

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

## ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΘΕΜΑ: ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΩΝ  
ΤΕΛΕΟΣΤΕΩΝ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΚΩΝΙΝΟΣ ΕΠΙΣΚΟΠΟΣ

ΒΟΛΟΣ 1997



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 131/1

Ημερ. Εισ.: 18-09-2003

Δωρεά: \_\_\_\_\_

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ

1997

ΕΠΙ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070264

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ολοκληρώνοντας τον κύκλο των σπουδών μου, στο Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με την παρούσα πτυχιακή διατριβή θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου κ. κ. Α. Ι. Θεοδώρου, Γ. Πνευματικάτο και Π. Παναγιωτάκη για την συμπαράσταση και βοήθεια που μου προσέφεραν.

Επίσης τους γονείς μου και συμφοιτητές μου που με βοηθήσανε σε δύσκολες στιγμές αυτή την περίοδο των πέντε ετών. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστίσω όσους φίλους με βοηθήσανε για την καλύτερη εμφάνιση της παρούσας διατριβής, με όποιο τρόπο ο καθένας μπορούσε.

Με τιμή

Κων/ος Επίσκοπος

*Για την ~~πραγματική~~  
με πολλή ευχαριστώ σε  
όλους τους υπαλλήλους  
κείνους που με βοήθησαν  
και που υψώσανε με  
ευσταθειών που προσέφεραν  
με*

*Κων/ος*

## ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΩΝ ΤΕΛΕΟΣΤΕΩΝ

Παρόλο που στη φύση οι τροφικές ανεπάρκειες είναι πολύ σπάνιες, στα τροπικά κλίματα η διατροφή των ψαριών μπορεί να υποστεί εποχιακές μεταβολές ανάλογα με τη διαθεσιμότητα της τροφής, τις μεταβολές του φωτός και της θερμοκρασίας. Αυτό σημαίνει ότι πολλά ελεύθερα διαβιούντα ψάρια τόσο των γλυκών όσο και των θαλασσίων υδάτων, χάνουν βάρος κατά τη διάρκεια μιας μακροχρόνιας περιόδου χειμερινής αστίας. Ο δείκτης του βασικού μεταβολισμού των ψαριών ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία. Έτσι π.χ. στους 24<sup>0</sup> C είναι κατά έξι φορές υψηλότερος από ότι στους 5<sup>0</sup> C.

Γενικά τα διατροφικά νοσήματα αποτελούν ένα ξεχωριστό και πολύ σημαντικό κεφάλαιο στην παθολογία των ψαριών που εκτρέφονται τεχνητά, ενώ πολύ λίγα γνωρίζουμε για τα ελεύθερα διαβιούντα ψάρια. Τα νοσήματα αυτά απαντώνται κυρίως στα ψάρια που η ανάπτυξή τους στηρίζεται αποκλειστικά στη τεχνητή διατροφή. Η αύξηση της παραγωγής στη σύγχρονη εντατική ιχθυοκαλλιέργεια, όπως και σε κάθε ζωοτεχνική δραστηριότητα, εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από τη διατροφή και τα νοσήματα που προκαλούνται από τα σφάλματα της. Συνεπώς η διάγνωση και κυρίως η πρόληψη των νοσημάτων αυτών αποτελεί το κλειδί της επιτυχίας των αλιευτικών αυτών εκμεταλλεύσεων.

Η αλματώδης βιομηχανική ανάπτυξη της εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας, τα τελευταία κυρίως χρόνια, ώθησε τους διάφορους ερευνητές στη μελέτη των θρεπτικών αναγκών των εκτρεφόμενων ψαριών. Τα περισσότερα είδη ψαριών που καταναλώνει ο άνθρωπος είναι σαρκοφάγα, αυτό υποδηλώνει ότι η διατροφή αυτών των ψαριών είναι πλούσια σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Συνεπώς κύριο μέλημα της βιομηχανίας παρασκευής ιχθυοτροφών είναι η παρασκευή τεχνητών τροφών οι οποίες πρέπει να καλύπτουν τις θρεπτικές ανάγκες των ψαριών και να επιτυγχάνουν τη φυσιολογική ανάπτυξή τους, παράλληλα όμως θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη και ο οικονομικός παράγοντας. Αυτό βέβαια προϋποθέτει γνώσεις γύρω από τις θρεπτικές ανάγκες των εκτρεφόμενων ψαριών, οι οποίες κατά βάση είναι ίδιες με εκείνες των άλλων ζώων παρόλο που υπάρχουν πολλές διαφορές οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη προκειμένου να αποφανθούμε ότι ένα νόσημα που παρατηρείται σε μία εκτροφή οφείλεται σε διατροφική ανεπάρκεια.

Τα διατροφικά νοσήματα είναι δύσκολο να προσδιοριστούν με απόλυτη βεβαιότητα γιατί σπάνια οφείλονται σε μία μόνο θρεπτική ανεπάρκεια. Στην παρούσα εργασία περιγράφονται τα νοσήματα που οφείλονται στην ανεπάρκεια μεμονωμένων θρεπτικών στοιχείων σύμφωνα με τις έρευνες του Halver και των συνεργατών του, οι οποίες στηρίχθηκαν σε πειραματικές δοκιμές με διαφορετικά σιτηρέσια στα οποία παραλείπονταν συγκεκριμένα θρεπτικά στοιχεία (Halver, 1972). Παρ' όλ' αυτά στην πράξη συχνά παρατηρείται ένα σύνδρομο πολύ πιο γενικό το οποίο τις περισσότερες φορές εκδηλώνεται με σχετική ανορεξία ή μειωμένη ανάπτυξη των ψαριών. Πάντως σε κάθε περίπτωση πριν αποδώσουμε ένα νόσημα σε σφάλματα διατροφής, επιβάλλεται να λαμβάνουμε υπόψη μας και όλους τους άλλους πιθανούς αιτιολογικούς παράγοντες, όπως λοιμογόνους και κακών συνθηκών εκτροφής.

Λόγω των σοβαρών παθολογικών προβλημάτων που παρατηρήθηκαν στις ιχθυοκαλλιέργειες μετά το 1960, εξαιτίας της παρουσίας αφλατοξινών στην τροφή, οι παρασκευαστές ιχθυοτροφών σήμερα είναι πολύ προσεκτικοί και πραγματοποιούν αυστηρούς ποιοτικούς ελέγχους των διαφόρων συστατικών της τροφής. Έτσι το σύνδρομο της ανεπάρκειας σήμερα είναι πολύ σπάνιο. Πάντως όταν παρασκευάζονται μίγματα ή χορηγούνται υγρές τροφές οι πιθανότητες εμφάνισης του συνδρόμου της ανεπάρκειας είναι πολύ μεγαλύτερες.

## ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΡΟΦΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ: ΑΣΙΤΙΑ

Η ασιτία μπορεί να οφείλεται στην παντελή έλλειψη τροφής στη χορήγηση μη ορθολογικού σιτηρεσίου το οποίο μπορεί να είναι πλήρες για ορισμένους οργανισμούς ή τύπους εκτροφών, ή στη δυσκολία κατανάλωσης της τροφής για λόγους μηχανικούς ή συμπεριφοράς. Η παντελής έλλειψη τροφής σε μία εκτροφή μπορεί να παρατηρηθεί όταν τα εκτρεφόμενα ψάρια της μονάδας έχουν συμπτωματικά εγκαταλειφθεί από τον παραγωγό, ως προς τη χορήγηση μη ορθολογικού σιτηρεσίου, αυτό μπορεί να οφείλεται ή σε ανεπαρκή χορήγηση τροφής ή λόγω αυξημένης ιχθυοφόρτισης και συνεπώς έντονου ανταγωνισμού των ψαριών. Η ασιτία που αναφέρεται για λόγους συμπεριφοράς είναι όταν επιχειρείται η εκτροφή άγριων ψαριών τα οποία αρνούνται να δεχθούν τεχνητές τροφές τις οποίες δεν γνωρίζουν. Αυτό είναι ένα πρόβλημα πολύ γνωστό στο χώρο των υδατοκαλλιεργειών όταν επιχειρείται η φάση της “αποκοπής” (απογαλακτισμός) ορισμένων νυμφών, όπως του σολομού του ατλαντικού και του ρόμβου. Οι νύμφες που δεν διατρέφονται μπορούν να επιβιώσουν για ένα μήνα ή να πεθάνουν γρηγορότερα. Συνήθως στις περιπτώσεις αυτές η πρώτη εντύπωση που δημιουργείται είναι ότι οι αυξημένες απώλειες οφείλονται σε λοιμογόνα αίτια.

Τα ψάρια που υποφέρουν από ασιτία συνήθως παρουσιάζουν σκουρότερο χρωματισμό από το φυσιολογικό και το κρέας τους είναι μαλακό. Οι νύμφες και τα ιχθύδια που υποφέρουν από ασιτία στη διεθνή βιβλιογραφία ονομάζονται “pin heads” (κεφάλια καρφίτσας) εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους της κεφαλής σε σχέση με το πολύ λεπτό καχεκτικό σώμα τους. (Εικ.10.1 , βλέπε παράρτημα ).

Τα βράγχια μπορεί να είναι αποχρωματισμένα, ωχρά και συνήθως φέρουν υψηλό αριθμό παρασίτων. Κατά τη νεκροψία παρατηρείται έλλειψη περιπλαχνικού λίπους, η νηκτική κύστη συνήθως είναι διογκωμένη και τα υπόλοιπα όργανα λίγο ή κακώς αναπτυγμένα. Τα ιστοπαθολογικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν αξιόλογη μείωση του σαρκοπλασματικού περιεχομένου των μυϊκών ινιδίων, κενοτόπια και κεντρική μετανάστευση των πυρήνων του σαρκοπλάσματος. Υπάρχει επίσης εμφανής αύξηση των ινοβλαστών και του κολλαγόνου του πεπτικού τμήματος και των άλλων οργάνων. Η εξωτερική μοίρα του παγκρέατος συρρικνώνεται και καθίσταται σκουρότερη. Τα μελανομακροφάγα κέντρα είναι εμφανή πιθανόν ως εκδήλωση του εκτεταμένου καταβολισμού που λαμβάνει χώρα και υπάρχει αύξηση της μελανίνης και της λιποφουσκίνης (Agius και Roberts 1981).

## ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΝΙΣΟΡΡΟΠΙΕΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ

Όπως είναι φυσικό, το διαιτολόγιο των εκτρεφόμενων ψαριών πρέπει να περιέχει όλα τα θρεπτικά εκείνα στοιχεία τα οποία αποτελούν τη βάση της διατροφής κάθε ζωικού οργανισμού ήτοι: Πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες, ανόργανες ουσίες και βιταμίνες.

### **ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ**

Οι πρωτεΐνες αποτελούν τα κυριότερα και πιο δαπανηρά συστατικά στη διατροφή των εκτρεφόμενων ψαριών. Γι' αυτό οι παρασκευαστές ιχθυοτροφών καταβάλλουν προσπάθειες παρασκευής οικονομικών σιτηρεσίων όχι όμως σε βάρος της ποιότητας τους, γεγονός που δεν συμβαίνει πάντοτε. Όλες οι πρωτεΐνες δεν έχουν την ίδια βιολογική και θρεπτική αξία. Η βιολογική αξία των πρωτεϊνών εξαρτάται από την περιεκτικότητα τους σε απαραίτητα αμινοξέα και από τη μεταξύ τους ποσοτική σχέση. Οι μεταβολικές διαταραχές από πρωτεΐνες στον οργανισμό των ψαριών, προέρχονται βασικά από τον ανεπαρκή εφοδιασμό τους σ' ένα ή περισσότερα από τα απαραίτητα αμινοξέα.

Οι πρωτεΐνες ζωικής προελεύσεως έχουν ανώτερη βιολογική αξία για τα ψάρια λόγω της περιεκτικότητας τους σε απαραίτητα αμινοξέα. Γενικά οι πρωτεΐνες είναι απαραίτητες για τη συντήρηση, την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή, την ανανέωση και την αντικατάσταση των ιστών. Παράλληλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως πηγή ενέργειας για τις μεταβολικές διεργασίες. Τα απαραίτητα αμινοξέα, δέκα σε αριθμό, δηλαδή αυτά που δεν μπορεί να συνθέσει ο οργανισμός είναι τα βασικά στοιχεία που καθορίζουν τη θρεπτική αξία μιας πρωτεΐνης.

Τα απαραίτητα αμινοξέα για όλα τα είδη ψαριών που μέχρι σήμερα έχουν ανιχνευθεί, όπως και για τα θηλαστικά είναι: η αργινίνη, η ιστιδίνη, η ισολευκίνη, η λευκίνη, η λυσίνη, η μεθειονίνη, η φαινυλαλαμίνη, η τριπτοφάνη, η θρεονίνη και η βαλίνη. Σε περίπτωση ανεπαρκούς μεταφοράς του αζώτου ακόμη και η σύνθεση των μη απαραίτητων αμινοξέων καθίσταται αδύνατη, κατά συνέπεια το ψάρι είναι αναγκασμένο να μεταβολίζει τα δικά του απαραίτητα αμινοξέα. Γι' αυτό από πλευράς διατροφής των τεχνητώς εκτρεφόμενων ψαριών, ένα διαιτολόγιο πρέπει να περιέχει μία ικανοποιητική ποσότητα απαραίτητων και μη απαραίτητων αμινοξέων για τη φυσιολογική συντήρηση και ανάπτυξη τους. Συμπτωματικά μπορούν να υπάρχουν συμπτώματα τροφικής ανεπάρκειας ακόμη και στην παρουσία φαινομενικά άφθονων αμινοξέων, είτε γιατί η πρωτεΐνη δεν έχει πλήρως πεπτει είτε γιατί ορισμένα αμινοξέα δεν έχουν βιολογικά χρησιμοποιηθεί στις μεταβολικές διεργασίες (π.χ. η ομάδα Ε-αμίνη της λυσίνης μπορεί να σχηματίσει μια ένωση με τα μόρια των υδατανθράκων που υπάρχουν στο σιτηρέσιο δίνοντας ένα κατάλοιπο της λυσίνης μη δυνάμενο να χρησιμοποιηθεί από το ψάρι).

### **Ανεπάρκεια αμινοξέων**

Παρόλο που υπάρχουν ποσοτικές και ποιοτικές ενδείξεις αναφορικά με τα απαραίτητα αμινοξέα για πολλά είδη εκτρεφόμενων ψαριών, συμπεριλαμβανομένων των σαλμονιδών, της ιριδιζουσας πέστροφας, του γατόψαρου και των χελιών, η μοναδική χαρακτηριστική κλινική εικόνα που παρατηρείται στην πράξη σ' όλες τις ανεπάρκειες απαραίτητων αμινοξέων, είναι η καθυστέρηση στην ανάπτυξη. Μοναδική ίσως εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση ανεπάρκειας τριπτοφάνης όπου εμφανίζονται παραμορφώσεις της σπονδυλικής στήλης (σκολίωση). (Kloppel και Post, 1975). Άλλα σύνδρομα που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία λόγω ανεπάρκειας ορισμένων αμινοξέων σε πειραματικές δοκιμές είναι η διάβρωση του ραχιαίου πτερυγίου η οποία σχετίζεται με την ανεπάρκεια λυσίνης (Walton et al 1984, ketola, 1983 Marid 1978).

### ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Αναφορικά με το μεταβολισμό των υδατανθράκων τα ψάρια έχουν πολύ πιο περιορισμένες δυνατότητες από τα πτηνά και τα θηλαστικά. Υψηλά ποσοστά κοινών υδατανθράκων ιδιαίτερα στους κυπρινίδες των ενυδρείων και σ' ορισμένες εκτροφές, προκαλούν εκφύλιση των ηπατικών κυττάρων και μεγάλη εναπόθεση γλυκογόνου.

### ΛΙΠΙΔΙΑ

Τα λιπαρά οξέα είναι τα θρεπτικά ενεργά συστατικά των λιπιδίων του διαιτολογίου. Μόνο ένα μικρό μέρος λιπών που υπάρχουν στον οργανισμό εμφανίζονται ως ελεύθερα λιπαρά οξέα σε μια δεδομένη στιγμή, τα περισσότερα των οποίων υπό μορφή τριγλυκεριδίων και φωσφολιπιδίων. Τα λιπίδια ενός σιτηρεσίου πρέπει να εξασφαλίζουν μία ικανοποιητική ποσότητα απαραίτητων λιπαρών οξέων καθώς και θερμίδων.

Πριν αναφερθούμε στις ανάγκες των ψαριών σε λιπίδια είναι απαραίτητο να προσδιορίσουμε την ορολογία που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των λιπαρών οξέων. Από χημική άποψη είναι ενώσεις που σχηματίζονται από αλυσίδες υδρογονοποιημένων ατόμων άνθρακα με ένα αριθμό διπλών δεσμών από έναν μέχρι έξι. Η κάθε αλυσίδα προσδιορίζεται μέσω δύο αριθμών. Ο πρώτος δείχνει τον αριθμό ατόμων άνθρακα στην αλυσίδα και ο δεύτερος τον αριθμό διπλών δεσμών. Οι διπλοί δεσμοί είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για τον καθορισμό των φυσικών και θρεπτικών χαρακτηριστικών των λιπαρών οξέων.

Η θέση του τελευταίου διπλού δεσμού πλησιέστερου προς τη μεθυλική ομάδα, σημειώνεται με την ένδειξη ωμέγα (ω). Έτσι π.χ. η ένδειξη 18:3 ω 9 υποδηλώνει ότι το λιπαρό οξύ περιέχει 18 άτομα άνθρακα με τρεις διπλούς δεσμούς και ο πρώτος βρίσκεται σε εννέα άτομα άνθρακα της μεθυλικής ομάδας. Η αλυσίδα των λιπαρών οξέων μπορεί να επιμηκυνθεί μέσω προέκτασης του μορίου ξεκινώντας από την τελευταία καρβοξυλική ομάδα, έτσι θα είναι ένας συγκεκριμένος αριθμός λιπαρών οξέων, το καθένα του τύπου ω που θα έχει τις ίδιες βιολογικές ιδιότητες.

### Ανεπάρκεια απαραίτητων λιπαρών οξέων

Τα ψάρια φαίνεται ότι έχουν την ικανότητα να συνθέτουν λιπαρά οξέα των σειρών ω7 και ω9, όχι όμως των σειρών ω6 (λινολεϊκό) και ω3 (λινολενικό).

Αυτά τα τελευταία φαίνεται ότι είναι απαραίτητα για τα ψάρια όπως και για τα θηλαστικά. Αν δεν υπάρχουν στο διαιτολόγιο των ψαριών επαρκείς ποσότητες αυτών των σειρών εμφανίζονται σύνδρομα ανεπάρκειας. Η λινολενική σειρά εμφανίζεται ως ιδιαίτερα ζωτική για την ομαλή ανάπτυξη των ψαριών και η απαιτούμενη ποσότητα είναι μέχρι 1% στο σιτηρέσιο.

Τα κυριότερα κλινικά χαρακτηριστικά που παρατηρούνται στους σαλμονίδες από την ανεπάρκεια απαραίτητων λιπαρών οξέων στο διαιτολόγιο τους είναι, αποχρωματισμός, διάβρωση των πτερυγίων, καρδιακή μυοπάθεια και λιπώδης εκφύλιση του ήπατος. Η διατροφή των περισσοτέρων θαλασσινών ψαριών που διαβιούν ελεύθερα περιέχει μεγάλες ποσότητες πολυακόρεστων λιπαρών οξέων ω3. Το μοναδικό θαλασσινό είδος ψαριού που έχει ιδιαίτερα μελετηθεί είναι ο ρόμβος, ο οποίος διαπιστώθηκε ότι έχει τις ίδιες ανάγκες λιπαρών οξέων της σειράς ω3 με τα είδη του γλυκού νερού. Παρ' όλ' αυτά οι ρόμβοι παρουσιάζουν πολύ περιορισμένη ικανότητα επιμήκυνσης και αποκορεσμού λιπαρών οξέων ω3 με 18 άτομα άνθρακα (Cowey et al, 1976). Σ' αυτά τα ψάρια προκαλούνται ιστολογικές μεταβολές που συνίστανται σε εναπόθεση κηροειδίνης στο ήπαρ και πάχυνση των κυτταρικών τοιχωμάτων του ιστού συντήρησης των λιπιδίων (Εικ.10.2, βλέπε παράρτημα).

Στις περιπτώσεις ανεπάρκειας απαραίτητων λιπαρών οξέων τα κλινικά χαρακτηριστικά ποικίλουν και συνοδεύονται από διόγκωση του ήπατος που οφείλεται στη σοβαρή λιπώδη διήθηση. Παρατηρείται επίσης έντονη αναιμία και τα ποσοστά θνησιμότητας κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα. (Castell 1972, Takeuchi and Watanabe 1977, 1982, Takeuchi et al 1983, Bell et al 1985).

### Λιπώδης εκφύλιση του ήπατος

Σε πολλά ψάρια, όπως στους γαδίδες και κυπρινίδες, το ήπαρ είναι το κύριο όργανο αποθήκευσης των λιπιδίων. Στα ελεύθερα διαβιούντα ψάρια, ορισμένοι χρονικοί περίοδοι συμπίπτουν με μία σημαντική και λιπώδη διήθηση του ηπατικού παρεγχύματος, χωρίς αυτό να θεωρείται παθολογικό. Παρ' όλ' αυτά στους σαλμονίδες και σ' ορισμένα άλλα είδη, το ήπαρ δεν αποτελεί το κύριο όργανο αποθήκευσης του λίπους, γι' αυτό στα ψάρια εκτροφής συμπτωματικά μπορεί να παρατηρηθεί ένα παθολογικό σύνδρομο λιπώδους εκφυλίσεως του ήπατος.

Η λιπώδης εκφύλιση του ήπατος γενικά παρατηρείται σε ψάρια που διατρέφονται με υπολείμματα ιχθυηρών ή με συμπηκνωμένες ιχθυοτροφές (pellets) μέρος του λίπους των οποίων έχει υποστεί τάγγιση. Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα εύκολα οξειδώνονται (ταγγίζουν) στην παρουσία οξυγόνου ή ορισμένων προϊόντων ζωϊκής προελεύσεως που ενεργούν ενζυματικά ως καταλύτες της αυτο-οξειδώσεως. Οι υψηλές θερμοκρασίες στις αποθηκευμένες τροφές επιτείνουν το βαθμό οξειδώσεως.

Όσο πιο υψηλή είναι η αναλογία των λιπαρών ουσιών στην τροφή ή πιο χαμηλό το ποσοστό των αντιοξειδωτικών (όπως η τοκοφερόλη α) που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του σιτηρεσίου, τόσο μεγαλύτερες είναι οι δυνατότητες ταγγίσματος. Τα ταγγισμένα λίπη είναι τοξικά από μόνα τους, πλην όμως αντιδρούν και με τις πρωτεΐνες μειώνοντας τη βιολογική τους αξία, έχουν επίσης τοξική αντίδραση σ' εκείνες τις βιταμίνες που από μόνες τους δεν είναι αντιοξειδωτικές. Κατά συνέπεια τα



χαρακτηριστικά της λιπώδους εκφυλίσεως του ήπατος μπορούν να ποικίλουν από εστία σε εστία ανάλογα με τη συμβολή εκάστου συστατικού στην εκφύλιση.

Τα προσβεβλημένα από λιπώδη εκφύλιση ψάρια, παρουσιάζουν έντονη αναιμία (ωχρά βράγχια), διογκωμένη καρδιά και διογκωμένο ήπαρ κίτρινου χρώματος και πολτώδους συστάσεως (Εικ. 10.3 , βλέπε παράρτημα ). Ιστολογικά το κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι η έντονη λιπώδης διήθηση των ηπατοκυττάρων, γεγονός που έχει ως αιτία την εξαφάνιση του φυσιολογικού χρώματος του κυτταροπλάσματος και της παραμόρφωσης του ηπατικού παρεγχύματος (Εικ.10.4 , βλέπε παράρτημα ). Υπάρχει επίσης εκφύλιση του αιμοποιητικού ιστού των νεφρών και της σπλήνας με υψηλή συγκέντρωση αποχρωματισμένων χρωστικών στα κέντρα των μελανομακροφάγων κυττάρων.

Ανάλογα με τη διάρκεια της νόσου, το βαθμό της οξειδώσεως και του τύπου των καταναλισκόμενων λιπαρών ουσιών, το ήπαρ παρουσιάζει διαφορετικό βαθμό διηθήσεως από μέρους των μακροφάγων που περιέχουν κηροειδίνη, μία λιπώδη ουσία που προέρχεται από την μεταβολική αποσύνθεση των φωσφολιπιδίων.

Όλα τα είδη των σαλμονιδών είναι ευαίσθητα στη λιπώδη εκφύλιση του ήπατος, ιδιαίτερη σημασία όμως έχει η νόσος στις πεστροφοκομικές εκμεταλλεύσεις. Τα προσβεβλημένα από τη νόσο ψάρια σε ελαφρά μορφή, με την κατάλληλη θεραπευτική αγωγή μπορεί να θεραπευτούν τελείως, άπαξ όμως και έχει δημιουργηθεί μία σοβαρή αναιμία και το ήπαρ εμφανίζει κηροειδίνη ουσία, σπάνια το ψάρι μπορεί να επανέλθει στην πρότερη φυσιολογική του ικανότητα να μετατρέπει τις τροφές.

## **ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ**

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις συνήθως χαμηλού μοριακού βάρους, απαραίτητες για μία μεγάλη ποικιλία μεταβολικών διεργασιών. Στα ψάρια είναι απαραίτητες μικρές μόνο ποσότητες στο διαιτολόγιό τους, παρόλο που έχουν ανάγκη από μεγαλύτερες ποσότητες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της γονιμοποίησής τους. Με βάση τη δυνατότητα τους να διαλύονται στα διαλυτικά υγρά των λιπών ή στο νερό διακρίνονται σε λιποδιαλυτές και υδατοδιαλυτές. Αρχικά οι βιταμίνες είχαν προσδιοριστεί με τα γράμματα της αλφαβήτου Α,Β,С κλπ, σύμφωνα με τη σειρά που ανακαλύπτονταν, ενώ τα άλλα ονόματα, ανάλογα με τη χημική σύσταση, τη βιολογική δράση και την προέλευση τους. Στην παρούσα εργασία διατηρούμε την αρχική ονομασία.

### **Βιταμίνες λιποδιαλυτές**

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες βρίσκονται σε διαφορετικές μορφές η κάθε μία. Έχουν την ικανότητα να συντηρούνται στον οργανισμό και μεταβολίζονται μόνο αργά. Έτσι αυξημένες ποσότητες εισόδου στον οργανισμό με την τροφή και από την άλλη μεριά η δυνατότητα συσώρευσής τους μπορούν να προκαλέσουν καταστάσεις υπερβιταμίνωσης, πράγμα που δεν παρατηρείται με τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες οι οποίες μεταβολίζονται πολύ πιο εύκολα.

### **Βιταμίνη ‘Α’**

Υπάρχουν δύο δραστικές μορφές βιταμίνης Α. Τα φυτά περιέχουν τα καροτενοειδή που είναι βιολογικώς ενεργά σώματα και μπορούν να μετασχηματιστούν σε βιταμίνη Α μέσα στον οργανισμό, γι' αυτό ονομάζονται προβιταμίνες Α. Η βιταμίνη Α είναι απαραίτητη για τα ψάρια, όπως άλλωστε και για τα πτηνά και τα θηλαστικά, γιατί λαμβάνει μέρος σε ποικίλες μεταβολικές εξεργασίες του σώματος. Πιο συγκεκριμένα παίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία της οράσεως και διατηρεί την ακεραιότητα του επιθηλίου των βλεννογόνων του πεπτικού και του γεννητικού συστήματος, καθώς και των κοιλοτήτων του σώματος. Η υποβιταμίνωση Α στα ψάρια προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη, ξηροφθαλμία, τύφλωση και αιμοραγίες στη βάση των πτερυγίων. Η υπερβιταμίνωση Α προκαλεί ηπατομεγαλία, σπληνομεγαλία και οστεοπάθεια, ανωμαλίες οι οποίες εύκολα επανέρχονται εφόσον η ασθένεια δεν είναι πολύ προχωρημένη.

### Βιταμίνη 'D' (Καλσιφερόλη)

Με τον όρο "Βιταμίνη D" νοείται σειρά αντιραχιτικών ουσιών που συνιστούν την ομάδα βιταμινών D. Οι καλσιφερόλες είναι μία ομάδα θερμοάνοτοχων στεροειδών που στα θηλαστικά είναι απαραίτητες για την πρόληψη του ραχιτισμού. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης αυτής έχει πειραματικά μελετηθεί στους σαλμονίδες και το γατόψαρο (Leatherland et al 1980, Lovell και Li, 1978). Πάντως μέχρι σήμερα καμιά ένδειξη δεν υπάρχει ότι το ψάρι έχει απόλυτα ανάγκη αυτών των βιταμινών.

### Βιταμίνη 'E' (Τοκοφερόλη)

Η α-τοκοφερόλη αποτελεί τη δραστικότερη βιολογικά μορφή της τοκοφερόλης. Πρόκειται για μία σημαντική αντιοξειδωτική ουσία όταν ενσωματώνεται στην τροφή, γιατί εμποδίζει τη τάγγιση των ακόρεστων λιπαρών ουσιών. Η ανεπάρκεια τοκοφερόλης στο διαιτολόγιο προκαλεί σκελετική μυοπάθεια, (Εικ. 10.5, βλέπε παράρτημα), και λιπώδη εκφύλιση του ήπατος που οφείλεται πιθανόν στη τάγγιση λόγω έλλειψης προστασίας ενάντια στην οξειδωση (Pearse et al, 1974, King, 1975).

### Βιταμίνη 'K' (Φυλλοκινόνη)

Δύο μορφές της βιταμίνης αυτής είναι γνωστές η "βιταμίνη K1" και η "βιταμίνη K2". Η πρώτη αποτελεί υγρό ελαιώδες κίτρινου χρώματος και συναντάται κυρίως στο φυτικό βασίλειο, ιδίως στη μηδική, τα λάχανα και τα καρότα. Η δεύτερη αποτελεί ένωση με παρόμοιες της K1 φυσιοχημικές ιδιότητες, εκτός από το ότι είναι σώμα στερεό κρυσταλλικό και απομονώθηκε από ιχθυάλευρα που υπέστησαν σήψη. Συντίθεται επίσης με τη δράση διαφόρων μικροοργανισμών στο έντερο πολλών ζώων και τη μεγάλη κοιλιά των μηρυκαστικών.

Σ' όλα τα σπονδυλωτά η βασική λειτουργία της βιταμίνης K είναι η συμβολή της στη σύνθεση της προθρομβίνης και συνεπώς στο μηχανισμό της πήξης του αίματος. Έχει επίσης βακτηριοστατικές ιδιότητες και ιδιότητες συνενζύμου. Στα ψάρια η ανεπάρκεια βιταμίνης K συνεπάγεται παράταση του χρόνου πήξεως του αίματος, αιμορραγίες στους μύς και στα σπλάχνα και αναιμία στις χρόνιες μορφές. Τα συμπτώματα της χρόνιας ανεπάρκειας βιταμίνης K είναι ίδια με εκείνα της σηψαιμίας διαφορετικής αιτιολογίας. Η βιταμίνη K έχει ορισμένους ανταγωνιστές πολύ γνωστούς, όπως είναι η βαρφαρίνη, που

χρησιμοποιούνται για την εξόντωση των ποντικών και μπορούν να μολύνουν τις τροφές. Τα συμπτώματα της δηλητηρίασεως από τη βαρφαρίνη είναι ίδια με εκείνα της ανεπάρκειας βιταμίνης K.

### **Βιταμίνες υδατοδιαλυτές**

Η αξία των υδατοδιαλυτών βιταμινών στη διατροφή είναι συνήθως πολλαπλή, όπως συμβαίνει με τις λιποδιαλυτές βιταμίνες. Η κλινική συχνότητα των μεμονωμένων ανεπαρκειών των υδατοδιαλυτών βιταμινών είναι πολύ χαμηλή. Αν και γι' αυτό οι μέχρι σήμερα πληροφορίες για τα κλινικά χαρακτηριστικά προέρχονται από πειραματικές δοκιμές. Στην πράξη τα γενικά χαρακτηριστικά της ανεπάρκειας από υδατοδιαλυτές βιταμίνες είναι πολύ λίγα και περιορίζονται στη μειωμένη ανάπτυξη και την αλλαγή του χρώματος των ψαριών.

### **Βιταμίνη 'B1' (Θειαμίνη)**

Η θειαμίνη αποτελεί το συνένζυμο πολλών βασικών ενζύμων απαραίτητων για το μεταβολισμό των υδατανθράκων. Είναι απαραίτητη για την πέψη, την αναπαραγωγή και τη φυσιολογική λειτουργία του κεντρικού και περιφερειακού νευρικού συστήματος. Ορισμένα είδη ψαριών, όπως οι κυπρινίδες, οι κλουπεΐδες και ορισμένα μαλάκια, περιέχουν υψηλά ποσοστά θειαμίνης και μπορούν να καταστρέψουν τη βιταμίνη B1 που υπάρχει στο σιτηρέσιο.

Η ανεπάρκεια βιταμίνης B1 έχει περιγραφεί σε πολλά ζώα, πτηνά και ψάρια και τα κλινικά ευρήματα είναι αρκετά όμοια μεταξύ τους. Τα κλινικά ευρήματα περιλαμβάνουν αλλαγή χρώματος και αιμορραγίες στη βάση των πτερυγίων.

Η πιο συνηθισμένη όμως ανωμαλία είναι η υπερδιέγερση ακολουθούμενη από παράλυση ή αταξικές κινήσεις στο νερό κατά την κολύμβηση. Ιστολογικά αλλοιώσεις εντοπίζονται κυρίως στον εγκέφαλο όταν βρίσκονται αιμορραγίες και εκφυλίσεις των ειδικών πυρήνων στις περικοιλιακές περιοχές.

### **Βιταμίνη 'B2' (Ριβοφλαβίνη)**

Η ριβοφλαβίνη αποτελεί ενεργό πρόσθετο συστατικό αρκετών ενζύμων (συνένζυμο). Όλα τα ένζυμα στα οποία συμμετέχει η βιταμίνη B2 έχουν ζωτική σχέση με τις αντιδράσεις οξειδο-αναγωγής που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της κυτταρικής αναπνοής.

Είναι πολύ σημαντική για την αναπνοή των φτωχών σε αγγεία ιστών, όπως ο κερατοειδής του οφθαλμού. Είναι ευρέως κατανεμημένη στους ιστούς των ζώων και των φυτών, αλλά εύκολα καταστρέφεται από τις υπέρυθρες ακτίνες.

Τα κυριότερα συμπτώματα από την ανεπάρκεια της βιταμίνης B2 είναι ο σκούρος χρωματισμός του δέρματος και ο αμφίπλευρος καταρράκτης. Η τελευταία αυτή αλλοίωση μπορεί να φθάσει μέχρι τη τύφλωση, γεγονός που δείχνει τη σημασία της βιταμίνης αυτής για την αναπνοή των φτωχών σε αγγεία ιστών. Έχουν επίσης αναφερθεί αιμορραγίες και στους ρώθωνες, στους οφθαλμούς και στα βραγχιακά επικαλύμματα.

### **Βιταμίνη ‘B6’ (Πυριδοξίνη)**

Η βιταμίνη B6 η πυριδοξίνη συμμετέχει ως συνένζυμο στη δομή αρκετών ενζύμων απαραίτητων για το μεταβολισμό των αμινοξέων. Γι’ αυτό η πυριδοξίνη έχει ιδιαίτερη σημασία για τα ψάρια λόγω των υψηλών απαιτήσεων τους σε πρωτεΐνες. Βρίσκεται σε μεγάλη ποσότητα στη ζυθοζύμη, τα σπέρματα δημητριακών και τα φύτρα τους καθώς και στους ζωικούς ιστούς. Γι’ αυτό σπάνια παρατηρείται ανεπάρκεια, πλην όμως καταστρέφεται από τις υπέρυθρες ακτίνες.

Η πυριδοξίνη είναι ιδιαίτερα σημαντική για το ψάρι στα πρώτα στάδια της αναπτύξεως του. Τα συμπτώματα από την ανεπάρκεια βιταμίνης B6 χαρακτηρίζονται από εμφανείς νευρικές διαταραχές και δυσκολία στην αναπνοή, γεγονός που εξηγεί τη δυνατότητα αλλοιώσεων στο κεντρικό και περιφερειακό νευρικό σύστημα. Δεν έχουν όμως μέχρι σήμερα πραγματοποιηθεί λεπτομερείς έρευνες.

### **Παντοθενικό οξύ**

Το παντοθενικό οξύ, όπως δείχνει και η ονομασία του αφθονεί σε όλες τις τροφές, παρόλο που στα ψάρια παρατηρούνται ανεπάρκειες αυτής της βιταμίνης. Παίξει κυρίως το ρόλο του συνενζύμου πολλών βασικών ενζύμων απαραίτητων για το μεταβολισμό των λιπιδίων και των υδατανθράκων.

Η ανεπάρκεια αυτής της βιταμίνης οδηγεί σε ανορεξία και υπερπλασία των πρωτογενών βραγχιακών νηματίων και σκλήρυνση των δευτερογενών.

Πρόκειται για ένα νόσημα πολύ γνωστό και ιδιαίτερα σοβαρό στην παθολογία των εκτρεφόμενων ψαριών κατά τη νεαρά τους ηλικία, με την ονομασία “διατροφική νόσος των βραγχίων” (Εικ.10.10 , βλέπε παράρτημα ). Τα προσβλημένα ψάρια εμφανίζουν δυσκολία στην αναπνοή, υπερέκκριση βλέννας στα βράγχια και αναιμία. Η συμπληρωματική χορήγηση παντοθενικού οξέως εφόσον οι αλλοιώσεις δεν είναι πολύ προχωρημένες και βρίσκονται σε αρχικό στάδιο, επιφέρει γρήγορα την ανάρρωση.

### **Βιταμίνη ‘H’ (Βιοτίνη)**

Η βιταμίνη H ή βιοτίνη παίρνει μέρος ως συνένζυμο σε διεργασίες καρβοξυλιώσεως ή αποκαρβοξυλιώσεως, δηλαδή σε αντιδράσεις για την πρόσθεση ή αφαίρεση CO<sub>2</sub> κυρίως κατά τον μεταβολισμό των υδατανθράκων. Η σημασία της ποικίλλει ανάλογα με το είδος του ψαριού. Στην ποταμίσια πέστροφα η ανεπάρκεια βιοτίνης προκαλεί πάχυνση και αλλαγή της ανατομικής δομής της επιδερμίδας, ενώ στα άλλα ψάρια της οικογένειας των σαλμονιδών αυτό παρατηρείται σπάνια. Η βιοτίνη συντίθεται κανονικά από τη μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου.

Το φολικό οξύ ή η βιταμίνη BC είναι ένα συνένζυμο που συμβάλλει στο μηχανισμό της αιμοποίησης. Η ανεπάρκεια φολικού οξέως προκαλεί ερυθροκυτταρική αναιμία τόσο στα θαλασσινά ψάρια όσο και στα ψάρια του γλυκού νερού. Οι αλλοιώσεις του αιμοποιητικού ιστού της μακρόχρονης ανεπάρκειας συνίστανται μόνο στην εμφάνιση

ώριμων κυττάρων χωρίς βλαστικές μορφές. Τα επιχρίσματα αίματος παρουσιάζουν χαρακτηριστικές αλλαγές με ανώμαλους πυρήνες συχνά μερικώς χωρισμένους μεταξύ δύο ερυθροκυττάρων.

### **Βιταμίνη 'B12' (Κυανοκοβαλαμίνη)**

Η βιταμίνη B12 ή κυανοκοβαλαμίνη συντελεί στη σύνθεση των νουκλειικών οξέων της μεθυλικής ομάδας και στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και των λιπιδίων. Συναντάται στους αδενώδεις ιστούς και στα σπλάχνα των ψαριών. Παρόλο που είναι απαραίτητη βιταμίνη για τη παραγωγή των κυττάρων αίματος, η ανεπάρκεια της σε πειραματικό στάδιο έχει προκαλέσει ελάχιστα συμπτώματα.

### **Χολίνη (Βιταμίνη ζ, λιπότροπη ουσία)**

Η χολίνη είναι απαραίτητη στα ψάρια σε μεγάλες ποσότητες. Είναι ένας λιποπροτεϊκός παράγοντας αναγκαίος για τη σύνθεση των φωσφολιπιδίων και για την μεταφορά των λιπών. Η ανεπάρκεια της προκαλεί διήθηση του ήπατος και αιμορραγίες.

### **Βιταμίνη 'C' (Ασκορβικό οξύ)**

Το ασκορβικό οξύ είναι η αντισκορβουτική βιταμίνη που αφθονεί κυρίως στα νωπά φρούτα και ιδίως στα εσπεριδοειδή. Η βιταμίνη αυτή παίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στη διατροφή των ψαριών γι' αυτό έχει μελετηθεί εκτεταμένα.

Λαμβάνει μέρος σε πολλά ενζυματικά συστήματα, αλλά η πιο σημαντική λειτουργία της είναι ο ρόλος που παίζει στη ωρίμανση του κολλαγόνου και του χόνδρινου ιστού. Είναι ευπαθής στις θερμοκρασίες και εύκολα οξειδώνεται.

Ανεπάρκεια βιταμίνης C στα ψάρια προκαλεί δυσκολίες στην επούλωση των τραυμάτων, ανεπάρκεια του ινώδους μετασχηματισμού των κοκκιωματικών ιστών, ανώμαλη ανάπτυξη των βραγχίων και του χόνδρινου σκελετικού ιστού με συνέπεια να παρατηρούνται παραμορφώσεις της σπονδυλικής στήλης ήτοι σκολιώσεις και λорδώσεις (Εικ. 10.12, βλέπε παράρτημα). Εργασίες που πραγματοποιήθηκαν από τους Kitamura (1965), Poston (1967), Halver (1969), Soliman και συνεργάτες (1985), στην ιριδίζουσα πέστροφα, στο σολομό Coho και στην τιλάπια απέδειξαν ότι μετά από μία περίοδο ανεπάρκειας βιταμίνης C από το σιτηρέσιο, παρατηρείται παραμόρφωση του χόνδρινου ιστού ακολουθούμενη από ανωμαλίες των οστών καθιστώντας αυτά λείαν ευάλωτα στα κατάγματα.

### **ΑΝΟΡΓΑΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ (Μεταλλικά στοιχεία)**

Παρόλο που υπάρχει πλούσια βιβλιογραφία αναφορικά με την ανεπάρκεια και τις μεταβολικές διαταραχές των ουσιών αυτών για τα θηλαστικά, πολύ λίγα γνωρίζουμε για τα ψάρια με εξαίρεση τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την ανεπάρκεια του ιωδίου στα ψάρια της οικογένειας των σαλμονιδών. Όταν αυτά τα ψάρια διατρέφονταν με δίαιτες αποκλειστικά με βάση το κρέας, παρατηρήθηκε μία βρογχοκοίλη η οποία εμφανιζόταν ως μία μεγάλη διόγκωση του λαιμού. Αρχικά οι αλλοιώσεις αυτές είχαν αποδοθεί σε μια νεοπλαστική μορφή, αργότερα όμως διαπιστώθηκε ότι η χορήγηση ιωδίου εξαφάνιζε αυτά τα συμπτώματα. Σήμερα η ανεπάρκεια ιωδίου σε εκτρεφόμενα

ψάρια είναι πολύ σπάνια λόγω της χρησιμοποίησης πολλών ιχθυαλεύρων στο σιτηρέσιο τους πλούσιων σε ιώδιο. Πάντως γενικά λόγω της φύσεως της διατροφής των ψαριών και του υδάτινου περιβάλλοντος στο οποίο ζούν, από το οποίο έχουν τη δυνατότητα να απορροφούν μεταλλικά στοιχεία, οι ανεπάρκειες των ουσιών αυτών στα ψάρια είναι πολύ σπάνιες σε σχέση με τα χερσαία ζώα.

Είναι γνωστός ο ρόλος του ασβεστίου, του καλίου, του μαγγανίου και της βιταμίνης D στο μεταβολισμό των οστών και των αρθρώσεων και υπάρχουν αρκετές έρευνες σύμφωνα με τις οποίες έχει διαπιστωθεί ότι η ανεπάρκεια και η ανισορροπία αυτών των μεταλλικών στοιχείων μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στη διάπλαση της σπονδυλικής στήλης προκαλώντας μόνιμες δυσπλασίες στο ψάρι για όλη του τη ζωή. Το μη ισορροπημένο διαιτολόγιο των ψαριών σχετικά με αυτά τα μεταλλικά στοιχεία σε συνδυασμό με διάφορους παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως εξαιρετική σκληρότητα του νερού και η υψηλή περιεκτικότητα του σε διοξείδιο του άνθρακα, μπορεί να προκαλέσει άλλες παθολογικές καταστάσεις στο ψάρι.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι η εναπόθεση ασβεστίου στα χρόνια κοκκιώματα των νεφρών και του πεπτικού σωλήνα σύνδρομο γνωστό στην ιχθυοπαθολογία ως "σπλαγχνικό κοκκίωμα" (Εικ.10.16, 10.17, βλέπε παράρτημα). Ένα παρόμοιο σύνδρομο είναι η εναπόθεση ασβεστίου στα νεφρικά σωληνάκια (Εικ. 10.18, βλέπε παράρτημα). Αυτές οι παθολογικές καταστάσεις μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες απώλειες στις ιχθυοκαλλιέργειες των γλυκών και θαλασσιών υδάτων (Lanaloit, 1975). Στο σπλαγχνικό κοκκίωμα πιθανόν να παίζουν κάποιο ρόλο και τοξικές ουσίες του σιτηρεσίου (προσωπικές παρατηρήσεις του Paperna)



## ΤΟΞΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ

### Αφλατοξίνες

Οι αφλατοξίνες είναι ισχυρές μυκοτοξίνες που παράγονται από ορισμένα είδη μυκήτων και μολύνουν τις τροφές. Στα ψάρια ιδιαίτερα συχνή είναι η παρουσία της αφλατοξίνης που παράγεται από ορισμένα στελέχη του μύκητα *Aspergillus flavus*. Πρόκειται για μια καρκινογόνο ουσία που προκαλεί στα εκτρεφόμενα ψάρια και ιδιαίτερα στην ιριδίζουσα πέστροφα νεοπλαστικές εξεργασίες. Η παρουσία αφλατοξίνης σε χαμηλά ποσοστά (1 p.p.B) μπορεί να προκαλέσει νεοπλαστικές εξεργασίες στην ιριδίζουσα πέστροφα σε διάστημα τεσσάρων - έξι μηνών, ενώ σε υψηλότερα ποσοστά η νόσος εμφανίζεται πολύ πιο έντονη. Η ιριδίζουσα πέστροφα είναι η πιό ευπαθής μεταξύ των ψαριών που έχουν μελετηθεί, ενώ άλλα είδη της οικογένειας των σαλμονιδών καθώς και τα γατόψαρα είναι πολύ λιγότερο ευπαθή.

Η νεοπλαστική αυτή επεξεργασία του ήπατος στην ιριδίζουσα πέστροφα, λόγω παρουσίας αφλατοξικών στη τροφή είναι γνωστή στη παθολογία της πέστροφας με την ονομασία "ηπάτωμα". Τα προσβεβλημένα ψάρια παρουσιάζουν συμπαγή οξίδια αμέσως μετά τα θωρακικά πτερύγια, διόγκωση της κοιλιάς σε όλη την έκτασή της, πρόπτωση της έδρας, σκούρο χρωματισμό του δέρματος και σπάνια αναιμία στα βράγχια.

Κατά τη νεκροψία και τομή του ήπατος διακρίνεται η διείσδυση του νεοπλαστικού ιστού μέσα στο ηπατικό παρέγχυμα. Σε προχωρημένα στάδια παρατηρείται άφθονο κιτρινωπό ή ερυθρωπό ορώδες εξίδρωμα στην κοιλιακή κοιλότητα, ενώ το ήπαρ είναι πολύ διογκωμένο, σπογγώδες με αιμορραγίες. Διαπιστώνονται επίσης εκτεταμένες συμφύσεις μεταξύ οργάνου και κοιλιακών τοιχωμάτων. Η νόσος μπορεί να προκληθεί και από άλλες οργανικές ουσίες, όπως τετραχλωριούχο άνθρακα κλπ (Ashley et al 1964, Ashley και Halver 1968). Η νόσος παρατηρήθηκε και στη χώρα μας για πρώτη φορά το 1977 στη περιοχή της Ηπείρου. (Γ.Πνευματικάτος 1977).

### Δυνομαστιγωτά

Ορισμένα δυνομαστιγωτά, όπως *Gymnodinium* spp. εκκρίνουν τοξίνες οι οποίες είναι ικανές να προκαλέσουν τον ομαδικό θάνατο του πλαγκτού κάτω από ορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες (ερυθρές παλίρροιες), γεγονός που μπορεί να προκαλέσει το θάνατο των ψαριών κυρίως λόγω απορροφήσεως των τοξινών μέσω των βραγχίων. Αυτές οι τοξίνες θανατώνουν ακόμη και τα μαλάκια καθώς και άλλα υδρόβια ζώα μέσω των οποίων διατρέφονται τα ψάρια. Έτσι τα αρπακτικά ψάρια αυτών των υδρόβιων οργανισμών είναι δυνατόν να υποφέρουν από τροφικές δηλητηριάσεις, όπως και στον άνθρωπο.

### Αντιβιοτικά και χημειοθεραπευτικές ουσίες

Η προσθήκη αντιβιοτικών και χημειοθεραπευτικών ουσιών στην τροφή για τη θεραπεία των διαφόρων παθολογικών περιστατικών που παρατηρούνται στις ιχθυοκαλλιέργειες, είναι μια πρακτική πολύ διαδεδομένη. Όταν η θεραπεία είναι μικρής διάρκειας, οι βλάβες που παρατηρούνται στον οργανισμό των ψαριών είναι μικρές, παρόλο που ο ρυθμός ανάπτυξης των εκτρεφόμενων ψαριών παρεμποδίζεται μέχρι να αποκατασταθεί η φυσιολογική μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου η οποία έχει μερικώς καταστραφεί κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Εάν όμως η χορήγηση αυτών των προϊόντων είναι πολύ παρατεταμένη (φαινόμενο δυστυχώς που παρατηρείται συχνά στη πράξη), τότε εμφανίζονται τοξικά αποτελέσματα, όπως νέκρωση των νεφρικών σωληναρίων, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται σουλφαμίδες (Smith et al 1973, Γ. Πνευματικάτος 1981).

### Δεσμοί

Η διατροφή των εκτρεφόμενων θαλασσινών ψαριών με δίαιτες που περιέχουν υψηλά ποσοστά υποπροϊόντων ιχθυηρών, επιβάλλει συνήθως τη χρήση δεσμών με βάση την κυτταρίνη προκειμένου να αποφευχθεί η διάλυση των συστατικών αυτών στο νερό. Όταν χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες τέτοιων δεσμών στα ψάρια μπορεί να αναπτυχθεί ένα σύνδρομο γνωστό ως "ηπατονεφρικό σύνδρομο" που χαρακτηρίζεται από κενοτόπια, νέκρωση και διάβρωση των νεφρικών σωληναρίων που συνοδεύονται από ιώδη εξεργασία του αιμοποιητικού ιστού και κύρωση του ήπατος. Τα προσβλημένα ψάρια αναπτύσσονται πολύ αργά και είναι ευαίσθητα σε δευτερογενείς λοιμώξεις. Ο κύριος αιτιολογικός παράγοντας δεν έχει ακόμη απομονωθεί, θα μπορούσε όμως να οφείλεται σε υπολείμματα βαρέων μετάλλων (Anderson et al, 1976).

### Ινοσιπόλη

Είναι ένα λιποδιαλυτό συστατικό των σπόρων του βαμβακιού που είναι τοξικό για τα ψάρια. Συσσωρεύεται στο ήπαρ και στα νεφρά και μπορεί να είναι υπεύθυνη ουσία σοβαρών ηπατικών εκφυλίσεων και μιας σπειρωματονεφρίτιδας (Herman 1970).

### Νόσος του Sekoke

Στην Ιαπωνία έχουν παρατηρηθεί σοβαρές απώλειες από ένα συμπτωματικό διαβήτη, γνωστός ως "Sekoke" στα ψάρια που διατρέφονται με σάρκα μεταξοσκολήκων (Εικ. 10.23 , βλέπε παράρτημα ). Ο αιτιολογικός παράγοντας αυτού του νοσήματος δεν έχει προσδιορισθεί, είναι γεγονός όμως ότι η νόσος έχει κατά πολύ περιοριστεί από τη στιγμή που για τη διατροφή των ψαριών χρησιμοποιούνται ισορροπημένα σιτηρέσια με τις απαραίτητες βιταμίνες, τα οποία έχουν αντικαταστήσει πλέον τις παραδοσιακές τροφές.

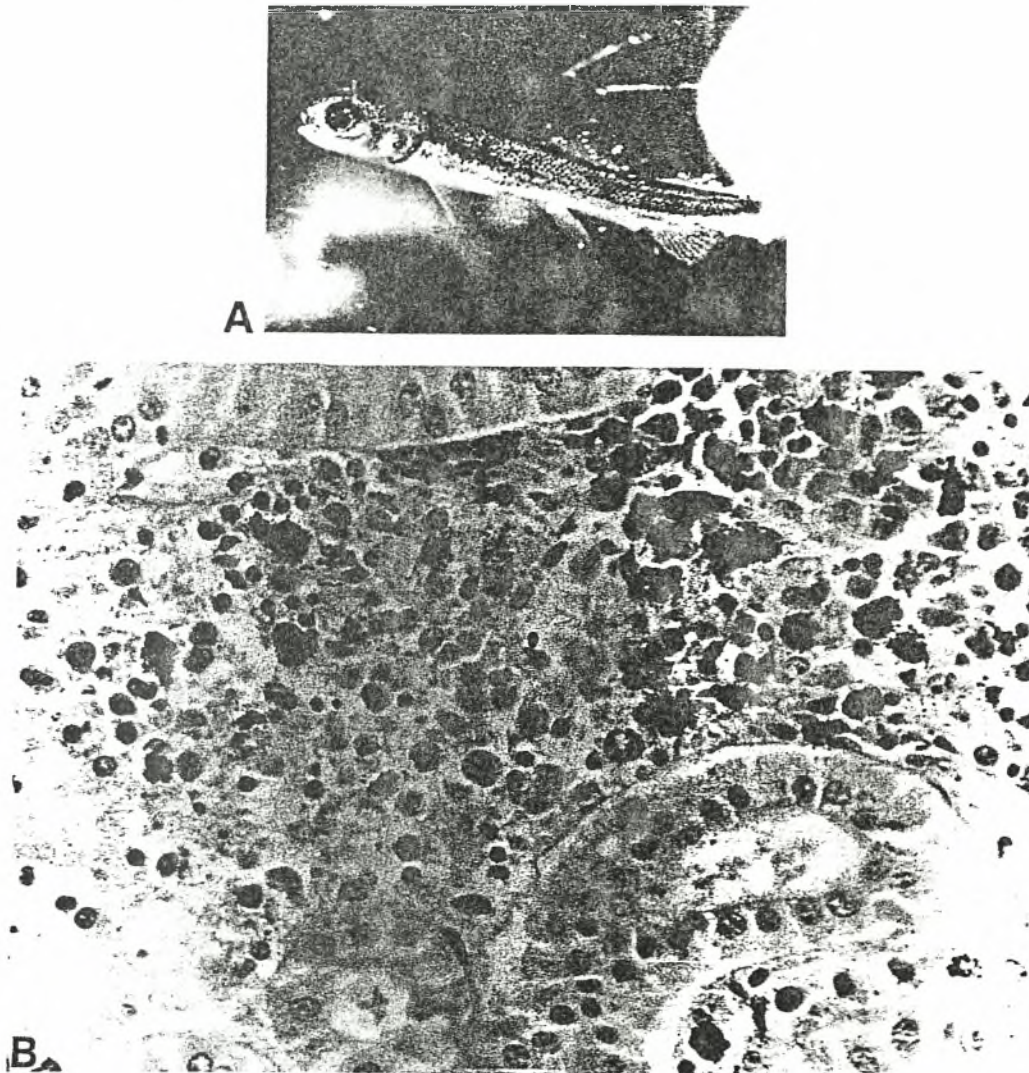


## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ghittino (1985) "Tecnologia e Patologia in Acquacoltura" Vol. 2 Patologia. Tip. Emilio Bono-Torino Italia.
- Πνευματικάτος Η.Γ. (1982): "Ιχθυοτροφία και Ιχθυοπαθολογία" Εκ. Οίκος Αφών Κυριακίδη, Θεσ/νίκη 1982.
- Roberts J.R. (1989): "Fish Pathology" 2nd edition 1989. Baillier Tindall, London.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

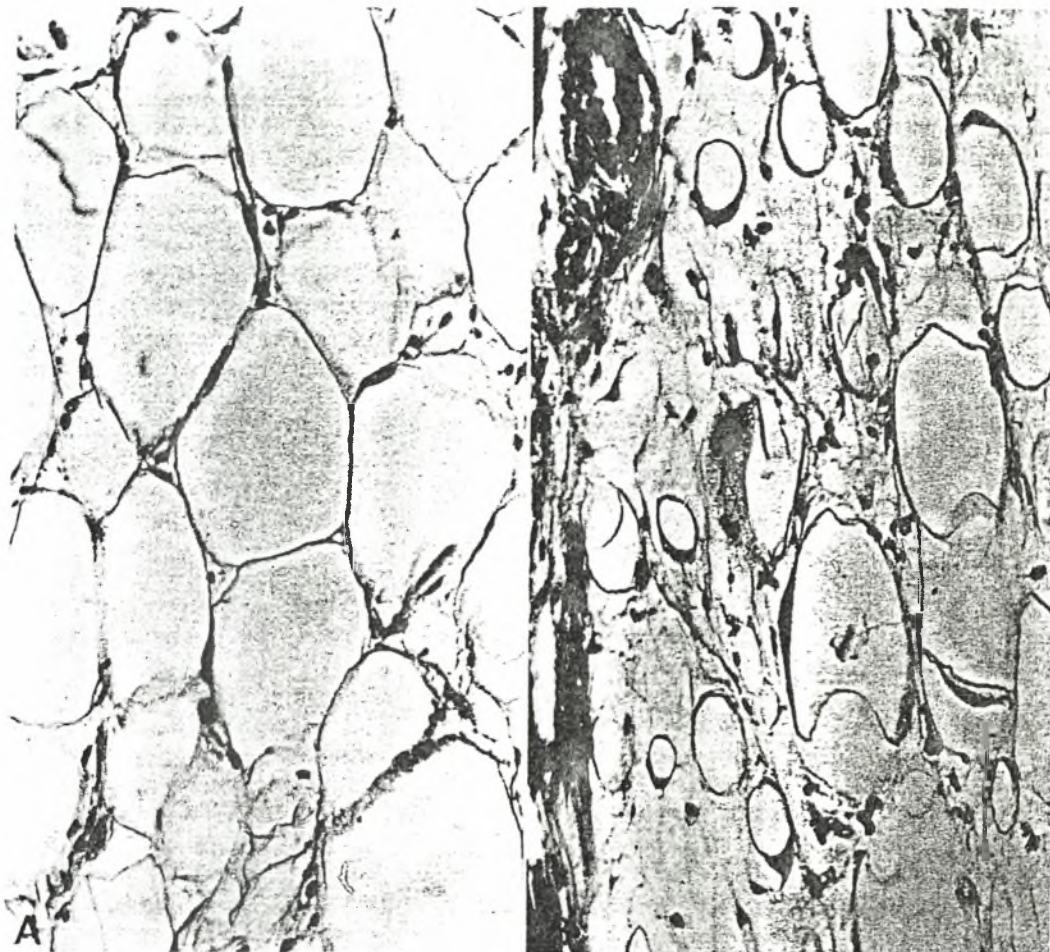
# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



**Εικ.10.1**

**A.** Ιχθύδιο ιριδιζουσας πέστροφας σε κατάσταση αστίας.  
Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι το μεγάλο μέγεθος της κεφαλής σε σχέση με το καχεκτικό σώμα.

**B.** Εστία συγκέντρωσης κηροειδίνης και λιποφουσκίνης στον αιμοποιητικό ιστό του νεφρού ενός καχεκτικού σολομού του Ατλαντικού  
H+E X 400.



**Εικ. 10.2**

**Περιφερειακός λιπώδης ιστός ενός ρόμβου.**

**A.** Φυσιολογικά κύτταρα προερχόμενα από ψάρια των οποίων η διαίτα περιέχει πολυακόρεστα λιπαρά οξέα της σειράς ω3.

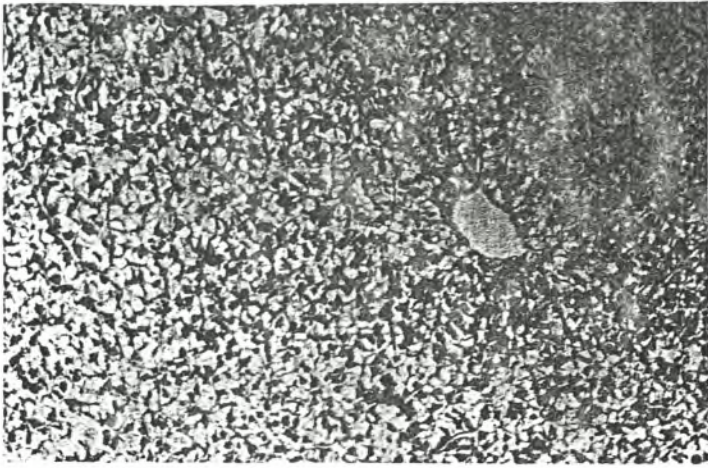
**B.** Κύτταρα του ίδιου ιστού ψαριών των οποίων η διαίτα περιέχει υψηλά ποσοστά υδρογονομένου ελαίου ινδοκάρυδου, ουσία γνωστή ως υπεύθυνη σοβαρής ανεπάρκειας απαραίτητων λιπαρών οξέων στα θηλαστικά. H+E X 350



**Εικ. 10.3**

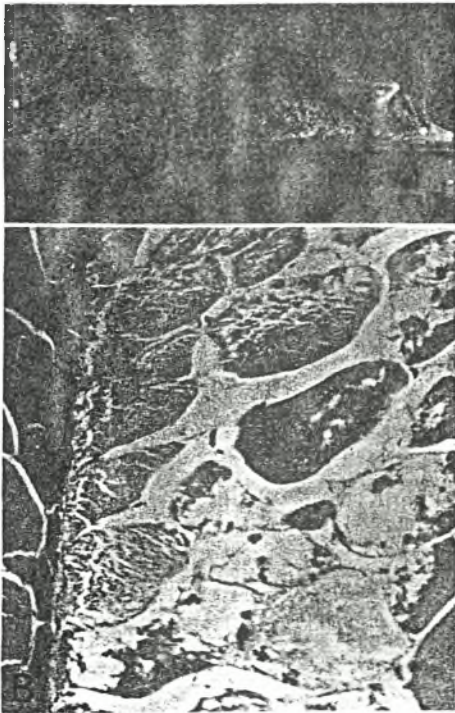
**Ιριδίζουσα πέστροφα προσβλημένη από λιπώδη εκφύλιση του ήπατος.**

Το ήπαρ και η καρδιά έχουν χρώμα ορειχάλκινο, διογκωμένα και στρογγυλοποιημένα και τα βράγχια είναι πολύ ωχρά. (Dr. T. Hastein).



**Εικ. 10.4**

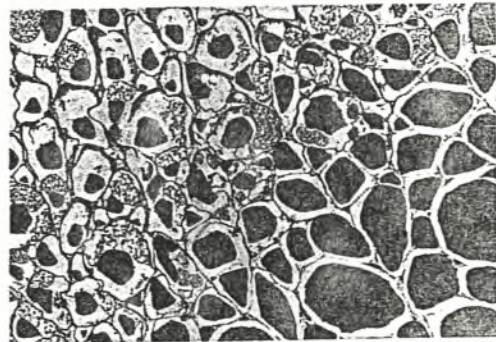
Ήπαρ ιριδίζουσας πέστροφας με λιπώδη εκφύλιση σε αρχικό στάδιο. H+E X 150.



**Εικ. 10.5**

**A.** Ένας ρόμβος με ανεπάρκεια βιταμίνης E που προκαλεί παραμορφώσεις και σκελετική μυοπάθεια.

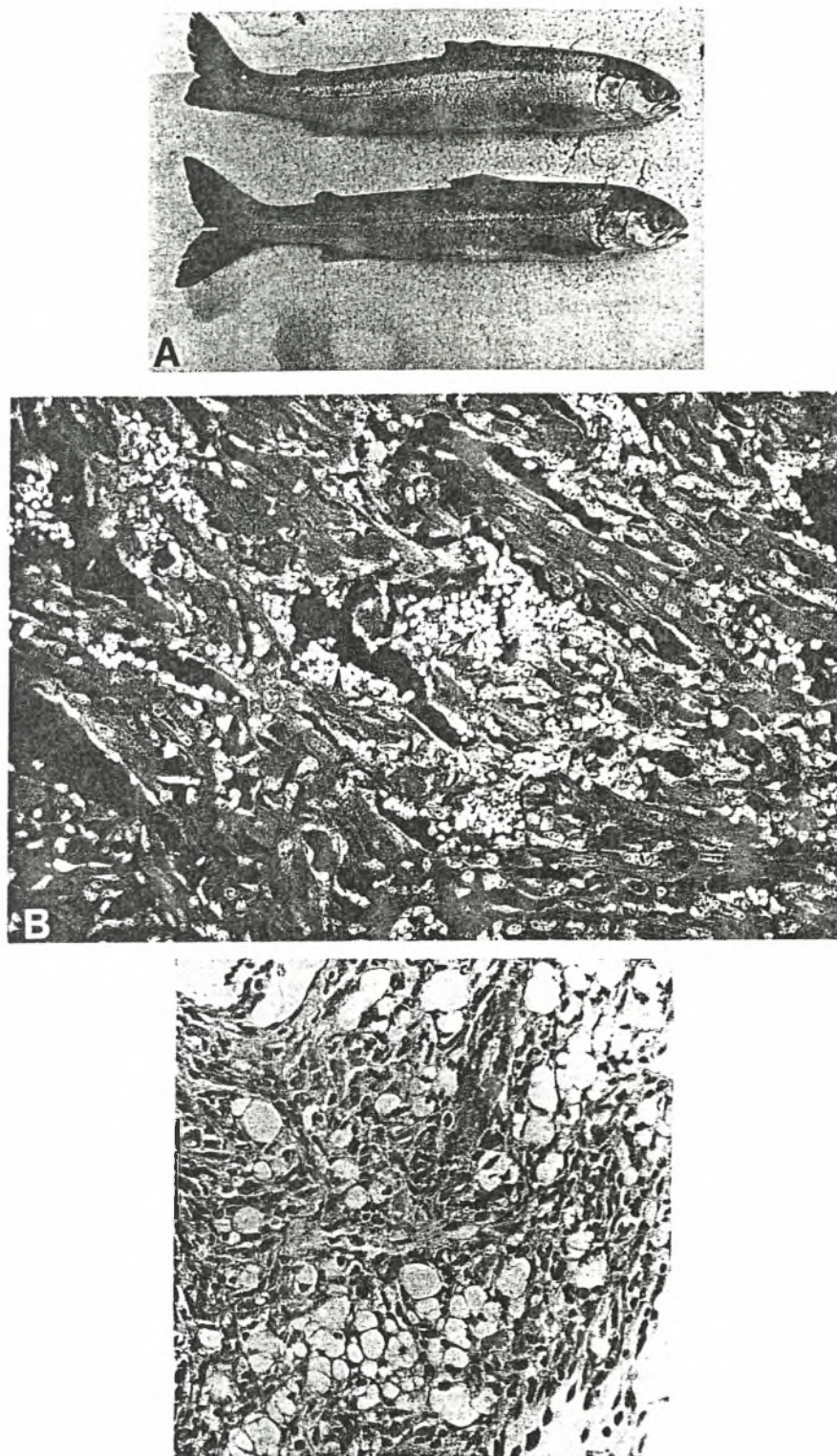
**B.** Τομή σκελετικού μύος του ίδιου ψαριού που δείχνει ελαφρά σαρκοπλασματική εκφύλιση στη περιφέρεια μυοτομίου. H+E X 500.



**Fig. 10.6.**

**Εικ. 10.6**

Εκφυλιστική μυοπάθεια λευκού μύος ελαφρά και μη φλεγμονώδης σε χρόνια μορφή πανστεατίτιδας στην ιριδίζουσα πέστροφα. H+E X 450.



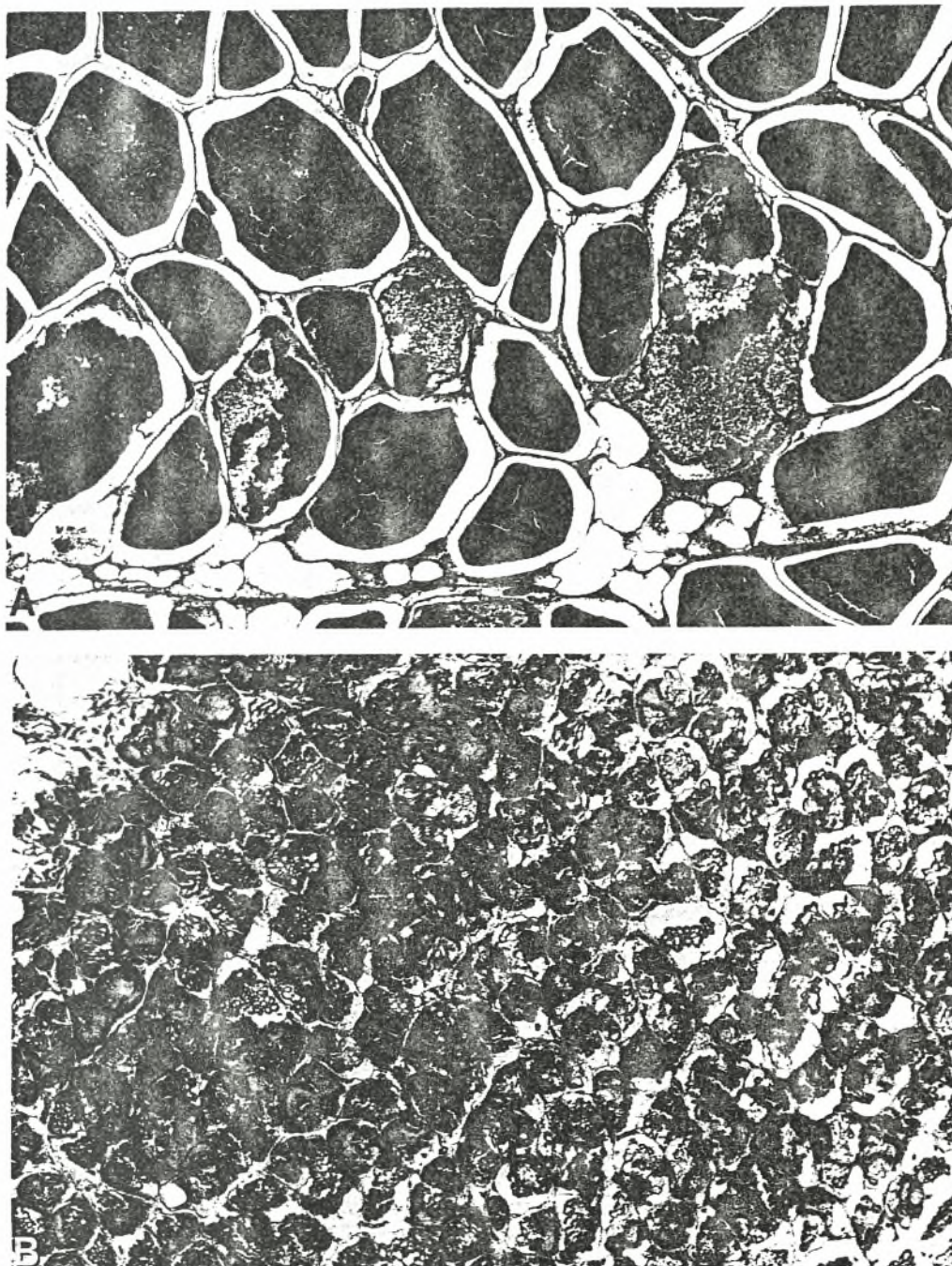
**Εικ. 10.7**

**Ιχθύδια σολομού του Ατλαντικού με πολυμυοπάθεια ή “παγκρεατίτιδα”**

**A.** Είναι καχεκτικά σκοτεινού χρώματος και συνήθως έχουν κεντρικό καταρράκτη.

**B.** Κοιλία της καρδιάς σολομού με πολυμυοπάθεια που δείχνει εκφύλιση μυοκαρδίου και τοιχωματικούς θρόμβους. H+E X 375.

**Γ.** Πάγκρεας προσβλημένου ιχθύος που δείχνει σημαντική απώλεια της εξωτερικής μοίρας του παγκρέατος και αυξημένο αριθμό κυττάρων.



**Εικ. 10.8**

**A.** Εκφύλιση των μυϊκών ινιδίων λευκού μυός σε αρχικά στάδια πειραματικής ανεπάρκειας βιταμίνης E, προκαλούμενη από τη διαιτητική οξείδωση των λιπιδίων. H+E X 500.

**B.** Γενικευμένη υαλωειδής εκφύλιση των μυϊκών ινιδίων στα τελικά στάδια πειραματικής ανεπάρκειας βιταμίνης E. H+E X 200.

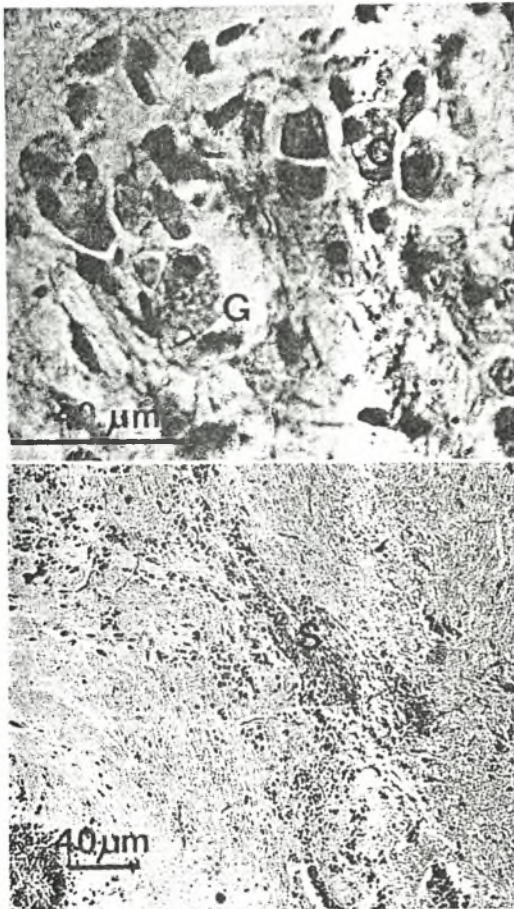


Fig. 10.9.



Fig. 10.10.

**Εικ. 10.9**

Περιοχή νέκρωσης των νευρώνων στον εγκέφαλο από ανεπάρκεια θειαμίνης σε ρέγκα.

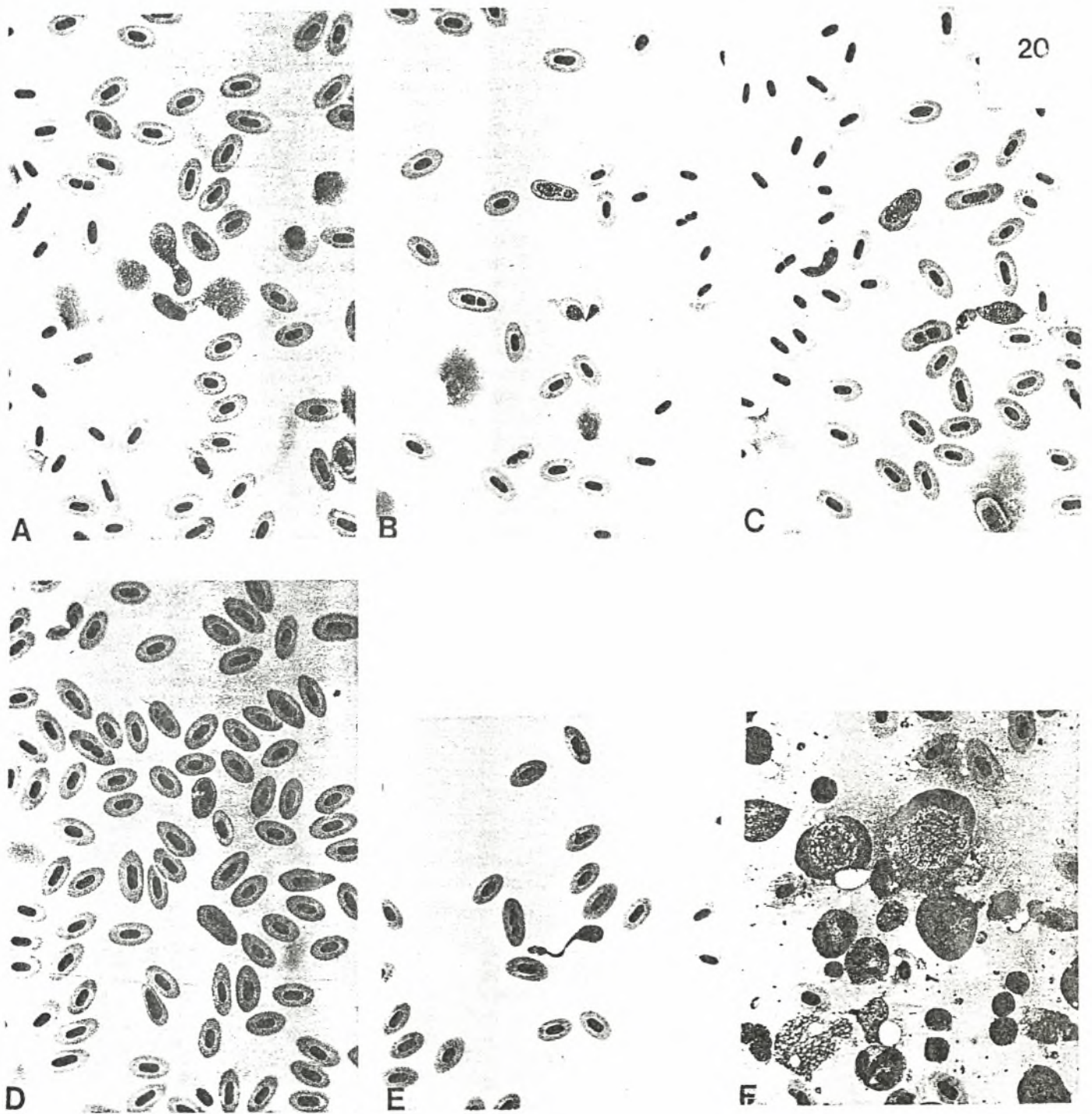
A. Σημειώνονται τα γεμιστοκύτταρα (G), δηλαδή σε μεγέθη φαγοκύτταρα.

B. Γλοΐωση στο θάλαμο του εγκεφάλου μιας ρέγκας που έχει αποθεραπευτεί.

**Εικ. 10.10**

Βράγχια ιριδίζουσας πέστροφας που έχει διατραφεί πειραματικά με μια δίαιτα στην οποία υπήρχε ανεπάρκεια παντοθενικού οξέος. Σημειώνεται η έντονη υπερπλασία των πρωτογενών νηματίων με ακολουθούμενη συνένωση των δευτερογενών νηματίων.





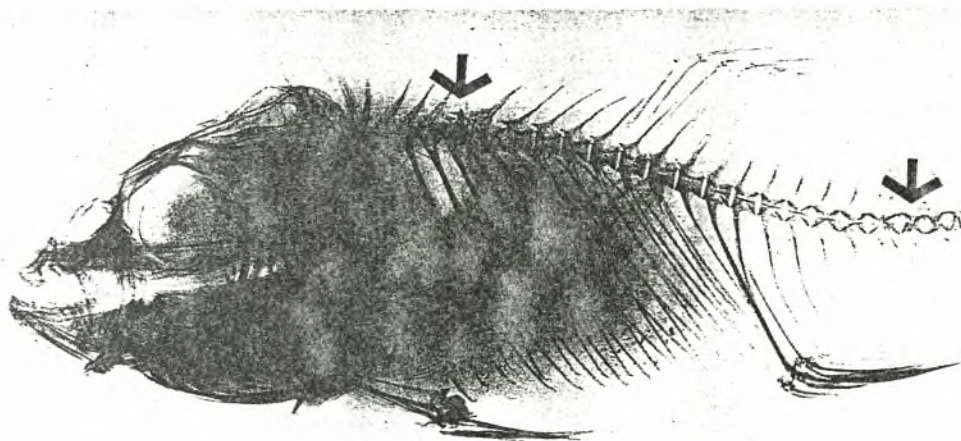
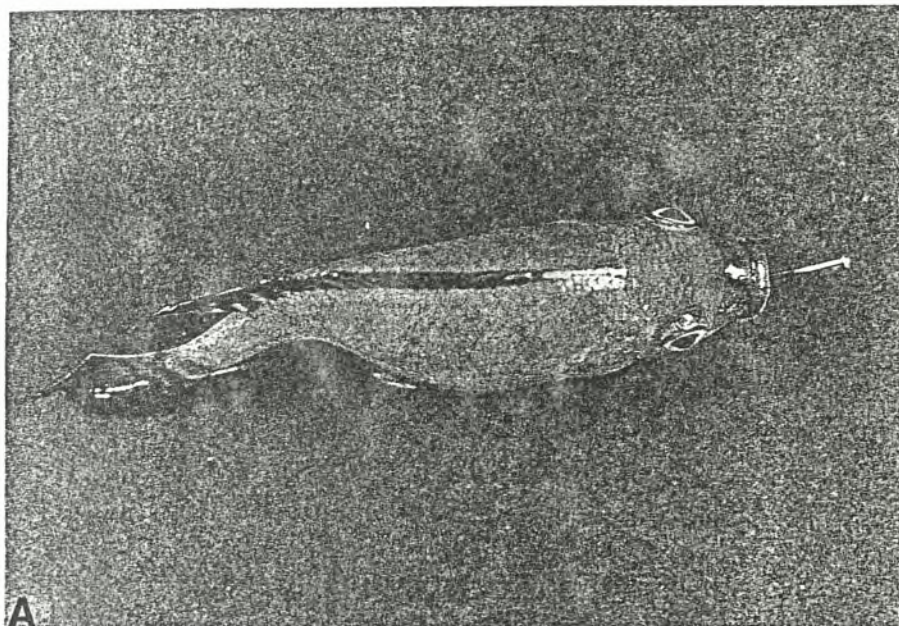
Εικ. 10.11

**A-C.** Εικόνες αίματος σε πειραματική ανεπάρκεια φολικού οξέος. Ανισοκυττάρωση και ποικιλοκυττάρωση των μικρών ερυθροκυττάρων σολομού Coho από ανεπάρκεια φολικού οξέος διάρκεια έξι εβδομάδων.

**D.** Ανισοκυττάρωση και πυρηνική κατάτμηση των ερυθροκυττάρων.

**E.** Ποικιλοκυττάρωση ερυθροκυττάρων από ανεπάρκεια φολικού οξέος διάρκειας 9 εβδομάδων.

**F.** Πρόδρομος μεγαλοερυθροβλαστών. Τα κύτταρα είναι περισσότερο ευμεγέθη με αυξημένα τα μεσοχρωματικά διαστήματα X 800 (Dr. C. E. Smith).



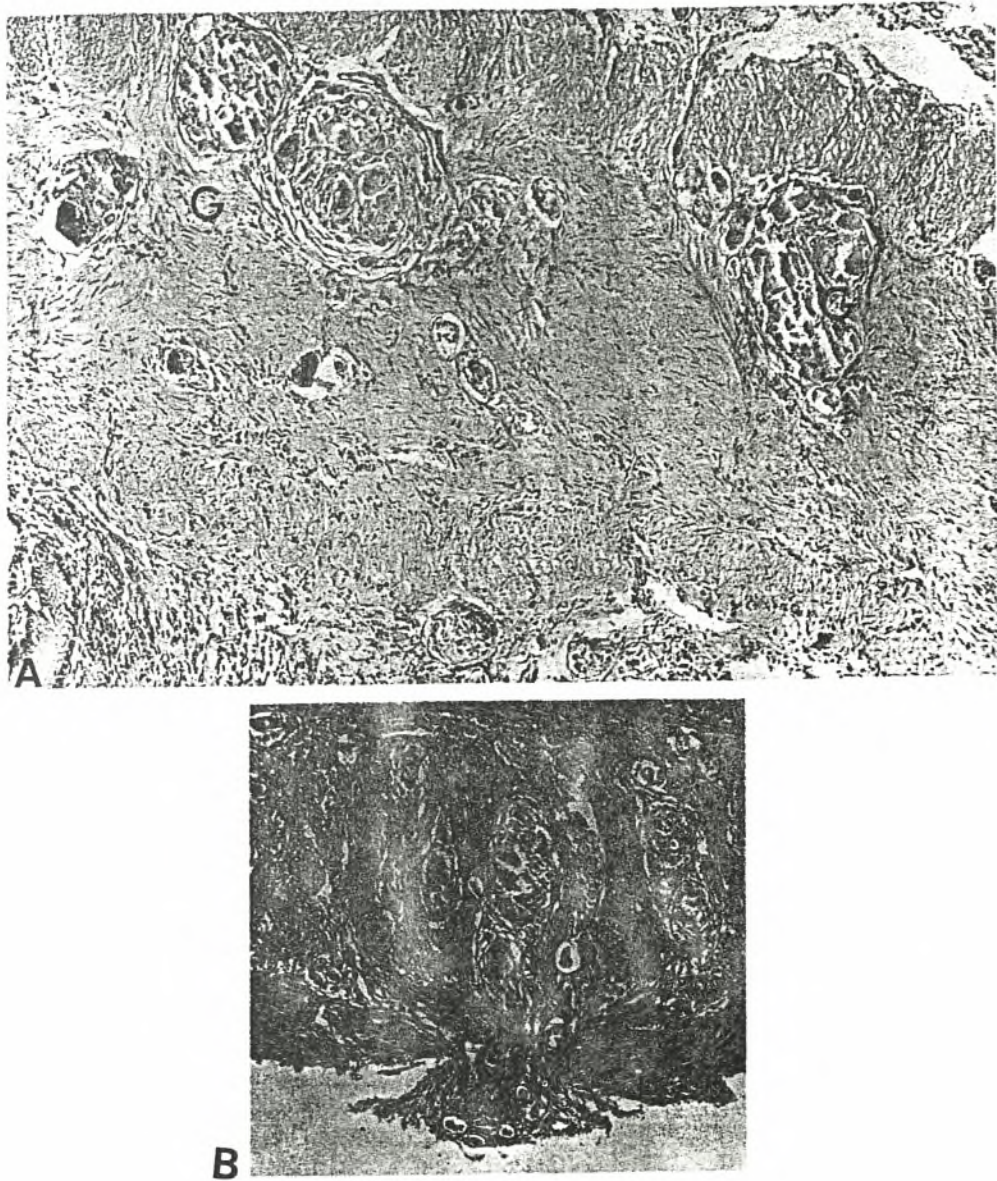
**Εικ. 10.12**

**A.** Τιλάπια διατρεφόμενη με ανεπάρκεια ασκορβικού οξέος στην τροφή. Απώλεια χρώματος, ήπιος καταρράκτης και παραμορφώσεις της σπονδυλικής στήλης. Εικόνα ακτινογραφίας του ίδιου ψαριού που δείχνει τις παραμορφώσεις.



**Εικ. 10.13**

Παραμορφωτικές τάσεις του υπερπλαστικού χόνδρινου νηματίου σε γατόψαρο διατρεφόμενο με δίαιτες όπου υπάρχει ανεπάρκεια ασκορβικού οξέος. H+E X 250. (Dr. E. Smith).



**Εικ. 10.16**

**A.** Τομή σπλαγχνικού κοκκιώματος (G) σε αρχικό στάδιο στην ιριδίζουσα πέστροφα. H+E X 100.

**B.** Σπλαγχνικό κοκκίωμα στα τοιχώματα του στομάχου.

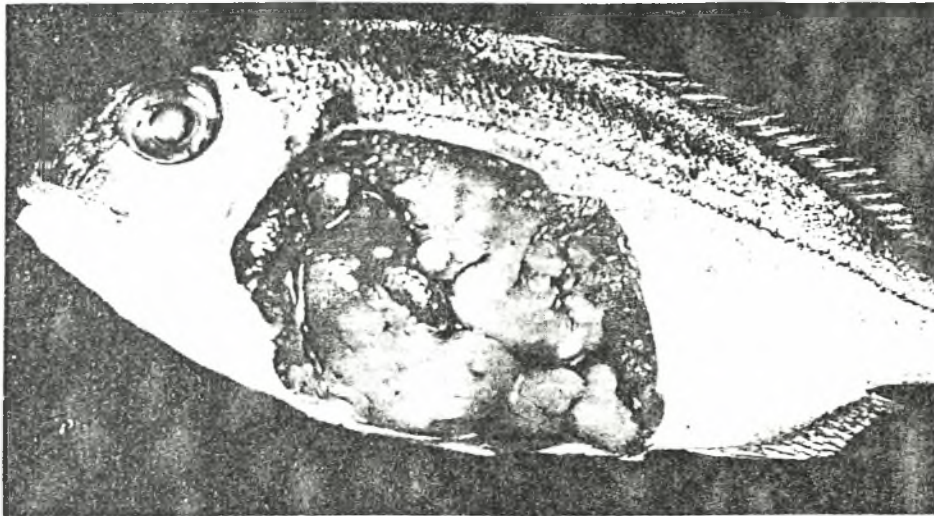


Fig. 10.17.

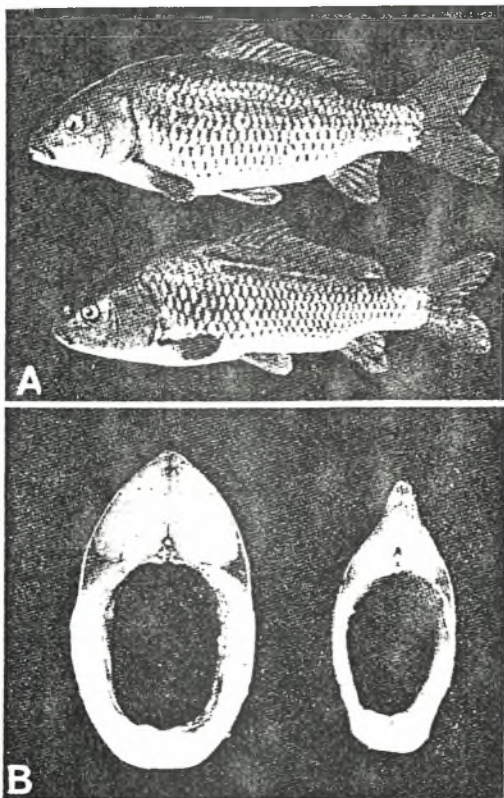


Fig. 10.23.



Fig. 10.18.

**Εικ. 10.17**

Σπλαγγχνικές αλοιώσεις υπό μορφή κοκκιώματος σε μια τσιπούρα.

Σ' αυτό το είδος ψαριού οι λευκές σφαιρικές αλοιώσεις είναι διαδεδομένες σε όλα τα σπλάγχνα και ακόμη στον εγκέφαλο και στον οφθαλμό. (Dr. I. Paperna).

**Εικ. 10.18**

Έμφραξη των ουρητήρων με εναποθέσεις ασβεστίου στο σύνδρομο της νεφρολιθίασης.

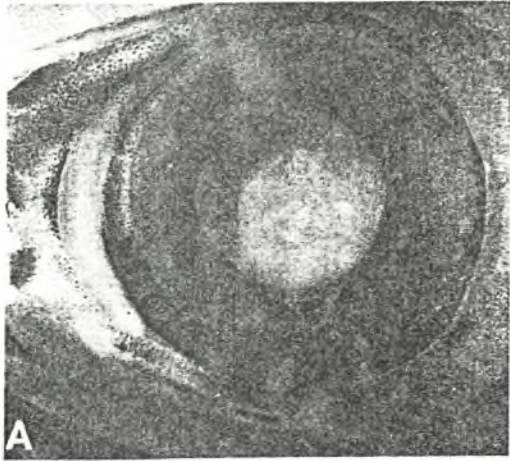
**Εικ. 10.23**

**A.** Υγιής κυπρίνος (άνω) και άτομο προσβλημένο από τη νόσο του Sekoke (κάτω).

**B.** Εμπρόσθια εγκάρσια τομή της σπονδυλικής στήλης στα ίδια ψάρια.

**B1.** Ο υγιής κυπρίνος είναι αριστερά.

**B2.** Ο προσβλημένος κυπρίνος δεξιά. (Dr. M. Yokote).



**Εικ. 10.24**

Αρχική φάση (A) και τελική φάση (B) του διατροφικού καταρράκτη στη ιριδίζουσα πέστροφα διατρεφόμενη αποκλειστικά με υπολείμματα ζώων.(C) Τομή οφθαλμού που δείχνει τη μαργαριτώδη σύσταση του φακού.

