



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Φυσιολογία διατροφής διακοσμητικών ψαριών και ασπονδύλων»

ΚΑΨΑΛΗ ΑΡΤΕΜΗ

ΒΟΛΟΣ 2009



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 8281/1
Ημερ. Εισ.: 22-03-2010
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΙΥΠ
2009
ΚΑΨ

«Φυσιολογία διατροφής διακοσμητικών ψαριών και ασπονδύλων»**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :**

- 1) **Ελένη Μεντέ**, Μόνιμη Επίκουρη Καθηγήτρια, Φυσιολογία Θρέψης Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**,
- 2) **Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογία - Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**,
- 2) **Δημήτριος Βαφείδης**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπόνδυλων και άμεση - έμμεση χρησιμότητά τους, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, την κυρία Έλενα Μεντέ, για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τον Καθηγητή Χρήστο Νεοφύτου και τον Αναπληρωτή Καθηγητή Δημήτρη Βαφειδή, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Νικόλαο Βλάχο, για την άμεση και ανιδιοτελή προσφορά του κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου, στον πατέρα μου Νίκο, στη μητέρα μου Θεοδώρα, στον Αντώνη και το Δημήτρη για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου, καθώς επίσης και τους φίλους μου, Μαρία, Βάσια, Μαρία, Αυξέντη, Αλέξανδρο, Χρήστο, για την ηθική και συναδελφική βοήθεια όλα τα χρόνια της φοιτητικής μας πορείας. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το μεταπτυχιακό φοιτητή Πίκουλα Θεόδωρο, για την πολύτιμη βοήθεια του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	7
1.2 Διακοσμητικά ψάρια.....	9
2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΨΑΡΙΩΝ.....	11
2.1 Περιγραφή της Ανάπτυξης.....	14
2.2 Τα τροπικά ψάρια μεγαλώνουν γρηγορότερα από τα ψάρια των ψυχρότερων περιοχών;.....	15
2.3 Η μεταβολή του ρυθμού ανάπτυξης σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον και τους πληθυσμούς.....	15
2.4 Εποχικότητα και ανάπτυξη.....	16
3. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΨΑΡΙΩΝ.....	17
3.1 Διατροφικές συνήθειες, Ιχθυοτροφές και Διατροφικές απαιτήσεις.....	17
3.2 Διατροφικές και αναπαραγωγικές μεταναστεύσεις	21
3.3 Θρεπτικές Απαιτήσεις.....	23
3.3.1 Ποσότητα και Ποιότητα Πρωτεΐνης.....	23
3.3.2 Λιπίδια και Λιπαρά Οξέα.....	27
3.3.3 Βιταμίνες.....	30
3.3.4 Μέταλλα.....	33
3.3.5 Υδατάνθρακες και κυτταρίνη.....	34
4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΠΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ..	35
4.1. “ Μεταμόρφωση” του πεπτικού συστήματος από τη μετάβαση λάρβας σε ιχθύδιο.....	35
4.2. Πεπτικός σωλήνας και σχέση διατροφής- μορφολογίας του πεπτικού σωλήνα.....	40
4.3 Πεπτικά Ένζυμα.....	44

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο ψάρι εννοείται κάθε μορφής σπονδυλωτό, το οποίο προσαρμόστηκε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ζει στο νερό (Νεοφύτου, 1997). Ο πρώτος που ασχολήθηκε με την εξέταση και την καταγραφή των ψαριών ήταν ο φιλόσοφος Αριστοτέλης (3^ο αιώνας π.Χ.), ενώ επόμενες έρευνες πραγματοποιήθηκαν δεκαέξι και δεκαεπτά αιώνες αργότερα, όταν άλλοι επιστήμονες, όπως ο Belon 1518-64, Ronde 1507-57, Salviani 1513-72, Ray & Willughby 1686 κτλ., μελέτησαν τα ψάρια και εξελίχθηκε η Ιχθυολογία (Νεοφύτου, 1997). Το 1758 ο Linnaeus στο βιβλίο του <Systema Naturae> ασχολήθηκε συστηματικά με την αναγνώριση και ταξινόμηση των περισσότερων ειδών ψαριών και έδωσε νέα ώθηση στην έρευνα της επιστήμης της Ιχθυολογίας (Νεοφύτου, 1997).

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας και οι οικονομικές εξελίξεις του εικοστού αιώνα, είχαν σαν αποτέλεσμα να βελτιωθούν οι συνθήκες διαβίωσης του ανθρώπου αλλά και να τεθούν σε κίνδυνο οι φυσικοί πόροι του Πλανήτη. Αυτό ανάγκασε τον άνθρωπο να επαναπροσδιορίσει τη σχέση του με το περιβάλλον. Όταν μάλιστα έγινε φανερό πως τα φυσικά αποθέματα φθίνουν επικίνδυνα, έγινε άμεση η ανάγκη αντικατάστασής τους. Χρησιμοποιώντας λοιπόν την παράδοση και την εμπειρία του ο άνθρωπος, και παράλληλα βάζοντας σε εφαρμογή τις επιστήμες και την τεχνολογία, έμαθε να παράγει είδη διατροφής και να εκτρέφει οργανισμούς υπό ελεγχόμενες συνθήκες (www.greekaquarium.gr/editorialgr.html).

Η διατήρηση ψαριών σε έγκλειστους χώρους δεν αναπτύχθηκε μόνο για κατανάλωση τροφής αλλά και για ψυχαγωγία. Στα τέλη του εικοστού αιώνα η εξάπλωση του χόμπι της ενυδρειολογίας ήταν αλματώδης. Τεράστια ποικιλία καλλιεργούμενων ειδών, αλλά και κατάλληλα υλικά και μηχανήματα είναι πλέον διαθέσιμα στην παγκόσμια αγορά έτσι ώστε και η πιο τρελή ιδέα να είναι πραγματοποιήσιμη. Είναι πλέον εφικτό

να εγκαταστήσουμε ένα κομμάτι των υγροτόπων της νοτιοανατολικής Ασίας, ένα μέρος της λεκάνης του Αμαζονίου, μία ακτή των λιμνών της ανατολικής Αφρικής ή έναν μικρό κοραλλιογενή ύφαλο στο σαλόνι μας (www.greekaquarium.gr/editorialgr.html).

Η φροντίδα των ενυδρείων και η επιτυχής διατήρηση και αναπαραγωγή υδρόβιων οργανισμών προκαλεί στους χομπίστες μείωση του άγχους, ευχαρίστηση, ψυχαγωγία, ενώ παράλληλα προσφέρει μεγάλες συγκινήσεις. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα, φαίνεται ότι μέσα από το χόμπι της ενυδρειολογίας γίνεται σημαντικότερο έργο αφού είδη που κινδυνεύουν ή έχουν εξαφανιστεί διατηρούνται και αναπαράγονται μόνο σε ενυδρεία, όπως είναι οι κηχλίδες της λίμνης Victoria (πχ. *Haplochromis nyererei*) (www.springerlink.com/link.asp?id).

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της ανάπτυξης, της διατροφής και φυσιολογίας των διακοσμητικών ψαριών. Σκοπός είναι η εξαγωγή άρτιων και χρήσιμων συμπερασμάτων για την επιτυχή εκτροφή και διατήρηση των διακοσμητικών ψαριών, αλλά και η δυνατότητα εμπλουτισμού των φυσικών βιοτόπων, ιδιαίτερα για τα υπό εξαφάνιση είδη.

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Η διατήρηση ψαριών σε έγκλειστο ή τεχνητό περιβάλλον αποτελεί μια τεχνική με βαθιές ρίζες στην ιστορία. Οι Σουμέριοι, λαός που κατοικούσε στο σημερινό Ιράκ, είναι γνωστό ότι περίπου 4500 χρόνια πριν, διατηρούσαν ψάρια σε λίμνες πριν τα καταναλώσουν. Ωστόσο, οι Κινέζοι, 2000 χρόνια πριν, ήταν οι πρώτοι που διατηρούσαν κυπρίνους σε μικρές λίμνες και μάλιστα άρχισαν και να τους αναπαράγουν (library.thinquest.org/C0124402/data/html/1/aquarium_history.htm). Το

1162 η αυτοκράτειρα της δυναστείας Song διέταξε την κατασκευή μιας δεξαμενής για τη συγκέντρωση της ποικιλίας των κυπρίνων με κοκκινωπή και κίτρινη απόχρωση. Οι άνθρωποι της εποχής εκτός της βασιλικής οικογένειας απαγορευόταν να διατηρούν κυπρίνους με την κιτρινωπή απόχρωση διότι το κίτρινο αποτελούσε το βασιλικό χρώμα. Αυτός είναι πιθανότατα και ο λόγος για τον οποίο υπάρχουν περισσότερα πορτοκαλί χρυσόψαρα από ότι κίτρινα, παρότι τα κίτρινα είναι ευκολότερο να εκτραφούν και να αναπαραχθούν (Κλαουδάτος Δ., 2006).

Παράλληλα, οι αρχαίοι πολιτισμοί των Αιγυπτίων, των Ρωμαίων και των Ελλήνων, διατηρούσαν και χρησιμοποιούσαν ψάρια για κατανάλωση τροφής. Οι Αιγύπτιοι και οι Ρωμαίοι ήταν πιθανότατα οι πρώτοι που κατασκεύασαν τις πρώτες λίμνες με νερό από τη θάλασσα ή τον ωκεανό, και διατηρούσαν ψάρια όχι μόνο για κατανάλωση τροφής αλλά και για ψυχαγωγία (Κλαουδάτος Δ., 2006). Οι Έλληνες υπήρξαν και σ' αυτόν τον τομέα πρωτοπόροι καθώς ο Αριστοτέλης (384- 322 πΧ.) κατέγραψε τη φυσιολογία των ψαριών, τις κινήσεις τους, τη συμπεριφορά τους, όπως και τη μεταχείριση των ψαριών από τον άνθρωπο και θεωρείται ο πρώτος επιστήμονας ιχθυολόγος. Στην υπόλοιπη Ευρώπη η ιδέα διατήρησης και εκτροφής ψαριών άνθισε το 1691 (www.wikipedia.org).

Αν και δεν είναι απολύτως σαφές πότε η ιδέα του ενυδρείου απέκτησε σάρκα και οστά, ωστόσο λέγεται ότι το 1851 στην Αγγλία κατασκευάστηκε μια πρώτη μορφή του σημερινού ενυδρείου, ενώ άρχισε να λειτουργεί και για το κοινό από το 1853 (Κλαουδάτος Δ., 2006).

Σήμερα, αξίζει να αναφέρουμε ότι το μεγαλύτερο ενυδρείο του κόσμου εδρεύει στο Ντουμπάϊ (www.aquatek.gr.com), ενώ το ενυδρείο Cretaquarium στην Ελλάδα

αποτελεί ένα από τα καλύτερα ενυδρεία της Ευρώπης και το καλύτερο των Βαλκανίων (προσωπική ενημέρωση).

Στη χώρα μας το χόμπι δεν παρουσίασε τη ραγδαία ανάπτυξη των χωρών της υπόλοιπης Ευρώπης ή της Βόρειας Αμερικής όπου είναι το δεύτερο πιο αγαπημένο χόμπι παρ' όλο που έχουν γίνει σημαντικά βήματα στο χώρο από τη δεκαετία του '50. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονο ενδιαφέρον από Έλληνες χομπίστες για την ενυδρειολογία. Οι μικρόκοσμοι των ενυδρείων εκπροσωπούν την προσπάθεια των ανθρώπων να αναπαραστήσουν τη λεπτή και εύθραυστη δυναμική ισορροπία, όπως αυτή υπάρχει στους υγροτόπους του Πλανήτη, αλλά χωρίς τις δυνάμεις της ίδιας της φύσης, χρησιμοποιώντας βέβαια την ευφυΐα που μας χαρίστηκε από αυτήν ακριβώς τη φύση (www.greekaquarium.gr).

1.2 Διακοσμητικά ψάρια

Η διατήρηση ενυδρείου αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή χόμπι παγκοσμίως ενώ τα διακοσμητικά ψάρια συμπεριλαμβάνονται στην τρίτη πιο δημοφιλή ομάδα κατοικίδιων ζώων μετά τους σκύλους και τις γάτες. Περίπου 60 εκατομμύρια άνθρωποι σε ολόκληρο τον πλανήτη διατηρούν ενυδρεία ή υπαίθριες λίμνες (Κλαουδάτος Δ., 2006).

Η παραγωγή διακοσμητικών ψαριών περιλαμβάνει ενυδρεία με:

- ψάρια γλυκού νερού
- ψάρια αλμυρού νερού τροπικών και μη περιοχών
- βράχους με βιολογικό υλικό (ζωντανοί)
- υδρόβια φυτά
- ασπόνδυλα

Τα πιο δημοφιλή ψάρια σε ενυδρεία γλυκού νερού είναι:

- *Poecilia reticulata* (guppy)
- *Paracheirodon innesi* (neon tetra)
- *Xiphophorus sp.* (platy)
- *Betta sp.* (Siamese fighting fish)
- *Gyrinocheilus aymonieri* (Chinese algae-eater)
- *Labeotropheus trewavasae* (Trewava' s Cichlid)
- *Pseudotropheus auratus* (Malawi Golden Cichlid)
- *Pseudotropheus zebra* (Malawi Blue Cichlid)
- *Julidochromis ornatus* (Golden Julie)
- *Symphysodon aequifasciata haraldi* (Blue Discus)
- *Aphyosemion australe* (Lyretail)
- *Astronotus ocellatus* (Oscar)
- *Botia macracantha* (Clown Loach)
- *Brachydanio rerio* (Zebra Danio)
- *Rasbora heterom* (Harlequin Fish)
- *Hemigrammus ocellifer* (Beacon Fish)
- *Pterophyllum scalare* (Angelfish)
- *Xiphophorus helleri* (Swordtail)
- *Barbus nigrofasciatus* (Black Ruby)
- *Trichogaster leerii* (Pearl Gourami)
- *Corydoras aeneus* (Bronze Corydoras)
- *Otocinclus affinis* (Golden Otocinclus)
- *Carassius auratus*
- *Cyprinus carpio*
- *Carassius carassius*

- *Marcusenius nyasensis* (Paradise fish)
- *Oreochromis sp.*
- *Macropodus opercularis* (Paradise fish)

Τα πιο δημοφιλή ψάρια σε ενυδρεία αλμυρού νερού ή σε ενυδρεία με βράχους με βιολογικό υλικό είναι:

- *Amphiprion ocellaris* (clown anemonefish)
- *Amphiprion percula*
- *Heteractis magnifica* (θαλάσσια ανεμώνη)
- *Hippocampus sp.* (seahorse)
- *Rhinocanthus aculeatus* (Picasso triggerfish)
- *Zebrasoma sp.*

Στα ενυδρεία αλμυρού νερού, μπορούν να επιβιώσουν διάφοροι θαλάσσιοι υδρόβιοι οργανισμοί, ακόμα και μεγάλες φάλαινες, καρχαρίες ή δελφίνια ή ακόμα και κοράλλια.

Σε ενυδρεία με ασπόνδυλα, διατηρούνται κυρίως κεφαλόποδα και καρκινοειδή της θάλασσας όπως χταπόδια, καλαμάρια, γαρίδες, караβίδες και αστακοί.

2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

Το κεφάλαιο αυτό, ασχολείται με την ανάπτυξη και την αύξηση των τροπικών ψαριών. Με τον όρο ανάπτυξη, εννοούμε αλλαγές στο μέγεθος των ζωικών οργανισμών, κυρίως στο μήκος τους αλλά και σε άλλες φυσικές διαστάσεις, όπως το βάρος και η μάζα τους (Νεοφύτου, 1997).

Το ερώτημα που προκύπτει από τη μελέτη των τροπικών ψαριών είναι αν ο ρυθμός ανάπτυξής τους διαφέρει σε σχέση με την ανάπτυξη ψαριών άλλων περιοχών. Έχει παρατηρηθεί ταχύτερη ανάπτυξη των τροπικών ψαριών και μειωμένη εποχιακή

μεταβολή στο ρυθμό ανάπτυξης εξαιτίας των μικρών ετήσιων μεταβολών της θερμοκρασίας (Henderson, 2006). Ωστόσο, άλλοι παράγοντες όπως η τοπική παραγωγικότητα και η έλλειψη οξυγόνου, μπορούν να λειτουργήσουν περιοριστικά στην ανάπτυξή τους. Επομένως, παραμένει αμφίβολο αν τα τροπικά ψάρια αναπτύσσονται ταχύτερα σε σχέση με τα ψάρια των ψυχρών περιοχών.

Ο καθορισμός του ρυθμού ανάπτυξης, απαιτεί τη γνώση της ηλικίας των ψαριών. Σε εύκρατα νερά, η ετήσια χειμερινή ανάπτυξη του ψαριού καταγράφεται σε σκληρές κατασκευές όπως λέπια, ωτόλιθους και οστά και έτσι είναι εύκολος ο έλεγχος του ρυθμού ανάπτυξης και ο καθορισμός των χειμώνων που έχει βιώσει το ψάρι (Henderson, 2006). Ακόμη και όταν αυτό είναι δύσκολο, πολλά εύκρατα ψάρια έχουν μια σύντομη εποχή ωοτοκίας, η οποία καταγράφεται σε διαγράμματα συχνότητας – ωοτοκίας και έτσι μπορεί να προκύψει ο έλεγχος της ανάπτυξης μιας ομάδας ή μιας ετήσιας τάξης στο χρόνο (Henderson, 2006). Στα τροπικά νερά όμως, δεν είναι εύκολο να προκύψει ένας ξεκάθαρος εποχιακός έλεγχος του ρυθμού ανάπτυξης των ψαριών καθώς έχει παρατηρηθεί η εξάρτηση του ρυθμού ανάπτυξης με μεταβολές στις συνθήκες του νερού και της ωοτοκίας. Παράλληλα, οι επιστημονικοί έλεγχοι για το ρυθμό ανάπτυξης δεν είναι συγκεκριμένοι και δε γίνονται με συνέπεια και έτσι είναι δύσκολο να εξάγουμε ακριβή συμπεράσματα για την ηλικία των ψαριών. Επιπλέον, η περίοδος ωοτοκίας στα τροπικά νερά ίσως είναι πιο παρατεταμένη σε σχέση με τα εύκρατα, με αποτέλεσμα πάλι να μην εξάγονται έγκυρα διαγράμματα συχνότητας – ωοτοκίας και να είναι αδύνατο να προσδιοριστούν οι ετήσιες τάξεις. Εξαιτίας αυτών των δυσκολιών και του μεγέθους της πανίδας των τροπικών ψαριών δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι γνωρίζουμε ελάχιστα για την ανάπτυξη των τροπικών ψαριών σε σχέση με τα εύκρατα. Μάλιστα όσα γνωρίζουμε αφορούν κυρίως μικρά θαλάσσια, μη εμπορικά εκμεταλλεύσιμα τροπικά ψάρια.

Τα τροπικά ψάρια έχει παρατηρηθεί ότι παρουσιάζουν έναν μόνο ετήσιο κύκλο ανάπτυξης. Για παράδειγμα, οι Fabre και Saint- Paul (1998) μελέτησαν το τροπικό ψάρι *Schizodon fasciatus* στον Αμαζόνιο και ανακάλυψαν ότι η ετήσια διαμόρφωση στα λέπια εμφανίστηκε τον Ιανουάριο και το Φεβρουάριο, όταν ωρίμασαν οι γονάδες ενώ παράλληλα, παρατηρήθηκαν και φαινόμενα ανάπτυξης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όπου υπήρξε μεταβολή στο βάθος του νερού και στη διαθεσιμότητα της τροφής. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι παραπάνω περιοριστικοί παράγοντες, καθορίζουν την ετήσια ανάπτυξή τους.

Ο Jepsen και άλλοι (1999) παρατήρησαν ότι τα είδη *Cichla*, στα ποτάμια ωτοκοούν συνήθως μόνο μια φορά το χρόνο ενώ σε ελεγχόμενες συνθήκες (δεξαμενές) μπορούν να ωτοκήσουν περισσότερες φορές, λόγω δημιουργίας ελεγχόμενης ρύθμισης των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών στις δεξαμενές. Επομένως, στη δεύτερη περίπτωση προκύπτουν περισσότεροι ρυθμοί ανάπτυξης.

Σε κάποια ψάρια που μπορούν να επιβιώσουν τόσο σε εύκρατα όσο και σε θερμά τροπικά νερά, έχει παρατηρηθεί ταχύτερος ρυθμός ανάπτυξης στα τροπικά νερά όπου η θερμοκρασία είναι υψηλότερη. Για παράδειγμα, ο Lowe- Mc Connell (1987) σημειώνει ότι ο κινέζικος κυπρίνος *Ctenopharyngodon idella*, κέρδιζε 10gr σε βάρος την ημέρα στη Μαλαισία και ωρίμασε σε ηλικία μόλις ενός έτους, ενώ στην νότια Κίνα κέρδιζε 3,5 gr σε βάρος ανά ημέρα και ωρίμασε σε ηλικία 3-5 ετών.

Η πυκνότητα των πληθυσμών των ψαριών, είναι ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει τον ρυθμό ανάπτυξής τους. Η πυκνότητα των πληθυσμών εξαρτάται τόσο από φυσικούς όσο και από ανθρωπογενείς παράγοντες και επηρεάζεται άμεσα από τη διαθέσιμη τροφή (Henderson, 2006). Η προσφορά τροφής στα τροπικά νερά φαίνεται να ελκύει πληθυσμούς μικρών ψαριών σε αντίθεση με αντίστοιχους πληθυσμούς σε

εύκρατα νερά. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται από τη μεγαλύτερη ανάγκη για τροφή των μικρότερων τροπικών ψαριών.

2.1 Περιγραφή της Ανάπτυξης

Η σύγκριση και εξαγωγή συμπερασμάτων για τους ρυθμούς ανάπτυξης διαφορετικών πληθυσμών ψαριών προϋποθέτει την περιγραφή της ανάπτυξής τους με μαθηματικά μοντέλα. Η βασική απαίτηση είναι μια απλή και εφαρμόσιμη εξίσωση η οποία δίνει το μέγεθος σε σχέση με το μέσο όρο μήκους ή βάρους σε οποιαδήποτε ηλικία. Τα αποτελέσματα της εξίσωσης απεικονίζονται σε διαγράμματα με τη μορφή καμπύλης. Υπάρχει μια ευρεία γκάμα εξισώσεων που χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν την ανάπτυξη, ωστόσο, καμία δεν είναι απολύτως έγκυρη (Henderson, 2006). Η εξίσωση που συγκλίνει περισσότερο με την πραγματικότητα και χρησιμοποιείται ευρέως είναι η εξίσωση ανάπτυξης του Von Bertalanffy (Bertalanffy and Miiller, 1943).

$$L(t)=L_{\infty} (1- e^{-kt})$$

Όπου:

L_t = το μήκος των ψαριών σε οποιοδήποτε χρόνο t

L_{∞} = το εκτιμώμενο θεωρητικό μέγιστο μήκος των ψαριών

K = ένα όριο του ρυθμού ανάπτυξης στο οποίο το μήκος πλησιάζει το L_{∞}

t = ο υποθετικός χρόνος στον οποίο το ψάρι θα μπορούσε να είχε μηδενίσει την ανάπτυξή του (Νεοφύτου, 1997).

Η εξίσωση αυτή, έχει εφαρμοστεί σε πολλά είδη, τόσο εύκρατων όσο και τροπικών περιοχών. Ορισμένες φορές τυχαίνει να “εμπλουτίζεται” και με άλλες παραμέτρους όπως το t_0 , το οποίο είναι μια παράμετρος που δίνει το μέγεθος του νεογέννητου ψαριού τη στιγμή της εκκόλαψης.

Η εξίσωση του Von Bertalanffy παρουσίασε ίδια αποτελέσματα ανάπτυξης για τα ψάρια που ζουν τόσο σε τροπικά όσο και σε ψυχρά νερά, υποδεικνύοντας έτσι ότι δεν

υπάρχει καμία ουσιαστική διαφορά στον τύπο της ανάπτυξης όσον αφορά το μέγεθος και την ηλικία των ψαριών που ζουν σε διαφορετικό περιβάλλον. Παρ' όλα αυτά, η εξίσωση δεν υπολογίζει την εποχικότητα και επομένως δεν δίνει μια σωστή περιγραφή των χρονικών τύπων ανάπτυξης σε μεταβλητά εποχιακά περιβάλλοντα. Πρέπει να σημειωθεί ότι όταν συγκρίνονται πληθυσμοί ή είδη και τα δεδομένα χρησιμοποιούνται σε μια εξίσωση ανάπτυξης, τα αποτελέσματα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ως γενικά καθώς κάθε ψάρι βιώνει διαφορετικά από το άλλο πχ. διαφορετικές καταστάσεις έλλειψης τροφής, συγκεντρώσεις O_2 , θερμοκρασίας, μόλυνσης, παρασίτων, αρπακτικών και διάφορων ατομικών χαρακτηριστικών που καθορίζονται από τη γενετική (Henderson, 2006).

2.2 Τα τροπικά ψάρια μεγαλώνουν γρηγορότερα από τα ψάρια των ψυχρότερων περιοχών;

Καθώς τα ψάρια είναι ψυχρόαιμα και η χαμηλή θερμοκρασία είναι περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξή τους είναι πιθανόν τα ψάρια των τροπικών περιοχών να παρουσιάζουν ταχύτερη ανάπτυξη από τα ψάρια των εύκρατων ή πολικών περιοχών (Henderson, 2006). Η διαπίστωση αυτή ενισχύεται και από τα συμπεράσματα σχεδιαγραμμάτων και ερευνητικών πειραμάτων με τιμές που δίνονται για διάφορα ψάρια και τη σχέση των παραμέτρων K και L_{∞} της εξίσωσης Von Bertalanffy. Παράλληλα, η παραπάνω υπόθεση ενισχύεται ακόμη περισσότερο σε περιπτώσεις πληθυσμών που ζουν και σε εύκρατα και σε τροπικά νερά (πχ. οικογένειες ρέγκας και αντσούγιες). Συχνά παρατηρείται μικρή ή και μεγαλύτερη ανάπτυξη των ψαριών των εύκρατων νερών, το καλοκαίρι λόγω αύξησης της θερμοκρασίας (Henderson, 2006).

2.3 Η μεταβολή του ρυθμού ανάπτυξης σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον και τους πληθυσμούς.

Οι ρυθμοί ανάπτυξης διαφόρων ειδών, μπορούν να ποικίλουν αξιοσημείωτα σε διαφορετικό φυσικό περιβάλλον. Σύμφωνα με έρευνες του Lowe- McConnell (1987) έχουν παρατηρηθεί ταχύτεροι ρυθμοί ανάπτυξης σε λίμνες, σε σχέση με ποταμούς, πιθανόν λόγω καλύτερης διάθεσης τροφής. Η υπόθεση αυτή, επιβεβαιώνεται τόσο από μελέτες σε εμπορικά ψάρια όσο και σε μη εμπορικά, σύμφωνα με τα νούμερα που διαμορφώνονται στις παραμέτρους K και L ∞ .

2.4 Εποχικότητα και ανάπτυξη

Στα τροπικά κλίματα, οι περιβαλλοντικές συνθήκες παραμένουν συνήθως σταθερές κατά τη διάρκεια όλου του έτους, ακόμη και κατά τους χειμερινούς μήνες, με αποτέλεσμα να μην σταματάει η ανάπτυξη των ψαριών (λόγω χαμηλών θερμοκρασιών ή άλλων ακραίων φαινομένων) και έτσι ίσως υποτεθεί ότι η ανάπτυξη των τροπικών ψαριών παρουσιάζει έλλειψη εποχικότητας. Όπως και οι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τους ρυθμούς ανάπτυξης έτσι και η εποχικότητα καταγράφεται και με μαθηματικές εξισώσεις.

Αν το μήκος σημειώνεται σε χρονικά διαστήματα λιγότερα από ένα χρόνο, τότε συχνά παρατηρείται ότι η ανάπτυξη ποικίλει ανάλογα με τις εποχές. Οπότε ανάλογα με τη θερμοκρασία, την περιοχή και το είδος η εποχικότητα αλλάζει. Για παράδειγμα, η γλώσσα *Solea solea* εκτείνεται από τη Βόρεια Αφρική και τη Μεσόγειο έως τη Βρετανία. Στις νότιες περιοχές η ανάπτυξη της είναι κανονική ενώ στη Βρετανία από το φθινόπωρο μέχρι και την άνοιξη δεν παρατηρείται καμία ανάπτυξη (Henderson and Seaby, 2005).

Η εποχικότητα δεν είναι μόνο χαρακτηριστικό των εύκρατων νερών αλλά και των τροπικών. Η εποχικότητα εκδηλώνεται στα τροπικά νερά σε ακραίες υγρές και ξηρές εποχές. Ισχυρές βροχοπτώσεις μεταβάλλουν δραματικά το βάθος του νερού ή προκαλούν πλημμύρες και κατακλυσμούς σε τεράστιες δασικές εκτάσεις. Αυτά τα

ακραία εποχιακά φαινόμενα, μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στην αναπαραγωγή και την ανάπτυξη των ψαριών. Στις τροπικές θάλασσες εκδηλώνονται επίσης ακραία περιβαλλοντικά εποχιακά φαινόμενα, όπως τυφώνες και άλλες τροπικές καταιγίδες. Επομένως παρατηρούνται μεταβολές στο βάθος του νερού ενώ ακόμη και στις βαθιές θάλασσες όπου οι συνθήκες θεωρούνται πιο σταθερές, παρατηρούνται μεταβολές στη θερμοκρασία, την πίεση και τα χημικά συστατικά του νερού (Deuser and Ross 1980, Sayles *et al.* 1994).

Οι Pauly και Ingles (1981) και Longhurst και Pauly (1987) έδειξαν ότι ακόμη και τα τροπικά ψάρια που ζουν σε σταθερά περιβάλλοντα, παρουσιάζουν φαινόμενα εποχιακής ανάπτυξης και απέδειξαν ότι ακόμη και μια μικρή θερμοκρασιακή μεταβολή της τάξης των 2°C είναι ικανή να προκαλέσει μεταβολή στο ρυθμό ανάπτυξης.

3. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

3.1 Διατροφικές συνήθειες, Ιχθυοτροφές και διατροφικές απαιτήσεις

Η διαδικασία της σίτισης των τροπικών ψαριών βασίζεται σε οκτώ βήματα:

1. Προσφερόμενη τροφή
2. Έκπληση
3. Φτύσιμο
4. Επιλεκτική συγκράτηση της τροφής
5. Μεταφορά στο στομάχι (κατάποση)
6. Συντριβή
7. Άλεσμα
8. Απορρόφηση

Η πορεία και η συχνότητα των παραπάνω κινήσεων στα ψάρια, εξαρτώνται από τον τύπο, το μέγεθος και την υφή της κάθε τροφής (Sibbing, 1988). Για την καλύτερη κατανόηση της πορείας, των κινήσεων και των μηχανισμών της απορρόφησης της τροφής, με στόχο τη χορήγηση της καλύτερης τροφής για τα ψάρια, εξετάζονται οι διαφορετικές τροφικές αντιδράσεις μεταξύ των ειδών των ψαριών και η «πλαστικότητα» της τροφής. Συνεπώς, η καλύτερη και πληρέστερη γνώση της πορείας των παραπάνω βημάτων οδηγεί σε επιτυχημένες και συνεχώς αυξανόμενες παραγωγές μονοειδικών και πολυειδικών εκτροφών ψαριών.

Στον κοινό κυπρίνο, για παράδειγμα, ένα παμφάγο ψάρι που δικαίως καθιερώθηκε ως μέλος της πανίδας των ψαριών όλων των ηπειρών, η πολυπλοκότητα και η προσέγγιση της χορήγησης κατάλληλης τροφής απαιτεί τη μελέτη:

- 1) των διαστάσεων του ανοίγματος του στόματος
- 2) της προεξοχής της άνω σιαγόνας
- 3) του σχήματος και της κοιλότητας του φάρυγγα
- 4) του ουρανίσκου και των γλωσσικών οργάνων
- 5) του βραγχιακού πλέγματος
- 6) της μάσησης στο φάρυγγα
- 7) της διανομής της γεύσης
- 8) της βλέννας και των μυϊκών ινών που βρίσκονται κατά μήκος της επιφάνειας του φάρυγγα (Sibbing, 1988)

Το ερώτημα όμως που προκύπτει είναι πώς ένα παμφάγο ψάρι είναι επιλεκτικό στην τροφή του και επιλέγει μόνο τα συστατικά που χρειάζεται;

Ο Sibbing (1988) υπέθεσε ότι η επιλεκτική συγκράτηση της τροφής συμβαίνει εξαιτίας της αποδοτικά μικρής αποβολής της ανεπιθύμητης τροφής, ενώ η τροφή συγκρατείται μεταξύ του πάνω και κάτω μέρους του φάρυγγα, όπου οι αισθητήρες

των γεύσεων βρίσκονται σε πυκνότητα 820/ mm², το υψηλότερο ποσό που έχει σημειωθεί σε οποιοδήποτε είδος ψαριών. Παρ' όλα αυτά, ο κοινός κυπρίνος είναι πολύ επιλεκτικός όταν πρόκειται να τραφεί με φυτά ή άλλα ψάρια. Φυτοφάγοι κυπρίνοι όπως το *C. idella*, οι οποίοι χρησιμοποιούν τα φαρυγγικά δόντια για να μασήσουν τα φυτά, ξοδεύουν χρόνο στην εύρεση της τροφής (εκτιμούν και καταναλώνουν την τροφή) και στο μάσημά της. Ο χρόνος που απαιτείται για την εξεύρεση και μάσηση της τροφής ποικίλει σε 16-56% και 13-56% ανάλογα με το φυτό (πχ. *Edolea*, *Lemna*, *Typha* κα.) που προσφέρεται και καταναλώνεται (Vincent and Sibbing, 1992). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι τα φυτά καταναλώνονται με την ίδια συχνότητα, ανεξάρτητα από τη σκληρότητα ή τη γεύση τους.

Άλλα τροπικά ψάρια διαθέτουν ειδικές κατασκευές για την κατανάλωση της τροφής. Όπως αναφέρει ο Goulding (1980), δυο τροπικά ψάρια characids το *Colossoma macropomum* και το *Colossoma bidens* διαθέτουν κοφτερά και φαρυγγικά δόντια για τη διαδικασία της μάσησης της τροφής. Τα δόντια του *C. bidens*, σχηματίζοντας ένα τριγωνικό σχήμα, προσαρτώνται εύκολα σε πιο ποικίλες διατροφές από αυτές του *C. macropomum*, όπως για παράδειγμα σε ένα σπόρο και ένα φρούτο κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου του Αμαζονίου. Τα νεαρά *Characiformes* από τον κεντρικό Αμαζόνιο εναλλάσσουν συχνά τη βασική τροφή τους -φυτοπλαγκτόν μεγέθους 10-30 μm- με λεπτά φύκη ή με άγριους σπόρους ρυζιού μήκους 30-50 μm (Araujo- Lima *et al*, 1986). Ο ενήλικος *C. macropomum* σπάει τους σπόρους πριν τους καταπιεί, ενώ ένα άλλο ψάρι characid, το *Brycon sp* μπορεί να καταπιεί μόνο το θρεπτικό μέρος των σπόρων ή φυκών που καταναλώνει.

Σε σύγκριση με τα φυτοφάγα ψάρια των εύκρατων νερών (Horn, 1989), τα τροπικά ψάρια των βραχάδων ακτών σπάνια μελετώνται (Ferreira *et al*, 1998). Το πιο σημαντικό εύρημα που προέκυψε μετά τη μελέτη των ψαριών στις ακτές της Νότιας

Αμερικής, δεν είναι απροσδόκητο • τα μεγαλύτερα σε μέγεθος ψάρια παρουσίασαν αυξημένο ρυθμό κατανάλωσης φυκών, ρυθμό κατάποσης και πλήρωση του εντέρου τους. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι συγγραφείς βρήκαν ότι τα ψάρια γεμίζουν το έντερό τους 2.5-3 φορές την ημέρα παρά τις διαφορετικές στρατηγικές επεξεργασίας της τροφής. Τα ψάρια της οικογένειας scarid για παράδειγμα, τα οποία αλέθουν τα φύκια σε μικρά μόρια με τα δόντια του φάρυγγα, έχουν τον πιο γρήγορο ρυθμό απόρριψη της τροφής, ενώ το *Acanthurus bahianus* (Clements & Choat, 1995), παρουσίαζε πολύ πιο αργό και εποχιακά διαφορετικό ρυθμό εκκένωσης του εντέρου. Οι Giuanquinto και Volpato (2001) δήλωσαν ότι κάτω από κανονικές συνθήκες καλοταϊσμένα ή αταίστα τα *Pseudoplatystoma coruscans*, αντιδρούσαν παρόμοια στην προσφορά τροφής. Η πείνα, επηρέαζε τα «σημάδια αφύπνισης» και τα μικρά ή αταίστα γατόψαρα ήταν πρόθυμα να διακινδυνέψουν, για να προσλάβουν τροφή. Τα *Pygocentrus nattereri* από την άλλη, σχηματίζουν καθημερινά «σχολεία» για να αποφύγουν την επιθετικότητα μεταξύ των ειδών και τον κανιβαλισμό (Magurran & Queiroz, 2003). Παρόμοια με τα γατόψαρα, τα μικρότερα πιράνχας, απομακρύνονται από τα όρια του «σχολείου» και κυνηγούν έντονα την τροφή τους. Αντίθετα, τα μεγαλύτερα ψάρια παραμένουν στην ασφαλής περιοχή του «σχολείου» και επιτίθενται για την τροφή την κατάλληλη στιγμή.

Έχει παρατηρηθεί ότι η αποκλειστική σίτιση με ένα είδος φυτού μπορεί να οδηγήσει στη θνησιμότητα των ψαριών (Dabrowski K. & Portella M., 2006). Τα παπαγαλόψαρα *Sparisoma radians*, πέθαναν πιο γρήγορα όταν ταΐστηκαν μόνο με γρασίδι της θάλασσας *Penicillus pyriformis* (υψηλές συγκεντρώσεις CO₂) από μια αταίστη ομάδα ψαριών (Lobel & Ogden, 1981). Ακόμη και τα πιο θρεπτικά φυτά, τα οποία καταναλώνονται πιο συχνά σε φυσικό βιότοπο, όταν προσφέρθηκαν χωρίς να

συνοδεύονται με επίφυτα (φύκη) οδήγησαν επίσης σε θνησιμότητες μεγαλύτερες του 60%.

Ο Arpler (1985) σύγκρινε τη χρήση πράσινων λεπτών φυκών *Hydrodictyon reticulatum* στις διατροφές δύο cichlids των *Oreochromis niloticus* και *Tilapia zilli*. Όταν το 17% της ζωικής πρωτεΐνης (ιχθυάλευρο) αντικαταστάθηκε με πρωτεΐνη φυκών, το βάρος των ψαριών αυξήθηκε κατά 5% στο *T. zilli* αλλά μειώθηκε κατά 10% στο *O. niloticus*. Ωστόσο, η αντικατάσταση του 50% της ζωικής πρωτεΐνης μείωσε την ανάπτυξη και των δύο ειδών περίπου κατά 50%. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι, η «χορτοφαγική φύση» του *T. zilli* μπορεί να συνδεθεί με θετικό αποτέλεσμα στην ανάπτυξη, μόνο όταν ένα μικρό ποσοστό της διατροφής περιέχει στοιχεία φυκών. Οι Arpler και Jauncey (1983), κατέληξαν επίσης στο συμπέρασμα ότι η αντικατάσταση της πρωτεΐνης του ιχθυαλεύρου από το λεπτό πράσινο φύκος *Cladophora glomerata* μείωσε το ρυθμό ανάπτυξης των νεαρών ατόμων της τιλάπιας του Νείλου κατά το μισό από 3.1g σε 1.85g ανά ημέρα, αντίστοιχα.

3.2. Διατροφικές και αναπαραγωγικές μεταναστεύσεις

Κατά τη διάρκεια της ζωής πολλών ειδών ψαριών υπάρχει μια περίοδος κατά την οποία αναπτύσσουν κάποιο είδος μετανάστευσης. Η μορφή που θα λάβει χώρα η μετανάστευση αυτή, διαφέρει τόσο μεταξύ των ειδών όσο και μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους. Τα πιο κοινά είδη μετανάστευσης είναι η αναπαραγωγική και η διατροφική μετανάστευση (Νεοφύτου, 1997).

Ο De Godoy (1959) περιέγραψε τις μεταναστεύσεις του είδους *Prochilodus scrofa* από το Άνω ποτάμι Mogi Guassu προς τα κάτω σε περισσότερο εύφορα εδάφη, στον ποταμό Grande στη Νότια Αμερική σε μια απόσταση 500km. Τα είδη αυτά, τρέφονται ως ενήλικες με οργανική λάσπη που σχηματίζεται από τη διάσπαση των μακροφυκών (Bayley, 1973). Η μετανάστευση προς τα πάνω για την ίδια απόσταση

ανάγκασε το ψάρι να χρησιμοποιεί τα αποθέματα ενέργειάς του μιας και δεν έβρισκε τροφή. Ο Bayley (1973) απέδειξε ότι η ανάπτυξη του συγγενικού είδους *Prochilodus platensis* ήταν 31,2cm σε 2 χρόνια (αναπαραγωγική περίοδος) και μόνο 3-5cm ανάπτυξη σε μήκος τα επόμενα 4-5 χρόνια ως ενήλικο. Αυτό δείχνει την άμεση επίδραση των συνεχών μεταναστεύσεων σε αυτά τα ψάρια όταν είναι ενήλικα και ένα υποθετικό αποτέλεσμα ότι η διατροφή τους είναι φτωχή σε θρεπτικά συστατικά.

Το ψάρι του Αμαζονίου *C. macropomum* παραμένει σε πλημμυρισμένα δάση για 4-7 μήνες το χρόνο και τρέφεται με φρούτα και σπόρους (Goulding and Carvalho, 1982).

Τα ψάρια που ακολουθούν αυτή τη διατροφή, παρουσιάζουν στο σώμα τους πάνω από 10% αποθέματα σε σπλαχνικό και μυϊκό λίπος. Τον υπόλοιπο χρόνο το παραπάνω ψάρι ζει σε μεγάλα ποτάμια. Η μετανάστευση προς τα πάνω, ξεκινάει 1-2 μήνες πριν την πλημμύρα της πεδιάδας και έχει ως αποτέλεσμα την ωοτοκία σε θολά και φτωχά σε θρεπτικά συστατικά ποτάμια ή σε παραπόταμους με καθαρά νερά. Η μετανάστευση από τα ποτάμια ή τους παραπόταμους προς τις πλημμυρισμένες πεδιάδες, μπορεί να είναι και πάνω από 200km. Οι ετήσιες πλημμύρες των κεντρικών ποταμών του Αμαζονίου συμβαίνουν συχνά προκαλώντας περίπλοκες σχέσεις μεταξύ των ψαριών που ζουν εκεί, της εύρεσης της τροφής τους και της ανάπτυξης των φυτών της περιοχής (Araujo- Lima & Goulding, 1998). Οπότε το *C. macropomum* κατά τη διάρκεια των μεταναστεύσεων, αναγκάζεται να καταναλώσει τα αποθέματα λίπους, για να επιβιώσει.

Οι Goulding και Carvalho (1982) ανέφεραν ότι το γατόψαρο *Litodoras dorsalis* κατά τις μεταναστεύσεις του καταναλώνει ρίζες και φύλλα διαφόρων υδρόβιων φυτών. Παράλληλα όμως, κατά τη διάρκεια των μεταναστεύσεων διανέμει τους σπόρους, αφού δεν μπορεί να τους καταστρέψει και να τους μασήσει και προσφέρει έτσι τροφή και σε άλλα ψάρια (Kubitzki & Ziburski, 1994).

Σε αντίθεση με την ετήσια συχνότητα της πλημμύρας του Αμαζονίου, τα νεοτροπικά δάση χαρακτηρίζονται από 15-30 μη προβλέψιμες πλημμύρες το χρόνο. Οι συχνοί αυτοί κατακλυσμοί, επιτρέπουν τις μεταναστεύσεις των ποταμίστων ψαριών και την πρόσβαση σε χερσαία οικοσυστήματα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, φρούτα όπως τα σύκα, γίνονται κύριο συστατικό της διατροφής τους και τα ψάρια καθώς μετακινούνται προς τα πάνω στα ποτάμια κατά τη διάρκεια της πλημμύρας, διασκορπίζουν τους σπόρους (Banack *et al*, 2002). Σήμερα, καθώς η αποψίλωση συνεχίζεται στα τροπικά δάση η σχέση αλληλεξάρτησης μεταξύ ψαριών-δένδρων και φυτών-δένδρων αυξάνεται όλο και περισσότερο.

3.3 Θρεπτικές Απαιτήσεις

3.3.1 Ποσότητα και Ποιότητα Πρωτεΐνης

Η ανάπτυξη των ψαριών απαιτεί την πρόσληψη πρωτεϊνών και απαραίτητων αμινοξέων. Η χορήγηση της ποσότητας και ποιότητας των παραπάνω θρεπτικών συστατικών ποικίλει ανάλογα με τις μελέτες και αποτελεί αιτία περαιτέρω έρευνας. Ο Bowen (1987) υποστήριξε, βασισμένος σε συγκρίσεις δεκατριών τελεόστων ψαριών και ανώτερων σπονδυλωτών (πουλιά και θηλαστικά) και βασισμένος στις σχέσεις προσλαμβανόμενης πρωτεΐνης και κερδισμένου βάρους, ότι δεν υπάρχει λόγος να προταθούν διαφορές στις απαιτήσεις πρωτεΐνης ανάμεσα στα ψάρια και τους χερσαίους ομοιόθερμους οργανισμούς. Είναι γνωστό ότι η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται για διαφορετικές φυσιολογικές λειτουργίες, άρα και οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνη θα διαφέρουν ανάλογα με το είδος και μέγεθος των ψαριών και τη θερμοκρασία του νερού, όταν εκφράζονται σε αναλογία με το βάρος του οργανισμού. Αυτοί οι παράμετροι ωστόσο, δεν λήφθηκαν υπόψη στην παραπάνω σύγκριση. Υπάρχει μια άποψη ότι η θερμοκρασία του νερού δεν επηρεάζει τις διατροφικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνη, αν και μελέτες σε κάποιες περιπτώσεις έδειξαν αντίθετο αποτέλεσμα

(Hidalgo and Alliot, 1988). Ωστόσο, έρευνες στα τροπικά ψάρια, απουσιάζουν. Παράλληλα έχει παρατηρηθεί ότι χαμηλότερες συγκεντρώσεις πρωτεΐνης στις τροφές (φυτά, θρύμματα, βακτήρια) συσχετίζονται με χαμηλότερη βιολογική αξία αυτών των τροφών σε σχέση με τροφές που αποτελούνται από υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεΐνης (ζωϊκή πρωτεΐνη).

Οι περισσότερες έρευνες για τα τροπικά ψάρια, σε σχέση με τις διατροφικές τους απαιτήσεις, έχουν πραγματοποιηθεί για την (κυκλοειδή) τιλάπια του Νείλου, αν και είναι αμφισβητήσιμο το πόσο αυτή αποτελεί «αντιπροσωπευτικό» είδος των τροπικών ψαριών. Ο De Silva *et al* (1989), αναφέρει τις απαιτήσεις σε πρωτεΐνη σε 4 κυκλοειδή είδη σε θερμοκρασίες νερού 23-31 °C και μεγεθών από 0.8mg μέχρι 70g και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η μέγιστη ανάπτυξη επιτεύχθηκε με μια δίαιτα με 34% περιεχόμενης πρωτεΐνης. Κατά τη διάρκεια της αναζήτησης όσο το δυνατόν πιο ακριβέστερων απαιτήσεων πρωτεΐνης για τα ιχθύδια (0.8g) και τα νεαρά άτομα (40g) της τιλάπιας του Νείλου, ο Siddiqui *et al* (1988) πρότεινε βέλτιστα επίπεδα 40 και 30% πρωτεΐνης, αντίστοιχα. Ο Kaushik *et al* (1995) παρουσίασε τον καλύτερο υπολογισμό σιτηρεσίου με πρωτεΐνη, για την τιλάπια του Νείλου. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν μια σταθερή αναλογία ιχθυαλεύρου: σογιάλευρου (ζωϊκή : φυτική πρωτεΐνη) με αναλογία πρωτεΐνης 1:3 και απέδειξαν ότι το βάρος συνέχιζε να αυξάνεται όταν η πρωτεΐνη στην τροφή ήταν πάνω από 38.5%.

Ο Kaushik *et al* (1995) επιβεβαίωσε ότι η αναβολή αζώτου (αμμωνία) σε τιλάπιες σε ασιτία ήταν σημαντικά μικρότερη από ότι στα ψάρια που ταΐστηκαν με πάνω από 16% πρωτεΐνη στις τροφές τους. Αυτό μπορεί να εξηγήσει ότι σε μια χαμηλή πρόσληψη πρωτεΐνης από την τροφή, χρησιμοποιούνται άλλες πηγές ενέργειας (υδατάνθρακες και λιπίδια) όποτε αποταμιεύεται η πρωτεΐνη για ενδογενή χρήση. Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό για πολλά είδη ψαριών που διατρέφονται με χαμηλά

επίπεδα πρωτεϊνών (παμφάγα) και μπορούν να αποταμιεύσουν σωματικές πρωτεΐνες και να βελτιώνουν τις φυσιολογικές λειτουργίες τους.

Έρευνες έχουν δείξει ότι σιτηρέσια που περιέχουν υψηλά ποσοστά ιχθυαλεύρου (μέχρι 83%) με υψηλές συγκεντρώσεις τέφρας στις τροφές τιλαπιών οδηγούν σε πτώση του ρυθμού ανάπτυξης των ψαριών και σε μια απίστευτα χαμηλή «βέλτιστη» απαίτηση πρωτεΐνης σε τιλάπιες θαλασσινού νερού (Shiau and Huang, 1989) και στο *Cichlasoma synspilum* (Olvera- Novoa *et al*, 1996). Ωστόσο, η περιορισμένη βιολογική αξία του επεξεργασμένου ιχθυαλεύρου στις διατροφές των κικλοειδών επιβεβαιώνεται και από την εργασία των Kesamaru και Miyazono (1978) οι οποίοι απέδειξαν υψηλότερη αξία της πρωτεΐνης σίτου απ' ό τι της πρωτεΐνης του ιχθυαλεύρου.

Σε μια σειρά εργασιών χρησιμοποιήθηκαν διατροφές βασισμένες σε καζέϊνη για να καθοριστούν τα βέλτιστα επίπεδα πρωτεΐνης σε τροφές για γεννήτορες της τιλάπιας του Νείλου, και την παραγωγή και ποιότητα των απογόνων τους (Gunasekera *et al*, 1995, 1996). Η υψηλότερη αύξηση, η πρόωρη ωρίμανση, το υψηλό ποσοστό γονιμοποίησης των αυγών και τα υψηλότερα ποσοστά εκκόλαψης των λάρβεων σχετίστηκαν με τις τροφές που ταΐστηκαν σε θηλυκά και περιείχαν 35-40% πρωτεΐνη. Παρόμοιο συμπέρασμα προέκυψε για την ταχύτατη αύξηση και την πρόωρη ωρίμανση (4^{ov} μηνών) των τροπικών ψαριών *Colisa ladia* που ανατρεφόταν στους 27°C (Shim *et al*, 1989). Η μέγιστη αύξηση επιτεύχθηκε σε διατροφές που περιείχαν 45% πρωτεΐνη, ενώ τα θηλυκά που ταΐζονται με 35% πρωτεΐνη παρουσίασαν μεγαλύτερες ωοθήκες. Η υψηλή ποιότητα των αυγών (εκκολαψιμότητα 94.1%) εμφανίστηκε στα θηλυκά που ταΐστηκαν με διατροφές με 45% πρωτεΐνη σε αντίθεση με ψάρια που ταΐστηκαν σε διατροφές με χαμηλές συγκεντρώσεις πρωτεΐνης (5-15% ποσοστά πρωτεΐνης και εκκολαψιμότητα 27.7-77.3%, αντίστοιχα), για παραπάνω από



20 εβδομάδες. Είναι αποδεκτό ότι η χαμηλή ποιότητα της τροφής (χαμηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο) συνεπάγεται και μειωμένο ρυθμό αναπαραγωγικής ικανότητας στα ψάρια.

Μελέτες των Roubach και Saint Paul έδειξαν ότι ο ρυθμός αύξησης των ψαριών σχετιζόταν με τις συγκεντρώσεις πρωτεΐνης στις διατροφές και γενικά δεν υπερέβαινε το 1.3% ανά ημέρα. Σε βέλτιστες συνθήκες στους 29.1°C και ταϊσμένα με τροφές με 48% πρωτεΐνη, τα 1.5g ιχθύδια αυξήθηκαν σε βάρος κατά 4.6% ανά ημέρα. Ιχθύδια 30g αυξήθηκαν ταχύτερα όταν ταΐστηκαν με αναλογία 24:22 ιχθυαλεύρου/σογιαλεύρου, με 40% πρωτεΐνη στην τροφή και 1.7% ρυθμό ανάπτυξης σε βάρος ανά ημέρα (Van den Meer *et al*, 1995). Παράλληλα, ο Vidal Junior *et al* (1998), κατέληξε ότι τα *C. macropomum* μεγέθους 37-240g ατομικού βάρους είχαν τη μέγιστη αύξηση σε βάρος με διατροφή που περιείχε 21% πρωτεΐνη.

Σε ιχθύδια των γαλατόψαρων με 2.8g σωματικό βάρος, η απαίτηση για πρωτεΐνη υπολογίστηκε στο 43% (Coloso *et al*, 1998) όταν εκτρεφόταν σε θερμοκρασία νερού 25-29°C και αλατότητα 28-34ppt. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια ολόκληρου του πειράματος το ψάρι αύξησε το βάρος του κατά 139% και η διατροφή συμπληρώθηκε με μείγμα απαραίτητων ελεύθερων αμινοξέων με πάνω από 32% ολικής πρωτεΐνης. Σε κυπρινοειδή θερμών νερών, σε ιχθύδια του χορτοφάγου κυπρίνου με βάρος 0.2g εκτρεφόμενα στους 23°C, επιτεύχθηκε μέγιστος ρυθμός αύξησης με διατροφική πρωτεΐνη 43-52% (Dabrowski, 1977).

Οι Ravi και Devaraj (1991) παρατήρησαν μειωμένους ρυθμούς αύξησης του τροπικού κυπρινοειδούς *Catla catla*, όταν ταΐστηκε με επιπρόσθετο μείγμα αμινοξέων (φαινυλαλανίνη, θρεονίνη, τριπτοφάνη και βαλίνη), επιπλέον από το βέλτιστο επίπεδο απαίτησης σε αμινοξέα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση ήταν μόνο 2.6-3.5%/ ημέρα. Η μειωμένη του ανάπτυξη οφείλεται επίσης στο ότι η

προσφερόμενη τροφή ήταν παραπάνω από τις ημερήσιες ανάγκες, με αποτέλεσμα να μην καταναλώσουν το σύνολο της τροφής. Τα τροπικά ψάρια απαιτούν 10 απαραίτητα αμινοξέα στη διατροφή τους. Όμως, οι απαιτήσεις για τα περισσότερα αμινοξέα είναι υψηλότερες στα τροπικά ψάρια, απ' ό τι για παράδειγμα στα σολωμοειδή των κρύων νερών, με διαφορά στην αργινίνη και φαινυλαλαμίνη (Dabrowski K. & Portella M., 2006).

Στα ιχθύδια της τιλάπιας του Νείλου, που ταΐστηκαν με τροφή που περιείχε πάνω από 82% πρωτεΐνη και επιπλέον αμινοξέα, παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση βάρους 1672-7902% στην ίδια χρονική διάρκεια (Santiago and Lovell, 1988). Ωστόσο, διατροφές με μείγμα ελεύθερων αμινοξέων είναι πολύ δύσκολο να φτάσουν σε αποδεκτούς ρυθμούς αύξησης των ψαριών περιλαμβάνοντας τα τροπικά κυπρινοειδή, *Labeo rohita* (Khan and Jafri, 1993). Σε κοινούς κυπρίνους των θερμών νερών στους 25°C, οι απαιτήσεις για τα απαραίτητα αμινοξέα καθορίστηκαν σ' έναν μέγιστο ρυθμό αύξησης των 1.5- 3.5% ανά ημέρα (Nose, 1979).

3.3.2. Λιπίδια και Λιπαρά Οξέα

Τα λιπίδια και τα λιπαρά οξέα είναι οι σημαντικότερες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη φυσιολογική αύξηση και επιβίωση των ψαριών. Αν και τα ψάρια δεν έχουν υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις (Earle, 1995), ωστόσο, τα λιπίδια είναι μεταφορείς λιποδιαλυτών βιταμινών και στερολών, συμβάλλουν στη δομή μεμβρανών, είναι συστατικά ορμονών, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στη γεύση και την υφή των τροφών που καταναλώνουν τα ψάρια (NRC, 1983).

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για ψάρια κικλοειδή, έδειξαν ότι η καλύτερη ανάπτυξη επιτεύχθηκε μεταξύ των 2 πρώτων εβδομάδων ταΐσματος σε διατροφές με επιπλέον συμπλήρωμα 10% λιπιδίων. Η αύξηση ήταν πάνω από 150% σε σχέση με τις διατροφές που δεν περιείχαν συμπλήρωμα με λιπίδια (Chou and Shiau, 1996). Στο

υποτροπικό γατόψαρο στην κοιλάδα του Parana ποταμού, *P. coruscans*, η καλύτερη ανάπτυξη του ψαριού στους 26,5°C ήταν με δίαιτες που περιείχαν 18% λιπίδια (Martino *et al*, 2003). Αυτή η έρευνα ακολουθήθηκε από μια εργασία όπου λιπίδια με διαφορετικά πρότυπα λιπαρών οξέων (χοιρινό λίπος ή λάδι συκωτιού από καλαμαράκι) συγκρίθηκαν σαν συμπλήρωμα μόνα τους ή σαν μείγμα συμπληρώματος (Martino *et al*, 2003). Ωστόσο, δεν βρέθηκαν διαφορές.

Οι Viegas και Guzman (1998) σύγκριναν την βαθμιαία αντικατάσταση άοσμου σογιέλαιου (DSO) με ακατέργαστο φοινικέλαιο (CPO) στις τροφές των *C. macrochomum* και αποδείχθηκε ότι η μέγιστη ανάπτυξη (10-φορές παραπάνω) επιτεύχθηκε με 6% CPO (11,6% συνολικό λίπος στην τροφή). Ωστόσο, τα CPO περιέχουν σημαντικές ποσότητες καροτενοειδών (500-700mg/kg) και τοκοφερόλες (560-1000mg/kg) τα οποία καταστρέφονται θερμικά κατά τη διάρκεια καθαρισμού, λεύκανσης και εξουδετέρωσης της κακοσμίας (Edem, 2002). Άρα υπερτερεί το σογιέλαιο στα ψάρια που έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε καροτενοειδή και βιταμίνες E.

Τα λιπίδια είναι η πηγή των απαραίτητων λινολεϊκών και λινολενικών λιπαρών οξέων τα οποία είναι κοινά στα ψάρια και σε όλα τα άλλα σπονδυλωτά. Η ικανότητα των τροπικών ψαριών να μεταβολίζουν τα λιπαρά οξέα είναι το χαρακτηριστικό τους γνώρισμα, το οποίο μπορεί να διαφέρει μεταξύ των ειδών και ίσως προκαλεί περιορισμούς και στην ανάπτυξη τους. Οι ποσοτικές απαιτήσεις των linoleic οξέων της τιλάπιας του Νείλου και της *T. zilli* για μέγιστη αύξηση υπολογίστηκαν να είναι 0.5 και 1% στις τροφές, αντίστοιχα, που καλύφθηκαν επίσης με αραχιδικό οξύ (20:4n6).

Συμπλήρωμα μουρουνόλαδου, περιέχοντας υψηλό επίπεδο ωμέγα n3, οδήγησε σε μεγαλύτερη αύξηση στην τιλάπια σε αντίθεση με άλλα λάδια φυτικής προέλευσης

(καλαμπόκι ή σογιέλαιο). Ωστόσο, παρουσιάστηκε φτωχότερη αναπαραγωγικότητα υπολογισμένη από τη συχνότητα γονιμοποίησης και τον αριθμό των απογόνων παραγόμενων ανά θηλυκό (Santiago and Reyes, 1993). Σε λάρβες του *P. scrofa*, δόθηκαν εμπλουτισμένα rotifers με μουρουνέλαιο, αλλά δεν βρέθηκαν αντίστοιχα λιπαρά οξέα στον μυϊκό τους ιστό όταν έγιναν οι αναλύσεις στο τέλος του πειράματος (Portella et al, 2000). Σε αντίθεση, ιχθύδια της *T. zilli* ταϊσμένα για 21 ημέρες με rotifers που εκτράφηκαν με μικροάλγη (περιέχοντας 20:5n3) είχαν 22:6n3 λιπαρό οξύ στο μυϊκό ιστό τους (10.7-14.3%) (Isik et al, 1999).

Σε έρευνες με λάρβες κοινών κυπρίνων, οι Radunz- Neto et al (1996) χρησιμοποίησαν ελεγχόμενη διατροφή με 2% συμπλήρωμα με φωσφολιπίδια. Αυτή η πηγή λιπιδίων μόνη της, περιείχε 0.192 και 0.014% n6 και n3 λιπαρά οξέα, αντίστοιχα, με βάση ξηρή διατροφή, και ήταν υπεύθυνη για μια αύξηση του βάρους του ψαριού πάνω από 50- φορές. Το αποτέλεσμα αυτό, επεξηγεί πόσο δύσκολο είναι να προσδιοριστούν οι απαιτήσεις για απαραίτητα λιπαρά οξέα στα ψάρια όταν πρέπει να υπολογιστούν αποθέματα λεκιθικών λιπιδίων και ίχνη από λιπίδια στις δίαιτες. Οι Radunz- Neto et al (1996) απέδειξαν ότι ένα συμπλήρωμα 0.25% με φωσφολιπίδια σε μια δίαιτα, οδηγεί σε αύξηση 27% στους κυπρίνους μέσα σε 21 ημέρες εκτροφής.

Ο Takeuchi (1996) επιβεβαίωσε τις απαιτήσεις και των n6 και των n3 στους κοινούς κυπρίνους και (παμφάγα ως ενήλικα) στους χορτοφάγους κυπρίνους και πρόσθεσε νέες πληροφορίες σχετικά με την παθολογία που παρατηρήθηκε στα παραπάνω είδη όταν ταΐστηκαν με διατροφές χωρίς n6 και n3 αλλά συμπληρωμένες με laurate μεθύλιο (C12:0). Ο χορτοφάγος κυπρίνος έδειξε στο 85% του πληθυσμού του ανωμαλίες στην σπονδυλική στήλη, όπως λόρδωση, ενώ και οι Meske και Pfeffer (1978) περιέγραψαν παρόμοιες παθολογίες σε ιχθύδια κοινού κυπρίνου ταϊσμένα με δίαιτες βασισμένες σε φυτικές πρωτεΐνες.

Αν και τα περισσότερα ψάρια του γλυκού νερού έχουν καθορισμένες απαιτήσεις σε n3 και n6 όπως περιγράφηκε στα κυκλοειδή, ο Henderson *et al* (1996) ήταν ο πρώτος που εξέτασε την παραπάνω υπόθεση για τα ψάρια serrasalmid, το παμφάγο *Mylossoma aureum* και το σαρκοφάγο *Serrasalmus nattereri*. Οι συγγραφείς έδειξαν ότι το προφίλ των λιπαρών οξέων αυτών των δυο ειδών ήταν ιδιαίτερα επηρεασμένο από τη σύσταση των λιπαρών οξέων που ήταν διαθέσιμα στις δίαιτες που ταΐστηκαν, βασισμένες σε φυτικά λιπαρά οξέα (αναλογία n6/n3, 34.6) ή ζωικά λιπαρά οξέα (αναλογία n6/n3, 4.4- 6.2). Πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι μερικά από τα χαρακτηριστικά της σύνθεσης των λιπαρών οξέων, τα οποία χαρακτηρίζουν τα χορτοφάγα και σαρκοφάγα τροπικά είδη σε θερμοκρασίες 25°C (πραγματική θερμοκρασία νερού για 9 μήνες πειραματικού ταΐσματος) ίσως αλλάξουν δραματικά όταν οι θερμοκρασίες πλησιάσουν υψηλότερες τιμές. Ο Craig *et al* (1995) απέδειξε ότι στα θαλασσινά ψάρια των θερμών νερών μειώνοντας τη θερμοκρασία του νερού για μια περίοδο 6 εβδομάδων από 26°C σε θερμοκρασίες 3-9°C, τα ψάρια παρουσίασαν αύξηση υψηλών μόνο ακόρεστων λιπαρών οξέων.

Ειδικότερα σε αυτά τα ψάρια που ταΐστηκαν με φυτικές τροφές με χαμηλά επίπεδα λιπαρών οξέων, χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να εξακριβωθεί ο μεταβολισμός των λιπών σε σχέση με αυξομειώσεις της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

3.3.3 Βιταμίνες

Τα ψάρια θερμών και τροπικών υδάτων απαιτούν για τη διατροφή και ανάπτυξή τους μια σειρά απαραίτητων βιταμινών. Όμως, τα ψάρια αυτά, ίσως διαθέτουν επαρκή βιομάζα μικροοργανισμών στο πεπτικό τους σύστημα με αποτέλεσμα να παρέχουν σημαντική ποσότητα υδατοδιαλυτών βιταμινών σαν εξωγενή πηγή (Burtle and Lovell, 1989, Limsuwan and Lovell, 1981).

Η βιταμίνη C είναι η πιο εκτεταμένα μελετημένη βιταμίνη στα τροπικά τελεόστεα ψάρια και όπως αναφέρθηκε πρόσφατα, το ασκορβικό οξύ επιβεβαιώθηκε ότι είναι απαραίτητο στα τελεόστεα του Αμαζονίου ανεξαρτήτως με τις τροφικές τους συνήθειες (Fracalossi *et al*, 2001). Καθώς οι πεδιάδες των δασών του Αμαζονίου είναι πλημμυρισμένες από τον Ιανουάριο μέχρι το Μάιο κάθε χρόνο, τα φρούτα και οι καρποί είναι τα πιο σημαντικά συστατικά στις διατροφές των φρουτοφάγων ψαριών (Goulding, 1980, Araujo- Lima and Goulding, 1998). Τα θρεπτικά συστατικά των καρπών όπως του είδους *Anacardium occidentale* και του είδους *Myrciaria dubia* περιέχουν υψηλά επίπεδα ασκορβικού οξέος, 400-518mg/100g και 1570mg/100g, αντίστοιχα (Egbekum and Otiri, 1999, Justi *et al*, 2000). Αν αυτές οι τιμές σχετίζονται με τις συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος που απαντώνται συχνά σε πολλά είδη μικροφυκών (130-300mg/100g: Brown *et al*, 1999, Brown and Hohmann, 2002) θα κατέληγε κανείς στο συμπέρασμα ότι τα τροπικά παμφάγα και φυτοφάγα ψάρια καταναλώνουν ποσότητες πολύ μεγαλύτερες των απαιτήσεών τους για βέλτιστη αύξηση.

Ο Kato *et al* (1994) ανέφερε τις ποιοτικές απαιτήσεις για τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες σ' ένα θαλασσινό ψάρι, το tiger puffer, στους 22-28,5°C. Η ανάγκη για ινοσιτόλη, φολικό και ασκορβικό οξύ εμφανίστηκε μετά από 7-12 εβδομάδες σίτισης, ενώ η μείωση της ανάπτυξης εξαιτίας της απουσίας χολικών οξέων ήταν δραματική μετά από 2-3 εβδομάδες

Έρευνες που έχουν εξετάσει τις απαιτήσεις της τιλάπιας του Νείλου χρησιμοποίησαν το χαμηλότερο επίπεδο συμπλήρωσης ασκορβικού οξέος, 500mg/kg στην τροφή (Soliman *et al*, 1994) και υπολόγισαν ότι οι απαιτήσεις της βιταμίνης C στην τιλάπια του Νείλου είναι 420mg/kg ξηρής τροφής.

Ο Soliman *et al* (1986) έδειξε σημαντική μείωση των ρυθμών εκκόλαψης (54%) και αυξημένο ποσοστό νεοεκκολαπτόμενων ψαριών με διάφορες σπονδυλικές ανωμαλίες (57%) στο *O. mossambicus*, όταν γεννήτορες ταΐστηκαν με διατροφή χωρίς ασκορβικό οξύ για 21 εβδομάδες. Καθώς η αύξηση σ' αυτό το είδος γίνεται από τη μεταβολή του εμβρυακού σταδίου στο στάδιο των ιχθυδίων, με τα αποθέματα του λεκιθικού σάκου, σπονδυλικές ανωμαλίες και δυσμορφίες ήταν το αποτέλεσμα της σίτισης.

Οι Kodric- Brown (1989) σε έρευνά τους έδειξαν ότι τα αρσενικά των *P. reticulata* ταϊσμένα με διατροφή με επιπλέον συμπλήρωμα ασταξανθίνης 25mg/kg αυξήθηκαν ταχύτερα σε σχέση με τα θηλυκά και είχαν υψηλότερη επιτυχία ζευγαρώματος από τους αμφιθαλείς τους που τρεφόταν με δίαιτες χωρίς συμπλήρωμα προβιταμίνης Α. Επομένως, μια διατροφική θρεπτική ουσία, μπορεί να έχει επίδραση στη ροή των γενετικών πληροφοριών στους πληθυσμούς των τροπικών ψαριών.

Επιπλέον συμπλήρωμα με 100mg/kg πυριδοξίνης στην τροφή οδήγησε σε μείωση του βάρους, σε αναιμία και αιματοκρίτη 5% σε σύγκριση με 18-21% σε άλλες μεταχειρίσεις, σε ψάρια που ταΐστηκαν με διατροφές χαμηλές σε πρωτεΐνες (Shiau and Hsieh, 1997). Αναιμία αναφέρθηκε επίσης σε γατόψαρα που ταΐστηκαν με μια δίαιτα πλούσια σε περιεχόμενη πυριδοξίνη (Andrews and Murai, 1979). Ωστόσο, σε ψάρια κρύων νερών η αναιμία συνδέθηκε με διατροφές με χαμηλή πυριδοξίνη. Παράλληλα, στα ιχθύδια των Ινδικών γατόψαρων (*Heteropneustes fossilis*) προσφέρθηκαν διατροφές με πυριδοξίνη που κυμαίνεται από 0 έως 27.2mg/kg και ο Shaik Mohamed (2001) ανέφερε ανορεξία, λήθαργο, απαλό χρώμα σώματος και θνησιμότητα όταν η διατροφή ήταν ελλιπής σε πυριδοξίνη, αν και η ολική αύξηση ήταν εξαιρετικά αργή. Άρα οι απαιτήσεις σε πυριδοξίνη διαφέρουν ανά είδος.

Ερευνητές οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι η βιταμίνη D δεν είναι απαραίτητη για τα κυκλοειδή ψάρια, πχ. για το *O. mossambicus*, βασισμένοι στην έλλειψη ενός φανερού ρόλου της βιταμίνης D₃ και των υδροξυλικών παραγόντων στις αλλαγές των επιπέδων Ca και P στο αίμα, στην εντερική απορρόφηση Ca και την πρωτεϊνική δράση Ca στα βράγχια (Rao and Raghuramulu, 1999). Ωστόσο, οι έρευνες σ' αυτή την περίπτωση έγιναν βασισμένες σε ένα ψάρι, που συλλέχθηκε 3 ημέρες μετά από μια ενδοπεριτοναϊκή ένεση βιταμίνης D₃. Δεν υπήρχε καμία απόδειξη ότι το δείγμα ελέγχου είχε έλλειψη σ' αυτή τη βιταμίνη, και έτσι σαν αποτέλεσμα οι συγγραφείς πειραματίστηκαν με τιλάπια που της χορηγήθηκε πρόσθετη δόση βιταμίνης D και το αποτέλεσμα ήταν ουδέτερο. Ωστόσο, τα παραπάνω, είναι κάπως αβάσιμο να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η βιταμίνη D «δεν είναι απαραίτητο θρεπτικό» συστατικό για τα τροπικά ψάρια (Ashok *et al*, 1008).

3.3.4. Μέταλλα

Τα ψάρια μπορούν να απορροφήσουν μερικά μέταλλα από το υδατικό περιβάλλον, ενώ και η απαίτηση στη διατροφή τους για φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο, χαλκό, μαγγάνιο, ψευδάργυρο, σελήνιο και ιώδιο έχει αποδειχθεί σε πολλά ψάρια εσωτερικών και θαλασσινών υδάτων. Οι ποσοτικές απαιτήσεις στις διατροφές για ασβέστιο και κάλιο είναι κάπως αόριστες στα ψάρια καθώς εξαρτώνται από τις συγκεντρώσεις στο νερό και την απορρόφηση διαμέσου είτε των βραγχίων και του δέρματος στα καθαρά νερά, ή του γαστρεντερικού σωλήνα στα θαλασσινά περιβάλλοντα (Dabrowski K. & Portella M., 2006). Ο Robinson *et al* (1987) ανέφερε για το *O. aureus* σε νερά χωρίς Ca και χρησιμοποιώντας διατροφή βασισμένη σε καζεΐνη, για βέλτιστη αύξηση απαιτούνταν 0.8% Ca και 0.5% P. Διαφορές στην αύξηση μεταξύ 0.17 και 0.7% σε διατροφές με ομάδες Ca, οδήγησαν σε αύξηση κατά

727 και 1112%, αντίστοιχα, αλλά δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στη σύνθεση του σώματος των ψαριών.

Στο *O. mossambicus* παρατηρήθηκε ότι εκτρεφόμενο σε γλυκό νερό με χαμηλό ή υψηλό ποσοστό μαγνησίου στις διατροφές, το ψάρι δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά ούτε στην εντερική πρόσληψη Mg, ούτε οδηγήθηκε σε μείωση της αύξησης του, ακολουθώντας 3 εβδομάδες διατροφής (Van der Velden *et al*, 1991). Όταν το *O. niloticus* ταΐστηκε με διατροφές χωρίς Mg για 10 εβδομάδες, η επιβράδυνση της ανάπτυξης ήταν πολύ σημαντική σε σχέση με τις διατροφές με επιπλέον συμπλήρωμα Mg 0.6-0.77%. Ο Dabrowska *et al* (1989a) κατέληξε ότι το *O. niloticus* απαιτεί 0.5-0.7% Mg όταν τρέφεται με διατροφές με υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο.

Επομένως, οι απαιτήσεις σε μέταλλα επηρεάζουν την ανάπτυξη των ψαριών, την ενδοκρινική ρύθμιση και πρέπει να υπολογίζονται στην σύνθεση των σιτηρεσιών.

3.3.5 Υδατάνθρακες και κυτταρίνη

Για τα τροπικά ψάρια δεν έχει καταγραφεί καμία διαιτητική απαίτηση υδατανθράκων, καθώς δεν αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας, αν και ενισχύουν τη δράση των πρωτεϊνών και των λιπιδίων (NRC, 1993). Μια πρόσφατη έρευνα από τον Anderson *et al* (1984) έδειξε ότι η χρησιμότητα της γλυκόζης παρομοιαζόταν με τη χρησιμότητα σακχαρόζης, δεξτρίνης και αμύλου σε διατροφές που ταΐστηκαν σε ιχθύδια τιλάπιας του Νείλου των 2g ατομικού βάρους για 63 ημέρες. Βρέθηκε ότι μια αύξηση των υδατανθράκων από 10 σε 40% της διατροφής βελτίωσε σημαντικά τα ποσοστά αύξησης. Η αύξηση στο ποσοστό της διατροφής σε σακχαρόζη, δεξτρίνη και άμυλο οδήγησε σε σημαντική βελτίωση της χρήσης της διατροφικής πρωτεΐνης, δηλαδή αποταμίευσή της και χρήση των υδατανθράκων για κάλυψη των ενεργειακών δαπανών. Ωστόσο, αύξηση της γλυκόζης στη διατροφή της τιλάπιας δεν έδειξε αυτό το αποτέλεσμα. Επομένως, είναι αναγκαίο να εξηγηθεί πώς η αναλογία και ο τύπος

των υδατανθράκων στις διατροφές των τροπικών ψαριών, θα επηρεάσει τη χρησιμότητα πρωτεΐνης και τη διατήρησή της στο σώμα, αντί για κάλυψη των ενεργειακών τους δαπανών.

Σύμφωνα με μια έρευνα, ποσότητα 40% αμύλου σε τροφή για την τιλάπια ενισχύει την απόδοση αύξησης του ψαριού. Οι Kihara και Sakata (1997) ανέφεραν ότι το παραπάνω συμπέρασμα ίσως μπορεί να εξηγηθεί με τη διαδικασία ζυμώσεων στο έντερο και παραγωγής λιπαρών οξέων όπως το οξικό άλας και η προπιονάση. Έτσι, η μικροβιακή δραστηριότητα στα κυκλοειδή ψάρια, μπορεί να συνεισφέρει στη δύσκολη πέψη μερικών υδατανθράκων, αν και η μικροβιακή πέψη της κυτταρίνης γίνεται επίσης στο έντερο. Ο Wang *et al* (1985) κατέληξε ότι 20% κυτταρίνης είχε αρνητική επίδραση στην αύξηση της τιλάπιας του Νείλου. Οι Dioundick και Stom (1990) κατέληξαν ότι τα *O. mossambicus* διατηρημένα σε 29°C σε διατροφές με 10% κυτταρίνης παρουσίασαν μείωση της αύξησης σε αντίθεση με το βέλτιστο επίπεδο του 5%. Σύμφωνα με τον Anderson *et al* (1984) μόνο τα επίπεδα κυτταρίνης πάνω από 10% φαινόταν να έχουν αρνητική επίδραση κατά τη χρήση τους στις διατροφές των κυκλοειδών και άλλων τροπικών ψαριών.

4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΠΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

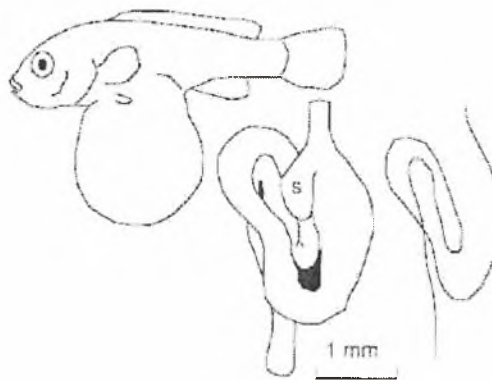
4.1. “ Μεταμόρφωση” του πεπτικού συστήματος κατα τη μετάβαση από το στάδιο της λάρβας στο ιχθύδιο

Οι οντογενετικές αλλαγές της ανάπτυξης του πεπτικού συστήματος κατά τη διάρκεια της μετάβασης από λάρβα σε ιχθύδιο, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις τύπους:

- 1) Ψάρια χωρίς στομάχι με αύξηση στην πολυπλοκότητα του κουλουριασμένου εντέρου (κυπρινοειδή).

- 2) Λάρβες χωρίς στομάχι, οι οποίες αναπτύσσουν τη δομή του στομάχου μετά από την κατάποση τροφής (coreogonids, silurids, serrasalmids).
- 3) Νεαρά ιχθύδια, που τρέφονται για πρώτη φορά όταν το στομάχι εμφανίζεται ως διακεκριμένο χαρακτηριστικό γνώρισμα (salmonids, cichlids) (Dabrowski, 1984, 1986, Stroband and Dabrowski, 1981).

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του πεπτικού συστήματος των ειδών σχετίζονται με το είδος της διατροφής που θα ακολουθήσουν οι λάρβες και τα νεαρά ιχθύδια, ειδικά στους υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης κατά τη διάρκεια της πρόωρης οντογενετικής ανάπτυξης (50% ανά ημέρα σε λάρβες κυπρίνου *Cyprinus carpio*- Bryant and Matty, 1981, 30-50% την ημέρα στις λάρβες των *Clarias gariepinus*- Terjesen *et al*, 1997). Ωστόσο, τα τροπικά κικλοειδή ψάρια αποτελούν εξαίρεση, καθώς το πεπτικό και γαστρεντερικό τους σύστημα, είναι απολύτως σχηματισμένο, με χαρακτηριστικό στομάχι και επιμηκυμένο έντερο, πριν την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου (Σχήμα 4.1).



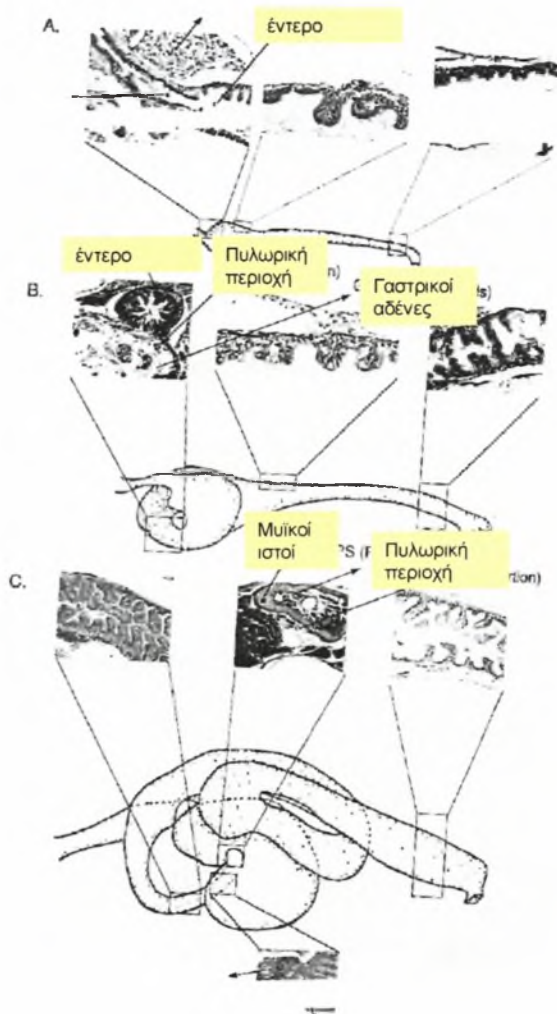
Σχήμα 4.1: Το πεπτικό σύστημα του λεκιθικού σάκου της λάρβας του *Petrochromis polyodo*. Σημειώνεται ο μεγάλος λεκιθικός σάκος, η παρουσία στομαχιού (S) και το πολύπλοκο, κουλουριασμένο έντερο, κατά την έναρξη της πρώτης σίτισης (Yamaoka, 1985).

Σε αντίθεση με άλλα τελεόστεα, τα ιχθύδια των κυκλοειδών για εκτεταμένη χρονική περίοδο τρέφονται με «μείγμα» σίτισης, από το λεκιθικό σάκο και με εξωγενή σίτιση. Αυτή η διαμόρφωση, καθορίζει το στόχο των γονέων που μεταφέρουν τροφή στα ιχθύδια λόγω της μοναδικής εξάρτησης των λάρβεων των ψαριών να προσλαμβάνουν και εξωτερική τροφή και να ελέγχουν την ποιότητά της (θρεπτική αξία και διαθεσιμότητα). Ο Pantastico *et al* (1982) ανακάλυψε ότι τα ιχθύδια της τιλάπιας του Νείλου που τρέφονται για πρώτη φορά, είναι ικανά να τραφούν με φυτοπλακτόν που παρήχθη σε καλλιέργεια, αν και η μικρή πυκνότητα των λάρβεων της τιλάπιας και η εναλλαγή του νερού μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή και κατανάλωση πρωτοζώων ως συμπλήρωμα τροφής. Ο Segner *et al* (1987) απέδειξε ότι στη λάρβα του γαλατόψαρου που τρέφεται με το φύκος *Chlorella*, η ιστοπαθολογία του εντέρου ήταν διαφορετική σε σχέση με άτομα που ήταν σε συνθήκες νηστείας, με τα εντεροκύτταρα να έχουν παράξενα σχηματισμένα νουκλεοτίδια, καθώς και μεγεθυμένα και διακλαδισμένα μιτοχόνδρια. Το συμπέρασμα ήταν ότι η *Chlorella* λειτουργεί σαν επιπρόσθετο stress στο πεπτικό σύστημα των λάρβεων των *Chanos chanos*.

Πολλές λάρβες νεοτροπικών ψαριών, εκκολάπτονται τρεφόμενες με σχετικά μικρά ενδογενή αποθέματα, ενώ η εξωτερική σίτιση ξεκινά λίγες μέρες μετά, όταν το πεπτικό σύστημα δεν είναι απολύτως διαφοροποιημένο. Η έναρξη της εξωγενούς σίτισης είναι η πιο κρίσιμη περίοδος για την επιβίωση των τροπικών ψαριών, λόγω του ότι οι υψηλές θερμοκρασίες του νερού επιταχύνουν την πιθανότητα ασιτίας και εμφανίζονται σημάδια θνησιμότητας. Γενικά, κατά την εκκόλαψη, το έντερο των τροπικών λάρβεων παρουσιάζεται σαν έναν αδιαφοροποίητο σωλήνα πέρα από το λεκιθικό σάκο, ενώ το στόμα και η έδρα των ψαριών είναι κλειστά. Κατά τη διάρκεια της ενδοτροφικής φάσης, πρέπει να συμβούν μορφολογικές και φυσιολογικές

αλλαγές για να επιτρέψουν στη λάρβα να ψάξει, να προσλάβει και να αφομοιώσει τις τροφές.

Οι περισσότερες εναλλαγές του πεπτικού συστήματος κατά τη διάρκεια της πρόωρης λαρβικής φάσης σχετίζονται με την ανάπτυξη του εντέρου, του παγκρέατος και του συκωτιού. Αυτές οι δομές παρουσιάζονται στη λάρβα των ειδών *Piractus mesopotamicus* (Σχήμα 4.2) και των *Pseudoplatystoma fasciatum*, μετά την εκκόλαψη (Portella and Flores-Quintara, 2003a).



Σχήμα 4.2: Ο πεπτικός σωλήνας αλλάζει κατά την οντογένεση του είδους *Piractus mesopotamicus*. Τα σχήματα A, B και C αναφέρονται σε μεγέθη ψαριών με μήκος 6,12 και

22mm. Στο σχήμα Α παρουσιάζονται τμήματα του συκωτιού (L), του οισοφάγου (E) και του εντέρου (I). Στο σχήμα Β εμφανίζεται η πυλωρική περιοχή (PS) και μέρος του στομαχιού με τους γαστρικούς αδένες (GG). Τέλος, στο σχήμα C παρουσιάζεται η πυλωρική περιοχή του στομαχιού (PS) και ο μυϊκός ιστός (M) (Yamanaka, N., 1988).

Στο Αφρικάνικο γατόψαρο *Clarias lazera* η δομή του στομαχιού απουσιάζει τη στιγμή της πρώτης σίτισης αλλά το έντερο διαφοροποιείται σε τρία τμήματα (Stroband and Kroon, 1981). Αυτά τα τρία τμήματα σε συνδυασμό με την παρουσία κυττάρων, εμφανίζονται επίσης στις λάρβες του *P. mesopotamius*. Είναι προφανής οι διαφορές στα ακραία σύνορα στις μικρολάχες, η παρουσία (πρώτο τμήμα) ή η απουσία (δεύτερο και τρίτο τμήμα) των λιπιδίων και η παρουσία (δεύτερο τμήμα) ή η απουσία (πρώτο και τρίτο τμήμα) των πινοκυττάρων. Παρόμοιες εντερικές μορφολογίες σε λάρβες και ιχθύδια παρατηρήθηκαν και σε άλλους τελεόστεους ιχθύες. (Albertini-Berhaut, 1988).

Στις λάρβες του *P. fasciatum* εμφανίστηκαν μια μέρα μετά την εκκόλαψη ($\approx 3.86\text{mm}$ standard μήκος SL), ομάδες διαφοροποιημένων στρογγυλών κυττάρων, οι προάγγελοι του παγκρέατος και του συκωτιού, ανάμεσα στο πεπτικό σύστημα και το λεκιθικό σάκο. Σε λάρβες 2 ημερών, εκτός από τις παραπάνω κατασκευές, εμφανίστηκαν και δύο τμήματα του εξωκρινούς παγκρέατος, το ένα κοντά στο συκώτι και το άλλο πάνω από το λεκιθικό σάκο (Portella and Flores-Quintara, 2003a). Ο ηπατικός ιστός των λάρβεων των *P. mesopotamicus* ήταν διαμορφωμένος δυο ημέρες μετά την εκκόλαψη ενώ τα παγκρεατικά κύτταρα σχηματίστηκαν σε μια αλυσιδωτή δομή σε λάρβες 4-ημερών ($\approx 5.5\text{mm}$, ολικό μήκος TL), (Tesser, 2002). Ο λεκιθικός σάκος ήταν απολύτως άδειος την τρίτη και πέμπτη ημέρα στις λάρβες του *P. fasciatum* (5.65mm TL) και του *P. mesopotamicus* (5.5-6mm TL) αντίστοιχα, όταν εκτρεφόταν στους 28°C και την τρίτη ημέρα στις λάρβες της πιτσιλωτής πέρκας (*Paralabrax*

maculatofasciatus) στους 25°C. Η διαφοροποίηση των τμημάτων των εντέρων ξεκίνησε σε τριών ημερών λάρβες για το *P. fasciatum* (Portella and Flores-Quintana, 2003a) και για το *P. maculatofasciatus*. Ο οισοφάγος και των δύο ειδών, εμφάνισε οβάλ επιθήλιο, το τελευταίο τμήμα πριν το στομάχι, με μερικές πτυχές και ευδιάκριτους συνδετικούς ιστούς.

Η διαφοροποίηση του στομάχου θεωρείται σημαντικό γεγονός κατά την ανάπτυξη του γαστρεντερικού συστήματος των ψαριών (Gononi *et al*, 1986) κυρίως ως προοπτική για την προσαρμογή τους σε ποικίλες τροφές και την ικανότητα τους να πέπτουν σύνθετες πρωτεΐνες (Grabner and Hofer, 1989). Το στομάχι των ιχθυδίων του αλιγάτορα *Atractosteus spatula*, διαμορφώθηκε πέντε ημέρες μετά την εκκόλαψη των ψαριών (18mm ολικό μήκος) και ξεκίνησε παράλληλα η πεπτική δραστηριότητα, παρόλη την ταυτόχρονη χρήση των αποθεμάτων του λεκιθικού σάκου (Mendoza *et al*, 2002). Στο *P. fasciatum* οι πρώτοι γαστρικοί αδένες εμφανίστηκαν 10 ημέρες μετά την εκκόλαψη (11,3mm SL) όταν τα ψάρια είχαν ήδη αρχίσει να αυξάνουν το σωματικό τους βάρος (Portella and Flores- Quintana, 2003a), στα *P. mesopotamicus* στα 7-10.3mm του συνολικού τους μήκους, στο *P. maculatofasciatus* σε 16 ημέρες μετά την εκκόλαψη (Tesser, 2002, Pena *et al*, 2003) και στο *Mugil platanus* σε 38 ημέρες μετά (Galvaο *et al*, 1997a). Το στομάχι αυξήθηκε νωρίτερα στο *C. gariepinus* που εκτρεφόταν σε 27.5 °C, 4 ημέρες μετά την έναρξη της σίτισης, σε ψάρια με ολικό μήκος 12.1mm (Verreth *et al*, 1992). Στο *C. lazera*, οι πρώτοι γαστρικοί αδένες εμφανίστηκαν την τέταρτη ημέρα, αλλά το στομάχι, παρουσιάστηκε σε ιχθύδια των 11mm ολικού μήκους, περίπου 12 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση στους 23-24 °C (Stroband and Kroon, 1981). Αν το κριτήριο της λειτουργίας του στομαχιού είναι το όξινο PH που απαιτείται για την διαδικασία της πέψης και για τη βέλτιστη δραστηριότητα της πεψίνης, τότε το ιχθύδιο του Αφρικάνικου γατόψαρου πρέπει να

είναι μεγαλύτερο από 11.5mm, για να ικανοποιήσει αυτή την απαίτηση. Εκπληκτικά, στο *S. aequifasciata*, το στομάχι εντοπίστηκε νωρίτερα από τις 10 ημέρες μετά την εκκόλαψη, αλλά η δράση της πεψίνης εμφανίστηκε μερικές ημέρες αργότερα (Chong *et al*, 2002a). Αυτό το είδος και ένα κικλοειδή της Κεντρικής Αμερικής, το *Cichlasoma citrinellum*, χρησιμοποίησαν σε αρχικό στάδιο της ζωής τους, πολύ ιδιαίτερο φαγητό, τη βλέννα των γονιών τους για να επιβιώσουν. Ωστόσο, οι λάρβες και των δύο ειδών όταν αποχωρίστηκαν από τους γονείς τους και τρεφόταν με ελεύθερη τροφή, επιβίωσαν επίσης (Schutz and Barlow, 1997).

4.2. Πεπτικός σωλήνας και σχέση διατροφής- μορφολογίας πεπτικού σωλήνα

Τόσο στα ψάρια των κρύων νερών όσο και στα τροπικά ψάρια παρουσιάζονται διαφορετικοί σχηματισμοί και λειτουργίες του εντέρου, ενώ παράλληλα, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ψαριών επηρεάζονται και από τις διατροφικές τους συνήθειες. Οι Frierson and Foltz (1992) παρουσίασαν αναλύσεις από την επιφάνεια της εντερικής περιοχής των *O. aureus* και *T. zilli*, τα οποία ταξινομήθηκαν από τους συγγραφείς ανάλογα με το είδος της διατροφής τους ως θρυματοφάγα και πλαγκτονοφάγα (τρεφόμενα με μακροφύκη), αντίστοιχα. Τα σχετικά εντερικά μήκη σ' αυτά τα δύο είδη εμφανίστηκαν παρόμοια και υπολογίστηκαν περίπου σε 3.5 και 7mm για τα ψάρια των 100 και 200mm, αντίστοιχα. Η βασική διαφορά ήταν στην εντερική διάμετρο (το *T. zilli* παρουσίασε περίπου 4.5mm μεγαλύτερο ιστό), πιθανόν λόγω απορρόφησης μακροφυκών κατά τη σίτιση.

Ο Albercht *et al* (2001) ανέφερε τα ανατομικά χαρακτηριστικά και την ιστολογία του πεπτικού συστήματος σε δύο συγγενή είδη, το *Leporinus fridoricci* και το *Leporinus taeniofasciatus*. Ο αριθμός των πυλωρικών τυφλών που βρέθηκαν, ήταν 12 και 10 και το σχετικό μήκος των εντέρων ήταν το 1.25 και 1.14 του μήκους των σωμάτων τους, αντίστοιχα. Οι τιμές που βρέθηκαν συμφωνούν με την ταξινόμηση και των δύο ειδών

ως παμφάγα. Η πιο αξιοσημείωτη διαφορά ήταν η παρουσία ενός σφικτήρα ανάμεσα στην καρδιακή και πυλωρική περιοχή του στομαχιού του *L. taeniofasciatus*, γεγονός που υποδεικνύει ότι το είδος τρέφεται με σταθερούς ρυθμούς και το φαγητό πέπτεται εν μέρει στο προγενέστερο μέρος και όταν αυτό γεμίζει η πέψη ολοκληρώνεται στην πυλωρική περιοχή.

Οι Seixas- Filho *et al* (2000 a,b) περιέγραψαν τις ομοιότητες των εντερικών κοιλοτήτων για δυο Νότιο Αμερικάνικα είδη ψαριών γλυκού νερού, το *B. orbignyana* και το *L. fridericci*. Το έντερο αυτών των δύο ειδών, μπορεί να διακριθεί σε πρόσθιο, μεσαίο και οπίσθιο έντερο, ενώ τα πυλωρικά τυφλά εμφανίζονται στην πρώτη κοιλότητα του πρόσθιου εντέρου. Σύμφωνα με την έρευνα το *L. fridericci* παρουσίασε πολύ λιγότερα (8-13) πυλωρικά τυφλά σε σχέση με το *B. orbignyana* (42-93). Το σχετικό εντερικό μήκος ποικίλει ανάμεσα από 1.17 και 1.03 στο *B. orbignyana* και από 1.09 και 1.1 του σωματικού μήκους στο *L. fridericci*. Οι συγγραφείς κατέληξαν ότι αυτές οι τιμές αποδεικνύουν την παμφαγική διατροφική συμπεριφορά των δύο ειδών. Σε άλλη εργασία, οι Seixas- Filho *et al* (2001) εξέτασαν το έντερο του πιτσιλωτού surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*, και κατέληξαν ότι διακρίνεται σε μεσαίο και οπίσθιο μέρος εξαιτίας της παρουσίας της βαλβίδας του ιλεό- απευθυσμένου και μιας εντερικής βαλβίδας, μεταξύ αυτών των τμημάτων. Βασισμένοι στους τελικούς δακτυλίους του μεσαίου εντέρου, οι συγγραφείς ταξινόμησαν το ψάρι ως παμφάγο ή σαρκοφάγο.

Μια γενικευμένη άποψη υποστηρίζει ότι ψάρια που τρέφονται με πλούσιες τροφές, παρουσιάζουν επιμήκυνση του εντέρου. Πράγματι, ο Hofer (1988) ανέλυσε οχτώ είδη κυπρινοειδών της λίμνης Σρι Λάνκα, με εντερικά μήκη που κυμαινόταν από 1.4 έως 6.1 του μήκους του σώματος τους και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η βλεννογόνος

επιφάνεια που εκφράστηκε ανά μήκος σώματος ήταν δύο φορές μεγαλύτερη στα παμφάγα απ' ότι στα πλαγκτονικά είδη.

Η εντερική μορφολογία των τελεόστεων έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων εξαιτίας της ποικιλομορφίας των δομών της που σχετίζονται με τη διατροφή των ειδών (Albrecht *et al*, 2001). Οι Delariva και Agostinho (2001) μελέτησαν έξι υποτροπικά loricariids στον ποταμό Παρανά και βρήκαν σε όλα τα ψάρια την ίδια εντερική κατάταξη, που χαρακτηρίστηκε από δίκτυο κοιλοτήτων ανάμεσα στην γαστρική περιοχή της κοιλιακής κοιλότητας. Ωστόσο, το σχετικό εντερικό μήκος ήταν διαφορετικό μεταξύ των εξεταζόμενων ειδών. Το *Rhinelepis aspersa* το οποίο ταϊζόταν με εξαιρετικά λεπτόκοκκα θρύμματα, διέθετε λεπτή στομαχική κοιλότητα και μακρύ έντερο, ενώ είδη όπως τα *Megalancistrus aculeatus* και *Hypostomus microstomus* τα οποία σκάβουν το υπόστρωμα και τρέφονται με ένα τραχύ υλικό με πλούσια ζωική λεία, παρουσίαζαν ένα καλά ανεπτυγμένο στομάχι και κοντότερο έντερο.

Η μορφολογία των εντέρων σε σχέση με τη διατροφή διερευνήθηκε σε τρία είδη ψαριών (*Ambassius products*, *Ambassius natalensis* and *Ambassius gymnocephalus*) τα οποία επιλέχθηκαν από διαφορετικές εκβολές του Ινδικού Ωκεανού, από την ακτή Natal, στη Νότια Αφρική (Martin and Blaber, 1984). Το διασταλτό στομάχι τους, το οποίο καταλήγει σε μια καλά καθορισμένη μυϊκή συστολή (σφιγκτήρας) και το μικρό σχετικό μήκος του εντέρου, οδηγούν σε αρπακτικές και σαρκοβόρες διατροφικές συνήθειες και στα τρία είδη. Ωστόσο, τα *A. products* και *A. natalensis* που συλλέχθηκαν από την εκβολή του Mdloti ποταμού, εμφάνισαν μικρότερες τιμές των σχετικών εντερικών μηκών από τα αντιπροσωπευτικά δείγματα άλλων ενδαιτημάτων. Οι συγγραφείς υποστήριξαν ότι στις εκβολές του Mdloti ποταμού το

φαγητό δεν ήταν άφθονο, πράγμα που θα μπορούσε να επηρεάσει το μήκος του εντέρου.

4.3 Πεπτικά Ένζυμα

Η ανάπτυξη των πεπτικών συστημάτων των λάρβεων των ψαριών και τα σχετικά ένζυμα, έχουν ερευνηθεί σε βάθος κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 ετών, ειδικά για λάρβες των θαλασσινών νερών, ενδεχομένως για εφαρμογή τους σε ιχθυοκαλλιέργειες. Ωστόσο, οι έρευνες για τα πεπτικά ένζυμα των λάρβεων των τροπικών ψαριών, δεν έχουν ερευνηθεί επαρκώς.

Διάφοροι συγγραφείς μελέτησαν τους ζωντανούς οργανισμούς σαν πρώτη ζωντανή τροφή, υποθέτοντας ότι οι λάρβες θα μπορούσαν να απορροφήσουν ένζυμα κατά τη διατροφή τους και να βελτιώσουν τη διαδικασία της πέψης, μέχρι το πεπτικό τους σύστημα να αρχίσει πλήρως να διαφοροποιείται και να αναπτύσσεται (Dabrowski and Glogowski, 1977, Lauff and Hofer, 1984, Munilla- Moran *et al.*, 1990, Kolkovski *et al*, 1993, Galvao *et al*, 1997b). Ο Kolkovski *et al* (1993) παρατήρησε 200% ανάπτυξη στις λάρβες τσιπούρας (*Sparus aurata*), ένα θαλασσινό ψάρι θερμών νερών, οι οποίες ταΐστηκαν με δίαιτες συμπληρωμένες με ένζυμα. Αντίθετα, ο Kolkovski(2001), δεν βρήκε κανένα αποτέλεσμα στην ανάπτυξη, όταν συμπλήρωσε με ένζυμα τις τροφές ιχθυδίων λαβρακίων (*Dicentrarchus Larbax*). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και σε άλλες έρευνες για την Ιαπωνική σαρδέλα *Sardinops melanoticus* (Kurokawa *et al*, 1998) και τα λαβράκια (*D. Larbax*) (Cahu and Zambonino- Infante, 1995), κατά τη συνεισφορά στην τροφή, εξωγενών ζωοπλακτονικών ενζύμων. Επομένως, η επίδραση από την προσφορά εξωγενών ενζύμων στη διαδικασία της πέψης των λάρβεων των ψαριών δεν είναι αποδεκτή ομοιόμορφα. Παρ' όλα αυτά, ο Kolkovski (2001) δήλωσε ότι τα ένζυμα που προέρχονται από ζωντανές τροφές βοηθούν τις λάρβες τόσο κατά τη διαδικασία της

πέψης όσο και της αφομοίωσης της τροφής, και η συνεισφορά της δεν είναι μόνο για την υδρόλυση της τροφής.

Σύμφωνα με τους Cahu και Zambonino- Infante (2001), οι λάρβες ψαριών δεν στερούνται πεπτικά ένζυμα, και η αρχή των πεπτικών λειτουργιών ακολουθεί διαδοχική χρονολογία κατά τη διάρκεια της μορφολογικής και φυσιολογικής ανάπτυξης των λάρβεων των ψαριών.

Βασισμένος σε πληροφορίες ερευνών, ο Srivastava *et al* (2002) συμπέρανε ότι στις λάρβες ψαριών η πεπτική διαδικασία στα πρώτα στάδια ακολουθείται ως εξής: τα μόρια του φαγητού καταπίνονται και φτάνουν στο έντερο χωρίς καμία προ- πέψη. Στο έντερο, οι παγκρεατικές πρωτεάσες διασπούν τις πρωτεΐνες της τροφής σε αμινοξέα και πολυπεπίδια. Επιπλέον, σαν αποτέλεσμα της δράσης των εντερικών επιθηλιακών αμινοπεπτιδίων, τα πολυπεπίδια αφομοιώνονται σε αμινοξέα και μικρότερα πεπίδια, μονομερή αμινοξέα απορροφώνται από εντεροκύτταρα ενώ τα εναπομείναντα πεπίδια λαμβάνονται από τα επιθηλιακά κύτταρα στο δεύτερο τμήμα του εντέρου. Σε περιπτώσεις απουσίας στομάχου, η πρωτεϊνική πέψη συμβαίνει αρχικά στο έντερο της λάρβας, όπου το PH παραμένει αλκαλικό μέχρι την ανάπτυξη των γαστρικών αδένων και την έκκριση του HCl το οποίο μειώνει το PH σε όξινο (Walford and Lam, 1993, Stroband and Kroon, 1981).

Σε πολλές έρευνες έχει παρατηρηθεί ότι η δράση των πεπτικών ενζύμων πραγματοποιείται σε στομαχικές κοιλότητες με βέλτιστο PH 1.8-2.5. Ωστόσο, ο Yamada *et al*(1993) καθόρισε ένα πρωτεολυτικό ένζυμο από το στομάχι της τιλάπιας του Νείλου, το οποίο ανέπτυξε βέλτιστη δραστηριότητα σε PH 3.5 και 50°C, γεγονός που προκαλεί εκπλήξεις.

Στα τροπικά γατόψαρα *P. fasciatum* (~3,86mm SL), ακόμα και κατά την έναρξη της σίτισής τους (ενδογενής διατροφή) οι δραστηριότητες των παγκρεατικών πρωτεασών

ήταν ήδη ανιχνεύσιμες (Portella *et al*, 2004). Μετά την έναρξη της εξωγενούς διατροφής (5.65mm SL), οι δραστηριότητες της τριψίνης και χυμοτριψίνης αυξήθηκαν σύντομα, ενώ επόμενες αυξήσεις από τη δράση και των δυο ενδοπεπτιδίων παρατηρήθηκαν όταν τα ψάρια έφτασαν τα 26,8mm (SL). Η δράση της πεψίνης ξεκίνησε στα 11,3mm(SL) των ψαριών και συνέπεσε με την εμφάνιση των πρώτων γαστρικών αδένων του στομάχου.

Σ' ένα θαλασσινό τελεόστεο, το *Sciaenops ocellatus* από τα θερμά παραλιακά νερά του Τέξας (27,6°C), οι δραστηριότητες της τριψίνης, της αμυλάσης και της λιπάσης μετρήθηκαν κατά την εκκόλαψη και έφτασαν στην υψηλότερη δράση τους πριν το πρώτο τάισμα (Lazo *et al*, 2000). Σε αντίθεση με την αρχική τους υπόθεση, οι συγγραφείς κατέληξαν ότι η διαίτα (ζωντανή ή ανάμεικτη ζωντανή και τεχνητή τροφή), και η παρουσία ζωντανών οργανισμών στις διατροφές των ψαριών, δεν συνέβαλαν κατά τη διάρκεια της πρώτης ανάπτυξης των λάρβων των *S. ocellatus*.

Σε ευρύαλα είδη, στο *Mugil platanus*, οι δράσεις της τριψίνης, της χυμοτριψίνης και της πεψίνης παρουσιάστηκαν σε ιχθύδια 1 έτους (Galvao *et al*, 1997b). Οι Albertini-Berhaut *et al* (1979) βρήκαν ότι η γαστρική δραστηριότητα που υπολογίστηκε σε PH 2.2 σε τρία είδη *Mugil*, το *M. Auratus*, *M. Capito*, *M. saliens* μειώθηκε εκθετικά με το μέγεθος μεταξύ 15 (λάρβες) και 135 (ιχθύδια) σε χιλιοστά του συνολικού μήκους. Οι συγγραφείς συνέδεσαν αυτές τις μειώσεις στη δράση της πεψίνης με αλλαγές στις διατροφές των κεφάλων όπου ψάρια με κλάσεις μεγέθους των 10-30 mm τρέφονται αποκλειστικά με ζωική τροφή, σε ψάρια των 30-55mm δίνεται μείγμα τροφής, ενώ τα ψάρια μεγέθους πάνω από 55mm, τρέφονται με βενθικά διάτομα και πολυκυτταρικά φύκη.

Δράσεις της τριψίνης, της χυμοτριψίνης, της αμυλάσης και λιπάσης προσδιορίστηκαν στο συκώτι, το πάγκρεας, σε δυο μέρη του μεσαίου εντέρου και του ορθού, σε ψάρια

P. fasciatum ενός έτους, τα οποία ταΐστηκαν με συμπληρωμένες δίαιτες (Portella *et al*, 2002). Η υψηλότερη ενζυματική δράση εμφανίστηκε στο πάγκρεας. Η χυμοτριψίνη και η λιπάση εμφανίστηκαν στο έντερο όλων των αναλυμένων τμημάτων, ενώ η δράση της πεψίνης βρέθηκε στα στομάχια των ιχθυδίων του *P. fasciatum*. Από τα υψηλά επίπεδα της δράσης της τριψίνης, οι συγγραφείς σημείωσαν την εξέχουσα σημασία του ενζύμου γι' αυτό το ψάρι. Παρόμοια τάση στις δράσεις των πεπτικών ενζύμων αναφέρθηκε από τους Uys και Hecht (1987) σε ένα Αφρικάνικο γατόψαρο, το *C. gariepinus*. Οι Olatunde και Ogunbiyi (1997) ανέφεραν υψηλότερη δράση πεψίνης απ' ότι δράση τριψίνης σε τρία τροπικά γατόψαρα της οικογένειας Schilbeidae (*Physailia pellucida*, *Eutropius niloticus* και *Schilbe mystus*), ενώ ο Seixas- Filho *et al* (2000) ανέφερε ότι η δράση της τριψίνης στο έντερο ταιριάζει με τις τροφικές συνήθειες των ψαριών.

Στο *Sarotherodon mossambicus* η συνολική πρωτεολυτική δράση στο έντερο μειώθηκε δραματικά κατά μήκος του πεπτικού σωλήνα (Hofer and Schiemer, 1981), ενώ σε άλλα σαρκοφάγα είδη, οι πρωτεολυτικές δράσεις αναφέρθηκαν ότι είναι πολύ υψηλότερες σε σχέση με άλλα ένζυμα (Hofer and Schiemer, 1981; Kuzmina, 1996; Hidalgo *et al*, 1999).

Σε ιχθύδια των τροπικών *Silurus glanis* (Jonas *et al*, 1983) και στο *Clarias batrachus* (Mukhopadhyay *et al*, 1977) η παγκρεατική πρωτεολυτική δράση παρουσιάστηκε με υψηλότερη δράση της τριψίνης σε σχέση με την χυμοτριψίνη (Portella *et al*, 2002). Ωστόσο, στον ασημένιο και τον κοινό κυπρίνο (*Hypophthalmichthys molitrix* και *C. carpio*, αντίστοιχα) η δράση της χυμοτριψίνης ήταν σχεδόν 4 φορές μεγαλύτερη από αυτή της τριψίνης (Jonas *et al*, 1983).

Οι Sabarathy και Teo (1995) χαρακτήρισαν για τα χορτοφάγα λαγόψαρα των θερμών νερών, τις δράσεις των πρωτεολυτικών ενζύμων, της τριψίνης, χυμοτριψίνης,

λευκίνης και αμινοπεπτιδάσης να δρουν σε βέλτιστες θερμοκρασίες 55°C, 30°C και 60°C αντίστοιχα, όταν εκκολάφθηκαν σε βέλτιστο PH 8-9. Το βέλτιστο PH για την τριψίνη πλανκτονοφάγων κυπρίνων αντιστοιχεί με αυτό που βρέθηκε σε παμφάγους θαλάσσιους οργανισμούς (Bitterlich, 1985a). Στο τροπικό *C. macropomum*, η βέλτιστη θερμοκρασία για τη δράση της τριψίνης και τη δράση της αλκαλικής πρωτεάσης ήταν 35°C και 65°C, αντίστοιχα. Πρωτεάσες που απομονώθηκαν από την πυλωρική περιοχή του *C. macropomum* παρέμειναν ενεργές, μετά από εκκόλαψη για 90 λεπτά σε 55°C (De Souza *et al*, 2000).

Η δράση της αμυλάσης παρατηρήθηκε στο πάγκρεας, το συκώτι, και το πρόσθιο τμήμα του εντέρου του *P. fasciatum* (Portella *et al*, 2002) και οι έρευνες έδειξαν ότι η αμυλωτική δράση επιτυγχάνεται κατά βάση στο συκώτι του ψαριού. Τα Siluriformes όπως τα *C. batrachus* (Mukhopadhyay, 1977), *C. gariepinus* (Uys *et al*, 1987) και *Schilbe mystus* (Olatunde and Ogunbiiyi, 1977) αναπτύσσουν επίσης υψηλή δράση αμύλου κατά την πέψη. Οι Das και Tripathi (1991) βρήκαν υψηλότερη δράση αμύλου στο ηπατοπάγκρεας του φυτοφάγου κυπρίνου, *C. idella*, απ' ότι στο έντερο, ενώ στο γαλατόψαρο η αμυλάση αποτελούσε το κύριο καρβοξείδιο (Chiu and Benitez, 1981). Ο Hidalgo *et al* (1999) δήλωσε ότι η αμυλωτική δράση είναι ο πιο αξιόπιστος δείκτης των διατροφικών συνηθειών (σαρκοφάγα και παμφάγα) σε σχέση με την πρωτεολυτική δράση.

Η δράση της λιπάσης βρέθηκε στο πάγκρεας, το συκώτι και το έντερο (Portella *et al*, 2002) σε ιχθύδια ενός έτους, του *P. fasciatum*. Υψηλότερες δράσεις αναφέρθηκαν στο πάγκρεας και στο τελευταίο μέρος του μεσαίου εντέρου απ' ότι στον ορθό. Ο Borlogan (1990) απέδειξε επίσης δράση λιπάσης σε όλα τα τμήματα του εντέρου του *Chanos chanos* με μέγιστη δράση στο εσωτερικό έντερο, στο πάγκρεας και στα πυλωρικά τυφλά. Οι Das και Tripathi (1991) ανέφεραν δράση της λιπάσης στο έντερο

και το ηπατοπάγκρεας του *C. Idella*. Ωστόσο, οι Olatunde και Ogunbiyi (1977) δεν βρήκαν δράση της λιπάσης στο πεπτικό σύστημα των γατόψαρων *Physailia pellucida*, *Eutropius niloticus* και *Schilbe mystus*. Η πιο έντονη δράση λιπάσης που αναφέρθηκε ποτέ ήταν στα brush border των δυο πρώτων εντερικών τμημάτων των ιχθυδίων της τιλάπιας του Νείλου (10-12 μηνών) (Tengjaroenkul *et al*, 2000).

Στο στομάχι των ιχθυδίων των surubim βρέθηκε αξιόλογη δράση λιπάσης (Portella and Pizauro, μη δημοσιευμένες πληροφορίες) αλλά αυτά τα αποτελέσματα διαφέρουν από τα ευρήματα του Koven *et al* (1997) ο οποίος ανέφερε λιγότερη δράση λιπάσης στο στομάχι και το πρόσθιο τμήμα του εντέρου σε σύγκριση με το μεσοέντερο και τον ορθό του καλκανιού *Scophthalmus maximus*. Δυο βέλτιστες τιμές PH βρέθηκαν για τη δράση της λιπάσης στο γαλατόψαρο *C. Chanos*, ένα λίγο όξινο (6.8- 6.4) και το άλλο αλκαλικό PH (8- 8.6).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά από τη μελέτη της παραπάνω εργασίας, μπορούμε να εξάγουμε ακριβή συμπεράσματα για τη βέλτιστη εκτροφή (ανάπτυξη, διατροφή) και διατήρηση διακοσμητικών ειδών σε ενυδρεία.

Η ανάπτυξη των τροπικών ψαριών επηρεάζεται από μια σειρά παραγόντων όπως οι φυσικοί παράγοντες (θερμοκρασία, αλατότητα, O₂), η αφθονία της τροφής, η πυκνότητα των πληθυσμών, το μέγεθος και η ηλικία των ψαριών και η εποχικότητα.

Για την επιτυχημένη και ταχεία ανάπτυξη των τροπικών ψαριών η θερμοκρασία του νερού θα πρέπει να κυμαίνεται σε σταθερά επίπεδα (25-28°C, καθώς η αυξημένη θερμοκρασία ευνοεί και επιταχύνει την ανάπτυξη των ψαριών) και να είναι η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης ανά είδος. Παράλληλα, τα επίπεδα O₂ στο νερό θα πρέπει να παραμένουν σε φυσιολογικά επίπεδα προς αποφυγή ανεπιθύμητων καταστάσεων (π.χ. θνησιμότητα). Η πυκνότητα των πληθυσμών επηρεάζει σημαντικά

την ανάπτυξη, καθώς η υψηλή ιχθυοφόρτιση οδηγεί σε μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης. Για τη λύση του παραπάνω προβλήματος απαιτείται μειωμένη ιχθυοφόρτιση ή πρόσθετη προσφορά τροφής. Η ηλικία των ψαριών είναι συνώνυμη με την ανάπτυξη. Η γνώση της ηλικίας οδηγεί στον καθορισμό του ρυθμού ανάπτυξης. Η ηλικία καταγράφεται σε διάφορες κατασκευές των ψαριών (λέπια, ωτόλιθοι, ραχοκοκκαλιές) ή καθορίζεται από τις εποχές ωτοκίας και έτσι είναι εύκολος ο καθορισμός του ρυθμού ανάπτυξης. Όμως στα τροπικά ψάρια λόγω της παρατεταμένης σταθερότητας των συνθηκών στο νερό, είναι δύσκολος ο καθορισμός της ηλικίας των ψαριών και επομένως είναι ελλιπής και οι γνώσεις για την ανάπτυξή τους. Η εποχικότητα τέλος, επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των τροπικών ψαριών λόγω ακραίων περιβαλλοντικών φαινομένων που προκαλούν μεταβολές στη θερμοκρασία, τις συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, την πίεση, τα χημικά συστατικά του νερού και το βάθος του, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται και να μειώνεται σημαντικά ο ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών.

Η τροφή για τα ψάρια, όπως και για κάθε ζωντανό οργανισμό, είναι το βασικότερο συστατικό για τη γρήγορη και υγιή ανάπτυξη των ψαριών. Έτσι, η χορήγηση της καλύτερης τροφής παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και επιβίωση των ψαριών. Η χορήγηση τροφής διαφέρει από ψάρι σε ψάρι, ανάλογα με τον τύπο, το μέγεθος και την υφή της τροφής αλλά επηρεάζεται και από τις αντιδράσεις των ψαριών. Για παράδειγμα, τα ψάρια διαθέτουν ειδικούς μηχανισμούς επιλεκτικότητας και μάσησης της τροφής. Επίσης, εμφανίζουν διαφορετική συμπεριφορά σίτισης ανάλογα με το μέγεθός τους τόσο σε φυσιολογικές συνθήκες όσο και σε συνθήκες πείνας (τα μικρά ψάρια διακινδυνεύουν για εξεύρεση τροφής). Παράλληλα, κατά την επιλογή της τροφής που θα χορηγηθεί πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι τροφικές συνήθειες των ψαριών επηρεάζονται και από τις τροφικές και αναπαραγωγικές μεταναστεύσεις, που

αναγκάζονται να κάνουν τα ψάρια όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες στα ενδιαιτήματά που κατοικούν είναι ακραίες (πλημμύρες) με αποτέλεσμα να ψάχνουν πιο εύφορα εδάφη για να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν.

Τα ψάρια απαιτούν επίσης στις τροφές τους συγκεκριμένες ποσότητες θρεπτικών συστατικών. Οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνες για τα τροπικά ψάρια ποικίλουν. Ανάλογα με το είδος του ψαριού, το στάδιο ανάπτυξής του, το μέγεθός του, τη θερμοκρασία καθώς και τους υπόλοιπους φυσικούς παράγοντες του νερού, τα τροπικά ψάρια χρειάζονται διαφορετικά ποσοστά πρωτεΐνης για βέλτιστη ανάπτυξη. Γενικότερα, το βέλτιστο ποσοστό που απαιτείται κυμαίνεται από 30-40% προσλαμβανόμενης πρωτεΐνης, ανάλογα με την περίπτωση. Αυτά τα ποσοστά οδηγούν σε υψηλότερη ανάπτυξη, σε πρόωρη ωρίμανση, σε υψηλά ποσοστά γονιμοποίησης αυγών και εκκόλαψης λάρβων. Χαμηλότερα ή υψηλότερα ποσοστά πρωτεΐνης οδηγούν συνήθως σε αντίθετα αποτελέσματα. Από την άλλη, ακριβείς απαιτήσεις σε αμινοξέα στα τροπικά ψάρια δεν έχουν ακόμη καθοριστεί. Περισσότερη έρευνα χρειάζεται με πειράματα στο βέλτιστο επίπεδο θερμοκρασίας για την ανάπτυξή τους και με τροφές και σιτηρέσια που πληρούν τις βέλτιστες θρεπτικές απαιτήσεις τους.

Όσον αφορά τις απαιτήσεις λιπαρών οξέων στις τροφές των ψαριών, η προσθήκη 10-18% με λιπίδια στις τροφές, οδηγεί σε επιτυχημένες εκτροφές (ταχεία ανάπτυξη). Βέβαια τα ποσοστά αυτά ποικίλουν ανάλογα με το είδος και τη θερμοκρασία εκτροφής. Παράλληλα, η παρουσία και η προσθήκη στις τροφές των ωμέγα 3 και 6 λιπαρών οξέων και φωσφολιπιδίων, επιταχύνει και ευνοεί την ανάπτυξη, ενώ η έλλειψη των παραπάνω στοιχείων οδηγεί στην εμφάνιση σκελετικών ανωμαλιών και παθολογικών αιτιών των ψαριών. Παρ' όλα αυτά οι ακριβείς απαιτήσεις των λιπαρών οξέων για βέλτιστη ανάπτυξη είναι δύσκολο να προσδιοριστούν και απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

Οι απαιτήσεις για βιταμίνες στις διατροφές των ψαριών διαφέρουν ανάλογα με τη βιταμίνη, το είδος του ψαριού και τη θερμοκρασία εκτροφής. Οι βέλτιστες απαιτήσεις για ασκορβικό οξύ έχουν υπολογιστεί περίπου 500mg/kg ξηρής τροφής, ενώ υψηλές είναι και οι απαιτήσεις για ασταξανθίνη. Τα ποσοστά της πυριδοξίνης διαφέρουν ανά είδος και μεταξύ των ψυχρών και θερμών υδάτων. Συνήθως τα υψηλά και σπανιότερα τα χαμηλά ποσοστά πυριδοξίνης προκαλούν σκελετικές ανωμαλίες, αναιμία, ακόμη και θνησιμότητα. Ωστόσο, τα βέλτιστα ποσοστά βιταμινών δεν έχουν ακόμη εξακριβωθεί, όπως και η αναγκαιότητα της βιταμίνης D στα ψάρια.

Οι απαιτήσεις σε μέταλλα επηρεάζουν την ανάπτυξη των ψαριών, την ενδοκρινική ρύθμιση και πρέπει να υπολογίζονται στη σύνθεση των σιτηρεσιών παρ' όλο που ακριβή ποσοστά δεν υπάρχουν και απαιτείται έρευνα. Οι απαιτήσεις για υδατάνθρακες δεν είναι υψηλές, καθώς δεν αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας. Βέβαια, τα βέλτιστα ποσοστά υδατανθράκων (αμύλου) βρίσκονται μεταξύ 30 και 40%, ενώ αύξηση της κυτταρίνης πάνω από 10% προκαλεί μείωση της ανάπτυξης. Λαμβάνοντας υπόψη λοιπόν την φυσιολογία θρέψεως των ειδών και τις απαιτήσεις τους σε θρεπτικά συστατικά μπορούμε να καταρτίσουμε σιτηρέσια ικανά να πληρούν τις απαιτήσεις των ψαριών, με στόχο την αποδοτικότερη και πιο επιτυχημένη εκτροφή.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- **Albertini-Berhaut, J., Alliot, E., and Raphel, D. (1979).** Evolution des activites proteolytiques digestives chez les jeunes Mugilidae. *Biochem. Syst. Ecol.* 7, 317-321.
- **Albrecht, M. P., Ferreira, M, F. N., and Caramaschi, E. P. (2001).** Anatomical features and histology of the digestive tract of two related neotropical omnivorous fishes (Characiformes; Anostomidae). *J. Fish Biol.* 58, 419-430.
- **Anderson, J., Jackson, A. J., Matty, A. J., and Capper, B. S. (1984).** Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture* 37, 303-314.
- **Andrews, J. W., and Murai, T. (1979).** Pyridoxine requirements of channel catfish. *J. Nutr.* 109, 533-537.
- **Appler, H. N. (1985).** Evaluation of *Hydrodictyon reticulatum* as protein source in feeds for *Oreochromis (Tilapia) niloticus* and *Tilapia zillii*. *J. Fish Biol.* 27, 327-334.
- **Appler, H. N., and Jauncey, K. (1983).** The utilization of a filamentous green alga (*Cladophora glomerata* (L) Kutzin) as a protein source in pelleted feeds for *Sarotherodon (Tilapia) niloticus* fingerlings. *Aquaculture* 30, 21-30.
- **Araujo-Lima, C, and Goulding, M. (1998).** So Fruitful a Fish. In "Ecology, Conservation, and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui." "Biology and Resource Management in the Tropics Series" (Balick, M. J., Anderson, A. B., and Redford, K. H., Eds.). Columbia University Press, New York.
- **Araujo-Lima, C. A. R. M., Portugal, L. P. S., and Ferreira, E. G. (1986).** Fish-macrophyte relationship in the Anavilhanas Archipelago, a black water system in the Central Amazon. *J. Fish. Biol.* 29, 1-11.
- **Ashok, A., Rao, D. S., and Raghuramulu, N. (1998).** Vitamin D is not an essential nutrient for Rora (*Labeo rohita*) as a representative of freshwater fish. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 44,195-205.
- **Banack, S. A., Horn, M. H., and Gawlicka, A. (2002).** Disperser- vs. establishment-limited distribution of a riparian fi tree (*Ficus insipida*) in a Costa Rican tropical rain forest. *Biotropica* 34,232-243.
- **Bayley, P. B. (1973).** Studies on the migratory characin, *Prochilodus platensis* Holmberg 1889,(Pisces, Characoidei) in the River Pilcomayo, South America. *J. Fish Biol.* 5, 25-40.
- **Bertalanfly, L. von, and Miller, 1. (1943).** Untersuchungen uber die Gesetzlichkeit des Wachstums. V111. Die Abhangigkeit des Stoffwechsels von der Korpergrosse Uiid der ZU sammefi hang von Stoffwechseltypen Und Wachstumstypen. *Re: Biol.* 35, 48-95.
- **Bitterlich, G. (1985).** Digestive enzyme pattern of two stomachless filter feeders, silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* Val. bighead carp, *Aristichthys nobilis* Rich. *J. Fish Biol.* 27, 103-112.
- **Borlongan, I. G. (1990).** Studies on the digestive lipases of milkfish, *Chanos chanos*. *Aquaculture* 89,315-325.
- **Bowen S. H. (1987).** Dietary protein requirements of fishes - a reassessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44, 1995-2001.
- **Brown, M. R., Mular, M., Miller, I., Farmer, C, and Trenerry, C. (1999).** The vitamin content of microalgae used in aquaculture. *J. Appl. Phycol.* 11, 247-255.
- **Brown, M- R., and Hohmann, S. (2002).** Effects of irradiance and growth phase on the ascorbic acid content of *Isochrysis* sp. T.ISO (Prymnesiophyta). *J. Appl. Phycol.* 14, 211-214.
- **Bryant, P. L., and Matty, A. J. (1981).** Adaptation of carp (*Cyprinus carpio*) larvae to artificial diets. 1. Optimum feeding rate and adaptation age for a commercial diet. *Aquaculture* 23, 275-286.
- **Burtle, G. J., and Lovell, R. T. (1989).** Lack of response of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to dietary myoinositol. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46, 218-222.
- **Cahu, C, and Zambonino-Infante, J. L. (1995).** Effect of molecular form of

- dietary nitrogen supply in sea bass larvae: Response of pancreatic enzymes and intestinal peptidase. *Fish Physiol. Biochem.* 14, 209-214.
- **Cahu, C, and Zambonino-Infante, J. L. (2001).** Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture* 200, 161-180.
 - **Chiu, Y. N., and Benitez, L. V. (1981).** Studies on the carbohydrases in the digestive tract of the milkfish *Chanos chanos*. *Mar. Biol.* 61, 247-254.
 - **Chong, A. S. C, Hashim, R., Chow-Yang, L., and Ali, A. B. (2002).** Characterization of protease activity in developing discus *Symphysodon aequifasciata* larva. *Aquae. Res.* 33, 663-672.
 - **Chou, B.-S., and Shiau, S.-Y. (1996).** Optimal dietary lipid level for growth of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. *Aquaculture* 143, 185-195.
 - **Clements, K. D., and Choat, J. H. (1995).** Fermentation in tropical marine herbivorous fishes. *Physiol. Zool.* 68, 355-378.
 - **Coloso, R. M., Benitez, L. V., and Tiro, L. B. (1988).** The effect of dietary protein-energy levels on growth and metabolism of milkfish (*Chanos Chanos Forsskal*). *Comp. Biochem. Physiol.* 89A, 11-17.
 - **Craig, S. R., Neill, W. H., and Gatlin III, D. M. (1995).** Effects of dietary lipid and environmental salinity on growth, body composition, and cold tolerance of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Fish Physiol. Biochem.* 14, 49-61.
 - **Dabrowska, H., Giinther, K.-D., and Meyer-Burgdorff, K. (1989).** Availability of various magnesium compounds to tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 76, 269-276.
 - **Dabrowski, K. (1984).** The feeding of fish larvae: Present "state of art" and perspectives. *Reprod. Nutr. Dev.* 24, 807-833.
 - **Dabrowski, K. (1986).** Ontogenetical aspects of nutritional requirements in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 85A, 639-655.
 - **Dabrowski, K., and Glogowski, J. (1977).** The role of exogenic proteolytic enzymes in digestion processes in fish. *Hydrobiologia* 54, 129-134.
 - **Dabrowski, K., and Portella M. C. (2006).** Feeding plasticity and nutritional physiology in tropical fishes. A. L. Val, V.M.F. de Almeida-Val and D.F. Randall, Elsevier, London. 155-208.
 - **Das K M. and Tripathi, S. D. (1991).** Studies on the digestive enzymes of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.). *Aquaculture* 92, 21-32.
 - **De Godoy P. (1959).** Age, growth, sexual maturity, behaviour, migration, tagging and transplantation of the curimbata (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of the Mogi Guassu River, Sao Paulo State, Brasil. *Anais. Acad. Brasil Cienc.* 31, 447-477.
 - **Delariva R. L., and Agostinho, A. A. (2001).** Relationship between morphology and diets of six neotropical loriciariids. *J. Fish Biol.* 58, 832-847.
 - **De Silva, S. S., Gunasekera, B. M., and Atapattu, D. (1989).** The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. *Aquaculture* 80, 271-284.
 - **De Souza, R., Ferreira dos Cantos, J., Da Silva Lino, M. A., Almeida Vieira, V. L., and Bezerra Carvalho, L., Jr (2000).** Characterization of stomach and pyloric caeca proteinases of tambaqui (*Colossoma macropomum*). *J. Food Biochem.* 24, 189-199.
 - **Deuser, W. G., and Ross, E. H. (1980).** Seasonal change in the flux of organic carbon to the deep Sargasso Sea. *Nature* 283, 364-365.
 - **Dioundick, O. B., and Stom, D. I. (1990).** Effects of dietary a-cellulose levels on the juvenile tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Aquaculture* 91, 311-315.
 - **Earle, K.E., 1995.** The nutritional requirements of ornamental fish. *Vet. Q.* 17 (Suppl. 1), S53-S55.
 - **Egbekun, M. K., and Otiri, A. O. (1999).** Changes in ascorbic acid contents in oranges and cashew apples with maturity. *Ecol. Food Nutr.* 38, 275-284.
 - **Fabre, N. N., and Saint-Paul. U. (1998).** Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central Amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. *J. Fish Biol.* 53, 1-11.
 - **Ferreira, C. E. L., Peret, A. C, and Coutinbo, R. (1998).** Seasonal grazing rates and food processing by tropical herbivorous fishes. *J. Fish Biol.* 53A, 222-235.
 - **Fracalossi, D. M., Allen, M. E., Yuyama, L. K., and Oftedal, O. T. (2001).** Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. *Aquaculture* 192, 321-332.
 - **Frierson, E. W., and Foltz, J. W. (1992).** Comparison and estimation of absorptive intestinal surface areas in two species of cichlid fish. *Trans. Am.*

Fish. Soc. 121, 517-523.

- **Galvao, M. N. S., Fenerich-Verani, N., Yamanaka, N., and Oliveira, I. (1997a).** Histologia do sistema digestivo de tainha *Mugilplatanus* Gunther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. *Bol Inst, de Pesca* 34, 91-100.
- **Galvao, M. S. M., Yamanaka, N., Fenerich-Verani, N., and Pimentel, C. M. M. (1997b).** Estudos preliminares sobre enzimas digestivas proteolíticas da tainha (*Mugil platanus*) Gunther 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. *Bol. Inst. Pesca* 24, 101-110.
- **Gianquinto, P. C, and Volpato, G. L. (2001).** Hunger suppresses the onset and the freezing component of the antipredator response to conspecific skin extract in pintado catfish. *Behaviour* 138, 1205-1214.
- **Goulding, M. (1980).** "The Fishes and The Forest. Explorations in Amazonian Natural History." University of California Press, Berkeley, Los Angeles and London.
- **Goulding, M., and Carvalho, M. L. (1982).** Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): An important Amazonian food fish. *Revta bras. Zool, S. Paulo.* 1, 107-133.
- **Govoni, J. J., Boehlert, G. W., and Watanabe, Y. (1986).** The physiology of digestion in fish larvae. *Environ Biol. Fish.* 16, 59-77.
- **Grabner, M., and Hofer, R. (1989).** Stomach digestion and its effect upon protein hydrolysis in the intestine of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Comp. Biochem. Physiol.* 92A(1), 81-83.
- **Gunasekera, R- M., Shim, K. F., and Lam, T. J. (1995).** Effect of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* 134, 169-183.
- **Gunasekera, R. M., Shim, K. F., and Lam, T. J. (1996).** Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* 146, 245-259.
- **Henderson, R. J., Tillmanns, M. M., and Sargent, J. R. (1996).** The lipid composition of two species of Serrasalmid fish in relation to dietary polyunsaturated fatty acids. *J. Fish Biol* 48, 522-538.
- **Henderson, P. A., and Seaby, R. M. (2005).** The role of climate in determining the temporal variation in abundance, recruitment and growth of sole (L) in the Bristol Channel. *J. Mar. Biol. Ass. UK.* 85, 197-204.
- **Hidalgo, F., and Alliot, E. (1988).** Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 72, 115-129.
- **Hidalgo, M. C, Urea, E., and Sanz, A. (1999).** Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture* 170, 267-283.
- **Hofer, R. (1988).** Morphological adaptations of the digestive tract of tropical cyprinids and cichlids to diet. *J. Fish Biol.* 33, 399-408.
- **Hofer, R., and Schiemer, F. (1981).** Proteolytic activity in the digestive tract of several species of fish with different feeding habitats. *Oecologia* 48, 342-345.
- **Horn, M. H. (1989).** Biology of marine herbivorous fishes. *Oceanogr. Mar. Biol* 27, 167-272.
- **Isik, O., Sarihan, E., Kusvuran, E., Gul, O., and Erbatur, O. (1999).** Comparison of the fatty acid composition of the freshwater fish larvae *Tilapia zillii*, the rotifer *Brachionus calyciflorus*, and the microalgae *Scenedesmus abundans*, *Monoraphidium minutum* and *Chlorella vulgaris* in the algae-rotifer-fish larvae food chains. *Aquaculture* 174, 299-311.
- **Jepsen, D.B., Winemiller, K.O., Taphorn, D.C, and Rodriguez-Olarte, D. (1999).** Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela. *J. Fish Biol.* 55, 433-450.
- **Jonas, E., Ragyanszky, M., Olah, J., and Boross, L. (1983).** Proteolytic digestive enzymes of carnivorous (*Silurus glanis* L.), herbivorous (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) and omnivorous (*Cyprinus carpio* L.) fishes. *Aquaculture* 30, 145-154.
- **Justi, K. C, Visentainer, J. V., Evelazio de Souza, N., and Matusushila, M. (2000).** Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp *Arch. Latinam. Nutr.* 50, 405-408.
- **Kato, K., Ishibashi, Y., Murata, O., Nasu, T., Ikeda, S., and Kumai, H. (1994).** Qualitative water-soluble vitamin requirements of Tiger Puffer. *Fisheries Sci.* 60, 589-596.
- **Kaushik, S. J., Doudet, T., Medale, F., Aguirre, P., and Blanc, D. (1995).**

Protein and energy needs for maintenance and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J. Appl. Ichthyol* II, 290-296.

- **Kesamaru, K., and Miyazono, I. (1978).** Studies on the nutrition of *Tilapia nilotica*. II. The nutritive values of diets containing various dietary proteins. *Bull. Fac. Agric. Miyazaki Univ* 25,351-359.
- **Khan, M. A., and Jafri, A. K. (1993).** Quantitative dietary requirement for some indispensable amino acids in the Indian major carp, *Labeo Rohita* (Hamilton) fingerling. *J. Aquacult. Trop.* 8, 67-80.
- **Kihara, M., and Sakata, T. (1997).** Fermentation of dietary carbohydrates to short-chain fatty acids by gut microbes and its influence on intestinal morphology of a detritivorous teleost tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 118A, 1201-1207.
- **Kodric-Brown, A. (1989).** Dietary carotenoids and male mating success in the guppy: An environmental component to female choice. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25, 393-401.
- **Kolkovski, S. (2001).** Digestive enzymes in fish larvae and juveniles: implications and applications to formulated diets. *Aquaculture* 200, 181-201.
- **Kolkovski, S., Tandler, A., Kissil, G. W., and Gertler, A. (1993).** The effect of dietary exogenous digestive enzymes on ingestion, assimilation, growth and survival of gilthead seabream (*Sparus aurata*, Sparidae, Linnaeus) larvae. *Fish Physiol. Biochem.* 12, 203-209.
- **Koven, W. M., Henderson, R. J., and Sargent, J. R. (1997).** Lipid digestion in turbot (*Scophthalmus maximus*): *In-vivo* and *in-vitro* studies of the lipolytic activity in various segments of the digestive tract. *Aquaculture* 151, 155-171.
- **Kubitzki, K., and Ziburski, A. (1994).** Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica* 26, 30-43.
- **Kurokawa, T, Shiraishi, M., and Suzuki, T. (1998).** Quantification of exogenous protease derived from zooplankton in the intestine of Japanese sardine *Sardinops melanoticus* larvae. *Aquaculture* 161, 491-499.
- **Kuzmina, V. V. (1996).** Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts. *Aquaculture* 148, 25-37.
- **Lauff, M., and Hofer, R. (1984).** Proteolytic enzymes in fish development and the importance of dietary enzymes. *Aquaculture* 37, 335-346.
- **Lazo, J. P., Holt, G. J., and Arnold, C. R. (2000).** Ontogeny of pancreatic enzymes in larval red drum *Scianops ocellatus*. *Aquacult. Nutr.* 6, 183-192.
- **Limsuwan, T., and Lovell, R. T. (1981).** Intestinal synthesis and absorption of vitamin B-12 in channel catfish. *J. Nutr.* 111, 2125-2132.
- **Lobel P. S., and Ogden, J. C. (1981).** Foraging by the herbivorous parrotfish *Sparisoma radians*. *Mar. Biol.* 64,173-183.
- **Longhurst, A. R., and Pauly, D. (1987).** "Ecology of Tropical Oceans." Academic Press, San Diego, CA.
- **Lowe-McConnell, R. H. (1987).** "Ecological Studies in Tropical Fish Communities." Cambridge University Press, Cambridge.
- **Magurran, A. E., and Queiroz, H. L. (2003).** Partner choice in piranha shoals. *Behaviour* 140, 289-299.
- **Martin, T. J., and Blaber, S. J. M. (1984).** Morphology and histology of the alimentary tracts of Ambassidae (Cuvier) (Teleostei) in relation to feeding. *J. Morphol.* 182, 295-305.
- **Martino, R. C., Trugo, L. C., Cyrino, J. E. P., and Portz, L. (2003).** Use of white fat as a replacement for squid liver oil in practical diets for surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. *J. World Aquacult. Soc.* 34, 192-202.
- **Mendoza, R., Aguilera, C, Rodriquez, G., Gonzalez, M., and Castro, R. (2002).** Morphophysiological studies on alligator gar (*Altracosteus spatula*) larval development as a basis for their culture and repopulation of their natural habitats. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 12, 133-142.
- **Meske, Ch., and Pfeffer, E. (1978).** Growth experiments with carp and grass carp. *Arch. Hydrobiol. Beih.* 11, 98-107.
- **Mukhopadhyay, P. (1977).** Studies on the enzymatic activities related to varied pattern of diets in the air-breathing catfish, *Clarias batrachus* (Linn.). *Hydrobiologia* 52, 235-237.
- **Munilla-Moran, R., Stark, J. R., and Barbour, A. (1990).** The role of exogenous enzymes in digestion in cultured turbot larvae, *Scophthalmus maximus* (L.). *Aquaculture* 88, 337-350.
- **(National Research Council), N.R.C., 1983.** Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy Press, Washington, DC, USA revised ed.
- **(National Research Council), N.R.C., 1993.** Nutrient Requirements of Fish.

- National Academy Press, Washington, DC, USA.
- **Nose, T. (1979).** In "Summary report on the requirements of essential amino acids for carp Proceedings of World Symposium on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology," 20-23 June, 1978, pp. 145-156. Heenemann, Berlin.
 - **Olatunde, A. A., and Ogunbiyi, O. A. (1977).** Digestive enzymes in the alimentary canal of three tropical catfish. *Hydrobiologia* 56(1), 21-24.
 - **Olvera-Novoa, M. A., Gasca-Leyva, E., and Martinez-Palacios, C. A. (1996).** The dietary protein requirements of *Cichlasoma synspilum* Hubbs, 1935 (Pisces: Cichlidae) fry. *Aquacult. Res.* 27, 167-173.
 - **Pantastico, J. B., Espigadera, C., and Reyes, D. (1982).** Fry-to-fingerling production of tilapia nilotica in aquaria using phytoplankton as natural feed. *Philipp. J. Biol.* 11(2-3), 245-254.
 - **Pauly, D., and Ingles, J. (1981).** Aspects of the growth and natural mortality of exploited coral reef fishes, pp. 89-98. In "The Reef and Man. Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium" (Gomez, E. D., Birkeland, C. E., Buddemeyer, R. W., Johannes, R. E., Marsh, J. A., and Tsuda, R. T., Eds.), Vol. 1. Marine Science Center, University of the Philippines, Quezon City.
 - **Pena, R., Dumas, S., Villalejo-Fuerte, M., and Ortiz-Galindo, J. L. (2003).** Ontogenetic development of the digestive tract in reared spotted sand bass *Paralabrax maculofasciatus* larvae. *Aquaculture* 219, 633-644.
 - **Portella, M. C., and Flores-Quintana, C. (2003a).** Histology and histochemistry of the digestive system development of *Pseudoplatystoma fasciatum* larvae. World Aquaculture 2003, Book of Abstracts, p. 590. Salvador, Bahia, Brazil.
 - **Portella, M. C., and Flores-Quintana, C. (2003b).** Histological analysis of juvenile *Pseudoplatystoma fasciatum* digestive system. World Aquaculture 2003, Book of Abstracts, p. 591. Salvador, Bahia, Brazil.
 - **Portella, M. C., Pizauro, J. M., Tesser, M. B., and Carneiro, D. J. (2002).** Determination of enzymatic activity in different segments of the digestive system of *Pseudoplatystoma fasciatum*. World Aquaculture 2002 Book of Abstracts, p. 615. Beijing, China.
 - **Portella, M. C., Pizauro, J. M., Tesser, M. B., Jomori, R. K., and Carneiro, D. J. (2004).** Digestive enzymes activity during the early development of surubim *Pseudoplatystoma fasciatum*. World Aquaculture 2004 Book of Abstracts. Honolulu, Hawaii.
 - **Portella, M. C., Verani, J. R., Tercio, J., Ferreira, B., and Carneiro, D. J. (2000).** Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus scrofa* larvae and fingerlings, 1. Effects on body composition. *Aquacult. Trop.* 15, 45-58.
 - **Radunz-Neto, J., Corraze, G., Bergot, P., and Kaushik, S. J. (1996).** Estimation of essential fatty, acid requirements of common carp larvae using semi-purified artificial diets. *Arch. Anim Nutr.* 49, 41-48.
 - **Rao, D. S., and Raghuramulu, N. (1999).** Vitamin D₃ and its metabolites have no role in calcium and phosphorus metabolism in *Tilapia mossambica*. *J. Nutr. Sci. Vitaminol* 45, 9-19.
 - **Ravi, J., and Devaraj, K. V. (1991).** Quantitative essential amino acid requirements for growth of catla, *Catla catla* (Hamilton). *Aquaculture* 96, 281-291.
 - **Robinson, E. H., LaBomascus, D., Brown, P. B., and Linton, T. L. (1987).** Dietary calcium and phosphorus requirements of *Oreochromis aureus* reared in calcium-free water. *Aquaculture* 64, 267-276.
 - **Roubach, R., and Saint-Paul, U. (1994).** Use of fruits and seeds from Amazonian inundated forest in feeding trials with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae). *J. Appl. Ichthyol.* 10, 134-140.
 - **Sabapathy, U., and Teo, L-H. (1995).** Some properties of the intestinal proteases of the rabbitfish, *Siganus canaliculatus* (Park). *Fish Physiol. Biochem.* 14(3), 215-221.
 - **Santiago, C. B., and Lovell, R. T. (1988).** Amino acid requirements of growth of Nile tilapia. *J. Nutr.* 118, 1540-1546.
 - **Santiago, C. B., and Reyes, O. S. (1993).** Effects of dietary lipid source on reproductive performance and tissue lipid levels of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) broodstock. *J. Appl. Ichthyol.* 9, 33-40.
 - **Sayles, F. L., Martin, W. R., and Deuser, W. G. (1994).** The response of benthic oxygen demand to particulate organic carbon supply in the deep sea near Bermuda. *Nature* 371, 686-689.
 - **Schutz M- and Barlow, G. W. (1997).** Young of the Midas cichlid get

- biologically active nutrients by eating mucus from the surface of their parents. *Fish Physiol. Biochem.* 16, 11-18.
- **Segner H., Burkhardt, P. Avila, E. M., Storch, V., and Juario, J. V. (1987).** Effect of *Chlorella* feeding on larval milkfish, *Chanos chanos*, as evidenced by histological monitoring. *Aquaculture* 67, 113-116.
 - **Seixas Filho, J. T., Bras, J. M., Gomide, A. T. M., Oliveira, M. G. A., and Donzele, J. L. (2000a).** Anatomia funcional e morfometria dos intestinos e dos cecos pilóricos do Teleostei (pisces) de água doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). *Rev. Bras. Zootecn.* 29, 313-324.
 - **Seixas Filho, J. T., Bras, J. M., Gomide, A. T. M., Oliveira, M. G. A., and Donzele, J. L. (2000b).** Anatomia funcional e morfometria dos intestinos e dos cecos pilóricos do Teleostei (pisces) de água doce piau (*Leporinus friderici*, Bloch, 1794). *Rev. Bras. Zootecn.* 29, 2181-2192.
 - **Seixas-Filho, J. T., Almeida-Oliveira, M. G., Donzele, J. L., Mendonca-Gomide, A. T., and Menin, E. (2000c).** Trypsin activity in the chime of three tropical teleost freshwater fish. *Rev. Bras. Zootecn.* 29, 2172-2180.
 - **Seixas-Filho, J. T., Moura-Bras, J., Mendonca-Gomide, A. T., Almeida-Oliveira, M. G., Lopes-Donzele, J., and Menin, E. (2001).** Functional anatomy and morphometry of the intestine of fresh water teleoste (Pisces) de água doce surubim (*Pseudoplatystoma coruscans* -Agassiz, 1829). *Rev. Bras. Zootecn.* 30, 1670-1680.
 - **Shaik Mohamed, J. (2001).** Dietary pyridoxine requirement of the Indian catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Aquaculture* 194, 327-335.
 - **Shiau, S.-Y., and Hsieh, H.-L. (1997).** Vitamin B₆ requirements of tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* fed two dietary protein concentrations. *Fisheries Sci.* 63, 1002-1007.
 - **Shiau, S., and Huang, S. (1989).** Optimal dietary protein level for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in seawater. *Aquaculture* 81, 119-17.
 - **Shim K. F., Landesman, L., and Lam, T. J. (1989).** Effect of dietary protein on growth, ovarian development and fecundity in the dwarf gourami, *Colisa Lalia* (Hamilton). *J Aquacult. Trop.* 4, 111-123.
 - **Sibbing, F. A. (1988).** Specializations and limitations in the utilization of food resources by the carp, *Cyprinus carpio*: A study of oral food processing. *Environ Biol. Fish* 22, 161-178.
 - **Siddiqui, A. Q., Howlader, M. S., and Adam, A. A. (1988).** Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young tilapia, *Oreochromis niloticus* (1988). *Aquaculture* 70, 63-72.
 - **Soliman A. K., Jauncey K and Roberts, R. J. (1986).** The effect of dietary ascorbic acid supplementation on hatchability, survival rate and fry performance in *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Aquaculture* 59, 197-208.
 - **Soliman, A. K., Jauncey K., and Roberts, R. J. (1994).** Water-soluble vitamin requirements of tilapia: Ascorbic acid (vitamin C) requirement of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) *Aquacult. Fish Manag.* 25, 269-278.
 - **Srivastava, A. S, Kurokawa, T., and Suzuki, T. (2002).** mRNA expression of pancreatic enzymes precursors and estimation of protein digestibility in first feeding larvae of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Comp. Biochem. Physiol* 132A 629-635
 - **Stroband, H. W. J., and Dabrowski, K. (1981).** Morphological and physiological aspects of the digestive system and feeding in fresh water fish larvae. In "La Nutrition des Poissons" (Fontaine, M., Ed.), pp. 355-376. Paris, Actes du Colloque CNERNA Paris May 1979.
 - **Stroband H. W. J., and Kroon, A. G. (1981).** The development of the stomach in *Ciarias lazera* and the intestinal absorption of protein macromolecules. *Cell Tissue Res* 215 397-415.
 - **Takeuchi T. (1996).** Essential fatty acid requirements in carp. *Arch. Anim. Nutr.* 49, 23-32.
 - **Tengjaroenkul, B., Smith, B. J., Caceci, T., and Smith, S. A. (2000).** Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture* 182, 317-327.
 - **Terjesen, B. F., Verreth, J., and Fyhn, H. J. (1997).** Urea and ammonia excretion by embryos and larvae of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Fish Physiol. Biochem.* 16, 311-321.
 - **Tesser, M. B. (2002).** Desenvolvimento do trato digestório e crescimento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) em sistemas de

- co-alimentacao com nauplios de *Artemia* e dieta microencapsulada. Centro de Aqiiicultura da Universidade Estadual Paulista. Master Dissertation.
- Uys, W., and Hecht, T. (1987). Assays on the digestive enzymes of sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae). *Aquaculture* 63, 301-313.
 - Uys, W., Hecht, T., and Walters, M. (1987). Change in digestive enzyme activities of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) after feeding. *Aquaculture* 63, 243-250.
 - Van der Meer, M. B., Machiels, M. A. M., and Verdegem, M. C. J. (1995). The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquacult. Res.* 26, 901-909.
 - Van der Velden, J. A., Kolar, Z. I., and Flik, G. (1991). Intake of magnesium from water by freshwater tilapia fed on a low-Mg diet. *Comp. Biochem. Physiol.* 99A(1/2), 103-105.
 - Verreth, J. A. J., Torreele, E., Spazier, E., and Sluiszen, A. V.der. (1992). The development of a functional digestive system in the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell). *J. World Aquacult. Soc.* 23, 286-298.
 - Vidal Junior, M. V., Donzele, J. L., Silva Camargo, A. C, Andrade, D. R., and Santos L. C. (1998). Levels of crude protein for tambaqui (*Colossoma macropomum*), in the phase of 30 to 250 grams 1. The tambaquis performance. *Rev. Bras. Zootecn.* 27(3), 421-426.
 - Viegas, E. M. M., and Guzman, E. C. (1998). Effect of sources and levels of dietary lipids on growth, body composition, and fatty acids of the tambaqui (*Colossoma macropomum*). *World Aquacult.* 66-70.
 - Vincent, J. F. V., and Sibbing, F. A. (1992). How the grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) chooses and chews its food - some clues...*J. Zool* 226, 435-444.
 - Walford, J., and Lam, T. (1993). Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in sea bass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles. *Aquaculture* 109, 187-205.
 - Wang, K., Takeuchi, T., and Watanabe, T. (1985). Effect of dietary protein levels on growth of *Tilapia nilotica*. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 51, 133-140.
 - Yamada, A., Takano, K., and Kamoi, I. (1993). Purification and properties of protease from tilapia stomach. *Nippon Suisan Gakk.* 59, 1903-1908.
 - Yamanaka, N. (1988). Descricao, desenvolvimento e alimentacao de larvas e pre juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei, Characidae), mantidos em confinamento. Tese de Doutorado PhD thesis, Instituto de Biociencias. Universidade de Sao Paulo, Brazil.
 - Yamaoka, K. (1985). Intestinal coiling pattern in the epilithic algal-feeding cichlids (Pisces, Teleostei) of Lake Tanganyika, and its phylogenetic significance. *Zool. J. Linn. Soc.- Lond.* 84, 235-261.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Χρήστος Ν. Νεοφύτου (1997). Φυσιολογία- Ανατομία των ψαριών, από το βιβλίο Ιχθυολογία. Πρώτη Έκδοση, UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη:41.
- Χρήστος Ν. Νεοφύτου (1997). Ηλικία και Ανάπτυξη των ψαριών, από το βιβλίο Ιχθυολογία. Πρώτη Έκδοση, UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη: 115 & 136.
- Χρήστος Ν. Νεοφύτου (1997). Γεωγραφική κατανομή και μετανάστευση των ψαριών, από το βιβλίο Ιχθυολογία. Πρώτη Έκδοση, UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη: 104
- Δημήτρης Σ. Κλαουδάτος (2006). Ιστορική Αναδρομή από το βιβλίο Ενυδρείολογία. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος : 2-7.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- Greek Aquarium (www.greekaquarium.gr/editorialgr.html)
- Beauty in Glass
(library.thinquest.org/C0124402/data/html/1/aquarium_history.htm)

- Algone (www.algone.com)
- Greek aquarist's Boards (www.aquate.gr)
- Wikipedia, the free encyclopedia (www.wikipedia.org)
- (www.springerlink.com/link.asp?id).

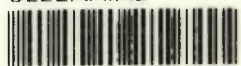
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Οικογένεια	Είδος	Κοινή ονομασία
<i>Chichlidae</i>	<i>Haplochromis nyererei</i>	Κιχλίδα
<i>Cyprinidae</i>	<i>Carassius auratus</i>	Χρυσόψαρο
<i>Cyprinidae</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	Κοινός κυπρίνος
<i>Cyprinidae</i>	<i>Carassius carassius</i>	Πεταλούδα
<i>Mormyridae</i>	<i>Marcusenius niasensis</i>	
<i>Cichlidae</i>	<i>Oreochromis sp.</i>	
<i>Osphronemidae</i>	<i>Macropodus opercularis</i>	Paradise fish
<i>Poeciliidae</i>	<i>Poecilia reticulate</i>	Guppy, γκάπυ
<i>Characidae</i>	<i>Paracheirodon innesi</i>	Neon tetra, τέτρα
<i>Poeciliidae</i>	<i>Xiphophorus maculatus.</i>	Platy, πλατύ
<i>Osphronemidae</i>	<i>Betta splendens</i>	Siamese fighting fish μπέτα, μονομάχος
<i>Gyrinocheilidae</i>	<i>Gyrinocheilus aymonieri</i>	Chinese algae-eater Κινέζικος Φυτοφάγος κυπρίνος
<i>Chichlidae</i>	<i>Labeotropheus trewavasae</i>	Trewava' s Cichlid Λαμπιντοτροφέους, κηχλίδα
<i>Chichlidae</i>	<i>Pseudotropheus auratus</i>	Malawi Golden Cichlid, ενδοτροφέους
<i>Chichlidae</i>	<i>Pseudotropheus zebra</i>	Malawi Blue Cichlid, ζέμπρα , μπλε κηχλίδα
<i>Chichlidae</i>	<i>Julidochromis ornatus</i>	Golden Julie, τζουλιντοχρώμης, χρυσίζουσα κηχλίδα
<i>Chichlidae</i>	<i>Symphysodon aequifasciata haraldi</i>	Blue Discus, μπλε δίσκος
<i>Chichlidae</i>	<i>Astronotus ocellatus</i>	Oscar, όσκαρ
<i>Cobitidae</i>	<i>Botia macracantha</i>	Clown Loach, κλόουν γλυκού νερού
<i>Cyprinidae</i>	<i>Brachydanio rerio</i>	Zebra Danio, ζέμπρα
<i>Cyprinidae</i>	<i>Rasbora heterom</i>	Harlequin Fish, αρλεκίνοι
<i>Characidae</i>	<i>Hemigrammus ocellifer</i>	Head and taillight tetra
<i>Chichlidae</i>	<i>Pterophyllum scalare</i>	Angelfish, αγγελόψαρο
<i>Poeciliidae</i>	<i>Xiphophorus helleri</i>	Swordtail, ξιφοφόροι
<i>Cyprinidae</i>	<i>Barbus nigrofasciatus</i>	Black Ruby
<i>Osphronemidae</i>	<i>Trichogaster leeri</i>	Pearl Gourami, πιτσιλωτό γκουράμι
	<i>Corydoras aeneus</i>	Bronze Corydoras
<i>Northobranchiidae</i>	<i>Aphyosemion australe</i>	Lyretail
<i>Loricariidae</i>	<i>Otocinclus affinis</i>	Golden Otocinclus
<i>Pomacentridae</i>	<i>Amphiprion ocellaris, percula</i>	Clown anemonefish, ψάρια κλόουν
<i>Syngnathidae</i>	<i>Heteractis magnifica</i>	Θαλάσσια ανεμώνη
<i>Syngnathidae</i>	<i>Hippocampus sp.</i>	Seahorse, θαλάσσιος ίππος

<i>Balistidae</i>	<i>Rhinecanthus aculeatus</i>	Picasso triggerfish
<i>Acanthuridae</i>	<i>Zebrasoma sp.</i>	
<i>Cyprinidae</i>	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Grass carp, Κινέζικος κυπρίνος
<i>Soleidae</i>	<i>Solea solea</i>	Γλώσσα
<i>Characidae</i>	<i>Colossoma macropomum</i>	Tambaqui
<i>Characidae</i>	<i>Colossoma bidens</i>	Pirapitinga
<i>Characidae</i>	<i>Brycon sp</i>	Matriricha
<i>Pimelodidae</i>	<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	Spotted sorubim
<i>Characidae</i>	<i>Pygocentrus nattereri</i>	Red piranha, κόκκινο πιράνχας
<i>Sparidae</i>	<i>Sparisoma radians</i>	Bucktooth parrotfish, παπαγαλόψαρο
<i>Chichlidae</i>	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Mozambique tilapia
<i>Chichlidae</i>	<i>Tilapia zilli</i>	Redbelly tilapia
<i>Pomacentridae</i>	<i>Stegastes nigricans</i>	Dusky farmerfish
<i>Characidae</i>	<i>Piaratus brachypomus</i>	pirapitinga
<i>Chichlidae</i>	<i>Oreochromis aureus</i>	Blue tilapia, μπλε τιλάπια
<i>Prochilodontidae</i>	<i>Prochilodus scrofa</i>	Curimbata
<i>Doradidae</i>	<i>Lithodoras dorsalis</i>	Rock bacu
<i>Osphronemidae</i>	<i>Colisa lalia</i>	Dwark gourami
<i>Cyprinidae</i>	<i>Catla catla</i>	catla
<i>Cyprinidae</i>	<i>Labeo rohita</i>	Rohu
<i>Characidae</i>	<i>Mylossoma aureum</i>	
<i>Heteropneustidae</i>	<i>Heteropneustes fossilis</i>	Stinging catfish
<i>Clariidae</i>	<i>Clarias gariepinus</i>	Αφρικάνικο γατόψαρο
<i>Clariidae</i>	<i>Clarias lazera</i>	Αφρικάνικο γατόψαρο
<i>Chanidae</i>	<i>Chanos chanos</i>	Milkfish
<i>Chichlidae</i>	<i>Piractus mesopotamicus</i>	Pacu
<i>Serranidae</i>	<i>Paralabrax maculatotasciatus</i>	Spotted sand bass, πιτσιλωτές πέγκες άμμου
<i>Lepisosteidae</i>	<i>Atractosteus spatula</i>	Alligator gar, Αλιγάτορας
<i>Chichlidae</i>	<i>Cichlasoma citrinellum</i>	Midas cichlid
<i>Pimelodidae</i>	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Bared surubim
<i>Pimelodidae</i>	<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	Spotted surubim
<i>Characidae</i>	<i>Brycon orbignyanus</i>	Piracanjuba
<i>Anostomidae</i>	<i>Leporinus fridericci</i>	Threespot leporinus, piau
<i>Loricariidae</i>	<i>Rhinelepis aspersa</i>	
<i>Loricariidae</i>	<i>Megalancistrus aculeatus</i>	
<i>Loricariidae</i>	<i>Hypostomus microstomus</i>	
<i>Ambassidae</i>	<i>Ambassis products</i>	Longspine glassy
<i>Ambassidae</i>	<i>Ambassis natalensis</i>	Slender glassy
<i>Ambassidae</i>	<i>Ambassius gymnocephalus</i>	Bald glassy
<i>Hemiramphidae</i>	<i>Arrhamphus sclerolepis krefftii</i>	Southeastern Snub-nosed garfish
<i>Mugilidae</i>	<i>Mugil platanus</i>	
<i>Mugilidae</i>	<i>Mugil capito</i>	Thinlip mullet
<i>Mugilidae</i>	<i>Mugil auratus</i>	Golden grey mullet

<i>Mugilidae</i>	<i>Mugil saliens</i>	Leaping mullet
<i>Schilbeidae</i>	<i>Physalia pellucida</i>	Glass schilbid
<i>Schilbeidae</i>	<i>Schilbe mystus</i>	African butter catfish
<i>Moronidae</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>	European seabass, λαβράκι
<i>Clupeidae</i>	<i>Sardinops melanosticus</i>	Ιαπωνική σαρδέλα
<i>Sparidae</i>	<i>Sparus aurata</i>	Gilthead seabream τσιπούρα
<i>Clariidae</i>	<i>Clarias gariepinus</i>	North African catfish
<i>Clariidae</i>	<i>Clarias batrachus</i>	Walking catfish
<i>Schilbeidae</i>	<i>Schilbe mystus</i>	African butter catfish
<i>Cyprinidae</i>	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Silver carp Ασημένιος κυπρίνος
<i>Schilbeidae</i>	<i>Physalia pellucida</i>	Glass schilbid
<i>Schilbeidae</i>	<i>Eutropius niloticus</i>	
<i>Schilbeidae</i>	<i>Schilbe mystus</i>	African butter catfish
<i>Scophthalmidae</i>	<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot
<i>Sciaenidae</i>	<i>Sciaenops ocellatus</i>	Red drum
<i>Siluridae</i>	<i>Silurus glanis</i>	Wels catfish

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000073769

