

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ-ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ-ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΥΔΡΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η επίδραση του διαφορετικού τύπου
σιτηρεσίου στην ανάπτυξη και επιβίωση της
ζέμπρας, *Cichlasoma nigrofasciatus*»**

Αντώνιος Πανταζίδης

Γεώργιος Πρεμέτης

Εποπτεύων Καθηγητής

ΒΙΔΑΛΗΣ ΚΟΣΜΑΣ

Μεσολόγγι 2014

Στους γονείς μας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες στους:

- Δρ Κοσμά Βιδάλη, Καθηγητή, και επιβλέπων της εργασίας, για τις χρήσιμες πληροφορίες και παρατηρήσεις του, κατά την εκπόνηση της παρούσης πειραματικής εργασίας
- MSc Νικόλαο Βλάχο, συνεπιβλέπων της εργασίας, για την αμέριστη και διαρκεί συμπαράστασή και υποστήριξή του, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσης εργασίας.
- Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής Δρ Γεώργιο Κατσέλη, Αναπληρωτή Καθηγητή και Δρ Αλέξιο Ράμφο, Επίκουρο Καθηγητή, για τις χρήσιμες παρατηρήσεις τους.
- Τις οικογένειές μας για την αμέριστη συμπαράσταση, συνεισφορά, κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μας.

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει την επίδραση του διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου στην επιβίωση και στο ρυθμό ανάπτυξης της ζέμπρας, *Cichlasoma nigrofasciatus*. 90 ψάρια μέσου βάρους $1,08 \pm 0,06$ g και μέσου μήκους $3,5 \pm 0,26$ cm τα οποία παρήχθησαν από θηλυκά άτομα του είδους *C.nigrofasciatus*, σε συνθήκες αιχμαλωσίας, τοποθετήθηκαν σε 9 ενυδρεία των 40 L. Τα ενυδρεία διαχωρίστηκαν σε τρεις ομάδες με τα αντίγραφα τους σε θερμοκρασία 27°C αντίστοιχα. Μια εκ των δυο ομάδων περιλάμβανε άτομα ζέμπρας σε συνθήκες ασιτίας, ενώ στις υπόλοιπες δυο, χορηγήθηκε διαφορετικός τύπος σιτηρεσίου. Οι τροφές ήταν ισο-πρωτεϊνικές, ισο-λιπιδιακές και ισο-ενεργειακές. Η τροφή Α αποτελούνταν από σύμπηκτα εξολοκλήρου από ιχθυάλευρα, ενώ στην τροφή Β έγινε αντικατάσταση της ζωικής πρωτεΐνης από φυτική πρωτεΐνη σε ποσοστό 60%. Η διάρκεια του πειράματος ήταν 30 ημέρες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, τα ψάρια στους 27° C δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στα σύμπηκτα από ιχθυάλευρο (τροφή Α), σε σχέση με την τροφή Β, διότι παρουσιάζουν μεγαλύτερο ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (SGR) ($2,45 \pm 1,05$), μεγαλύτερη αύξηση βάρους (WG) ($0,97 \pm 0,54$) και υψηλότερο συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) ($1,61 \pm 1,01$), εξαιτίας του μικρότερου συντελεστή κατανάλωσης της τροφής (FCR) ($1,01 \pm 1,06$). Μεγαλύτερη επιβίωση (90%) παρουσίασαν τα ψάρια που σιτίζονται με την τροφή Β σε αντίθεση με τα άτομα του *C. nigrofasciatus* που σιτίζονται με την τροφή Α όπου παρουσίασαν επιβίωση 76,7%, ενώ σε συνθήκες ασιτίας η επιβίωση ήταν 10%.

Λέξεις κλειδιά: *Cichlasoma nigrofasciatus*, διατροφή, επιβίωση, Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης, Αύξηση βάρους.

Αντί προλόγου...

Η παρούσα πειραματική πτυχιακή εργασία, εκπονήθηκε στο εργαστήριο των ενυδρείων του τμήματος Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης του πρώην Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου (νυν Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας) υπό την επίβλεψη του εργαστηριακού Συνεργάτη και Ε.Τ.Π, Νικόλαου Βλάχου, MSc και αφορά την «επίδραση του διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου στην ανάπτυξη και επιβίωση της ζέμπρας, *Cichlasoma nigrofasciatus*»

Οι λόγοι που αποτέλεσαν το εφαλτήριο έναυσμα για την επιλογή του θέματος ήταν:

- 1) Το εμπορικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει η ζέμπρα από ερασιτέχνες και επαγγελματίες ενυδρειολόγους και η εξέχουσα θέση που κατέχει στο παγκόσμιο εμπόριο των ενυδρείων.
- 2) Το μάθημα, Καλλιέργειες Διακοσμητικών Ψαριών, η ερευνητική εμπειρία και ενασχόληση του κ Βλάχου σε θέματα αναπαραγωγής των διακοσμητικών ψαριών.
- 3) Το βιβλιογραφικό κενό που υπάρχει στη διατροφή της ζέμπρας, *Cichlasoma nigrofasciatus*.

Η ανάθεση έγινε σύμφωνα με την αριθμ. 5/9-12-2010, απόφαση Συνέλευσης του τομέα Β με εισηγητή τον Εργαστηριακό Συνεργάτη Νικόλαο Βλάχο. Σύμφωνα με την αριθμ. 5/30-11-2011 απόφαση Συνέλευσης του τομέα Β και επειδή δεν προσλήφθηκαν εργαστηριακοί συνεργάτες για το Ακαδημαϊκό έτος 2011 έως σήμερα, σύμφωνα με απόφαση του Υπουργείου Παιδείας και Δια Βίου Μάθησης, ορίστηκε εκ νέου εισηγητής ο Καθηγητής του τμήματος Τ.Α.Υ Δρ Κοσμάς Βιδάλης, προκειμένου να περατωθεί η εξέταση και παρουσίαση της παρούσης εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
Περίληψη	4
Αντί προλόγου... ..	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 Παραγωγή-εμπόριο διακοσμητικών ψαριών	8
1.2 Βιολογικά χαρακτηριστικά του <i>Cichlasoma nigrofasciatus</i>	9
1.2.2 Συνθήκες διαβίωσης στο φυσικό περιβάλλον.....	10
1.3 Ηθολογία αναπαραγωγής.....	10
1.4 Γονική φροντίδα	13
1.5 Διατροφικές απαιτήσεις του <i>C. nigrofasciatus</i>	13
1.5.1 Ποιότητα και ποσότητα πρωτεΐνης	13
1.5.2 Λιπίδια και Λιπαρά Οξέα.....	15
1.5.4 Μέταλλα.....	16
1.5.5 Υδατάνθρακες και κυτταρίνη	16
1.6 Διαχείριση εκτροφής και σιτηρέσιο.....	16
1.7 Σκοπός της έρευνας.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	20
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	20
2.1 Συνθήκες εκτροφής.....	20
2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά πειραματικών ενυδρείων	20
2.3 Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής.....	21
2.4 Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων	22
2.4.1 Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.)	22
2.4.2 Προσδιορισμός νιτρωδών ιόντων (NO ₂ ⁻ -N).	23
2.4.3 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO ₃ ⁻ -N).....	23

2.5 Δείκτες ανάπτυξης των ιχθύων	24
2.6 Στατιστική ανάλυση.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	26
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	26
3.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού.....	26
3.2 Στοιχεία ανάπτυξης των ιχθύων-Επιβίωση.....	28
3.3 Δείκτες αξιοποίησης της τροφής και των συστατικών της.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ.....	32
ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	32
4.1 Συζήτηση.....	32
4.2 Συμπεράσματα.....	36
Abstract	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Παραγωγή-εμπόριο διακοσμητικών ψαριών

Η διατήρηση ψαριών σε ενυδρεία αναπτύχθηκε κυρίως για λόγους ψυχαγωγίας μιας και μέσω των ενυδρείων μπορεί να γίνει προσομοίωση πολλών και διαφορετικών υδροβιοτόπων ανά τον κόσμο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι βιότοποι της νοτιοανατολικής Ασίας, του Αμαζονίου, των λιμνών της Ανατολικής και Δυτικής Αφρικής, ακόμη και ο βιότοπος ενός κοραλλιογενούς υφάλου. Στα τέλη του εικοστού αιώνα, η ενασχόληση με τα ενυδρεία σε ερασιτεχνικό επίπεδο έφθασε το 70%. Σήμερα, η βιομηχανία των ενυδρείων περιλαμβάνει εκτός από ψάρια μια τεράστια ποικιλία μηχανημάτων ή υλικών που χρησιμοποιούνται ευρέως από τους ερασιτέχνες και φίλους των ενυδρείων (Βλάχος 2008).

Κατέχουν μια σημαντική θέση στη βιομηχανία των ενυδρείων μιας και η ζήτησή τους αυξάνεται καθημερινά (Monteiro-Neto 2003, Raja 2009), με αποτέλεσμα να συμπεριλαμβάνονται στην πιο δημοφιλή ομάδα κατοικίδιων ζώων μετά τους σκύλους και τις γάτες, ενώ περισσότεροι από 60 εκατομμύρια άνθρωποι ανά τον κόσμο, διατηρούν ενυδρεία ή υπαίθριες λίμνες (Βλάχος 2008).

Η βιομηχανία των διακοσμητικών ψαριών ώθησε να αναπτυχθεί περισσότερο ο τομέας της γεωργικής εκμετάλλευσης τονώνοντας οικονομικά τις τοπικές κοινωνίες. Περίπου το 75% των διακοσμητικών ψαριών που εισάγονται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής προέρχονται από την Νοτιοανατολική Ασία το οποίο αντιστοιχεί σε έλλειμμα της τάξης των 34 εκατομμυρίων δολαρίων (Champman *et al.* 1997).

Το αγγελόψαρο (*Pterophyllum scalare*), ο δίσκος (*Symphysodon aequifasciatus*), το χρυσόψαρο (*Carassius auratus*), το όσκαρ (*Astronomus ocelatus*), η κιχλιδοζέμπρα (*Cichlasoma nigrofasciatus*), η κιφοτιλάπια (*Cyphotilapia frontosa*), το ψάρι κλόουν (*Amphiprion percula*), το αυτοκρατορικό αγγελόψαρο (*Pomacanthus imperator*), το ψάρι κλόουν του γλυκού νερού (*Botia macracanthus*), το γκάπι (*Poecilia reticulata*), είναι μερικά από τα είδη των ψαριών με αυξημένη εμπορική αξία και ζήτηση στα ενυδρεία (Verhoef- Verhallen 2003, Maitre- Allain & Piednoir 2009).

Η διακίνηση των διακοσμητικών ψαριών γίνεται από τους χονδρέμπορους, σε τοπικό δίκτυο ή σε άλλες χώρες και πωλούνται από εμπόρους λιανικής σε ειδικά

καταστήματα (pet shop), το οποίο έχει ως επακόλουθο την αύξηση της τιμής τους (Βλάχος 2008). Η κινηματογραφική ταινία, «ψάχνοντας το Νέμο», ώθησε το καταναλωτικό κοινό στην ενασχόληση του με τα διακοσμητικά ψάρια, αποδεικνύοντας ότι πρόκειται για ένα κερδοφόρο τομέα (Βλάχος 2008).

1.2 Βιολογικά χαρακτηριστικά του *Cichlasoma nigrofasciatus*

1.2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά - περιγραφή

Η ζέμπρα, *Cichlasoma nigrofasciatus*, είναι ένα από τα πρώτα διακοσμητικά είδη ψαριών που εισήχθη στο εμπόριο των ενυδρείων, γνωστό με την κοινή εμπορική ονομασία convict cichlid (Lavery & Keenleyside 1990). Τα εντυπωσιακά χρώματα, οι συνήθειες αναπαραγωγής, το σχήμα του σώματός του, το κάνουν ένα από τα πιο δημοφιλή διακοσμητικά ψάρια ενυδρείων (Εικ.1) (Barley & Coleman 2010). Είναι φιλήσυχο, γονοχωριστικό, με αυξημένη γονική φροντίδα. Το μήκος ενός ώριμου αρσενικού κυμαίνεται από 15 cm έως 25 cm, ενώ του θηλυκού, είναι λίγο μικρότερο (περίπου 10 cm), (Bernstein 1980).

Αποτελεί από τους σημαντικότερους εκπροσώπους της οικογένειας Cichlidae, ενώ ως προς το διατροφικό του τύπο χαρακτηρίζεται ως παμφάγο (Yamamoto & Tagawa 2000, Verhoef-Verhallen 2003) και απαντάται στις λίμνες και ποταμούς τις κεντρικής Αμερικής (Lehtonen & Lindstrom 2008).



Εικόνα 1: *Cichlasoma nigrofasciatus* (Πηγή: Πανταζίδης & Πρεμέτης 2012)

1.2.2 Συνθήκες διαβίωσης στο φυσικό περιβάλλον

Το *C. nigrofasciatus* είναι ενδημικό είδος που ζει σε ελαφρώς όξινα ή ελαφρώς αλκαλικά νερά (6,6-7,5) στις λίμνες και τα ποτάμια της κεντρικής Αμερικής (Εικ.2), σε ελαφρώς τρεχούμενα νερά, σε περιοχές όπου δημιουργούνται μικρές σπηλιές από πέτρες ή βυθισμένα κλαδιά (Rogers 1993). Παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα να επιβιώνει σε λίμνες που απαντώνται σε υψόμετρο 1500m (Gumm & Itzkowitz 2007).

Οι Barley & Coleman (2010) αναφέρουν ότι, στο φυσικό του περιβάλλον οι φυσικοχημικές παράμετροι του νερού για το είδος *C. nigrofasciatus* είναι pH (6,6-7,8), αλκαλικότητα (63-77 ppm CaCO₃) και θερμοκρασία (20-28⁰C). Επίσης, σε συνθήκες εκτροφής, τα επίπεδα της ολικής αμμωνίας (T.A.N), των νιτρωδών ιόντων (NO₂⁻-N), είναι μηδενικά, ενώ η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων (NO₃⁻-N) θα πρέπει να κυμαίνονται από 10 έως 20 ppm, προκειμένου να διασφαλίζεται η άριστη λειτουργία του βιολογικού φίλτρου (Yamamoto & Tagawa 2000, Vlachos *et al.*2004, Vlachos *et al.*2008).



Εικόνα 2: Άτομα *C. nigrofasciatus* στο φυσικό περιβάλλον (Πηγή: www.tsamisaquarium.gr)

1.3 Ηθολογία αναπαραγωγής

Το *Cichlasoma nigrofasciatus*, ανήκει στην κατηγορία των διακοσμητικών ψαριών, που αναπαράγονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα με μεγάλη προσαρμοστικότητα. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ελεγχόμενη αναπαραγωγή σε ελεγχόμενες συνθήκες είναι ο έλεγχος της ποιότητας του νερού (Lavery & Keenleyside 1990).

Συγκαταλέγεται ανάμεσα στα είδη με αυξημένη προσαρμοστικότητα, επιβίωση, ανάπτυξη και αναπαραγωγή σε σχετικά μεγάλο εύρος συνθηκών όπως για παράδειγμα η

σκληρότητα του νερού, η οποία κυμαίνεται από 1-20°dH, η θερμοκρασία του νερού, 20-29°C και το pH το οποίο κυμαίνεται από 6,5-7,5 (Vlachos *et al.* 2008).

Όταν το ψάρι εισέρχεται στην περίοδο αναπαραγωγής γίνεται επιθετικό (Rathasapathi *et al.* 1992), οριοθετώντας και προστατεύοντας την περιοχή ωοτοκίας (Εικ.3), κατασκευάζοντας τη φωλιά τους για την εναπόθεση των αυγών (Rogers 1995). Σε συνθήκες αιχμαλωσίας η σεξουαλική ωρίμανση αρχίζει σε ηλικία 100-120 ημερών, ενώ το μέγιστο μέσο ολικό μήκος του θηλυκού είναι 15 cm και του αρσενικού 10 cm (Gumm & Itzkowitz 2007, Barley & Coleman 2010).

Η αναπαραγωγή διασφαλίζεται με τη διατήρηση και διαμονή των ψαριών σε ενυδρεία (Εικ.4), χωρίς να συνυπάρχει με άλλα είδη ψαριών ή άλλα άτομα του ίδιου είδους (Lavery & keenleyside 1990, Rogers 1995).



Εικόνα 3: Αναπαραγωγή *C.nigrofasciatus* (Πηγή: Πανταζίδης & Πρεμέτης 2012)

Ο μέγιστος αριθμός των γεννητόρων στα ενυδρεία αναπαραγωγής μεγάλου όγκου (>100L), είναι, τουλάχιστον δύο ζευγάρια, σε σχέση με τα μικρότερου όγκου ενυδρεία (< 80L) όπου είναι ένα μόνο ζευγάρι. Η συνήθης αναλογία αρσενικού : θηλυκού είναι 1♂:1♀ (για ενυδρεία 40-80L) ή 1♂:3♀(για ενυδρεία >100L). Σε περίπτωση, που στο ενυδρείο τοποθετηθούν περισσότερα από ένα ζευγάρια (τουλάχιστον δύο), τότε το καθ' ένα ελέγχει μια συγκεκριμένη περιοχή στο ενυδρείο προκειμένου να ωοτοκήσει (Rogers 1995).

Στα ενυδρεία αναπαραγωγής προστίθενται φυτά, παρόλο που στις περισσότερες περιπτώσεις οι ρίζες των φυτών ξεθάβονται από τον πυθμένα του ενυδρείου ή τα περισσότερα είναι τραυματισμένα και φαγωμένα από τα ψάρια (Robert & Keenleyside 1990). Ο εξοπλισμός διακόσμησης για την κατασκευή χώρων αναπαραγωγής, περιλαμβάνει πέτρες, κεραμικά υλικά ή διάφορες τεχνητές κατασκευές από πολυουρεθάνη,

παρόλο που στις περισσότερες περιπτώσεις το ζευγάρι, σκάβει μικρούς λάκκους, στον πυθμένα του ενυδρείου, για να εναποθέσει τα αυγά (Πιν.1.1) (Lavery & Keenleyside 1990).

Πίνακας 1.1. Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά του *C. nigrofasciatus*.

Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά	
Ολικό μήκος (T.L)	15 cm
Επιφάνεια ωοτοκίας	0,03 cm ²
Υπόστρωμα ενυδρείου	Χαλίκι-λάβα
Αναλογία αρσενικού-θηλυκού	1♂:1♀ ή 1:♂ 3♀
Υπόστρωμα εναπόθεσης αυγών	Κεραμικό υλικό, ρίζες, πέτρες
Κολυμβητική ικανότητα	Άριστη
Γονική Φροντίδα	Αυξημένη
Τύπος γονικής φροντίδας	Επιτήρηση φωλιάς
Μονογαμικό	Όχι



Εικόνα 4: Προστασία των γονιμοποιημένων αυγών από το θηλυκό άτομο (Πηγή: Πανταζίδης & Πρεμέτης 2012).

Η διατροφή και η διαθεσιμότητα του σιτηρεσίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την συχνότητα αναπαραγωγής (Townsheand & Wooton 1984) καθώς και τον αριθμό των παραγόμενων αυγών και το ρυθμό εκκόλαψης των ψαριών (Wooton 1982). Ο αριθμός των αυγών εξαρτάται από το σωματικό βάρος του θηλυκού. Για παράδειγμα ένας θηλυκός γεννήτορας μέσου βάρους 3,5 gr μπορεί να παράγει έως 188 αυγά. Η διάρκεια επώασης είναι 3 ημέρες ή 72 ώρες, ενώ η απορρόφηση του λεκιθικού σάκου πραγματοποιείται σε διάρκεια 3 ημερών (Lavery & keenleyside 1990).

Οι Lavery & Keenleyside (1990) και Rogers (1995) αναφέρουν ότι, όταν τα νεαρά ιχθύδια εποπτεύονται από το θηλυκό, το αρσενικό δεν συμμετέχει στη διαδικασία της

γονικής φροντίδας, εγκαταλείποντας τη φωλιά, χωρίς να μεταβάλλει την ισορροπία γιατί η προστασία μόνο από το θηλυκό είναι πλήρης και επαρκής (Townshend & Wooton 1984).

1.4 Γονική φροντίδα

Τα μέλη της οικογένειας Cichlidae, χαρακτηρίζονται από γονική φροντίδα, η οποία περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες που εκτελούν οι γεννήτορες προκειμένου να προστατέψουν την περιοχή εναπόθεσης των αυγών αλλά και τα νέο-εκκολαπτόμενα ιχθύδια (Gross & Sargent 1985). Η γονική φροντίδα διαρκεί έως τη χρονική στιγμή όπου η νύμφη εισέλθει στο στάδιο της ελεύθερης κολύμβησης, όπου αρχίζουν να αναζητούν την τροφή τους. Το είδος *C. nigroafasciatus* σύμφωνα με τους Βλάχος και συν.(2012) εισέρχεται στο στάδιο της ελεύθερης κολύμβησης στις 170 h μετά την εκκόλαψη. Τα είδη των ψαριών που εναποθέτουν τα αυγά τους σε υπόστρωμα η γονική φροντίδα πραγματοποιείται και από τους δυο γεννήτορες. Η στρατηγική που εφαρμόζεται από το *C. nigroafasciatus* κατά τη διάρκεια της γονικής φροντίδας σύμφωνα με τους Smith-Grayton & Keenleyside (1978) περιγράφεται ως εξής:

- προετοιμασία του υποστρώματος για την εναπόθεση των κολλώδη αυγών. Το υπόστρωμα μπορεί να είναι είτε φυσικό (φύλλα) είτε τεχνητό (κεραμικό υλικό)
- επιτήρηση και φροντίδα τόσο των επωαζόμενων αυγών όσο και των νέο-εκκολαπτόμενων ιχθύδιων

1.5 Διατροφικές απαιτήσεις του *C. nigroafasciatus*

1.5.1 Ποιότητα και ποσότητα πρωτεΐνης

Προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη ανάπτυξη στα ψάρια απαιτείται πρόσληψη πρωτεϊνών και απαραίτητων αμινοξέων. Έχει παρατηρηθεί ότι χαμηλότερες συγκεντρώσεις πρωτεΐνης στις τροφές συσχετίζονται με χαμηλότερη βιολογική αξία των σιτηρεσίων σε σχέση με εκείνες που αποτελούνται από υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεΐνης. Οι DeSilva *et al.* (1989), αναφέρουν ότι η μέγιστη ανάπτυξη σε 4 είδη ψαριών μεγέθους 0,8 mg έως 70 gr, επιτυγχάνεται όταν τα ψάρια σιτίζονται με τροφή η περιεκτικότητα της σε πρωτεΐνη ήταν 34%, όταν η θερμοκρασία του νερού κυμαίνεται από 23 έως 31°C.

Οι Shiau & Huang (1989) και οι Olvera-Novoa *et al.*(1996) αναφέρουν ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του ψαριού μειώνεται όταν η σύσταση του σιτηρεσίου σε ιχθυάλευρα είναι 83% και με υψηλές συγκεντρώσεις τέφρας. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη, η πρόωρη ωρίμανση, το υψηλό ποσοστό γονιμοποίησης των αυγών και τα μεγαλύτερα ποσοστά εκκόλαψης των προνυμφών επιτυγχάνονται όταν τα ψάρια σιτίζονται με τροφές που περιέχουν πρωτεΐνη 35-40% (Gunasekera *et al.* 1996).

Το τροπικό είδος *Colisa ladia*, παρουσιάζει μεγαλύτερη ανάπτυξη όταν η περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνη είναι 45%. Επίσης, σύμφωνα με την ίδια μελέτη, το μέγεθος των ωοθηκών φαίνεται να επηρεάζεται από την περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνη. Συνεπώς, το μέγεθος των ωοθηκών του θηλυκού *Colisa ladia* είναι μεγαλύτερο όταν σιτίζεται με τροφές που περιέχουν πρωτεΐνη 45% σε σχέση με εκείνα που σιτίζονται με τροφές μικρότερης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (Shim *et al.*1989).

Τα θηλυκά άτομα που σιτίζονται με τροφή που περιέχουν πρωτεΐνη 45% παρουσιάζουν καλύτερη ποιότητα αυγών σε αντίθεση με εκείνα που σιτίζονται με τροφές που περιέχουν χαμηλότερα επίπεδα πρωτεΐνης (5-15%). Η χαμηλή ποιότητα της τροφής σε πρωτεΐνη συνεπάγεται και μειωμένο ρυθμό αναπαραγωγικής ικανότητας στα ψάρια. Ο ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών εξαρτάται από τη συγκέντρωση της πρωτεΐνης στη διατροφική αγωγή που εφαρμόζεται και δεν ξεπερνά το 1,3% ανά ημέρα (Roubach & Saint Paul 1994). Οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνη των νεαρών και αναπτυσσόμενων ατόμων του γατόψαρου μέσου βάρους 2,8 g είναι 43% όταν η θερμοκρασία του νερού εκτροφής κυμαίνεται από 25 έως 29°C και η αλατότητα είναι 28-34 ppt (Coloso *et al.*1998). Σε περίπτωση που η προσφερόμενη τροφή, είναι μεγαλύτερη από τις ημερήσιες ανάγκες του ψαριού, τότε δεν καταναλώνεται στο σύνολό της από τα ψάρια.

Οι απαιτήσεις των τροπικών ψαριών σε αμινοξέα είναι υψηλότερες σε σχέση με τα σολωμοειδή ψάρια των κρύων νερών με εξαίρεση την αργινίνη και την φαινυλαλαμίνη (Dabrowski & Portella 2006). Σε ιχθύδια της τιλάπιας του Νείλου, χορηγήθηκε τροφή που περιείχε πρωτεΐνη της τάξης 82% και επιπλέον αμινοξέα, σημείωσαν μεγαλύτερη αύξηση βάρους η οποία ήταν της τάξης 1,67-7,98% στην ίδια χρονική περίοδο (Santiago & Lovell 1988). Το τροπικό κυπρινοειδές *Labeo rohita*, όταν σιτίζεται με τροφή που περιέχει μείγμα ελεύθερων αμινοξέων τότε δυσχεραίνεται ο ρυθμός ανάπτυξής του (Khan & Jafri, 1993).

1.5.2 Λιπίδια και Λιπαρά Οξέα

Τα λιπίδια και τα λιπαρά οξέα είναι σημαντικές πηγές ενέργειας τα οποία συμβάλλουν στη φυσιολογική ανάπτυξη και επιβίωση των ψαριών. Τα λιπίδια είναι μεταφορείς λιποδιαλυτών βιταμινών και στερολών, τα οποία συμβάλλουν στη δομή των μεμβρανών και στην υφή των τροφών που καταναλώνουν τα ψάρια (NCR 1983, Παπουτσόγλου 2008). Οι Chou & Shiau (1996) επισημαίνουν ότι η καλύτερη ανάπτυξη (μεγαλύτερη από 150%) επιτυγχάνεται με τροφές που περιείχαν συμπλήρωμα λιπιδίων 10% σε σχέση με εκείνες που δεν περιείχαν συμπλήρωμα λιπιδίων.

Τα λιπίδια είναι η απαραίτητη πηγή λινολεϊκού και λινολενικού οξέος στα ψάρια. Η ικανότητα των τροπικών ψαριών να μεταβολίζουν τα λιπαρά οξέα είναι το χαρακτηριστικό τους γνώρισμα, το οποίο μπορεί να διαφέρει μεταξύ των ειδών και πιθανώς να προκαλεί περιορισμούς στην ανάπτυξη τους (Chou & Shiau 1996). Σύμφωνα με τους Henderson *et al.* (1996), το προφίλ των λιπαρών οξέων στο παμφάγο *Mylossoma aureum* και στο σαρκοφάγο κόκκινο πιράνχας *Serrasalmus nattereri*, επηρεάζεται από τη σύσταση των λιπαρών οξέων που περιέχουν οι τροφές και ήταν βασισμένες σε φυτικά λιπαρά οξέα ($\omega_6:\omega_3=34:6$) ή σε ζωικά λιπαρά οξέα ($\omega_6:\omega_3=4,4-6,2$).

1.5.3 Βιταμίνες

Οι βιταμίνες παίζουν καθοριστικό και ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη των ψαριών. Συγκεκριμένα, η βιταμίνη C, έχει μελετηθεί στα περισσότερα διακοσμητικά ψάρια ανεξάρτητα από τις διατροφικές συνήθειες του ψαριού (Fracalossi *et al.* 2001). Τα τροπικά παμφάγα και φυτοφάγα ψάρια που ζουν στον Αμαζόνιο ποταμό καταναλώνουν υψηλές συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος το οποίο απαντάται σε πολλά είδη μικροφυκών και χρησιμοποιείται για τη βέλτιστη ανάπτυξη των ψαριών (Brown & Hohman 2002).

Ο Kodric-Brown (1989), αναφέρει ότι τα αρσενικά άτομα *Poecilia reticulata*, όταν σιτίζονται με τροφή η οποία περιέχει συμπλήρωμα ασταξανθίνης (25 mg/k), αυξάνονται γρηγορότερα σε σχέση με τα θηλυκά άτομα, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζουν μεγαλύτερη επιτυχία στην αναπαραγωγή τους, σε σχέση με εκείνα που τρέφονταν με δίαιτες χωρίς συμπλήρωμα ασταξανθίνης.

1.5.4 Μέταλλα

Τα ψάρια απορροφούν μερικά μέταλλα από το υδατικό περιβάλλον, ενώ οι απαιτήσεις τους σε φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο, χαλκό, μαγγάνιο, ψευδάργυρο, σελήνιο και ιώδιο είναι μεγάλες. Η προσθήκη συμπληρωμάτων Mg στην τροφή σε ποσοστό που κυμαίνεται από 0,5 έως 0,7% καθώς και η υψηλή περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνη βελτιώνει την ανάπτυξη του *Oreochromis niloticus* (Dabrowska *et al.* 1989a). Στην ίδια μελέτη αναφέρεται ότι, η διατροφή του *Oreochromis niloticus* με τροφές χωρίς συμπλήρωμα Mg για διάστημα 10 εβδομάδων επιβραδύνουν την ανάπτυξη σε αντίθεση με τις τροφές που περιείχαν συμπλήρωμα Mg κατά 0,6-0,77 %.

1.5.5 Υδατάνθρακες και κυτταρίνη

Οι απαιτήσεις των διακοσμητικών ψαριών σε υδατάνθρακες, δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς, παρ' όλο που ενισχύουν τη δράση των πρωτεϊνών και των λιπιδίων (NCR 1993). Οι Kihara & Sakata (1997), αναφέρουν ότι η προσθήκη στην τροφή αμύλου της τάξης του 40% ενισχύει την αύξηση της τιλάπιας εξαιτίας της παραγωγής των λιπαρών οξέων και των ζυμώσεων που λαμβάνουν χώρα στο έντερο. Η μικροβιακή δραστηριότητα συνεισφέρει στην πέψη μερικών υδατανθράκων, παρόλο που η μικροβιακή πέψη της κυτταρίνης πραγματοποιείται στο έντερο. Οι Wang *et al.* (1985), αναφέρουν ότι 20% κυτταρίνης στην τροφή επιδρά αρνητικά στην αύξηση της τιλάπιας. Επίπεδα κυτταρίνης μεγαλύτερα από 10% φαίνεται να επιδρούν αρνητικά στο ρυθμό ανάπτυξης των διακοσμητικών ψαριών (Anderson *et al.* 1984).

1.6 Διαχείριση εκτροφής και σιτηρέσιο

Η εκτροφή διακοσμητικών ψαριών είναι ένας αναπτυσσόμενος κλάδος της υδατοκαλλιέργειας. Η προσφορά και η αυξημένη ζήτηση συμβάλουν στην ανάπτυξη του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών. Η διατροφή των ιχθύων κατά διαδικασία της παραγωγής, συνιστά τον πιο σημαντικό παράγοντα με τον οποίο καθορίζεται το κόστος της συνολικής παραγωγής. Η διατροφή των ιχθύων, είναι μεγάλης σημασίας για την ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών των διακοσμητικών ψαριών και ειδικά σε θέματα που σχετίζονται

με το ρυθμό ανάπτυξης, την ποιότητα του τελικού προϊόντος καθώς και την πιθανή επιβάρυνση του υδάτινου περιβάλλοντος (Παπουτσόγλου 2008).

Οι στρατηγικές που εφαρμόζονται εξαρτώνται από το σύστημα εκτροφής καθώς και από τις απαιτήσεις που παρουσιάζει το κάθε είδος ψαριού ανάλογα με το μέγεθός του. Τα χαρακτηριστικά της χορηγούμενης τροφής (ζωντανή ή τεχνητή, βυθιζόμενη επιπλέουσα, το μέγεθος, η υφή, η σκληρότητα των κόκκων κλπ) πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του οργανισμού που πρόκειται να εκτραφεί.

Η συχνότητα χορήγησης των γευμάτων, το ημερήσιο επίπεδο διατροφής, η μέθοδος χορήγησης του σιτηρεσίου, ο εξοπλισμός και το ανθρώπινο δυναμικό επηρεάζουν το ρυθμό ανάπτυξης του ψαριού και το συντελεστή αξιοποίησης της τροφής (NCR 1993). Σύμφωνα με τον Southgate (2003), τα είδη των ψαριών που εκτρέφονται παρουσιάζουν διαφορετικές διατροφικές απαιτήσεις και συνήθειες, με αποτέλεσμα οι διατροφικές αγωγές που εφαρμόζονται θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις αυτές ανάλογα με το είδος του οργανισμού που εκτρέφεται.

Οι αγωγές που εφαρμόζονται στοχεύουν στη βέλτιστη ανάπτυξη του ψαριού ώστε να αποφεύγονται προβλήματα υποσιτισμού ή υπερσιτισμού των ψαριών. Ο υπερσιτισμός οδηγεί αφενός στην αύξηση του συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής και αφετέρου στην αύξηση των υπολειμμάτων της τροφής και συνεπώς στην περιβαλλοντική υποβάθμιση του μέσου εκτροφής (νερού), διαταράσσοντας την ισορροπία του βιολογικού φίλτρου (Talbot *et al.* 1999, Cho & Bereau 2001).

Ο τρόπος λήψης της τροφής, η πέψη, η απορρόφηση της τροφής και ο μεταβολισμός σχετίζονται άμεσα με την τροφική διαδικασία και οδηγεί σε ελαχιστοποίηση των προβλημάτων που προκύπτουν από τη μεθοδολογία και τον τρόπο παροχής της τροφής. Η διαχείριση της τροφής εξαρτάται από τη θεωρητική και πρακτική κατανόηση των διατροφικών απαιτήσεων του ψαριού, τη διατροφική συμπεριφορά του ψαριού, των πρακτικών που εφαρμόζονται και εν γένει της φυσιολογίας του ψαριού (Anderson & De Silva 2003, Παπουτσόγλου 2008).

Η χορήγηση του σιτηρεσίου στα ψάρια γίνεται υπό την προϋπόθεση να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ανάπτυξη στα ψάρια και να διασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα της τροφής. Η ημερήσια ποσότητα τροφής προσαρμόζεται με βάση το είδος του ψαριού, την πυκνότητα εκτροφής, την ηλικία και το βάρος του ψαριού, την ποιότητα του νερού, την ποιοτική σύσταση του σιτηρεσίου, τη διαθεσιμότητα της φυσικής τροφής, το ενεργειακό προφίλ του σιτηρεσίου.

Η παρεχόμενη τροφή χορηγείται είτε μέχρι κορεσμού (at satiation), είτε σε κάποιο επίπεδο διατροφής (% του ζώντος βάρους), μικρότερο του κορεσμού. Η βέλτιστη αύξηση εξαρτάται από το επίπεδο διατροφής, την ποιότητα της τροφής και επιτυγχάνεται όταν η ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγείται στο ψάρι είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα με την οποία ο οργανισμός καταναλώνει τροφή για να συντηρηθεί και μικρότερη από το επίπεδο κορεσμού (Eroldogan *et al.* 2008).

Η συχνότητα διατροφής και η ημερήσια ποσότητα τροφής είναι συνάρτηση του μεγέθους. Τα μικρά ψάρια έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε πρωτεΐνες και ενέργεια, εξαιτίας του μεταβολικού ρυθμού, με αποτέλεσμα να χρειάζονται μικρές ποσότητες τροφής ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, τα ιχθύδια τσιπούρας μέσου βάρους 0,25 g, αυξήθηκαν γρηγορότερα όταν σιτίζονταν τέσσερις φορές ημερησίως (Goldan *et al.* 1997).

Τα μικρά σε μέγεθος ψάρια απαιτούν μικρότερη ποσότητα τροφής σε σχέση με τον όγκο του νερού του συστήματος εκτροφής. Η διαχείριση της τροφής προϋποθέτει κανονικές ποσότητες τροφής και όχι μεγάλες προκειμένου να αποφευχθεί η συσσώρευση υπολειμμάτων στις δεξαμενές εκτροφής και να διασφαλίζεται το θρεπτικό και ενεργειακό περιεχόμενο του σιτηρεσίου (Suresh 2003, Fosnshell & Hinshaw 2008).

Οι ιχθυοτροφές χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και ενέργεια συνίσταται να χορηγούνται μέχρι κορεσμού, προκειμένου να καλύψουν τις διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών που εκτρέφονται (Suresh 2003). Στην περίπτωση που χορηγηθεί σιτηρέσιο υψηλής περιεκτικότητας σε λίπη ώστε να μεγιστοποιηθεί η διαδικασία εξοικονόμησης της πρωτεΐνης και να αποφευχθεί η υπερβολική εναπόθεση λιπών (Company *et al.* 1999). Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δυο γευμάτων οδηγεί σε αποτελεσματικότερη πέψη εξαιτίας της απορρόφησης των θρεπτικών συστατικών. Η υπερβολική συχνότητα διατροφής οδηγεί στην απομάκρυνση των θρεπτικών ουσιών πριν απορροφηθούν από τον οργανισμό (Anderson & De Silva 2003, Παπουτσόγλου 2008).

Η διαχείριση της τροφής είναι πρωτίστης σημασίας διότι μπορούν να αποφευχθούν σημαντικές και απότομες μεταβολές της ποιότητας του νερού και να επηρεαστεί η διαδικασία εκτροφής των ψαριών. Η αφομοίωση της τροφής είναι σημαντικός παράγοντας διότι εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των απεκκρίσεων και ο έλεγχος των παραμέτρων του νερού. Μακροπρόθεσμα, με τη διαχείριση της τροφής μειώνεται η ανάγκη παρέμβασης στο σύστημα μειώνοντας τις δαπάνες λειτουργίας (Βιολογικά φίλτρα, αντλίες αέρα), (Crips & Bergheim 2000).

1.7 Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας πειραματικής πτυχιακής εργασίας είναι να μελετηθεί η επίδραση διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου στην επιβίωση και ανάπτυξη του είδους *Cichlasoma nigrofasciatus* σε συνθήκες αιχμαλωσίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

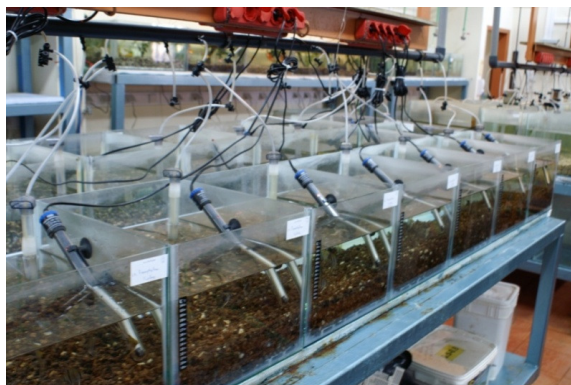
2.1 Συνθήκες εκτροφής

Το πείραμα διεξήχθη στην εργαστηριακή μονάδα των ενυδρείων του τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας (πρώην Τ.Ε.Ι. Μεσολογίου). Για τις ανάγκες του πειράματος, χρησιμοποιήθηκαν 90 ζέμπρες, (*Cichlasoma nigrofasciatus*), οι οποίες τοποθετήθηκαν σε 9 υάλινα ενυδρεία όγκου 40 L με τα αντίγραφα τους, σε θερμοκρασία 27°C, εκ των οποίων τα 6 χρησιμοποιήθηκαν για τις δυο δίαιτες και στα υπόλοιπα 3 προστέθηκαν ψάρια σε συνθήκες ασιτίας. Τα ιχθύδια που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα προήλθαν από αναπαραγωγή γεννητόρων που διατηρούνταν σε συνθήκες αιχμαλωσίας στο εργαστήριο.

Η επιλογή των ιχθυδίων για το πείραμα διατροφής, έγινε με βάση τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά τους (Μέσο Βάρος \pm Τ.Σ, Μέσο Μήκος \pm Τ.Σ). Σε κάθε ενυδρείο κύριας ανάπτυξης τοποθετήθηκαν 10 ζέμπρες μέσου βάρους $1,08 \pm 0,07$ g και μέσου μήκους $3,5 \pm 0,26$ cm.

2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά πειραματικών ενυδρείων

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 9 ενυδρεία διαστάσεων 0,4m X 0,35m X 0,3m, ωφέλιμου όγκου 37,8 L, με τα αντίγραφα τους (Εικ.5). Στο κάθε ενυδρείο τοποθετήθηκε ψευδοπυθμένας ο οποίος συνδεόταν με αεροσωλήνα με ταχύτητα φιλτραρίσματος $2,79 \pm 0,42$ cm/min. Στη συνέχεια προστέθηκε πορώδες χαλαζιακό χαλίκι (λάβα) μέσου διαμετρήματος $0,92 \pm 0,28$ cm τα οποία ξεπλύθηκαν με άφθονο γλυκό νερό και τοποθετήθηκαν στο ενυδρείο.



Εικόνα 5. Πειραματικά ενυδρεία (Πηγή: Πανταζίδης & Πρεμέτης 2012)

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας έγινε με θερμοστάτες τιτανίου (TH 300,100W), (Εικ.6), οι οποίοι συνδέθηκαν με ρυθμιστή θερμοκρασίας T- controller (T2001 HC AQUAMEDIC), ούτως ώστε η θερμοκρασία να διατηρείται σταθερή στο βέλτιστο δυνατό επίπεδο με απόκλιση $27,00 \pm 0,01^\circ\text{C}$. Η παροχή του αέρα στα ενυδρεία γινόταν από το κεντρικό σύστημα παροχής του εργαστηρίου, ενώ στο κάθε ενυδρείο προστέθηκαν πέτρες πωρόλιθου για καλύτερη διάχυση του αέρα στο νερό. Ο κορεσμός σε οξυγόνο κυμάνθηκε από 85% έως 90%.



Εικόνα 6: Θερμοστάτης τιτανίου και T controller (Πηγή: Πανταζίδης & Πρεμέτης 2012)

2.3 Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής

Το επίπεδο διατροφής καθορίστηκε στο 5% (Yanong *et al.* 1996) του μέσου βάρους ζώντος ψαριού, ενώ ο αριθμός των γευμάτων καθορίστηκε στα 3 γεύματα ημερησίως. Η χορήγηση των γευμάτων γινόταν σε σταθερές ώρες της ημέρας ώστε να μην μεταβάλλεται ο ρυθμός της πέψης και να οδηγεί σε πεπτικές διαταραχές. Η ημερήσια ποσότητα της τροφής, υπολογίστηκε από το μέσο βάρος και τον αριθμό των ψαριών. Η χορήγηση της τροφής γίνονταν με το χέρι, ενώ 15 ημέρες μετά την εκκίνηση του πειράματος προσδιορίστηκε εκ νέου η ποσότητα του χορηγούμενου σιτηρεσίου. Η τροφή χορηγούνταν, κάθε τέσσερις ώρες τρεις φορές ημερησίως (08:30, 12:30 και 16:30).

Οι τροφές που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία ήταν ισο-πρωτεϊνικές και ισο-λιπιδιακές, σύμπηκτα, εκ των οποίων η τροφή α αποτελούνταν εξολοκλήρου από ιχθυάλευρο, ενώ στην τροφή β έγινε αντικατάσταση της ζωικής πρωτεΐνης με φυτική (σπιρουλίνα, γλουτένη καλαμποκιού, σπανάκι και αλεύρι σίτου) σε ποσοστό 60%. Το πρόγραμμα διατροφής εφαρμόζονταν από Δευτέρα έως Κυριακή (Πιν.2.1). Το βάρος των βαριών μετρήθηκε με ζυγό ακριβείας (AXTON), ενώ το ολικό

μήκος μετρήθηκε με ιχθυόμετρο. Τα ψάρια αναισθητοποιήθηκαν με φαινοεξυθανόλη σε πυκνότητα 0,25ml/L.

Πίνακας 2.1 Χημική σύσταση των δυο τροφών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία

	Τροφή α	Τροφή β	Αριθμός Γευμάτων	Ώρες χορήγησης
Πρωτεΐνη (%)	45,17±0,97	45,21±0,10	Πρωί	08:30 πμ
Λίπος (%)	9,79±0,12	10,28±0,23	Μεσημέρι	12:30μμ
Τέφρα (%)	10,99±0,22	8,48±0,24	Βράδυ	16:30μμ
Υγρασία (%)	9,15±0,68	7,5±0,23		
Υδατάνθρακες* (%)	24,86±0,88	28,46±1,71		
Ενέργεια** (kJ/g)	18,75±0,23	18,81±0,16		

*Οι υδατάνθρακες εκτιμήθηκαν μέσω της σχέσης: Υδατάνθρακες (%) = 100-(Ολική Πρωτεΐνη +Ολικά λιπίδια +Τέφρα).

** Η ενέργεια εκτιμήθηκε μέσω της σχέσης:

Ενέργεια (j/g) =(5,64*% Πρωτεΐνη στην τροφή+9,44*% Λίπη στην τροφή+4,11* Υδατάνθρακες στην τροφή) * 4,186.

2.4 Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων

Η μέτρηση των φυσικοχημικών παραμέτρων [T^o, O₂, pH, ολική αμμώνια (T.A.N), νιτρώδη (NO₂⁻-N) και νιτρικά ιόντα (NO₃⁻-N), ανθρακική (KH) και ολική σκληρότητα (GH)], γίνονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε δύο μέρες) καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Για τη μέτρησή τους, χρησιμοποιήθηκαν ειδικά test χρωματομετρίας και όργανα μέτρησης. Η θερμοκρασία του νερού σε όλα τα πειραματικά ενυδρεία διατηρήθηκε σταθερή στους 27±0,01°C. Το διαλυμένο οξυγόνο σε όλα τα ενυδρεία διατηρήθηκε διακυμάνθηκε από 8,19±0,06 mg/L έως 8,21±0,12 mg/L, ενώ το pH διακυμάνθηκε από 6,5 έως 7,4.

2.4.1 Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.)

Η διαδικασία μέτρησης της ολικής αμμωνίας (ppm) (T.A.N) περιγράφεται ως εξής (Εικ.7a):

- Προσθήκη σε υάλινη κυψελίδα 5 ml νερό από το ενυδρείο
- Προσθήκη 8 σταγόνων από το αντιδραστήριο *Ammonia #1*
- Ανακίνηση για 5 sec
- Προσθήκη 8 σταγόνων από το αντιδραστήριο *Ammonia #2*

- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή 5 min έως ότου το δείγμα νερού χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος στην κυψελίδα με αντίστοιχη κλίμακα.

2.4.2 Προσδιορισμός νιτρωδών ιόντων (NO_2^- -N).

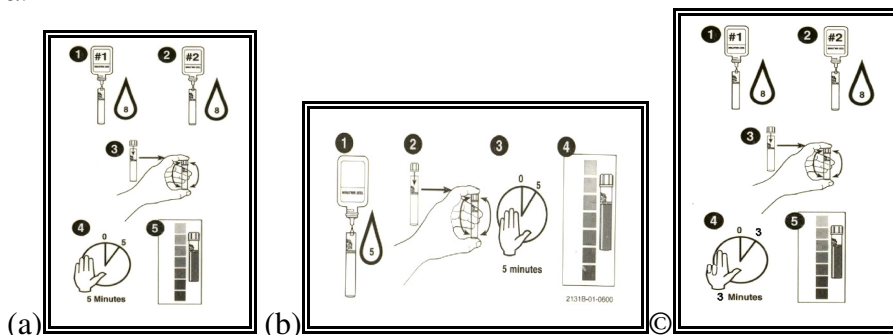
Η διαδικασία μέτρησης των νιτρωδών ιόντων (ppm) (NO_2^- -N) περιγράφεται ως εξής (Εικ.7b):

- Προσθήκη σε υάλινη κυψελίδα 5 ml νερό από το ενυδρείο
- Προσθήκη 5 σταγόνων από το αντιδραστήριο nitrite
- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή 5 min έως ότου το δείγμα νερού χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος στην κυψελίδα με αντίστοιχη κλίμακα.

2.4.3 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO_3^- -N).

Η διαδικασία μέτρησης των νιτρικών ιόντων (ppm) (NO_3^- -N) περιγράφεται ως εξής (Εικ.7c):

- Προσθήκη σε υάλινη κυψελίδα 5 ml νερό από το ενυδρείο
- Προσθήκη 10 σταγόνων από το αντιδραστήριο Nitrate #1
- Ανακίνηση για 5 sec
- Προσθήκη 10 σταγόνων από το αντιδραστήριο Nitrate #2
- Ανακίνηση για 5 sec
- Αναμονή 3 min έως ότου το δείγμα νερού χρωματιστεί ανάλογα
- Σύγκριση του χρώματος του δείγματος στην κυψελίδα με αντίστοιχη κλίμακα.



Εικόνα 7. Διαδικασία και κλίμακα μέτρησης αζωτούχων παραγόντων (a) μέτρηση ολικής αμμωνίας, (b) μέτρηση νιτρωδών ιόντων, (c) μέτρηση νιτρικών ιόντων (Πηγή: Βλάχος 2004).

2.5 Δείκτες ανάπτυξης των ιχθύων

Οι δείκτες ανάπτυξης των ψαριών και ο προσδιορισμός του βαθμού εκμετάλλευσης της τροφής, υπολογίστηκαν από τους παρακάτω τύπους (Houlihan *et al.* 2001, Bahadir-Koca *et al.* 2009).

- **Αύξηση βάρους (WG-weight gain)**

$$WG = \text{Τελικό βάρος} - \text{Αρχικό βάρος}$$

- **Ειδικός αυξητικός ρυθμός (SGR-specific growth rate)**

$$SGR = \{ \ln(wt) - \ln(wi) / t \} \times 100$$

όπου,

W_t = Τελικό βάρος

W_i = Αρχικό βάρος

t = Ημέρες

- **Συντελεστής απόδοσης της τροφής (FCR-food conversion ratio)**

FCR = KT/AZB όπου, KT= Καταναλωθείσα τροφή (g)

AZB= αύξηση ζώντος βάρους (g)

- **Συντελεστής απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER-protein efficiency ratio)**

PER = AB/KΠ όπου, AB= Αύξηση βάρους (g)

KΠ= Καταναλωθείσες πρωτεΐνες (g)

- **Επιβίωση (%) (S-survival)**

S = (Τελικός αριθμός ψαριών / Αρχικός αριθμός ψαριών) x 100

- **Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE-feed efficiency)**

FE = WG/FI όπου, WG= Αύξηση Υγρού Βάρους (g)

FI= Χορηγούμενη Τροφή (g)

- **Ημερήσια λήψη ενέργειας (DEI-daily energy intake)**

DEI = DFI x GEIF όπου, DFI= Ημερήσια Χορηγούμενη Τροφή

GEIF=Ολική Ενέργεια στην Τροφή

2.6 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση μεταξύ των δυο διατροφικών ομάδων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού λογισμικού προγράμματος SPSS 17 κάνοντας χρήση του «ανεξάρτητου t-test» όπου συγκρίνονται οι μέσες τιμές των δυο διατροφικών ομάδων με επίπεδο σημαντικότητας 5% (Zar 1996).

Οι δυο διατροφικές ομάδες αποτελούνται από παρατηρήσεις οι οποίες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Οι τιμές των παραμέτρων που προσδιορίστηκαν ελέγχθηκαν για την κανονικότητα της κατανομής και την ομοιογένεια της διασποράς τους μέσω του Levene's test. Τα αποτελέσματα των πειραματικών δεδομένων παρουσιάζονται σε πίνακες ως εξής: μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα (mean + STDEV), ενώ οι μέσοι όροι με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Zar 1996).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού

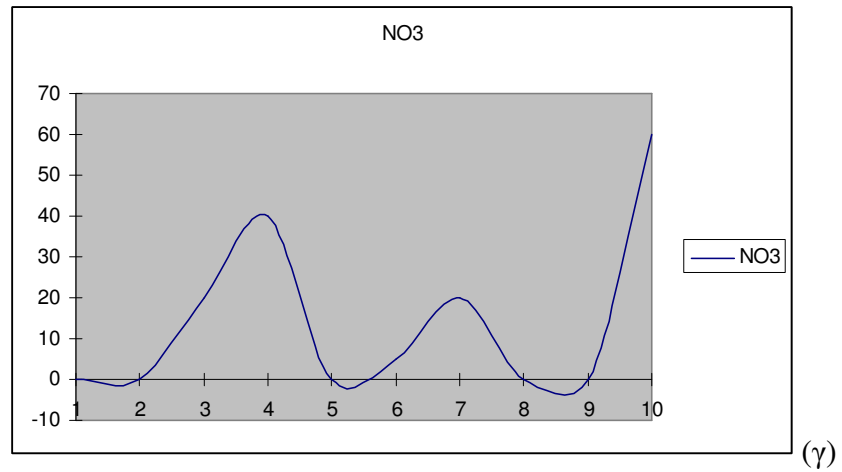
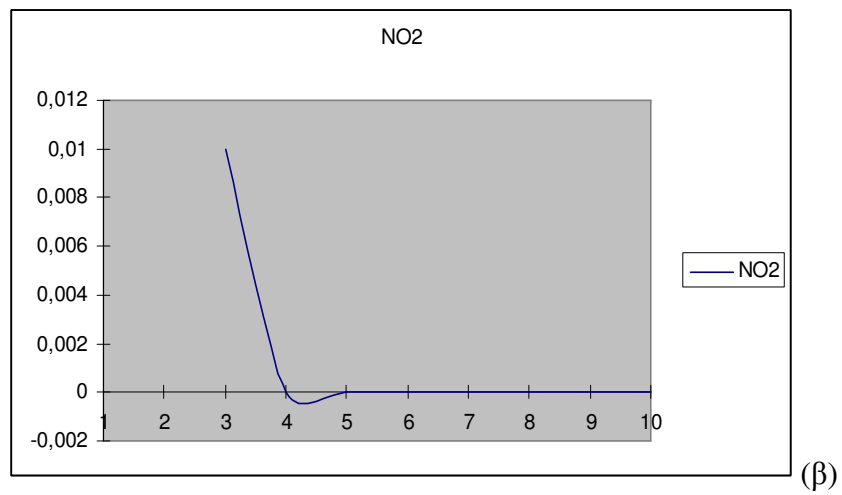
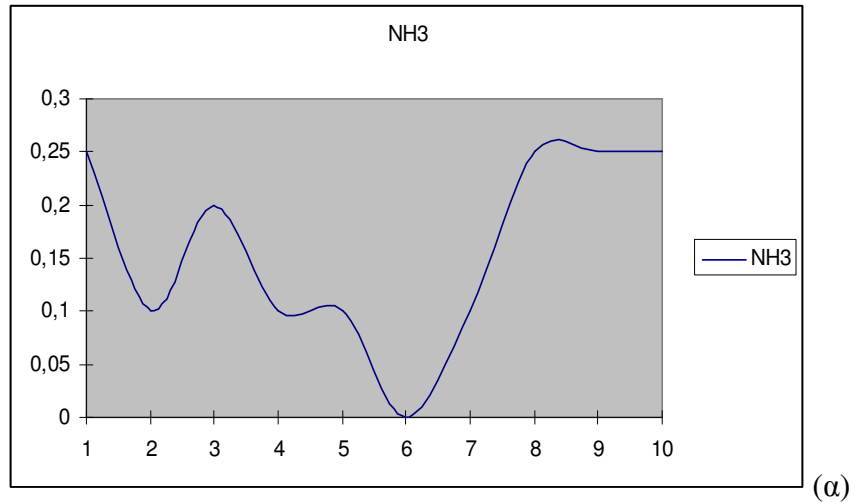
Σε ότι αφορά τις μετρήσεις των παραμέτρων του νερού, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών ενυδρείων (Πιν.3.1). Μικρές διαφορές παρατηρούνται στο pH και στην ολική αμμωνία χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές (ANOVA, $p < 0,05$). Σε ότι αφορά τα νιτρώδη ιόντα στα πειραματικά ενυδρεία καταγράφηκαν σχεδόν μηδενικές τιμές, ενώ τα νιτρικά ιόντα ήταν 25 και 18,9 mg/L, στα ενυδρεία που σιτίστηκαν αντίστοιχα με την τροφή Α και Β. Τα άτομα του *C.nigroafricanus* που ήταν σε συνθήκες αστίας τα νιτρικά ιόντα ήταν 22 mg/L, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές (ANOVA, $p < 0,05$)

Πίνακας 3.1 : Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού στα πειραματικά ενυδρεία εκτροφής.

	27° C		
	Τροφή Α	Τροφή Β	Αστία
Διαλυμένο O ₂ (mg/L)	8,19 ± 0,06 ^a	8,21 ± 0,12 ^a	8,22 ± 0,10 ^a
pH	7,4 ± 0,1 ^a	6,5 ± 0,12 ^a	7,0 ± 0,09 ^a
T.A.N (NH ₄ +NH ₃ -N), (mg/L)	0,11 ± 0,06 ^a	0,0 ± 0,00 ^a	0,09 ± 0,04 ^a
NH ₃ -N (μη ιονισμένη αμμωνία) (mg/L)**	0,001551 ± 0,00	0,002 ± 0,00	0,0 ± 0,00
NH ₄ (ιονισμένη αμμωνία) (mg/Lt)*	0,109 ± 0,00 ^a	0,11 ± 0,00 ^a	0,0 ± 0,00 ^a
NO ₂ ⁻ N (mg/L)	0,06 ± 0,04 ^a	0,02 ± 0,00 ^a	0,01 ± 0,01 ^a
NO ₃ ⁻ N (mg/L)	25,0 ± 14,9 ^a	18,9 ± 17,00 ^b	22,0 ± 15,10 ^c

*Η ιονισμένη αμμωνία υπολογίστηκε από την σχέση Ιονισμένη αμμωνία = α*T.A.N.

Η αμμωνία, τα νιτρώδη και τα νιτρικά ιόντα καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος αποτυπώνονται διαγραμματικά στο Σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1. Διακύμανση αζωτούχων παραγώγων (α) Ολικής Αμμωνίας (T.A.N.), (β) Νιτρώδη ιόντα και (γ) Νιτρικά ιόντα κατά την πειραματική εκτροφή του *C.nigrofasciatus* καθ' όλο το διάστημα του πειράματος.

3.2 Στοιχεία ανάπτυξης των ιχθύων-Επιβίωση

3.2.1 Επιβίωση

Μεγαλύτερη επιβίωση παρατηρήθηκε στα ενυδρεία της πειραματικής ομάδας που διατράφηκε με την τροφή Β (90%), σε σχέση με την τροφή Α που σημειώθηκε η μικρότερη επιβίωση (76,7%), εξαιτίας της αναπαραγωγικής δραστηριότητας που παρουσίασαν τα ψάρια (Πιν.3.2). Κατά την αναπαραγωγική δραστηριότητα τα ψάρια παρουσιάζουν γονική φροντίδα και αυξημένη επιθετικότητα των ψαριών, που έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται η θνησιμότητα. Σε συνθήκες ασιτίας η επιβίωση ήταν 10%.

Πίνακας 3.2. Επιβίωση ανά διατροφική ομάδα του είδους *C. nigrofasciatus* καθ' όλο το διάστημα των 30 ημερών.

	27 °C	
Ομάδα	Ζωντανά άτομα/Συνολικά άτομα	Επιβίωση (%)
Τροφή α	23/30	76,7
Τροφή β	27/30	90
Ασιτία	3/30	10

3.2.2 Βάρος σώματος

Οι μέσοι όροι του ζώντος βάρους και μήκους των ψαριών κατά την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας ελέγχθηκαν για την κανονικότητά τους, ενώ οι μέσες τιμές αύξησης του βάρους και του ειδικού αυξητικού ρυθμού δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (t-test, $p > 0,05$), (Πιν.3.3).

Τα ψάρια τα οποία διατράφηκαν με την τροφή Α, έδειξαν συγκριτικά μεγαλύτερες τιμές στο τελικό βάρος ($2,45 \pm 0,56$ g) και μήκος ($5,42 \pm 0,26$ cm) σε σχέση, με τη δεύτερη ομάδα που σιτίστηκε με την τροφή Β, όπου παρουσίασαν μικρότερο τελικό βάρος ($1,76 \pm 0,29$ g) και μήκος ($4,72 \pm 0,43$ cm) αντίστοιχα, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές (t-test, $p < 0,05$). Σε συνθήκες ασιτίας τα ψάρια έχασαν βάρος ($-0,31 \pm 0,08$ g).

Πίνακας 3.3. Αύξηση βάρους και ειδικός αυξητικός ρυθμός του *C.nigrofasciatus*.

	ΤΡΟΦΗ Α	ΤΡΟΦΗ Β	Ασιτία
Αρχικό βάρος (g)	1,08±0,07 ^a	1,09±0,05 ^a	1,09±0,05 ^a
Τελικό βάρος (g)	2,45±0,56 ^a	1,76±0,29 ^b	0,87±0,07 ^c
Αύξηση βάρους (WG) (g)	0,97±0,54 ^a	0,68±0,30 ^b	-0,31±0,08 ^b
Ειδικός αυξητικός ρυθμός (SGR)	2,45±1,05 ^a	1,58±0,58 ^b	-1,30±0,27 ^c
Επιβίωση (%)	76,7	90	10
Αρχικό μήκος (cm)	3,53±0,26 ^a	3,53±0,26 ^a	3,53±0,26 ^a
Τελικό μήκος (cm)	5,42±0,26 ^a	4,72±0,43 ^a	4,6±0,33 ^a

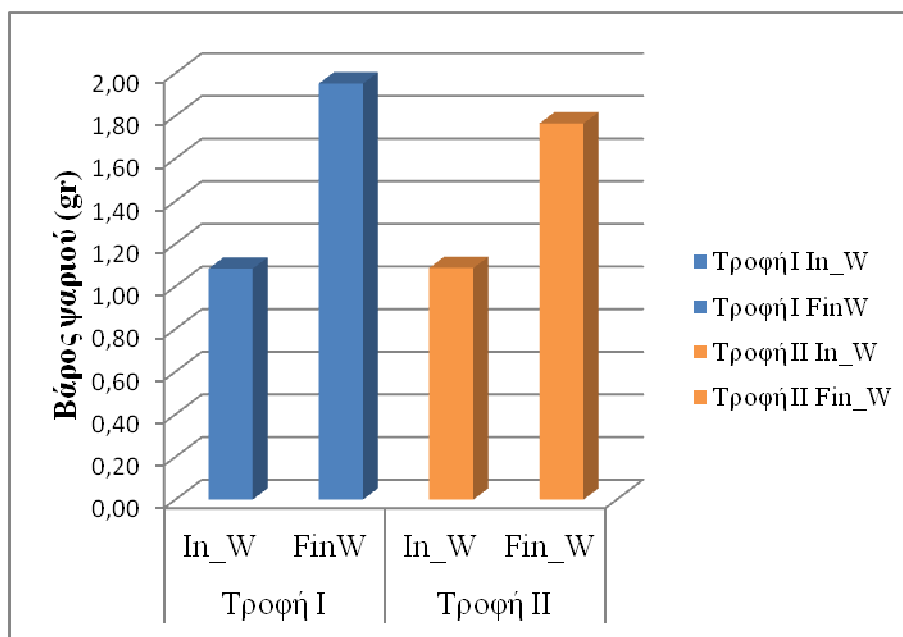
^a: όμοια γράμματα δηλώνουν στατιστικά μη σημαντικές διαφορές

3.2.3 Αύξηση βάρους και ειδικός ρυθμός ανάπτυξης

Σε ότι αφορά την αύξηση βάρους του *C.nigrofasciatus* (WG), σύμφωνα με τον Πίνακα 3.3, τα ψάρια που σιτίστηκαν με την τροφή Α, παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση βάρους (0,97±0,54 g) σε σχέση με εκείνα που τρέφονται με την τροφή Β (0,68±0,30 g), παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές (t-test, p<0,05).

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR), (Πιν.3.3) στα ψάρια που ταΐστηκαν με την τροφή Α ήταν μεγαλύτερος (2,45±1,05) σε σχέση με τη διατροφική ομάδα όπου χορηγούνταν η τροφή Β (1,58±0,58), παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές (t-test, p<0,05).

Η διακύμανση του βάρους για όλο το διάστημα της πειραματικής εκτροφής (30 ημέρες) αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.2. Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα (Σχ.3.2) τα άτομα του *C.nigrofasciatus* στους 27°C, που σιτίζονται με την δίαιτα Α παρουσίασαν μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με τη δίαιτα Β αφομοίωσαν καλύτερα την τροφή που τους παρέχονταν, καταγράφοντας διαφορετικό βάρος. Σε συνθήκες ασιτίας, η απώλεια βάρους του *C.nigrofasciatus* ήταν -0,31±0,08 g ενώ ο ρυθμός ανάπτυξής του ήταν αρνητικός (-1,30±0,27%/ημέρα).



Σχήμα 3.2. Διακύμανση του βάρους στα πειραματικά ενυδρεία εκτροφής του *C.nigrofasciatus* για όλο τη διάρκεια του πειράματος.

3.3 Δείκτες αξιοποίησης της τροφής και των συστατικών της

3.3.1 Συντελεστής Εκμετάλλευσης της τροφής και απόδοση της τροφής

Ο συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής (FCR) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο διατροφικών αγωγών (t-test, $p > 0,05$). Η μικρότερη τιμή του συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής αντιστοιχεί στην πειραματική ομάδα που διατρέφονταν με τη δίαιτα A ($1,01 \pm 1,06$). Ο συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) για τα άτομα του *C. nigrofasciatus*, που σιτιστήκαν με τη δίαιτα A ήταν $1,61 \pm 1,01$ και $1,25 \pm 0,55$ για τα άτομα που διατράφηκαν με τη δίαιτα B, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά (t-test, $p < 0,05$), (Πιν.3.4).

Πίνακας 3.4 Συντελεστής εκμετάλλευσης και απόδοσης της τροφής του *C.nigrofasciatus* για όλο το διάστημα της πειραματική διαδικασίας.

	ΤΡΟΦΗ Α	ΤΡΟΦΗ Β
Αρχικό βάρος (g)	1,08±0,07 ^a	1,09±0,05 ^a
Τελικό βάρος (g)	2,45±0,56 ^a	1,76±0,29 ^b
Συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής (FCR)	1,01±1,06 ^a	1,06±0,78 ^a
Συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE)	1,61±1,01 ^a	1,25±0,55 ^b

^a: όμοια γράμματα δηλώνουν στατιστικά μη σημαντικές διαφορές

3.3.2 Συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης και Ημερήσια πρόσληψη ενέργειας

Από τον πίνακα 3.5, προκύπτει ότι ο συντελεστής απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις στο σύνολο της πειραματικής διαδικασίας. Η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών εμφανίστηκε στη διατροφική ομάδα που χορηγούνταν η τροφή Β (3,11±1,37). Ο συντελεστής απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER), παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο διατροφικές αγωγές (t-test, p<0,05) (Πιν.3.5).

Επίσης, η ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (DEI), είναι υψηλότερη όταν χορηγείται η τροφή Α (2,7±0,30), σε σχέση με την τροφή Β όπου παρουσίασαν μικρότερη ημερήσια πρόσληψη της ενέργειας (2,4±0,01). Μεταξύ των δυο διατροφικών αγωγών που χρησιμοποιήθηκαν καθ' όλο το διάστημα της πειραματικής διαδικασίας, υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές (t-test, p<0,05).

Πίνακας 3.5 Συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) και ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (DEI) του *C.nigrofasciatus* για όλο το διάστημα της πειραματική διαδικασίας.

	ΤΡΟΦΗ Α	ΤΡΟΦΗ Β
Αρχικό βάρος (g)	1,08±0,07 ^a	1,09±0,05 ^a
Τελικό βάρος (g)	2,45±0,56 ^a	1,76±0,29 ^a
Συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER)	2,02±1,26 ^a	3,11±1,37 ^b
Ημερήσια Πρόσληψη ενέργειας (DEI)	2,7±0,30 ^a	2,4±0,01 ^b

^a: όμοια γράμματα δηλώνουν στατιστικά μη σημαντικές διαφορές

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Συζήτηση

Τα αποτελέσματα από το πείραμα διατροφής ερμηνεύονται από τους συντελεστές ανάπτυξης του ψαριού {(Αύξηση βάρους (WG), Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR)} και τους συντελεστές αξιοποίησης της πρωτεΐνης που προσλαμβάνεται από την τροφή και των συστατικών αυτής {Ρυθμός εκμετάλλευσης της τροφής (FCR), Ρυθμός καταναλωθέντων πρωτεϊνών (PER)} (Bahadir-Koka *et al.* 2009, Παπουτσόγλου 2008).

Οι δυο τύποι τροφών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα πειραματική διαδικασία, φαίνεται να καταναλώνονται με μεγάλη προθυμία από τα ψάρια σε όλα τα ενυδρεία. Μεγαλύτερο βάρος ($2,45 \pm 0,56$ gr) και μήκος ($5,42 \pm 0,26$ cm) παρουσίασαν τα άτομα που σιτίζονται με τη δίαιτα Α, σε αντίθεση με εκείνα που σιτίστηκαν με τη δίαιτα Β, τα οποία παρουσίασαν αντίστοιχα μικρότερο βάρος ($1,76 \pm 0,29$ gr) και μήκος ($4,72 \pm 0,43$ cm).

Η αύξηση βάρους (WG), είναι μεγαλύτερη όταν τα άτομα του *C. nigrofasciatus* σιτίζονται με τη δίαιτα Α σε σχέση με τη δίαιτα Β, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές (t-test, $p < 0,05$). Τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας συμφωνούν με εκείνα των Vlachos *et al.* (2008), όπου τα άτομα του *Archocentrus nigrofasciatus* παρουσίασαν υψηλότερη αύξηση βάρους (WG), όταν χορηγούνται ως τροφή σύμπληκτα σε συνδυασμό με κατεψυγμένη τροφή για διάστημα 60 ημερών.

Ο ειδικός αυξητικός ρυθμός (S.G.R), και για τους δυο τύπους τροφών κυμάνθηκαν από $2,45 \pm 1,05$ % βάρους σώματος/ημέρα για την ομάδα που διατράφηκε με τη δίαιτα Α, έως $1,58 \pm 0,58$ % βάρους σώματος/ημέρα για την ομάδα των ψαριών που διατράφηκε με τη δίαιτα Β. Σε συνθήκες ασιτίας τα ψάρια παρουσίασαν αρνητικό ρυθμό ανάπτυξης ($-1,30 \pm 0,27$ % βάρους σώματος/ημέρα).

Τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας συμφωνούν με εκείνα των Vlachos *et al.* (2008), όπου η κηχλιδοζέμπρα (*A.nigrofasciatus*) μέσου βάρους 1 g, όταν σιτίζεται με σύμπληκτα και νιφάδες και μικρότερες ή περίπου ίδιες, από εκείνες των Soriano-Salazar & Hernando-Ocampo (2002), Luna-Figueroa (2003), Bahadir-Koca *et al.* (2009) και Kasiri *et al.* (2011), όπου τα νεαρά αγγελόψαρα (*Pterophyllum scalare*) ταΐζονταν με ζωντανές τροφές, σύμπληκτα και νιφάδες. Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (S.G.R) μειώνεται όσο

αυξάνει το μέγεθος του ψαριού, εφόσον ο μεταβολισμός του ψαριού μειώνεται (Verreth & Den Bieman 1987).

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) όταν τα ψάρια σιτίζονται με τη δίαιτα A είναι υψηλότερος ($1,61 \pm 1,01$), εξαιτίας του μικρότερου συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής ($1,01 \pm 1,06$), σε αντίθεση με τη δίαιτα B που παρουσιάζει μικρότερο συντελεστή εκμετάλλευσης (FCR) ($1,06 \pm 0,78$) της τροφής και μεγαλύτερο συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) ($1,25 \pm 0,55$).

Η τροφή ως σημαντικός παράγοντας επηρεάζει την ανάπτυξη και το μεταβολισμό του ψαριού. Η επιτυχία εξαρτάται κυρίως από την επιλογή των τροφών οι οποίες περιέχουν όλα τα απαραίτητα συστατικά και τον σωστό τύπο τροφής που θα χορηγηθεί. Το κόστος της τροφής είναι ένας σημαντικός παράγοντας και ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος, την ποιότητα και την ταχύτητα βύθισης της τροφής στο ενυδρείο (Raja 2009).

Ο προσδιορισμός των απαιτούμενων επιπέδων σε πρωτεΐνες στα διακοσμητικά είδη ψαριών δεν έχει προσδιοριστεί πλήρως (Degani 1993, Soriano-Salazar & Hernandez-Ocampo 2002). Στα διακοσμητικά παμφάγα ψάρια οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνες κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 40-50% στο στάδιο των νεαρών και αναπτυσσόμενων ιχθυδίων (Garcia-Ulloa & Gomez-Romero 2005, Bahadir-Koca *et al.* 2009).

Η σχέση μεταξύ της πεπτικότητας και της βιοχημικής σύστασης της τροφής λαμβάνεται ως κριτήριο επιλογής εξαιτίας της σχέσης που υπάρχει μεταξύ του μεταβολισμού και διατήρησης της πρωτεΐνης. Η πρωτεΐνη είναι το πιο σημαντικό ενεργειακό συστατικό για την ανάπτυξη του ψαριού (Halver 1972). Σε περίπτωση εκτροφής σαρκοφάγων ψαριών οι ελάχιστες απαιτήσεις σε πρωτεΐνη κυμαίνονται από 40% έως 50% του περιεχομένου της ζωοτροφής (NCR 1993). Οι τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη χρησιμοποιούνται από τα ψάρια που εκτρέφονται προκειμένου να αναπτυχθούν (Morais *et al.* 2001, Ruohonen *et al.* 2003).

Οι Sorgeloos *et al.* (1986) και οι Vanhacke *et al.* (1990), αναφέρουν ότι στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης του ψαριού συνίσταται η χορήγηση αποκελυφοποιημένων κύστεων *artemia* σε συνδυασμό με τεχνητές τροφές (σύμπηκτα, νιφάδες), αφού συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα που μπορεί να προσφέρει η ζωντανή τροφή με την συνθετική τροφή. Ο συνδυασμός των τροφών λειτουργεί ως στρατηγική εξοικονόμησης της τροφής και έχει μακροχρόνια αποτελέσματα (Lim *et al.* 2002).

Όταν το ψάρι τρέφεται αποκλειστικά με ένα τύπο τροφής τότε ελαχιστοποιούνται οι διαφορές μεταξύ της κατάποσης και των φυσικών ιδιοτήτων της τροφής (Verreth *et*

al.1987). Οι Sauter *et al.*(2007), βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όταν το γατόψαρο (*Synodontis petricola*), τρέφεται με εμπλουτισμένες ζωντανές τροφές με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη που κυμαίνεται από 58,5% έως 60,6%, απ' ότι όταν τρέφεται με συνθετικά σιτηρέσια των οποίων η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι 51%. Οι Gorton *et al.*(2000), μελέτησαν το ψάρι κλόουν (*Amphiprion percula*), και βρήκαν το ίδιο τελικό βάρος όταν χορηγούνταν τρεις διαφορετικές αγωγές με τρεις διαφορετικούς τύπους τροφής [σύμπηκτα (με υψηλή πρωτεΐνη), σύνθετη/ζωντανή τροφή και σύνθετη/φυσική τροφή].

Στην παρούσα μελέτη η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER) εμφανίστηκε στη διατροφική ομάδα που χορηγούνταν η τροφή B ($3,11 \pm 1,37$) σε σχέση με την τροφή A ($2,02 \pm 1,26$), παρουσιάζοντας σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις δυο διατροφικές αγωγές (t-test, $p < 0,05$). Τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας συμφωνούν με εκείνα των Vlachos *et al.*(2008), όπου η κηχλιδόζεμπρα (*A.nigrofasciatus*), όταν σιτίζεται με νιφάδες ή σύμπηκτα παρουσιάζει αυξημένο συντελεστή απόδοσης των πρωτεϊνών.

Επίσης, η ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (DEI), είναι υψηλότερη όταν χορηγείται ως τροφή η δίαιτα A ($2,7 \pm 0,30$), σε σχέση με τη δίαιτα B, όπου η ζέμπρα παρουσίασε μικρότερη ημερήσια πρόσληψη της ενέργειας ($2,4 \pm 0,01$), παρουσιάζοντας σημαντικές στατιστικές διαφορές (t-test, $p < 0,05$).

Η επιλογή της τροφής από τα ψάρια συνιστά την επανεξέταση ορισμένων φυσικών και χημικών κριτηρίων που σχετίζονται με την πρόσληψη της τροφής, όπως η κατάποση και η γευστικότητα της τροφής (Leger *et al.*1987). Η κατάποση της τροφής εξαρτάται, από το μέγεθος και τη γευστικότητά της. Το μέγεθος παίζει σημαντικό ρόλο και συνδέεται άμεσα με το μέγεθος της στοματικής κοιλότητας, προκειμένου το ψάρι να επιλέξει τροφή και να αναπτυχθεί (Verreth 1994).

Ο ρυθμός ανάπτυξης, η μετατρεψιμότητα της τροφής, η χημική σύσταση του σώματος, η παραλακτικότητα του βάρους, η επιβίωση, ο συντελεστής ευρωστίας, η ποιότητα του νερού καθώς και η πεπτικότητα των συστατικών της τροφής επηρεάζεται από τον αριθμό των γευμάτων (Phillips *et al.*1998, Usmani *et al.* 2003, Yamamoto *et al.* 2007).

Στην παρούσα εργασία, η συχνότητα των γευμάτων καθορίστηκε στα 3 γεύματα ημερησίως με σταθερή ώρα χορήγησης κάθε 4 ώρες, καταδεικνύοντας διαφοροποιήσεις στην ανάπτυξη και επιβίωση του ψαριού, χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές. Σύμφωνα με τους Tsevis *et al.* (1992), η προτεινόμενη συχνότητα γευμάτων αντιστοιχεί σε 3 γεύματα ανά ημέρα, με διαφορά 6 ωρών.

Η αύξηση βάρους και στις δυο πειραματικές δίαιτες πιθανόν να οφείλεται στη χρονική διάρκεια καθώς και στο χρόνο και στο ρυθμό κατά τον οποίο λάμβανε χώρα η σίτιση (Raja 2009). Ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών γευμάτων είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας, γιατί δεν θα πρέπει να είναι μικρότερος από τον συνολικό χρόνο που από το προηγούμενο γεύμα υπάρχουν στο ενυδρείο τροφές.

Ο χρόνος τροφοληψίας ήταν σταθερός και όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα η ύπαρξη μεγάλων περιόδων μεταξύ των γευμάτων μπορεί να είναι ωφέλιμη για την αύξηση των ψαριών μιας και το επαναλαμβανόμενο τάισμα στη διάρκεια μεγάλων περιόδων καθημερινά αυξάνει την κολυμβητική δραστηριότητα και την κατανάλωση ενέργειας.

Οι Kasiri *et al.* (2011), καταδεικνύουν την σημαντικότητα της συχνότητας των γευμάτων στην ανάπτυξη και στον ρυθμό επιβίωσης του τροπικού αγγελόψαρου, *Pteroplyllum scalare*, μέσου βάρους 0,87g. Τα αγγελόψαρα παρουσιάζουν καλύτερο ρυθμό μετατροπής της τροφής (F.C.R), όταν ο αριθμός των γευμάτων είναι 2 ή 4, σε σχέση με ένα γεύμα την ημέρα.

Στο εν λόγω πείραμα, οι ζέμπρες, που ταΐζονταν με τη δίαιτα Α ήταν περισσότερο επιθετικές, κινητικές και αναπαραγωγικά δραστήριες, σε σχέση με τη δεύτερη ομάδα που ταΐζονταν με τη δίαιτα Β. Η διατροφική αγωγή με σύμπηκτα εξολοκλήρου από ιχθυάλευρο, καλύπτει τις διατροφικές απαιτήσεις του *Cichlasoma nigrofasciatus*, κάνοντας τα ψάρια να αποκτούν ενεργή συμπεριφορά και να οδηγούνται πιο γρήγορα σε αναπαραγωγή, σε σχέση με την ομάδα των ψαριών που ταΐζονταν με το δεύτερο τύπο τροφής.

Σε όλα τα πειραματικά ενυδρεία η επιβίωση ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα των ψαριών που ταΐζονταν με τη δίαιτα Β (90%), σε σχέση με την ομάδα των ψαριών που ταΐζονταν με την τροφή Α (76,7%). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με εκείνα των Vlachos *et al.* (2008) για το είδος *Archocentrus nigrofasciatus*. Σε συνθήκες ασιτίας τα ψάρια παρουσίασαν την μικρότερη επιβίωση (10%).

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού (pH:6,5-7,4 & T°C:27°C, Διαλυμένο οξυγόνο: 8,19-8,21 mg/L) διατηρούνται σε σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος για το είδος, *Cichlasoma nigrofasciatus*, χωρίς να αποκλίνουν από το εύρος των τιμών που προτείνεται από τους Axelrod *et al.* (1997), Axelrod & Sweeney (1992), Maitre-Allain & Piednoir (2009).

Η μείωση της συχνότητας των γευμάτων οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης οξυγόνου και έκκρισης της αμμωνίας, από τα ψάρια. Η χορήγηση της τροφής σε

περισσότερα από ένα γεύματα ημερησίως, δεν προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας του νερού εκτροφής, χωρίς να επηρεάζει τη βιωσιμότητα του ενυδρείου (Seginer 2008).

Ο ρυθμός μεταβολισμού αυξάνεται έντονα και εκφράζεται ως ο ρυθμός με τον οποίο εκκρίνεται η αμμωνία στα ενυδρεία, ενώ συνδέεται με το αυξημένο ενεργειακό κόστος της πέψης και αφομοίωσης των θρεπτικών συστατικών της τροφής αμέσως μετά τη λήψη της (Seginer 2008).

Τέλος, η δίαιτα A φαίνεται να βελτιώνει τις επιδόσεις στην ανάπτυξη των νεαρών ατόμων του *Cichlasoma nigrofasciatus*, ωστόσο απαιτείται εκτεταμένη έρευνα σε ότι αφορά τη φυσιολογία θρέψης του εν λόγω ψαριού σχετικά με τις τεχνικές σίτισης, τον τύπο της τροφής και τις στρατηγικές παροχής της τροφής που χρησιμοποιούνται.

4.2 Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα πειραματική εργασία αποτυπώνουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για την επίδραση του διαφορετικού τύπου σιτηρεσίου στην ανάπτυξη και επιβίωση της ζέμπρας (*Cichlasoma nigrofasciatus*).

Συνεπώς:

- Η ζέμπρα, *Cichlasoma nigrofasciatus* καταναλώνει με μεγάλη προθυμία τη δίαιτα A παρουσιάζοντας μεγαλύτερη τιμή του ζώντος βάρους σε αντίθεση με τη δίαιτα B που παρουσίασαν τη μικρότερη.
- Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) και η αύξηση βάρους (WG), είναι υψηλότεροι όταν τα ψάρια σιτίζονται με τη δίαιτα A σε σχέση με τη δίαιτα B.
- Η τροφή είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη και το μεταβολισμό του ψαριού. Η επιτυχία και η διαχείριση της εκτροφής, εξαρτάται κυρίως από την καταλληλότητα και αποδοτικότητα της τροφής. Συνεπώς, οι ζέμπρες παρουσιάζουν καλύτερο συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) όταν τρέφονται με την τροφή A, εξαιτίας του μικρότερου συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής (FCR) που παρουσιάζει.
- Η σχέση μεταξύ της πεπτικότητας και της βιοχημικής σύστασης της τροφής λαμβάνεται ως κριτήριο επιλογής εξαιτίας της σχέσης που υπάρχει μεταξύ του μεταβολισμού και τη διατήρηση της πρωτεΐνης. Η πρωτεΐνη είναι το πιο σημαντικό ενεργειακό συστατικό για την ανάπτυξη του ψαριού. Οι τροφές

οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα πειραματική διαδικασία ήταν ισοπρωτεϊνικές και σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις των διακοσμητικών ψαριών.

- Η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER) εμφανίστηκε στη διατροφική ομάδα που χορηγούνταν η τροφή B, ενώ η ημερήσια πρόσληψη ενέργειας (DEI), είναι υψηλότερη όταν χορηγείται η τροφή A.
- Τα ψάρια που ταΐζονταν με τη δίαιτα A ήταν περισσότερο επιθετικά, κινητικά και αναπαραγωγικά δραστήρια παρουσιάζοντας επιβίωση 74,6%. Φαίνεται ότι η αγωγή με την τροφή A, καλύπτει πλήρως τις διατροφικές απαιτήσεις του *C. nigrofasciatus*, κάνοντας τα ψάρια να αποκτούν ενεργή συμπεριφορά και να οδηγούνται πιο γρήγορα σε αναπαραγωγή, σε σχέση με την ομάδα των ψαριών που ταΐζονταν την τροφή B.

Η γνώση για τις θρεπτικές ανάγκες των διακοσμητικών ψαριών οδηγεί στην κατάρτιση κατάλληλων ισορροπημένων σιτηρεσιών για αυτά. Σήμερα, η διατροφή των διακοσμητικών ψαριών στηρίζεται σε συμπεράσματα θρεπτικών απαιτήσεων και πρακτικών που προέρχονται από έρευνες, που έχουν διεξαχθεί από τον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας για τα βρώσιμα ψάρια κάτω από εντατικές συνθήκες εκτροφής με σκοπό τη μέγιστη ανάπτυξή τους σε σύντομο χρονικό διάστημα (Βλάχος 2010). Η πρακτική αυτή είναι χρήσιμη για την εκτροφή διακοσμητικών ειδών, αλλά ακατάλληλη για τα διακοσμητικά είδη που παραμένουν στα ενυδρεία. Επιπλέον, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη, το φαινότυπο και τη φυσιολογία ορισμένων ειδών (Velasco-Santamaria & Corredo-Santamaria 2011).

Abstract

The aim of this study is to present the effect of different types of food on survival and growth rate of *Cichlasoma nigrofasciatus*. 90 individuals with average weight $1,08 \pm 0,06$ g and length $3,5 \pm 0,26$ cm which were reproduced from female *C.nigrofasciatus*, that they was kept in captivity, they added in 9 aquarium of 40 L. The fishes divided in three groups with their replicates in temperature of 27°C respectively. One of the groups was in starvation conditions and the other two groups the fishes were fed with two different types of food. The foods are isoproteinic, isolipidic and isoenergetic. Food A was pellets from fishmeal and in food B the carnivorous protein was replaced with vegetable protein (60%). The duration of the experiment was 30 days.

The results showed that in 27°C the fishes prefer fed with fish meal pellets, in relation to food B, because they have higher Specific Growth rate (SGR) ($2,45 \pm 1,05$), Weight Gain (WG) ($0,97 \pm 0,54$) and Food efficiency (FE) ($1,61 \pm 1,01$), due to the lower Food Consumption Rate (FCR) ($1,01 \pm 1,06$). Survival Rate was higher when the fish was fed with food B (90%) than food A (76,7%), in starvation group the survival was 10%.

Key words: *Cichlasoma nigrofasciatus*, Nutrition, Survival, Specific growth rate, Weight gain.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 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.
- Anderson, T., De Silva, S., (2003). Nutrition. In «Aquaculture: farming aquatic animals and plants» Eds. J.S. Lucas & P.C.Southgate, Publ. Blackwell Publishing, Oxford, England.
- Axelrod, H. R., Burgess, W. E., Pronek, N., and Walls, J. G.,(1997). Dr. Axelrod's Atlas of Freshwater Aquarium Fishes. T. F. H. Publications, Inc. New Jersey, USA, 1152 p.
- Axelrod, R.H and Sweeney, E.M., (1992). The Fascination of Breeding Aquarium Fish. T.F.H. Publications, Inc, Plaza, Neptune City. United States.
- Bahadir, K.S., Diler, I., Dulluc, A., Yigit, N.O and Bayrak, H. (2009). Effect of different feed types and feed conversion ratio of angelfish (*Pterophyllum scalare*, Lichtenstein, 1823). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3: 6-10.
- Barley, A., Coleman, M.R. (2010). Habitat structure directly affects aggression in convict cichlids *Archocentrus nigrofasciatus*. *Current Zoology*, 56 (1):52-56.
- Brown, M.M., and Hofman, 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.
- Chapman, F.A., SA. Fitz- Coy, E.M. Thunberg and C.M. Adams., (1997). United States of America trade in Ornamental fish. *Journal of the World Aquaculture Society*. 28:1-10.
- Chien, A.K., and Salmon,M., (1972). Reproductive behaviour of the angelfish, *Pterophyllum scalare*. 1. A quantitative analysis of spawning and parental behaviour. *Forma and Functio*, 5:45-74.
- Cho, C.Y., Bureau, D.P., (2001). A review of the diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquaculture Research*, 32 (Suppl.1): 349-360.
- 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.
- Company, R., Calduch-Giner, J.A., Kaushik, S., Perez-Sandches, J., (1999). Growth performance and adiposity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): risks and benefits of high energy diets. *Aquaculture*, 171:279-292.
- 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*, Fosksal). *Vom.Biochem.Physiol*.89A:11-17.
- Crampton, G.R.,W.,(2008). Ecology and life history of an Amazon floodplain cichlid: the discus fish *Symphysodon* (Perciformes:Cichlidae). *Neotropical Ichthyology*, 6(4):599-612.
- Cripps, S.J., Bergheim, A., (2000). Solid management and removal for intensive land base aquaculture nproduction systems. *Aquaculture Engineering*, 22:35-56.
- Dabrowska, H., Gilnther, K.D., and Meyer-Burgdorff, K.,(1989a). Availability of various magnesium compounds to tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*.76:269-276.

- Dabrowski, K., and Portella, M.C., (2006). Feeding plasticity and nutritional physiology in tropical fish. A.L.Val, V.M.F. de Almeida-Val and D.F. Randall, Elsevier, London.155-208.
- 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.
- Degani, G., (1993). Growth and body composition of juvenile *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces; Cichlidae) at different densities and diets. *Aquacult. & Fish. Manage.*, 24:725-730.
- Eroldogan, O.T., Suzer, C., Tasbozan, O., Tabakoglu, S., (2008). The effect of rate restricted feeding regimes in cycles on digestive enzymes of gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8:49-54.
- Fornshell, G., Hinshaw, J.M., (2008). Better management practices for flow-through aquaculture systems. In «Environmental best management practices for aquaculture» Eds. C.S. Tucker & A.Hargreaves, Pub. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Fracalossi, D. M., Allen, M.E., Yuyama, I.K., and Oftedal, O.T., (2001). Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. *Aquaculture*. 192:321-332.
- Garcia-Ulloa, M. & Gomez-Romero, H.J. (2005). Growth of angel fish *Pterophyllum scalare* juveniles fed inert diets. *Avances en Investigacion Agropecuaria*, 9(3): 49-60.
- Goldan, O., Popper, D., Karplus, I., (1997). Management on size in juvenile gilthead sea bream (*Sparus auratus*). I: Particle size and frequency of feeding dry and live food. *Aquaculture*, 152:181-190.
- Gumm, M.J & Itzkowitz, M., (2007). Pair-bond formation and breeding-site limitation in the convict cichlid, *Archocentrus nigrofasciatus*. *Acta Ethology*. 10:29-33.
- 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.
- Halver, J. E., (1972). *Fish Nutrition*. Academic Press, Inc. London, UK, 223 p.
- Henderson, R.J., Tillmanns, M.M., and Sargent, J.R., (1996). The lipid composition of two species of serrasalimid fish in relation to dietary polyunsaturated fatty acids. *J.Fish.Biol.*48:522-538.
- Houlihan, D., Boujard, T., and Jobling, M., (2001). *Food Intake in Fish*. 2nd Edition, In: Published by Blackwell Science Ltd, London.
- Kasiri, M., Farah, A., Sudagar, M., (2011). Effects of feeding frequency on growth and survival rate of angel fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). *Veterinary Research Forum*, 2(2):97-102.
- Khan, M. A., and Jafri, A.K., (1993). Quantitative dietary requirements for some indispensable amino acids in the Indian major carp, *Labeo rohita* (Jamilton) 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 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.

- Lavery, R. J. and Keenleyside, M. H. A. (1990). Parental investment of a biparental cichlid fish, *Cichlasoma nigrofasciatum*, in relation to brood size and past investment. *Animal Behaviour*, 40: 128–1137.
- Léger, P., Bengston, D. A., Sorgeloos, P., Simpson, K. L., and Beck, A. D., (1987). The nutritional value of Artemia: a review. *Artemia research and its applications*. Vol. 3. In: P. Sorgeloos, D. A. Bengston, W. Decleir and E. Jaspers, editors. Universal Press, Wetteren, Belgium. pp. 357-372.
- Lehtonen, K.T and Lindstrom, K.(2008). Density dependent sexual selection in the monogamous fish *Archocentrus nigrofasciatus*. *Oikos*, 117:867-874.
- Lim, L. C., Cho, Y. L., Dhert, P., Wong, C.C., Nelis, H., and Sorgeloos, P., (2002). Use of decapsulated Artemia cysts in ornamental fish culture. *Aquaculture Research*. 33:575-589.
- Luna-Figuerora, J., (2003). *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae): Influencia de alimento vivo em la reproduccion y el crecimiento. Disponible em: 'http://www.civa2003.org.' Acesso em 12/08/05.
- MacKinnon, A.D., Duggan, S., Nichols., P.D., Rimmer, M.A., Semmers, G., and Robino, B., (2003). The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in Aquaculture, 223(1-4):89-106.
- Maitre-Allain, T and Piednoir, C., (2009). Ο πλήρης Οδηγός για το Τροπικό και Θαλασσινό Ενυδρείο, Εκδόσεις Καρακατσώγλου, Αθήνα. 281 σελ.
- Monteiro-Neto, C., De Andrade Cunha, E.F., Carvalho-Nottingham, M., Araújo, M.E., Rosa, I.L and Leite Barros, G.M., (2003). Analysis of the marine ornamental fish trade at Ceará State, northeast Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 12(6), 1287-1295.
- Morais, S., Bell, J. G., Robertson, D. A., Roy, W. J., and Morris, P. C., (2001). Protein/lipid ratios in extruded diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): effects on growth, feed utilization, muscle composition and liver histology. *Aquaculture*. 203:101-119.
- Olvera-Naoa, M.A., Gasca-Leyva, E., and Martinez-Palacios, C.A., (1996). The dietary protein requirements of *Cichlasoma synspilum* Hubbs, 1935 (Pisces:Cichlidae) fry. *Aquaculture Research*. 27:167-173.
- Phillips, T.A., Summerflect, R.C., Clayton, R.D., (1998). Feeding frequency effects on water quality and growth of walleye fingerlings in intensive culture. *The Progressive Fish- Culturist*, 66:1-8.
- Raja, J.(2009). Temporal costs of feeding and predation time in *Betta splendens* (Regan) in the Relation to Body Weight feed type and sex. *Tropical Life Sciences Research*, 20 (1), 7-16.
- Rathasabapathi, D., Burns, J and Soucek, R. (1992). Effects of temperature and prior residence on the territorial Aggression in the convict cichlid *Cichlasoma nigrofasciatum*. *Aggressive behavior*, 18 (5): 365-372.
- Rogers, W., (1995). Female choice predicts the best father in a biparental fish, the Midas cichlid (*Cichlasoma citrinellum*). *Ethol.*, 100: 230-241.
- 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.
- Ruohonen, K., Koskela, J., Vielma, J., and Kettunen, J., (2003). Optimal diet composition for European whitefish (*Coregonus lavaretus*): analysis of growth and nutrient utilization in mixture model trials. *Aquaculture*. 225:27-39.

- Santiago, C.B., and Lovell, R.T., (1988). Amino acid requirements of growth of Nile tilapia. *J.Nutr.*118:1540-1546.
- Sauter, J., Kaiser, H., Focken, U., Becker, K., (2007). *Panagrellus redivivus*, as a live food organism in the early rearing of the early of the catfish (*Synodontis petricola*). *Aquaculture Research*. 38:653-659.
- Seginer., I., (2008). A dynamic fish digestion assimilation model: oxygen consumption and ammonia excretion in response to feeding. *Aquaculture International*. 16(2):123-142.
- 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 ladia* (Hamilton). *J.Aquacult. Trop.*4 ;111-123.
- Siau, S., and Huang, S., (1989). Optimal dietary protein level for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O.aureus*) reared in seawater. *Aquaculture* 81:119-117.
- Smith-Grayton, P., and Keenleyside, M.H.A., (1978). Male – Female parental roles in the *Herotilapia multispinosa* (Pisces:Cichlidae). *Anim. Behav.*, 26(5): 20-526.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Léger, P., Tackaert, W., and Versichele, D., (1986). Manual for the culture and use of the brine shrimp *Artemia* in Aquaculture. Faculty of Agriculture, State University of Gent, Belgium. 224 p.
- Soriano-Salazar, M.B. and Hernandez-Ocampo, D. (2002). Tasa de crecimiento del pez angel *Pterophyllum scalare* en condiciones de laboratorio. *Acta Univers.*, 12(2):28-33.
- Southgate, P. (2003). Feeds and feed production. In «Aquaculture: farming aquatic animals and plants» Eds. J.S. Lucas & P.C. Southgate. Publ. Blackwell Publishing Oxford, England.
- Suresh, V. (2003). Tilapias. In « Aquaculture: farming aquatic animals and plants» Eds. J.S. Lucas & P.C. Southgate. Publ. Blackwell Publishing Oxford, England.
- Talbot, C., Cornellie, S., Korstaen, O., (1999). Pattern of feed intake in four species of fish under commercial farming conditions: implication of feeding management. *Aquaculture Research*, 30:509-518.
- Townshend, J.T and Wooton, J.R.(1984). Effects of food supply on the reproduction of the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum*. *J.Fish.Biol.*, 24:91-104.
- Tseves, N., Klaoudatos, S., Conides, A., (1992). Food conversion budget in the sea bass, *Dicentrarchus labrax*, fingerling under two different feeding frequency patterns. *Aquaculture*, 101:293-304.
- Usmani, N., Jafri. A.K., Khan, M.A., (2003). Nutrient digestibility studies in *Heteropneustes fossilis* (bloch), *Clarias batrachus* (Linnaeus) and *Clarias gariepinus* (Burvhell). *Aquaculture Research*, 34:1247-1253.
- Valasco-Santamariá Y., Corredor-Santamariá W. (2011) Nutritional requirement of freshwater ornamental fish: a review. *Rev. MVZ Córdoba*, 16(2): 2458-2469.
- Vanhaecke, P., De Vrieze, L., Tackaert, W., and Sorgeloos, P., (1990). The use of decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia* as direct food for carp *Cyprinus carpio* L. larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*. 21:257-262.
- Verhoef- Verhallen, E.(2003). Εγκυκλοπαίδεια του Ευοδρείου, Εκδόσεις Καρακατσώγλου 255 σελ.
- Verreth, J., (1994). Nutrition and related ontogenetic aspects in larvae of the African catfish *Clarias gariepinus*. DSc thesis, Department of Fish Culture and Fisheries, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 205 p.

- Verreth, J., and Den Bieman, H., (1987). Quantitative feed requirements of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell) larvae fed with decapsulated cysts of Artemia. I. The effect of temperature and feeding level. *Aquaculture*. 63:251-267.
- Vlachos, N., Mente, E., Hotos, G.N., Kormas, K., Tzoganis, C., Psafakis, P., and Neofitou, C. (2008). Commercial production of *Pterophyllum scalare* (Cn: angelfish, Pisces Cichlidae) in aquarium. 4th International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management Athens, Greece, November 21-22, 2008.
- Vlachos, N., Mente, E., Hotos, G.N., Kormas, K., Tzoganis, C., Psafakis, P., and Neofitou, C. (2008). Effect of food supply on the growth rate of angelfish, *Pterophyllum scalare* (Pisces Cichlidae) in aquarium. 4th International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management Athens, Greece, November 21-22, 2008.
- Vlahos, N., Hotos, G. & Kapetanios, N. (2004). The effect of temperature on the conditioning of the filter bed in aquaria. 2nd International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management. Athens 18-19 June 2004.
- 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.
- Wootton, R. J. (1982). Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. *Symp. zool. SOC. Lond.* 44: 133-159.
- Yamamoto, T., Shima, T., Furuitah., Sugita, T., Suzuki, N., (2007). Effect of feeding time, water temperature, feeding frequency and dietary composition on apparent nutrient digestibility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and common carp *Cyprinus carpio*. *Fisheries Science*, 73:161-170.
- Yamamoto, M.N. and Tagawa, W. A. (2000). Hawaii's native and exotic freshwater animals. Mutual Publishing, Honolulu, Hawaii. 200 p.
- Yanong, P.E.R. (1996). Reproductive management of fresh water Ornamental fish *Seminars in Avian and Exotic pet medicine*, 5(4):222-235.
- Zar, J.H., (1996). *Biostatistical analysis*, 3rd edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βλάχος, Ν., (2004) Ενυδρεία, Εργαστηριακές Σημειώσεις, 1^η έκδοση, In: Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, 135 σελ.
- Βλάχος, Ν.Γ., Χώτος, Γ., Βλάχος, Μ., και Ξενόγιαννη, Χ., (2000). Παραγωγή μικρής κλίμακας γόνου τροπικών και διακοσμητικών ψαριών. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Πρακτικά συνεδρίου, τόμος Ι: 207-210. Μεσολόγγι, 20-23 Ιανουαρίου, 2000.
- Βλάχος, Ν., (2008). Καλλιέργειες Διακοσμητικών ψαριών, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις, Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, 351 σελ.
- Βλάχος, Ν., Βασιλόπουλος, Μ., Μεντέ, Ε., Βιδαλής, Κ., Χώτος, Γ., Κατσέλης, Γ. (2012). Μορφομετρική εξέλιξη του λεκιθοφόρου νυμφικού σταδίου του είδους *Archocentrus nigrofasciatus* (Pisces: Cichlidae) σε σχέση με τη θερμοκρασία εκκόλαψης, 10^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας, 7-11 Μαΐου, Αθήνα. Πρακτικά, σελ: 187
- Παπουτσόγλου, Σ.Ε., (2008). Διατροφή Ιχθύων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Χώτος, Γ., (2006). Καλλιέργειες σε ανακυκλούμενα νερά, 1^η έκδοση, In:Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Μεσολογίου, 315 σελ.

Διαδικτυακή βιβλιογραφία

www.aquamedic.de

www.tsamisaquarium.gr