	-	V
<i>V. harveyi</i>	-	+	+	+	-	-	+	-	-	v	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>V. vulnificus</i>	-	+	v	+	-	v	+	-	-	v	v	+	-	-	+	v	v	-	-	-

+, - and v correspond to >80, >20 and 21-79% of positive results, respectively.

21= lactulose, 22= maltose, 23= D-mannitol, 24= D-mannose, 25= D-melibiose, 26= b-methyl glucoside, 27= psicose, 28= D-raffinose, 29= L-rhamnose, 30= D-sorbitol, 31= sucrose, 32= D-trehalose, 33= turanose, 34= xylitol, 35= methyl pyruvate, 36= mono-methyl-succinate, 37= acetic acid, 38= cis-aconitic acid, 39= citric acid, 40= formic acid

**Πίνακας 16. continued**

Species	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
<i>V. alginolyticus</i>	-	-	+	-	-	v	-	-	-	-	v	v	-	+	-	+	-	-	-	+
<i>V. harveyi</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>V. vulnificus</i>	-	-	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	v	-	-	-	-	-	+

+, - and v correspond to >80, >20 and 21-79% of positive results, respectively.

41= D-galactonic acid lactone, 42= D-galacturonic acid, 43= D-gluconic acid, 44= D-glucosaminic acid, 45= D-glucuronic acid, 46= a-hydroxy butyric acid, 47= b-hydroxy butyric acid, 48= b-hydroxy butyric acid, 49= p-hydroxy phenylacetic acid, 50= itaconic acid, 51= a-keto-butyric acid, 52= a-keto-glutaric acid, 53= a-keto-valeric acid, 54= D,L-lactic acid, 55= malonic acid, 56= propionic acid, 57= quinic acid, 58= D-saccharic acid, 59= sebacic acid, 60= succinic acid

**Πίνακας 16. continued**

Species	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
<i>V. alginolyticus</i>	v	+	-	v	+	+	+	+	+	+	+	+	+	v	v	v	-	+	-	V
<i>V. harveyi</i>	-	-	v	-	-	+	+	-	+	+	+	V	-	-	-	-	-	-	-	+

<i>V. vulnificus</i>	-	v	-	-	-	v	v	v	v	+	v	v	-	-	-	-	-	-	-	-
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

+, - and v correspond to >80, >20 and 21-79% of positive results, respectively.

61= bromosuccinic acid, 62= succinamic acid, 63= glucuronamide, 64= alaninamide, 65= D-alanine, 66= L-alanine, 67= L-alanyl-glycine, 68= L-asparagine, 69= L-aspartic acid, 70= L-glutamic acid, 71= glycyl-L-aspartic acid, 72= glycyl-L-glutamic acid, 73= L-histidine, 74= hydroxyl-L-proline, 75= L-leucine, 76= L-ornithine, 77= L-phenyl-alanine, 78= L-proline, 79= L-pyroglytamic acid, 80= D-serine

### Πίνακας 16. continued

Species	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
<i>V. alginolyticus</i>	+	+	-	-	+	+	+	+	v	-	v	-	+	v	+	+
<i>V. harveyi</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>V. vulnificus</i>	v	-	-	-	v	+	+	v	-	-	-	-	v	-	v	v

+, - and v correspond to >80, >20 and 21-79% of positive results, respectively.

81= L-serine, 82= L-threonine, 83= D,L-carnitine, 84= g-aminobutyric acid, 85= urocanic acid, 86= inosine, 87= uridine, 88= thymidine, 89= phenylethylamine, 90= putrescine, 91= 2-aminoethanol, 92= 2,3 butanediol, 93= glycerol, 94= D,L-a-glycerol phosphate, 95= plucose-1-phosphate, 96= glucose-6-phosphate

Υπάρχουν ανοσολογικοί δείκτες ειδικοί για τους διάφορους ορότυπους του *L. anguillarum*, *V. alginolyticus* ATCC 17749, *V. fischeri* NCIMB 1274, *V. anguillarum* O2 CECT 522, *V. anguillarum* O1 R82 and *V. anguillarum* O3 6064A (πολυκλωνικά αντισώματα) και μονοκλωνικά αντισώματα για τα *V. alginolyticus*, *V. carchariae*, *V. harveyi*, *V. ordalii* και *V. vulnificus* και στηριζόμενοι σε τέτοιους δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι ανοσολογικοί μέθοδοι ταυτοποίησης ELISA, western blot analysis, ανοσοφθορισμός και ανοσοιστοχημεία.

Επίσης υπάρχουν και μοριακοί δείκτες και η χρήση τεχνικών όπως AFLP, DNA:DNA hybridization, και 16S rDNA sequencing, όπως προαναφέρθηκε, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα και στη συστηματική των *Vibrio*.

**Θνησιμότητα:** Στην υπεροξεία μορφή μπορεί να ανέλθει στο 80%. Στην οξεία μορφή έχουν παρατηρηθεί θνησιμότητες έως και 40% του προσβεβλημένου πληθυσμού.

Συνήθως όμως στα περιστατικά που εμφανίζονται στην Ελλάδα, ακόμη και εάν χορηγηθούν έγκαιρα αντιβιοτικά η θνησιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 10 και 20%.

**Μετάδοση της νόσου:** Οριζόντια μέσω του νερού από μολυσμένα άγρια ψάρια, εξοπλισμό, από παθογόνα που επιζούν στο ίζημα του πυθμένα κάτω από τους ιχθυοκλωβούς και από ασπόνδυλους οργανισμούς του νερού. Κατά την εγκατάσταση της νόσου η μετάδοση γίνεται από τα νοσούντα στα υγιή ψάρια.

**Πρόληψη:** Η νόσος είναι ενδημική, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί είναι παρόντες παντού στο θαλάσσιο περιβάλλον και γι' αυτό και δεν γίνεται λόγος αποφυγής εισόδου του παθογόνου μέσα σε μία εκτροφή. Η εκδήλωσή της είναι άμεσα



συνυφασμένη με παράγοντες που προκαλούν αλλοίωση των ποιοτικών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών στη περιοχή εκτροφής και στρες στα ψάρια. Έτσι πρέπει αυτοί να αποφεύγονται και να τηρούνται οι γενικές αρχές πρόληψης που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο τμήμα των σημειώσεων.

Πειραματικά έχουν διαπιστωθεί τα παρακάτω:

#### *Vibrio harveyi*

Ένα διδύναμο εμβόλιο που περιείχε αδρανοποιημένα με φορμαλίνη ολικά κύτταρα και εξωκυτταρικά προϊόντα του *Vibrio harveyi* και του *Ph. damsela* subsp. *Piscicida* προσέδωσε προστασία μέχρι και 88% για 4 μήνες στη πειραματική μόλυνση από το *Vibrio harveyi*.

#### *Vibrio ordalii*

Το LPS αυτού του βακτηρίου έχει δώσει καλά σημεία αντιγονικότητας και προστασίας. Υπάρχουν στο εμπόριο διδύναμα εμβόλια με *Vibrio ordalii* και *L. anguillarum*.

#### *Vibrio vulnificus*

Υπάρχουν διάφορες αναφορές για εμβολιακά μίγματα που περιέχουν αντιγόνα της κάψας και τοξινών του βακτηρίου και των δύο οροτύπων, E & A με πολύ καλά αποτελέσματα σε ότι αφορά την ανοσολογική αντίδραση και τη προστασία μετά από πειραματική μόλυνση. Δεν υπάρχουν όμως εμβόλια στο εμπόριο.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν εμβόλια που περιέχουν τους ορότυπους O1, O2a, ή O1 βιότυπο I, O2 βιότυπο I, O2 βιότυπο II της *Listonella (Vibrio) anguillarum*, τα οποία είναι πολυδύναμα και μπορεί να περιέχουν και το παθογόνο *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*. Όλα αυτά τα προϊόντα περιέχουν αδρανοποιημένα με φορμαλίνη ολικά κύτταρα των βακτηριακών ειδών. Ένα από αυτά τα πολυδύναμα εμβόλια περιέχει ολικά κύτταρα του *V. ordalii*.

Συμπερασματικά λοιπόν, δεν υπάρχουν στο εμπόριο (τουλάχιστον στη Ελλάδα) εμβόλια ενάντια στα άλλα είδη *Vibrio* που όλο και περισσότερο απομονώνονται από δονακιώσεις των ψαριών.

Αυτό δημιουργεί ένα σημαντικό κενό. Παρά το γεγονός ότι κάποια από τα αντιγόνα μεταξύ των *Vibrio* είναι κοινά και έτσι ένα εμβόλιο για ένα είδος μπορεί να παρέχει κάποια σχετική προστασία και για κάποιο άλλο είδος, αυτό δεν είναι αρκετό για να προστατεύσει τα εκτρεφόμενα ψάρια από τις καινούργιες προκλήσεις.

Η επικράτηση ολοένα και περισσότερο μη κλασικών *Vibrio* σε σχέση με τα κλασικά είδη (δηλ. των *L. anguillarum* και *V. ordalii*) σαν αιτιολογικοί παράγοντες της δονακίωσης στα θαλάσσια εκτρεφόμενα ψάρια μάλλον είναι αποτέλεσμα της μακροχρόνιας και αποτελεσματικής εφαρμογής εμβολιασμών κατά της δονακίωσης που οφείλεται στα κλασικά είδη. Τα ψάρια δεν νοσούσαν, η ασθένεια δεν συντηρούνταν ή εξελίσσονταν με συνέπεια να μειώνεται ολοένα και περισσότερο το δυναμικό ενεργητικό των κλασικών *Vibrio*. Αυτό όμως προκάλεσε την παρατηρούμενη άνηση και εξέλιξη των νεοπεριγραφόμενων από ασθένειες ειδών. Έτσι λοιπόν, η εξέλιξη στη καταπολέμηση της δονακίωσης πρέπει να συμπεριλάβει την ανάπτυξη εμβολίων και για τα νεοεμπλεκόμενα είδη.

Θεραπεία: Η χορήγηση αντιβιοτικών είναι συνήθως αποτελεσματική. Η εμφάνιση όμως ανθεκτικών στελεχών απαιτεί τη διενέργεια αντιβιογράμματος πριν την θεραπεία και την κατ' εναλλαγή χρήση των αντιβιοτικών σε επαναλαμβανόμενα περιστατικά. Συνήθως η νόσος υποτροπιάζει.

Τα αντιβιοτικά για τα οποία υπάρχουν δημοσιευμένα μέγιστα επίπεδα καταλοίπων (MRLs) στα ψάρια και τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην Ευρώπη (KAN. EC 542/2008) είναι τα ακόλουθα:

Oxolinic acid: up to 100µg/kg in muscle and skin

Sarafloxacin: up to 30µg/kg in muscle and skin

Flumequine: up to 600µg/kg in muscle and skin

Deltamethrine: up to 10µg/kg in muscle and skin

Tefloibenzourone: up to 500µg/kg in muscle and skin

Emamectin B1a: up to 100µg/kg in muscle and skin

Από τα δημοσιευμένα δεδομένα διάφορων ερευνητών, το Oxolinic acid και η Flumequine είναι αντιβιοτικά στα οποία τα περισσότερα είδη θαλάσσιων παθογόνων *Vibrio* είναι ευαίσθητα.

### **Φωτοβακτηριδίαση των ιχθύων**

Η φωτοβακτηριδίαση των ψαριών, ονομαζόμενη αρχικά παστερέλλωση και αποδιδόμενη στο βακτήριο *Pasteurella piscicida*, περιγράφεται και ερευνάται για περισσότερο από 4 δεκαετίες. Αναφορές για νέα είδη ψαριών που εμφανίζουν την ασθένεια και για νέες περιοχές εντόπισης στη Βόρεια ή τη Νότια Εύκρατη ζώνη αποτελούν σύνηθες φαινόμενο στη βιβλιογραφία.

Η ασθένεια από τη στιγμή που θα εμφανιστεί σε μία περιοχή γίνεται ενδημική, είναι αδύνατο να εξαλειφθεί και σχεδόν πάντα συνδέεται με δραστηριότητες ιχθυοκαλλιέργειας.

#### Ιστορικό

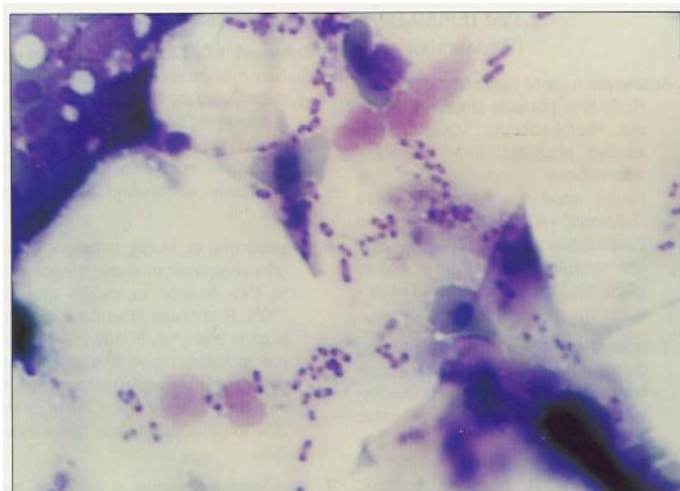
Η φωτοβακτηριδίαση αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1990 στην Ιταλία (σε ότι αφορά την Ευρώπη γιατί περιστατικά της ασθένειας είχαν περιγραφεί παλιότερα από την Ιαπωνία) και επηρέασε το λαβράκι, το κέφαλο, τη τσιπούρα, την αθερίνα, το φαγκρί και τη γλώσσα. Σε παρόμοια είδη ψαριών απομονώθηκε στη Γαλλία, την Ελλάδα και την Ισπανία τα επόμενα έτη. Το 1995 η ασθένεια περιγράφηκε και στην Τουρκία και Ισραήλ και το 1997 στη Μάλτα.

#### Ευαίσθητα είδη

Τα είδη από τα οποία έχει απομονωθεί το βακτήριο περιλαμβάνουν τα: yellowtail (*Seriola quinqueradiata*), κέφαλος (*Mugil cephalus*), σκαθάρι (*Acanthopagrus schlegeli*), Ιαπωνικό φαγκρί (*Pagrus major*), το ιαπωνικό ayu (*Plecoglossus altivelis*), Ιαπωνικός ροφός (*Epinephelus akaara*), λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*), γλώσσα ατλαντικού (*Solea solea*), τσιπούρα (*Sparus aurata*), αθερίνα (*Atherina buoyeri*), καλκάνι (*Scophthalmus maximus*), μυτάκι (*Diplodus puntazzo*), σαργός (*Diplodus sargus sargus*), συναγρίδα (*Dentex dentex*), φαγκρί Ατλαντικού (*Pagrus auriga*), γλώσσα Σενεγάλης (*Solea senegalensis*), μαγιάτικο (*Seriola dumerili*), τόνος (*Thunnus thynnus*).

#### Αιτιολογία

Ο αιτιολογικός παράγοντας της φωτοβακτηριδίασης είναι ένα κατά Gram αρνητικό βακτήριο, ακίνητο, που εμφανίζει διπολική χρώση και πολυμορφισμό από κόκκους μέχρι μακριά δονάκια και νηματώδεις μορφές. Για πολλά χρόνια το βακτήριο αυτό ονομαζόταν *Pasteurella piscicida* αλλά μετά από μελέτες ομολογίας του DNA του το 1995, αποδείχθηκε ότι ανήκει στο γένος *Photobacteria*, το είδος *damsela* και επειδή είναι ιχθυοφόνο, ονομάστηκε *piscicida* για να το διαχωρίσει από το *Photobacterium damsela* που είναι βακτήριο του περιβάλλοντος. Έτσι, το είδος που προκαλεί την ασθένεια στα ψάρια ονομάστηκε *Photobacterium damsela subspecies piscicida*, και για συντομία, Phdp.



**Εικ. 18.** Επίχρισμα σπληνός – βακτήρια *Pasteurella piscicida* με εμφανή την διπολική χρώση (Χρώση May Grünwald – Giemsa x 1000).

### Εργαστηριακά χαρακτηριστικά

#### *Απαιτήσεις για ανάπτυξη*

Το βακτήριο μπορεί να μεγαλώσει σε πολλά και απλά βακτηριολογικά υλικά καλλιέργειας αρκεί να χορηγηθεί αλάτι στο βέλτιστο ποσοστό του 2%. Συχνά για τη πρώτη απομόνωση χρησιμοποιείται αιματούχο άγαρ, αλλά δεν είναι απαραίτητο και υλικά όπως tryptone soya, marine και brain heart infusion με τελική περιεκτικότητα 2% NaCl, έχουν αποδειχθεί πολύ χρήσιμα. Στα υλικά καλλιέργειας έχει γίνει και χρήση ειδικών μιγμάτων με ενδιαφέροντα αποτελέσματα, όπως εκχύλισμα ζύμης και πεπτόνη ψαριών. Η καλύτερη ανάπτυξη επιτυγχάνεται σε μία θερμοκρασία 22°C και ουδέτερο pH.

#### *Μορφολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά*

Επιπλέον των μορφολογικών χαρακτηριστικών που προαναφέρθηκαν, έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη μίας πολυσακχαριδικής κάψας που περιβάλλει το βακτήριο και που μπορεί να υπεισέρχεται στη προστασία του από τους αμυντικούς μηχανισμούς των ψαριών. Αυτή η πολυσακχαριδική κάψα δεν σχετίζεται με το λιποπολυσακχαρίδιο του βακτηριακού κυττάρου και έχει διαπιστωθεί και με ηλεκτρονική μικροσκοπία. Αν και αρχικά θεωρούνταν ότι η παραγωγή της σχετιζόταν με την ύπαρξη γλυκόζης στο υλικό καλλιέργειας, πιο πρόσφατα δεδομένα συνηγορούν προς το γεγονός ότι η κάψα παράγεται και σε υλικά που δεν έχουν απαραίτητα γλυκόζη και ότι η παραγωγή της σχετίζεται με το πόσο παθογόνο και φρεσκοαπομονωμένο είναι το στέλεχος του βακτηρίου.

Το φωτοβακτηρίδιο των ψαριών είναι σχετικά ανενεργό βιοχημικά βακτήριο.

Χρησιμοποιώντας το σύστημα API 20E της Biomerieux, παρατηρείται αντίδραση μόνο στη δοκιμή της υδρολάσης της αργινίνης και στην αερόβια και αναερόβια

ζύμωση της γλυκόζης. Η χρήση συμβατικών δοκιμών (ιδιαίτερα για τη διαπίστωση χρήσης και άλλων υδατανθράκων) αποκάλυψε ότι το βακτήριο μπορεί να χρησιμοποιήσει και τα σάκχαρα γαλακτόζη, μαννόζη και φρουκτόζη και ότι είναι θετικό στη δοκιμή της οξειδάσης (αλλά όχι πάντα – δυνατές αντιδράσεις σχετίζονται με την ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων στο βακτήριο κυτοχρώμης c).

#### Ο φαινότυπος του φωτοβακτηριδίου

Ο φαινότυπος των βακτηρίων αναλύεται κατά κύριο λόγο με ηλεκτροφόρηση και αφορά ολικά βακτηριακά κύτταρα, εξωκυτταρικές μεμβράνες, ένζυμα και εξωκυτταρικά προϊόντα και το λιποπολυσακχαρίδιο.

Η σύγκριση των φαινοτύπων των πρωτεϊνών των ολικών κυττάρων και της εξωκυτταρικής μεμβράνης και του λιποπολυσακχαριδίου διαφόρων στελεχών που απομονώθηκαν από διάφορα είδη ψαριών και από διάφορες γεωγραφικές περιοχές, αποκάλυψε ότι υπάρχει μία φαινοτυπική ομοιογένεια ανεξάρτητα του είδους και της γεωγραφικής περιοχής.

Τα εξωκυτταρικά προϊόντα και τα ένζυμα που παράγει το βακτήριο έχουν αναλυθεί και συγκριθεί για πολλά στελέχη. Το πλείστο των εξωκυτταρικών προϊόντων έχει λιποπολυσακχαριδική φύση και μόνο λίγα πρωτεϊνικά μόρια έχουν διαπιστωθεί.

Χρησιμοποιώντας το σύστημα API ZYM της Biomerieux, ταυτοποιήθηκαν ενζυμικές αντιδράσεις όπως όξινες και αλκαλικές φωσφατάσες, εστεράσες, λιπάσες, καζεϊνάσες και αμυλάσες αλλά επίσης διαπιστώθηκε και ανομοιογένεια μεταξύ στελεχών.

Επιπλέον, καθαρά εξωκυτταρικά προϊόντα του βακτηρίου έχει βρεθεί ότι είναι τοξικά για τα ψάρια και κυτταρικές σειρές ψαριών και ότι έχουν αιμολυτικές ιδιότητες.

Το παθογόνο παράγει επιπλέον πρωτεΐνες στην εξωκυτταρική του μεμβράνη ως αντίδραση στην έλλειψη σιδήρου στο περιβάλλον καλλιέργειας, ενώ η παραγωγή σιδεροφορών ουσιών δεν είναι ξεκαθαρισμένη. Κάτω από τέτοιες συνθήκες παρατηρήθηκαν αλλαγές στις ενζυματικές δραστηριότητες των εξωκυτταρικών προϊόντων.

#### Ορότυποι-αντιγονικοί τύποι

Διάφορες ορολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει μια ομοιογένεια σε ότι αφορά τα αντιγονικά χαρακτηριστικά του παθογόνου ανεξάρτητα από το είδος και τη γεωγραφική περιοχή που απομονώθηκε. Οι πιο έντονες αντιδράσεις στους ορούς που παράχθηκαν αφορούσαν το λιποπολυσακχαρίδιο του βακτηρίου, αλλά δεν βρέθηκαν διαφορετικοί ορότυποι. Παρ' όλα αυτά, έχουν βρεθεί, με τη χρήση δεικτών για RNA,

δύο διαφορετικοί ριβότυποι για το βακτήριο που θα μπορούσαν, σε περίπτωση έκφρασής τους, να έχουν αντιγονικές προεκτάσεις στην ύπαρξη δύο οροτύπων.

### Επιδημιολογία

#### *Ευαίσθητοι οργανισμοί*

Υπάρχει αρνητική σχέση μεταξύ της ηλικίας των ψαριών και της ασθένειας. Τα νεαρά ψάρια είναι πιο ευαίσθητα από τα μεγαλύτερα σε ηλικία. Κάποια είδη ψαριών φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητα στο βακτήριο από κάποια άλλα, δεν υπάρχει όμως μία συγκεντρωτική μελέτη με τις ίδιες μεθόδους που θα μπορούσε να αναφερθεί.

Γενικά πάντως, το LD<sub>50</sub> για το Phdp κυμαίνεται μεταξύ 10<sup>3</sup> και 10<sup>6</sup> κύτταρα /ml για την ενδοπεριτοναϊκή έγχυση και 10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup> κύτταρα/ml για την εμβάπτιση.

#### *Εποχές εμφάνισης*

Γενικά, η ασθένεια εμφανίζεται από το τέλος της άνοιξης μέχρι το μέσο του φθινοπώρου σε θερμοκρασίες 18-29°C. Παρόλα αυτά έχουν αναφερθεί ξεσπάσματα της ασθένειας και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (15°C).

#### *Πηγές και αποθήκες της μόλυνσης*

Αν και το νερό έχει ενοχοποιηθεί ως αποθήκη του παθογόνου, έχει βρεθεί ότι το βακτήριο δεν επιζεί στο νερό παραπάνω από 4-6 ημέρες. Όμως, μπορεί να επιζήσει στα βενθικά ιζήματα μέχρι 12 ημέρες ανάλογα με το είδος του βενθικού μικρόκοσμου. Παρόλα αυτά δεν μπορεί να αποκλειστούν και μεγαλύτεροι χρόνοι επιβίωσης σε βενθικά ιζήματα ή επιφάνειες σε περιοχές πλούσιες σε θρεπτικά υλικά, όπως για παράδειγμα, κοντά σε μονάδες υδατοκαλλιέργειας. Επιπλέον, έχουν αναφερθεί και μορφές του βακτηρίου που είναι μεν ζωντανές αλλά μη καλλιεργήσιμες βρισκόμενες σε μία κατάσταση «ύπνωσης».

Από τη στιγμή που η νόσος είναι ενδημική, όπως συμβαίνει στη Μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια, πρέπει να θεωρούμε ότι το περιβάλλον με τα έμβια όντα που βρίσκονται σε αυτό είναι μολυσμένο και ανά πάσα στιγμή μπορεί να μολύνει τους ευαίσθητους οργανισμούς.

#### *Περίοδος επώασης*

Η περίοδος επώασης ποικίλλει και εξαρτάται από τη δόση του βακτηρίου, τη παθογένειά του, το είδος και την ηλικία του ψαριού και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Για παράδειγμα, τσιπούρα 4 και 20gr και καλκάνι 5gr, πέθαναν μετά από 2-3, 3-5 και 1 ημέρα μετά από ενδοπεριτοναϊκή μόλυνση, αντίστοιχα, με 5X10<sup>7</sup> Phdp κύτταρα στους 18-20°C.

### Παθογένεια της φωτοβακτηριδίασης

Γενικά, η παθογένεια μιας βακτηριακής μόλυνσης περιλαμβάνει μία περίπλοκη σειρά από βιοχημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του παθογόνου μικροοργανισμού και του ξενιστή. Η κατάληξη μίας μόλυνσης εξαρτάται από έναν συνδυασμό παραγόντων συμπεριλαμβανομένων της λοιμογόνου δύναμης του παθογόνου, τη κατάσταση του ανοσοποιητικού συστήματος του ξενιστή και την εσωτερική του άμυνα.

Σημαντικά στάδια στη παθογένεια των βακτηρίων και στη λοιμικότητά τους αποτελούν η δυνατότητα του εισβάλλοντος βακτηρίου να προσκολλάται και να εισέρχεται στο ξενιστή, να πολλαπλασιάζεται γρήγορα *in vivo* ξεπερνώντας τόσο τους μη-ειδικούς και ειδικούς μηχανισμούς άμυνας του ξενιστή προκαλώντας ασθένεια και βλάβες στο ξενιστή.

#### *Προσκόλληση και είσοδος στο ξενιστή*

Το Phdp εμφανίζει έντονη ικανότητα προσκόλλησης στο έντερο φυσικών ξενιστών, η οποία όμως δεν οφείλεται σε ινίδια ή άλλα εξαρτήματα της εξωκυτταρικής μεμβράνης του βακτηρίου, ούτε σε πρωτεϊνικά μόρια. Επειδή δεν εμπλέκεται το λιποπολυσακχαρίδιο του βακτηρίου, ένα υποψήφιο μόριο που θα μπορούσε να εμπλέκεται είναι η πολυσακχαριδική κάψα του βακτηρίου. Δυστυχώς, δεν υπάρχει κάποια μελέτη που να αφορά στη δυνατότητα προσκόλλησης του παθογόνου στα βράγχια φυσικών ξενιστών.

#### *Εισβολή και πολλαπλασιασμός στο ξενιστή*

Μετά από πειραματική μόλυνση και προσκόλληση του παθογόνου στο δέρμα, τα βράγχια και στο επιθήλιο του στόματος, παρατηρείται γρήγορη εξάπλωση και πολλαπλασιασμός σχεδόν σε όλα τα εσωτερικά όργανα. Οι ιστοί του γαστρεντερικού σωλήνα δεν αποτελούν στόχο του βακτηρίου για πολλαπλασιασμό όσο τα βράγχια, το ήπαρ, η σπλήνα, τα νεφρά και η καρδιά. Σε μια άλλη μελέτη, μέσα σε 10 ώρες μετά από μόλυνση με εμβάπτιση, βακτήρια μπορούσαν να βρεθούν στη καρδιά, τη σπλήνα και τα βράγχια ενώ από τη 2<sup>η</sup> ημέρα το παθογόνο ήταν ορατό σε όλα τα όργανα εκτός του εγκεφάλου. Συμπερασματικά, στο λαβράκι, μετά την είσοδο του παθογόνου, παρατηρείται εντόπισή του και πολλαπλασιασμός στη σπλήνα και τα νεφρά και μετά μεταφορά του μέσω της κυκλοφορίας του αίματος σε όλα τα άλλα όργανα.

Πολλά βακτήρια για να επιβιώσουν των αμυντικών μηχανισμών του ξενιστή εισέρχονται σε κύτταρά του και κάτι τέτοιο έχει διαπιστωθεί και για το φωτοβακτηρίδιο. Το Phdp εισέρχεται στα μακροφάγα των ξενιστών όπου όχι μόνο

παρατηρείται ανθεκτικότητα στα λυτικά ένζυμά τους, αλλά και πολλαπλασιασμός του και τελική ρήξη του μακροφάγου με απελευθέρωση των βακτηριακών κυττάρων.

### Κλινικά συμπτώματα & παθολογία

#### *Κλινικά συμπτώματα*

Η φωτοβακτηριδίαση είναι μία σηψαιμική νόσος και ως εκ τούτου δεν έχει χαρακτηριστική συμπτωματολογία που να τη διαφοροποιεί από άλλες σηψαιμικές νόσους των ψαριών. Έχουν περιγραφεί η υπεροξεία, η οξεία και η χρόνια μορφή. Στην υπεροξεία μορφή παρατηρούνται μόνο αιφνίδιοι θάνατοι χωρίς κανένα άλλο σύμπτωμα. Στην οξεία μορφή παρατηρούνται αποχρωματισμός ή σκούρος χρωματισμός και ανορεξία και διόγκωση της κοιλιακής κοιλότητας και φυσικά θνησιμότητα. Στην χρόνια ή υποξεία μορφή παρατηρείται μία συνεχής χαμηλή θνησιμότητα και συνήθως παρατηρείται σε μεγαλύτερης ηλικίας άτομα ή σε ψάρια που επιβίωσαν της οξείας μορφής της νόσου.

#### *Παθολογικά & ιστοπαθολογικά ευρήματα*



**Εικ. 19.** Παστερίωση σε λαβράκι – εστιακή νέκρωση βραγχίων και σπληνομεγαλία.



**Εικ. 20.** Παστερίωση σε λαβράκι – υπεραϊμία ήπατος και σπληνομεγαλία.

Στην οξεία μορφή παρατηρούνται ωχρά συκώτι και νεφροί, διόγκωση της σπλήνας και των νεφρών, μικροερυθήματα και πετέχειες σε όργανα και ιστούς και κάποιες φορές άσπρα οζίδια στη σπλήνα, 1-2χιλ. Αυτά τα οζίδια χαρακτηρίζουν τη χρόνια μορφή της νόσου.

Ιστοπαθολογικά, κατά την οξεία φάση παρατηρούνται νεκρώσεις στο σπλήνα και τα νεφρά, διήθηση από ερυθροκύτταρα, βακτηριακά συσσωματώματα που βουλώνουν



τριχοειδή και βακτήρια μέσα και έξω από μακροφάγα. Τα χαρακτηριστικά οζίδια στη σπλήνα που παρατηρούνται στη χρόνια μορφή της νόσου είναι κοκκιωματώδεις αλλοιώσεις που αποτελούνται από βακτήρια, επιθηλιοειδή κύτταρα, μακροφάγα σε διάφορα εκφυλιστικά στάδια και ινοβλάστες.

#### Διάγνωση

Η διάγνωση στηρίζεται στην απομόνωση και ταυτοποίηση του φωτοβακτηριδίου από τη σπλήνα, τα νεφρά και το συκώτι των ασθενών ψαριών με τη χρήση βακτηριολογικών μεθόδων ρουτίνας. Η ύπαρξη των λευκωπών οζιδίων στη σπλήνα θεωρείται παθολογική της νόσου αλλά αυτά τα οζίδια παρατηρούνται μόνο στις χρόνιες και σπάνια στις οξείες μορφές της νόσου.

#### Διαφορική διάγνωση

Τα φωτοβακτηρίδια συνήθως πρέπει να διαφοροποιηθούν συνήθως από τα *Vibrio*. Οι παρακάτω πίνακες παρέχουν έναν οδηγό διαφοροποίησης του *Phdp* από άλλα βακτήρια με παρόμοια μορφολογικά, φυσιολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά. Πρέπει όμως να τονισθεί ότι χαρακτηριστικά όπως η κινητικότητα, η διπολική χρώση, η μορφολογία των αποικιών και άλλα, μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας.

**Πίνακας 17. Biochemical characteristics of *Vibrio* and *Pasteurella* spp. grown at 25°C for 48h on API 20E test strips and Baumann's media (Kent 1982).**

Species	<i>Ph. Damsel</i> subsp. <i>piscicida</i>	<i>P.</i> <i>plecoglossac</i> <i>ida</i>	<i>Vibrio</i> (atypical)	<i>V.</i> <i>anguillarum</i>	<i>V.</i> <i>ordalii</i>	<i>V.</i> <i>alginolyticu</i> <i>s</i>	<i>V.</i> <i>parahaem</i> <i>olyticus</i>
Na <sup>+</sup> requirement	+	+	+	+	+	+	+
Oxidase	+	+	+	+	+	+	+
O/129	+	n.r.	+	+	+	-	-
Penicillin	+	n.r.	-	-	-	-	-
Novobiocin	+	n.r.	+	+	+	+	+
NO <sub>3</sub> -NO <sub>2</sub>	-	-	+	+	+	+	+
ONPG	-	n.r.	-	+	-	-	-
Arginine dehydrolyase	+	-	-	V	-	-	-
Lysine decarboxylase	-	-	-	-	-	+	+
Ornithine decarboxylase	-	-	-	-	-	+	+
Citrate utilisation	-	n.r.	-	+	-	+	+
Urease	-	n.r.	-	-	-	-	-
Tryptophan deaminase	-	n.r.	-	-	-	-	-
Indole	-	-	+	V	-	+	+
Voges- Proskaer	-	-	-	+	-	+	-
Gelatinase	-	-	-	+	+	+	+
Acid from: Glucose	Weak +	+	+	+	+	+	+

Mannitol	-	-	+	+	+	+	+
Inositol	-	n.r.	-	-	-	-	-
Sorbitol	-	n.r.	+	+	-	-	-
Rhamnose	-	n.r.	-	-	-	-	-
Sucrose	-	+	+	+	+	+	-
Melibiose	-	-	-	-	-	-	-
Amygdalin	-	n.r.	-	+	-	-	-
Arabinose	-	-	-	V	-	-	+
Growth at 40°C	-	-	-	-	-	+	+

+ : positive , - : negative, V : variable, n.r. : not reported

**Πίνακας 18. Characteristics useful for the identification of piscine Pasteurella spp. and Vibrio obtainable using the API 20E system (Kent 1982).**

Species	<i>P. piscicida</i>	<i>P. plecoglossacida</i>	Vibrio (atypical)	<i>V. anguillarum</i>	<i>V. ordalii</i>	<i>V. alginolyticus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>
Gelatinase	-	-	-	+	+	+	+
Sorbitol	-	-	+	V	-	-	-
Sucrose	V	+	+	+	+	+	-
Arabinose	-	n.r.	-	V	-	-	+
V-P	-	-	-	+	-	+	-
Penicillin	+	n.r.	-	-	-	-	-
Motility at 20-25°C	-	-	+	+	+	+	+
Growth at 40°C	-	-	-	-	-	+	+
Oxidase	+	+	+	+	+	+	+

+ : positive , - : negative, V : variable, n.r. : not reported

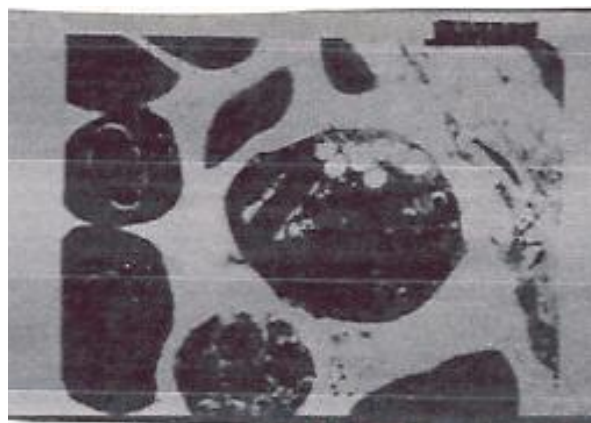
Η χρήση του API 20E της εταιρείας Biomerieux είναι ευρύτατη αλλά το γεγονός ότι το βακτήριο αντιδρά μόνο στη δοκιμή της διυδρολάσης της αργινίνης και στη χρήση της γλυκόζης, κάνει τη χρήση αυτής της δοκιμής ασύμφορη. Είναι προτιμότερη λοιπόν η χρήση των συμβατικών μεθόδων. Παρόλα αυτά, η οριστική ταυτοποίηση του παθογόνου δεν μπορεί να βασιστεί μόνο στα βιοχημικά του χαρακτηριστικά.

*Οριστική ταυτοποίηση*

Η οριστική ταυτοποίηση μπορεί να γίνει μόνο με τη χρήση ειδικών αντισωμάτων έναντι του Phdp ή ειδικών δεικτών DNA ή RNA. Στην αγορά υπάρχουν τόσο πολυκλωνικοί οροί όσο και μονοκλωνικά αντισώματα και βιομηχανοποιημένες δοκιμές για τη ταυτοποίηση του παθογόνου με τη χρήση διαφόρων ορολογικών μεθόδων όπως ELISA ή παραλλαγές της, ανοσοφθορισμό, κ.λ.π. Οι μοριακοί δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε PCR, ανοσο-PCR και άλλες μοριακές τεχνικές. Η μόνη απαίτηση από όλους τους δείκτες είναι να είναι ειδικοί για το παθογόνο φωτοβακτηρίδιο των ψαριών.



**Εικ. 21.** Ζωντανά βακτήρια μέσα σε λευκοκύτταρο (δεν παρατηρείται εκφύλιση των βακτηρίων). ΗΜ μεγέθυνση X 18.000



**Εικ. 22.** Μακροφάγο λαβρακιού με φαγοκυτταρωμένο ένα βακτηριακό κύτταρο *Pasteurella piscicida*. Ο μικροοργανισμός βρίσκεται εντός λυσοσωματίου ΗΜ μεγέθυνση X 22.000.

### Θεραπεία

Η θεραπεία εφαρμόζεται μόνο όταν έχει απομονωθεί το παθογόνο και έχει γίνει αντιβιογράμμα.

Οι αναφορές πάνω στην ευαισθησία ή την ανθεκτικότητα του φωτοβακτηριδίου στα αντιβιοτικά είναι δεκάδες. Όπως και για τα *Vibrio*, τα μόνα αντιβιοτικά που μπορούν να χορηγηθούν είναι αυτά για τα οποία έχουν καθορισθεί MRLs, δηλαδή τα εξής:

Oxolinic acid: up to 100µg/kg in muscle and skin

Sarafloxacin: up to 30µg/kg in muscle and skin

Flumequine: up to 600µg/kg in muscle and skin

Deltamethrine: up to 10µg/kg in muscle and skin

Tefloibenzourone: up to 500µg/kg in muscle and skin

Emamectin B1a: up to 100µg/kg in muscle and skin

Για τη flumequine μία δόση 10mg/Kg ζώντος βάρους για 10ημέρες σε θερμοκρασία 19-20°C στη τσιπούρα θεωρείται ένα καλό θεραπευτικό σχήμα. Για το oxolinic acid η δόση είναι λίγο μεγαλύτερη, 15-20mg/Kg ζώντος βάρους.

### Πρόληψη

Εφόσον η νόσος είναι ενδημική σε όλη τη Μεσόγειο, δεν μπορούμε να μιλάμε για αποφυγή εισόδου του μικροοργανισμού στο περιβάλλον της εκτροφής ή την αποφυγή επαφής των ψαριών με το βακτήριο.

Τα γενικά μέτρα πρόληψης, όπως έχουν αναφερθεί προηγουμένως πρέπει να τηρούνται για την αποφυγή αύξησης του αριθμού των βακτηρίων στο περιβάλλον αλλά και της εισόδου ενός πιο λοιμογόνου στελέχους του βακτηρίου σε μία εκτροφή. Θα πρέπει λοιπόν να τηρούνται οι κανόνες υγιεινής για οτιδήποτε εισέρχεται στη μονάδα, καραντίνα και προληπτικά μπάνια με αντιβιοτικά για νεοεισερχόμενα ψάρια, υγιεινή των υπαλλήλων, αποφυγή μετακίνησης από «βρώμικες» σε «καθαρές» περιοχές της εκτροφής, κ.λ.π. Ιδιαίτερα αυτά τα μέτρα πρέπει να λαμβάνονται για τις εγκαταστάσεις των εκκολαπτηρίων όπου η μικρή ηλικία των ψαριών που συντηρούνται τα κάνει πολύ πιο ευαίσθητα στη προσβολή από το βακτήριο.

Επιπλέον, λόγω του ότι τα εκκολαπτήρια αποτελούν συνήθως χερσαίες εγκαταστάσεις η εφαρμογή των κανόνων υγιεινής και αποφυγής εισόδου του βακτηρίου είναι πιο εύκολη σε σχέση με τις πλωτές εγκαταστάσεις.

Τα παραπάνω αποτελούν μέτρα παθητικής πρόληψης. Η ενεργητική πρόληψη είναι αυτή η οποία θωρακίζει τα ψάρια απέναντι στο βακτήριο και μπορεί να αφορά τόσο στην ενίσχυση του εσωτερικού ανοσοποιητικού συστήματος των ψαριών με τη χορήγηση ανοσοδιεγερτικών, όσο και στην διέγερση του προσαρμοζόμενου ανοσοποιητικού συστήματος των ψαριών με τη διενέργεια εμβολιασμών.

Οι μελέτες πάνω στην παραγωγή και εφαρμογή εμβολιακών μιγμάτων σε διάφορα είδη ευαίσθητων ψαριών είναι πάρα πολλές. Έχουν χρησιμοποιηθεί ολικά βακτηριακά κύτταρα, διασπασμένα κύτταρα, λιποπολυσακχαρίδιο, πολυσακχαριδική κάψα, πρωτεΐνες της εξωτερικής μεμβράνης, εξωκυτταρικά προϊόντα του βακτηρίου μετά από αδρανοποίηση με φορμόλη ή με θέρμανση και μόνα τους αλλά και σε όποιο

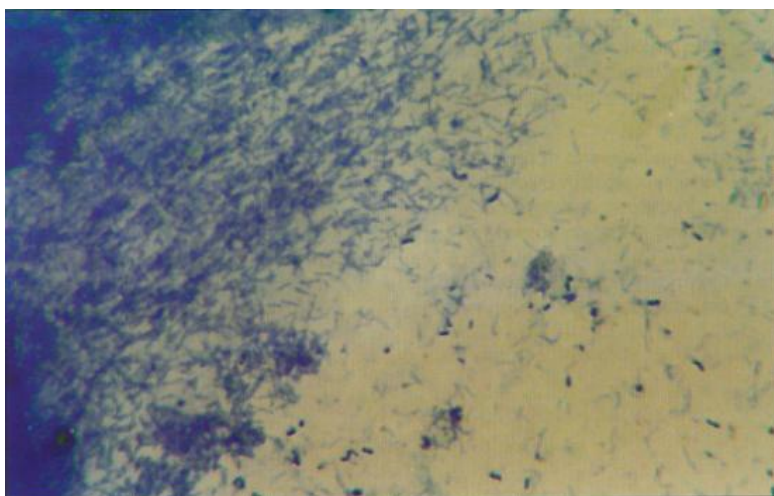
συνδυασμό μπορεί να γίνει και έχει βρεθεί ότι παρέχουν ανοσία στα εμβολιασμένα ψάρια κατά άλλους ερευνητές μικρή και κατά άλλους μεγαλύτερη η οποία όμως δεν διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Σημασία έχει να γνωρίζουμε ότι σε αντίθεση με τα *Vibrio* όπου η ανοσία βασίζεται σε αντισώματα έναντι του λιποπολυσακχαριδίου τους και των εξαρτημάτων της εξωτερικής μεμβράνης, η ανοσία έναντι του Phdp στηρίζεται κυρίως στις πρωτεΐνες και τα εξωκυτταρικά προϊόντα. Επιπλέον, ενώ στα *Vibrio* δεν είναι αναγκαία η εμπλοκή σε μεγάλο βαθμό της κυτταρικής ανοσίας (λιποπολυσακχαρίδιο = T-μη εξαρτώμενο), στα Phdp κάτι τέτοιο είναι ζητούμενο (το φωτοβακτηρίδιο επιζεί εντός των μακροφάγων). Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την επιτυχία ή την αποτυχία ενός εμβολιακού μίγματος είναι εάν το παθογόνο βακτήριο που χρησιμοποιείται στο εμβολιακό μίγμα εκφράζει αντιγόνα που εκφράζονται και στο περιβάλλον.

Στην αγορά κυκλοφορούν εμβόλια κατά του φωτοβακτηριδίου μόνα τους ή σε συνδυασμό με *Vibrio*.

### **Μυξοβακτηριαδίαση**

Αιτιολογία: Κύριο αίτιο της νόσου είναι το αρνητικό κατά Gram βακτήριο *Flexibacter maritimus* (Εικόνα 23) που ονομάζεται πια *Tenacibaculum maritimum*. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται και άλλα συγγενή είδη μικροοργανισμών που εμπλέκονται στη πρόκληση δερματικών αλλοιώσεων στα ευρύαλα καλλιεργούμενα είδη, όπως *Flavobacterium* spp.



**Εικ. 23.** Μυξοβακτήρια σε επίχρισμα από βράγχια (χρώση Methylene blue X 400)

Ευαίσθητα είδη: Το καλκάνι, η γλώσσα και ο σολωμός του Ατλαντικού. Από τα

Μεσογειακά είδη η τσιπούρα και το λαβράκι θεωρούνται ευαίσθητα.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Η νόσος εμφανίζεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών. Στην Ελλάδα έχει παρατηρηθεί ότι, ιδιαίτερα για τα νεοεισαγόμενα ιχθύδια λαβρακιού, η πιο κρίσιμη περίοδος είναι από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούνιο.

Κλινικά συμπτώματα: Ελκωτικές δερματικές αλλοιώσεις σε διάφορα σημεία του σώματος καθώς και νέκρωση των πτερυγίων και της ουράς. Στα ιχθύδια παρατηρείται ερυθρότητα του στόματος (Εικόνα 24), η οποία μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε διάβρωση των γνάθων. Συχνά οι αλλοιώσεις επικαλύπτονται από στρώμα παχύρρευστης κιτρινωπής βλέννας. Σε μερικές περιπτώσεις είναι δυνατό να παρατηρηθούν εστιακές νεκρώσεις στα βράγχια.



*Εικ. 24. Ερυθρότητα του στόματος σε ιχθύδιο τσιπούρας από μυξοβακτήρια.*

Διάγνωση: Με παρατήρηση νοπών επιχρισμάτων από τις αλλοιώσεις και την παρουσία επιμηκών βακίλων. Είναι δυνατή η απομόνωση του μικροοργανισμού και σε ειδικά εκλεκτικά υποστρώματα.

Θνησιμότητα: Αρκετά υψηλή. Στα νεοεισαγόμενα ιχθύδια λαβρακιού αναφέρονται θνησιμότητες μέχρι και 10-20% του προσβεβλημένου ιχθυοπληθυσμού.

Μετάδοση: Άγνωστη. Μεταξύ των ψαριών μεταδίδεται μέσω του νερού.

Πρόληψη: Η εμφάνιση της νόσου είναι συνυφασμένη με την ύπαρξη παραγόντων που προκαλούν στρες. Η αποφυγή των τελευταίων και η μείωση των αιτιών που μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς είναι δυνατό να συμβάλλουν στη πρόληψη της νόσου.

Θεραπεία: Η χορήγηση αντιβιοτικών είτε με μπάνιο ή με τη τροφή δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

## ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΠΑΡΑΣΙΤΑ

### **ΕΞΩΠΑΡΑΣΙΤΑ**

#### **Πρωτόζωα**

#### ***Amyloodinium ocellatum* - Αμυλοδινίαση**

Ευαίσθητα είδη: Το παράσιτο έχει εντοπιστεί σε πολλά είδη. Για τη Μεσογειακή καλλιέργεια σημασία έχει η εντόπιση στη τσιπούρα, το μυτάκι και το λαβράκι.

Θερμοκρασία εκδήλωσης: >20°C.

Κλινικά συμπτώματα: Απίσχυση, διαταραχή στη κολύμβηση και απώλεια προσανατολισμού. Γκριζωπές αλλοιώσεις στα πλευρικά τοιχώματα του σώματος και στα βράγχια με ή χωρίς τοπική αιμορραγία και με αναπνευστικά προβλήματα. Σε έντονη παρασίτωση παρατηρείται αυξημένη υπερπλασία των βραγχίων με αιμορραγία και νέκρωση και υψηλή θνησιμότητα.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των ωοειδών τροφοζωιτών (διαμέτρου 150μ) σε νωπά παρασκευάσματα δέρματος ή βραγχίων (Εικόνα 25).



Εικ. 25. *Oodinium sop.*

Μετάδοση / Βιολογικός κύκλος: Άμεση από ψάρι μετά από κυτταρική διαίρεση των τροφοζωιτών στο περιβάλλον.

Πρόληψη: Δεν υπάρχει. Υπάρχουν ενδείξεις ανάπτυξης ανοσίας μετά τη μόλυνση.

Θεραπεία: Θεϊκός χαλκός υπό μορφή συνεχούς μπάνιου, για 12-14 ημέρες βοηθά στη καταπολέμηση των μορφών του παρασίτου. Επίσης μπάνιο διάρκειας 3-5 λεπτών με γλυκό νερό βοηθά στην απόρριψη των τροφοζωιτών από δέρμα και βράγχια.

#### **Κρυπτοβίωση**

Αιτιολογία: Οφείλεται στο πρωτόζωο *Cryptobia*. Η νόσος εκδηλώνεται κυρίως με δύο μορφές, ανάλογα με τη παρουσία του παρασίτου στο αίμα ή στα βράγχια. Σε



σπάνιες περιπτώσεις το παράσιτο μπορεί να βρεθεί και στο ήπαρ, πάγκρεας, χοληδόχο κύστη και γονάδες. Η ασθένεια δεν εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον για τη θαλασσοκαλλιέργεια.

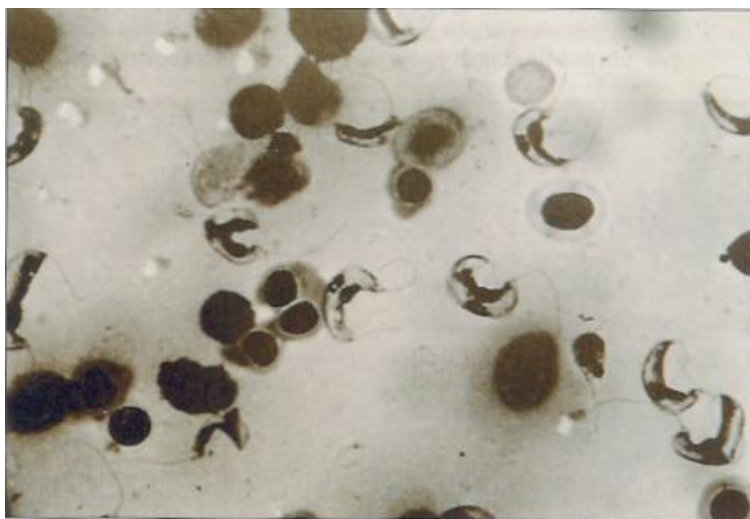
#### *Αιματική μορφή*

Ευαίσθητα είδη: Προσβάλλει πολλά είδη της οικογένειας Sparidae. Από τα εκτρεφόμενα είδη προσβάλλεται η τσιπούρα και το λαβράκι.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Δεν υφίσταται συσχέτιση με θερμοκρασία.

Κλινικά συμπτώματα: Ανορεξία, αύξηση της βλέννας στο δέρμα και τοπική αιμορραγία και πάχυνση στα βράγχια συνοδευόμενη από γενική απίσχναση και μεγάλη αναιμία. Η θνησιμότητα είναι χαμηλή και χρόνιας μορφής.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των παρασίτων σε νωπά παρασκευάσματα βραγχίων ή βλέννας, ή σε επίχρισμα αίματος μετά από χρώση Giemsa (Εικόνα 26).



*Εικ. 26. Cryptobia sp. Σε επίχρισμα αίματος.*

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Το παράσιτο μεταδίδεται με βδέλλες ή παρόμοιους θαλάσσιους οργανισμούς.

Πρόληψη: Πρέπει να απομακρύνονται οι οργανισμοί υπεύθυνοι για τη μετάδοση του παρασίτου. Ουσιαστικός τρόπος πρόληψης δεν υπάρχει.

Θεραπεία: Μπάνιο με φορμόλη έχει αποδειχθεί αποτελεσματικό.

#### *Βραγχιακή μορφή*

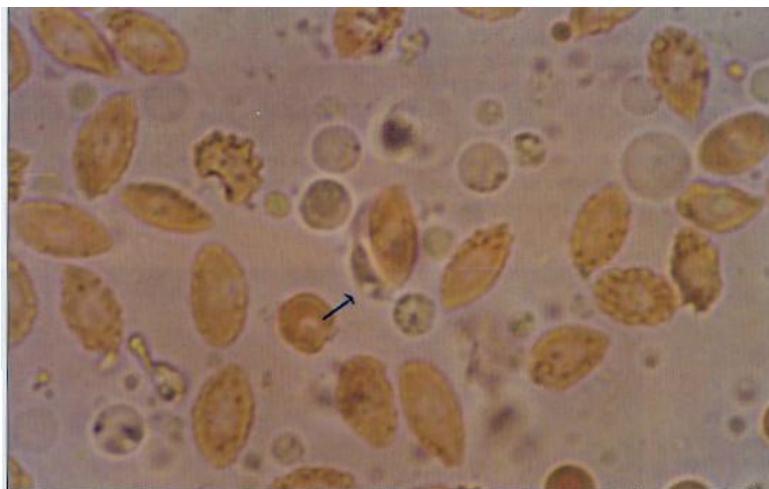
Ευαίσθητα είδη: Τσιπούρα και λαβράκι από τα εκτρεφόμενα είδη.



Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Δεν αναφέρεται κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία.

Κλινικά συμπτώματα: Δύσπνοια, υπερπλασία των βραγχίων, φλεγμονή των τριχοειδών αγγείων και θρόμβωση. Ανορεξία και σκουροχρωμία. Οξεία ή χρόνια θνησιμότητα κυμαίνόμενη μεταξύ 0,5-10%, που εξαρτάται από το παρασιτικό φορτίο και τις συνθήκες εκτροφής.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των παρασίτων σε νωπά παρασκευάσματα βραγχίων ή βλέννας, ή σε επιχρίσματα χρωσμένα με Giemsa (Εικόνα 27).



**Εικ. 27.** *Cryptobia* sp σε βράγχια (νωπό ξέσμα).

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Από ψάρι σε ψάρι.

Πρόληψη: Καλές συνθήκες εκτροφής συνδυαζόμενες με περιοδικά προφυλακτικά μπάνια φορμόλης.

Θεραπεία: Μπάνια με φορμόλη.

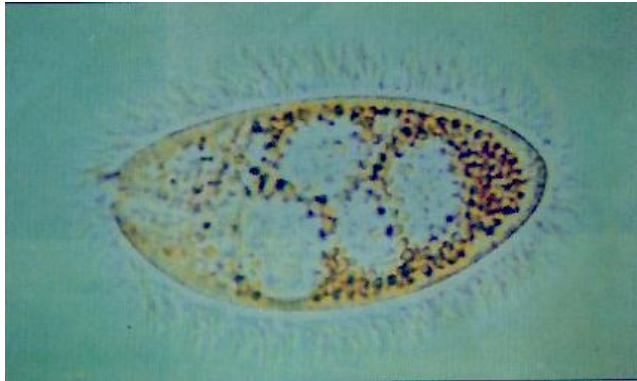
### ***Cryptocaryon irritans***

Ευαίσθητα είδη: Πολλά είδη ψαριών. Από τα εκτρεφόμενα είδη προσβάλλει τη τσιπούρα, το μυτάκι, τη συναγρίδα, το μαγιάτικο και το λαβράκι. Σε συνθήκες εκτροφής το πρόβλημα είναι εντονότερο σε γεννήτορες.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: >20°C.

Κλινικά συμπτώματα: Δύσπνοια, απίσχναση, διαταραχές κολύμβησης, απώλεια προσανατολισμού. Μικρές λευκές αλλοιώσεις στα πλευρικά τοιχώματα του σώματος και στα βράγχια με ή χωρίς τοπική αιμορραγία και αυξημένη ποσότητα βλέννας. Συχνά οι αλλοιώσεις εξελίσσονται σε έλκη με αποτέλεσμα τις δευτερογενείς

μολύνσεις. Μεγάλες θνησιμότητες μπορούν να προκληθούν από την δύσπνοια και οσμωτικά προβλήματα προερχόμενα από την επιδερμίδα.



**Εικ. 28.** *Cryptocaryon* sp.  
σε βράγχια

Διάγνωση: Με μικροσκοπική παρατήρηση ξέσματος δέρματος και κυρίως βραγχίων. Το παράσιτο έχει ένα κυτταρόσωμα και μεγάλο πυρήνα που αποτελείται από τέσσερα σφαιρικά σωμάτια διατεταγμένα σε σχήμα πετάλου (Εικόνα 28).

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Άμεση από ψάρι σε ψάρι μετά από πολλαπλές κυτταρικές διαιρέσεις των τροφοζωιτών / κύστεων στο περιβάλλον. Το τελικό στάδιο των διαιρέσεων είναι κινητό και προσβάλλει τα ψάρια εισερχόμενο από την επιδερμίδα.

Πρόληψη: Τήρηση καλών συνθηκών υγιεινής και εκτροφής.

Θεραπεία: Πρέπει να γίνεται γρήγορα μετά τη διαπίστωση της νόσου.

Χρησιμοποιείται συνδυασμός πράσινου του μαλαχίτη / φορμόλης με καλά αποτελέσματα. Επίσης αποτελεσματικά είναι και μπάνια σε νερό μειωμένης αλατότητας.

### **Τριχοδινίαση**

Αιτιολογία: Οφείλεται σε *Trichodina* spp. και αφορά το δέρμα και τα βράγχια των ψαριών. Η ασθένεια δεν εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον για τη θαλασσοκαλλιέργεια.

Ευαίσθητα είδη: Παρασιτούν στα περισσότερα ψάρια. Ο αριθμός τους στο δέρμα και τα βράγχια σε υγιή ψάρια είναι μικρός, ενώ σε εξασθενημένα ή σε ζώα με ανοσοκαταστολή η μόλυνση εξελίσσεται πολύ γρήγορα.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

Κλινικά συμπτώματα: Σε υγιή άτομα τα παράσιτα δεν προσκολλώνται στην επιφάνεια του σώματος και δεν προκαλούν σοβαρά προβλήματα εκτός από μία αύξηση της βλέννας και γκριζωπό χρωματισμό του δέρματος. Σε εξασθενημένα, νεαρά ή άτομα

με ανοσοκαταστολή, τα παράσιτα αναπτύσσονται ταχύτατα στο δέρμα, όπου και προσκολλώνται στα επιθηλιακά κύτταρα. Οι μηχανικές βλάβες που προκαλούνται σε βαριές μολύνσεις στο επιθήλιο του δέρματος και η διαταραχή της οσμωτικής ομοιοστασίας οδηγούν σε μεγάλες θνησιμότητες.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των παρασίτων σε νωπά παρασκευάσματα δέρματος και βραγχίων.

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Άμεση από ψάρι σε ψάρι, με μολυσμένα εργαλεία, φυτά και ζωντανή τροφή.

Πρόληψη: Τήρηση καλών συνθηκών υγιεινής ιδιαίτερα στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς.

Θεραπεία: Μπάνια με συνδυασμό πράσινου του μαλαχίτη και φορμόλης.

## ΜΟΝΟΓΕΝΗ ΤΡΗΜΑΤΩΔΗ

*Microcotyle sp., Lamellogadus sp., Gyrodactylus sp., Furnestinia echeneis,*

*Diplectanum sp., Serranicotyle sp, Zeuxapta seriolae.*

Ευαίσθητα είδη: Προσβάλλονται πολλά είδη ψαριών. Από τα εκτρεφόμενα έχει παρατηρηθεί προσβολή στη τσιπούρα, το σαργό, το λαβράκι, το κέφαλο, το μαγιάτικο και το φαγκρί.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Η διάρκεια εκκόλαψης και ωρίμανσης των αυγών των παρασίτων μειώνεται καθώς η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται. Στους 20°C διαρκεί 7 ημέρες και στους 10°C, 11-19 ημέρες. Ο βιολογικός κύκλος κυμαίνεται από ένα με δύο μήνες και εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού. Συνήθως εξάρσεις παρατηρούνται κατά τους φθινοπωρινούς ή χειμερινούς μήνες και αυτές σχετίζονται με υποβαθμισμένες συνθήκες υγιεινής.

Κλινικά συμπτώματα: Τα παράσιτα ερεθίζουν τα βράγχια και ο οργανισμός των ψαριών αντιδρά με άφθονη παραγωγή βλέννας και υπερπλασία του επιθηλίου. Μεγάλος αριθμός παρασίτων προκαλεί ασφυξία και αναπνευστικά συμπτώματα (διάταση βραγχοκαλυμμάτων, συρροή ψαριών στην επιφάνεια και σε μέρη με καλύτερη οξυγόνωση). Η θνησιμότητα κυμαίνεται από 0,5-20% και μπορεί να είναι πολύ ξαφνική. Στις χρόνιες περιπτώσεις υπάρχει αναιμία και η θνησιμότητα οφείλεται σε δευτερογενείς βακτηριακές λοιμώξεις.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση παρασίτων σε νωπά παρασκευάσματα βραγγίων ή σε ιστολογικές τιμές (Εικόνες 29, 30, 31).



**Εικ. 29.** *Microcotyle sp.* από βράγχια.



**Εικ. 30.** *Diplectanum sp.* από βράγχια.



**Εικ. 31. *Lamellogadus* sp. από βράγχια – Νωπό παρασκεύασμα.**

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Άμεση από ψάρι σε ψάρι μέσω των νεαρών εκκολαπτόμενων παρασίτων που βρίσκουν τον ξενιστή. Τα αυγά από τα ενήλικα άτομα πέφτουν και εκκολάπτονται στον βυθό.

Πρόληψη: Η παρασίτωση σχετίζεται με κακές συνθήκες υγιεινής ιδιαίτερα στα εκκολαπτήρια. Σε κλειστά συστήματα τα αυγά μπορεί να ανακυκλωθούν αν το σύστημα φιλτραρίσματος είναι ελλιπές. Αποστείρωση του εισερχόμενου νερού, βελτίωση των συνθηκών υγιεινής και μείωση της ιχθυοπυκνότητας βοηθούν. Σε κλωβούς χρειάζεται συστηματική περιοδική παρασιτολογική εξέταση των ψαριών για να διαπιστωθεί η αύξηση του παρασιτικού φορτίου και να γίνει προληπτική θεραπεία.

Θεραπεία: Μπάνια με φορμόλη είναι τα πιο αποτελεσματικά. Όμως όταν οι αλλοιώσεις που έχουν προκληθεί στα ψάρια είναι εκτεταμένες μπορεί τα τελευταία να είναι ευαίσθητα στη θεραπεία.

## **ΚΑΡΚΙΝΟΕΙΔΗ**

### **ΙΣΟΠΟΔΑ**

#### ***Anilocra physodes, Nerocila orbigny***

Τα ενήλικα παράσιτα βρίσκονται κυρίως στο ουραίο πτερύγιο, ενώ οι νύμφες (pulli II) εντοπίζονται στη στοματική κοιλότητα και στα βράγχια.

Ευαίσθητα είδη: Παρασιτούν σε πολλά άγρια ψάρια. Ο κύριος ξενιστής για το *Nerocila* είναι ψάρια της οικογενείας των κεφαλοειδών ενώ για το *Anilocra* η σάλπα, η μουρμούρα και ο σαργός.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Συνήθως όταν είναι υψηλή, το καλοκαίρι.

Κλινικά συμπτώματα: Τα παράσιτα ερεθίζουν τα βράγχια, παράγεται βλέννα και εξελίσσεται υπερπλασία του επιθήλιου. Μεγάλος αριθμός παρασίτων προκαλεί ασφυκτικά φαινόμενα. Οι νύμφες του παρασίτου τραυματίζουν σοβαρά το επιθήλιο προκαλώντας νεκρώσεις που μετά επιμολύνονται με βακτήρια (*Flexibacter*) (Εικόνα 32). Η θνησιμότητα μπορεί να ξεπεράσει το 20% σε γόνο ιδίως λαβρακιού.

Διάγνωση: Άμεση παρατήρηση των παρασίτων (Εικόνα 33).



**Εικ. 32.**  
*Αλλοιώσεις από  
στάδια pull II του  
παρασίτου*

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Άμεση από ψάρι σε ψάρι μέσω του νερού. Το πρώτο στάδιο ανάπτυξης των νυμφών γίνεται μέσα σε σάκο των ενηλίκων. Ο βιολογικός κύκλος αυτών των ισοπόδων μπορεί να ολοκληρωθεί πάνω στο ίδιο ψάρι.

Πρόληψη: Δύσκολη. Μικρής διαμέτρου δίχτυ γύρω από τα κλουβιά γόνου μπορεί να μειώσουν το φορτίο. Σε περιοχές όπου το παράσιτο ενδημεί η εισαγωγή νέου γόνου πρέπει να προγραμματίζεται αναλόγως.

Θεραπεία: Οργανοφωσφορικά. Πειραματικά, η χορήγηση ιβερμεκτίνης με τη τροφή έδωσε καλά αποτελέσματα.



**Εικ. 33.** *Anilocra physodes.*



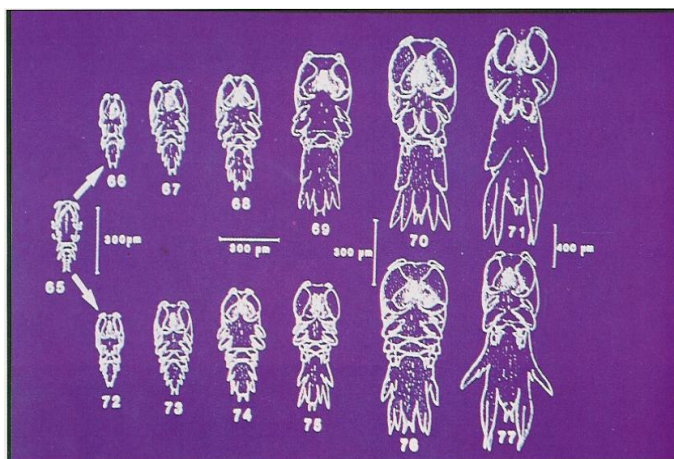
## ΚΩΠΗΠΟΔΑ

*Ergasilus sp.*, *Caligus sp.*, *Lernathropus sp.*, *Lernaecera sp.*

Ευαίσθητα είδη: Τα παράσιτα βρίσκονται κυρίως στα βράγχια των ψαριών και από τα εκρεφόμενα είδη παρασιτούνται κυρίως η τσιπούρα, το λαβράκι και το μυτάκι.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Δεν σχετίζεται.

Κλινικά συμπτώματα: Παραγωγή βλέννας και υπερπλασία του επιθηλίου των βραγχίων που μπορεί να οδηγήσει στη εκδήλωση ασφυκτικών συμπτωμάτων όταν η παρασίτωση είναι έντονη. Ειδικά το παράσιτο *Lernathropus kroyeri* προκαλεί εκτεταμένες βλάβες σε ημιεντατικά ή εντατικά συστήματα εκτροφής. Οι νεκρώσεις μετά επιπλέκονται με βακτήρια. Η θνησιμότητα μπορεί να ξεπεράσει το 50% σε λαβράκια μικρότερα των 10 γραμμαρίων.



**Εικ. 34.** Βιολογικός κύκλος του *Lernathropus kroyeri*.

Διάγνωση: Άμεση παρατήρηση παρασίτων.

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Άμεση από ψάρι σε ψάρι μέσω του νερού (Εικόνα 34).

Πρόληψη: Δύσκολη. Μικρής διαμέτρου δίχτυ γύρω από τα κλουβιά γόνου μπορεί να μειώσουν το φορτίο. Σε περιοχές όπου το παράσιτο ενδημεί η εισαγωγή νέου γόνου πρέπει να προγραμματίζεται αναλόγως.

Θεραπεία: Οργανοφωσφορικά και υπεροξείδιο του υδρογόνου. Πειραματικά, η χορήγηση ιβερμεκτίνης με τη τροφή έδωσε καλά αποτελέσματα.

## ΕΝΔΟΠΑΡΑΣΙΤΑ

### ΠΡΩΤΟΖΩΑ

#### Μικροσπορίδια

*Pleistophora spp.*

Ευαίσθητα είδη: Παρασιτούν στα περισσότερα ψάρια και κάθε είδος παρασίτου είναι κατά κανόνα ειδικό για ορισμένα είδη ψαριών. Ειδικά η τσιπούρα και τα γλωσσοειδή είναι ευαίσθητα κυρίως στο *P. senegalensis* (έντερο). Στους μύες της τσιπούρας έχει αναφερθεί και ένα νέο είδος από το τελευταίο γένος καθώς και είδη του γένους *Glugea*. Η ασθένεια δεν εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον για τη θαλασσοκαλλιέργεια.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Δεν σχετίζεται.

Κλινικά συμπτώματα: Κυρίως στο τελικό στάδιο πάχυνσης, οι αλλοιώσεις εντοπίζονται συνήθως στους μύες όπου η ενδοκυτταρική μόλυνση από τα παράσιτα οδηγεί σε υπερτροφία των μυϊκών κυττάρων η οποία οδηγεί σε απόρριψη των ψαριών για ανθρώπινη κατανάλωση. Σε σπανιότερες περιπτώσεις και ιχθύδια 50 γραμμαρίων προσβάλλονται. Σε μερικά είδη ψαριών τα παράσιτα μπορούν να βρεθούν στο τοίχωμα του εντέρου σχηματίζοντας άσπρα οζίδια που είναι γεμάτα με τους χαρακτηριστικούς αποοειδείς σπόρους του παρασίτου. Η θνησιμότητα είναι συνήθως μικρή, εξαρτάται όμως από το είδος του παρασίτου.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των σπόρων μέσα στα οζίδια. Χωρίς χρώση οι σπόροι διαθλούν έντονα το φως και έχουν πρασινωπό χρώμα. Μετά από χρώση Giemsa παρατηρείται καλύτερα το σπείραμα και στον άλλο πόλο το κενοτοπιώδες σωματίο. Οι σπόροι είναι επίσης θετικοί κατά Gram και PAS.

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Άμεσος με τη κατάποση σπόρων.

Πρόληψη: Δεν υπάρχει.

Θεραπεία: Μακροχρόνια (1-3 μήνες) θεραπεία με fumagillin στη τροφή ή με τις καινούργιες συνθετικές ανάλογες ουσίες (TNP-470) περιορίζει τις θνησιμότητες όμως οι αλλοιώσεις στους μύες δεν εξαφανίζονται. Είναι σημαντικό η διάγνωση και η θεραπεία να γίνονται έγκαιρα γιατί αφ' ενός η ουσία είναι πιο δραστική σε πρώιμα στάδια σπορογένεσης και αφ' ετέρου είναι λιγότερες οι αλλοιώσεις στους μύες.

## **ΡΙΖΟΠΟΔΑ**

### ***Paramoeba spp.***

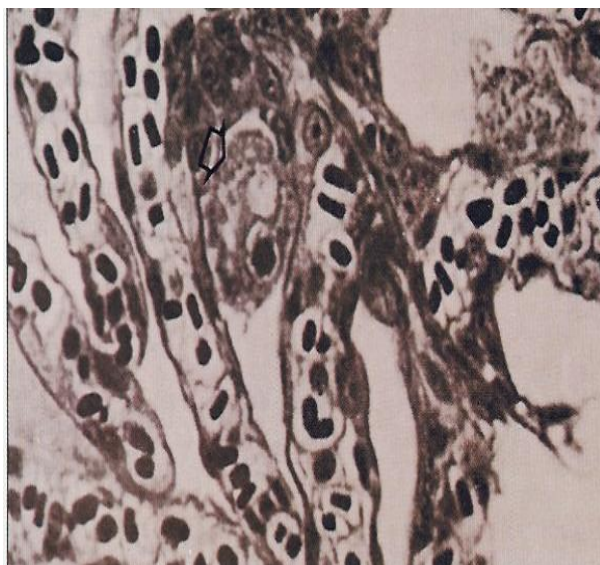
Ευαίσθητα είδη: Προσβάλλονται τα περισσότερα είδη και κάθε είδος είναι κατά κανόνα ειδικό για ορισμένα είδη ψαριών. Η ασθένεια δεν εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον για τη θαλασσοκαλλιέργεια.



Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Τα παράσιτα μπορούν να βρίσκονται στα βράγχια των ψαριών και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, όμως κλινικά συμπτώματα εμφανίζονται σε θερμοκρασίες πάνω από 12-14°C.

Κλινικά συμπτώματα: Τα παράσιτα συνήθως εντοπίζονται στα βράγχια όπου προκαλούν έντονα αναπνευστικά συμπτώματα λόγω καταστροφής των βραγχιακών νηματίων από την υπερπλασία του αναπνευστικού επιθηλίου. Στις οξείες μορφές η θνησιμότητα είναι μεγάλη αν συνοδεύεται από μικτή μόλυνση με μονογενή και αναιμία, αυξημένη βλέννα και γκριζωπό χρωματισμό κατά περιοχές. Η θρεπτική κατάσταση των ψαριών είναι καλή. Η χρόνια μορφή παρουσιάζεται με λίγα συμπτώματα και κυρίως ληθαργικότητα και ανορεξία.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των παρασίτων σε νωπά ξέσματα βραγχίων (Εικόνα 35) μπορεί να αποκαλύψουν τη παρουσία των παρασίτων (20-30μ), όμως η ταυτοποίηση είναι πολύ δύσκολη και απαιτεί εξειδικευμένες τεχνικές. Έτσι η διάγνωση είναι κυρίως ιστολογική με την χαρακτηριστική εικόνα της εκτεταμένης πάχυνσης και συγκόλλησης των δευτερογενών νηματίων με σχηματισμό κενών περιοχών. Ειδικές τεχνικές χρώσεων βοηθούν την αναγνώριση των παρασίτων.



*Εικ. 35. Amoeba-like  
παράσιτο στα βράγχια  
(τόξο). Ιστολογικό*

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Άμεσος από το νερό και από ψάρι σε ψάρι. Τα παράσιτα αποτελούν μέρος της πανίδας του βυθού και αποσυνθετικών καταστάσεων οργανικής και φυτικής ύλης και πολ/νται σε θερμοκρασίες 12-14°C και σε αλατότητα πάνω από 32-35‰. Συνήθως εξάρσεις της νόσου παρατηρούνται το πρώτο καλοκαίρι ή την άνοιξη μετά τη μεταφορά των ιχθυδίων σε κλωβούς.

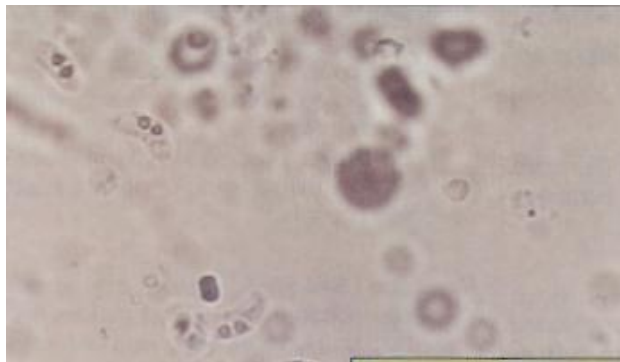
Πρόληψη: Βελτίωση των συνθηκών εκτροφής. Μερικές φορές παρατηρείται ανθεκτικότητα στην επαναμόλυνση.

Θεραπεία: Μπάνια με νερό χαμηλής αλατότητας (5%) φαίνεται να δρουν εναντίον του οσμωτικού στρες στα βράγχια. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου μειώνει τον αριθμό των παρασίτων ή αναλόγως της δόσης, τα παράσιτα σκοτώνονται τελείως.

## ΜΥΞΟΣΠΟΡΙΔΙΑ

### ***Ceratomyxa spp.***

Ευαίσθητα είδη: Έχουν βρεθεί αρκετά είδη σε θαλάσσια ψάρια των οικογενειών Sparidae, Serranidae, Mugillidae κ.λ.π. Τα πιο σημαντικά για τα εκτρεφόμενα ψάρια είναι τα: *C. sparaurati* στη τσιπούρα και σε είδη του γένους *Pagrus*, *C. diplodae* στα είδη *Dentex*, *Puntazzo puntazzo* και λαβράκι και *C. labrakis* στο λαβράκι.

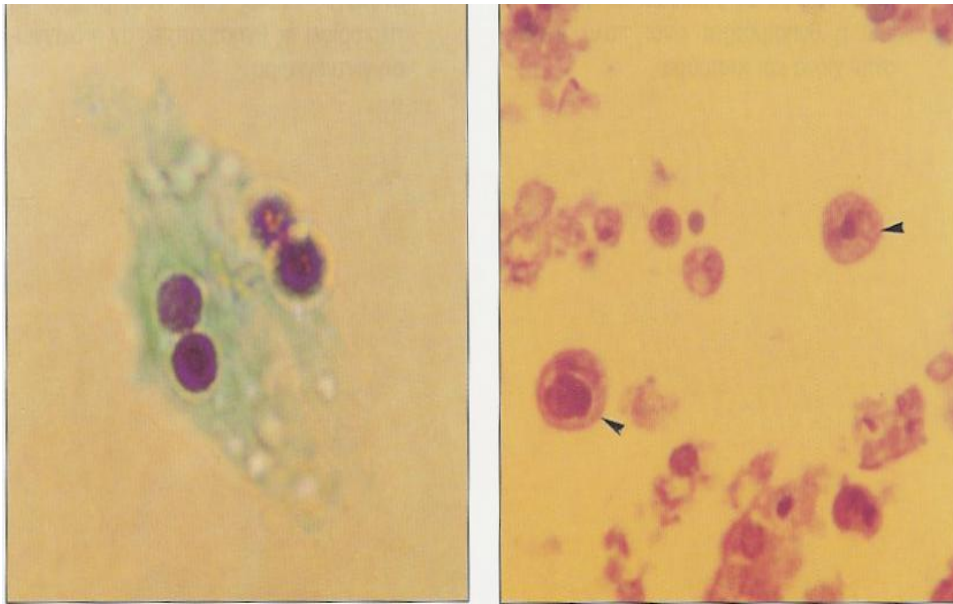


**Εικ. 36.** *Ceratomyxa labrakis* Νωπό παρασκεύασμα από χολή.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Δεν σχετίζεται. Συνήθως όμως εμφανίζονται σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Κλινικά αντισώματα: Δεν υπάρχουν κλινικά συμπτώματα και εξωτερικές αλλοιώσεις. Τα παράσιτα προκαλούν ιστοπαθολογικές αλλοιώσεις στη χοληδόχο κύστη κυρίως σε μεγαλύτερα ψάρια και μπορεί να επεκταθούν σε άλλα όργανα σε έντονη μόλυνση. Στις περιπτώσεις αυτές το *C. sparaurati* προσβάλλει το έντερο και προκαλεί θνησιμότητες σε τσιπούρες τόσο μικρού όσο και εμπορεύσιμου μεγέθους. Σε μικτές μολύνσεις με *C. diplodae* και *Myxidium leei* η θνησιμότητα είναι πολύ μεγάλη στη χιόνα και στη τσιπούρα.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των παρασίτων σε νωπά ξέσματα ή περιεχόμενο οργάνων όπου παρασιτούν (Εικόνες 36, 37).



**Εικ. 37.** *Ceratomyxa labracis*  
(δίσπορη σποροκύστη). Ιστολογικό  
παρασκεύασμα από χολή.

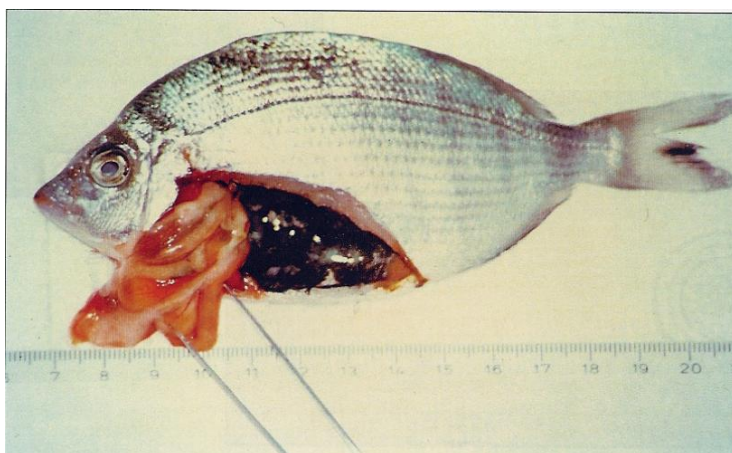
Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Άμεσος από ψάρι σε ψάρι μετά από κατάποση των σπόρων. Ο βιολογικός κύκλος των μυξοσποριδίων των θαλασσιών ψαριών γενικότερα δεν έχει εξακριβωθεί, ενώ υπάρχουν βιβλιογραφικά δεδομένα που αναφέρουν την πιθανή ύπαρξη ενδιάμεσων ξενιστών (σκώληκες) όπου τα παράσιτα φέρουν διαφορετική μορφή.

Πρόληψη: Δεν υπάρχει. Σε εκκολαπτήρια θα πρέπει να φιλτράρεται ή να αποστειρώνεται το εισερχόμενο νερό.

Θεραπεία: Μακροχρόνια (1-3 μήνες) θεραπεία με fumagillin στη τροφή ή με τις καινούργιες συνθετικές ανάλογες ουσίες (TNP-470) περιορίζει τις θνησιμότητες. Είναι σημαντικό η διάγνωση και η θεραπεία να γίνονται έγκαιρα γιατί η ουσία είναι πιο δραστική σε πρώιμα στάδια σπορογένεσης.

***Myxidium leei* n. sp.**

Ευαίσθητα είδη: Η χιόνα, η τσιπούρα, ο σαργός, η συναγρίδα και είδη του γένους *Ragus* (φαγκρί). Η ασθένεια εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον για τη θαλασσοκαλλιέργεια. Μάλιστα, οι προσβολές στα νέα εκτρεφόμενα είδη υπήρξαν τόσο μεγάλες που παραλίγο να σταματούσαν κάθε προσπάθεια καλλιέργειάς τους.

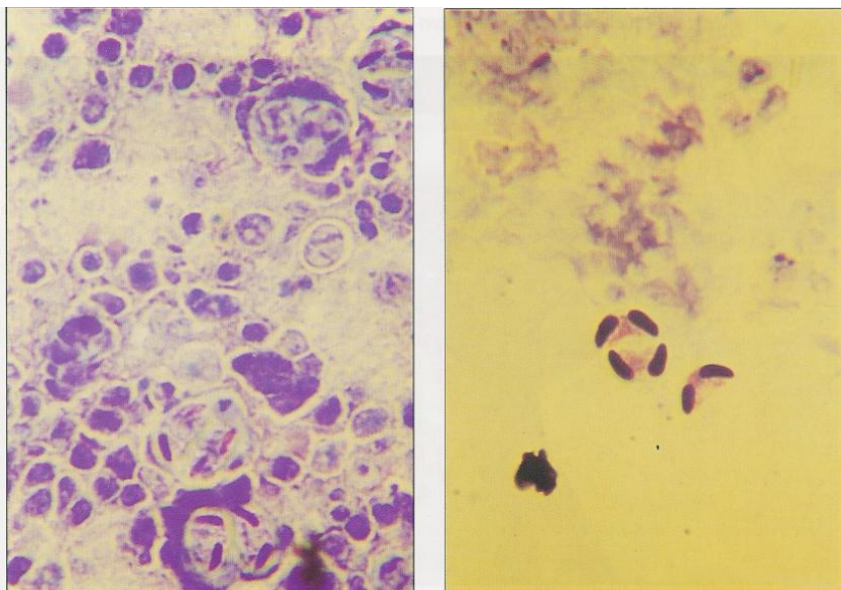


**Εικ. 38.** Μυτάκι προσβεβλημένο με *Myxidium leei*. Είναι εμφανής η διόγκωση του εντέρου με τυροειδές περιεχόμενο (άκρη λαβίδας).

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Δεν σχετίζεται, όμως τα περιστατικά είναι αυξημένα κατά τους θερμούς μήνες. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει όμως ότι η ανάπτυξη του παρασίτου ουσιαστικά σταματάει σε θερμοκρασία <math><15^{\circ}\text{C}</math>.

Κλινικά συμπτώματα: Συνήθως δεν υπάρχουν κλινικά συμπτώματα, εκτός από την απίσχναση, και εξωτερικές αλλοιώσεις. Τα παράσιτα προκαλούν ιστοπαθολογικές αλλοιώσεις στο έντερο (Εικόνα 38), στη χοληδόχο κύστη, στο ήπαρ και στα βράγχια όπου ώριμοι σπόροι και αρχικά στάδια του παρασίτου προκαλούν καταστροφή του επιθηλίου με νέκρωση, καταρροϊκή εντερίτιδα και τοπική αιμορραγία. Επίσης έχουν παρατηρηθεί διάταση της νηκτικής κύστης, αποχρωματισμός και απώλεια λεπιών. Μεγάλες επιδημίες έχουν παρατηρηθεί στη χιόνα σε βαθμό που να έχουν καταστήσει το είδος αυτό ασύμφορο για εντατική καλλιέργεια. Οι απώλειες μπορούν να φτάσουν μέχρι το 70%, η νόσος είναι ενδημική και φαίνεται να συνδέεται με κακή διατροφή (υπερσίτιση και υψηλά λιπαρά στη τροφή). Σε μικτές μολύνσεις από *C. diplodae* και *Myxidium leei* η θνησιμότητα είναι πολύ μεγάλη σε χιόνα και τσιπούρα.

Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των παρασίτων σε νωπά επιχρίσματα ή περιεχόμενο οργάνων όπου παρασιτούν (Εικόνα 39).



Εικ. 39. Διάφορα στάδια του *Myxidium leei*.

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Στη τσιπούρα πρόσφατα αποδείχτηκε ότι είναι άμεσος, από ψάρι σε ψάρι, μετά από κατάποση των παρασιτικών μορφών που περιέχονται στα απεκκρίματα των ψαριών.

Πρόληψη: Δεν υπάρχει. Στα εκκολαπτήρια θα πρέπει να φιλτράρεται ή να αποστειρώνεται το νερό. Θα πρέπει να γίνονται συχνές παρασιτολογικές εξετάσεις για να αρχίζει έγκαιρα η θεραπεία.

Θεραπεία: Δεν υπάρχει ικανοποιητική θεραπεία ιδιαίτερα για τη χιόνα. Η μακροχρόνια θεραπεία με fumagillin στην τροφή ή με τα καινούργια ανάλογα, μπορεί να περιορίσει τις θνησιμότητες εάν η διάγνωση γίνει έγκαιρα.

### ***Sphaerospora spp.***

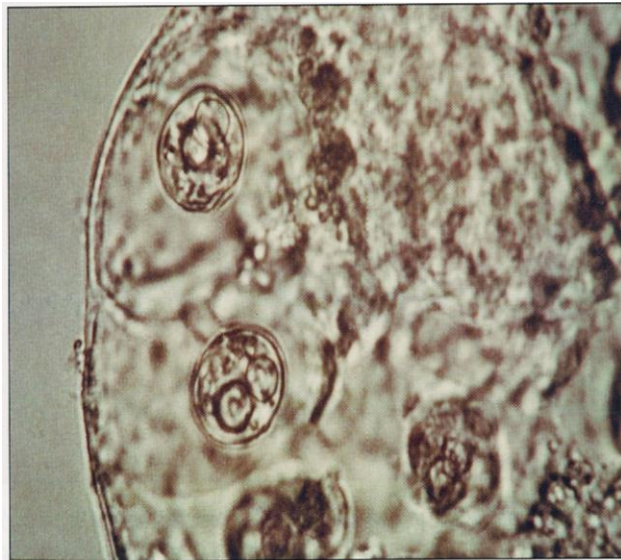
Ευαίσθητα είδη: Έχουν βρεθεί διάφορα είδη παρασίτων σε εκτρεφόμενα ψάρια. Στο λαβράκι έχουν βρεθεί δύο είδη: *S. dicentrarchi* και *S. testicularis*.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Δεν σχετίζεται.

Κλινικά συμπτώματα: Συνήθως δεν υπάρχουν κλινικά συμπτώματα και εξωτερικές αλλοιώσεις. Το ιστοζωικό παράσιτο *S. dicentrarchi* παρασιτεί στο έντερο, στη χοληδόχο κύστη, στο ήπαρ και στα βράγχια όπου ώριμοι σπόροι και τα αρχικά στάδια του παρασίτου δεν προκαλούν σοβαρές αλλοιώσεις παρά μόνο αν βρεθούν σε μεγάλο αριθμό. Το παράσιτο *S. testicularis* είναι κοιλοζωικό, συνήθως παρασιτεί στις γονάδες των ψαριών χωρίς φλεγμονώδη αντίδραση, όμως όταν η μόλυνση είναι μεγάλη μπορεί να προκαλέσει ολική καταστροφή των γονάδων. Τα κλινικά συμπτώματα τότε είναι ασκίτης, υπερτροφία όρχεων με αντικατάσταση του ιστού από ινώδη ιστό και παρασιτικές μορφές.



Διάγνωση: Μικροσκοπική παρατήρηση των παρασίτων σε νωπά επιχρίσματα ή περιεχόμενο οργάνων όπου παρασιτούν (Εικόνα 40).



**Εικ. 40.** *Sphaerospora* sp. σε νεφρικά σωμάτια τσιπούρας. Νωπό παρασκεύασμα.

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Δεν έχει εξακριβωθεί, μάλλον άμεσος.

Πρόληψη: Δεν υπάρχει. Προληπτική εξέταση των γεννητόρων πριν την αναπαραγωγή και απομάκρυνση των μολυσμένων.

Θεραπεία: Δεν υπάρχει ικανοποιητική θεραπεία ιδίως στη χίονα. Η μακροχρόνια θεραπεία με fumagillin στην τροφή ή με τα καινούργια ανάλογα, μπορεί να περιορίσει τις θνησιμότητες εάν η διάγνωση γίνει έγκαιρα.

### ***Polysporoplasma sparis***

Προκαλεί σοβαρές αλλοιώσεις στο νεφρό της τσιπούρας σε εντατικές και ημιεντατικές καλλιέργειες.

### ***Henneguya* sp.**

Συνήθως εύρημα σε άγρια ψάρια και κυρίως τσιπούρα, στα βράγχια. Η



**Εικ. 41.**  
*Henneguya*  
*sp.* Νωπό  
παρασκεύασμα, Phase

μορφολογία του παρασίτου είναι χαρακτηριστική (Εικόνα 41).

#### ***Kudoa sp.***

Ευαίσθητα είδη και συμπτώματα: Προσβάλλει συνήθως τα νεφρικά σώματα και το μεσεντέριο της τσιπούρας προκαλώντας σοβαρές αλλοιώσεις.

Μετάδοση / βιολογικός κύκλος: Τα μολυσμένα άγρια ψάρια αποτελούν το κύριο αίτιο προσβολής των εκτρεφόμενων ψαριών σε κλωβούς. Ο βιολογικός κύκλος είναι άγνωστος και πιθανόν να υπάρχουν ενδιάμεσοι ξενιστές όπως στα ψάρια των γλυκών νερών (Εικόνα 42).



**Εικ. 42.** *Kudoa sp.*  
από μύες λαβρακίου,  
-Νωπό  
παρασκεύασμα.

Πρόληψη: Δεν υπάρχει.

Θεραπεία: Δεν υπάρχει ικανοποιητική θεραπεία. Η μακροχρόνια θεραπεία με fumagillin στην τροφή ή με τα καινούργια ανάλογα, μπορεί να περιορίσει τις θνησιμότητες εάν η διάγνωση γίνει έγκαιρα.

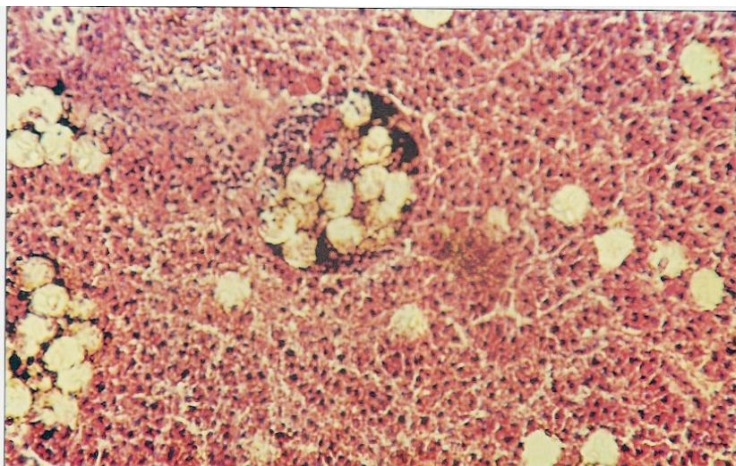
### ***Zschokkella mugilis n. sp.***

Προκαλεί αλλοιώσεις (νέκρωση και απόπτωση επιθηλιακών κυττάρων) στο επιθήλιο της χοληδόχου κύστης που οφείλονται σε πρώιμα στάδια (τροφοζωίτες) του παρασίτου στα κεφαλοειδή.

## **ΚΟΚΚΙΔΙΑ**

### ***Eimeria sp.***

Ανευρίσκονται σε διάφορα όργανα των ψαριών αλλά αμφισβητείται η παθογένειά τους. Στη τσιπούρα έχουν αναφερθεί μικρές θνησιμότητες από την παρουσία τους στο έντερο (Εικόνα 43).



**Εικ. 43.** *Eimeria sp.* σε ήπαρ τσιπούρας – Ιστολογικό παρασκεύασμα.

## **ΝΗΜΑΤΩΔΗ**

### ***Anisakis sp.***

Είναι κοινά παράσιτα των θαλασσινών ψαριών και σπάνια παρασιτούν σε εκτρεφόμενα ψάρια, όμως το παράσιτο προσβάλλει τον άνθρωπο.



**Εικ. 44.** *Anisakis sp.* (πρόσθιο άκρο). Νωπό παρασκεύασμα.



## ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑ ΣΕ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ/ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΑ ΑΙΤΙΑ

### **Συστηματική κοκκιωμάτωση (κοκκιωματώδης υπερτροσιναιμία)**

Αιτιολογία: Αρχικά η διαταραχή αυτή είχε αποδοθεί στην κατανάλωση τροφών που έχουν συντηρηθεί για μεγάλο διάστημα κάτω από ακατάλληλες συνθήκες.

Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η έλλειψη βιταμίνης C πιθανόν να εμπλέκεται στην αιτιολογία της νόσου προκαλώντας αναστολή του καταβολισμού της τυροσίνης και εναπόθεσή της υπό τη μορφή κρυστάλλων στους διάφορους ιστούς και τον σχηματισμό κοκκιωμάτων.

Ευαίσθητα είδη: Η διαταραχή αυτή έχει περιγραφεί στη τσιπούρα, στο καλκάνι και στο μυτάκι.

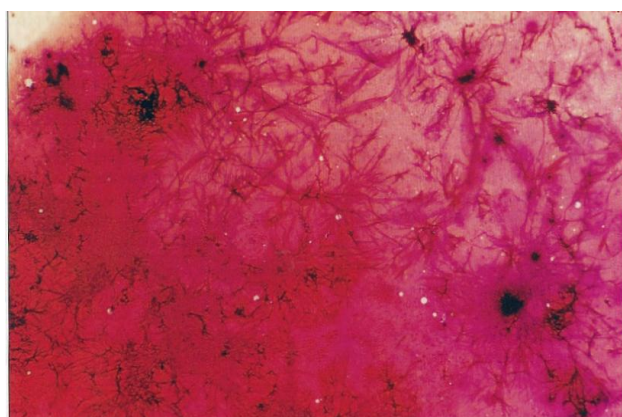
Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Η νόσος εκδηλώνεται στη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και εξαφανίζεται στην αρχή του φθινοπώρου.

Κλινικά συμπτώματα: Τα προσβεβλημένα ψάρια εμφανίζουν σκουροχρωμία, ληθαργικότητα και αμφοτερόπλευρη διόγκωση του σώματος στο ύψος των νεφρών. Συχνά παρατηρείται θόλωση του κερατοειδούς και εξόφθαλμος συνήθως ετερόπλευρος.

Νεκροτομικά είναι χαρακτηριστική η υπερτροφία των νεφρών και του σπλήνα (Εικόνα 45) με παρουσία χαρακτηριστικών οζιδίων στην επιφάνεια του τελευταίου.



*Εικ. 45. Συστηματική κοκκιωμάτωση σε τσιπούρα – υπερτροφία νεφρών.*



*Εικ. 46. Συστηματική κοκκιωμάτωση σε τσιπούρα – κρύσταλλοι τυροσίνης σε επίχρισμα νεφρών (χρώση Gram, X 10062)*

Διάγνωση: Η διάγνωση μπορεί να τεθεί από τα κλινικά ευρήματα. Επιβεβαίωση τίθεται με παρατήρηση νωπών επιχρισμάτων από τους νεφρούς (Εικόνα 46) και τον

οφθαλμό όπου παρατηρούνται κρύσταλλοι τυροσίνης που διαθλούν το φως και ιστολογικά όπου είναι χαρακτηριστική η παρουσία κοκκιομάτων στους νεφρούς και στον σπλήνα.

Θνησιμότητα: Είναι δυνατόν να ανέλθει στο 10-15% του προσβεβλημένου πληθυσμού. Η θνησιμότητα υποχωρεί αυτόματα όταν πέσει η θερμοκρασία στην αρχή του φθινοπώρου και σταματά στα τέλη Οκτωβρίου.

Πρόληψη: Η χορήγηση τροφών με επαρκείς ποσότητες βιταμίνης C που έχουν συντηρηθεί κάτω από σωστές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας (σκιερό και ξηρό μέρος) μπορεί να προλάβει την εκδήλωση της νόσου.

Θεραπεία: Η χορήγηση μεγάλων δόσεων βιταμίνης C στα πρώτα στάδια της νόσου είναι δυνατόν να ελαττώσει τις βιοχημικές μεταβολές και να προλάβει περαιτέρω εξέλιξη της νόσου.

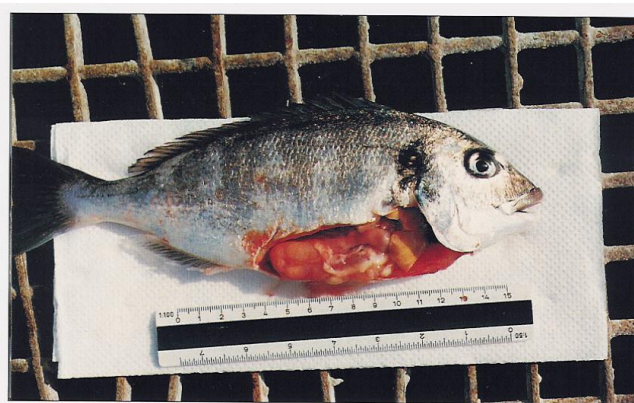
### **Χειμερινό σύνδρομο**

Αιτιολογία: Άγνωστη. Έχουν ενοχοποιηθεί πολλοί παράγοντες όπως το υπερβολικό τάισμα, η υψηλή συγκέντρωση λιπαρών οξέων στη τροφή, η χαμηλή θερμοκρασία, βακτήρια των γενών *Aeromonas*, *Pseudomonas* και άλλοι.

Ευαίσθητα είδη: Η τσιπούρα.

Θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου: Το σύνδρομο εμφανίζεται κατά τη χειμερινή περίοδο όταν η θερμοκρασία του νερού κατέβει κάτω από τους 13°C και εξαφανίζεται όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 16-18°C.

Κλινικά συμπτώματα: Σκουροχρωμία, νωχελική συμπεριφορά και απολεπίσεις στο δέρμα. Χαρακτηριστική είναι πολλές φορές η διόγκωση της κοιλιακής χώρας λόγω ασκίτη και η παρουσία νεκρώσεων στα βράγχια. Κατά την νεκροψία (Εικόνες 47, 48) παρατηρούνται συγκέντρωση υγρού στην κοιλιακή χώρα, το ήπαρ είναι αποχρωματισμένο και εύθρυπτο, διάταση και υπεραιμία του εντέρου που συνοδεύεται από υδαρές περιεχόμενο και σε μερικές περιπτώσεις σπληνομεγαλία ποικίλου βαθμού.



*Εικ. 47. Χειμερινό σύνδρομο τσιπούρας – παρουσία απολείσεων και μικρών ελκωτικών αλλοιώσεων στο δέρμα.*

*Εικ. 48. χειμερινό σύνδρομο τσιπούρας – αποχρωματισμός ήπατος, διάταση και υπεραιμία εντέρου σπληνομεγαλία.*



Διάγνωση: Τίθεται με βάση τα κλινικά συμπτώματα και την περίοδο εκδήλωσης της νόσου. Συνήθως προσβάλλονται ψάρια πρώτου χρόνου στους κλωβούς.

Θνησιμότητα: Ποικίλλει ανάλογα με τη σοβαρότητα του συνδρόμου και συνήθως κυμαίνεται από 15 έως 20% του προσβεβλημένου πληθυσμού.

Πρόληψη: Ορθότερη διαχείριση όσον αφορά τη διατροφή και τις ιχθυοπυκνότητες ενδέχεται να προλάβει την εκδήλωση του συνδρόμου.

Θεραπεία: Διάφορα αντιβιοτικά και βιταμινούχα είχαν μέτρια αποτελέσματα.

Συνήθως συστήνεται η εφαρμογή χαμηλού συντελεστή διατροφής σε συνδυασμό με βιταμινούχα σκευάσματα.

## 5. ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΤΩΝ ΓΛΥΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

### ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑ ΣΕ ΙΟΥΣ

#### Ιογενής αιμορραγική σηψαιμία

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Ο ιός της Ιογενούς Αιμορραγικής Σηψαιμίας είναι ευρέως διαδεδομένος στην Ευρώπη και ενδημεί στα άγρια ψάρια των μολυσμένων περιοχών. Στη ιριδίζουσα πέστροφα, η οποία αποτελεί το κυρίως προσβαλλόμενο

είδος, τα πολύ πρώιμα στάδια των ιχθυδίων καθώς και οι γεννήτορες φαίνεται να είναι ανθεκτικοί, ενώ σαφής νοσολογική εικόνα παρατηρείται μέχρι το βάρος των 200-300 γραμμαρίων.

Κλινικά συμπτώματα - Θνησιμότητα: Η εκδήλωση της νόσου διαδραματίζεται όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 7 και 11°C κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο.

Συμπτώματα της νόσου σπάνια παρατηρούνται όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 14-16°C και δεν εμφανίζονται καθόλου όταν η θερμοκρασία υπερβεί τους 16°C. Παρατηρούνται τρία κύρια στάδια-φάσεις της νόσου:

α) Οξεία φάση: Τα ασθενή ψάρια είναι απαθή και ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα. Εξωτερικά παρατηρούνται σκουροχρωμία, εξόφθαλμος, αιμορραγίες γύρω από τα μάτια και τις βάσεις των πτερυγίων, αποχρωματισμένα βράγχια με διάστικτες αιμορραγίες. Εσωτερικά, ασκίτης, αιμορραγίες στο έντερο, ήπαρ, νηκτική κύστη, ενδοκοιλιακό λίπος και σκελετικούς μύες. Συνοδεύεται από ταχύτατες και υψηλές θνησιμότητες.

β) Υποξεία ή χρόνια φάση: Αποτελεί συνέχεια της προηγούμενης. Τα ψάρια εκτελούν περιστροφικές κινήσεις γύρω από τον επιμήκη άξονα του σώματός τους, εμφανίζουν εντονότερα σκουροχρωμία και εξόφθαλμο. Τα βράγχια είναι γκριζα. Τα ψάρια είναι αναιμικά και υπάρχουν λίγες αιμορραγίες στα εσωτερικά όργανα και στους μύες. Η θνησιμότητα μειώνεται αισθητά.

γ) Νευρική φάση: Όλα τα προαναφερθέντα συμπτώματα γίνονται ανεπαίσθητα, διατηρείται η κολυμβητική διαταραχή που γίνεται εντονότερη. Η θνησιμότητα είναι αμελητέα. Γενικά η τελευταία εξαρτάται από το τύπο του ιού, τη γενική κατάσταση της υγείας των ψαριών και από παράγοντες στρες. Συνολικά η θνησιμότητα κυμαίνεται από 10-50% και σε εξαιρετικές περιπτώσεις φτάνει και το 80%.

Μετάδοση - Διασπορά της νόσου: Μέσω του νερού, των ψαριών φορέων, των ιχθυοφάγων πουλιών, των εργαλείων της μονάδας, του μολυσμένου νερού μεταφοράς των ψαριών και μέσω αιματοφάγων παρασίτων. Η κάθετη μετάδοση δεν έχει αποδειχθεί. Οι διάφοροι παράγοντες στρες μπορούν να οδηγήσουν στην εμφάνιση της νόσου σε μολυσμένους αλλά και φαινομενικά υγιείς πληθυσμούς. Ο υπεύθυνος ιός δεν επιβιώνει σε υψηλές θερμοκρασίες. Έτσι μετά από διαδοχικά ζεστά καλοκαίρια είναι πιθανή η εκρίζωση της νόσου σε μολυσμένες εκτροφές.

Διάγνωση: Με απομόνωση του ιού και ταυτοποίησή του με μοριακούς ή ανοσολογικούς δείκτες.

Πρόληψη - Θεραπεία: Σε περιοχές όπου η νόσος δεν ενδημεί θα πρέπει τα ψάρια ή τα αυγά που εισέρχονται να είναι πιστοποιημένα ελεύθερα από τη νόσο. Εκεί όπου η νόσος ενδημεί και δεν εφαρμόζονται προγράμματα ελέγχου και εξυγίανσης θα πρέπει να αγοράζονται για εκτροφή μεγαλύτερα σε ηλικία ζώα που έχουν επιβιώσει της νόσου διότι είναι πιο ανθεκτικά σε ενδεχόμενη προσβολή. Όλοι οι παράγοντες στρες θα πρέπει να τηρούνται στο ελάχιστο. Θεραπεία δεν υπάρχει. Μπορούν όμως να καταπολεμηθούν οι δευτερογενείς λοιμώξεις από βακτήρια με τη χορήγηση αντιβιοτικών μετά από διαπίστωση του παθογόνου και έλεγχο της ευαισθησίας του. Η ιογενής αιμορραγική σηψαιμία είναι νόσημα υποχρεωτικής δήλωσης (Κατηγορία II).

### **Λοιμώδης αιμοποιητική νέκρωση (IHN)**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Οφείλεται σε ιό και πιο ευαίσθητο ψάρι είναι η ιριδίζουσα πέστροφα. Η κρίσιμη θερμοκρασία εμφάνισης της νόσου είναι οι 10°C κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο. Τα κρούσματα σπανίζουν πάνω από 15°C.

Κλινικά συμπτώματα - Θνησιμότητα: Παρατηρούνται σε πολύ νεαρά άτομα της πέστροφας και του σολωμού. Συνίστανται σε έντονες αιμορραγίες στο λεκιθικό σάκο, σκουροχρωμία, εξωτερικές αιμορραγίες στη κοιλιακή κοιλότητα και στα μάτια γύρω από τη κόρη, εξόφθαλμος, διογκωμένη κοιλιά λόγω ασκίτη, παρουσία ψευδοκοπράνων, αιμορραγίες στη βάση των πτερυγίων, αναιμία στα εσωτερικά όργανα και μερικές φορές στους σκελετικούς μύες. Το στομάχι είναι διογκωμένο, ενώ από το έντερο απουσιάζει η τροφή και είναι γεμάτο από ζελατινώδες περιεχόμενο. Η παραπάνω εικόνα σε υπεροξείες καταστάσεις μπορεί να λείπει και να υπάρχει μόνο άμεση θνησιμότητα. Οι νεκρωτικές αλλοιώσεις στα αιμοποιητικά όργανα (πρόσθιος νεφρός, σπλήνας) που είναι χαρακτηριστικές του νοσήματος, παρατηρούνται μόνο από ιστολογικές εξετάσεις. Στους 8-12°C η θνησιμότητα φθάνει το 80-100% σε ιχθύδια 8-15 ημερών. Σε ψάρια 1 έτους οι θνησιμότητες δεν ξεπερνούν φυσιολογικά το 10%. Σε ψάρια >100 γραμμάρια η νόσος έχει χρόνια διαδρομή με συνολική θνησιμότητα που δεν ξεπερνά το 10-20%.

Μετάδοση-Διασπορά της νόσου: Μέσω του νερού και των βραγχίων από ψάρια φορείς, ιχθυοφάγα πουλιά, μολυσμένα εργαλεία, μολυσμένο νερό μεταφοράς, αυγά και αιματοφάγα παράσιτα. Καταστάσεις στρες προάγουν την εμφάνιση της νόσου σε άτομα φορείς. Ψάρια που επιβιώνουν της νόσου είναι φορείς του ιού για όλη τους τη ζωή.

Διάγνωση - Πρόληψη - Θεραπεία: Η διάγνωση γίνεται μετά από απομόνωση και ταυτοποίηση του ιού με ανοσολογικούς ή μοριακούς δείκτες. Πρόληψη γίνεται με αποφυγή εισόδου του ιού στην εκτροφή, απολυμάνσεις και αποφυγή καταστάσεων στρες. Θεραπεία δεν υπάρχει. Η ασθένεια δηλώνεται υποχρεωτικά (Κατηγορία II).

### **Λοιμώδης παγκρεατική νέκρωση (IPN)**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Ο υπεύθυνος ιός προκαλεί θνησιμότητα σε νεαρά άτομα κυρίως της ιριδίζουσας πέστροφας μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> εβδομάδας από την απορρόφηση του λεκιθικού ασκού και την εκκίνηση διατροφής με τεχνητή τροφή. Η νόσος εκδηλώνεται σπάνια μετά την 20<sup>η</sup> εβδομάδα από την έναρξη της τεχνητής διατροφής, τα ψάρια όμως είναι φορείς του ιού. Η θερμοκρασία εκδήλωσης της νόσου κυμαίνεται μεταξύ 6-16°C.

Κλινικά συμπτώματα - Θνησιμότητα: Ακανόνιστη σπειροειδής κολύμβηση.

Διόγκωση του πρόσθιου τμήματος της κοιλιάς και εσωτερικά αιμορραγίες στην επιφάνεια πολλών ενδοκοιλιακών οργάνων. Το ήπαρ, ο σπλήνας και ο νεφρός είναι πολύ αποχρωματισμένα και παρατηρείται μεγάλη διόγκωση της χοληδόχου κύστης. Το έντερο είναι διογκωμένο και άδειο από τροφή, γεμάτο όμως με γαλακτώδες - ζελατινώδες υγρό άχρωμο προς κιτρινωπό. Η θνησιμότητα κυμαίνεται από 10-90%.

Μετάδοση - Διασπορά της νόσου: Η μετάδοση της νόσου γίνεται από μολυσμένα ενήλικα ψάρια φορείς, μολυσμένο νερό, πουλιά, εργαλεία, αιματοφάγα παράσιτα, μολυσμένα αυγά και σπέρμα (η νόσος μεταδίδεται και κάθετα).

Διάγνωση - Πρόληψη - Θεραπεία: Διάγνωση τίθεται μετά από απομόνωση του ιού και ταυτοποίησή του με ανοσολογικούς ή μοριακούς δείκτες. Θεραπεία δεν υπάρχει. Η πρόληψη συνίσταται στη λήψη μέτρων παρόμοιων με αυτά που αναφέρθηκαν για τις προηγούμενες νόσους. Η νόσος περιλαμβάνεται στη κατηγορία νοσημάτων III όπου ο έλεγχος της νόσου αφήνεται στην ευχέρεια των κρατών - μελών.

### **Εαρινή ιαιμία του κυπρίνου (SVC)**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Προσβάλλει κατά κύριο τον κυπρίνο.

Κλινικά συμπτώματα - Θνησιμότητα: Εξόφθαλμος, διογκωμένη κοιλιακή κοιλότητα, έντονος ασκίτης, αιμορραγίες στο δέρμα, τα βράγχια, το ενδοκοιλιακό λίπος, τη νηκτική κύστη, άλλα ενδοκοιλιακά όργανα και τους μύες. Η θνησιμότητα μπορεί να

φθάσει το 30%, εξαρτωμένη κυρίως από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και από την γενική υγεία των ψαριών.

Μετάδοση της νόσου: Με το νερό, τα βράγχια των μολυσμένων ψαριών ή φορέων, από μολυσμένα εργαλεία, νερό μεταφοράς, μη απολυμανθέντα αυγά και αιματοφάγα παράσιτα. Παράγοντες στρες μπορούν να οδηγήσουν στην εμφάνιση της νόσου σε άτομα φορείς.

Διάγνωση: Με απομόνωση του ιού και ταυτοποίηση με μοριακούς ή ανοσολογικούς δείκτες.

Πρόληψη - Θεραπεία: Θεραπεία δεν υπάρχει. Σε διαπίστωση δευτερογενών μολύνσεων από βακτήρια μπορεί να γίνει θεραπεία του δευτερογενούς παράγοντα. Πρόληψη γίνεται μόνο με αποφυγή της εισαγωγής της νόσου. Η νόσος συγκαταλέγεται στη Κατηγορία III νοσημάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

## **ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑ ΣΕ ΒΑΚΤΗΡΙΑ**

### **Ερυθροστοματίτιδα της πέστροφας (ERD)**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Προκαλείται από το βακτήριο *Yersinia ruckeri*. Προσβάλλει κυρίως την πέστροφα αλλά όλα τα σολωμοειδή πρέπει να θεωρούνται ευαίσθητα.

Κλινικά συμπτώματα - Θνησιμότητα: Χαρακτηριστικές ερυθρότητες στην στοματική κοιλότητα (απ' όπου προήλθε και η ονομασία της), αιμορραγίες στις σιαγόνες και τις βάσεις των πτερυγίων. Εσωτερικά παρατηρείται αιμορραγική εντερίτιδα κυρίως στο τελευταίο τμήμα του εντέρου. Η νόσος είναι περισσότερο σοβαρή στα νεαρά ιχθύδια της πέστροφας και σε θερμοκρασία 15-18°C. Κάτω από τους 10°C η νόσος παρατηρείται σπάνια. Σε ψάρια μεγαλύτερου μεγέθους η νόσος είναι λιγότερο σοβαρή και χρόνιας μορφής.

Μετάδοση - Διασπορά της νόσου: Μέσω του νερού από τα ασθενή στα υγιή ψάρια. Η συνδρομή παραγόντων στρες είναι πάντα αποφασιστική.

Πρόληψη - Θεραπεία: Πρόληψη εκτός της τήρησης των αρχών υγιεινής, μπορεί να γίνει και με τη χρήση εμβολίων. Η θεραπεία γίνεται με τη χρήση αντιβιοτικών στη τροφή. Έχει αναφερθεί η ανάπτυξη ανθεκτικότητας.

### **Ερυθροδερματίτιδα του κυπρίνου**



Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Το παθογόνο αίτιο είναι το βακτήριο *Aeromonas salmonicida* spp. nov. ενώ παρόμοιες αλλοιώσεις μπορεί να προκαλέσει και το *A. hydrophila*. Ευαίσθητο ψάρι είναι ο κυπρίνος.

Κλινικά συμπτώματα - Θνησιμότητα: Η ασθένεια συνδέεται απ' ευθείας με δερματικές αλλοιώσεις που έχουν προκληθεί από εξωπαράσιτα ή από τραυματισμούς ποικίλης αιτιολογίας. Παράγοντες που ευνοούν τη μόλυνση είναι η μεγάλη διάρκεια του χειμώνα ή μια προηγούμενη λοίμωξη με τον ιό της εαρινής ιαιμίας.

Παρατηρούνται κεντρικά νεκρωτικές περιοχές στην επιφάνεια του σώματος οι οποίες περιβάλλονται από αιμορραγική άλω (Εικόνα 49). Αργότερα αναπτύσσονται έλκη (διαμέτρου μέχρι και 4 εκατοστά) που εισχωρούν βαθιά μέσα στους μύες.

Πρόληψη - Θεραπεία: Πρόληψη γίνεται με τήρηση σωστών και υγιεινών συνθηκών εκτροφής. Θεραπεία γίνεται με τη χορήγηση αντιβιοτικών.



**Εικ. 49.** Ερυθροδερματίτιδα κυπρίνου.

### **Νοσήματα οφειλόμενα σε προσβολή από γένη *Aeromonas*, *Pseudomonas***

Παθογόνα αίτια - Ευαίσθητα είδη - Κλινικά συμπτώματα: Παθολογικές καταστάσεις που χαρακτηρίζονται από τη παρουσία εξωτερικά μεγάλων δερματικών αλλοιώσεων (απολέπιση, αιμορραγίες) (Εικόνες 50, 51), ενώ εσωτερικά υπάρχει εικόνα σηψαιμίας με παρουσία ασκίτη και διάχυτων αιμορραγιών σε όλα τα ενδοκοιλιακά όργανα. Τα παθογόνα αίτια μπορούν να είναι τα *A. hydrophila*, *A. anaerogenes*, *Ps. fluorescens* και *Ps. aeruginosa*. Τα μικρόβια αυτά αποτελούν μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας του νερού της εκτροφής. Οι παράγοντες στρες όμως μπορούν να προάγουν τη μόλυνση των ψαριών και την εκδήλωση της νόσου.

Πρόληψη - Θεραπεία: Πρόληψη γίνεται με τη τήρηση σωστών συνθηκών εκτροφής και υγιεινής. Θεραπεία γίνεται με χορήγηση αντιβιοτικών στη τροφή.





**Εικ. 50.** Μόλυνση με *Aeromonas hydrophila* σε χέλια.



**Εικ. 51.** Αλλοιώσεις στο δέρμα οξύριγγου (*Acipenser gueldenstaediti*) προσβεβλημένου από *Aeromonas hydrophila*.

### **Μολύνσεις από Μυξοβακτήρια**

Παθογόνα αίτια: Είδη του γένους *Flexibacter* που προκαλούν τη Στηλώδη νόσο και τη βακτηριακή νόσο των βραγχίων κυρίως στη πέστροφα και το χέλι.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Η Στηλώδης νόσος αφορά αλλοιώσεις στην εξωτερική επιφάνεια του σώματος, ενώ η νόσος των βραγχίων αφορά τα βράγχια. Στο δέρμα οι αλλοιώσεις συνίστανται σε έντονες τοπικές υπεραιμιές, οι οποίες μπορούν να εξελιχθούν σε νεκρωτικές ελκωτικές αλλοιώσεις, ενώ η προσβολή των βραγχίων οδηγεί σε υπερπλασία, αποχρωματισμό και παρεμπόδιση της αναπνευστικής λειτουργίας. Οι παράγοντες στρες και οι κακές συνθήκες εκτροφής συμβάλλουν αποφασιστικά στην εμφάνιση αυτών των νοσηρών καταστάσεων.

Πρόληψη - Θεραπεία: Τήρηση σωστών συνθηκών εκτροφής και υγιεινής βοήθου αποφασιστικά στη πρόληψη των νόσων. Θεραπεία γίνεται με τη χορήγηση αντιβιοτικών με τη τροφή.

### **ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΥΚΗΤΕΣ**

#### **Ιχθυοσποριδίαση - Ιχθυοφονίαση**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Οφείλεται στον μύκητα *Ichthyosporidium (Ichthyophonus) hoferi* και προσβάλλει κατά κύριο λόγο τη πέστροφα εμφανίζοντας ένα αρκετά περίπλοκο βιολογικό κύκλο.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Προσβάλλει τα εσωτερικά όργανα του ψαριού και παρατηρείται συχνά όταν τα ψάρια ταΐζονται με υπολείμματα θαλασσινών ψαριών. Τα ασθενή ψάρια εμφανίζουν ανισορροπία κατά τη κολύμβηση.

Παρατηρούνται σκουροχρωμία και εξόφθαλμος, αδυνάτισμα, αναιμικά βράγχια και

ανωμαλίες της σπονδυλικής στήλης, όταν τα ψάρια προσβάλλονται σε νεαρή ηλικία πριν την οστεοποίηση του σκελετού. Μακροσκοπικά στο ήπαρ, νεφρό, σπλήνα, καρδιά παρατηρούνται λευκά οζίδια μεγέθους κεφαλής καρφίτσας καθώς και μικρά φαιά οζίδια που είναι διαπηγμένες αποικίες του μύκητα.

Πρόληψη - Θεραπεία: Θεραπεία δεν υπάρχει. Προληπτικά πρέπει να αποφεύγεται το τάισμα των ψαριών με υπολείμματα θαλασσινών ψαριών. Σε περίπτωση εμφάνισης της νόσου, μετά το πέρας της εκτροφής θα πρέπει να διενεργηθούν ριζικές απολυμάνσεις των υδροστασίων.

### **Σαπρολεγνίαση**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Οφείλεται σε είδη του γένους *Saprolegnia* και προσβάλλει όλα σχεδόν τα ψάρια του γλυκού νερού ανεξάρτητα από την ηλικία τους καθώς επίσης και τα αυγά τους.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Εξωτερικά παρατηρούνται υπόλευκες κηλίδες στο δέρμα. Οι εστίες αυτές αναπτύσσονται πάνω σε τραύματα και λύσεις συνεχείας του δέρματος. Στη συνέχεια μεγαλώνουν, ενώνονται και καλύπτουν όλη την επιφάνεια του σώματος. Σε πολύ βαριά περιστατικά οι αλλοιώσεις μπορούν να επεκταθούν και προς τους μύες καταστρέφοντάς τους.

Πρόληψη - Θεραπεία: Πρόληψη γίνεται με τήρηση σωστών συνθηκών εκτροφής, χειρισμών και υγιεινής. Σε περίπτωση εγκατάστασης της νόσου σε ψάρια αλλά και τα αυγά, γίνονται θεραπείες με αντιμυκητιακά λουτρά.

## **ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑ ΣΕ ΠΑΡΑΣΙΤΑ**

### **Ιχθυοφθειρίαση**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Πρόκειται για τη πιο συνηθισμένη εξωτερική παρασίτωση των ψαριών του γλυκού νερού (πέστροφα, κυπρίνος, χέλι) και οφείλεται στο βλεφαριδοφόρο παράσιτο *Ichthyophthirius multifiliis*.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Παρατηρούνται υπόλευκες κηλίδες στο δέρμα στα περύγια και στα βράγχια. Τα στάσιμα και θερμά νερά ευνοούν την εμφάνιση της παρασίτωσης γι' αυτό και πολύ συχνά παρατηρείται στις χελοκαλλιέργειες. Κακές συνθήκες εκτροφής και εκτροφές που τροφοδοτούνται με ποταμίσια νερά προσβάλλονται ευκολότερα. Η θερμοκρασία του νερού παίζει σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση και κυρίως στην σοβαρότητα της νόσου. Τα ασθενή ψάρια παρουσιάζουν

ανησυχία, ανορεξία, προοδευτικό αδυνάτισμα και σε περίπτωση προσβολής των βραγχίων, αναπνευστικά συμπτώματα.

Θνησιμότητα: Αφορά κυρίως τα νεαρά ψάρια. Πηγή μόλυνσης μίας εκτροφής μπορεί να είναι τα ψάρια-φορείς, οι μολυσμένες δεξαμενές και το νερό, τα φυτά, υδρόβια ζώα κ.ά.

Πρόληψη - Θεραπεία: Πρόληψη γίνεται με τήρηση των ενδεδειγμένων συνθηκών εκτροφής και υγιεινής και αποφυγή της εισόδου του παρασίτου στην εκτροφή.

Θεραπευτικά χρησιμοποιούνται διαλύματα φορμόλης, πράσινο του μαλαχίτη και χλωριούχο νάτριο.

### **Τριχοδινίαση**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Συχνή παρασίτωση ψαριών των γλυκών, υφάλμυρων και θαλασσίων υδάτων. Στα πρώτα ψάρια πιο συχνή είναι η δερματική εντόπιση, ενώ στα τελευταία η βραγχιακή.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Στη τυπική της μορφή προσβάλλει νεαρά ψάρια και χαρακτηρίζεται από ήπιας έντασης δερματίτιδα. Σε έντονη προσβολή μπορεί να εμφανιστούν αλλοιώσεις στα βράγχια και αναπνευστικά συμπτώματα. Το νόσημα είναι συνδεδεμένο με κακές συνθήκες εκτροφής.

Πρόληψη - Θεραπεία: Βελτίωση συνθηκών εκτροφής και θεραπεία με φορμόλη.

### **Παρασίτωση από *Pseudodactylogyrus***

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Συχνή παρασίτωση των χελιών, ιδιαίτερα σε εκτροφές με ανακυκλούμενο νερό. Τα ενήλικα (1.5 χιλιοστό) παράγουν αυγά και η ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους είναι 22-25°C. Σε τέτοιες θερμοκρασίες τα αυγά εκκολάπτονται σε 1 εβδομάδα και τα νεαρά παράσιτα μολύνουν άλλα χέλια.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Μικρός αριθμός παρασίτωσης δεν επιφέρει συμπτώματα. Σε βαριές προσβολές υπάρχει αδυναμία πρόσληψης τροφής, αναπνευστικά συμπτώματα και σοβαρές απώλειες.

Πρόληψη - Θεραπεία: Η θεραπεία είναι αρκετά δύσκολη και γίνεται με χορήγηση μεμπενταζόλης.

### **Παρασίτωση από *Anguillicola crassa***

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Οφείλεται στο παραπάνω νηματώδες. Προσβάλλει το χέλι. Για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός κύκλος του παρασίτου απαιτείται η

παρουσία μικρών κωπηπόδων ως ενδιάμεσων ξενιστών. Η παρουσία των παρασίτων μέσα στη νηκτική κύστη των χελιών είναι εύκολο να διαπιστωθεί (Εικόνα 52).

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Σε σοβαρά περιστατικά η νηκτική κύστη διογκώνεται αρκετά και παρουσιάζει συμπτώματα φλεγμονής. Τότε παρατηρείται 20-30% μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και θνησιμότητα 10-20% η οποία οφείλεται κυρίως σε δευτερογενείς βακτηριακές λοιμώξεις.

Πρόληψη - Θεραπεία: Πρόληψη μέσω αποφυγής εισόδου στη μονάδα μολυσμένων χελιών. Στη πράξη είναι δύσκολη η απαλλαγή της μονάδας από το παράσιτο.



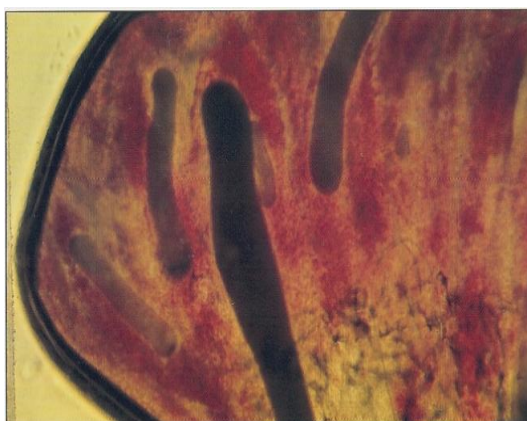
**Εικ. 52.** *Anguillicola crassa* σε χέλι. Νηματώδη παράσιτα στη νηκτική κύστη χελιών.

Μακρόχρονη θεραπεία των άρρωστων ζώων με λουτρά λεβαμιζόλης έχει κάποια θετικά αποτελέσματα.

### **Δερμοκυστιδίωση**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Παρασίτωση των βραγχίων νεαρών χελιών βάρους μέχρι 10 γραμμάρια που οφείλεται στο απλοσπορίδιο *Dermocystidium anguillae*.

Στην ουσία πρόκειται για κύστες λευκωπού χρώματος 1x2 χιλιοστά οι οποίες έχουν σχήμα χειρολαβής (Εικόνα 53). Ο αριθμός των κύστεων ανά άτομο μπορεί να ποικίλλει καθώς επίσης και το ποσοστό προσβολής του πληθυσμού.



**Εικ. 53.** Δερμοκυστιδίωση σε χέλι. Επιμήκεις σχηματισμοί στα βράγχια νεαρού χελιού.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Παρατηρείται ποικίλου βαθμού αναπνευστική ανεπάρκεια. Οι απώλειες είναι κατά κανόνα ελάχιστες. Στη δερμοκυστιδίωση των χελιών η νόσος φαίνεται να αυτοιάται και οι κύστες εξαφανίζονται αιφνίδια όπως εμφανίζονται μετά από περίπου 2 μήνες.

Πρόληψη - Θεραπεία: Δεν αποτελεί σημαντικό νόσημα για να ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα πρόληψης εκτός της τήρησης σωστών συνθηκών εκτροφής και υγιεινής. Θεραπευτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί υφαλμύρωση (10%) του νερού της εκτροφής.

### **Μυξιδίωση**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Αποτελεί μία εξωτερική παρασίτωση των χελιών που οφείλεται στο πρωτόζωο *Myxidium giardi*.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Παρατηρούνται πολυάριθμες δερματικές αλλοιώσεις (150-200 ανά άτομο). Είναι εντοπισμένες στο οπίσθιο τμήμα του σώματος αλλά μπορεί να επεκταθεί και προς τα εμπρός μέχρι τη περιοχή των βραγχίων. Οι αλλοιώσεις είναι ελαφρά υπερυψωμένες, γκριζες, σχήματος ελλειπτικού ή σφαιρικού, διαμέτρου 1-2 χιλιοστά.

Πρόληψη - Θεραπεία: Όπως και για την προηγούμενη νόσο δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα πρόληψης λόγω της ελαφρύτητας της νόσου. Θεραπεία δεν υπάρχει, ενώ η νόσος αυτοιάται.

### **Ηπατική καπιλλαρίαση**

Παθογόνο αίτιο - Ευαίσθητα είδη: Προσβάλλονται διάφορα ψάρια του γλυκού νερού και ιδιαίτερα η πέστροφα. Οφείλεται στο νηματώδες παράσιτο *Capillaria (Hepaticola) petruschewskii*. Ο βιολογικός κύκλος του παρασίτου είναι έμμεσος και η μόλυνση της πέστροφας γίνεται μετά από κατανάλωση υδροβίων σκωλήκων οι οποίοι ως ενδιάμεσοι ξενιστές φέρουν τις μολύνουσες προνύμφες του παρασίτου.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Εξωτερικά παρατηρείται σκουροχρωμία και εξόφθαλμος. Εσωτερικά οι αλλοιώσεις εμφανίζονται στο ήπαρ. Το όργανο είναι διογκωμένο, αναιμικό, κίτρινο και στην επιφάνειά του παρατηρούνται πολυάριθμα οζίδια που μοιάζουν με εκείνα της ιχθυοφονίασης.

Θεραπεία: Δεν αναφέρεται.

## **ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ/ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΑΙΤΙΑ**

### **Φυσαλιδώδες εξάνθημα - Νόσος των αερίων**

Αιτιολογία: Παρατηρείται κυρίως σε πέστροφες και χέλια και χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση μικρών φυσαλίδων αέρα στο δέρμα, τα μάτια, το στόμα και τα βράγχια. Οφείλεται στην αφθονία διαφόρων αερίων στο νερό. Απαντάται συνήθως σε ενυδρεία τα οποία τροφοδοτούνται με αέρα υπό πίεση, σε υδάτινους χώρους πλούσιους σε υδρόβια βλάστηση και έντονα φωτισμένους, κυρίως όμως σε υδροστάσια που τροφοδοτούνται με αρτεσιανά νερά υπερκορεσμένα σε διαλυμένα αέρια.

Συνθήκες εμφάνισης: Σε χελοκαλλιέργειες, ο υπερκορεσμός του νερού με αέριο άζωτο μπορεί να οφείλεται στα παρακάτω:

- Σε ανακυκλούμενα συστήματα προστίθεται στο νερό υγρό οξυγόνο υπό πίεση. Όταν φτάσει σε επίπεδα κορεσμού 150-200% τότε τα αέρια όπως το άζωτο οδηγούνται σε έντονο σχηματισμό φυσαλίδων.
- Υπερκορεσμός του νερού σε άζωτο μπορεί να προκληθεί όταν στο σύστημα εισέρχεται υπό πίεση ατμοσφαιρικός αέρας από οπές στις σωληνώσεις.
- Υπερκορεσμός των αερίων στο νερό μπορεί να προκληθεί και όταν το τελευταίο υπερθερμαίνεται διότι τότε μειώνεται η διαλυτότητα των αερίων.

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Η νόσος είναι συνήθως βραδείας εξέλιξης.

Παρουσιάζεται υποδόριο εξάνθημα σε ψάρια ανεξαρτήτως ηλικίας. Κάτω από το δέρμα σχηματίζονται φυσαλίδες οι οποίες μπορούν να παρατηρηθούν επίσης στα πτερύγια, το κεφάλι, τα βραγχοκαλύμματα, τη στοματική κοιλότητα καθώς και μέσα στα μάτια με αποτέλεσμα να παρατηρείται έντονος εξόφθαλμος.

### **Λιπώδης εκφύλιση του ήπατος**

Αιτιολογία - Ευαίσθητα είδη: Απαντάται σχετικά συχνά σε πεστροφοκαλλιέργειες σε άτομα ηλικίας 7-12 μηνών. Παρατηρείται κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες σε καλλιέργειες που υδροδοτούνται με ψυχρά νερά. Η νόσος συνδέεται με τη διατροφή (χορήγηση μεγαλύτερων του κανονικού ποσοτήτων λιπαρών ουσιών, οξειδωμένη τροφή χαμηλής περιεκτικότητας σε βιταμίνη Ε).

Κλινικά συμπτώματα - Αλλοιώσεις: Παρατηρείται μειωμένη κινητικότητα και παραμονή των ψαριών στα ήρεμα σημεία της εκτροφής, αμφοτερόπλευρος εξόφθαλμος, αναιμία και αποχρωματισμός των βραγχιών ιδιαίτερα κατά τα τελευταία

στάδια της νόσου. Η πορεία της νόσου είναι χρόνια με χαμηλή θνησιμότητα εκτός εάν υπάρξουν παράγοντες στρες. Εσωτερικά παρατηρούνται υγρό στη κοιλιακή κοιλότητα, το στομάχι και το έντερο είναι άδειο από τροφή και το τελευταίο φέρει μεγάλη ποσότητα βλέννας. Χαρακτηριστικές αλλοιώσεις παρατηρούνται στο ήπαρ το οποίο είναι διογκωμένο, υποκίτρινο και πολτώδες. Ο θάνατος επέρχεται από την δυσλειτουργία του ήπατος και την ευθραστότητα των ερυθρών αιμοσφαιρίων.

Πρόληψη: Το νόσημα σχετίζεται με κακό προγραμματισμό διατροφής και χορήγηση αλλοιωμένων λιπαρών οξέων στη τροφή. Η νόσος δεν εμφανίζεται εάν η διατροφή είναι η πρόποσα ποιοτικά και ποσοτικά. Θεραπευτικά, στη διαπίστωση της κατάστασης επιβάλλεται η διακοπή της χορηγούμενης τροφής, η αλλαγή του σιτηρεσίου με χορήγηση ορθολογικής και ισορροπημένης τροφής καθώς και η επιπλέον προσθήκη βιταμινών.

## **6. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Σε αντιδιαστολή με τις εκτατικές και ημιεντατικές εκτροφές όπου τα ψάρια λαμβάνουν όλα ή μέρος των θρεπτικών ουσιών που χρειάζονται από τους οργανισμούς του περιβάλλοντος στο οποίο διαβιούν, τα ψάρια που εκτρέφονται σε εντατικού τύπου εκτροφές εξαρτώνται για την κάλυψη των θρεπτικών αναγκών τους αποκλειστικά από την παροχή πλήρων και ισορροπημένων τροφών καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Για πολλά καλλιεργούμενα είδη ιχθύων η ανάπτυξη πλήρων τεχνητών τροφών (για χρήση σε συνθήκες εντατικής καλλιέργειας) προχώρησε παρά την έλλειψη πληροφοριών σε ότι αφορά τις βασικές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά. Δεν είναι λοιπόν περίεργο το γεγονός ότι διάφορα διατροφικά νοσήματα αναπτύσσονται στα καλλιεργούμενα είδη λόγω έλλειψης συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών ή ανισορροπίας τους.

Παρακάτω θα αναφερθούμε σε :

A) Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε πρωτεΐνες της τροφής

Έλλειψη απαραίτητων αμινοξέων (AA)

Τοξικά μη-AA

B) Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε λίπη της τροφής

Έλλειψη απαραίτητων λιπαρών οξέων (ΑΛΟ)

Τοξικότητα ΑΛΟ

Τοξικά μη-ΑΛΟ

Οξειδωση λιπών της τροφής

Γ) Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε μεταλλικά άλατα της τροφής

Έλλειψη απαραίτητων μεταλλικών αλάτων

Τοξικότητα μεταλλικών αλάτων

Δ) Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε βιταμίνες της τροφής

Έλλειψη βιταμινών

Τοξικότητα βιταμινών

Ε) Αντι-διαιτητικοί παράγοντες στις πρώτες ύλες παραγωγής ιχθυοτροφών

ΣΤ) Τυχαίοι τοξικοί παράγοντες στις πρώτες ύλες παραγωγής ιχθυοτροφών

Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι πενίες σε οποιοδήποτε από τα συστατικά που χρειάζονται για την ανάπτυξη ενός οργανισμού οδηγεί αργά ή γρήγορα σε πτώση του δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής, απώλεια βάρους και καχεξία, καταστάσεις που παρατηρούνται ως γενικά συμπτώματα σε όλες τις πενίες ανεξάρτητα από την αιτία που τις προκαλεί.

### Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε πρωτεΐνες της τροφής

#### Πενία απαραίτητων αμινοξέων (ΑΑ)

Εκτός των γενικών συμπτωμάτων που παρατηρούνται σε μία πενία τα ακόλουθα συμπτώματα (Πίνακας 19) έχουν παρατηρηθεί σε νεαρά ψάρια που ταΐστηκαν με συνθετικές πειραματικές τροφές από τις οποίες έλλειπαν κάποια ΑΑ.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 19. Συμπτώματα έλλειψης απαραίτητων αμινοξέων

Περιοριστικό ΑΑ	Είδος ψαριού	Συμπτώματα
Λυσίνη	Πέστροφα	Διάβρωση του ραχιαίου και ουραίου περυγίου
	Κυπρίνος	Αυξημένη θνησιμότητα
Μεθειονίνη	Σολωμοειδή	Καταρράκτης
Τρυπτοφάνη	Πέστροφα	Σκολίωση, λόρδωση, νεφρασβέσωση, καταρράκτης, διάβρωση ουραίου περυγίου, μειωμένη συγκέντρωση λίπους, αυξημένη συγκέντρωση Ca, Mg, Na, K στη σάρκα.
Διάφορα ΑΑ	Κυπρίνος	Αυξημένη θνησιμότητα και περιστατικά λόρδωσης



		έχουν παρατηρηθεί σε πενίες λευκίνης, ισολευκίνης, λυσίνης, αργινίνης και ιστιδίνης.
--	--	--

Κάτω από πραγματικές συνθήκες εκτροφής, έλλειψη ΑΑ μπορεί να παρατηρηθεί κάτω από τις ακόλουθες τέσσερις περιπτώσεις:

- Κακή διαλογή πρώτων υλών για τη παρασκευή της τεχνητής τροφής και χρησιμοποίηση δυσανάλογων ποσοστών υλών με φυσική έλλειψη σε ΑΑ. Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως κάποιες πρώτες ύλες παρουσιάζουν έλλειψη σε ΑΑ. Τέτοιες ελλείψεις παρουσιάζονται κυρίως σε ύλες φυτικής προέλευσης, οι οποίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως η μόνη πηγή πρωτεϊνών στο σιτηρέσιο, ενώ αντίθετα η πρώτη ύλη που περιέχει την καλύτερη αναλογία πρωτεϊνών και ΑΑ είναι το ιχθυάλευρο. Χαρακτηριστική είναι η έλλειψη μεθειονίνης στις φυτικής προέλευσης πρωτεΐνες στις ζύμες, το κρεατάλευρο, το οστεάλευρο, το αιματάλευρο και το υδρολυμένο πετράλευρο, η έλλειψη λυσίνης στους ελαιώδεις καρπούς, το υδρολυμένο πετράλευρο και τα άλγη, η έλλειψη θρεονίνης σε κάποιους ελαιώδεις καρπούς και τα όσπρια και η έλλειψη τρυπτοφάνης στο ενσίρωμα ψαριών. Δυσαναλογία ΑΑ στη τροφή μπορεί να προέλθει επίσης από τη παρουσία δυσανάλογων επιπέδων από συγκεκριμένα αμινοξέα-ανταγωνιστές όπως λευκίνης / ισολευκίνης και σε μικρότερο βαθμό αργινίνης / λυσίνης και κυστίνης / μεθειονίνης. Για παράδειγμα, το αιματάλευρο αποτελεί πλούσια πηγή βαλίνης, λευκίνης και ιστιδίνης, είναι όμως φτωχό σε μεθειονίνη και ισολευκίνη. Όμως σε ότι αφορά την ανταγωνιστική επίδραση μεγάλης ποσότητας λευκίνης πάνω στην ισολευκίνη, ζώα που τρέφονται με μεγάλες ποσότητες αιματάλευρου υποφέρουν από ισολευκινοπενία που προκαλείται από την υπερέαρκεια λευκίνης. Αν και παρόμοιοι ανταγωνισμοί έχουν αναφερθεί μεταξύ κυστίνης / μεθειονίνης και αργινίνης / λυσίνης σε χερσαία ζώα που ταΐζονταν με συνδυασμούς συνθετικών αμινοξέων στη τροφή τους, κάτι τέτοιο δεν έχει παρατηρηθεί στα ψάρια.
- Πενίες ΑΑ στη τροφή μπορεί να προέλθουν λόγω υπερθέρμανσης των πρωτεϊνών των πρώτων υλών κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας / παρασκευής της τεχνητής τροφής. Η υπερθέρμανση των πρωτεϊνών έχει ως συνέπεια την αλλαγή της

στερεοδομής τους (μετουσίωση), την μείωση της πεπτικότητάς τους, τη σύνδεσή τους με άλλα συστατικά της τροφής (όπως πολυσακχαρίτες) κ.α.

- Πενίες ΑΑ στη τροφή μπορεί να υπάρξουν λόγω της απώλειάς τους στο νερό κατά τη διάρκεια του ταΐσματος. Για παράδειγμα έχουν αναφερθεί απώλειες όλων των ελεύθερων αμινοξέων και 1/3 των ελεύθερων και συνδεδεμένων με πρωτεΐνες αμινοξέων από κατεψυγμένο και λυοφιλοποιημένο, αντίστοιχα, ζωοπλαγκτόν (*Artemia*, *Moina*) μετά από 10 λεπτά στο νερό στους 9°C.

### Τοξικά μη απαραίτητα αμινοξέα

Αν και δεν έχουν καταγραφεί περιστατικά, διαιτητικά νοσήματα μπορούν να προέλθουν από τη κατανάλωση τροφών που περιέχουν τοξικά αμινοξέα. Πρωτεΐνες πρώτων υλών που είναι γνωστό ότι περιέχουν τοξικά αμινοξέα είναι ο καρπός της σόγιας μετά από επεξεργασία με αλκάλια (τοξικό αμινοξύ λυσινοαλανίνη), το όσπριο *Leucaena leucocephala* (τοξικό αμινοξύ μιμοσίνη) και ο καρπός της φάβας (τοξικό αμινοξύ διυδροξυφαινυλαλανίνη).

### Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε λίπη της τροφής

#### Πενία απαραίτητων λιπαρών οξέων (ΑΛΟ)

Εκτός των γενικών συμπτωμάτων μίας πενίας έχουν παρατηρηθεί επιπλέον οι ακόλουθες (Πίνακας 20) παθολογικές καταστάσεις μετά από χρήση τροφών σε νεαρά ψάρια από όπου λείπουν ΑΛΟ:

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 20. Συμπτώματα έλλειψης απαραίτητων λιπαρών οξέων.

Είδος ψαριού	Συμπτώματα πενίας σε ΑΛΟ
Σολωμοειδή	Αυξημένη θνησιμότητα, αυξημένη περιεκτικότητα νερού στους μυς, αυξημένη ευαισθησία του ουραίου περυγίου σε διάβρωση από το βακτήριο <i>Flexibacter</i> sp., λιποθυμικό σύνδρομο, μειωμένη αιμοσφαιρίνη και όγκος ερυθροκυττάρων, λιπώδης διήθηση/ εκφύλιση του ήπατος, διογκωμένο και ωχρό ήπαρ, μειωμένη ικανότητα παραγωγής αυγών (πτώση εκκολασιμότητας και βαθμού επιβίωσης), υψηλή θνησιμότητα.
Κυπρίνος	Λιπώδης διήθηση ήπατος, αυξημένη θνησιμότητα.
Χέλια	Αυξημένη θνησιμότητα.

Γιλάπια	Ήπαρ ωχρό, διογκωμένο, με λιπώδη διήθηση.
Φαγκρί	Μειωμένη ικανότητα παραγωγής αυγών (εκκολαψιμότητα/ επιβίωση νυμφών).
Καλκάνι	Αυξημένη θνησιμότητα, μειωμένη ανάπτυξη, εκφύλιση του βραγχιακού επιθηλίου.

Η πενία ΑΛΟ γενικά είναι αποτέλεσμα κακής επιλογής πρώτων υλών.

### **Τοξικότητα των απαραίτητων λιπαρών οξέων της τροφής**

Κάτω από εργαστηριακές συνθήκες έχειδειχθεί ότι υπερβολική ποσότητα ΑΛΟ στη τροφή μπορεί να δράσει ανασταλτικά στην ανάπτυξη του ψαριού και στη χρήση της τροφής από τον οργανισμό.

### **Τοξικά μη-απαραίτητα λιπαρά οξέα**

Το κυκλοπροπενικό οξύ είναι ένα τοξικό λιπαρό οξύ που βρίσκεται στα ελαιοπαράγωγα επεξεργασίας του βαμβακόσπορου. Πειραματικά, το οξύ αυτό μειώνει την ανάπτυξη και δρα συνεργικά στην καρκινογόνο δράση των αφλατοξινών. Άλλα παθολογικά ευρήματα της τοξίκωσης από αυτό το λιπαρό οξύ στη πέστροφα περιλαμβάνουν καταστροφή του ήπατος με αυξημένη εναπόθεση γλυκαγόνου και μειωμένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, όπως επίσης και πτώση της δράσης αρκετών σημαντικών ενζύμων.

### **Οξείδωση των λιπών της τροφής**

Όταν υπάρχει έλλειψη κατάλληλης αντιοξειδωτικής προστασίας, τα λίπη που είναι πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA, συμπεριλαμβανομένων και των ΑΛΟ) είναι πολύ επιρρεπή στην αυτό-οξείδωση κατά την έκθεσή τους στο ατμοσφαιρικό οξυγόνο. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η διατητική αξία των ΑΛΟ καταστρέφεται και τα ΑΛΟ γίνονται επιζήμια για την υγεία των ψαριών. Οι πρώτες ύλες πλούσιες σε PUFA που είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σε οξειδωτική καταστροφή των λιπών, συμπεριλαμβάνουν τα ιχθυέλαια, ιχθυάλευρα και τις πίτες ελαιωδών καρπών οι οποίες περιέχουν μικρή ή καθόλου φυσική αντιοξειδωτική προστασία. Κατά τη διαδικασία αυτό-οξείδωσης των λιπών δημιουργούνται διάφορα προϊόντα χημικής αποδόμησης συμπεριλαμβανομένων ελευθέρων ριζών, υπεροξειδίων,

υδρουπεροξειδίων, αλδευδών και κετονών τα οποία με τη σειρά τους αντιδρούν με άλλα συστατικά της τροφής (βιταμίνες, πρωτεΐνες και άλλα λίπη) μειώνοντας τη βιολογική τους αξία και διαθεσιμότητα κατά τη διάρκεια της πέψης. Προς το παρόν το «τάγγισμα» θεωρείται από τις μεγαλύτερες εκφυλιστικές αλλαγές που συμβαίνουν σε αποθηκευμένες πρώτες ύλες και έτοιμες τροφές.

Έχουν περιγραφεί διάφορες παθολογικές καταστάσεις (Πίνακας 21) σε ψάρια που τείστηκαν με τροφές που περιείχαν οξειδωμένα λίπη χωρίς την ύπαρξη αντιοξειδωτικών ουσιών (βιτ. Ε).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 21. Παθολογικές καταστάσεις που προκαλούνται μετά από κατανάλωση οξειδωμένων ιχθυελαίων.**

<b>Είδος ψαριού</b>	<b>Επιπτώσεις από κατανάλωση οξειδωμένων ιχθυελαίων</b>
Τιλάπια	Έντονη συμφόρηση με αιμορραγίες στα δερματικά αγγεία του ρύγχους και των βάσεων των θωρακικών και ραχιαίων πτερυγίων, λόρδωση, εξόφθαλμος, κοιλιακό οίδημα και διάταση της κοιλίας, καταρράκτης, σκούρος χρωματισμός του ήπατος, έντονη διάταση του χολαγωγού, στεατίτιδα στους λιπώδεις ιστούς της κοιλίας, εναπόθεση κηροειδούς ενδοκυτταρικά στο ήπαρ, σπλήνα, νεφρό και αυξημένη θνησιμότητα.
Σολωμός	Σκούρος χρωματισμός δέρματος, αναιμία, ληθαργικότητα, καφεκίτρινος χρωματισμός ήπατος (εναπόθεση κηροειδούς), ανώμαλος νεφρός και αλλοιώσεις στα βράγχια.
Κυπρίνος	Κακή ανάπτυξη, ανορεξία, μυϊκή δυστροφία, υψηλή θνησιμότητα, μειωμένη απορρόφηση διαιτητικών λιπών.
Γατόψαρο	Κακή ανάπτυξη και δείκτης μετατρεψιμότητας, μυϊκή δυστροφία, υψηλή θνησιμότητα, αποχρωματισμός και λιπώδης διήθηση του ήπατος.
Κιτρινόουρος	Μειωμένη ανάπτυξη, διατεταμένο ήπαρ, μειωμένη εναπόθεση λίπους, ανορεξία, αδυνάτισμα του ραχιαίου μυ και μυϊκή δυστροφία.
Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, μικροκυτταρική αναιμία με πτώση του αιματοκρίτη και της συγκέντρωσης της αιμογλοβίνης, λιπώδης εκφύλιση του ήπατος, μυϊκή βλάβη και αυξημένη θνησιμότητα.

Η παθολογική δράση των οξειδωμένων λιπών, με λίγες εξαιρέσεις, μπορεί να προληφθεί με τη συμπλήρωση στη τροφή dl-οξικής τοκοφερόλης (βιτ. Ε). Όταν υπάρχει έλλειψη κατάλληλης αντιοξειδωτικής προστασίας, ο ρυθμός αυτοοξείδωσης των λιπών σε αποθηκευμένες πρώτες ύλες αυξάνει με τη παρουσία : λιποξειδάσης (παρούσα στον καρπό της σόγιας), παραγών της αίμης (η αιμογλοβίνη / μυογλοβίνη είναι προοξειδωτικές ουσίες παρούσες σε κάθε άλευρο ζωικής προέλευσης), υπεροξειδίων (προϊόν αυτοοξείδωσης των λιπών), φωτός (το υπεριώδες φως προάγει τη παραγωγή ριζών οξυγόνου και ελεύθερων ριζών), αυξημένης θερμοκρασίας (αυξάνεται ο ρυθμός αυτοοξείδωσης) και παρουσίας ιχνοστοιχείων (Fe, Zn και Cu επιταχύνουν την οξείδωση των λιπών).

#### **Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες σε μεταλλικά στοιχεία της τροφής Πενία απαραίτητων μεταλλικών στοιχείων**

Τα ακόλουθα συμπτώματα (Πίνακας 22) έχουν παρατηρηθεί σε νεαρά ψάρια που ταΐστηκαν με τροφές φτωχές σε μεταλλικά στοιχεία:

#### **ΠΙΝΑΚΑΣ 22. Παθολογικές καταστάσεις που παρατηρούνται κατά την έλλειψη μεταλλικών στοιχείων από την τροφή.**

<b>Στοιχείο/ Είδος ψαριού</b>	<b>Συμπτώματα πενίας</b>
<b>Φώσφορος</b>	
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, οστεοπόρωση, σκελετικές ανωμαλίες, ανώμαλη ασβεστοποίηση των πλευρών και των μαλακών ακτινών των θωρακικών πτερυγίων, δυσπλασία στο κρανίο, αυξημένη εναπόθεση σπλαγχνικού λίπους.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, οστεοπόρωση.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, οστεοπόρωση, αυξημένη εναπόθεση λίπους στους μυς, το ήπαρ και τους σπονδύλους, καμπύλοι, διογκωμένοι και σπογγώδεις σπόνδυλοι, μειωμένη εναπόθεση γλυκογόνου στο ήπαρ.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη.
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, οστεοπόρωση.
<b>Ασβέστιο</b>	
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή περιεκτικότητα του σώματος σε τέφρα, ασβέστιο και φώσφορο (τα συμπτώματα αυτά παρατηρήθηκαν μετά από

	κατανάλωση τροφής φτωχής σε βιτ. D).
Πέστροφα	Ανορεξία, χαμηλή ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής.
Χέλι	Ανορεξία, χαμηλή ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής.
Φαγκρί	Ανορεξία, χαμηλή ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής.
<b>Μαγνήσιο</b>	
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, ανορεξία, συσπάσεις, υψηλή θνησιμότητα, χαμηλή περιεκτικότητα μαγνησίου στα οστά, καταρράκτης.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, ανορεξία, συσπάσεις, υψηλή θνησιμότητα, χαμηλή περιεκτικότητα μαγνησίου στο σώμα, στα οστά και στον ορό του αίματος.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη.
Πέστροφα	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, καταρράκτης, νεφρασβέστωση, υψηλή θνησιμότητα, κάμψη των σπονδύλων, εκφύλιση των μυϊκών ινών και των επιθηλιακών κυττάρων των πλωρικών τυφλών και των βραγχιακών νηματίων, μειωμένη τέφρα και μαγνήσιο στα οστά και αυξημένη συγκέντρωση ασβεστίου.
<b>Σίδηρος</b>	
Κυπρίνος, Φαγκρί, Χέλι	Υποχρωμική, μικροκυτταρική αναιμία.
<b>Ψευδάργυρος</b>	
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη και όρεξη, μειωμένη περιεκτικότητα ασβεστίου και ψευδαργύρου στα οστά και στο αίμα.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, καταρράκτης, ανορεξία, υψηλή θνησιμότητα, διάβρωση των πτερυγίων και του δέρματος, αυξημένη συγκέντρωση σιδήρου και χαλκού στο έντερο και το ήπατοπάνκρεας.
Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη, αυξημένη θνησιμότητα, καταρράκτης, νανισμός, διάβρωση των πτερυγίων.
<b>Μαγγάνιο</b>	
Γιλάπια	Μειωμένη ανάπτυξη και όρεξη, απώλεια της ισορροπίας, θνησιμότητα.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, νανισμός, καταρράκτης.
Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη, νανισμός, καταρράκτης, ανώμαλη ανάπτυξη της ουράς.
<b>Χαλκός</b>	
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, καταρράκτης.

<b>Σελήνιο</b>	
Σολωμός	Αυξημένη θνησιμότητα, μυϊκή δυστροφία, καταστολή της δράσης της υπεροξειδάσης του γλουταθείου.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, καταρράκτης, αναιμία.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη.
<b>Ιώδιο</b>	
Σολωμοειδή	Υπερπλασία του θυρεοειδούς αδένα.

Παρά τη παρουσία μακρο- και ιχνο-στοιχείων σε σχεδόν όλες τις ακατέργαστες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για τη παρασκευή της τροφής των ψαριών και την ικανότητα των ψαριών να απορροφούν κάποια ιχνοστοιχεία από το περιβάλλον, πενίες σε μεταλλικά στοιχεία μπορούν κάτω από συνθήκες εντατικής εκτροφής να προέλθουν στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- Έλλειψη κάποιου μάκρο- ή ιχνο-στοιχείου στο πρόμιγμα στη σχηματισμένη τροφή.
- Μειωμένη βιοδιαθεσιμότητα των μεταλλικών στοιχείων λόγω δυσαναλογιών στο σιτηρέσιο. Η διαθεσιμότητα και χρήση των ιχνοστοιχείων της τροφής από τα ψάρια εξαρτάται από τη προέλευση της πρώτης ύλης και τη μορφή του απορροφημένου στοιχείου, την επάρκεια των αποθηκών του οργανισμού, την αλληλεπίδραση με άλλα μεταλλικά στοιχεία παρόντα στον γαστρεντερικό σωλήνα και εντός των ιστών (ανταγωνισμοί) και τέλος από τις αλληλεπιδράσεις των μεταλλικών στοιχείων με άλλα συστατικά της τροφής ή μεταβολίτες τους (βιταμίνες, ίνες και φυτικό οξύ).

Για συγκεκριμένα είδη ψαριών η διαθεσιμότητα και απορρόφηση του P και άλλων μακροστοιχείων (Ca) από τα ιχθυάλευρα και τα κρεα-, οστεά-λευρα περιπλέκεται περισσότερο από την έλλειψη έκκρισης οξέων στο στομάχι, που είναι απαραίτητα για τη διάλυση των οστών. Σε ψάρια που δεν έχουν στομάχι, θα πρέπει με τη τροφή να παρέχονται διαλυτά μονοβασικά ανόργανα άλατα ή βιοδιαθέσιμα οργανικά άλατα. Επιπλέον, στις πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης ένα μεγάλο ποσοστό P είναι παρόν ως οργανικά συνδεδεμένος P στις φυτάσες. Ο P των φυτικών οξέων δεν είναι μόνο μη βιοδιαθέσιμος αλλά επιπλέον το φυτικό οξύ έχει την ικανότητα να

δεσμεύει και άλλα ιχνοστοιχεία (Fe, Cu, Zn, Co, Mb) κάνοντάς τα μη βιοδιαθέσιμα για τα ψάρια κατά τη πέψη.

Κάτω από συνθήκες εκτροφής, πενίες σε μεταλλικά στοιχεία συχνά εκκινούν από την ύπαρξη δυσανάλογων επιπέδων Ca, στη τροφή λόγω της ανταγωνιστικής δράσης μεγάλων ποσοτήτων Ca στην απορρόφηση P και των ιχνοστοιχείων Zn, Fe και Mn. Για παράδειγμα, η βιοδιαθεσιμότητα Zn και σε μικρότερο βαθμό Mn στο ιχθυάλευρο από ψάρια με λευκή σάρκα είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτή του ιχθυάλευρου από ψάρια με σκουρόχρωμη σάρκα (το οποίο περιέχει λιγότερη τέφρα και Ca). Έτσι, ψάρια που ταΐστηκαν με πειραματικά σιτηρέσια που περιείχαν μόνο ιχθυάλευρο από "λευκά" ψάρια χωρίς συμπλήρωμα ιχνοστοιχείων, τα ψάρια εμφάνισαν μειωμένη ανάπτυξη, νανισμό και καταρράκτη.

### Τοξικότητα μεταλλικών στοιχείων της τροφής

Ένας μεγάλος κίνδυνος που μπορεί να συσχετίζεται με τη χρήση "εξωτικών" α' υλών στις τροφές των ψαριών, είναι η παρουσία βαρέων μετάλλων συμπεριλαμβανομένων και των μεταλλικών στοιχείων που συσσωρεύονται όπως Cu, Pb, Cd, Hg, Ag, F, Se, Mb και Va. Για παράδειγμα, μόλυνση με Cu μπορεί να προκληθεί από προϊόντα που ζυμώθηκαν μέσα σε επιχάλκωμένα δοχεία (όπως εργοστάσια παραγωγής μύρας) ή προϊόντα απέκκρισης χοίρων και πτηνών όπου χρησιμοποιήθηκαν διεγερτικά ανάπτυξης και αντιμυκητιακοί παράγοντες που έχουν βάση το Cu. Άλλα συστατικά τροφών που μπορεί να περιέχουν μέταλλα σε μεγάλες ποσότητες είναι : απόβλητα πτηνοτροφίας → Ag, Zn, απόβλητα χαρτοπολτού → Pb, Ιχθυάλευρα → Hg, Se, Ag, Cd, Pb, Οστρακοειδή → Zn, μικρή γαρίδα από την Ανταρκτική → F.

Διάφορα συμπτώματα τοξίκωσης από μέταλλα έχουν περιγραφεί κάτω από πειραματικές συνθήκες (Πίνακας 23).

### ΠΙΝΑΚΑΣ 23. Παθολογικές καταστάσεις που παρατηρούνται μετά από πειραματική τοξίκωση στα ψάρια.

Μεταλλικό στοιχείο	Είδος Ψαριού	Συμπτώματα τοξίκωσης
Ψευδάργυρος	Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη (συγκέντρωση μετάλλου στη τροφή >300mg/kg)



Χαλκός	Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη (συγκέντρωση μετάλλου στη τροφή >15mg/kg)
Σελήνιο	Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, υψηλή θνησιμότητα (συγκέντρωση μετάλλου στη τροφή >13mg/kg), νεφρασβέστωση.
	Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη (συγκέντρωση μετάλλου στη τροφή >15mg/kg)
Κάδμιο	Πέστροφα / Κυπρίνος	Σκολίωση, υπερκινητικότητα, μειωμένη συγκέντρωση ασβεστίου στα οστά.
Μόλυβδος	Πέστροφα	Σκολίωση, λόρδωση, σκούρος χρωματισμός της ουράς, αναιμία, εκφύλιση του ουραίου πτερυγίου.
Χρόμιο	Πέστροφα	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής.

### Διατροφικές διαταραχές οφειλόμενες στις βιταμίνες της τροφής

#### Πενία βιταμινών της τροφής

Τα παρακάτω παθολογικά συμπτώματα (Πίνακας 24) έχουν αναφερθεί σε ψάρια που ταΐστηκαν με δίαιτες απ' όπου έλλειπαν βιταμίνες :

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 24. Παθολογικές καταστάσεις που προκαλούνται από πενίες βιταμινών στα ψάρια.

Βιταμίνη / Είδος ψαριού	Παθολογικά συμπτώματα
<b>Ριβοφλαβίνη</b>	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αγγείωση του κερατοειδούς, νεφελώδεις φακοί, διάβρωση του ρύγχους, δυσπλασία της σπονδυλικής στήλης, αυξημένη θνησιμότητα, σοβαρή διάβρωση των πτερυγίων και αιμορραγίες, γρήγορη κίνηση των βραγχιακών καλυμμάτων, φαινομενική μυϊκή αδυναμία, ανωμαλίες στον χρωματισμό του δέρματος, συσπάσεις του κοιλιακού τοιχώματος, φωτοφοβία, απώλεια προσανατολισμού, ληθαργικότητα, αναιμία.
Κυπρίνος	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, υψηλή θνησιμότητα, αιμορραγίες στο δέρμα και τα πτερύγια, νευρικότητα, φωτοφοβία.
Γατόψαρο	Νανισμός, ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, καταρράκτης.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αιμορραγίες στα πτερύγια, φωτοφοβία, ληθαργικότητα.

<b>Παντοθενικό οξύ</b>	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, νέκρωση των βραγχίων, αναιμία, υπερέκκριση βλέννας στα βράγχια, διάταση των βραγχιακών καλυμμάτων.
Κυπρίνος	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και κινητικότητα, αναιμία, αιμορραγία στο δέρμα, εξόφθαλμος.
Γατόψαρο	Ανορεξία, βραγχιακές ανωμαλίες, διάβρωση του δέρματος, των κάτω σιαγόνων και της κεφαλής, αναιμία.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη, θνησιμότητα.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, ανώμαλο κολύμπι, αλλοιώσεις στο δέρμα.
<b>Νιασίνη</b>	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, σκουροχρωμία δέρματος, σπασμωδικές κινήσεις, μυϊκοί σπασμοί, οίδημα στομάχου, ευαισθησία στα εγκαύματα από υπεριώδη ακτινοβολία.
Κυπρίνος	Αιμορραγίες στο δέρμα, υψηλή θνησιμότητα.
Γατόψαρο	Αιμορραγίες και αλλοιώσεις στο δέρμα / πτερύγια, δυσπλασία των σιαγόνων, αναιμία, εξόφθαλμος, υψηλή θνησιμότητα.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Αιμορραγίες και αλλοιώσεις στο δέρμα, μειωμένη ανάπτυξη, αταξία, σκουροχρωμία δέρματος.
<b>Θειαμίνη</b>	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, νευρικές διαταραχές, ελαττωματικός μεταβολισμός υδατανθράκων, αυξημένη ευαισθησία σε σοκ μετά από χτύπημα ή έντονο φως.
Κυπρίνος	Συμφύρηση / αιμορραγίες των πτερυγίων, νευρική κατάσταση, ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη.
Γατόψαρο	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, σκουροχρωμία δέρματος, θνησιμότητα.
Φαγκρί	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αταξία, αιμορραγία των πτερυγίων.
<b>Πυριδοξίνη</b>	
Σολωμοειδή	Νευρικές διαταραχές, υπερερεθιστικότητα, ανορεξία, αδιαφορία στο φως, γρήγορη εγκατάσταση νεκρικής ακαμψίας, αταξία, οίδημα περιτοναϊκής κοιλότητας, έντονη διάταση των βραγχιακών καλυμμάτων, σπασμωδική και γρήγορη κολύμβηση, αλλοιώσεις στο

	χρωματισμό του δέρματος, αναιμία, γρήγορη αναπνοή με ανοιχτό το στόμα έξω από το νερό.
Κυπρίνος	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, νευρικές διαταραχές.
Γατόψαρο	Ανορεξία, νευρικές διαταραχές, σπασμωδική κολύμβηση, διάταση βραγχιακών καλυμμάτων, τετανώδεις καταστάσεις, ανώμαλος χρωματισμός της ραχιαίας επιφάνειας του σώματος.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, νευρικές διαταραχές.
Καλκάνι	Μειωμένη ανάπτυξη.
Γσιπούρα	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, υψηλή θνησιμότητα, υπερερευθιστικότητα, σπασμωδική κολύμβηση.
Κιτρινόουρος	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χάνος	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αταξία, υπερερευθιστικότητα, μυϊκοί σπασμοί, σπασμωδική κολύμβηση, απώλεια λεπιών, οίδημα, ανώμαλος χρωματισμός του δέρματος, θόλωση των φακών και τύφλωση.
<b>Βιοτίνη</b>	
Σολωμοειδή	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα τροφής, αυξημένη θνησιμότητα, αλλοιώσεις στο κόλον, μυϊκή ατροφία, σπαστικές συσπάσεις, πάχυνση των δευτερογενών βραγχιακών νηματίων και ωχρός χρωματισμός των βραγχιών.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη και δραστηριότητα.
Γατόψαρο	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αποχρωματισμός, αναιμία, υπερευαισθησία.
Φαγκρί	Ουδέν.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, σκούρος χρωματισμός, ανώμαλη κολύμβηση.
<b>Φολικό οξύ</b>	
Σολωμοειδή	Μακροκυτταρική αναιμία, μειωμένη ανάπτυξη, ανορεξία, ληθαργικότητα, σκουροχρωμία δέρματος, ωχρότητα βραγχιών, εξόφθαλμος, διάταση της κοιλίας, ασκίτης.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, ανορεξία, σκουροχρωμία δέρματος.
Κυπρίνος	Δεν έχουν αναφερθεί.
Φαγκρί	Δεν έχουν αναφερθεί.
Γατόψαρο	Ανορεξία, αυξημένη θνησιμότητα, ληθαργικότητα.
<b>Βιτ. Β<sub>12</sub></b>	
Σολωμοειδή	Μικροκυτταρική υποχρωμική αναιμία, μειωμένη ανάπτυξη και

	μετατρεψιμότητα της τροφής, ανορεξία, εύθρυπτα ερυθρά αιμοσφαίρια, σκουροχρωμία δέρματος.
Κυπρίνος	Δεν έχουν αναφερθεί.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλός αιματοκρίτης.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
<b>Χολίνη</b>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, λιπώδης διήθηση του ήπατος, μειωμένη μετατρεψιμότητα της τροφής, αιμορραγικός νεφρός και έντερο.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, λιπώδης διήθηση του ήπατος.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, διάταση του ήπατος, αιμορραγικός νεφρός και έντερο.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη, θνησιμότητα.
Χέλι	Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, γκρι-λευκό έντερο.
<b>Ινοσιτόλη</b>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, διατεταμένη κοιλία, σκουροχρωμία δέρματος, αύξηση του χρόνου εκκένωσης του εντέρου.
Κυπρίνος	Μειωμένη ανάπτυξη, αλλοιώσεις / αιμορραγίες στο δέρμα και τα πτερύγια, απώλεια της βλεννογόνιας στιβάδας του δέρματος.
Γατόψαρο	Δεν έχουν αναφερθεί.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, γκρι-λευκό έντερο.
<b>Βιτ. C</b>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, επίδραση στη σύνθεση του κολλαγόνου, σκολίωση, λόρδωση, εσωτερικές αιμορραγίες, αιμορραγία στα πτερύγια, στρέβλωση και στρίψιμο των βραγχιακών νηματίων, χαμηλός αιματοκρίτης, κακή επούλωση τραυμάτων, αυξημένη θνησιμότητα.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, σκολίωση, λόρδωση, αυξημένη ευαισθησία στις ασθένειες, μειωμένα επίπεδα κολλαγόνου στα οστά, σύνδρομο της «σπασμένης ράχης», εσωτερικές και εξωτερικές αιμορραγίες, διάβρωση των πτερυγίων, σκουροχρωμία του δέρματος, ανορεξία.
Φαγκρί	Μειωμένη ανάπτυξη.
Χέλι	Μειωμένη ανάπτυξη, διάβρωση των πτερυγίων, της κεφαλής και της κάτω γνάθου.
Γιλάπια	Σκολίωση, λόρδωση, μειωμένη ανάπτυξη, κακή επούλωση τραυμάτων,

	εσωτερικές και εξωτερικές αιμορραγίες.
<b>Βιτ. Α</b>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, εξόφθαλμος, αποχρωματισμός του δέρματος, πάχυνση και λεύκανση του επιθηλίου του κερατοειδούς, εκφύλιση του αμφιβληστροειδούς.
Κυπρίνος	Ανορεξία, αποχρωματισμός, αιμορραγία στο δέρμα και τα πτερύγια, εξόφθαλμος, δυσπλασία των βραγχιακών καλυμμάτων.
Γατόψαρο	Αποχρωματισμός, εξόφθαλμος και λεύκανση του κερατοειδούς, ατροφία, οίδημα, αιμορραγία στους νεφρούς, αυξημένη θνησιμότητα.
<b>Βιτ. D</b>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα τροφής, ανορεξία, τέτανος, αυξημένη συγκέντρωση λίπους στον μυ και το ήπαρ, αυξημένη συγκέντρωση T <sub>3</sub> στο αίμα.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή συγκέντρωση τέφρας, φωσφόρου και ασβεστίου στο σώμα.
<b>Βιτ. Κ</b>	
Σολωμοειδή	Αύξηση του χρόνου πήξης του αίματος, αναιμία, αιμορραγίες στα βράγχια, τα μάτια και τους αγγειώδεις ιστούς.
Γατόψαρο	Δερματικές αιμορραγίες.
<b>Βιτ. Ε</b>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, εξόφθαλμος, ασκίτης, αναιμία, βραγχιακές αλλοιώσεις και ωχρότητα, επικαρδίτιδα, εναπόθεση κηροειδούς στον σπλήνα, αυξημένη θνησιμότητα, αυξημένη συγκέντρωση υγρασίας και τέφρας στο σώμα, εύθρυπτα ερυθρά αιμοσφαίρια, βλάβη στους μύες και εκφύλιση, μειωμένη εκκολαπιμότητα αυγών.
Κυπρίνος	Μυϊκή δυστροφία, θνησιμότητα, εξόφθαλμος.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής, υπερεκκριτική διάθεση, μυϊκή δυστροφία, αποχρωματισμός, λιπώδης διήθηση ήπατος, αναιμία, ατροφία παγκρεατικού ιστού, θνησιμότητα, εναπόθεση κηροειδούς στα αγγεία του ήπατος, σπληνική αιμοσιδήρωση.

Κάτω από εντατικές συνθήκες εκτροφής και έλλειψης φυσικής τροφής, πενιές σε βιταμίνες μπορούν να εμφανισθούν στις παρακάτω περιπτώσεις :

*Παρασκευή και φύλαξη τροφών*

**I) Ριβοφλαβίνη :** Γενικά σταθερή σε ξηρά πολυβιταμινούχα μίγματα. Έχουν παρατηρηθεί απώλειες έως και 26% για τα πέλετς. Τροφές που περιέχουν �ιβοφλαβίνη πρέπει να προστατεύονται από το έντονο φως / υπεριώδη ακτινοβολία (ευαίσθητη σε οξείδωση) και αλκαλικές συνθήκες.

**II) Παντοθενικό οξύ :** Γενικά σταθερό σε ξηρά προμίγματα. Απώλειες έχουν βρεθεί έως και 10% κατά τη παρασκευή πέλετ.

**III) Νιασίνη :** Γενικά σταθερή σε ξηρά προμίγματα. Απώλειες έως 20% κατά τη παρασκευή πέλετ. Παραμένει σταθερή μόνο εάν η τροφή διατηρείται σε δροσερό και ξηρό χώρο.

**IV) Θειαμίνη :** Σταθερή σε ξηρά προμίγματα που δεν περιέχουν χολίνη ή ιχνοστοιχεία. Καταστρέφεται γρήγορα κάτω από αλκαλικές συνθήκες ή στη παρουσία σουλφιδίων. Η παρασκευή πέλετ και η αποθήκευση (7 μήνες σε θερμοκρασία δωματίου) οδηγούν σε απώλειες 0-10% και 11-12%, αντίστοιχα.

**V) Πυριδοξίνη :** Σταθερή σε ξηρά προμίγματα άνευ ιχνοστοιχείων. Τροφές με πυριδοξίνη χρειάζονται προστασία από το φως (UV), τη ζέστη και την υγρασία. Παρασκευή και Αποθήκευση (10 μήνες) απώλειες 7-10%.

**VI) Βιοτίνη :** Γενικά σταθερή. Απώλειες 10% κατά τη παρασκευή πέλετ.

**VII) Φολικό οξύ :** Πτώση δραστηριότητας κατά 43% μετά από 3 μήνες σε θερμοκρασία δωματίου. Παρασκευή και αποθήκευση → απώλειες 3-10%. Ευαίσθητο στις οξειδώσεις κατά την αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες και κατά την έκθεση στο φως.

**VIII) B<sub>12</sub> :** Αυξημένες θερμοκρασίες μειώνουν τη δράση της ιδιαίτερα σε παρουσία ελαφρά όξινων συνθηκών.

**IX) Χολίνη :** Σταθερή. Μπορεί να μειώσει τη δράση άλλων βιταμινών.

**X) Βιταμίνη C :** Χαμηλή σταθερότητα. Οξειδώνεται εύκολα παρουσία υγρασίας, ιχνοστοιχείων, αυξημένης θερμοκρασίας, φως και προϊόντων οξείδωσης (υπεροξειδία λιπών). Η σταθερότητα της εξαρτάται από το προϊόν στο οποίο εμπερικλείεται και τη μέθοδο παρασκευής του. Απώλειες έως και 90% έχουν αναφερθεί κατά τη παρασκευή πέλετ και ξήρανσής τους ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες παρασκευής. 70% απώλειες έχουν αναφερθεί κατά τη προσθήκη νερού στο μίγμα α' υλών για τη παρασκευή τροφών πριν τη δημιουργία πέλετ.

Κατά τη παρασκευή και αποθήκευση κάτω από συνθήκες εκτροφής, απώλειες έως και 95% έχουν αναφερθεί. Παρ' όλα αυτά, αυτές οι απώλειες μπορούν να μειωθούν με τη χρήση πιο σταθερών μορφών βιταμίνης C.

**XI) Βιταμίνη A :** Οξειδώνεται γρήγορα σε υψηλές θερμοκρασίες και στη παρουσία προϊόντων υπεροξειδωσης λιπών. Απώλειες έως 20% έχουν αναφερθεί κατά τη παρασκευή πέλετ. Αποθήκευση για 6 μήνες σε θερμοκρασία δωματίου → απώλειες 53%. Η σταθερότητά της μπορεί να αυξηθεί με κατάλληλη αντιοξειδωτική θεραπεία.

**XII) Βιταμίνη D :** Υψηλή σταθερότητα.

**XIII) Βιταμίνη K :** Καλή σταθερότητα σε προμείγματα απουσία ιχνοστοιχείων. Κάτω από κάποιες συνθήκες παρασκευής, την αυξημένη θερμοκρασία και υγρασία, το αλκαλικό pH και κάποια ιχνοστοιχεία επιτυγχάνουν τη καταστροφή της. Οι έτοιμες τροφές πρέπει να προστατεύονται από το φως για να μειώνονται οι απώλειες από οξειδωτικές διεργασίες.

**XIV) Βιταμίνη E :** Σταθερή σε θερμοκρασίες χαμηλότερες του δωματίου. Η σταθερότητά της αυξάνεται όταν χρησιμοποιείται με μορφή οξειδίου, είναι όμως επιρρεπής σε οξειδώσεις κατά την αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες και στη παρουσία οξειδωτικών παραγόντων.

*Απώλειες υδατοδιαλυτών βιταμινών στο νερό*

Σε αντίθεση με τις λιποδιαλυτές βιταμίνες (A,D,E,K), οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες μπορούν εύκολα να χαθούν από τη τροφή πριν από τη κατάποσή της από τα ψάρια. Γενικά, όσο μικρότερο είναι το μέγεθος της χορηγούμενης τροφής και όσο μεγαλύτερος ο χρόνος παραμονής της στο νερό πριν την κατάποσή της, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες των υδατοδιαλυτών στοιχείων. Έτσι απώλειες έχουν περιγραφεί δια αυτής της οδού 30-50% για τη βιταμίνη C, 5-20% για το παντοθεικό οξύ, 0-27% για το φολικό οξύ, 0-17% για τη θιαμίνη, 3-13% για τη πυριδοξίνη, μετά από 10 δευτερόλεπτα παραμονής της τροφής στο νερό.

*Διαταραχές λόγω παρουσίας αντι-βιταμινικών παραγόντων στη τροφή*

**I) Ανιδίνη :** Θερμοευαίσθητος αντι-βιοτινικός παράγοντας στο άψητο ασπράδι του αυγού. Καταστρέφεται εύκολα με τη θερμοκρασία.

**II) Θειαμινάση :** Θερμοευαίσθητος αντι-θειαμινικός παράγοντας που βρίσκεται σε άψητα ψάρια, οστρακοειδή κ.ά. Αύξηση της θερμοκρασίας των α' υλών

την καθιστά ανενεργή, ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια πιο σταθερή μορφή θειαμίνης στην τροφή.

**III) Αντι-βιταμινικοί A, E, D, και B<sub>12</sub>** παράγοντες παρόντες στον ωμό κορμό της σόγιας. Αδρανοποιούνται με θέρμανση.

**IV) Αντι-πυριδοξινικοί** παράγοντες παρόντες στον λιναρόσπορο. Αδρανοποιούνται δια της θέρμανσης.

#### *Διαταραχές λόγω προσθήκης αντιβιοτικών στη τροφή*

Η χρήση αντιβιοτικών στη τροφή για τη θεραπεία ασθενειών μπορεί ως συνέπεια να οδηγήσει στη καταστροφή της μικροχλωρίδας τους εντέρου των ψαριών που σε παμφάγα / χορτοφάγα είδη ψαριών πιστεύεται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στη σύνθεση βιταμινών και τη κάλυψη των αναγκών των ψαριών (κυπρίνος, τιλάπια, γατόψαρο → B<sub>12</sub>, φολικό οξύ και πιθανά βιοτίνη, θειαμίνη και βιταμίνη K).

#### **Τοξικότητα των βιταμινών της τροφής**

Σε αντίθεση με τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, τα ψάρια συσσωρεύουν λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D, E, K) κάτω από συνθήκες υπερχορήγησής τους. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες η συσσώρευση είναι τέτοια που μπορεί να προκληθεί υπερβιταμίνωση. Αν και μια τέτοια κατάσταση είναι σπάνια σε συνθήκες εκτροφής, υπερβιταμίνωση έχει προκληθεί πειραματικά, με τα ακόλουθα συμπτώματα (Πίνακας 25) :

#### **ΠΙΝΑΚΑΣ 25. Παθολογικές καταστάσεις που προκαλούνται από υπερβιταμίνωση.**

<b>Βιταμίνη / Είδος ψαριού</b>	<b>Συμπτώματα</b>
<b><u>Βιτ. A</u></b>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη και αιματοκρίτης, σοβαρή νέκρωση και διάβρωση των πτερυγίων, σκολίωση, λόρδωση, αυξημένη θνησιμότητα, ήπαρ ωχροκίτρινο και εύθρυπτο, μείωση του λίπους στο σώμα.
<b><u>Βιτ. D</u></b>	
Σολωμοειδή	Μειωμένη ανάπτυξη, ληθαργικότητα, σκουροχρωμία.
Γατόψαρο	Μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα τροφής.



<b>Βιτ. Ε</b>	
Διάφορα είδη	Μειωμένη ανάπτυξη, τοξικές αντιδράσεις στο ήπαρ, θνησιμότητα.

### Αντιδιαιτητικοί παράγοντες σε φυτικές Α' ύλες

Η παρουσία ενδογενών αντι-διαιτητικών παραγόντων σε φυτικές α' ύλες είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που περιορίζει τη χρήση τους σε μεγάλες ποσότητες στις τεχνητές τροφές. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 26) παρουσιάζει περιληπτικά τις κύριες κατηγορίες αυτών των παραγόντων στις φυτικές α' ύλες.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 26. Κατηγορίες αντι-διαιτητικών παραγόντων σε φυτικές Α' ύλες.

Είδος παράγοντα	Ουσίες
Πρωτεΐνες	Αναστολείς πρωτεασών
	Αιμαγλουτινίνες
Γλυκοσίδες	Ουσίες που προκαλούν υπερθυρεοειδισμό
	Ουσίες που προκαλούν δηλητηρίαση από κυάνιο
	Σαπωνίνες
	Οιστρογόνα
Φαινόλες	Γοσυπόλη
	Ταννίνες
Διάφορες	Αντι- μακρο- και ιχνο- στοιχεία
	Αντι-βιταμινικές
	Αντι-ενζυμικές
	Αλλεργιογόνα
	Καρκινογόνα μικροβιακής / φυτικής προέλευσης
	Τοξικά αμινοξέα

Αν και η τοξικότητα αυτών των παραγόντων ποικίλλει, ένα μεγάλο ποσοστό μπορεί να καταστραφεί ή αδρανοποιηθεί με θέρμανση.

Δυστυχώς δεν έχουν γίνει τοξικολογικές εξετάσεις για τη πλειοψηφία αυτών των ουσιών. Γενικά όμως, η παρουσία τους σε μη επεξεργασμένες α' ύλες συνήθως καταλήγει σε ανορεξία, πτώση ανάπτυξης και χαμηλούς δείκτες μετατρεψιμότητας τροφής όταν χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες στη τροφή.

### **Τυχαίοι τοξικοί παράγοντες στις Α' ύλες**

Διατροφικά νοσήματα μπορούν να αναπτυχθούν από τη παρουσία συγκεκριμένων τυχαίων τοξικών παραγόντων ή επιμολύνσεων σε συγκεκριμένες α' ύλες. Σ' αυτούς τους παράγοντες συμπεριλαμβάνονται :

#### **α) Θεμιτές προσθήκες :**

- Συσσωματοποιητές και σταθεροποιητές (μαστίχες, καρβοξυμεθυλική αλκοόλη).
- Χημειοθεραπευτικά (αντιβιοτικά, σουλφοναμίδες, νιτροφουράνια, αρσενικό οξύ).
- Επιταχυντές ανάπτυξης (όπως παραπάνω και αναβολικά, συνθετικά ανδρογόνα).

#### **β) Τοξικοί παράγοντες που δημιουργούνται κατά τη παρασκευή τροφών :**

- Υπολείμματα διαλυτών παρόντα μετά από επεξεργασία ελαιωδών καρπών με διαλύτες (χλωριούχο μεθυλένιο, διχλωροαιθυλένιο, τριχλωροαιθυλένιο, ακετόνη, ισοπροπυλική αλκοόλη).
- Λίπη κατεστραμμένα από την οξείδωση ή το ζέσταμα (υπεροξειδωση, οξειδωτικά προϊόντα).

#### **γ) Μολύνσεις από μικροοργανισμούς :**

- τοξίνες πρωτοζώων από χαλασμένα ψάρια
- τοξίνες αλγών από οστρακοειδή / ψάρια
- τοξίνες μυκήτων σε αποθηκευμένες τροφές (π.χ. αφλατοξίνες)
- τοξίνες βακτηρίων από μολυσμένες α' ύλες
- παθογόνα (ζωντανά βακτήρια, ιοί και μύκητες).

#### **δ) Μολύνσεις από συνθετικές ουσίες :**

- υπολείμματα εντομοκτόνων (χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες)
- οργανοχλωρικά (πολυχλωριωμένα διφαινύλια)
- πετρελαιοειδή
- βαρέα μέταλλα

Συμπερασματικά, οι πιο σοβαρές και συχνότερα απαντώμενες παθολογικές καταστάσεις που οφείλονται σε διαιτητικούς παράγοντες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 27):

**ΠΙΝΑΚΑΣ 27. Διατροφικής αιτιολογίας κύριες παθολογικές καταστάσεις και τα αίτια που τις προκαλούν.**

<b>Παθολογική κατάσταση</b>	<b>Διαιτητική ανισορροπία</b>
<u>Σκολίωση / λόρδωση</u>	
Έλλειψη	Τρυπτοφάνης, μαγνησίου, φωσφόρου, Βιτ. C
Τοξίκωση	Μολύβδου, καδμίου, Βιτ. A, οξειδωμένων ιχθυελαίων.
<b>Καταρράκτης</b>	
Έλλειψη	Μεθειονίνης, τρυπτοφάνης, ψευδαργύρου, μαγνησίου, χαλκού, σεληνίου, μαγγανίου, Βιτ. A, ριβοφλαβίνης.
Τοξίκωση	Χολίνης, οξειδωμένων ιχθυελαίων.
<b>Διάβρωση πτερυγίων</b>	
Έλλειψη	Λυσίνης, τρυπτοφάνης, ψευδαργύρου, ριβοφλαβίνης, ινοσιτόλης, νιασίνης, Βιτ. C.
Τοξίκωση	Μολύβδου, Βιτ. A.
<b>Λιπώδης διήθηση ήπατος</b>	
Έλλειψη	Χολίνης, απαραίτητων λιπαρών οξέων.
Τοξίκωση	Οξειδωμένων ιχθυελαίων.
<b>Εξόφθαλμος</b>	
Έλλειψη	Παντοθενικού οξέος, νιασίνης, φολικού οξέος, Βιτ. A και E.
Τοξίκωση	Οξειδωμένων ιχθυελαίων.
<u>Αιμορραγία δέρματος/πτερυγίων</u>	
Έλλειψη	Ριβοφλαβίνης, παντοθενικού οξέος, νιασίνης, θειαμίνης, ινοσιτόλης, Βιτ. A, K και C.
Τοξίκωση	Οξειδωμένων ιχθυελαίων.