

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ-ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# «Η επίδραση διαφορετικών τύπων σιτηρεσίων στην ανάπτυξη των νυμφών της κιχλιδόζεμπρας (*Archocentrus nigrofasciatus*) σε ενυδρεία»



Όλγα Κατσάνη

Επιβλέπων Καθηγητής

Γεώργιος Χώτος

Συνεπιβλέπων

Νίκος Βλάχος

Μεσολόγγι 2015

*Σε όσους με στήριξαν*

## Ευχαριστίες

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Γεώργιο Χώτο επιβλέποντα της παρούσης διπλωματικής εργασίας για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διεξαγωγή της έρευνας, και κατά τη συγγραφή της διατριβής, καθώς και τα μέλη της τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, αποτελούμενη από τους Δρ Κοσμά Βιδάλη Καθηγητή και Δρ Κων/νο Πούλο καθηγητή Εφαρμογών.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς το Δρ Νικόλαο Βλάχο συνεπιβλέπων, για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά του, τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή της έρευνας όσο και κατά την συγγραφή της παρούσης πτυχιακής εργασίας.

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 παρούσης πτυχιακής εργασίας είναι να μελετήσει την επίδραση διαφορετικών τύπων σιτηρεσίου στην ανάπτυξη και επιβίωση της κιχλιδόζεμπρας *Archocentrus nigrofasciatus* στο νυμφικό στάδιο ανάπτυξης (απορρόφηση λεκιθικού σάκου) έως ότου τα ιχθύδια αποκτήσουν χαρακτηριστικά ενήλικου ατόμου.

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 60 νέο-εκκολαπτόμενα ιχθύδια (νύμφες) κιχλιδόζεμπρας οι οποίες είχαν μέσο βάρος  $0,014 \pm 0,00$  g και μέσο μήκος  $2,5 \pm 0,06$  cm, οι οποίες προήλθαν από ώριμα θηλυκά τα οποία διατηρούνταν σε συνθήκες αιχμαλωσίας για περισσότερο από ένα έτος. Τα ψάρια τοποθετήθηκαν σε 6 ενυδρεία χωρητικότητας 40 L. Τα ενυδρεία διαχωρίστηκαν σε τρεις διατροφικές μεταχειρίσεις, όπου σε κάθε ενυδρείο τοποθετήθηκαν από 10 άτομα με τα αντίγραφα τους. Τα ψάρια ταΐστηκαν τρεις φορές ημερησίως με τις πειραματικές δίαιτες οι οποίες ήταν σύμπηκτα (δίαιτα Α), ανάμικτη τροφή (δίαιτα Β) και ξηρή artemia (diet C) 7% του μέσου ζώντος βάρους ψαριού στους 27 °C. Η διάρκεια του πειράματος ήταν 30 ημέρες. Μελετήθηκαν οι δείκτες ανάπτυξης SGR (ειδικός ρυθμός ανάπτυξης), WG (αύξηση βάρους) και αξιοποίησης της τροφής FCR (Συντελεστής μετατρεψιμότητας) και FE (αποτελεσματικότητα της τροφής).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επιβίωση ήταν 90% όταν η κιχλιδόζεμπρα τρέφονταν με σύμπηκτα και 100% όταν τρέφονταν με ανάμικτη τροφή και ξηρή artemia, αντίστοιχα. Η αύξηση βάρους και ο ειδικός ρυθμός ήταν στατιστικά μεγαλύτερος (ANOVA,  $P < 0,05$ ) όταν τα ψάρια τρέφονταν με την ανάμικτη τροφή (δίαιτα Β). Όταν η κιχλιδόζεμπρα τρέφεται με ξηρή artemia η αύξηση βάρους και ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με τα άτομα που σιτίζονταν με σύμπηκτα. Επίσης το FCR ήταν στατιστικά μεγαλύτερος όταν τρέφονταν με τα σύμπηκτα (δίαιτα Α). Η αποτελεσματικότητα της τροφής (FE) ήταν στατιστικά μεγαλύτερη όταν τα ψάρια τρέφονταν με σύμπηκτα (δίαιτα Α).

**Λέξεις κλειδιά:** *Archocentrus nigrofasciatus*, Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR), Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE), Επιβίωση, Τύπος τροφής.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	3
Περίληψη .....	4
1. Εισαγωγή .....	7
1.1. Εμπόριο Διακοσμητικών Ψαριών .....	7
1.2. Οικογένεια Cichlidae .....	7
1.3. Οικολογία- περιγραφή της κιχλιδόζεμπρας ( <i>Archocentrus nigrofasciatus</i> ) .....	8
1.4. Αναπαραγωγική διαδικασία .....	9
1.5. Διατροφή κιχλιδόζεμπρας .....	10
1.5.1. Απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά .....	12
1.6. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας .....	13
2. Υλικά και Μέθοδοι Έρευνας .....	14
2.1. Προμήθεια ιχθύων <i>Archocentrus nigrofasciatus</i> .....	14
2.2. Σύστημα εκτροφής-Συνθήκες εκτροφής .....	14
2.3. Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής .....	15
2.4. Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων .....	17
2.4.1. Προσδιορισμός ολικής αμμωνίας-αζώτου (T.A.N.) .....	17
2.4.2. Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων ( $\text{NO}_2^-$ -N) .....	18
2.4.3. Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων ( $\text{NO}_3^-$ -N) .....	18
2.4.4. Υπολογισμός της μη ιονισμένης αμμωνίας και της παροχής του νερού .....	19
2.5. Μετρήσεις μορφομετρικών δεδομένων .....	19
2.6. Διαχείριση ενυδρείων .....	20
2.7. Υπολογισμός επιβίωσης, δεικτών ανάπτυξης των ιχθύων και εκμετάλλευσης της τροφής .....	21
2.8. Στατιστική Ανάλυση .....	22
3. Αποτελέσματα .....	23
3.1. Φυσικοχημικοί παράμετροι νερού .....	23
3.2. Δείκτες ανάπτυξης των Ιχθύων και Επιβίωση .....	23
3.2.1. Επιβίωση .....	23
3.2.2. Βάρος σώματος .....	24
3.2.3. Αύξηση ζώντος βάρους (WG) και ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) .....	26

3.3. Δείκτες αξιοποίησης, αποτελεσματικότητας και εκμετάλλευσης των συστατικών της τροφής.....	29
3.3.1 Συντελεστής μετατρεψιμότητας (FCR) και απόδοσης της τροφής (FE).....	29
4. Συζήτηση.....	31
5. Συμπεράσματα .....	33
6. Abstract .....	34
7. Βιβλιογραφία .....	35

## 1. Εισαγωγή

### 1.1.Εμπόριο Διακοσμητικών Ψαριών

Το εμπόριο των διακοσμητικών ψαριών, αποτελεί έναν ραγδαία αναπτυσσόμενο κλάδο των υδατοκαλλιεργειών με μέσο ετήσιο αριθμό αύξησης 14% (Charpman et al., 1997). Ο αριθμός των διαφόρων ειδών των διακοσμητικών ψαριών που διακινείται, κυμαίνεται μεταξύ 5800 και 6800 ειδών (εκ των οποίων τα 4000-5000 είδη προέρχονται από τα εσωτερικά ύδατα, ενώ περίπου 1800 είδη προέρχονται από τη θάλασσα). Περισσότερο από 100 χώρες εμπλέκονται στις ετήσιες εξαγωγές 1 δις ατόμων διακοσμητικών ψαριών (Rhyne et al., 2012). Η Ευρωπαϊκή αγορά είναι φτωχή σε διακοσμητικά ψάρια, έτσι εκτιμάται πως το 95% των διακοσμητικών ψαριών της Ελλάδας προέρχονται από το εξωτερικό (Βλάχος, 2004). Τα διακοσμητικά ψάρια που προέρχονται από το θαλασσινό νερό και παρουσιάζουν εμπορική αξία είναι 800, εκ των οποίων μόνο 100 είδη ψαριών αναπαράγονται σε συνθήκες αιχμαλωσίας (Davies et al., 1988) και τα 21 από αυτά χαρακτηρίζονται από μεγάλη εμπορική σπουδαιότητα (Schiemer et al., 2001).

### 1.2.Οικογένεια Cichlidae

Τα είδη της οικογένεια cichlidae παρουσιάζουν μεγάλο εμπορικό ενδιαφέρον λόγω της ποικιλομορφίας των ειδών που την απαρτίζουν. Αυτό αύξησε το ενδιαφέρον των ενυδρείοφιλων και τους οδήγησε στη μαχική εκτροφή σε ελεγχόμενες συνθήκες σε ενυδρεία (Nelson et al., 2006). Γεωγραφικά κατανέμονται σε μια μεγάλη περιοχή που εκτείνεται από την κεντρική και νότια Αμερική έως την Αφρική και την νοτιο-ανατολική Ασία.

Οι Nelson et al., (2006) αναφέρουν ότι από τα 1300 είδη που έχουν εισαχθεί στο εμπόριο των διακοσμητικών ψαριών τα 570 είδη παρουσιάζουν αυξημένη ζήτηση και εκτρέφονται σε ελεγχόμενες συνθήκες. Τα είδη της οικογένειας είναι ανθεκτικά, με έντονο χρωματισμό και με διαφορετικό σχήμα σώματος (δισκοειδές όπως το γένος *Symphysodon*,

τριγωνικό και πλευρικά συμπιεσμένο όπως το γένος *Pterophyllum* και κυλινδρικό όπως το γένος *Crenicichla*) (Nelson et al., 2006).

Οι κιχλίδες της Αφρικής που απαντώνται στην αγορά προέρχονται από τις λίμνες Tanganyika, Malawi και Victoria. Η λίμνη Tanganyika, η δεύτερη βαθύτερη λίμνη στον κόσμο, κατοικείται σχεδόν από 250 διαφορετικά είδη κιχλίδων και πάνω από 150 άλλα είδη ψαριών. Οι κιχλίδες της λίμνης Malawi υπολογίζεται ότι υπάρχουν πάνω από 800 είδη εκ των οποίων τα 300 είδη έχουν αναγνωρισθεί. Οι κιχλίδες της νοτίου Αμερικής είναι γνωστές ως κιχλίδες του Νέου Κόσμου, και περιλαμβάνουν κιχλίδες που προέρχονται γεωγραφικά από την κεντρική και νότια Αμερική. Οι κιχλίδες που προέρχονται από τον Αμαζόνιο ποταμό καλύπτουν το 1/5 του εμπορίου των ψαριών του γλυκού νερού. Ζουν κυρίως σε γλυκό νερό και λιγότερο σε υφάλμυρα νερά, όπως για παράδειγμα τα είδη *Etilia maculatus*, *Etilia suratensis* και *Sarotherodon melanotheron*

### 1.3. Οικολογία- περιγραφή της κιχλιδόζεμπρας (*Archocentrus nigrofasciatus*)

Η κιχλιδόζεμπρα *Archocentrus nigrofasciatus* γεωγραφικά απαντάται κατά μήκος της Ανατολικής ακτής της κεντρικής Αμερικής που εκτείνεται από τη Γουατεμάλα στη Κόστα Ρίκα και στη δυτική ακτή από την Ονδούρα έως τον Παναμά. Το σώμα της είναι ασημί με μαύρες κάθετες γραμμές. Στον άγριο πληθυσμό ο αριθμός των κάθετων γραμμών κυμαίνεται από 8-9 ενώ το χρώμα του σώματος τους είναι μαύρο-γκρι. Το θηλυκό είναι πιο έντονο χρωματισμένο. Τα αρσενικά είναι μεγαλύτερα από τα θηλυκά κι έχουν πιο αιχμηρό κοιλιακό και ραχιαίο πτερύγιο. Όταν είναι στο στάδιο του ατελούς ιχθυδίου δεν διαθέτουν έντονο χρωματισμό καθώς επίσης οι κάθετες γραμμές που φέρουν δεν είναι εμφανείς πολύ ενώ αρχίζουν να είναι έντονα ορατές κατά την αναπαραγωγική τους περίοδο (Wesenden et al., 1995). Το μέσο μήκος των ώριμων αρσενικών κυμαίνεται από 6,3 cm έως 6,8 cm ενώ τα θηλυκά που εισέρχονται σε αναπαραγωγική περίοδο το μήκος τους κυμαίνεται από 4,2 cm έως 5,5 cm. Το μεγαλύτερο μήκος που έχει αναφερθεί είναι 10 cm έως 12cm ενώ το βάρος τους φθάνει τα 34 gr (Βλάχος 2008).

Βρίσκεται στην πρώτη θέση στο εμπόριο των διακοσμητικών μεταξύ των υπολοίπων ψαριών της οικογένειας Cichlidae για τους εξής λόγους (Bernstein, 1980):



1. Είναι ανθεκτικά ψάρια και αναπτύσσονται σε σχεδόν οποιαδήποτε συνθήκες νερού
2. Αναπαράγονται εύκολα ακόμη και σε μικρές δεξαμενές
3. Παρουσιάζουν αυξημένη γονική φροντίδα
4. Διατίθεται με μια ποικιλία χρωμάτων

Η ημερήσια θερμοκρασία του νερού κυμαίνεται από 26 έως 29 °C (Wisenden et al., 1995). Είναι σχετικά ανεκτικές σε δροσερό νερό, μια ικανότητα που επέτρεψε στα είδη να αποικίσουν σε ηφαιστειακές λίμνες. Προτιμά νερά με καλή κυκλοφορία και απαντάται σε περιοχές που βρίσκονται βυθισμένα κλαδιά ή υπάρχουν βράχοι. το συγκεκριμένο είδος είναι αρκετά επιθετικό κι έχει αποδειχθεί ότι οι περιβαλλοντικοί παράμετροι, όπως οι αλλαγές στη θερμοκρασία επηρεάζει την επιθετικότητά της.

Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία, το συγκεκριμένο είδος είναι ανθεκτικό και ζει σε ένα μεγάλο εύρος τιμών που κυμαίνεται από 22 έως 28 °C. Το pH από 6,0 έως 8,0 και η σκληρότητα από 90 έως 447 ppm (Wisenden et al., 1995). Η επιθετικότητά της αυξάνει στους 30 °C παρά στους 26 °C, το οποίο ερμηνεύεται από το γεγονός ότι οι κιχλίδες αναπαράγονται στους 30 °C (Ratnasabapathi et al., 1992). Είναι παμφάγα ψάρια με αποτέλεσμα οι εμπορικές τροφές είναι εύκολα αποδεκτές (Wisenden et al., 1995). Στο φυσικό περιβάλλον τρέφεται με οστρακόδερμα, μικρά ψάρια, σκουλήκια, φυτά και μικροφύκη (Earley et al., 2004).

#### 1.4. Αναπαραγωγική διαδικασία

Συγκαταλέγεται στα είδη ψαριών που μπορεί να αναπαραχθεί χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία σχηματίζοντας μονογαμικούς δεσμούς (Keenleyside et al., 1991) σε ελεγχόμενες συνθήκες εφόσον η ποιότητα του νερού δεν μεταβάλλεται και βρίσκεται ανάμεσα στα επιτρεπτά όρια όπως προτείνεται από τους Trivers et al., (1972). Αντέχουν σε μεγάλο εύρος σκληρότητας και σε μεγάλο εύρος θερμοκρασίας 22-29 °C. Σε ελεγχόμενες συνθήκες η αναπαραγωγική της ωριμότητα εμφανίζεται σε ηλικία 16 εβδομάδων και κορυφώνεται σε ηλικία 6 μηνών, (Keenleyside et al., 1991). Είναι επιθετικό είδος και κατά την αναπαραγωγική της περίοδο η επιθετικότητά τους αυξάνεται. Το θηλυκό επιλέγει τα μεγαλύτερα αρσενικά άτομα για αναπαραγωγή. Επίσης το αρσενικό όταν υπάρχει άλλο αρσενικό αυξάνει την επιθετικότητά του.

Τα μεγαλύτερα αρσενικά δίνουν περισσότερους απογόνους και προστατεύουν τους απογόνους. Τα αρσενικά άτομα με σημαντικά μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση με τους αντιπάλους τους κερδίζουν «τη μάχη» χωρίς δυσκολία (Itzkowitz et al., 2001).

Όταν τα θηλυκά άτομα ωριμάζουν γενετικά παρουσιάζουν έντονα πορτοκαλί-κόκκινες κηλίδες στην κοιλιακή χώρα. Ορισμένα θηλυκά παρουσιάζουν έντονο κίτρινο χρώμα στην περιοχή του ραχιαίου πτερυγίου με μια κόκκινη λαμπερή απόχρωση κατά μήκος των πλευρών (Βλάχος 2013). Οι ίδιες αποχρώσεις παρουσιάζονται και στα αρσενικά άτομα σε μικρότερη ένταση και βαθμό σε σχέση με τα θηλυκά άτομα.

Το θηλυκό γεννά τα αυγά στις καθαρισμένες επιφάνειες των βράχων. Οι σκοτεινές κοιλότητες προτιμώνται ως φωλιές γιατί χρησιμοποιούνται ως κρυψώνας προκειμένου να προστατέψουν τα αυγά καθώς και τα νέο-εκκολαπτόμενα ιχθύδια από τους θηρευτές. Ο αριθμός των αυγών που γεννά ένα μέσο θηλυκό άτομο βάρους περίπου 10-15 gr κυμαίνεται περίπου από 100 έως 250 τα οποία προστατεύονται από το ζευγάρι καθ' όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Η γονική φροντίδα παίζει σημαντικό ρόλο στην φύλαξη των αυγών. Όσο αφορά την τοποθέτηση των αυγών, συνίσταται το ενυδρείο να αποτελείται από βράχους, χαλίκι, πήλινα σκεύη τα οποία χρησιμοποιούνται ως φωλιές (Kuwamura et al., 1986). Τα αυγά εκκολάπτονται 72 h μετά την γονιμοποίηση και στο διάστημα αυτό οι γονείς απομακρύνουν τυχόν θηρευτές.

Στο φυσικό περιβάλλον εναποθέτουν τα αυγά σε υπόστρωμα, σε περιοχές με ελάχιστη κλίση ώστε να αυγά να προστατεύονται αν και συνήθως μετακινούν το χαλίκι κάτω από βράχους ώστε να φτιάξουν φωλιές (Wisenden et al., 1995). Τα αυγά εκκολάπτονται σε διάστημα 72 h από τη γονιμοποίησή τους και στο διάστημα αυτό το ζευγάρι απομακρύνει τυχόν θηρευτές που πιθανόν να βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή. Επίσης δημιουργούν δίνες νερού με τα πτερύγια τους ώστε να οξυγονώνουν τα αυγά για να μην αναπτυχθούν μύκητες (Βλάχος 2008).

### 1.5. Διατροφή 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 (Eroldogan 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). 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.

#### 1.5.1. Απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά

Η τροφή που χορηγείται στα ψάρια θα πρέπει να περιέχει πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες, βιταμίνες και μεταλλικά άλατα για να θεωρηθεί ισορροπημένη διατροφή που οδηγεί στη βέλτιστη ανάπτυξη του ψαριού (Bahadır Koca et al., 2009).

**Πρωτεΐνες:** Οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνες μεταβάλλονται σημαντικά με την ηλικία και το είδος του ψαριού. Η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται επίσης ως πηγή ενέργειας για το μεταβολισμό. Κάθε γραμμάριο πρωτεΐνης οξειδώνεται μέσα στο σώμα των ψαριών και παράγει περίπου 18.8 kJ ενέργειας απαραίτητη για την ανάπτυξη του σώματος. Εάν μια τροφή είναι ελλιπής από πρωτεΐνη προκαλεί καμπυλότητα στην σπονδυλική στήλη του ψαριού (Bowen, 1982). Οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνη εξαρτώνται από τη σύνθεση και την αναλογία των αμινοξέων (Guan et al., 1988).

**Λίπη:** τα λίπη αποθηκεύονται σε λιπώδες ιστούς και χρησιμοποιούνται όταν απαιτηθούν. Οι υπερβολικές ποσότητες είναι πιθανόν να προξενήσουν πολλά συμπτώματα όπως κακή λειτουργία του ήπατος, αναιμία και τα ψάρια είναι πιο ευάλωτα στις ασθένειες.

**Υδατάνθρακες:** παρέχουν ενέργεια στον οργανισμό

**Βιταμίνες:** εμποδίζουν την εκδήλωση ασθενειών και είναι απαραίτητες για τον οργανισμό τους. Η έλλειψη βιταμίνης A οδηγεί σε μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης, τύφλωση και αιμορραγίες στη βάση των πτερυγίων. Η έλλειψη βιταμίνης B εκδηλώνεται στα ψάρια ως προς τον χρωματισμό τους που μπορεί να θεωρηθεί αφύσικος και ως προς τις κολυμβητικές τους ικανότητες ενώ η έλλειψη βιταμίνης C προκαλεί δερματικές αλλοιώσεις και κεφαλικές και σπονδυλικές διαβρώσεις

**Μεταλλικά άλατα-Ιγνοστοιχεία:** η χρησιμότητά τους είναι στην ισχυροποίηση του σκελετού και των δοντιών, στη λειτουργία του νευρικού συστήματος και του κυκλοφορικού συστήματος.

#### 1.6. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Σκοπός της παρούσης πειραματικής πτυχιακής εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση διαφορετικών τύπων σιτηρεσίων στην ανάπτυξη και επιβίωση των νυμφών της κιχλιδόζεμπρας *Archocentrus nigrofasciatus* κατά το στάδιο της εξωγενούς θρέψης (μετά την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου) για διάστημα 30 ημερών μετά την εκκόλαψη.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι Έρευνας

### 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 μέσου βάρους  $0,002 \pm 0,00$  g και μέσου μήκους  $2,0 \pm 0,06$  cm, τα οποία τοποθετήθηκαν στα ενυδρεία κύριας ανάπτυξης σε συνολικά έξι (6) υάλινα ενυδρεία διαστάσεων 25\*40\*34 cm και συνολικού ωφέλιμου όγκου 40 L με τα αντίγρατά τους. Σε κάθε ενυδρείο τοποθετήθηκαν από δέκα άτομα κιχλιδόζεμπρας (10) (Εικ.1).

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  $\pm$ T.Σ) και αρχικό μήκος (μέσο μήκος  $\pm$  T.Σ). Τα ενυδρεία διαχωρίστηκαν σε τρεις διατροφικές μεταχειρίσεις εκ των οποίων τα ψάρια της πρώτης ομάδα διατρέφονταν με σύμπηκτα (Δίαιτα Α) και της δεύτερης ομάδας διατρέφονταν με ανάμεικτη τροφή η οποία ήταν συνδυασμός 50% σύμπηκτα και 50% ξηρή artemia (Δίαιτα Β), ενώ στη τρίτη ομάδα χορηγήθηκε ξηρή artemia (Δίαιτα Γ) (βλέπε §2.3. Πιν.1).

Η παροχή ατμοσφαιρικού αέρα στο νερό, υπό τη μορφή μικροσκοπικών φυσαλίδων, γινόταν με τη χρήση ελαστικών σωληνίσκων η απόληξη των οποίων κατέλιγε σε διαχυτές αέρα, τοποθετημένες στον αεροσωλήνα 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 (ΤΗ 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  $1,45\pm 0,23$  cm/min. Σε όλα τα πειραματικά ενυδρεία ο φωτισμός ήταν φυσικός και παρέχονταν ατμοσφαιρικός αέρας από αυτοματοποιημένο σύστημα παροχής αέρα.



**Εικόνα 1.** Πειραματικά ενυδρεία εκτροφής της κιχλιδόζεμπρας (Πηγή: Βλάχος 2010)

### 2.3. Σιτηρέσιο και χορήγηση τροφής

Το πρόγραμμα διατροφής διήρκεσε 30 ημέρες και η ποσότητα του σιτηρεσίου προσδιορίστηκε με βάση το επίπεδο διατροφής το οποίο καθορίστηκε στο 7% του μέσου βάρους ζώντος ψαριού και διατηρήθηκε σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας (Kasiri et al., 2011). Η χορήγηση της τροφής γίνονταν με το χέρι επτά φορές την εβδομάδα, ανά τέσσερις ώρες τρεις φορές ημερησίως (09:00, 13:00 και 17:00), για καλύτερη διαχείρισή της. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις τύποι τροφής εκ των οποίων ο πρώτος ήταν σύμπηκτα (δίαιτα Α), ο δεύτερος ήταν ανάμικτη τροφή η οποία περιείχε 50% σύμπηκτα και 50% ξηρή artemia (δίαιτα Β). Ο τρίτος τύπος τροφής που χορηγήθηκε ήταν ξηρή artemia (δίαιτα Γ) (Πίν. 2).

Οι εμπορικές τροφές που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία ήταν ισοπρωτεϊνικές και ισολιπιδικές. Ο Πίνακας 2 περιγράφει τη χημική σύσταση των πειραματικών σιτηρεσίων. 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.

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

Χημική σύσταση (%)	Δίαιτα Α	Δίαιτα Β	Δίαιτα Γ
Ολικές αζωτούχες ουσίες	49,84±1,15 <sup>a</sup>	49,75±3,67 <sup>a</sup>	49,72±1,10 <sup>a</sup>
Ολικές λιπαρές ουσίες	10,69±0,12 <sup>a</sup>	10,97±0,72 <sup>a</sup>	11,25±0,23 <sup>a</sup>
Τέφρα	9,60±0,22 <sup>b</sup>	8,46±0,13 <sup>a</sup>	7,33±0,24 <sup>c</sup>
Υδατάνθρακες <sup>1</sup>	22,86±0,88 <sup>a</sup>	23,90±3,18 <sup>a</sup>	24,97±1,71 <sup>a</sup>
Υγρασία	7,36±0,68 <sup>a</sup>	7,32±0,68 <sup>a</sup>	7,28±0,83 <sup>a</sup>
Ενέργεια (Mj/Kg) <sup>2</sup>	22,92±0,23	23,74±0,24	23,57±0,16

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

<sup>2</sup> 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.

Η ημερήσια ποσότητα της τροφής που χορηγούνταν στα ψάρια υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο  $F = MB * E_{\Delta} \% * A_{\Psi}$  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, κάθε 15 ημέρες επαναζυγίζονταν προκειμένου να γίνει εκ νέου ο υπολογισμός της ημερήσιας ποσότητας τροφής. Συνεπώς μία ημέρα πριν την ημέρα ζυγίσματος του ατομικού τους βάρους τα ψάρια παρέμειναν νηστικά

**Πίνακας 3:** Χορηγούμενη ποσότητα τροφής και αριθμός γευμάτων

	PL0 - PL10			PL10 - PL20			PL20 - PL30		
	1 <sup>ο</sup> γεύμα	2 <sup>ο</sup> γεύμα	3 <sup>ο</sup> γεύμα	1 <sup>ο</sup> γεύμα	2 <sup>ο</sup> γεύμα	3 <sup>ο</sup> γεύμα	1 <sup>ο</sup> γεύμα	2 <sup>ο</sup> γεύμα	3 <sup>ο</sup> γεύμα
Δίαιτα Α	0,012	0,012	0,012	0,067	0,067	0,067	0,142	0,142	0,142
Δίαιτα Β	0,001	0,001	0,001	0,006	0,006	0,006	0,023	0,023	0,023
Δίαιτα Γ	0,012	0,012	0,012	0,006	0,006	0,006	0,012	0,012	0,012



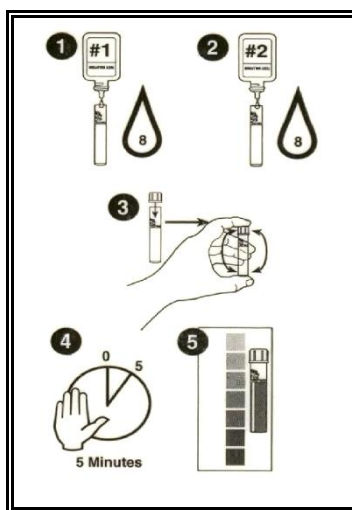
## 2.4. Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων

Κάθε δυο ημέρες μετριούνταν χρωματομετρικά οι παράμετροι του νερού (Πιν. 4), 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  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

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

Η διαδικασία μέτρησης της ολικής αμμωνίας (ppm) (T.A.N) περιγράφεται ως εξής (Εικ. 2):

- 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.

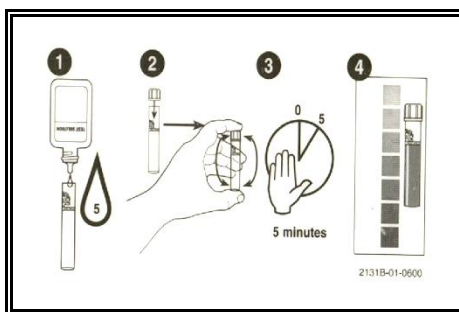


**Εικόνα 2.** Διαδικασία και κλίμακα μέτρησης αμμωνίας (Πηγή: Βλάχος 2004).

#### 2.4.2. Προσδιορισμός νιτρωδών ιόντων ( $\text{NO}_2^-$ -N).

Η διαδικασία μέτρησης των νιτρωδών ιόντων (ppm) ( $\text{NO}_2^-$ -N) περιγράφεται ως εξής (Εικ. 3):

- 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.

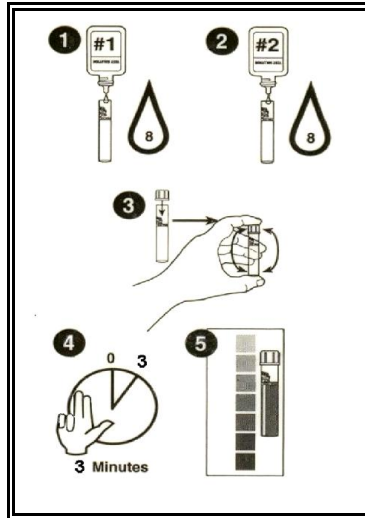


**Εικόνα 3.** Διαδικασία και κλίμακα μέτρησης νιτρωδών ιόντων (Πηγή: Βλάχος 2004).

#### 2.4.3 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων ( $\text{NO}_3^-$ -N).

Η διαδικασία μέτρησης των νιτρικών ιόντων (ppm) ( $\text{NO}_3^-$ -N) περιγράφεται ως εξής (Εικ. 4):

- 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 4.** Διαδικασία και κλίμακα μέτρησης νιτρικών ιόντων (Πηγή: Βλάχος 2004).

#### 2.4.4. Υπολογισμός της μη ιονισμένης αμμωνίας και της παροχής του νερού

- Η μη ιονισμένη αμμωνία προσδιορίστηκε από τον τύπο:

$$\text{NH}_3\text{-N} = \alpha \text{ TAN (Βλάχος, 2006).}$$

$\text{NH}_3$  = συγκέντρωση της μη ιονισμένης αμμωνίας – αζώτου

$\alpha$  = ποσοστό της μη ιονισμένης αμμωνίας – αζώτου

T.A.N = συγκέντρωση της συνολικής αμμωνίας – αζώτου

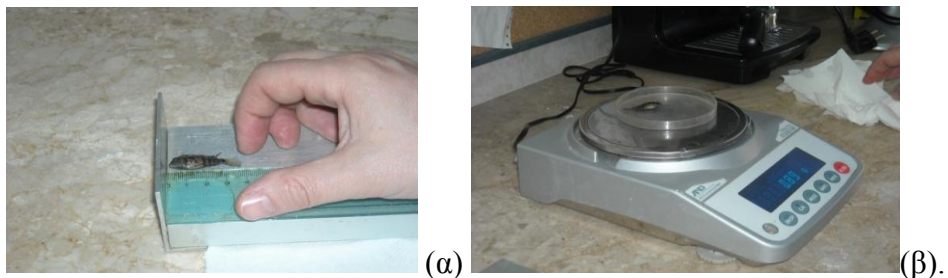
- Η παροχή (Q) του ενυδρείου υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$Q = \text{ταχύτητα φιλτραρίσματος} / \text{επιφάνεια φίλτρου (Βλάχος 2006).}$$

#### 2.5. Μετρήσεις μορφομετρικών δεδομένων

Ο προσδιορισμός της ανάπτυξης γινόταν με μετρήσεις των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των ατόμων κιχλιδόζεμπρας. Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας πραγματοποιούνταν μετρήσεις βάρους και ολικού μήκους σε κάθε ένα από τα 60 άτομα κιχλιδόζεμπρας. 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 ( $M.M \pm T.Σ$ ). Οι μετρήσεις του μήκους

και του βάρους, αφού τα ψάρια αναισθητοποιήθηκαν, πραγματοποιήθηκαν με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας και με ιχθυόμετρο (Εικ. 5).



**Εικόνα 5.** (α) Ιχθυόμετρο για τη μέτρηση του μήκους, (β). ζυγός μέτρησης βάρους (Πηγή: Βλάχος 2010).

Για την αναισθητοποίηση χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά ενυδρεία τα οποία περιείχαν γλυκό νερό 1 L, εκ των οποίων το ένα ενυδρείο περιείχε 1 L φρέσκο γλυκό νερό στο οποίο προστέθηκε φαινοξυθανόλη 0.25 ml/ L και άλλο χρησιμοποιήθηκε ως ενυδρείο ανάνηψης (Εικ. 6).



**Εικόνα 6.** Αναισθητοποίηση των ατόμων κιχλιδόζεμπρας (Πηγή: Βλάχος 2010)

## 2.6. Διαχείριση ενυδρείων

Σε καθημερινή βάση πριν την καταγραφή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού, πραγματοποιούνταν επαναριθμήσεις των παροχών του αέρα και του νερού, ώστε να εξασφαλιστεί ομοιομορφία στην οξυγόνωση και στην ανακύκλωση του νερού στα πειραματικά ενυδρεία εκτροφής. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα καθαρίζονταν 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 γίνονταν με ειδικές βούρτσες για απομάκρυνση των μικροφυκών από τα τοιχώματα των ενυδρείων. Η αλλαγή του νερού ήταν της τάξης του 5-10% και γίνονταν κάθε τέσσερις ημέρες. Οι αερόπετρες απομακρύνονταν και καθαρίζονταν σε διάλυμα οξικού οξέος δυο φορές εβδομαδιαία (Βλάχος, 2010).

## 2.7. Υπολογισμός επιβίωσης, δεικτών ανάπτυξης των ιχθύων και εκμετάλλευσης της τροφής

Ο υπολογισμός της ανάπτυξης των ιχθύων γίνεται με βάση τους παρακάτω δείκτες:

### **Ημερήσια ποσότητα τροφής F (Βλάχος, 2008):**

$$F = \text{βιομάζα} \times \text{ΕΔ}$$

ΕΔ= επίπεδο διατροφής

Βιομάζα= αριθμός ψαριών X MB

MB= μέσο βάρος (gr)

### **Αύξηση του βάρους (WG) (Bahadır-Koca et al., 2009)**

$$WG = W_{\text{τελικό}} - W_{\text{αρχικό}}$$

όπου

W τελικό= τελικό βάρος και

W αρχικό= αρχικό βάρος σε gr

### **Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (Bahadır-Koca et al., 2009):**

$$SGR = [\ln W_{\text{τελικό}} - \ln W_{\text{αρχικό}}] / T \times 100$$

Όπου T= η χρονική περίοδο της πειραματικής εκτροφής σε ημέρες

### **Συντελεστής επιβίωσης %**

$$\text{Επιβίωση} = 100 \times (\text{τελικός αριθμός ψαριών} / \text{αρχικός αριθμός των ψαριών})$$

### **Συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής (FCR)**

$$FCR = FC / WG$$

FC = καταναλωθείσα τροφή (gr)

WG = αύξηση ζώντος βάρους (gr)

### **Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE)**

$$FE = WG/FI \text{ όπου}$$

$$WG = \text{Αύξηση Βάρους (g)}$$

$$FI = \text{Χορηγούμενη ποσότητα Τροφής (g)}$$

### **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  $\pm$  τυπική απόκλιση (mean  $\pm$  S.D), ενώ οι μέσοι όροι που έχουν διαφορετικά γράμματα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους).

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Φυσικοχημικοί παράμετροι νερού

Το pH, η ολική αμμωνία, τα νιτρώδη & τα νιτρικά ιόντα δεν παρουσιάζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των τριών διατροφικών μεταχειρίσεων. Τα νιτρώδη ιόντα διατηρήθηκαν σε μηδενικά επίπεδα, ενώ τα νιτρικά ιόντα διακυμάνθηκαν από 21,5 έως 22,4 mg/L καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας (Πιν. 4).

**Πίνακας 4:** Φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού στα πειραματικά ενυδρεία

	27° C		
	Δίαιτα Α	Δίαιτα Β	Δίαιτα Γ
pH	7,35 ± 0,1 <sup>a</sup>	7,4 ± 0,12 <sup>a</sup>	7,30 ± 0,09 <sup>a</sup>
T.A.N (mg/L)	0,0 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,097 ± 0,04 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub> -N (mg/L) <sup>**</sup>	0,0 ± 0,00	0,002 ± 0,00	0,0 ± 0,00
NH <sub>4</sub> (mg/L) <sup>*</sup>	0,0 ± 0,00	0,15 ± 0,00	0,0 ± 0,00
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> N (mg/L)	0,01 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N (mg/L)	21,5 ± 14,9 <sup>a</sup>	21,7 ± 17,00 <sup>a</sup>	22,4 ± 15,10 <sup>a</sup>

\*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

###### 1<sup>ο</sup> στάδιο PL0-PL10

Η επιβίωση των νυμφών της κιχλιδόζεμπρας τις δέκα πρώτες ημέρες, δηλαδή για το διάστημα από PL0 έως PL10 ήταν μεγαλύτερη στη διατροφική ομάδα που σιτίστηκε με σύμπηκτα (δίαιτα Α) η οποία παρουσίασε τη μεγαλύτερη επιβίωση (100%) σε σχέση με την ομάδα που διατρέφονταν με ανάμικτη τροφή (δίαιτα Β) (75%). Η μικρότερη επιβίωση

παρουσιάστηκε στα άτομα της κιχλιδόζεμπρας που σιτίστηκαν με artemia (δίαιτα Γ) ή οποία ήταν 55% (Πιν. 5).

### *2<sup>ο</sup> στάδιο PL10-PL20*

Η επιβίωση από την 10<sup>η</sup> (PL10) έως την 20<sup>η</sup> (PL20) ημέρα ανάπτυξης στα άτομα της κιχλιδόζεμπρας παρουσιάστηκε να είναι παρόμοια (100%) και στις τρεις διατροφικές μεταχειρίσεις (δίαιτα Α, δίαιτα Β, δίαιτα Γ) (Πιν.6).

### *3<sup>ο</sup> στάδιο PL20-PL30*

Η επιβίωση από την 20<sup>η</sup> (PL20) έως την 30<sup>η</sup> (PL30) ημέρα ανάπτυξης των ατόμων της κιχλιδόζεμπρας ήταν μεγαλύτερη (100%) στη διατροφική ομάδα όπου χορηγούνταν ανάμικτη τροφή (δίαιτα Β) σε σχέση με τα άτομα της κιχλιδόζεμπρας που σιτίζονταν με σύμπηκτα (δίαιτα Α) όπου η επιβίωση ήταν 65%. Η μικρότερη επιβίωση (36,36%) παρουσιάστηκε στα άτομα που διατρέφονταν με ξηρή artemia (δίαιτα Γ) (Πιν.7).

## 3.2.2 Βάρος σώματος

### *1<sup>ο</sup> στάδιο PL0-PL10*

Οι μέσοι όροι του βάρους των ψαριών των τριών μεταχειρίσεων κατά την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας ελέχθησαν για την κανονικότητά τους και δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA,  $P>0,05$ ). Τα ψάρια στα οποία χορηγήθηκαν σύμπηκτα (δίαιτα Α) για το διάστημα από ημέρα έναρξης του διατροφικού πειράματος (PL0) έως τη 10<sup>η</sup> ημέρα (PL10), έδειξαν συγκριτικά μεγαλύτερη αριθμητική τιμή στο μέσο τελικό βάρος τους ( $0,014 \pm 0,00$  g) σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες που διατράφηκαν με ανάμικτη τροφή (δίαιτα Β) και ξηρή artemia (δίαιτα Γ), χωρίς να παρουσίαζαν στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA,  $P>0,05$ ) (Πιν.5).



**Πίνακας 5:** Αύξηση βάρους (WG), ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) και επιβίωση της κιχλιδόζεμπρας όταν τρέφονταν με τα τρία πειραματικά σιτηρέσια (σύμπηκτα, ανάμικτη, artemia) για το διάστημα PL0-PL10.

PL0-PL10			
	Δίαιτα Α	Δίαιτα Β	Δίαιτα Γ
Αρχικό βάρος (g)	0,003±0,00 <sup>a</sup>	0,003±0,00 <sup>a</sup>	0,003±0,00 <sup>a</sup>
Τελικό βάρος (g)	0,014±0,00 <sup>a</sup>	0,013±0,00 <sup>a</sup>	0,013±0,00 <sup>a</sup>
Αύξηση βάρους (g)	0,012±0,00 <sup>a</sup>	0,038±0,00 <sup>a</sup>	0,010±0,00 <sup>a</sup>
Επιβίωση (%)	100	75	55
Ειδικός Ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ημέρα)	17,4±3,45 <sup>a</sup>	12,8±6,17 <sup>a</sup>	11,4±2,46 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>: Όμοια γράμματα δηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά

#### 2<sup>ο</sup> στάδιο PL10-PL20

Από τη 10<sup>η</sup> (PL10) έως την 20<sup>η</sup> ημέρα ανάπτυξης της κιχλιδόζεμπρας (PL20), μεγαλύτερο τελικό μέσο βάρος παρουσίασαν τα άτομα που διατρέφονταν με ξηρή artemia (δίαιτα Γ) (0,048± 0,00 g) σε σχέση με τις ομάδες που διατρέφονταν με σύμπηκτα (δίαιτα Α) και ανάμικτη τροφή (δίαιτα Β) όπου παρουσίασαν το μικρότερο τελικό βάρος παρουσιάζοντας σημαντική στατιστικά διαφορά (ANOVA, P>0,05), (Πιν. 6).

**Πίνακας 6:** Αύξηση βάρους (WG), ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) και επιβίωση της κιχλιδόζεμπρας όταν τρέφονταν με τα τρία πειραματικά σιτηρέσια (σύμπηκτα, ανάμικτη, artemia) για το διάστημα PL10-PL20.

PL10-PL20			
	Δίαιτα Α	Δίαιτα Β	Δίαιτα Γ
Αρχικό βάρος (g)	0,014±0,00 <sup>a</sup>	0,014±0,00 <sup>a</sup>	0,013±0,00 <sup>a</sup>
Τελικό βάρος (g)	0,031 <sup>a</sup> ±0,00	0,031 <sup>a</sup> ±0,00	0,048 <sup>b</sup> ±0,00
Αύξηση βάρους (g)	0,017±0,00 <sup>a</sup>	0,017±0,00 <sup>a</sup>	0,038±0,00 <sup>b</sup>
Επιβίωση (%)	100	100	100
Ειδικός Ρυθμός ανάπτυξης (SGR)	7,8±0,01 <sup>a</sup>	7,7±0,01 <sup>a</sup>	12,8±6,17 <sup>b</sup>

### 3<sup>ο</sup> στάδιο PL20-PL30

Το διάστημα από PL20 έως PL30 το μεγαλύτερο μέσο τελικό βάρος παρουσίασαν τα άτομα της κιχλιδόζεμπρας που σιτίζονταν με την ανάμικτη τροφή (δίαιτα Β) ( $0,120 \pm 0,00$  gr) σε σχέση με εκείνα τα οποία διατρέφονταν με τα σύμπληκτα (δίαιτα Α) και την ξηρή artemia (δίαιτα Γ) παρουσιάζοντας σημαντική στατιστική διαφορά (ANOVA,  $P < 0,05$ ) (Πιν. 7).

**Πίνακας 7:** Αύξηση βάρους (WG), ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) και επιβίωση της κιχλιδόζεμπρας όταν τρέφονταν με τα τρία πειραματικά σιτηρέσια (σύμπληκτα, ανάμικτη, artemia) για το διάστημα PL20-PL30.

PL20-PL30			
	Δίαιτα Α	Δίαιτα Β	Δίαιτα Γ
Αρχικό βάρος (g)	$0,031 \pm 0,00^a$	$0,048 \pm 0,00^a$	$0,026 \pm 0,00^a$
Τελικό βάρος (g)	$0,046 \pm 0,00^a$	$0,120 \pm 0,00^b$	$0,071 \pm 0,00^b$
Αύξηση βάρους (g)	$0,017 \pm 0,00^a$	$0,074 \pm 0,00^a$	$0,048 \pm 0,01^a$
Επιβίωση (%)	65	100	36,36
Ειδικός Ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/ημέρα)	$4,4 \pm 2,76^a$	$6,31 \pm 5,51^a$	$11,4 \pm 2,46^b$

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

#### 1<sup>ο</sup> στάδιο PL0-PL10

Η αύξηση βάρους στα ψάρια που ταΐζονταν με ανάμικτη τροφή (δίαιτα Β) σε σχέση με εκείνα που τρέφονταν με την τροφή Α (σύμπληκτα) και την τροφή Γ (ξηρή artemia) παρουσίαζε στατιστικά παρόμοια αύξηση βάρους (ANOVA,  $P > 0,05$ ) (Πιν. 5) για το διάστημα από PL0 έως PL10 ημερών.

Σε ότι αφορά τον SGR, ήταν μεγαλύτερος στα ψάρια που τρέφονταν με το σιτηρέσιο Α (σύμπληκτα) ( $17,4 \pm 3,45$  %/ημέρα) σε σχέση με το σιτηρέσιο Β (ανάμικτη) και το σιτηρέσιο Γ (ξηρή artemia) παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA,  $P < 0,05$ ) (Πιν. 5).

## 2<sup>ο</sup> στάδιο PL10-PL20

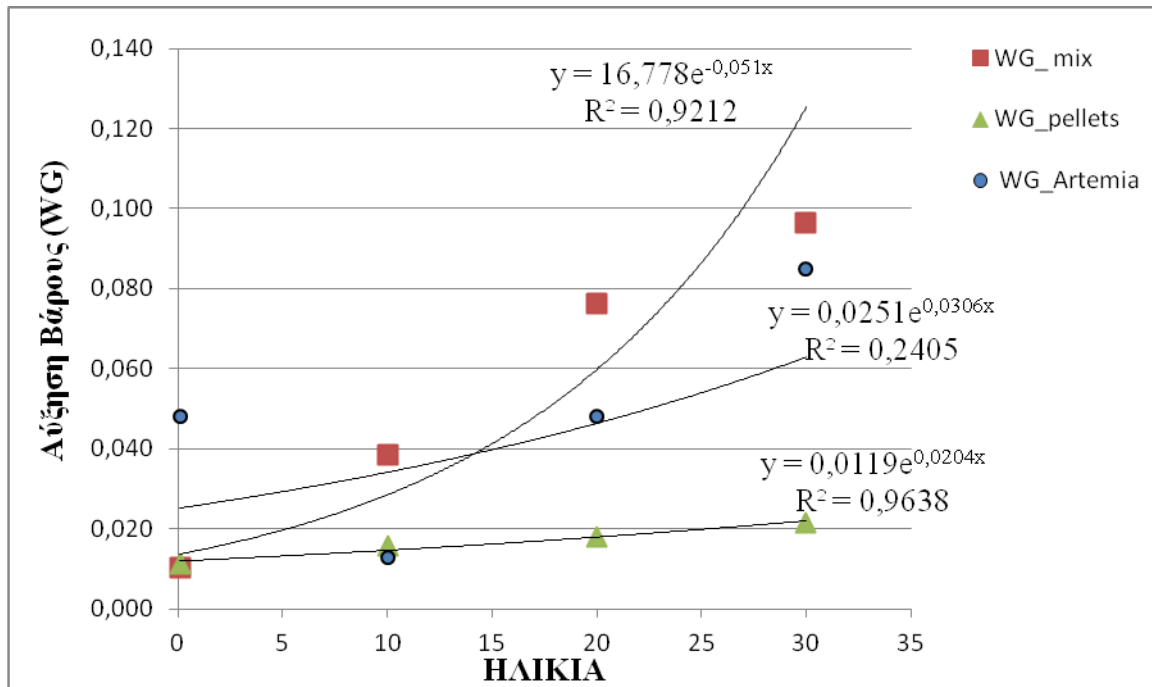
Η αύξηση βάρους (WG) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη (ANOVA,  $P < 0,05$ ) στα ψάρια που ταΐζονταν με το σιτηρέσιο Γ (ξηρή artemia) σε σχέση με τα άτομα που τρέφονταν με την τροφή Α (σύμπηκτα) και την τροφή Β (ανάμικτη) τα οποία παρουσίαζαν στατιστικά παρόμοια αύξηση βάρους (ANOVA,  $P > 0,05$ ) (Πιν. 6) για το διάστημα από PL10 έως PL20 ημερών.

Σε ότι αφορά τον SGR, ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος (ANOVA,  $P < 0,05$ ) στα ψάρια που τρέφονταν με το σιτηρέσιο Γ (ξηρή artemia) ( $12,8 \pm 8,17$  %/ημέρα) σε σχέση με το σιτηρέσιο Α (σύμπηκτα) και το σιτηρέσιο Β (ανάμικτη) τα οποία δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA,  $P > 0,05$ ) (Πιν. 6).

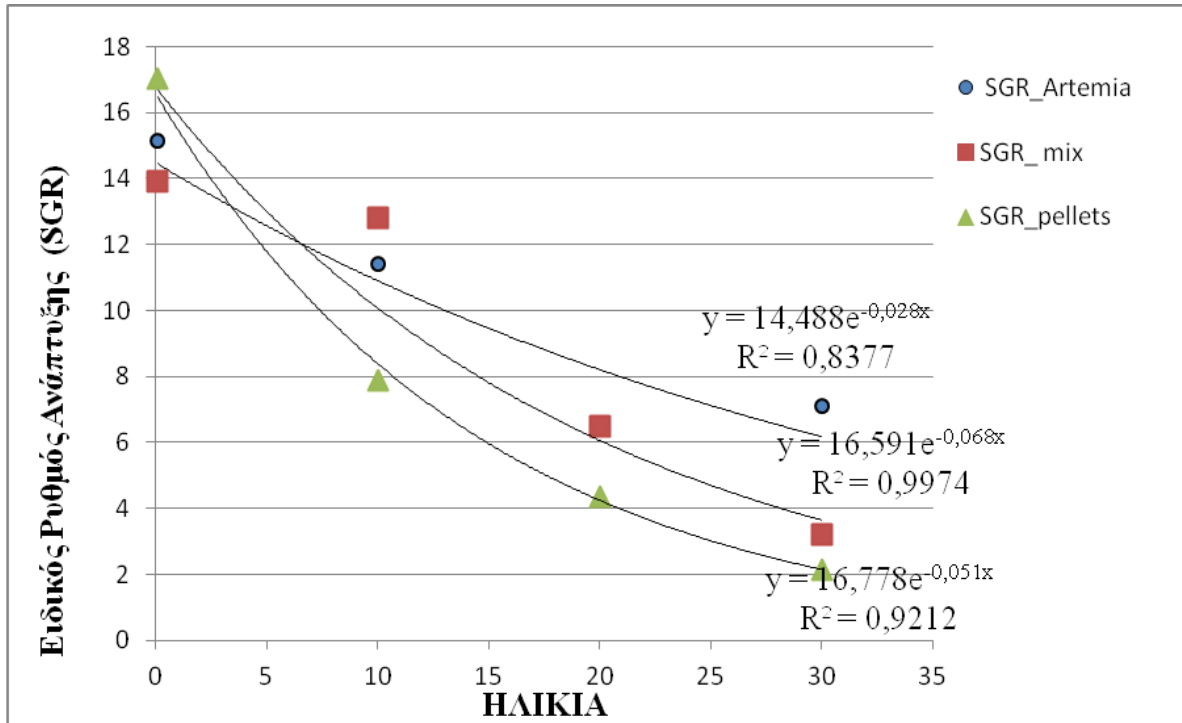
## 3<sup>ο</sup> στάδιο PL20-PL30

Η αύξηση βάρους (WG) δεν ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη (ANOVA,  $P < 0,05$ ) στα ψάρια που ταΐζονταν με το σιτηρέσιο Β (ανάμικτη) σε σχέση με τα άτομα που τρέφονταν με την τροφή Α (σύμπηκτα) και την τροφή Γ (ξηρή artemia) (Πιν. 7) για το διάστημα από PL20 έως PL30 ημερών. Σε ότι αφορά τον SGR, ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος (ANOVA,  $P < 0,05$ ) στα ψάρια που τρέφονταν με το σιτηρέσιο Γ (ξηρή artemia) ( $11,4 \pm 2,46$  %/ημέρα) σε σχέση με το σιτηρέσιο Α (σύμπηκτα) και το σιτηρέσιο Β (ανάμικτη) τα οποία παρουσίαζαν μικρότερο SGR (Πιν.7).

Το Γράφημα 1 και το Γράφημα 2 παρουσιάζουν αντίστοιχα την αύξηση του βάρους και τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με την ηλικία της κιχλιδόζεμπρας για όλη την πειραματική διαδικασία



Γράφημα 1: Αύξηση βάρους της κιχλιδόζεμπρας σε σχέση με την ηλικία



Γράφημα 2: Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης της κιχλιδόζεμπρας σε σχέση με την ηλικία

3.3. Δείκτες αξιοποίησης, αποτελεσματικότητας και εκμετάλλευσης των συστατικών της τροφής  
 3.3.1 Συντελεστής μετατρεψιμότητας (FCR) και απόδοσης της τροφής (FE)

1<sup>ο</sup> στάδιο PL0-PL10

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων (ANOVA,  $P < 0,05$ ) Η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής αντιστοιχεί στην δεύτερη πειραματική ομάδα (δίαιτα Β) ( $6,04 \pm 9,21$ ) παρουσιάζοντας αντίστοιχα το μικρότερο συντελεστή απόδοσης της τροφής ( $0,28 \pm 0,12$ ) (Πιν. 8). Όταν οι κιχλιδόζεμπρες τρέφονταν με την τροφή Α και Γ (σύμπηκτα και ξηρή artemia) παρουσίασαν στατιστικά παρόμοιο FCR. Ο μεγαλύτερος συντελεστής απόδοσης της τροφής παρουσιάστηκε στα ψάρια που ταΐζονταν με σύμπηκτα ( $0,31 \pm 1,07$ ).

**Πίνακας 8:** Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) και συντελεστής απόδοση της τροφής (FE) για τις κιχλιδόζεμπρες που ταΐστηκαν με σύμπηκτα (δίαιτα Α), ανάμικτη (δίαιτα Β) και ξηρή artemia (δίαιτα Γ) για το διάστημα PL0-PL10.

PL0-PL10	Δίαιτα Α	Δίαιτα Β	Δίαιτα Γ
Αρχικό βάρος (g)	$0,003 \pm 0,00$	$0,003 \pm 0,00$	$0,003 \pm 0,00$
Τελικό βάρος (g)	$0,014 \pm 0,00$	$0,013 \pm 0,00$	$0,013 \pm 0,00$
Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR)	$3,37 \pm 1,07^a$	$11,4 \pm 2,46^b$	$3,60 \pm 0,85^a$
Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE)	$0,31 \pm 1,07^a$	$0,28 \pm 0,12^a$	$0,29 \pm 0,06^a$

<sup>a,b</sup>: Διαφορετικά γράμματα δηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές

2<sup>ο</sup> στάδιο PL10-PL20

Στο στάδιο αυτό ο μεγαλύτερος FCR παρουσιάστηκε στην διατροφική ομάδα της ξηρής artemia ( $9,4 \pm 2,01$ ) ο οποίος δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τα υπόλοιπα δυο σιτηρέσια (δίαιτα Α και Β). Επίσης, στην 3<sup>η</sup> διατροφική ομάδα παρουσιάστηκε ο μικρότερος συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) ( $0,06 \pm 0,03$ ) (Πιν. 9).

**Πίνακας 9:** Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) και συντελεστής απόδοση της τροφής (FE) για τις κιχλιδόζεμπρες που ταΐστηκαν με σύμπηκτα (δίαιτα Α), ανάμικτη (δίαιτα Β) και ξηρή artemia (δίαιτα Γ) για το διάστημα PL10-PL20.

PL10-PL 20 ημέρες			
	Δίαιτα Α	Δίαιτα Β	Δίαιτα Γ
Αρχικό βάρος (g)	0,014±0,00	0,013±0,00	0,013±0,00
Τελικό βάρος (g)	0,031±0,00	0,048±0,00	0,026±0,00
Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR)	7,4±2,48 <sup>a</sup>	7,0±6,55 <sup>a</sup>	9,4±2,01 <sup>a</sup>
Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE)	0,08±0,04 <sup>a</sup>	0,20±0,11 <sup>b</sup>	0,06±0,03 <sup>a</sup>

### 3<sup>ο</sup> στάδιο PL20-PL30

Ο μεγαλύτερος FCR παρουσιάστηκε στην διατροφική ομάδα που σιτίζονταν με τη ξηρή artemia (8,3±2,26) ο οποίος παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με το σιτηρέσιο Α και Β (ANOVA, P<0,05). Επίσης, στην 1<sup>η</sup> διατροφική ομάδα παρουσιάστηκε στατιστικά ο μικρότερος συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) (0,04±0,02) (ANOVA, P<0,05) (Πιν. 10).

**Πίνακας 10:** Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) και συντελεστής απόδοση της τροφής (FE) για τις κιχλιδόζεμπρες που ταΐστηκαν με σύμπηκτα (δίαιτα Α), ανάμικτη (δίαιτα Β) και ξηρή artemia (δίαιτα Γ) για το διάστημα PL20-PL30.

PL20-PL30 ημέρες			
	Δίαιτα Α	Δίαιτα Β	Δίαιτα Γ
Αρχικό βάρος (g)	0,031±0,00	0,048±0,00	0,026±0,00
Τελικό βάρος (g)	0,046±0,00	0,120±0,00	0,071±0,21
Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR)	5,6±9,10 <sup>a</sup>	5,8±4,74 <sup>a</sup>	8,3±2,26 <sup>b</sup>
Αποτελεσματικότητα της τροφής (FE)	0,04±0,02 <sup>a</sup>	0,10±0,23 <sup>a</sup>	0,13± 0,04

#### 4. Συζήτηση

Οι μεταβλητές που συμβάλλουν στην αποτίμηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα διατροφικά πειράματα είναι σύμφωνα με τους Bahadir-Koca et al., (2009) είναι:

- οι συντελεστές ανάπτυξης των ψαριών (Αύξηση Βάρους (WG) και Ειδικός Ρυθμός Ανάπτυξης (SGR))
- οι συντελεστές αξιοποίησης της πρωτεΐνης που προσλαμβάνεται από την τροφή (Ρυθμός Μετατρεψιμότητας της Τροφής (FCR) και η Αποτελεσματικότητα της Τροφής (FE).

Κατά την διάρκεια της πειραματικής εκτροφής (30 ημέρες) του *Archocentrus nigrofasciatus* δόθηκε μια ολοκληρωμένη εικόνα επίδρασης των διαφορετικών τύπων σιτηρεσίων που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία στην επιβίωση και ανάπτυξη των νεαρών ιχθυδίων από την πρώτη ημέρα απορρόφησης του λεκιθικού σάκου (PL0) έως την 30<sup>η</sup> ημέρα όπου το ιχθύδιο αποκτά τα χαρακτηριστικά του ενήλικου ατόμου (PL30). Τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας κάνουν εμφανή την επίδραση της τροφής στην ανάπτυξη και επιβίωση του είδους δείχνοντας την προτίμησή του στην τροφή Β (ανάμικτη 50% σύμπηκτα και 50% ξηρή artemia) σε σχέση με την τροφή Α (σύμπηκτα) ή την τροφή Γ (ξηρή Artemia).

Ο ακριβής προσδιορισμός των απαιτούμενων επιπέδων σε πρωτεΐνες στα διακοσμητικά είδη εκτρεφόμενων ψαριών, δεν έχει προσδιοριστεί πλήρως (Degani, 1993, Soriano- Salazar & Hernandez- Ocampo, 2002). Οι τροφές που επιλέχθηκαν σχεδιάστηκαν ώστε να είναι πλούσιες σε πρωτεΐνη και λιπαρές ουσίες ώστε να εξασφαλίζουν ταχεία ανάπτυξη στις νέο-εκολαπτόμενες νύμφες της κιχλιδόζεμπρας. Ο Nybakken (2005) αναφέρει ότι η τροφή που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και ολικές λιπαρές ουσίες εξασφαλίζουν ταχεία ανάπτυξη στα ψάρια..

Ο ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών (SGR), η αύξηση βάρους (WG) ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στα νεαρά ιχθύδια που ταιΐζονταν με το σιτηρέσιο Β (ανάμικτη τροφή) σε σχέση με εκείνα που τρέφονταν με την τροφή Α (σύμπηκτα) και την τροφή Γ (ξηρή artemia) τα οποία παρουσίαζαν στατιστικά παρόμοια αύξηση βάρους. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με εκείνα των Bahadir-Koca et al. (2009), οι οποίοι μελέτησαν το νεαρό αγγελόψαρο μέσου βάρους 0,8 περίπου g δείχνοντας ότι όταν τρέφεται μόνο με daphnia παρουσιάζει μικρότερη ανάπτυξη και επιβίωση σε σχέση με τα σύμπηκτα που παρουσιάζει μεγαλύτερη ανάπτυξη και επιβίωση.

Οι Pantazis & Neofilou (2003) αναφέρουν ότι το γατόψαρο (*Clarias Gariepirinus*) μέσου βάρους 102,2 gr, παρουσίασε υψηλότερες τιμές στην WG, στον SGR και χαμηλότερες τιμές στο ρυθμό FCR, όταν ταΐζόταν μέχρι κορεσμού (*ad libitum*). Οι Verreth & Den Bieman (1987) διατύπωσαν ότι ο SGR μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του ψαριού, εφόσον ο μεταβολισμός του ψαριού μειώνεται όταν το μέγεθος του ψαριού αυξάνεται.

Στην παρούσα εργασία τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν χορηγούνται σύμπληκτα με συνδυασμό με ξηρή artemia ο συντελεστής FE είναι υψηλότερος που οφείλεται λόγω του μικρότερου FCR σε αντίθεση με την ξηρή Artemia που παρουσιάζει FCR και μικρό συντελεστή FE.

Η επιβίωση στα πειραματικά ενυδρεία ήταν αυξημένη περισσότερο στην ομάδα των ψαριών που ταΐζοταν με την τροφή Β (ανάμεικτη) σε σχέση με την ομάδα των ψαριών που ταΐζοταν με την τροφή Γ η οποία παρουσίασε μικρότερη επιβίωση.

Η κατανάλωση οξυγόνου και η έκκριση της αμμωνίας από τα ψάρια μειώνονται με την αύξηση της συχνότητας των γευμάτων. 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 (Phillips et al., 1998, Seniger, 2008). Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού διατηρούνται σταθερά σε όλη την διάρκεια του πειράματος χωρίς να αποκλίνουν από το εύρος των τιμών που προτείνεται από τους Axelrod et al., (1997), τους Axelrod & Sweeney (1992), τους Maitre-Allain & Piednoir (2009) για την μαζική εκτροφή του είδους ψαριών σε ελεγχόμενες συνθήκες.

Η ανάπτυξη και ο μεταβολισμός του ψαριού επηρεάζεται από την τροφή και τα συστατικά τα οποία περιέχει (Raja, 2009). Με το πέρασμα του χρόνου γίνεται μια τεράστια προσπάθεια της βελτίωσης των τροφών μέσω αντικατάστασης των συστατικών με άλλα φυσικά συστατικά. Το κόστος της τροφής αυξάνεται και ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του κόκκου της τροφής, την ποιότητα και την ταχύτητα καταβύθισής τους. (Kasiri et al., 2011).



## 5. Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσης πειραματικής πτυχιακής εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση διαφορετικών τύπων σιτηρεσιών στην ανάπτυξη και επιβίωση της κιχλιδόζεμπρας *Archocentrus nigrofasciatus* κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του ψαριού τις πρώτες 30 ημέρες μετά την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου.

Τα αποτελέσματα της πειραματικής εργασίας έδειξαν τα εξής:

- Η αύξηση βάρους (WG) ήταν σημαντικά υψηλότερη όταν η κιχλιδόζεμπρα τρεφόταν με την Τροφή Γ (ξηρή artemia) στις 20 ημέρες ( $12,8 \pm 6,17$ ) σε σχέση με τα σύμπηκτα και την ανάμικτη τροφή.
- Οι λάρβες που ταΐζονταν με τη Δίαιτα Γ (ξηρή artemia) παρουσίασαν μεγαλύτερη θνησιμότητα μετά την 5<sup>η</sup> ημέρα έναρξης της διατροφής τους.
- Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν η κιχλιδόζεμπρα τρεφόταν με τη δίαιτα Β (ανάμικτη) και τη δίαιτα Γ (ξηρή artemia) στις 10 πρώτες ημέρες εκτροφής.
- Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) ήταν μεγαλύτερος στην δίαιτα Α (σύμπηκτα) στις πρώτες 10 ημέρες μετά την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου.
- Η τροφή είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη και το μεταβολισμό του ψαριού. Η επιτυχία και η διαχείριση της εκτροφής των διακοσμητικών ψαριών, εξαρτάται κυρίως από την καταλληλότητα, την αποδοτικότητα της τροφής και από το επίπεδο διατροφής.

## 6. Abstract

The aim of the present work was to present the effect of different dietary food type on survival and growth rate of the convict cichlid *Archocentrus nigrofasciatus* in the stage of yolk sac absorption until the fish get the characteristics of the adult fish .

60 fish with average body weight  $0,014 \pm 0,00$  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 fish meal (diet A), mixed food (diet B) and dry artemia (diet C) in a ratio 7% of body weight three times per day at 27 °C. The duration of the experimental was 30 days. Performance indicators such us feed intake; specific growth rate and food conversion rate were examined.

The results showed that the survival rate was 90% when the fish fed fish meal diet and to 100% when fed mixed diet and artemia diet respectively. The weight gain (WG) and the specific growth rate were significantly higher when the fish fed the mix meal diet (diet B). When the convict cichlid fed dry artemia meal the WG and the SGR were significantly higher than the pellets group. FCR was higher in convict cichlid fed with pellets meal (diet A). The food efficiency (FE) was significantly higher in the trial fed pellets meal (diet A).

**Keywords:** *Archocentrus nigrofasciatus*, Specific growth rate (SGR), Food efficiency (FE), survival, food type.

## 7. Βιβλιογραφία

### Ξενογλώσση 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.
- 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
- Bahadir Koca S., Diler I., Dulluc A., Yigit N. O., Bayrak H., 2009 Effect of different feed types on growth and feed conversion ratio of angel Fish (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823). Journal of Applied Biological Sciences 3(2):06-10
- Bernstein, J.W., 1980. Parental care in the Cichlid fish *Cichlasoma nigrofasciatus*. Copeia, 80 (40): 682-686.
- Bowman, R.E. 1982. Food of northwest Atlantic fishes. Georges Bank- Scotian Shelf Study Paper. MARMAP Contr. No. MRD/NEFC 82-44. (<http://www.nefsc.noaa.gov/publications/>)
- Bowen S.H, (1982). Feeding, digestion and growth, qualitative consideration in the Biology and Culture of Tilapias, Pullin , R.S.V. and Lowe-McConnel , R. H., Eds., International Center for living Aquatic Resources Management , Manila, 1982 , 1418:49-54.
- Chapman, C.A., Chapman L.J., Wrangham R., Isabirye-Basuta G. and Ben-David K. (1997) Spatial and temporal variability in the structure of a tropical forest. Afr. J. Ecol. 35,287-302.
- 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.
- Davies, P.E., R.D. Sloane and J. Andrew, (1988). Effects of hydrological change and the cessation of stocking on a stream population of *Salmo trutta* L. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 39:337-354.
- Degani G. (1993). Growth and body composition of juveniles of *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces;Cichlidae) at different densities and diets. Aquaculture and Fisheries Management, 24:725-730.

- Eroldogan, O.T., 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
- Guan C.D., P. Li, P.D. Riggs, H. Inouye Vectors that facilitate the expression and purification of foreign peptides in *Escherichia coli* by fusion to maltose-binding protein
- 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 Rorum., 2(2):97-102.
- Keenleyside, M. H. A. (1991). Parental care. In Cichlid Fishes: Behaviour, Ecology, and Evolution (Keenleyside, M. H. A., ed.), pp.191–208. London: Chapman & Hall
- Kuwamura, T., 1986. Parental care and mating systems of cichlid fishes in Lake Tanganyika: a preliminary field survey. J. Ethol. 4:129-146.
- Maitre-Allain, T and Piednoir, C., (2009). Ο πλήρης Οδηγός για το Τροπικό και Θαλασσινό Ενυδρείο, Εκδόσεις Καρακατσώγλου, Αθήνα. σελ 281.
- Nelson, L. D., & Simmons, J. P. (2006). Intuitive confidence and the prominence effect. Manuscript in preparation
- Nybakken, J. (2005). Θαλάσσια Βιολογία Εκδόσεις ΙΩΝ Αθήνα 2005, σελ 520 ISBN:960-411-511-1
- Pantazis, P.A., Neofitou, C.N.,(2003).Feeding frequency and feed intake in the African cat fish *Clarias gariepinus* (Burcell,1822). The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh, 55(3):160-168.
- 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.
- Rhyne, A. L., M. F. Tlusty, P. J. Schofield, L. Kaufman, J. A. Morris, and A. W. Bruckner. 2012. Revealing the appetite of the marine aquarium fish trade: the volume and biodiversity of fish imported into the United States. PloS One 7:e35808

- Schiemer, F., Keckeis, H., Winkler, G., Flore, L. (2001): Large rivers : the relevance of ecotonal structure and hydrological properties for the fish fauna. - Arch. Hydrobiol . Suppl. 135, Large Rivers 12 : 487-508.
- Seginer., I., (2008). A dynamic fish digestion assimilation model: oxygen consumption and ammonia excretion in response to feeding. *Aquaculture International*. 16(2):123-142.
- 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.
- Itzkowitz, M., Santangelo, N. & Richter, M. (2001). Parental division of labour and the shift from minimal to maximal role specializations: an examination using a biparental fish. *Animal Behaviour* 61, 1237–1245.
- Wisenden, B. D., Chivers, D. P., Brown, G. E., Smith, R. J. F. (1995). The role of experience in risk assessment: avoidance of areas chemically labelled with fathead minnow alarm pheromone by conspecifics and heterospecifics. *Écoscience*, 2, 116-122.
- Wisenden, B. D., Lanfanconi-Izawa, T. L. & Keenleyside, M. H. A. (1995). Fin digging and leaf lifting by the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum*: examples of parental food provisioning. *Animal Behaviour* 49, 623–631.
- Trivers, R. 1972. Parental investment and sexual selection. In: *Sexual selection and the descent of man 1871-1971* (B. Campbell, ed.), pp. 139-179. Chicago, Aldine Press.

### ***Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία***

- Βλάχος, Ν., (2004). Ιχθυοκαλλιέργειες Γλυκών Νερών, Εκπαιδευτικές Εργαστηριακές Σημειώσεις, Εκτύπωση Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου, σελ 51.
- Βλάχος, Ν., (2008). Καλλιέργειες Διακοσμητικών Ψαριών, Εκπαιδευτικές Εργαστηριακές Σημειώσεις, Εκτύπωση Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου, σελ 250.
- Βλάχος, Ν., (2010). Καλλιέργειες Διακοσμητικών Ψαριών, Εκπαιδευτικές Εργαστηριακές Σημειώσεις, Εκτύπωση Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου, σελ 351.
- Παπουτζόγλου, Σ.Ε.,(2008). Διατροφή Ιχθύων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Χώτος, Γ., (2008). Υδατοκαλλιέργειες σε Ανακυκλούμενα Νερά, Εκπαιδευτικές Εργαστηριακές Σημειώσεις, Εκτύπωση Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου, σελ 150.