

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 επιπέδου
διατροφής στην ανάπτυξη και επιβίωση της
κιχλιδόζεμπρας *Archocentrus nigrofasciatus*»**

Κωνσταντίνος Σεραφής

**Επιβλέπων Καθηγητής
ΒΙΔΑΛΗΣ ΚΟΣΜΑΣ**

**Συνεπιβλέπων
ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΒΛΑΧΟΣ**

Μεσολόγγι 2015

Στους γονείς μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της πτυχιακής αυτής Δρ Βιδάλη Κοσμά για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή της έρευνας, όσο και κατά τη συγγραφή της διατριβής, καθώς και τα μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής, αποτελούμενη από τους Δρ Πούλο Κωνσταντίνο και Δρ Κανλή Γρηγόριο.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά το Δρ Βλάχο Νικόλαο συνεπιβλέπων της πτυχιακής, για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά του, τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή της έρευνας όσο και κατά την συγγραφή της πτυχιακής εργασίας καθώς και για την προμήθεια του εργαστηριακού υλικού.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω από καρδιάς τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει την επίδραση του διαφορετικού επιπέδου διατροφής στην επιβίωση και στο ρυθμό ανάπτυξης της κιχλιδόζεμπρας *Archocentrus nigrofasciatus*.

60 ψάρια μέσου βάρους $0,31 \pm 0,01$ g και μέσου μήκους $2,5 \pm 0,06$ cm τα οποία παρήχθησαν από θηλυκά άτομα του είδους *A.nigrofasciatus*, σε συνθήκες αιχμαλωσίας, τοποθετήθηκαν σε 6 ενυδρεία των 40 L. Τα ενυδρεία διαχωρίστηκαν σε τρεις ομάδες με τα αντίγραφα τους (ανά δύο) όπου παρέχονταν διαφορετικά επίπεδα διατροφής 2%, 5% και 7% αντίστοιχα του μέσου ζώντος βάρους (MZB) ψαριού στους 27 °C. Η διάρκεια του πειράματος ήταν 30 ημέρες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κιχλιδόζεμπρα που τρέφεται με 7% παρουσίασε στατιστικά σημαντικά υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης ($1,95 \pm 0,42$ %) σε σχέση με το μικρότερο επίπεδο διατροφής 2% ($1,02 \pm 0,52$ %) όπου παρουσίασε το μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης. Όταν τρέφεται με 5% ο ρυθμός ανάπτυξης είναι $1,71 \pm 0,36$ %. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος ($2,6 \pm 0,43$) όταν η κιχλιδόζεμπρα τρέφονταν με 7% σε σχέση με το 5% και 2% αντίστοιχα του MZB.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) ήταν μεγαλύτερος ($0,9 \pm 0,59$) στις κιχλιδόζεμπρες οι οποίες διατρέφονταν με 2% του ζώντος βάρους ψαριού και μικρότερος σε εκείνα που διατράφηκαν με 5% ($0,6 \pm 0,13$) και 7% ($0,4 \pm 0,09$) αντίστοιχα. Επίσης ο συντελεστής απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER) ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος όταν τρέφονταν με 7% του ζώντος βάρους ψαριού ($1,78 \pm 0,42$) σε σχέση με 2% ($0,33 \pm 0,17$) και 5% ($1,37 \pm 0,30$) αντίστοιχα. Ο μεγαλύτερος συντελεστής ευρωστίας (CF) παρουσιάστηκε στις κιχλιδόζεμπρες που σιτίστηκαν με 7% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού ($3,33 \pm 0,45$) σε σχέση με εκείνες που διατράφηκαν με 5% ($2,56 \pm 0,55$) και 2% ($1,8 \pm 0,18$) αντίστοιχα.

Λέξεις κλειδιά: *Archocentrus nigrofasciatus*, Επίπεδο διατροφής, επιβίωση, Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης, Αύξηση βάρους, Διατροφή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
Περίληψη.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Εμπόριο διακοσμητικών ψαριών.....	7
1.2. Βασικά χαρακτηριστικά της οικογένειας Cichlidae.....	8
1.2.1. Γεωγραφική κατανομή των <i>Cichlidae</i> και του <i>Archocentrus nigrofasciatus</i>	9
1.3. Περιγραφή του <i>A. nigrofasciatus</i> -Συστηματική κατάταξη.....	10
1.4. Συνθήκες Διαβίωσης στο Φυσικό και ελεγχόμενο περιβάλλον.....	11
1.5. Βιολογία του <i>Archocentrus nigrofasciatus</i>	12
1.6. Γονική φροντίδα.....	14
1.7. Διατροφή της κιχλιδόζεμπρας.....	15
1.7.1. Συχνότητα γευμάτων.....	16
1.8. Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ.....	18
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	18
2.1. Προμήθεια ιχθύων <i>Archocentrus nigrofasciatus</i>	18
2.2. Σύστημα εκτροφής-Συνθήκες εκτροφής.....	18
2.3. Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής.....	19
2.4. Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων.....	21
2.4.1. Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.).....	21
2.4.2. Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO ₂ ⁻ -N).....	22
2.4.3 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO ₃ ⁻ -N).....	22
2.5. Μετρήσεις μορφομετρικών δεδομένων.....	23
2.6. Διαχείριση ενυδρείων.....	25

2.7. Δείκτες αύξησης των ιχθύων	26
2.8. Στατιστική Ανάλυση	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	28
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	28
3.1 Φυσικοχημικοί παράμετροι νερού	28
3.2 Δείκτες ανάπτυξης των Ιχθύων και Επιβίωση	28
3.2.1 Επιβίωση	28
3.2.2 Βάρος-Μήκος Σώματος	29
3.2.3 Αύξηση ζώντος βάρους (WG) και ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR).....	29
3.3. Δείκτες αξιοποίησης, αποτελεσματικότητας και εκμετάλλευσης των συστατικών της τροφής.....	30
3.3.1 Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR)	30
3.3.2 Συντελεστής εκμετάλλευσης των συστατικών της τροφής (PER)	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ.....	31
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ	34
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	34
Abstract.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ.....	37
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εμπόριο διακοσμητικών ψαριών

Η καλλιέργεια διακοσμητικών ψαριών συγκαταλέγεται ανάμεσα στις δραστηριότητες (επαγγελματικές ή ερασιτεχνικές) με αυξημένο ενδιαφέρον κατέχοντας μια σημαντική θέση στη βιομηχανία του εμπορίου των ενυδρείων (Erdogan et al., 2010). Η αύξηση αυτή αποδίδεται κυρίως στη μεγάλη ζήτηση που παρατηρείται προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της αγοράς και οφείλεται στα πολυάριθμα τροπικά είδη ψαριών γλυκού και θαλασσινού νερού που εισήχθησαν στον τομέα του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών (Raja 2009).

Οι ποικίλοι χρωματισμοί, τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν, το περιβάλλον εκτροφής, η αναπαραγωγική διαδικασία καθώς και η τεχνοτροπία κατασκευής και αρχιτεκτονικής ενός ενυδρείου είναι από τους παράγοντες που συντελούν στην αύξηση του ενδιαφέροντος τόσο των επαγγελματιών όσο και των ερασιτεχνών εκτροφέων (Axelrod & Sweeney 1992). Στην πλειοψηφία τους τα εμπορικά είδη προέρχονται κυρίως από τη Βραζιλία από τις λίμνες της Νοτίου Αφρικής όπως για παράδειγμα τη λίμνη Μαλάουι, Τανγκανίκα και Βικτώρια καθώς επίσης και από τη Νότια και την Κεντρική Αμερική καθώς και της χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας. Το εμπόριο των ειδών που προέρχονται από τις περιοχές αυτές στηρίζεται κυρίως στην εξαλίευση αγρίων ατόμων από το φυσικό περιβάλλον (Lim et al., 2002). Ο τομέας των διακοσμητικών ψαριών και εν γένει των ενυδρείων είναι ένας επικερδής τομέας με το μέσο ετήσιο κέρδος να αγγίζει τα 7,2 δις. δολάρια ετησίως (Chong 2003). Οι κυριότερες αγορές είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Η.Π.Α), η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε) και σε μικρότερο βαθμό η Ιαπωνία (Wabnitz & Taylor 2003).

Το εμπόριο των ενυδρείων παγκοσμίως, προϋποθέτει την ανάπτυξη δομών για τα κράτη τα οποία στηρίζονται κυρίως στις εξαγωγές περιλαμβάνοντας την ακόλουθη εμπορική δομή: αλιείς-ψαράδες, χονδρέμποροι, μεσάζοντες και εξαγωγείς. Τα κράτη τα οποία στηρίζονται στις εισαγωγές διακοσμητικών ψαριών και όχι στην πρωτογενή παραγωγή οι εμπορικές δομές οργανώνονται με την εξής αλληλουχία: εισαγωγείς, χονδρέμποροι και λιανοπωλητές (Βλάχος 2010). Η πώληση των διακοσμητικών

ψαριών γίνεται από τους αλιείς, τους παραγωγούς και τους διαμεσολαβητές ή χονδρέμπορους, σε τοπικά δίκτυα ή σε εμπορικά δίκτυα άλλων χωρών. Επίσης τα προϊόντα ενυδρείων συμπεριλαμβανομένων και των ψαριών να πωλούνται από εμπόρους λιανικής με επακόλουθο την αύξηση της τιμής των προϊόντων ενώ το αντίτιμο καταβάλλεται από τους αγοραστές μέσω ειδικών καταστημάτων (pet shop).

Περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη του εμπορίου των διακοσμητικών ψαριών αποτελεί το αυξημένο κόστος παρασκευής των τροφών. Το κόστος παρασκευής των τροφών στα διακοσμητικά ψάρια είναι 10-60 φορές υψηλότερο από εκείνο των εδώδιμων ειδών. Οι τιμές των τροφών ποικίλουν μεταξύ τους ανάλογα με το είδος του διακοσμητικού ψαριού. Μια άλλη παράμετρος η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι οι μικρές συσκευασίες στις οποίες τυποποιούνται οι τροφές των διακοσμητικών ψαριών με τη μεγαλύτερη να φθάνει σε βάρος 0,5 kgr σε αντίθεση με εκείνη των υδατοκαλλιεργειών όπου η μικρότερη συσκευασία φτάνει τα 22 kgr (Erdogan et al., 2010). Οι κύστες artemia θεωρούνται από τις σπουδαιότερες τροφές στην εκτροφή των διακοσμητικών ψαριών, η υψηλή τιμή οδηγεί σε αύξηση του κόστους εκτροφής με αποτέλεσμα τη χρησιμοποίηση εναλλακτικών και φθηνότερων τύπων τροφών ώστε να διατηρείται το κόστος σε ανταγωνιστικά επίπεδα (Lim et al., 2003).

1.2. Βασικά χαρακτηριστικά της οικογένειας Cichlidae

Ένα χαρακτηριστικό και μοναδικό ανατομικό γνώρισμα που παρουσιάζουν τα μέλη της οικογένειας *Cichlidae* είναι η παρουσία φαρυγγικών οδόντων που περιγράφονται σύμφωνα με τους Barley & Coleman (2010) ως συστοιχία μυών σε σειρά τα οποία απαντώνται στο άνω και κάτω τμήμα του φάρυγγα και χρησιμοποιούνται για την σύνθλιψη της τροφής. Τα φαρυγγικά δόντια λειτουργούν ως κριτήριο διαφοροποίησης σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψαριών. Ο Rogers (1995) αναφέρει ότι είναι από τις μεγαλύτερες πολυπληθείς οικογένειες απαριθμώντας 1300 είδη και 105 γένη, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ειδών.

Η πολυπλοκότητα τους, εστιάζεται στις διαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα στα είδη οι οποίες εστιάζονται στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, στη συμπεριφορά, στην επιθετικότητα, στα μορφομετρικά χαρακτηριστικά, στην

αναπαραγωγική δραστηριότητα, στις διατροφικές συνήθειες και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού εκτροφής (Grant et al., 2000). Βασικό ταξινομικό εργαλείο αποτελεί η μορφολογική διαφοροποίηση του σώματος με αποτέλεσμα να αποτελεί ταξινομικό κριτήριο. Για παράδειγμα στα είδη όπου παρατηρείται τριγωνικό σχήμα σώματος όπως για παράδειγμα στο γένος *Pterophyllum*, στα είδη που παρατηρείται δισκοειδές σχήμα σώματος όπως παρατηρείται στο γένος *Symphysodon* και στα είδη που παρατηρείται επίμηκες και ατρακτοειδές ή κυλινδρικό σχήμα σώματος όπως στα γένη *Crenicichla* και *Archocentrus* (Nelson 2006)

1.2.1. Γεωγραφική κατανομή των *Cichlidae* και του *Archocentrus nigrofasciatus*

Τα περισσότερα μέλη της οικογένειας *Cichlidae* απαντώνται στα ποτάμια και λίμνες της Νότιας (Βραζιλία, Περού) και Κεντρικής Αμερικής (Παναμάς, Γουατεμάλα, Μεξικό), τις λίμνες της Ανατολικής Αφρικής (Βικτώρια, Τανγκανίκα, Μαλάουι) και σε ποτάμια της Δυτικής Αφρικής (Εικ.1). Σε μικρότερο ποσοστό απαντώνται στην Ασία, Βόρεια Αμερική και σε νησιά της Μαδαγασκάρης. Το είδος *Archocentrus nigrofasciatus* απαντάται στις λίμνες και τα ποτάμια της κεντρικής Αμερικής (Lehtonen & Lindstrom 2008).



Εικόνα 1: Γεωγραφική κατανομή της οικογένειας *Cichlidae*
(Πηγή: www.mongabay.com)

1.3.Περιγραφή του *A.nigrofasciatus*-Συστηματική κατάταξη

Η κιχλιδόζεμπρα *Archocentrus nigrofasciatus* (Εικ.2) ανήκει στα περκόμορφα (Πιν.1) και είναι από τα πρώτα διακοσμητικά είδη ψαριών που εισήχθηκε στο εμπόριο των ενυδρείων με την κοινή εμπορική ονομασία convict cichlid (Lavery & Keenleyside 1990). Είναι από τους σημαντικούς εκπροσώπους της οικογένειας *Cichlidae* και είναι παμφάγο (Yamamoto & Tagawa 2000, Verhoef-Verhallen 2003).

Πίνακας 1: Συστηματική κατάταξη του *A. nigrofasciatus* (Πηγή: Βλάχος 2010).

Συστηματική κατάταξη	
Βασίλειο:	Animalia
Συνομοταξία:	Chordata
Κλάση:	Actinopterygii
Τάξη:	Perciformes
Οικογένεια:	Cichlidae
Γένος:	Archocentrus (Schmitter-Soto 2007)
Είδος:	<i>A. nigrofasciatus</i> (Günther, 1867)

Τα εντυπωσιακά χρώματα, οι συνήθειες ζευγαρώματος, το σχήμα της, το συνιστούν ένα από τα πιο δημοφιλή διακοσμητικά ψάρια ενυδρείων (Barley & Coleman 2010). Είναι φιλήσυχο, γονοχωριστικό και παρουσιάζει αυξημένη γονική φροντίδα. Το μήκος ενός ώριμου αρσενικού ατόμου κυμαίνεται από 15 cm έως 25 cm, ενώ το μήκος του θηλυκού είναι περίπου 10 cm (Bernstein 1980).



Εικόνα 2: *Archocentrus nigrofasciatus* (Πηγή: Βλάχος 2010)

1.4. Συνθήκες Διαβίωσης στο Φυσικό και ελεγχόμενο περιβάλλον

Το *A. nigrofasciatus* είναι ενδημικό είδος που ζει στις λίμνες και τα ποτάμια της κεντρικής Αμερικής, σε ελαφρώς τρεχούμενα νερά και συνήθως απαντάται σε περιοχές όπου έχουν δημιουργηθεί μικρές σπηλιές από πέτρες ή βυθισμένα κλαδιά (Rogers 1995). Ζει σε μετρίως όξινα ή ελαφρώς αλκαλικά νερά (6,6-7,5). Αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες και επιβιώνει σε ηφαιστειογενείς λίμνες σε υψόμετρο 1500 m (Gumm & Itzkowitz 2007). Οι Barley & Coleman (2010) αναφέρουν ότι ζει σε περιβάλλον με το pH να κυμαίνεται από 6,6 έως 7,8 την αλκαλικότητα να είναι 63-77 ppm CaCO₃ και η θερμοκρασία του νερού να κυμαίνεται από 20 °C έως 28 °C.

Σε συνθήκες εκτροφής, τα επίπεδα της ολικής αμμωνίας (T.A.N) και τα νιτρώδη ιόντα (NO₂⁻-N) είναι σε μηδενικά επίπεδα, ενώ η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων (NO₃⁻-N) κυμαίνονται από 10 έως 20 ppm, ώστε να διασφαλίζεται η άριστη λειτουργία του βιολογικού φίλτρου του ενυδρείου (Yamamoto & Tagawa 2000, Vlachos et al., 2008). Το ενυδρείο στο οποίο φιλοξενούνται κιχλίδες αφενός μεν είναι μεγάλου όγκου μιας και τα ψάρια χαρακτηρίζονται από αυξημένη κολυμβητική δραστηριότητα και αφετέρου δε περιλαμβάνει βράχους οι οποίοι χρησιμοποιούνται για φωλιές από τα ψάρια. Τα διακοσμητικά που προστίθενται στο ενυδρείο (ρίζες ξύλων, φυτά, πέτρινες κατασκευές, κελύφη σαλιγκαριών, κελύφη οστράκων κλπ), εξαρτώνται από το φυσικό περιβάλλον που ζει το εκάστοτε είδος και πρόκειται να «φιλοξενηθεί» στο ενυδρείο (Βλάχος, 2010).

Συνήθως, τα περισσότερα μέλη της οικογένειας των κιχλίδων, αρέσκονται να ζουν σε θερμοκρασίες νερού που κυμαίνονται κατά μέσο όρο από 20 °C έως 27 °C (Robert & Keenleyside 1990), εξαίρεση αποτελεί το είδος *Symphysodon discus*, όπου η θερμοκρασία διαβίωσης και αναπαραγωγής είναι 30 °C -31°C.

1.5. Βιολογία του *Archocentrus nigrofasciatus*

Το *Archocentrus nigrofasciatus*, ανήκει στην κατηγορία των διακοσμητικών ψαριών, που αναπαράγονται με γρήγορους ρυθμούς ενώ παρουσιάζει αυξημένη προσαρμοστική ικανότητα. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχημένη και ελεγχόμενη αναπαραγωγή στο φυσικό και σε ελεγχόμενο περιβάλλον είναι η ποιότητα του νερού (Lavery & Keenleyside 1990). Παρουσιάζει αυξημένη ανθεκτικότητα, επιβίωση, ανάπτυξη και αναπαραγωγή σε σχετικά μεγάλο εύρος συνθηκών όπως η σκληρότητα του νερού (1-20 °dH), η θερμοκρασία νερού (20-29 °C) και το pH (6,5 -7,5) (Vlachos et al., 2008).

Την περίοδο αναπαραγωγής γίνονται επιθετικά (Rathasapathi et al., 1992), λόγω οριοθέτησης και προστασίας της περιοχής ωοτοκίας τους (Εικ.4), ώστε να κατασκευάσουν τη φωλιά για να εναποθέσουν τα αυγά τους (Rogers 1995). Σε συνθήκες αιχμαλωσίας η σεξουαλική ωριμότητα αρχίζει σε ηλικία 100-120 ημερών με το μέγιστο μέσο ολικό μήκος να είναι 15 cm για το θηλυκό και 10 cm για το αρσενικό (Barley & Coleman 2010). Η αποτελεσματικότητα της αναπαραγωγής εξαρτάται από τη διατήρηση των ψαριών στο ενυδρείο (Εικ. 3) και η συνύπαρξή τους με άλλα είδη ψαριών ή άλλα άτομα του ίδιου είδους (Lavery & keenleyside, 1990).



Εικόνα 3: Οριοθέτηση περιοχής αναπαραγωγής (Πηγή: Βλάχος 2010)

Ο μέγιστος αριθμός των ψαριών στα ενυδρεία αναπαραγωγής όγκου (>100L), είναι τουλάχιστον δύο ζευγάρια, σε σχέση με τα μικρότερου όγκου ενυδρεία (< 80L) όπου προστίθεται ένα μόνο ζευγάρι. Η συνήθης αναλογία αρσενικού : θηλυκού είναι 1 ♂ : 1 ♀ (για ενυδρεία 40-80 L) ή 1 ♂ : 3 ♀ (για ενυδρεία >100L). Σε περίπτωση, που στο ίδιο το ενυδρείο τοποθετηθούν περισσότερα από ένα ζευγάρια (τουλάχιστον

δύο), τότε το καθ' ένα ελέγχει μια συγκεκριμένη περιοχή στο ενυδρείο για 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 περιοχών αναπαραγωγής περιλαμβάνει πέτρες, κεραμικά υλικά ή διάφορες τεχνητές κατασκευές από πολυουρεθάνη, παρόλο που στις περισσότερες περιπτώσεις αρσενικό και θηλυκό σκάβουν μικρούς λάκκους στον πυθμένα του ενυδρείου, για τη δημιουργία φωλιάς και εναπόθεση των αυγών (Πιν.2) (Lavery & Keenleyside 1990).

Πίνακας 2 Αναπαραγωγικοί χαρακτήρες του *A. nigrofasciatus*.

Αναπαραγωγικοί χαρακτήρες	
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: Βλάχος 2008).

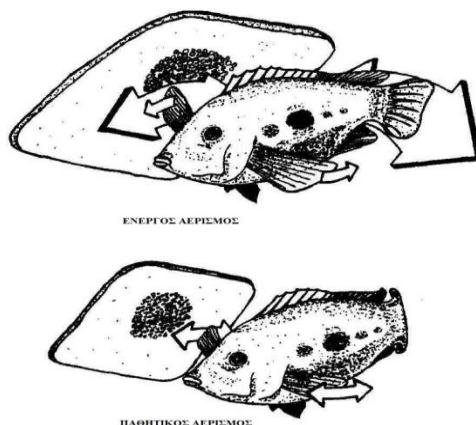
Η διατροφή και η διαθεσιμότητα του σιτηρεσίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την συχνότητα αναπαραγωγής, τον αριθμό των παραγόμενων αυγών και το ρυθμό εκκόλαψης των ψαριών (Wootton 1982). Ο αριθμός των αυγών εξαρτάται από το σωματικό βάρος του θηλυκού. Για παράδειγμα ένας θηλυκός γεννήτορας μέσου βάρους 3,5 gr μπορεί να παράξει μέχρι 188 αυγά. Η

διάρκεια επώασης είναι 3 ημέρες ή 72 ώρες, ενώ η απορρόφηση του λεκιθικού σάκου διαρκεί 3 ημέρες (Lavery & Keenleyside 1990).

1.6. Γονική φροντίδα

Ο όρος γονική φροντίδα περιγράφει μια αλληλουχία γεγονότων τα οποία λαμβάνουν χώρα κατά την αναπαραγωγική διαδικασία του ψαριού και περιλαμβάνει την οριοθέτηση της περιοχής ωοτοκίας, την προστασία αυγών (και τα δυο άτομα συμβάλουν στον αερισμό των αυγών) και νεοεκκολαπτόμενων λαρβών και την ανατροφή των ιχθυδίων. Διαρκεί έως τη χρονική στιγμή όπου τα νεαρά ιχθύδια αρχίζουν να διατρέφονται εξωγενώς (Gross & Sargent 1985). Η κιχλιδόζεμπρα *Archocentrus nigrofasciatus* ανήκει στην κατηγορία των ψαριών που εναποθέτουν τα αυγά τους σε υπόστρωμα αναπτύσσοντας γονική φροντίδα (Zoran et al., 1983, Nakazawa & Yamamura 2009).

Τα ψάρια που εναποθέτουν τα αυγά τους σε υπόστρωμα δημιουργούν δίνες αέρα μέσω της συνεχόμενης κίνησης του θωρακικού, κοιλιακού και εδρικού πτερυγίου πάνω από τη μάζα των αυγών ή των νεαρών ιχθυδίων απομακρύνοντας την εναπόθεση ιζημάτων και τα χαλασμένα αυγά. Η κιχλιδόζεμπρα κατά τη διάρκεια της επώασης των αυγών επιδεικνύει τον παθητικό και ενεργητικό αερισμό στα αυγά (Εικ. 5). Τα αυγά που εναποτίθενται στο υπόστρωμα ενεργούν ως υποδοχείς οξυγόνου επειδή τα επίπεδα οξυγόνου στην επιφάνεια του αυγού είναι χαμηλότερα απ' ό τι στο νερό.



Εικόνα 4. Ενεργητικός και Παθητικός αερισμός των αυγών της κιχλιδόζεμπρας (Πηγή: Zoran et al., 1983).

1.7. Διατροφή της κιχλιδόζεμπρας

Η διατροφή των ιχθύων κατά τη διαδικασία της παραγωγής, συνιστά τον πιο σημαντικό παράγοντα με τον οποίο καθορίζεται το κόστος της συνολικής παραγωγής. Η διατροφή είναι υψίστης σημασίας για την ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας των διακοσμητικών ψαριών, το ρυθμό ανάπτυξης, την ποιότητα του τελικού προϊόντος καθώς και την πιθανή επιβάρυνση του υδάτινου περιβάλλοντος (Παπουτσόγλου 2008). Τα χαρακτηριστικά της τροφής (ζωντανή ή τεχνητή, βυθιζόμενη επιπλέουσα, το μέγεθος, η υφή, η σκληρότητα των κόκκων κλπ) θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του οργανισμού που πρόκειται να εκτραφεί. Η συχνότητα χορήγησης των γευμάτων, το ημερήσιο επίπεδο διατροφής, η χορήγηση του σιτηρεσίου, ο εξοπλισμός και το ανθρώπινο δυναμικό επηρεάζουν το ρυθμό ανάπτυξης του ψαριού και το συντελεστή αξιοποίησης της τροφής.

Η διατροφική συμπεριφορά, ο διατροφικός τύπος (σαρκοφάγα, φυτοφάγα, παμφάγα) και ο ρυθμός διατροφής χαρακτηρίζουν τη διατροφική ηθολογία του είδους (Παπουτσόγλου 2008). Το τελικό αποτέλεσμα της εκτροφής, καθορίζεται από την ποσότητα της προσλαμβανόμενης τροφής, τις διεργασίες πέψης, το βαθμό απορρόφησης των προϊόντων της πέψης και τέλος από την αξιοποίηση των προϊόντων αυτών κατά την διάρκεια των μεταβολικών διεργασιών (Παπουτσόγλου 2008).

Τα είδη των ψαριών που εκτρέφονται παρουσιάζουν διαφορετικές διατροφικές απαιτήσεις και συνήθειες, με αποτέλεσμα οι διατροφικές αγωγές που εφαρμόζονται να ικανοποιούν τις απαιτήσεις αυτές ανάλογα με το είδος του ψαριού που εκτρέφεται. Οι διατροφικές αγωγές που εφαρμόζονται, αποσκοπούν στη βέλτιστη ανάπτυξη του ψαριού και να αποφεύγονται προβλήματα υποσιτισμού ή υπερσιτισμού. 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 νερού εκτροφής, διαταράσσοντας την ισορροπία του βιολογικού φίλτρου (Cho & Bureau 2001).

Το σιτηρέσιο στα ψάρια χορηγείται υπό την προϋπόθεση να εξασφαλίζεται η καλύτερη ανάπτυξη και να διασφαλίζεται η μέγιστη 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, την διαθεσιμότητα της φυσικής τροφής και το ενεργειακό προφίλ του σιτηρεσίου. Η παρεχόμενη τροφή χορηγείται είτε μέχρι κορεσμού (*ad libitum*), είτε σε κάποιο επίπεδο διατροφής (% του ζώντος βάρους) μικρότερο του κορεσμού. Η βέλτιστη ανάπτυξη επιτυγχάνεται όταν η ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγείται στο ψάρι, είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα με την οποία ο οργανισμός καταναλώνει την τροφή για να συντηρηθεί και μικρότερη από το επίπεδο κορεσμού (Erol Dogan et al., 2008).

Η συχνότητα διατροφής και η ημερήσια ποσότητα τροφής εξαρτάται από το μέγεθος του ψαριού. Τα μικρά ψάρια έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε πρωτεΐνη και ενέργεια, εξαιτίας του μεταβολικού ρυθμού, με αποτέλεσμα να χρειάζονται μικρές ποσότητες τροφής ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, τα ιχθύδια τσιπούρας μέσου βάρους 0,25g 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 (Fosnshell & Hinshaw 2008).

1.7.1. Συχνότητα γευμάτων

Η συχνότητα των γευμάτων ποικίλει μεταξύ των ειδών και εξαρτάται από την ηλικία και το μέγεθος του ψαριού (μήκος, βάρος). Η συχνότητα τροφοληψίας και η συνολική ημερήσια ποσότητα τροφής, είναι συνάρτηση του βάρους του ψαριού. Κατά την περίοδο εκτροφής συστήνεται η χορήγηση μεγάλου αριθμού γευμάτων, ενώ μετά την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου, ο αριθμός των γευμάτων, βαθμιαία θα πρέπει να μειώνεται σε 3 με 2 με την αύξηση του μεγέθους των ιχθύων, μέχρι επίτευξης του εμπορεύσιμου βάρους τους (Παπουτσόγλου 2008).

Η αυξημένη συχνότητα γευμάτων επηρεάζει την ανάπτυξη των ιχθυδίων (στάδιο λεκιθοφόρων και ατελών ιχθυδίων) διότι βελτιώνει την επιβίωση, το ρυθμό αύξησης και την εκμετάλλευση της τροφής λόγω του υψηλού μεταβολικού ρυθμού που παρατηρείται (Barrows & Hardy 2004). Η συχνότητα των γευμάτων βελτιώνει το ρυθμό ανάπτυξης του ψαριού, τον συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής, τη

μετατρεψιμότητα της τροφής, τη χημική σύσταση του σώματος, την παραλλακτικότητα του βάρους, την επιβίωση, τον συντελεστή ευρωστίας, την ποιότητα νερού και την πεπτικότητα των συστατικών της τροφής (Yamamoto et al., 2007). Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο γευμάτων παίζει σημαντικό ρόλο από τον συνολικό αριθμό των ημερήσιων γευμάτων. Επίσης, η ποσότητα του γεύματος επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το χρόνο διέλευσης της τροφής από τον πεπτικό σωλήνα (Lazo et al., 1998).

Η υπερβολική συχνότητα γευμάτων και η μη κατάλληλα προσαρμοσμένη ποσότητα τροφής ανά γεύμα οδηγούν στην αύξηση του ρυθμού με τον οποίον η τροφή κινείται μέσω του πεπτικού σωλήνα, με αποτέλεσμα ο χρόνος παραμονής της τροφής στον πεπτικό σωλήνα να μην είναι αρκετά μεγάλος για αποτελεσματικότερη πέψη της τροφής και απορρόφησης των θρεπτικών ουσιών (Yamamoto et al., 2007). Συνεπώς, η συχνότητα των ημερήσιων γευμάτων είναι συνυφασμένη με την ώρα χορήγησης της τροφής, την ποσότητα της τροφής ανά γεύμα και του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί μεταξύ των γευμάτων. Η βέλτιστη αξιοποίηση της τροφής και των συστατικών της παρατηρείται όταν η χορήγηση της τροφής λαμβάνει χώρα ανάλογα με τους φυσικούς διατροφικούς ρυθμούς τους (Hossain et al., 2001).

1.8. Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να μελετηθεί για πρώτη φορά η επίδραση του διαφορετικού επιπέδου διατροφής (3%, 5% και 7%) στην επιβίωση και ανάπτυξη της τροπικής κιχλιδόζεμπρας *Archocentrus nigrofasciatus* σε συνθήκες αιχμαλωσίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1. Προμήθεια ιχθύων *Archocentrus nigrofasciatus*

Το πείραμα διεξήχθη στην εργαστηριακή μονάδα των ενυδρείων του τμήματος Τεχνολόγων Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας. Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 60 άτομα *Archocentrus nigrofasciatus* (κιχλιδόζεμπρα) σε θερμοκρασία 27 °C, τα οποία προήλθαν από αναπαραγωγή γεννητόρων που διατηρούνταν σε συνθήκες αιχμαλωσίας στο εργαστήριο για διάστημα ενός έτους.

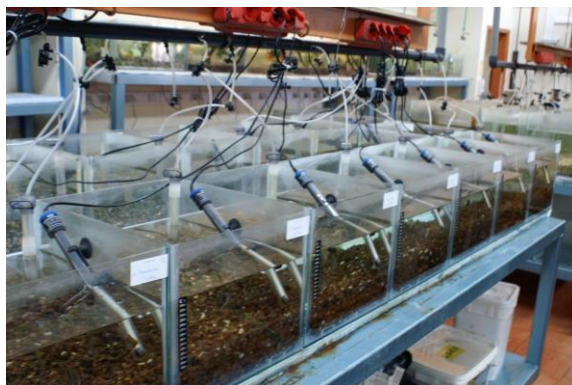
2.2. Σύστημα εκτροφής-Συνθήκες εκτροφής

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 60 άτομα κιχλιδόζεμπρας τα οποία τοποθετήθηκαν στα ενυδρεία κύριας ανάπτυξης ανά δέκα άτομα (10) σε συνολικά έξι (6) υάλινα ενυδρεία διαστάσεων 25*40*34 cm συνολικού ωφέλιμου όγκου 40 L με τα αντίγραφα τους (Εικ.5). Οι κιχλιδόζεμπρες που διατράφηκαν με Ε.Δ 2% του βάρους είχαν μέσο βάρος $0,31 \pm 0,02$ g και μέσο μήκος $2,5 \pm 0,06$ cm, ενώ εκείνες που διατράφηκαν με Ε.Δ 5% του ζώντος βάρους είχαν μέσο βάρος $0,31 \pm 0,01$ g και μέσο μήκος $2,5 \pm 0,26$ cm. Τα άτομα της κιχλιδόζεμπρας που διατράφηκαν με Ε.Δ 8% του ζώντος βάρους ψαριού είχαν μέσο βάρος $0,31 \pm 0,01$ g και μέσο μήκος $2,4 \pm 0,04$ cm.

Σε όλα τα πειραματικά ενυδρεία προστέθηκε γλυκό νερό βρύσης ολικής σκληρότητας 12 °dH. Τα ψάρια αναισθητοποιήθηκαν με phenoxythanol (0,25 ml/L), ζυγίστηκαν και μετρήθηκαν τα μορφομετρικά τους χαρακτηριστικά, αρχικό βάρος (μέσο βάρος \pm Τ.Σ) και αρχικό μήκος (μέσο μήκος \pm Τ.Σ). Τα ενυδρεία διαχωρίστηκαν σε τρεις διατροφικές μεταχειρίσεις όπου το επίπεδο διατροφής ήταν 2%, 5% και 8% αντίστοιχα.

Η παροχή ατμοσφαιρικού αέρα στο νερό, υπό τη μορφή μικροσκοπικών φυσαλίδων, γινόταν με τη χρήση ελαστικών σωληνίσκων η απόληξη των οποίων κατέληγε σε διαχυτές αέρα, τοποθετημένες στον αερωσώληνα του βιολογικού φίλτρου βυθού. Ο αερισμός διατηρήθηκε σε επίπεδα κορεσμού και ήταν της τάξης του 85%. Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας στα επιθυμητά επίπεδα (27 °C)

χρησιμοποιήθηκαν θερμοστάτες τιτανίου (TH 300,100W) και T- controller (T2001 HC AQUAMEDIC). Στα πειραματικά ενυδρεία τοποθετήθηκε ψευδοπυθμένας ο οποίος συνδεόταν με αεροσωλήνα, ενώ για τη δημιουργία του φίλτρου βυθού προστέθηκε πορώδες χαλίκι (λάβα) μέσου διαμετρήματος $0,92\pm 0,28$ cm ώστε να δημιουργηθεί ταχύτητα φιλτραρίσματος $1,11\pm 0,23$ cm/min. Σε όλα τα πειραματικά ενυδρεία ο φωτισμός ήταν φυσικός και παρέχονταν ατμοσφαιρικός αέρας από αυτοματοποιημένο σύστημα παροχής αέρα.



Εικόνα 5. Πειραματικά ενυδρεία εκτροφής της κιχλιδόζεμπρας (Πηγή: Βλάχος 2010)

2.3. Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής

Το πρόγραμμα διατροφής διήρκησε 30 ημέρες, ενώ η ποσότητα του σιτηρεσίου προσδιορίστηκε με βάση το επίπεδο διατροφής το οποίο ήταν 2%, 5% και 8% αντίστοιχα του μέσου βάρους ζώντος ψαριού και διατηρήθηκε σταθερό καθ' όλη την πειραματική διαδικασία. Η χορήγηση της τροφής γίνονταν με το χέρι επτά φορές την εβδομάδα, ανά τέσσερις ώρες τρεις φορές στη διάρκεια της ημέρας (09:00, 13:00 και 17:00), για καλύτερη διαχείριση της παρεχόμενης ποσότητας τροφής.

Ο τύπος της τροφής που χρησιμοποιήθηκε ήταν σύμπηκτα τα οποία περιείχαν 49,2 % ολικές αζωτούχες ουσίες και 11,3 % ολικές λιπαρές ουσίες (Πιν. 2). Κάθε 15 μέρες γινόταν καταμέτρηση του βάρους και του μήκους των ατόμων και ανάλογα με την αύξησή τους υπολογιζόταν εκ νέου η ποσότητα της τροφής που χορηγούνταν στα ενυδρεία.

Η ημερήσια ποσότητα της τροφής που χορηγούνταν στα ψάρια υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο $F = MB \cdot E \cdot \Delta \% \cdot A \cdot \Psi$ το οποίο μοιράζονταν σε τρία ισόποσα γεύματα κάθε 4 ώρες από Δευτέρα έως Κυριακή (Πιν. 3).

Όπου F: Τροφή (g)

M.B: Μέσο Βάρος ζώντος ψαριού (g)

A.Ψ: Αριθμός Ψαριών

E.Δ : Επίπεδο διατροφής (%)

Επίσης, τα ψάρια δεν σιτίζονταν μία ημέρα πριν την ημέρα του ατομικού ζυγίσματος κάθε διατροφικής μεταχείρισης (ανά 15 ημέρες), προκειμένου να γίνει αναπροσαρμογή της ποσότητας του σιτηρεσίου.

Πίνακας 2: Ποσοστιαία σύσταση τροφών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία.

Χημική σύσταση (%)	
Ολικές αζωτούχες ουσίες	49,20±1,10
Ολικές λιπαρές ουσίες	11,25±0,23
Τέφρα	7,33±0,24
Ινώδεις ουσίες	1,70
Υδατάνθρακες ¹	24,97±1,71
Υγρασία	7,28±0,83
Ενέργεια (Mj/Kg) ²	23,57±0,16

¹ Το ποσοστό των υδατανθράκων εκτιμήθηκε με αφαίρεση από το 100 του συνόλου των ποσοστών πρωτεΐνης, λιπιδίων και τέφρας.

² Η ολική ενέργεια υπολογίστηκε ως άθροισμα των επιμέρους ολικών ενεργειών που προσφέρει κάθε θρεπτικό συστατικό λαμβάνοντας υπ' όψη τους συντελεστές 5,64, 9,44 και 4,11 για τις πρωτεΐνες, τα λιπίδια και τους υδατάνθρακες, αντίστοιχα.

Πίνακας 3: Χορηγούμενη ποσότητα τροφής και αριθμός γευμάτων

Τύπος τροφής:	0-15 ημέρες			15-30 ημέρες		
Σύμψηκτα	1 ^ο γεύμα	2 ^ο γεύμα	3 ^ο γεύμα	1 ^ο γεύμα	2 ^ο γεύμα	3 ^ο γεύμα
Διατροφική μεταχείριση A (2%)	0,10	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13
Διατροφική μεταχείριση B (5%)	0,15	0,15	0,15	0,29	0,29	0,29
Διατροφική μεταχείριση Γ (8%)	0,24	0,24	0,24	0,45	0,45	0,45

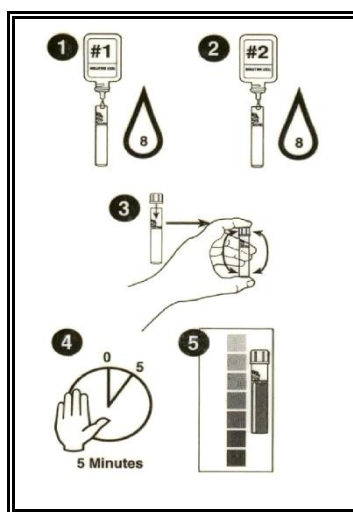
2.4. Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων

Κάθε δυο ημέρες πραγματοποιούνταν καταγραφή των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού (Πιν. 4), σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα 1 ώρα πριν από το πρώτο γεύμα. Το νερό το οποίο χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος ήταν νερό βρύσης ολικής σκληρότητα $GH=12$ °dH και ανθρακικής σκληρότητα $KH=8$ °dH. Η μέτρηση της θερμοκρασίας γινόταν με τη χρήση ηλεκτρονικού θερμομέτρου προκειμένου να σταθεροποιηθεί η ένδειξη του T-CONTROL. Οι αποκλίσεις της θερμοκρασίας των ενυδρείων σε όλη τη διάρκεια του πειράματος ήταν $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Οι μετρήσεις αζωτούχων παραγώγων γίνονταν κάθε δύο χρωματομετρικά.

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

Η διαδικασία μέτρησης της ολικής αμμωνίας (ppm) (T.A.N) περιγράφεται ως εξής (Εικ. 6):

- 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.

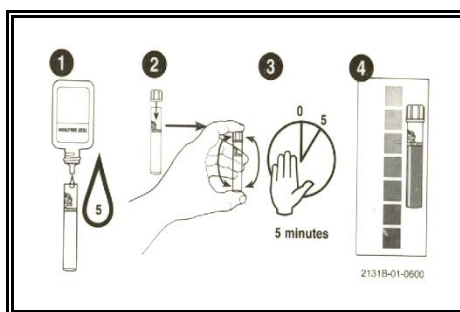


Εικόνα 5. Διαδικασία και κλίμακα μέτρησης αμμωνίας (Πηγή: Βλάχος 2004).

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

Η διαδικασία μέτρησης των νιτρωδών ιόντων (ppm) (NO_2^- -N) περιγράφεται ως εξής (Εικ. 6):

- 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.

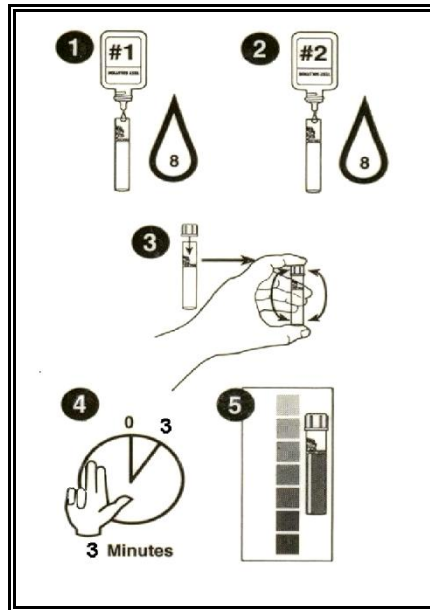


Εικόνα 6. Διαδικασία και κλίμακα μέτρησης νιτρωδών ιόντων (Πηγή: Βλάχος 2004).

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

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

- 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 νιτρικών ιόντων (Πηγή: Βλάχος 2004).

2.5. Μετρήσεις μορφομετρικών δεδομένων

Το πείραμα στηρίχθηκε στην αναλογία ανάπτυξης ατόμων-σιτηρεσίου. Η ταυτοποίηση της ανάπτυξης γινόταν με βάση τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των ιχθύων. Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας πραγματοποιούνταν μετρήσεις βάρους και ολικού μήκους σε κάθε ένα από τα 60 άτομα κιχλιδόζεμπρας (Πιν. 4). Η επιλογή των ψαριών για την πειραματική διαδικασία έγινε με κριτήριο τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά τους (βάρος-μήκος). Η χρονική διάρκεια της κύριας ανάπτυξης ήταν 30 ημέρες. Η πρώτη μέτρηση των μορφομετρικών δεδομένων έγινε στην αρχή της πειραματικής διαδικασίας κατά τη διάρκεια της επιλογής ατόμων από το εργαστήριο. Αρχικά μετρήθηκε το βάρος τους ($M.B. \pm T.Σ$) και το μήκος τους ($M.M \pm T.Σ$).

Πίνακας 4. Μετρήσεις αρχικού ολικού μήκους και αρχικού ολικού βάρους για την κιχλιδόζεμπρα στους 27 °C.

Ε.Δ		Ε.Δ				Ε.Δ					
2%		5%				8%					
ΕΝΥΔΡΕΙΟ 1		ΕΝΥΔΡΕΙΟ 2		ΕΝΥΔΡΕΙΟ 3		ΕΝΥΔΡΕΙΟ 4		ΕΝΥΔΡΕΙΟ 5		ΕΝΥΔΡΕΙΟ 6	
L	w	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W
2,40	0,30	3,30	0,64	4,00	1,25	3,70	0,86	3,80	0,82	2,20	0,72
3,50	0,62	3,00	0,47	3,50	0,72	2,80	0,39	3,80	0,96	0,40	0,26
3,00	0,44	2,00	0,25	2,30	0,35	3,00	0,53	3,80	1,03	2,50	0,37
4,70	1,35	2,40	0,33	3,00	0,57	3,00	0,47	3,00	0,66	3,00	0,52
3,50	0,72	3,50	0,68	3,30	0,70	3,30	0,60	2,80	0,38	3,30	0,60
1,90	0,25	2,60	0,38	2,90	0,80	1,80	0,69	3,20	0,54	4,00	1,29
3,00	0,25	3,20	0,44	2,70	0,45	2,60	0,30	2,70	0,37	3,50	0,99
3,30	0,62	2,90	0,40	2,40	0,32	2,70	0,40	2,70	0,43	3,00	0,53
		2,10	0,23	2,80	0,48	3,00	0,43	2,70	0,21	3,00	0,60
		4,20	0,19	2,00	0,24	3,00	0,44	2,00	0,26	3,00	0,53

Οι μετρήσεις του μήκους και του βάρους, αφού τα ψάρια αναισθητοποιήθηκαν, πραγματοποιήθηκαν με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας ± 0.00005 και ιχθυόμετρο (Εικ. 8).



(α)



(β).

Εικόνα 8. (α) Ιχθυόμετρο για τη μέτρηση του μήκους, (β). Ζυγός μέτρησης βάρους (Πηγή: Βλάχος 2010).

Για τη διαδικασία αναισθητοποίησης χρησιμοποιήθηκαν τρία πλαστικά ενυδρεία τα οποία περιείχαν γλυκό νερό 2 L. Το δεύτερο ενυδρείο περιείχε 2 L φρέσκου γλυκού νερού στο οποίο προστέθηκε φαινοξυθανόλη 0.25 ml/ L. Στο τρίτο ενυδρείο προστέθηκε νερό από τα πειραματικά ενυδρεία και αερισμός και χρησιμοποιήθηκε ως ενυδρείο ανάληψης (Εικ. 9).



Εικόνα 9. Πορεία αναισθητοποίησης των ατόμων κιχλιδόζεμπρας (Πηγή: Βλάχος 2010)

2.6. Διαχείριση ενυδρείων

Σε καθημερινή βάση πριν την καταγραφή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού, πραγματοποιούνται επαναριθμήσεις των παροχών του αέρα και του νερού, ώστε να εξασφαλιστεί η ομοιομορφία στην οξυγόνωση και στην ανακύκλωση του νερού στα πειραματικά ενυδρεία εκτροφής. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα καθαρίζονται τα μηχανικά μέρη των ενυδρείων με σκοπό τη μείωση των αιωρούμενων σωματιδίων από τα υπολείμματα της τροφής και τα περιττώματα των ψαριών (Βλάχος 2010). Ο καθαρισμός των εσωτερικών επιφανειών των ενυδρείων γίνονται με ειδικές βούρτσες και scrambles, για απομάκρυνση των μικροφυκών από τα τοιχώματα των ενυδρείων. Η αλλαγή του νερού ήταν της τάξης του 5-10% και γίνονταν κάθε 7-8 ημέρες, ενώ καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος το υπόστρωμα του βιολογικού φίλτρου βυθού καθαρίζονταν με σιφωνισμό. Οι αερόπετρες των

ενυδρείων απομακρύνονταν και καθαρίζονταν τρεις φορές εβδομαδιαία την ίδια χρονική στιγμή και αμέσως μετά το πρώτο γεύμα (Βλάχος, 2010).

2.7. Δείκτες αύξησης των ιχθύων

Για την εκτίμηση της ανάπτυξης των ψαριών καθώς και για τον προσδιορισμό του βαθμού εκμετάλλευσης της χορηγούμενης τροφής από τους εκτρεφόμενους οργανισμούς υπολογίστηκαν οι παρακάτω δείκτες (Παπουτσόγλου 2008).

- Αύξηση βάρους (WG-weight gain)
 $WG = \text{Τελικό βάρους} - \text{Αρχικό βάρους}$
- Ειδικός αυξητικός ρυθμός (SGR-specific growth rate)
 $SGR = \{ \ln(wt) - \ln(wi) / t \} \times 100$ όπου, $W_t = \text{Τελικό βάρους}$
 $W_i = \text{Αρχικό βάρους}$
 $t = \text{Ημέρες}$
- Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR-food conversion ratio)
 $FCR = KT / AZB$ όπου, $KT = \text{Καταναλωθείσα τροφή (g)}$
 $AZB = \text{αύξηση ζώντος βάρους (g)}$
- Επιβίωση (%) (S-survival)
 $S = (\text{Τελικός αριθμός ψαριών} / \text{Αρχικός αριθμός ψαριών}) \times 100$
- Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE-feed efficiency)
 $FE = WWG / FI$ όπου, $WWG = \text{Αύξηση Υγρού Βάρους (g)}$
 $FI = \text{Χορηγούμενη Τροφή (g)}$
- Συντελεστής απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER-protein efficiency ratio)
 $PER = AB / ΚΠ$ όπου, $AB = \text{Αύξηση βάρους (g)}$
 $ΚΠ = \text{Καταναλωθείσες πρωτεΐνες (g)}$
- Συντελεστής Ευρωστίας (CF-condition factor)
 $CF = \{ W / (L^3) \} * 100$
 Όπου: $W = \text{Αρχικό, Τελικό Βάρους}$
 $L = \text{Αρχικό, Τελικό Μήκος}$

2.8. Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση που αφορά τους δείκτες ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής και των διατροφικών ομάδων διεξήχθησαν και αναλύθηκαν με την βοήθεια του στατιστικού λογισμικού προγράμματος SPSS 17 κάνοντας χρήση της Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (one-way ANOVA). Συγκρίθηκαν περισσότερες από δύο ομάδες για τις διαφορές που παρουσίαζε η ανάπτυξη μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Όταν η ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (ANOVA) έδειχνε σημαντική επίδραση, τότε χρησιμοποιήθηκε το Tukey test, πολλαπλής σύγκρισης προκειμένου να συγκριθούν οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων. Ο έλεγχος της ομοιογένειας της παραλλακτικότητας των μέσων όρων έγινε με τον έλεγχο του Levene's test. Οι τιμές των παραμέτρων που προσδιορίστηκαν ελέγχθηκαν για την κανονικότητα της κατανομής και την ομοιογένεια της διασποράς. Τα αποτελέσματα των πειραματικών δεδομένων παρουσιάζονται σε πίνακες ως εξής: μέσος όρος \pm τυπικό σφάλμα (mean \pm S.E), ενώ οι μέσοι όροι που έχουν διαφορετικά γράμματα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Zar 1996).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Φυσικοχημικοί παράμετροι νερού

Το pH, η ολική αμμωνία, τα νιτρώδη & τα νιτρικά ιόντα δεν παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των ενυδρείων που σιτίζονταν με 2%, 5% και 7% του MZB (ANOVA, $p > 0,05$). Τα νιτρώδη ιόντα διατηρήθηκαν σε μηδενικά επίπεδα, ενώ τα νιτρικά ιόντα διακυμάνθηκαν από 23 έως 25,3 mg/L καθ' όλη την πειραματική διαδικασία (Πιν. 5).

Πίνακας 5: Φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού στα πειραματικά ενυδρεία

	27° C		
	E.Δ (2%)	E.Δ. (5%)	E.Δ (7%)
pH	7,35 ± 0,1 ^a	7,4 ± 0,12 ^a	7,30 ± 0,09 ^a
T.A.N (mg/L)	0,0 ± 0,00 ^a	0,13 ± 0,06 ^a	0,097 ± 0,04 ^a
NH ₃ -N (mg/L) ^{**}	0,0 ± 0,00	0,002 ± 0,00	0,0 ± 0,00
NH ₄ (mg/L) [*]	0,0 ± 0,00	0,15 ± 0,00	0,0 ± 0,00
NO ₂ ⁻ N (mg/L)	0,01 ± 0,04 ^a	0,02 ± 0,00 ^a	0,01 ± 0,01 ^a
NO ₃ ⁻ N (mg/L)	25,3 ± 14,9 ^a	23,7 ± 17,00 ^a	23,0 ± 15,10 ^a

^{*} Η ιονισμένη αμμωνία, υπολογίστηκε από την σχέση **Ιονισμένη αμμωνία = α*T.A.N.** (όπου α: γραμμομοριακό κλάσμα διάσπασης της αμμωνίας και υπολογίζεται από πίνακες σε συνάρτηση με το pH και τη θερμοκρασία). ^{**} Η μη ιονισμένη αμμωνία, υπολογίστηκε από τη σχέση **Μη Ιονισμένη αμμωνία = T.A.N – Ιονισμένη αμμωνία** (Χώτος 2008).

3.2 Δείκτες ανάπτυξης των Ιχθύων και Επιβίωση

3.2.1 Επιβίωση

Η επιβίωση ήταν 90% για τις κιχλιδόζεμπρες που σιτίστηκαν με το μικρότερο επίπεδο διατροφής (2%) σε σχέση με εκείνες που διατράφηκαν με 5% και 7% του MZB, όπου παρατηρήθηκε υψηλότερη επιβίωση (100%) (Πιν. 6).

3.2.2 Βάρος-Μήκος Σώματος

Οι μέσοι όροι του βάρους και μήκους των ψαριών κατά την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας ελέγχθησαν για την κανονικότητά τους και δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA, $P>0,05$). Τα ψάρια στα οποία χορηγήθηκαν σύμπηκτα 7%, έδειξαν συγκριτικά μεγαλύτερη τιμή στο μέσο τελικό βάρος ($0,60 \pm 0,06$ g) σε σχέση, με τη πρώτη ομάδα που διατρέφονταν με 2% του βάρους όπου παρουσίασαν μικρότερο τελικό βάρος ($0,48 \pm 0,06$ g) (Πιν. 6). Η κιχλιδόζεμπρα όταν τρέφονταν με σύμπηκτα 7% παρουσίασε καλύτερο συντελεστή ευρωστίας σε σχέση με τα άτομα που τρέφονταν με 2% και 5% του MZB, αντίστοιχα, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές (ANOVA, $P<0,05$), (Πιν. 6).

Πίνακας 6: Διακύμανση του βάρους (g) και του μήκους (cm) σώματος της κιχλιδόζεμπρας στα πειραματικά ενυδρεία.

Δείκτες ανάπτυξης	Ε.Δ 2%	Ε.Δ 5%	Ε.Δ.7%
Αρχικό βάρος (g)	$0,31 \pm 0,02^a$	$0,31 \pm 0,01^a$	$0,31 \pm 0,01^a$
Τελικό βάρος (g)	$0,48 \pm 0,06^a$	$0,55 \pm 0,05^a$	$0,60 \pm 0,06^a$
Αύξηση βάρους (g)	$0,12 \pm 0,07^a$	$0,23 \pm 0,05^a$	$0,30 \pm 0,06^a$
Επιβίωση (%)	90	100	100
Ειδικός Ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ημέρα)	$1,02 \pm 0,52^a$	$1,71 \pm 0,36^b$	$1,95 \pm 0,42^b$
Συντελεστής ευρωστίας (Αρχικός)	$1,90 \pm 0,08^a$	$2,11 \pm 0,14^a$	$2,05 \pm 0,06^a$
Συντελεστής ευρωστίας (Τελικός)	$1,80 \pm 0,18^a$	$2,56 \pm 0,55^b$	$3,33 \pm 0,45^b$
Αρχικό Μήκος (cm)	$2,5 \pm 0,06^a$	$2,5 \pm 0,04^a$	$2,5 \pm 0,04^a$
Τελικό Μήκος (cm)	$3,0 \pm 0,17^a$	$2,9 \pm 0,11^a$	$2,7 \pm 0,11^a$

^a: Όμοια γράμματα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά

3.2.3 Αύξηση ζώντος βάρους (WG) και ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR)

Η αύξηση βάρους (WG) ήταν μεγαλύτερη στα ψάρια που ταΐζονταν με ΕΔ 5% και 7% σε σχέση με τα άτομα που τρέφονταν με 2% του ζώντος βάρους σώματος και δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (ANOVA, $P>0,05$), (Πιν. 6). Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR), ήταν μεγαλύτερος στα ψάρια που τρέφονταν με 5% ($1,71 \pm 0,36$ %/ημέρα) και 7% ($1,95 \pm 0,42$ %/ημέρα) του βάρους σώματος αντίστοιχα, σε σχέση με εκείνα που τρέφονταν με το μικρότερο επίπεδο διατροφής (2) ($1,02 \pm 0,52$ %/ημέρα), παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές (ANOVA, $P<0,05$) (Πιν. 6).

3.3. Δείκτες αξιοποίησης, αποτελεσματικότητας και εκμετάλλευσης των συστατικών της τροφής

3.3.1 Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR)

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων (ANOVA, $P < 0,05$) (Πιν. 7). Η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής αντιστοιχεί στην τρίτη πειραματική ομάδα (ΕΔ 7%) ($2,6 \pm 0,43$), παρουσιάζοντας αντίστοιχα το μικρότερο συντελεστή απόδοσης της τροφής ($0,4 \pm 0,09$), (Πιν. 7). Από τα πειραματικά δεδομένα φαίνεται ότι τα σύμπληκτα όταν χορηγούνταν 7% του ΜΖΒ η κιχλιδόζεμπρα παρουσίασε καλύτερη μετατρεψιμότητα τροφής, σε σχέση με τα άτομα που διατρέφονταν με 5% του ΜΖΒ ($2,0 \pm 0,89$) χωρίς να παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (ANOVA, $P > 0,05$).

Πίνακας 7. Δείκτες αξιοποίησης της τροφής.

Δείκτες αξιοποίησης της τροφής	Ε.Δ 2%	Ε.Δ 5%	Ε.Δ 7%
Αρχικό βάρος (g)	$0,31 \pm 0,02^a$	$0,31 \pm 0,01^a$	$0,31 \pm 0,01^a$
Τελικό βάρος (g)	$0,48 \pm 0,06^a$	$0,55 \pm 0,05^a$	$0,60 \pm 0,06^a$
Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR)	$0,60 \pm 0,36^a$	$2,0 \pm 0,89^b$	$2,6 \pm 0,43^b$
Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE)	$0,9 \pm 0,59^a$	$0,60 \pm 0,13^a$	$0,40 \pm 0,09^a$
Συντελεστής Απόδοσης Πρωτεϊνών (PER)	$0,33 \pm 0,17^a$	$1,37 \pm 0,30^b$	$1,78 \pm 0,42^b$

^{a,b}: Διαφορετικά γράμματα δηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές

3.3.2 Συντελεστής εκμετάλλευσης των συστατικών της τροφής (PER)

Ο συντελεστής απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (P.E.R) παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων (ANOVA, $P < 0,05$). Η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών εμφανίστηκε στη διατροφική ομάδα που σιτίζονταν με σύμπληκτα 7% του μέσου ζώντος βάρους τους ($1,78 \pm 0,42$) σε σχέση με τις υπόλοιπες διατροφικές μεταχειρίσεις (Πιν. 7).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι δείκτες που συμβάλουν στη μελέτη της διατροφικής συμπεριφοράς του αγγελόψαρου είναι: οι συντελεστές ανάπτυξης των ψαριών (αύξηση βάρους και ειδικός ρυθμός ανάπτυξης), οι συντελεστές αξιοποίησης της πρωτεΐνης που προσλαμβάνεται από την τροφή και των συστατικών αυτής και η κατανάλωση της τροφής (ρυθμός μετατρεψιμότητας της τροφής και ο ρυθμός των καταναλωθεισών πρωτεϊνών) (Παπουτσόγλου 2008).

Κατά την έναρξη του πειράματος διατροφής, το μέσο βάρος και το μέσο μήκος των ιχθύων όλων των πειραματικών ομάδων ήταν παρόμοιο, χωρίς να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά. Στο τέλος του πειράματος (30 ημέρες) η μεγαλύτερη αριθμητική αύξηση βάρους σώματός εμφανίστηκε όταν τα ψάρια τρέφονταν με Ε.Δ 7% σε σχέση με τις κιχλιδόζεμπρες που διατράφηκαν με 2% και 5% του μέσου ζώντος βάρους, αντίστοιχα.

Ο SGR, ήταν σημαντικά στατιστικά μεγαλύτερος στις κιχλιδόζεμπρες που διατρέφονταν με 7% σε σχέση με τα άτομα που διατρέφονταν με το μικρότερο επίπεδο διατροφής (2%). Επίσης όταν τα ψάρια τρέφονταν με 5% και 7% του ζώντος βάρους ψαριού παρουσίασαν στατιστικά παρόμοια ανάπτυξη.

Σε όλα τα πειραματικά ενυδρεία της παρούσας εργασίας η επιβίωση ήταν σε υψηλά επίπεδα. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με εκείνα των Vlachos et al., (2008), Bahadir-Koka (2009), όπου τα αγγελόψαρα παρουσίασαν υψηλό ρυθμό επιβίωσης όταν τράφηκαν με εμπορικές τροφές.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού pH:7,3-7,4, T: 27 °C, T.A.N:0,0-0,13 mg/L διατηρήθηκαν σε σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος για την κιχλιδόζεμπρα, *A nigrofasciatus*, χωρίς να αποκλίνουν από το εύρος των τιμών pH: 6,3-8,0, T: 27 °C που προτείνεται από τους Vlachos et al., (2008).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας για όλο το διάστημα εκτροφής (30 ημερών) της κιχλιδόζεμπρας, υπάρχει επίδραση του διαφορετικού επιπέδου διατροφής στην επιβίωση και ανάπτυξη του είδους. Στην παρούσα εργασία διαπιστώθηκε ότι η τροφή, καταναλώθηκε με μεγάλη προθυμία από τα ψάρια που τρέφονταν με 7% και 5% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού παρουσιάζοντας μεγαλύτερο βάρος και μήκος σε σχέση με τα άτομα που τράφηκαν με 2% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού όπου παρουσίασαν μικρότερο ολικό βάρος και μήκος.

Σε ότι αφορά την αύξηση βάρους (WG), τα ψάρια παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση όταν διατρέφονταν με 7% του ζώντος βάρους τους σε σχέση με τα ψάρια του διατροφικού επιπέδου 2% χωρίς να παρουσιάζουν σημαντικά στατιστική διαφορά (ANOVA, $P > 0,05$).

Ο ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης ήταν σημαντικά στατιστικά μεγαλύτερος ($1,95 \pm 0,42$ % και $1,71 \pm 0,36$ %) στην ομάδα που διατράφηκε με 7% και 5%, αντίστοιχα του μέσου βάρους ψαριού, σε σχέση με τις κιχλιδόζεμπρες που διατράφηκαν με 2% του μέσου βάρους ψαριού ($1,02 \pm 0,52$ %). Τα αποτελέσματα συμφωνούν με εκείνα των Vlachos et al., (2008) όπου οι νεαρές κιχλιδόζεμπρες παρουσίασαν παρόμοιο ημερήσιο ρυθμό ανάπτυξης όταν τρέφονταν με 5% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού. Οι Verreth & Den Bieman (1987), διατύπωσαν ότι ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (S.G.R) μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του ψαριού, εφόσον ο μεταβολισμός του ψαριού μειώνεται όταν το μέγεθος του ψαριού αυξάνεται.

Οι Kasiri et al., (2011), στην έρευνά τους καταδεικνύουν τη σημαντικότητα της συχνότητας των γευμάτων στην ανάπτυξη και στο ρυθμό επιβίωσης του τροπικού αγγελόψαρου μέσου βάρους 0,87g. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους, έδειξαν ότι τα αγγελόψαρα, παρουσιάζουν καλύτερο ρυθμό μετατρεψιμότητας της τροφής (F.C.R), όταν ο αριθμός των γευμάτων είναι δυο ή τέσσερα, σε σχέση με ένα γεύμα την ημέρα.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν στον συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) $2,6 \pm 0,43$ διατροφικού επιπέδου 7% με εκείνα των Garcia-Ulloa & Gomez-Romero (2005), όπου ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής σε επίπεδο διατροφής 8% του ζώντος βάρους ψαριού αγγελόψαρου ήταν $1,26 \pm 0,01$. Η χρονική διάρκεια του πειράματος ήταν 60 ημέρες.

Σε ότι αφορά το συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) ήταν μεγαλύτερος ($0,9 \pm 0,59$) στις κιχλιδόζεμπρες οι οποίες διατρέφονταν με 2% του ζώντος βάρους ψαριού λόγω του μικρότερου FCR που παρουσίασαν, σε σχέση με εκείνες που διατράφηκαν με 5% και 7% όπου παρουσίασαν μικρότερο συντελεστή απόδοσης της τροφής.

Στην παρούσα μελέτη η μεγαλύτερη στατιστικά σημαντικά τιμή του συντελεστή απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER) εμφανίστηκε όταν τα

ψάρια σιτίστηκαν με 7% του ζώντος βάρους ψαριού ($1,78 \pm 0,42$) σε σχέση με εκείνα που σιτίστηκαν με 2% ($0,33 \pm 0,17$) και 5% ($1,37 \pm 0,30$) αντίστοιχα.

Ο μεγαλύτερος συντελεστής ευρωστίας (CF) παρουσιάστηκε στις κιχλιδόζεμπρες που σιτίστηκαν με 7% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού ($3,33 \pm 0,45$) σε σχέση με εκείνα που διατράφηκαν με 5% και 2% αντίστοιχα, όπου παρουσίασαν μικρότερο συντελεστή ευρωστίας ($2,56 \pm 0,55$ και $1,8 \pm 0,18$ αντίστοιχα).

Τέλος η διατροφή των ψαριών της παρούσας εργασίας σε επίπεδο 2% φαίνεται να έχει χαμηλότερη απόδοση στην ανάπτυξη των νεαρών ατόμων κιχλιδόζεμπρας σε σχέση με το επίπεδο διατροφής 5% και 7%, ωστόσο εκτεταμένη έρευνα σε ότι αφορά τη φυσιολογία της θρέψης του ψαριού αυτού, αναφορικά με τις τεχνικές σίτισης, τον τύπο τροφής, το επίπεδο διατροφής και τις στρατηγικές που χρησιμοποιούνται σε κάθε διατροφική αγωγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξετάσει την επίδραση του διαφορετικού επιπέδου διατροφής (2%, 5% και 7%) στην ανάπτυξη και επιβίωση της κιχλιδόζεμπρας *A.nigrofasciatus*.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι:

- Ο ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης ήταν σημαντικά στατιστικά υψηλότερος όταν η κιχλιδόζεμπρα τρέφονταν με 7% ($1,95 \pm 0,42$ %) και 5% ($1,71 \pm 0,36$ %) σε σχέση με το επίπεδο διατροφής 2% ($1,02 \pm 0,52$ %).
- Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος ($2,6 \pm 0,43$) όταν η κιχλιδόζεμπρα τρέφονταν με 7% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού σε σχέση με το 5% και 2% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού, αντίστοιχα.
- Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) ήταν μεγαλύτερος ($0,9 \pm 0,59$) στις κιχλιδόζεμπρες οι οποίες διατρέφονταν με 2% του ζώντος βάρους ψαριού και μικρότερος σε εκείνα που διατρέφθηκαν με 5% ($0,6 \pm 0,13$) και 7% ($0,4 \pm 0,09$) του μέσου ζώντος βάρους ψαριού.
- Ο συντελεστής απόδοσης των καταναλωθεισών πρωτεϊνών (PER) εμφανίστηκε ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος όταν τρέφονται με 7% του ζώντος βάρους ψαριού ($1,78 \pm 0,42$) σε σχέση με 2% ($0,33 \pm 0,17$) και 5% ($1,37 \pm 0,30$) του μέσου ζώντος βάρους ψαριού, αντίστοιχα.
- Ο μεγαλύτερος συντελεστής ευρωστίας (CF) παρουσιάστηκε στις κιχλιδόζεμπρες που σιτίστηκαν με 7% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού ($3,33 \pm 0,45$) σε σχέση με εκείνες που διατρέφθηκαν με 5% ($2,56 \pm 0,55$) και 2% ($1,8 \pm 0,18$) του μέσου ζώντος βάρους ψαριού, αντίστοιχα.
- 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, καθώς και το επίπεδο διατροφής.

- Τέλος μικρότερη απόδοση στην ανάπτυξη παρουσιάζεται όταν η κιχλιδόζεμπρα τρέφεται με 2% του ζώντος βάρους ψαριού σε σχέση με το 5% και 7% αντίστοιχα.

Abstract

The aim of the present work was to present the effect of different dietary levels on survival and growth rate of the convict cichlid *Archocentrus nigrofasciatus*. 60 fish with average body weight $0,31 \pm 0,01$ g and length of $2,5 \pm 0,06$ cm which were produced from ovigorous females of the species *A.nigrofasciatus* were kept in captivity. The fish were placed into six 40 L aquariums. The aquariums were divided into three dietary groups of 10 individuals in each group with their replicates. They were fed the experimental diets at a ratio of 2%, 5% and 7% three times per day respectively at 27 °C. The duration of the experimental was 30 days. Performance indicators such as feed intake; specific growth rate and food conversion rate were examined. The survival rate was 90% for the rate 2% and 100% for the fish fed the 5% and 7% their body weight.

The results showed that the convict cichlid fed with 7% had a statistically significantly higher growth rate ($1,95 \pm 0,42\%$) relative to the lower level feeding 2% ($1,02 \pm 0,52\%$) which showed the smallest growth (ANOVA, $P < 0,05$). When fed with 5% the growth rate was $1,71 \pm 0,36\%$. The feed conversion rate was statistically significantly higher ($2,6 \pm 0,43$) when the convict cichlid fed with 7% of the body weight of the fish in relation to 5% and 2% respectively.

The food efficiency (FE) was higher ($0,9 \pm 0,59$) in the group fed with 2% of the live weight of fish and lower in those fed with 5% ($0,6 \pm 0,13$) and 7% ($0,4 \pm 0,09$) respectively. Also the coefficient of efficiency of protein consumed (PER) were significantly higher fed with 7% of the body weight of fish ($1,78 \pm 0,42$) compared to 2% ($0,33 \pm 0,17$) and 5% ($1,37 \pm 0,30$) respectively. The coefficient factor (CF) presented on the group fed with 7% of the body weight of the fish ($3,33 \pm 0,45$) than those fed 5% ($2,56 \pm 0,55$) and 2% ($1,8 \pm 0,18$).

Keywords: *Archocentrus nigrofasciatus*, nutritional level, survival, specific growth rate, Weight Gain, Diet.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ*****A. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία***

- 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.
- Barrows, F.T., Hardy, R.W.,(2004). Nutrition and feeding. In «Fish hatchery management», Ed. G.A. Wdemayer (2nd Edition), American Fishery Society, Bethesda, Maryland.
- Bernstein, J.W., 1980. Parental care in the Cichlid fish *Cichlasoma nigrofasciatus*. Copeia, 80 (40): 682-686.
- 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.
- Chong, A.,2003. Assessment of soybean meal in diets for discus (*Symphysodon aequifasciata*) farming through a fish meal replacement study. Aquac. Nutr., 8:229-238.
- Erdogan F., Olmez M. (2010). Digestibility and utilization of canola meal in angel fish (*P. scalare* Lichtenstein 1823) Journal of animal and Veterinary advances 9 (4) :831-836,2010.
- 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.

- 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.
- Grant, J. W.A., Girard, I. L., Breau, C & Weir, L.K. (2002). Influence of the food abundance on the competitive aggression in juvenile convict cichlid. *Animal Behavior*, 63, 323-330.
- Gross, M.M and Sargent, R.C., (1985). The evolution of male and female parental care in Fishes. *Amer.Zool.* 25:807-822.
- Gumm. M.J & Itzkowitz. M., (2007). Pair- bond formation and breeding- site limitation in the convict cichlid, *Archocentrus nigrofasciatus*. *Acta Ethology*. 10:29-33.
- Hossain, M.A.R., Haylor, G.S., Beveridge, M.C.M., (2001). Effect of feeding time and frequency on the growth and feeding utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchellm 1822) fingerling. *Aquaculture Research*, 32:999-1004.
- 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.
- Laso, J.P., Davis, D.A., Arnold, C.R., (1998). The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano *Trachinotus carolinus*. *Aquaculture* 169:225-232.
- 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.
- 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.
- Lim LC., Dhert P, Sorgeloos P. (2003). Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. *Aquaculture* 227:319-33.

- Nakazawa, T. and Yamamura, N., (2009). Theoretical Considerations for the Maintenance of Interspecific Brood Care by a Nicaraguan Cichlid Fish: Behavioral Plasticity and Spatial Structure, *J. Ethol.*, 27(1):67–73.
- Nelson, Joseph, S. (2006). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-25031-7.
- 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.
- Robert, J.L., & Keenleyside, H.M. (1990). Parental investment of a biparental cichlid fish *Cichlasoma nigrofasciatum*, in relation to brood size and Past investment. *Animal Behaviour*. 40:1128-1137.
- Rogers, W., (1995). Female choice predicts the best father in a biparental fish, the Midas cichlid (*Cichlasoma citrinellum*). *Ethol.*, 100: 230-241.
- Verhoef-Verhallen, E. (2003). Εγκυκλοπαίδεια του Ευυδρείου, Εκδόσεις Καρακατσώγλου σελ 255.
- Verreth, J., & 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., Psoufakis, P., and Neofitou, C (2008). Effect of food supply on the growth rate of the convict cichlid, *Archocentrus nigrofasciatus* (Pisces Cichlidae) in aquariums. 4th International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management Athens, Greece, November 21-22, 2008.
- 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, M.N. & Tagawa, W. A. (2000). Hawaii's native and exotic freshwater animals. Mutual Publishing, Honolulu, Hawaii. 200 p.
- Yamamoto, T., Shima, T., Furuitchi, 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.

- Zar, J.H., (1996). Biostatistical analysis, 3rd edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Zoran, J.M. & Ward, A.J. (1983). Parental care behavior and fanning activity for the orange chromide, *Etropus maculates*. Env. Biol. Fish. 8(3-4):301-310.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βλάχος, Ν., (2010). Καλλιέργειες Διακοσμητικών ψαριών, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις, Εκτύπωση Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, σελ 351.
- Βλάχος, Ν., (2004). Ιχθυοκαλλιέργειες Γλυκών Νερών, Εκπαιδευτικές Εργαστηριακές Σημειώσεις, Εκτύπωση Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, σελ 85.
- Παπουτσόγλου, Σ.Ε., (2008). Διατροφή Ιχθύων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.