

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Επίδραση αποξηραμένου εκχυλίσματος ανώριμου νερατζιού στην
ανάπτυξη και στη θρεπτική σύσταση του σώματος της τσιπούρας
Sparus aurata»**



Φούντας Στέφανος

Βόλος 2016

«Επίδραση αποξηραμένου εκχυλίσματος ανώριμου νερατζιού στην ανάπτυξη και στη θρεπτική σύσταση του σώματος της τσιπούρας *Sparus aurata*»

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

Καραπαναγιωτίδης Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**,

Νεοφύτου Χρήστος, Καθηγητής, Ιχθυολογία-Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**,

Παναγιωτάκη Παναγιώτα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους τους ανθρώπους που συνέδραμαν προκειμένου να φέρω εις πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πιο συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της Προπτυχιακής Εργασίας, κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη για τη συνεχή βοήθεια και υποστήριξη, τόσο κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τα άλλα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής, αποτελούμενη από τους κ. Χρίστο Νεοφύτου και την κ. Παναγιώτα Παναγιωτάκη, για τις χρήσιμες συμβουλές, παρατηρήσεις και καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Εμμανουήλ Μαλανδράκη για τη συνεχή βοήθειά του κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος. Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να δώσω και στους προπτυχιακούς συμφοιτητές μου, κ. Αργύριο Μπουζιανά και κ. Νικόλαο Παπαγιαννόπουλο για την άψογη συνεργασία και βοήθεια για την επιτυχή διεξαγωγή του πειράματος.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη γιαγιά μου Βασιλική, τους γονείς μου Δημήτριο και Δήμητρα και τον αδερφό μου Απόστολο για την αμέριστη στήριξη, βοήθεια και υπομονή καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον ιχθυογεννητικό σταθμό ΔΙΑΣ για την δωρεά των ιχθυδίων τσιπούρας, τη BioMar Hellas, βιομηχανία ιχθυοτροφών για τη δωρεά πρώτων υλών και το Δήμο Νέας Ιωνίας Βόλου για τη μεταφορά θαλασσινού νερού στον πειραματικό σταθμό του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διατροφή των ψαριών σε ελεγχόμενες συνθήκες εκτροφής είναι μία παγκόσμια βιομηχανία που αποφέρει πολλά εκατομμύρια στον κλάδο των ιχθυοκαλλιεργειών. Η αυξανόμενη ζήτηση για ψάρια, η συνεχής μείωση των ιχθυοαποθεμάτων, η ανάγκη για οικονομικότερες πρώτες ύλες (που είναι το ίδιο αποτελεσματικές χωρίς να μειώνεται η ποιότητα), οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών και ορισμένα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση αντιβιοτικών στις υδατοκαλλιέργειες, έχει οδηγήσει τις βιομηχανίες ιχθυοτροφών στη χρήση διατροφικών συμπληρωμάτων που έχουν ως σκοπό την καλύτερη απόδοση των εκτρεφόμενων οργανισμών. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η επίδραση του αποξηραμένου εκχυλίσματος ανώριμου νερατζιού στην ανάπτυξη και στη θρεπτική σύσταση του σώματος της τσιπούρας (*Sparus aurata*), που αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα εκτρεφόμενα είδη στη Μεσόγειο. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 240 ιχθύδια τσιπούρας μέσου σωματικού βάρους $2,02 \pm 0,24$ g και ολικού μήκους $5,43 \pm 0,25$ cm, τα οποία τοποθετήθηκαν σε γυάλινα ενυδρεία χωρητικότητας 60L. Στα ενυδρεία υπήρχε κλειστό σύστημα κυκλοφορίας θαλασσινού νερού, η θερμοκρασία του οποίου ήταν $21 \pm 0,5^\circ$ C, το pH $8,00 \pm 0,4$, το διαλυμένο οξυγόνο διατηρήθηκε $>6,5$ mg/L και τα επίπεδα της αμμωνίας ήταν <1 mg/l. Τα ιχθύδια διαχωρίστηκαν σε τέσσερις διατροφικές ομάδες (3 δεξαμενές-επαναλήψεις ανά ομάδα, 20 ψάρια ανά ενυδρείο) και σιτίζονταν δύο φορές καθημερινά και για συνολικό διάστημα 120 ημερών, σε ποσοστό 5% του ζώντος βάρους τους αρχικά, με το ποσοστό αυτό να μειώνεται μέχρι το 2% στο τέλος του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, τα σιτηρέσια καταρτίστηκαν ως ισοενεργειακά (22,0 KJ/g) και ισοπρωτεϊνικά (48% της τροφής) και διέφεραν ως προς το ποσοστό του Pronigoro (αποξηραμένο εκχύλισμα νερατζιού σε μορφή σκόνης) που περιέχονταν στην τροφή (0% στο σιτηρέσιο A, 0,25% στο

σιτηρέσιο Β, 0,50% στο σιτηρέσιο Γ και 1% στο σιτηρέσιο Δ). Αποτελέσματα αυτού του πειράματος ανακοινώθηκαν στο 1ο Διεθνές Συνέδριο Εφαρμοσμένης Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος – HydroMedit, Βόλος, 2014.

Λέξεις κλειδιά: *Sparus aurata*, τσιπούρα, διατροφή, εκχύλισμα νερατζιού, φυτοβιοτικά.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

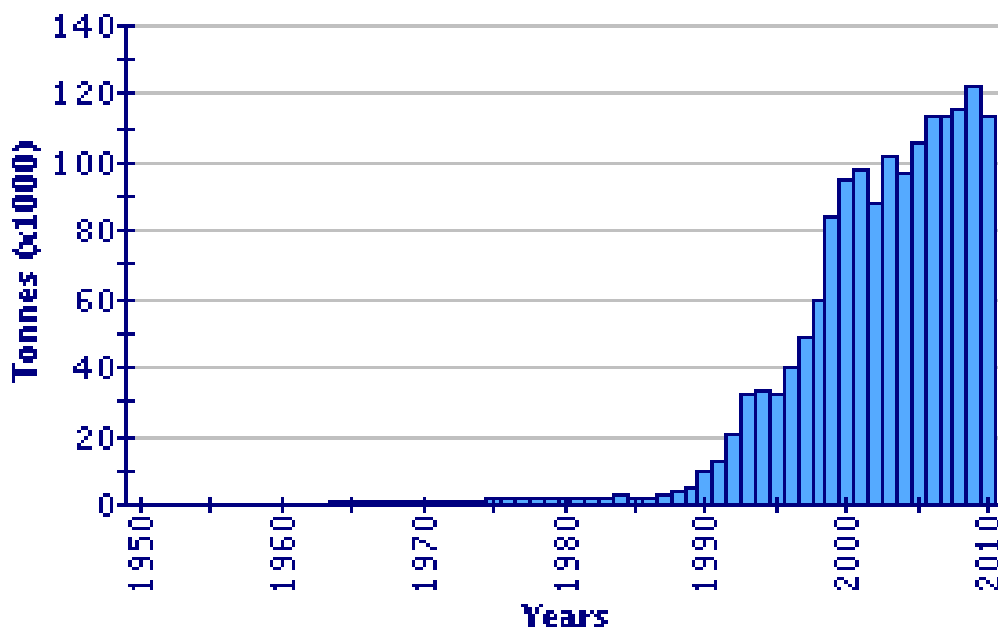
1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Εμπορικότητα και παραγωγή τσιπούρας	1
1.2	Βιολογικά χαρακτηριστικά τσιπούρας (<i>Sparus aurata</i>)	3
1.3	Εκτροφή τσιπούρας και διατροφικές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά	5
1.3.1	Θρεπτικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνες και αμινοξέα	6
1.3.2	Θρεπτικές απαιτήσεις σε λιπίδια και λιπαρά οξέα	7
1.3.3	Θρεπτικές απαιτήσεις σε υδατάνθρακες	9
1.3.4	Θρεπτικές απαιτήσεις σε βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία	9
1.4	Φυτοβιοτικά στη διατροφή των εκτρεφόμενων ιχθύων	10
1.5	Σκοπός της έρευνας	12
2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	14
2.1	Συνθήκες πειράματος και ιχθύδια	14
2.2	Πειραματικά σιτηρέσια	15
2.3	Δειγματοληψίες	17
2.4	Χημικές αναλύσεις	18
2.4.1	Προσδιορισμός ξηρής ουσίας	18
2.4.2	Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων	19
2.4.3	Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων	21
2.4.4	Προσδιορισμός τέφρας	22
2.5	Παράμετροι ανάπτυξης ιχθύων και αξιοποίησης της τροφής	23
2.5.1	Αύξηση ολικού βάρους ψαριών	23
2.5.2	Ποσοστό αύξησης ολικού βάρους	24
2.5.3	Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης	24
2.5.4	Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής	24
2.5.5	Αποδοτικότητα τροφής	25
2.5.6	Συντελεστής απόδοσης πρωτεΐνης	25
2.6	Δείκτες	25
2.6.1	Ηπατοσωματικός δείκτης	25
2.6.2	Ενδοσπλαχνικός δείκτης	25
2.7	Στατιστική ανάλυση	26
3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	27
3.1	Παράμετροι ανάπτυξης των ιχθύων και αξιοποίησης της τροφής	27
3.1.1	1η ημέρα του διατροφικού πειράματος	27
3.1.2	14η ημέρα του διατροφικού πειράματος	27
3.1.3	32η ημέρα του διατροφικού πειράματος	30
3.1.4	46η ημέρα του διατροφικού πειράματος	32
3.1.5	61η ημέρα του διατροφικού πειράματος	34
3.1.6	79 η ημέρα του διατροφικού πειράματος	37
3.1.7	101 η ημέρα του διατροφικού πειράματος	39
3.1.8	121 η ημέρα του διατροφικού πειράματος	42
3.2	Χημική σύσταση σώματος	44
3.2.1	Ξηρή ουσία	44
3.2.2	Περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ουσίες	46
3.2.3	Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες	47
3.2.4	Περιεκτικότητα σε τέφρα	47
3.2.5	Περιεκτικότητα σε υγρασία	48
3.3	Δείκτες	49
3.3.1	Ηπατοσωματικός δείκτης	49

3.3.2	Ενδοσπλαχνικός δείκτης	50
4	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	51
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	57
	Ξενογλώσση βιβλιογραφία	57
	Ελληνική βιβλιογραφία	61
	Ηλεκτρονική βιβλιογραφία	61

1.Εισαγωγή

1.1 Εμπορικότητα και παραγωγή τσιπούρας (*Sparus aurata*).

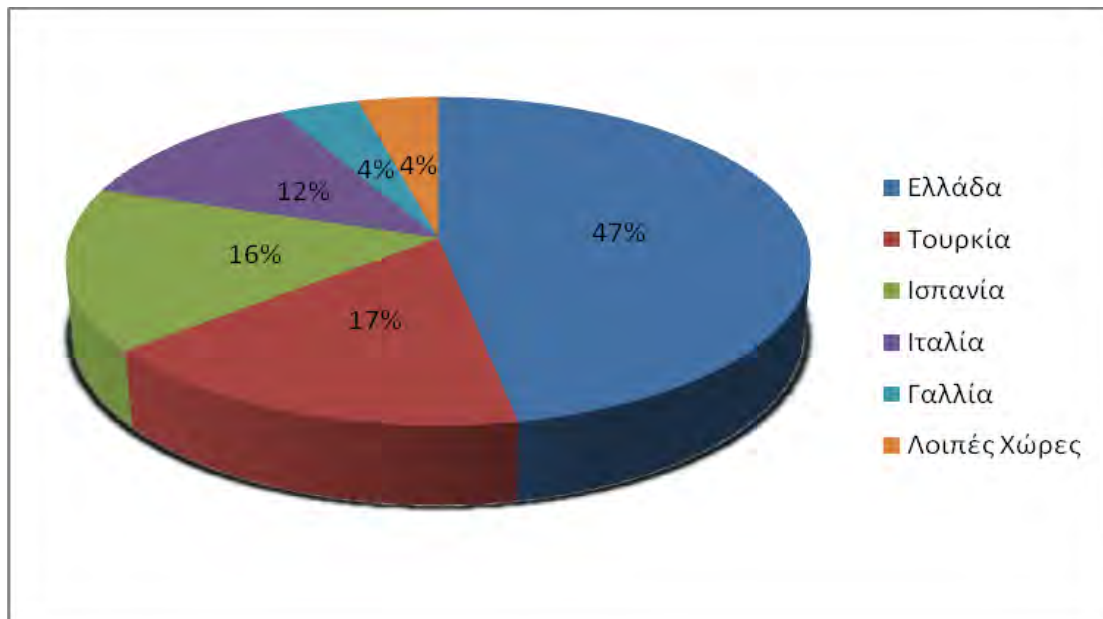
Ο κλάδος των υδατοκαλλιέργειών αποτελεί ένα από τους δυναμικά αναπτυσσόμενους κλάδους της ελληνικής οικονομίας τα τελευταία χρόνια, που αποφέρει πολλά μεγάλα κέρδη για τις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό. Οι ελληνικές ιχθυοκαλλιέργειες αποτελούν το δεύτερο σημαντικότερο εξαγωγίμο προϊόν μετά το ελαιόλαδο, με το συνολικό τζίρο από τις δραστηριότητες αυτές να φτάνει τα 460.000.000€ για το έτος 2006 (Λαζαρόπουλος 2007). Η συνολική παραγωγή από υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα αυξάνεται με το πέρασμα των χρόνων (Σχ. 1.1), με την παραγωγή για το 2010 να φτάνει τους 115.000 τόνους (FAO 2012). Η Μπακλώρη (2010) αναφέρει πως η βασικότερη κατηγορία ειδών υδατοκαλλιέργειας είναι τα ψάρια (σε ποσοστό 70,3%), με τις τσιπούρες και τα λαβράκια να αποτελούν παραπάνω από το 92% της συνολικής παραγωγής. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες που έχουν ως στόχο την καλλιέργεια άλλων ειδών, όπως λυθρίνι, συναγρίδα, φαγκρί κ.α.



Σχήμα 1.1 Παραγωγή ελληνικών υδατοκαλλιέργειών (περίοδος 1950-2012).

Η τσιπούρα αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα είδη στη Μεσόγειο θάλασσα, και την Ελλάδα (Grigorakis *et al.* 2002) τόσο για τις υδατοκαλλιέργειες (Jobling, 2012) όσο και για τις βιομηχανίες αλιείας (Arechavala-Lopez *et al.* 2012). Σύμφωνα με τους Κλαουδάτο και Κλαυδάτο (2012), οι λόγοι που η τσιπούρα (*Sparus aurata*) αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια ένα από τα κυρίαρχα εκτρεφόμενα είδη, μαζί με το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*), στις ελληνικές ιχθυοκαλλιέργειες είναι το γεγονός ότι έχει πολύ μεγάλη εμπορική αξία, ενώ παράλληλα παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες (είναι είδος ευρύθερμο 4-32° C και ευρύαλο 0-40 ppt). Επιπροσθέτως, οι ίδιοι αναφέρουν πως στην Ελλάδα, το 1980, η παραγωγή τσιπούρας δεν ξεπερνούσε τους 400 τόνους (από αλιεία και παραγωγή), ενώ τώρα πλέον αποτελεί το κυρίαρχο εκτρεφόμενο είδος με την παραγωγή του να είναι πολύ μεγαλύτερη.

Στις χώρες που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου η Ελλάδα αποτελεί τη βασικότερη ιχθυοπαραγωγό χώρα. Ακολουθεί η Τουρκία, η Ισπανία, η Ιταλία, το Ισραήλ, η Κύπρος, η Γαλλία, η Πορτογαλία, η Κροατία, η Μάλτα, η Τυνησία, η Αίγυπτος, η Αλβανία, η Βοσνία-Ερζεγοβίνη, η Αλγερία, το Μαρόκο και η Σλοβανία (στοιχεία 2006 από FAO) (Pavlidis and Mylonas 2011).



Σχήμα 1.2 Οι κύριες ιχθυοπαραγωγές χώρες (Λαζαρόπουλος 2007).

1.2 Βιολογικά χαρακτηριστικά της τσιπούρας (*Sparus aurata*)

Η τσιπούρα (*Sparus aurata*) είναι ένα βενθοπελαγικό είδος της οικογένειας των σπαρίδων (Sparidae), το οποίο συναντάται στη Μεσόγειο θάλασσα, στη Μαύρη θάλασσα και στις ακτές του βορειοανατολικού Ατλαντικού (Αγγλία και Κανάρια νησιά) (Sola *et al* 2006).

Πίνακας 1.1 Συστηματική κατάταξη της τσιπούρας *Sparus aurata* (Russel *et al.*, 2014)

Συστηματική κατάταξη	
Βασίλειο	Ζώα (Animalia)
Συνομοταξία	Χορδωτά (Chordate)
Ομοταξία	Ακτινοπτερύγια (Actinopterygii)
Τάξη	Περκόμορφα (Perciformes)
Οικογένεια	Σπαρίδες (Sparidae)
Γένος	Σπάρος (<i>Sparus</i>)

Το σώμα της είναι επίμηκες, πεπλατυσμένο και πλευρικά πιεσμένο με κυρτή ράχη και κοντό ρύγχος. Το ραχιαίο και το εδρικό πτερύγιο αποτελούνται τόσο από μαλακές όσο και από σκληρές ακτίνες, με αριθμό DXI/13-14 και AIII/11-12. Ο αριθμός των λεπιών της πλευρικής γραμμής είναι 73-85 και φθάνουν μέχρι και τη βάση του ουραίου πτερυγίου (Fishbase 2010).

Έχει χρώμα γκρι-ασημί, με σκούρα πλάτη ενώ στις πλευρές και την κοιλιά το χρώμα είναι πιο ανοιχτό. Στην αρχή της πλευρικής γραμμής φέρει μια μαύρη κηλίδα που εκτείνεται μέχρι και το πάνω μέρος του βραγχιοκαλύμματος. Επίσης, παρατηρείται μια μαύρη γραμμή κατά μήκος του ραχιαίου πτερυγίου καθώς και μια μαύρη παρυφή στο ουραίο πτερύγιο. Το μέγιστο μήκος της τσιπούρας είναι 70cm, συνήθως όμως το μήκος της κυμαίνεται στα 30-35cm (Νεοφύτου 2007).

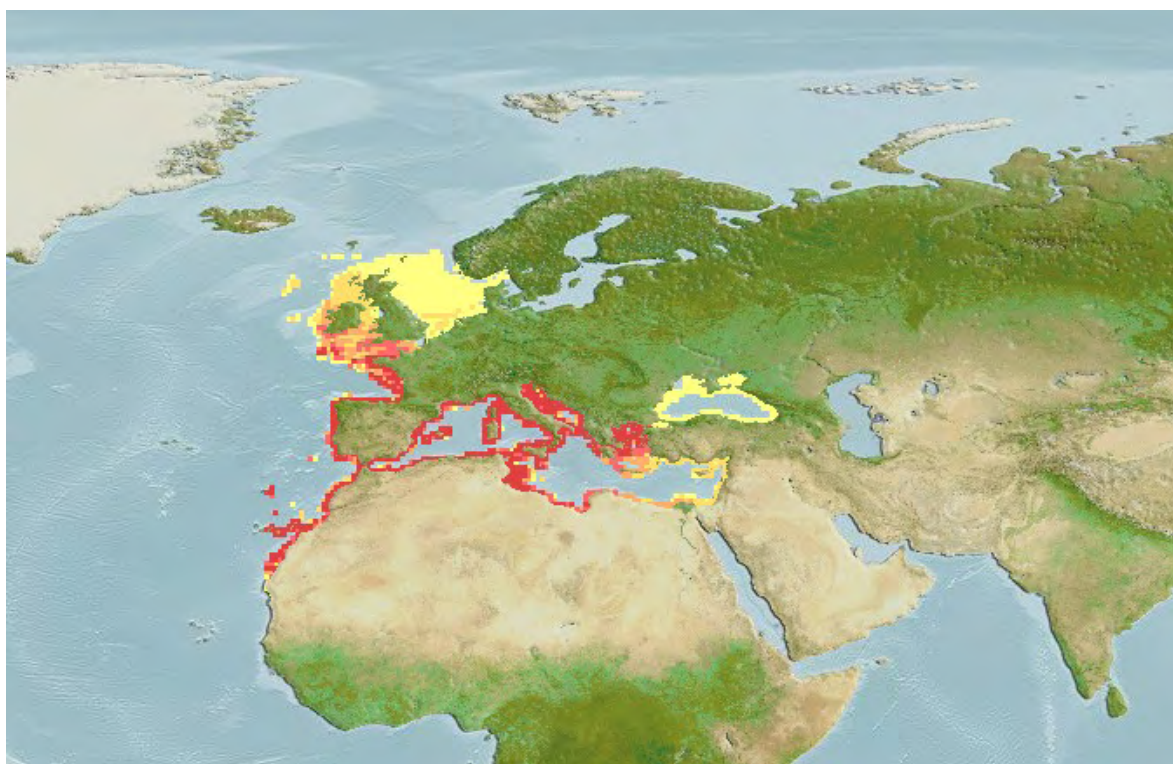


Εικόνα1.1: Η τσιπούρα στο φυσικό της περιβάλλον (www.istitutoveneto.org)

Η τσιπούρα διαβιεί σε παράκτιες περιοχές της υποτροπικής ζώνης (βενθοπελαγικό είδος), σε λιβάδεια Ποσειδωνίας και προτιμά αμμώδεις ή φυκώδεις πυθμένες. Τα νεαρά άτομα ζουν σε βάθος περίπου 30m ενώ τα ενήλικα άτομα σε βάθος 150m. Είναι κατά κύριο λόγο ψάρι μοναχικό, αλλά μπορεί να σχηματίσει και μικρά κοπάδια (FAO 1999).

Η τσιπούρα είναι ένα σαρκοφάγο είδος ιχθύος. Τα νεαρά άτομα (ιχθύδια) τρέφονται κατά βάση με αμφίποδα, μικρού μεγέθους καρκινοειδή, κωπήποδα και πολύχαιτους. Τα μεγαλύτερα άτομα τρέφονται με άλλα είδη ιχθύων (μικρά ψάρια), καρκινοειδή και με μαλάκια (κυρίως δίθυρα) (Κλαουδάτος και Κλαουδάτος 2012).

Η αναπαραγωγή της πραγματοποιείται την περίοδο Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου. Είναι ένα ψάρι ερμαφρόδιτο (εμφανίζει πρωτανδρικό ερμαφροδιτισμό), αφού αρχικά είναι αρσενικό και με το πέρασμα του δεύτερου έτους της ηλικίας του γίνεται θηλυκό. Τα αρσενικά άτομα ωριμάζουν αναπαραγωγικά σε ηλικία 1-2 ετών και τα θηλυκά άτομα ένα χρόνο αργότερα, σε ηλικία 2-3 ετών (Lamya Chaoui *et al.* 2006).



Εικόνα 1.2 Γεωγραφική κατανομή της τσιπούρας (www.fishbase.org)

1.3 Εκτροφή τσιπούρας και διατροφικές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά

Οι διατροφικές ανάγκες των υδρόβιων ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων και των ψαριών, σχετίζονται με τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που έχει ανάγκη ο οργανισμός προκειμένου να εξασφαλίζει την αύξηση του βάρους του, να αναπληρώνει την ενέργεια που χάνει λόγω φυσικών διεργασιών

αλλά και για την παραγωγή γεννητικού υλικού (Παπουτσόγλου 2008). Οι διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών ποικίλουν σε ποσότητα και ποιότητα και αυτό σχετίζεται με τις διατροφικές συνήθειες, την πεπτική ανατομία, το μέγεθος και την αναπαραγωγική κατάσταση. Ωστόσο, οι διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών επηρεάζονται και από τις περιβαλλοντικές μεταβολές, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία και η ποσότητα της διαθέσιμης φυσικής τροφής (Gonzalez and Allan 2007).

1.3.1 Θρεπτικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνες και αμινοξέα

Η πρωτεΐνη είναι ένα βασικό συστατικό της διατροφής των ψαριών, τόσο από άποψη ποσότητας όσο και από άποψη και ποιότητας, με τις πρωτεϊνικές απαιτήσεις των ψαριών να είναι υψηλότερες σε σχέση με εκείνες άλλων ζωικών οργανισμών (Coweys 1975). Επίσης, η πρωτεΐνη στα σιτηρέσια είναι απαραίτητη γιατί παρέχει τα απαραίτητα αμινοξέα και άζωτο για τη σύνθεση των μη-απαραίτητων αμινοξέων, ενώ παράλληλα αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό της διατροφής των ψαριών, επειδή η πρόσληψη πρωτεΐνης καθορίζει την ανάπτυξη τους (Bureau and Young Cho 1999). Η διαιτητική πρωτεΐνη είναι σημαντική για την ανάπτυξη των ψαριών, διότι μέσω αυτής παρέχονται τα απαραίτητα αμινοξέα. Τα αμινοξέα χρησιμοποιούνται από τα ψάρια για την κατασκευή πρωτεϊνών που είναι απαραίτητες για το σχηματισμό μυών αλλά και για την ενζυμική λειτουργία. Σε περίπτωση που οι απαιτήσεις των ψαριών σε αμινοξέα έχουν εκπληρωθεί, η παραπάνω πρωτεΐνη μπορεί να μεταβολιστεί (Sealey *et al.* 1998).

Η πρωτεΐνη αποτελείται από αμινοξέα και σχηματίζεται από δεσμούς μεμονωμένων αμινοξέων. Παρά το γεγονός ότι πάνω από 200 αμινοξέα εμφανίζονται στη φύση, μόνο περίπου 20 αμινοξέα είναι κοινά. Οι θρεπτικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνες είναι χαμηλότερες για τα φυτοφάγα και τα παμφάγα ψάρια σε σχέση με τα

σαρκοφάγα ψάρια, όπως είναι οι τσιπούρες. Επίσης τα μικρά ψάρια έχουν υψηλότερες απαιτήσεις σε πρωτεΐνες, αφού όσο αναπτύσσονται οι απαιτήσεις του μειώνονται (Craig and Helfrich 2009). Υπάρχουν 10 διαφορετικά αμινοξέα που δεν μπορούν να συντεθούν από τα ψάρια σε ικανοποιητική ποσότητα για τη μέγιστη ανάπτυξή τους και πρέπει να χορηγούνται μέσω της τροφής. Αυτά είναι τα γνωστά “απαραίτητα αμινοξέα”. Οι ακριβείς ποσότητες απαραίτητων αμινοξέων διαφέρουν μεταξύ των ειδών και του σταδίου ζωής στο οποίο βρίσκονται (Gonzalez and Allan 2007). Τα 10 απαραίτητα αμινοξέα είναι η αργινίνη, η λυσίνη, η μεθειονίνη, η ιστιδίνη, η βαλίνη, η λευκίνη, η ισολευκίνη, η θρεονίνη, η τρυπτοφάνη και η φαινυλαλανίνη. Παρ’ όλο αυτά, για κάθε είδος ψαριού, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις απαιτήσεις σε συγκεκριμένα αμινοξέα (Kaushik 1998). Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί πως το ιχθυάλευρο είναι η κύρια πηγή πρωτεϊνών για εντατική ιχθυοκαλλιέργεια (Robaina *et al.* 1995).

Πίνακας 1.2 Θρεπτικές απαιτήσεις σε απαραίτητα αμινοξέα της τσιπούρας (*Sparus auratus*) (Webster and Lim, 2002).

Αμινοξύ	<i>Sparus auratus</i>
Αργινίνη	<2.6
Ιστιδίνη	1.7
Ισολευκίνη	2.6
Λευκίνη	4.5
Λυσίνη	5
Μεθειονίνη	4
Φαινυλαλανίνη	2.9
Θρεονίνη	2.8
Τρυπτοφάνη	0.6
Βαλίνη	3

1.3.2 Θρεπτικές απαιτήσεις σε λιπίδια και λιπαρά οξέα

Τα λιπίδια αποτελούνται από λιπαρά οξέα και μερικά από αυτά είναι απαραίτητα για ορισμένα είδη ψαριών (Gonzalez and Allan 2007). Επίσης, τα λιπίδια είναι αναγκαία για την απορρόφηση των λιποδιαλυτών βιταμινών (Sealey *et al.* 1998). Ο βασικός ρόλος που διαδραματίζουν τα λιπίδια είναι η παροχή της

απαραίτητης ενέργειας (Bureau and Young Cho 1999). Τα απλά λιπίδια συμπεριλαμβάνουν τα λιπαρά οξέα και την τρικυλογλυκερόλη. Στα ψάρια είναι απαραίτητη η πρόσληψη ω-3 και ω-6 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Craig and Helfrich 2009).

Οι απαιτήσεις των ψαριών σε απαραίτητα λιπαρά οξέα διαφέρουν μεταξύ των ειδών, ανάλογα με την θερμοκρασία στην οποία διαβίουν, καθώς και σχετικά με τις φυσικές διατροφικές συνήθειες τους (Cowey and Sargent 1979). Η προτίμηση για τα λιπαρά οξέα της σειράς ω-3 φαίνεται να είναι καθολική, αν και μια πρόσθετη ανάγκη για ω-6 λιπαρά οξέα έχει επίσης επιβεβαιωθεί για ορισμένα είδη ψαριών που διαβίουν σε θερμά νερά (Stickney and Hardy 1989). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι απαιτήσεις σε λιπίδια διαφέρουν ανάλογα με το είδος του ψαριού. Πιο συγκεκριμένα, τα σαρκοφάγα είδη ψαριών φαίνεται πως αφομοιώνουν και αξιοποιούν τα διαιτητικά λιπίδια περισσότερο αποτελεσματικά σε σύγκριση με τα παμφάγα και τα φυτοφάγα είδη ψαριών (NRC 1993).

Τα ψάρια, όπως και όλα τα άλλα σπονδυλωτά που έχουν μελετηθεί μέχρι σήμερα, απαιτούν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA), προκειμένου να αναπτυχθούν και να αναπαραχθούν. Τα λιπαρά αυτά οξέα είναι τα ακόλουθα:

- Docosaehaenoic οξύ (DHA, 22: 6 ω - 3)
- Eicosapentaenoic οξύ (EPA, 20: 5 ω-3)
- Αραχιδονικό οξύ (AA, 20: 4 n- 6).

Οι απαιτήσεις της τσιπούρας σε απαραίτητα λιπαρά οξέα ικανοποιούνται μέσω των 20:5ω-3 και 22:6ω-3, με ποσοστό 1% (ή και λιγότερο) επί της ξηρής ουσίας της τροφής (Μεντέ και Νέγκας 2011).

Τα διαιτητικά λιπίδια διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο ως δυνητικός προμηθευτής της ενέργειας, σε απαραίτητα λιπαρά οξέα και λιποδιαλυτές βιταμίνες.

Επίσης, μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα των εκτρεφόμενων ψαριών λόγω της επιρροής τους σχετικά με τη σύνθεση των λιπαρών οξέων (Nematipour *et al.* 1992, Guillou *et al.* 1995).

1.3.3 Θρεπτικές απαιτήσεις σε υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες αντιπροσωπεύουν μια πολύ μεγάλη ποικιλία μορίων. Συνήθως οι υδατάνθρακες βρίσκονται στις ιχθυοτροφές με τη μορφή αμύλου και πολυμερούς της γλυκόζης (Bureau and Young Cho 1999). Οι υδατάνθρακες είναι συνήθως οι φθηνότερες πηγές ενέργειας, αν και διάφορα είδη ψαριών διαφέρουν στην ικανότητά τους να χρησιμοποιούν υδατάνθρακες (Gonzalez and Allan 2007). Οι υδατάνθρακες στα σιτηρέσια κυμαίνονται από εξαιρετικά εύπεπτους μονο-, δι- και ολιγοσακχαρίτες έως αδιάλυτους και δύσπεπτους όπως η ημικυτταρίνη και η κυτταρίνη, με κύριες πηγές να είναι τα φύκια, το πλαγκτόν και διάφορα προϊόντα σόγιας. Οι υδατάνθρακες που προέρχονται από φυτά, φύκη και πλαγκτόν περιέχουν ολιγοσακχαρίτες και πολυσακχαρίτες των μονομερών (Krogdahl *et al.* 2005).

1.3.4 Θρεπτικές απαιτήσεις σε βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες στη διατροφή των ψαριών προκειμένου να υπάρξει φυσιολογική ανάπτυξη. Συνήθως δεν συντίθεται από τα ψάρια, και θα πρέπει να παρέχεται μέσω της διατροφής (Gatlin 2010). Είναι αναγκαίες σε μικρές ποσότητες για τη φυσιολογική ανάπτυξη, την αναπαραγωγή, την υγεία και γενικά τον μεταβολισμό των ψαριών. Σιτηρέσια που δεν διαθέτουν επαρκή επίπεδα βιταμινών και ανόργανων συστατικών μπορεί να οδηγήσουν σε αναπτυξιακές διαταραχές και σε ακραίες περιπτώσεις ακόμα και σε θάνατο. Πολλές βιταμίνες, όπως η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) είναι εύκολα να

καταστραφεί από τη θερμότητα, το φως και την υγρασία και αυτό μειώνει τη χρησιμότητά της για τα ψάρια (Gonzalez and Allan 2007).

Τα ανόργανα στοιχεία είναι απαραίτητα για όλους τους οργανισμούς και κατ' επέκταση για τα ψάρια προκειμένου να επιτελούν διάφορες λειτουργίες που έχουν να κάνουν με το μεταβολισμό τους. Τα ψάρια προσλαμβάνουν κατά κύριο λόγο τα ανόργανα στοιχεία από τη διατροφή τους (σιτηρέσιο), αλλά και από το περιβάλλον τους (Watanabe *et al.* 1997). Πολλά ανόργανα συστατικά που απαιτούνται και βρίσκονται σε επαρκείς ποσότητες στο νερό προσλαμβάνονται από τα ψάρια μέσω των βραγχίων τους (Bureau and Young Cho 1999). Οι βιταμίνες με βάση τη διαλυτότητα χωρίζονται σε δύο ομάδες, τις λιποδιαλυτές βιταμίνες, όπως είναι η βιταμίνη A (ρετινόλη), η βιταμίνη D (χοληκαλσιφερόλη), η βιταμίνη E (α-τοκοφερόλη) και η βιταμίνη K, και τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, όπως η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ), η βιοτίνη, η χολίνη, το φολικό οξύ, η ινοσιτόλη, η νιασίνη, το παντοθενικό οξύ, η πυριδοξίνη, η ριβοφλαβίνη, η θειαμίνη και η βιταμίνη B12 (Craig and Helfrich 2009). Αν δεν χορηγηθεί η κατάλληλη ποσότητα βιταμίνης στην τροφή των ψαριών τότε μπορούν να συμβούν τα εξής:

- ❖ αβιταμίνωση: μπορεί να προκαλέσει σκολίωση, χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης και θνησιμότητες.
- ❖ υπερβιταμίνωση: μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στο σκελετό και το συκώτι των ιχθύων (Halver and Hardy, 2002, Lall and Lewis-McCrea 2007).

1.4 Φυτοβιοτικά στη διατροφή των εκτρεφόμενων ιχθύων

Για δεκαετίες, τα αντιβιοτικά που χρησιμοποιούνταν συνήθως για τη θεραπεία λοιμώξεων του ανθρώπου χρησιμοποιήθηκαν επίσης για τους υδρόβιους ζωικούς οργανισμούς. Η χρήση τους είχε ως σκοπό τη θεραπεία, την πρόληψη αλλά και την

βελτίωση της μετατρεψιμότητας της τροφής (Cabello 2006). Η χρήση αντιβιοτικών στα ψάρια προωθεί καλύτερα την ανάπτυξή τους ως αποτέλεσμα της γενικότερης καλής υγείας που επιφέρουν. Η χρήση τους μεγιστοποιεί την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα (Antache *et al.* 2013). Η χρήση όμως αντιβιοτικών στις ιχθυοκαλλιέργειες μπορεί να παρουσιάσει ορισμένα μειονεκτήματα (Defoirdt *et al.* 2011, McCartney 2002, Botsoglu and Fletouris 2001, Williams and Losa 2001), αφού είναι γεγονός πως υπάρχει κίνδυνος από τη μετάδοση ανθεκτικών βακτηριδίων από το περιβάλλον των υδατοκαλλιεργειών στον άνθρωπο (FAO 2005).

Τα αντιβιοτικά έχουν την ιδιότητα να αναστέλλουν ή να εξοντώνουν μικροοργανισμούς που βρίσκονται στο γαστρεντερικό σύστημα, όμως η χρήση τους αφήνει υπολείμματα, τα οποία συσσωρεύονται στα ψάρια και είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο σε περίπτωση που τα καταναλώσει (WHO 2006). Έτσι, εξαιτίας των επιβλαβών επιπτώσεων που παρουσιάζει η χρήση αντιβιοτικών στον άνθρωπο, η Ευρωπαϊκή Ένωση και οι Η.Π.Α. απαγόρευαν ή σε ορισμένες περιπτώσεις επέβαλαν περιορισμό στη χρήση αντιβιοτικών στις υδατοκαλλιέργειες (Kesarcodi *et al.*, 2008). Η απαγόρευση και ο περιορισμός της χρήσης αντιβιοτικών αλλά και η αυξανόμενη ζήτηση για ασφαλή και ελεγμένα τρόφιμα, οδήγησε στην ανάπτυξη νέων στρατηγικών στον τομέα της διατροφής και διαχείρισης της υγείας στις υδατοκαλλιέργειες. Πιο συγκεκριμένα, υπήρξε αυξημένη έρευνα για την ανάπτυξη διατροφικών συμπληρωμάτων που θα αντικαταστούσαν τα αντιβιοτικά. Τα συμπληρώματα αυτά είναι κυρίως τα προβιοτικά, τα πρεβιοτικά, τα συμβιοτικά και τα φυτοβιοτικά (Balcazar *et al.* 2006, Denev 2008, Sahu *et al.* 2007).

Για το λόγο αυτό παρουσιάστηκε μία τάση για χρήση φυτικών τροφών στις ιχθυοκαλλιέργειες. Οι φυτικές τροφές αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη προσοχή σαν συμπληρώματα διατροφής στις υδατοκαλλιέργειες λόγω και της συνεχούς μείωσης

των ιχθυοαποθεμάτων (Rodrigues *et al.* 2011). Οι Abdel-Latif και Khalil (2014), αναφέρουν πως τα φυτοβιοτικά μπορούν να περιγραφούν ως ένας όρος που χρησιμοποιείται για αρωματικά φυτά, αιθέρια έλαια ή ουσίες που εξάγονται από αυτά και τα οποία βοηθούν στην αύξηση των αναπτυξιακών επιδόσεων, έχουν αντιμικροβιακή δράση και αντικαθιστούν τα αντιβιοτικά στη διατροφή των ζωικών οργανισμών. Επίσης, οι Antache *et al.* (2013) αναφέρουν πως τα φυτοβιοτικά είναι φυσικές ενώσεις, οι οποίες ενσωματώνονται σε σιτηρέσια με σκοπό να βελτιστοποιήσουν την παραγωγικότητα των ζωικών οργανισμών. Ακόμη, είναι λιγότερο ακριβά σε σχέση με άλλες θεραπευτικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες. Παρόλο αυτά η χρήση φυτοβιοτικών στη διατροφή των ψαριών είναι περιορισμένη και πραγματοποιείται μόνο σε πειραματικό στάδιο. Επίπροσθέτως, κατά τους Windisch *et al.* (2008) τα φυτοβιοτικά παρουσιάζουν μία σειρά από ευεργετικές δράσεις. Μερικές από αυτές είναι:

- η αντιμικροβιακή δράση,
- οι αντιοξειδωτικές επιδράσεις,
- η ενίσχυση της γεύσης,
- η βελτίωση της λειτουργίας του εντέρου,
- η προώθηση της ανάπτυξης, κ.α.

1.5 Σκοπός του πειράματος

Σκοπός αυτού του πειράματος ήταν ο βαθμός επίδρασης του αποξηραμένου εκχυλίσματος ανώριμου νερατζιού στην ανάπτυξη και στη θρεπτική σύσταση του σώματος της τσιπούρας (*Sparus aurata*). Για το λόγο αυτό, στον πειραματικό σταθμό του τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου περιβάλλοντος, πραγματοποιήθηκε διατροφικό πείραμα συνολικής διάρκειας 120 ημερών, κατά τη

διάρκεια του οποίου 240 άτομα τσιπούρας διατράφηκαν με τέσσερα διαφορετικά πειραματικά σιτηρέσια με μορφή συμπέκτου (διαμέτρου 1,5mm), τα οποία διέφεραν στην ποσότητα του Pronigoro (εκχύλισμα νερατζιού σε μορφή σκόνης) που περιέχονταν στην τροφή (0%, 0,25%, 0,50% και 1% της ιχθυοτροφής, αντίστοιχα). Πιο συγκεκριμένα τα ψάρια διαχωρίστηκαν σε τέσσερις διατροφικές ομάδες (3 υποομάδες, 60 ιχθύδια/σιτηρέσιο, 20 ιχθύδια/ενυδρείο) και δύο φορές την ημέρα τους χορηγούνταν τροφή. Στο τέλος του πειράματος προσδιορίστηκαν οι ακόλουθοι παράμετροι: η αύξηση του βάρους των ψαριών, η ποσοστιαία αύξηση του βάρους των ψαριών, ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης, ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής, η αποδοτικότητα της τροφής και ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης.

Κεφάλαιο 2

Υλικά και μέθοδοι

2.1 Ιχθύδια-συνθήκες του πειράματος

Για τις ανάγκες του διατροφικού πειράματος, το οποίο είχε διάρκεια 120 ημέρες, χρησιμοποιήθηκαν 240 ιχθύδια τσιπούρας (*Sparus aurata*), τα οποία προμηθευτήκαμε από τον ιχθυογενετικό σταθμό ΔΙΑΣ. Τα ψάρια είχαν μέσο σωματικό βάρος $2,02 \pm 0,24g$ ενώ το ολικό μήκος τους ήταν $5,43 \pm 0,25g$ και μεταφέρθηκαν στον πειραματικό σταθμό του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους, τα ιχθύδια ήταν τοποθετημένα μέσα σε ειδική πλαστική σακούλα που περιείχε οξυγόνο.

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω εξοπλισμός:

- ❖ Συνολικά 6 γυάλινα ενυδρεία, τα οποία χωρίστηκαν στη μέση με πλέξιγκλας (οπότε πρακτικά είχαμε 12 ενυδρεία)
- ❖ Σύστημα για το οξυγόνο και ελαφρόπετρες
- ❖ 6 φίλτρα για τον καθαρισμό του νερού και για τα βακτήρια
- ❖ Θερμοστάτες για την διατήρηση της θερμοκρασίας του νερού
- ❖ Συσκευή UV.

Σε όλα τα ενυδρεία τοποθετήθηκε η ίδια ποσότητα νερού (120 λίτρα, δηλαδή 60 λίτρα σε κάθε μισό του ενυδρείου) και 20 ιχθύδια τσιπούρας σε κάθε μισό του ενυδρείου. Το θαλασσινό νερό που χρησιμοποιήθηκε προερχόταν από την περιοχή των Αλυκών Βόλου και έφθανε στη δεξαμενή του πειραματικού σταθμού του τμήματος με ειδικό φορτηγό του Δήμου Νέας Ιωνίας Βόλου. Αρχικά τοποθετήθηκαν δύο τσιπούρες σε κάθε δεξαμενή, οι οποίες σιτίζονταν με σύμπηκτα εμπορίου, με σκοπό να διαπιστώσουμε αν το κύκλωμα του νερού λειτουργεί χωρίς προβλήματα.

Στα ενυδρεία η θερμοκρασία του νερού ήταν $21\pm 0,5$ g, το pH $8,00\pm 0,4$, το δεσμευμένο οξυγόνο 7mg/l, η αλατότητα ήταν $34\pm 0,5$ ‰ και τα επίπεδα αμμωνίας ήταν 0,25-0,50 mg/l. Επίσης είχαμε τεχνητή φωτοπερίοδο 12 ώρες φως/ 12 ώρες σκοτάδι. Πριν τοποθετήσουμε τις τσιπούρες στα ενυδρεία, τις αναισθητοποιήσαμε με διάλυμα φαινοξυαιθανόλης, προκειμένου να τις ζυγίσουμε και να μετρήσουμε τα μήκη τους. Για το ζύγισμα έγινε χρήση ειδικού ηλεκτρονικού ζυγού, ενώ για τη μέτρηση του μήκους έγινε χρήση ιχθυόμετρου που είχε ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου. Τα ιχθύδια αφέθηκαν να εγκλιματιστούν σε συνθήκες πειράματος για 10 ημέρες. Στη διάρκεια αυτή τα ιχθύδια ταΐζονταν μια φορά την ημέρα με τη δίαιτα Α (Πίνακας 2.1). Για την διεξαγωγή του πειράματος τα ψάρια διαχωρίστηκαν σε 4 διατροφικές ομάδες.

2.2 Πειραματικά σιτηρέσια

Τα ιχθύδια διανεμήθηκαν σε 4 διατροφικές ομάδες. Σε κάθε διατροφική ομάδα αναλογούσαν από 60 ιχθύδια τσιπούρας, τα οποία όμως χωρίστηκαν σε 3 υποομάδες, 20 ατόμων έκαστη, όπου τοποθετούνταν σε ξεχωριστό ενυδρείο. Τα σιτηρέσια παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο φυσιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, με τη χρήση πελλετομηχανής και οι πελλέτες είχαν διάμετρο 1,5mm. Τα 4 σιτηρέσια καταρτίστηκαν έτσι ώστε να ικανοποιούν τις θρεπτικές απαιτήσεις της τσιπούρας και ήταν ισοενεργειακά (22 MJ/kg) και ισοπρωτεϊνικά (48% της τροφής) μεταξύ τους (Πίνακας 2.1).

Το σιτηρέσιο Α αποτέλεσε τη δίαιτα μάρτυρα, αφού δεν περιείχε το συστατικό Provigoro. Τα σιτηρέσια Β, Γ και Δ καταρτίστηκαν έτσι ώστε να περιέχουν Provigoro σε ποσοστό 0,25%, 0,50% και 1% αντίστοιχα επί της τροφής. Το

συστατικό Pronigoro είναι ένα διατροφικό συμπλήρωμα από εκχύλισμα ανώριμου νεραντζιού και είναι σε μορφή σκόνης.

Η σίτιση των ψαριών πραγματοποιούνταν με το χέρι σε καθημερινή βάση, 2 φορές την ημέρα, μία το πρωί στις 09:00 και μία το απόγευμα στις 16:00. Στην αρχή του διατροφικού πειράματος τα ιχθύδια σιτίζονταν με ποσότητα 5% επί της συνολικής βιομάζας, με το ποσοστό αυτό να μειώνεται κατά τη διάρκεια του πειράματος και να φθάνει τελικά στο 2% της βιομάζας στο τέλος του πειράματος.

Πίνακας 2.1 Συστατικά και χημική σύσταση των πειραματικών σιτηρεσίων (% της τροφής)

	Συμμετοχή (%) στο σιτηρέσιο			
ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	Σιτηρέσιο Α	Σιτηρέσιο Β	Σιτηρέσιο Γ	Σιτηρέσιο Δ
Σιτάρι, άλευρο	14,00	13,75	13,50	13,00
Ιχθυάλευρο	35,00	35,00	35,00	35,00
Γλουτένη καλαμποκιού	35,00	35,00	35,00	35,00
Ιχθυέλαιο	15,00	15,00	15,00	15,00
Βιτ. & αν. στ.πρόμιγμα	0,75	0,75	0,75	0,75
Pronigoro	0,00	0,25	0,50	1,00
Monocalcium Phosphate	0,25	0,25	0,25	0,25
Σύνολο	100,00	100,00	100,00	100,00
Ποσοστό %	ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟΥ			
Υγρασία	7,3	7,3	7,2	7,2
Ξηρή ουσία	92,7	92,8	92,8	92,8
Πρωτεΐνη	47,8	47,8	47,7	47,7
Λίπος	18,2	18,2	18,2	18,2
Υδατάνθρακες	21,2	21,0	20,9	20,50
Ινώδεις Ουσίες	1,8	1,8	1,7	1,7
Τέφρα	5,3	5,3	5,3	5,3
Ενέργεια (KJ/g)	22,0	21,9	21,9	21,8

Σημ.: Τα συστατικά προμηθεύτηκαν από την BioMar Hellas, το σιτάρι από την τοπική, ενώ το Pronigoro από την Citrox Technologies Ltd.

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

² Οι ινώδεις ουσίες εκτιμήθηκαν βάσει των περιεκτικοτήτων των διαφόρων συστατικών σύμφωνα με γνωστές συγκεντρώσεις (NRC 1993)

³ 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.

Ως βασικά συστατικά για την απαιτούμενη πρωτεΐνη χρησιμοποιήθηκαν το ιχθυάλευρο και η γλουτένη καλαμποκιού (σε ποσοστό 35% έκαστο), επειδή τα δύο αυτά συστατικά αποτελούν εξαιρετικές πηγές ζωικών πρωτεϊνών, που είναι πλούσιες σε απαραίτητα αμινοξέα, βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία.

Σαν δευτερεύον συστατικό για την κάλυψη των πρωτεϊνικών αναγκών των ψαριών έγινε χρήση του αλεύρου σίτου, το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε μικρότερο ποσοστό. Το ποσοστό του αλεύρου σίτου δεν ήταν το ίδιο σε όλα τα σιτηρέσια και μειώνονταν με την αύξηση του ποσοστού του Pronigoro (14%, 13,75%, 13,5% και 13% αντίστοιχα για τα τέσσερα σιτηρέσια).

Κοινό χαρακτηριστικό όλων των σιτηρεσίων ήταν η χρήση ιχθυελαίου σε ποσοστό 15% επί του συνολικού σιτηρεσίου. Το ιχθυέλαιο αποτελεί βασική πηγή ενέργειας, ενώ είναι και πλούσιο σε ω-6 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Επίσης, σε όλες τις δίαιτες έγινε χρήση προμίγματος βιταμινών και ανόργανων στοιχείων σε ποσοστό 0,75% (σε όλες τις δίαιτες), με σκοπό να καλυφθούν οι απαιτήσεις των ψαριών σε βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία.

Τέλος σε ποσοστό 0,25% σε όλες τις δίαιτες περιέχονταν το συστατικό Monocalcium phosphate (φωσφορικό μονοασβέστιο), με σκοπό να ικανοποιηθεί η ανάγκη των ιχθυδίων σε φώσφορο και ασβέστιο.

2.3 Δειγματοληψίες

Το διατροφικό πείραμα είχε συνολική διάρκεια 120 ημέρες. Κατά τη διάρκεια αυτή πραγματοποιήθηκαν συνολικά 7 δειγματοληψίες. Πιο συγκεκριμένα το πείραμα ξεκίνησε στις 12/5/2012 (μετρήθηκαν τα βάρη και τα μήκη) και η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά την 14^η ημέρα του διατροφικού πειράματος. Μετά ακολούθησαν οι επόμενες δειγματοληψίες, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν κατά

σειρά τις ακόλουθες ημέρες του διατροφικού πειράματος: 32^η, 46^η, 61^η, 79^η, 101^η και η τελική δειγματοληψία κατά την 121^η ημέρα, όπου και θανατώθηκαν τα ψάρια. Στη διαδικασία της θανάτωσης τα ψάρια τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς κουβάδες που περιείχαν νερό και σχετικά μεγάλη ποσότητα φαινοξυαιθανόλης και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κουτιά από φελιζόλ γεμάτα με πάγο.

2.4 Χημικές αναλύσεις

2.4.1 Προσδιορισμός ξηρής ουσίας

Προκειμένου να προσδιοριστεί η ξηρή ουσία-υγρασία των σωμάτων των ψαριών και των πειραματικών σιτηρεσίων πραγματοποιήθηκε η ακόλουθη διαδικασία: Αρχικά τα σώματα των ψαριών (μυϊκός ιστός) και δείγματα των τεσσάρων πειραματικών σιτηρεσίων τοποθετήθηκαν σε μούλτι και μύλο αντίστοιχα προκειμένου να πάρουν τη μορφή κόκκων. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε πυραντήριο 2 g δείγματος μυϊκού ιστού ψαριών (2 g για κάθε μία από τις τέσσερις διατροφικές ομάδες) και 2 g δείγματος για κάθε πειραματικό σιτηρέσιο (συνολικά 4 δείγματα). Τα δείγματα παρέμειναν εκεί για 24 ώρες σε θερμοκρασία 105C και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο προκειμένου να ψυχθούν (AOAC, 1995). Η ξηρή ουσία-υγρασία των μυϊκών ιστών και των σιτηρεσίων υπολογίστηκε από τους παρακάτω τύπους:

$$W_{\text{ξηρού δείγματος}} = W_{\text{ξηρού(τελικού)δείγματος \& \text{δισκίου}}} - W_{\text{δισκίου}}$$

$$\text{Ξηρή Ουσία (\%)} = (W_{\text{ξηρού δείγματος}} / W_{\text{αρχικού δείγματος}}) * 100$$

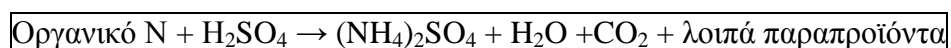
$$\text{Υγρασία δείγματος (g)} = W_{\text{αρχικού δείγματος (g)}} - W_{\text{τελικού δείγματος (ξηρού) \& \text{δισκίου (g)}}$$

$$\text{Υγρασία (\%)} = [\text{Υγρασία δείγματος (g)} * 100] / W_{\text{αρχικού δείγματος (g)}}$$

2.4.2 Προσδιορισμός αζωτούχων ενώσεων

Για τον προσδιορισμό των ολικών αζωτούχων ενώσεων του μυϊκού ιστού των ψαριών και των πειραματικών σιτηρεσιών έγινε χρήση της μεθόδου προσδιορισμού αζωτούχων ενώσεων Kjeldahl (AOAC 1995).

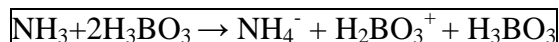
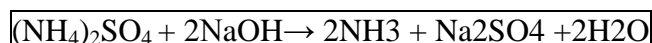
Αρχικά ζυγίζονται 0,2 g δείγματος (ιστού και τροφής), τα οποία τοποθετούνται πάνω σε ένα μικρό κομμάτι από αλουμινόχαρτο, και καταγράφονται τα βάρη τους. Έπειτα, τα δείγματα μεταφέρονται σε ειδικές φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl (υπάρχει πάντα μία φιάλη που δεν έχει δείγμα, το κενό, προκειμένου να υπολογιστούν τυχόν σφάλματα). Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία πέψης των δειγμάτων, κατά την οποία τα δείγματα θερμαίνονται παρουσία πυκνού θεικού οξέως H_2SO_4 (παράγοντας οξειδωση με την οποία πέπτεται το δείγμα). Η διαδικασία αυτή έχει συνολική διάρκεια 85 λεπτά. Αφού πραγματοποιείται η διάσπαση των αζωτούχων ουσιών, απελευθερώνεται το άζωτο (N) του δείγματος, το οποίο με τη σειρά του δεσμεύεται σε θεικό αμμώνιο, όπως φαίνεται στην παρακάτω χημική αντίδραση:



Σε κάθε φιάλη της συσκευής Kjeldahl προστέθηκαν 15 ml H_2SO_4 και δύο ταμπλέτες καταλύτη Kjeldahl προκειμένου να επιταχυνθεί η αντίδραση. Έπειτα, οι φιάλες τοποθετήθηκαν στην ειδική συσκευή πέψης, η οποία ήταν τοποθετημένη σε απαγωγό, στους $150^{\circ}C$. Εν συνεχεία, αφήνοντας την παγίδα αερίων και τον απαγωγό σε λειτουργία, αφέθηκαν τα δείγματα να κρυσώσουν για 30 λεπτά της ώρας.

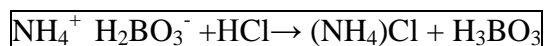
Ακολούθησε η διαδικασία της απόσταξης κατά την οποία το θεικό αμμώνιο αντιδρά με υδροξείδιο του νατρίου και αποδεσμεύεται αμμωνία σε αέρια μορφή και θειικό νάτριο. Η αμμωνία με τη σειρά της αντιδρά με βορικό οξύ με αποτέλεσμα το

άζωτο του δείγματος να δεσμευτεί με τη μορφή βορικού αμμωνίου, όπως φαίνεται στις παρακάτω χημικές αντιδράσεις:



Για τη διαδικασία της απόσταξης τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ειδική συσκευή απόσταξης. Μετά προστέθηκαν 4 σταγόνες δείκτη pH (ερυθρός δείκτης του μεθυλενίου) σε μία κωνική φιάλη των 300 ml. Σε αυτή τη φιάλη, προηγουμένως είχαν προστεθεί 100 ml απεσταγμένου νερού H₂O, 80 ml υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) και 50 ml βορικού οξέως (H₃BO₃). Ακολουθεί θέρμανση των δειγμάτων και συγκέντρωση του βορικού αμμωνίου στην κωνική φιάλη. Η συνολική διάρκεια της απόσταξης για κάθε δείγμα είναι έξι λεπτά της ώρας.

Τέλος, ακολουθεί η διαδικασία της τιτλοδότησης, όπου το βορικό αμμώνιο τιτλοδοτείται με υδροχλωρικό οξύ όπως φαίνεται στην παρακάτω χημική αντίδραση:



Κατά την τιτλοδότηση, η κωνική φιάλη των 300 ml με το βορικό αμμώνιο τοποθετείται σε μία ειδική βάση περιστροφής και με τη χρήση ενός μαγνήτη το διάλυμα ανακινείται. Κατόπιν, με τη βοήθεια προχοΐδας και πουάρ, προσθέτεται στο διάλυμα αυτό καταγεγραμμένη ποσότητα δεκατοκανονικού διαλύματος υδροχλωρικού οξέως (0,1N). Κατά τη διαδικασία αυτή παρατηρήθηκε συνεχή εναλλαγή του χρώματος του διαλύματος, καταδεικνύοντας έτσι το τελικό σημείο αντίδρασης.

Η περιεκτικότητα σε άζωτο (N%) του δείγματος υπολογίστηκε σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\boxed{\text{N}\% = (\text{mlHCl} - \text{ml κενού}) \times \text{N} \delta/\text{τος HCl} \times 0,014007 \times 100/\text{Βάρος δείγματος(g)}}$$

Όπου Blank (κενό) είναι η τιτλοδότηση της κενής φιάλης (δεν περιέχει δείγμα), που χρησιμοποιήθηκε ως συντελεστής διόρθωσης.

Η περιεχόμενη πρωτεΐνη για κάθε δείγμα δίνεται από τη σχέση:

$$\boxed{\text{Πρωτεΐνη(\%)} = \text{N(\%)} \times 6,25}$$

Η παραπάνω σχέση ισχύει εφόσον αποδεχτούμε ότι οι πρωτεΐνες περιέχουν 16% N.

2.4.3 Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων

Για τον προσδιορισμό των ολικών λιπαρών ουσιών, τόσο των σωμάτων των ψαριών όσο και των πειραματικών σιτηρεσιών (ιχθυοτροφών), έγινε χρήση της μεθόδου εκχύλισης ολικών λιπαρών λιπιδίων κατά Soxhlet (AOAC 1995). Κατά τη διαδικασία αυτή, αρχικά ζυγίζεται ποσότητα 1g ξηρής ουσίας από το δείγμα το οποίο μεταφέρεται σε χάρτινο ηθμό. Έπειτα, ο χάρτινος ηθμός και το δείγμα 1g τοποθετούνται σε μία γυάλινη φιάλη (η οποία έχει προζυγιστεί και περιλαμβάνει και το βάρος 3-4 πετρών βρασμού), και η οποία περιέχει 150ml πετρελαϊκού αιθέρα. Στη συνέχεια κάθε γυάλινη φιάλη (6 στο σύνολο κάθε φορά, μία από τις οποίες είναι το κενό δείγμα) μεταφέρεται στην ειδική συσκευή εκχύλισης και απόσταξης λίπους. Επίσης είναι σημαντικό κάθε χάρτινος ηθμός που περιέχει δείγμα να σκεπαστεί με βαμβάκι προκειμένου να αποφευχθεί τυχόν εκτίναξη του δείγματος κατά τη διάρκεια του βρασμού.

Η διαδικασία εκχύλισης και απόσταξης του λίπους πραγματοποιείται σε τρία στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο τα δείγματα υπόκεινται σε βρασμό, αφού θερμαίνονται στους 150⁰C για 25 λεπτά της ώρας με την παρουσία οργανικού διαλύτη. Κατά το δεύτερο στάδιο τα δείγματα υπόκεινται σε συνεχή εκχύλιση για 1,5 ώρες. Σε αυτή τη φάση ο πετρελαϊκός αιθέρας διέρχεται απ' όλους τους χάρτινους ηθμούς που περιέχουν δείγμα και εκχυλίζει μία ποσότητα λίπους, το οποίο καταλήγει

στις γυάλινες φιάλες. Αρχικά εξατμίζεται, στη συνέχεια υγροποιείται και τέλος επαναδιέρχεται από κάθε χάρτινο ηθμό και εκχυλίζει ξανά κάποια ποσότητα λίπους. Έπειτα, κατά το τρίτο στάδιο ο οργανικός διαλύτης εξατμίζεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ολικές λιπαρές ουσίες να μείνουν στο κάτω μέρος των γυάλινων φιαλών. Μετά το πέρας της παραπάνω διαδικασίας είναι αναγκαίο να εξατμιστεί εντελώς ο πετρελαϊκός αιθέρας που παρέμεινε στο δείγμα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση του πυραντηρίου, στο οποίο τοποθετούνται οι γυάλινες φιάλες για 1,5 ώρες στους 75⁰C. Μόλις ολοκληρωθεί και αυτή η διαδικασία οι γυάλινες φιάλες με τα δείγματα μεταφέρονται στον αφυγραντήρα. Εκεί τοποθετούνται για μία ώρα προκειμένου να ψυχθούν. Έπειτα, ζυγίζονται οι γυάλινες φιάλες (μαζί με τις πέτρες βρασμού και το λίπος), ενώ αφαιρούνται οι χάρτινοι ηθμοί. Η διαφορά του βάρους των φιαλών με το λίπος με του βάρους με τις φιάλες που ζυγίστηκαν αρχικά δίνει την ποσότητα του λίπους που υπάρχει στο δείγμα. Έτσι ο προσδιορισμός των ολικών λιπαρών ουσιών στο δείγμα δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\text{Ολικά λιπίδια} = [Wt (g) - Wa (g)] * 100$$

Όπου, Wt (τελικό βάρος εκχύλισης) είναι το τελικό βάρος της φιάλης, όπου περιλαμβάνει το βάρος της γυάλινης φιάλης με το λίπος και το βάρος των πετρών βρασμού, και Wa (αρχικό βάρος) είναι το αρχικό βάρος της φιάλης, όπου περιλαμβάνει τα βάρος της γυάλινης φιάλης αρχικά και το βάρος των πετρών βρασμού.

2.4.4 Προσδιορισμός τέφρας

Ο προσδιορισμός της τέφρας (συνολικής ανόργανης ουσίας που περιλαμβάνεται σε ένα δείγμα) στα πειραματικά σιτηρέσια πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία. Αρχικά ζυγίστηκαν 18 δισκία από

πορσελάνη, στα οποία εν συνεχεία τοποθετήθηκε ποσότητα 1g ξηρής ουσίας. Έπειτα τα δισκία τοποθετήθηκαν σε αποτεφρωτήρα στους 600C για 3 ώρες (AOAC 1995). Μόλις τελείωσε η παραπάνω διαδικασία, τα δισκία με το δείγμα τοποθετήθηκαν στο ξυραντήριο προκειμένου να ψυχθούν και στη συνέχεια ξαναζυγίστηκαν. Η διαφορά του βάρους των δισκίων που περιείχαν το αποτεφρωμένο δείγμα από το βάρος των κενών δισκίων δίνει την ποσότητα συνολικής οργανικής ουσίας. Έτσι ο προσδιορισμός της τέφρας ποσοστιαία δίνεται από τη σχέση:

$$\boxed{\text{Γέφρα (\%)} = (W_t (\text{g}) / W_a (\text{g})) * 100}$$

Όπου, W_t είναι το βάρος του δισκίου με το αποτεφρωμένο δείγμα και W_a είναι το βάρος του κενού δισκίου.

2.5 Παράμετροι ανάπτυξης ιχθύων και αξιοποίησης της τροφής

2.5.1 Αύξηση σωματικού βάρους ψαριών

Η αύξηση του σωματικού βάρους αποτελεί μία παράμετρο ανάπτυξης. Έτσι σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, μετά από κάθε δειγματοληψία, πραγματοποιούταν ζύγιση των ψαριών. Με αυτό τον τρόπο υπολογίστηκε η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών, αφού συγκρίναμε το βάρος των ψαριών της τρέχουσας δειγματοληψίας σε σχέση με το βάρος που είχαν στην προηγούμενη δειγματοληψία. Η αύξηση του σωματικού βάρους των ιχθύων υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\boxed{W_g (\text{g}) = W_t - W_a}$$

Όπου, W_t είναι το τελικό βάρος των ψαριών και W_a είναι το αρχικό βάρος των ψαριών.

2.5.2 Ποσοστό αύξησης ολικού βάρους

Το ποσοστό αύξησης του ολικού βάρους είναι ουσιαστικά η ποσοστιαία (εκατοστιαία, %) αύξηση του ολικού σωματικού βάρους των ιχθύων και υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$WG_{(\%)} = [(W_{t(g)} - W_{a(g)}) / W_{a(g)}] * 100$$

Όπου, W_t είναι το τελικό βάρος των ψαριών και W_a είναι το αρχικό βάρος των ψαριών.

2.5.3 Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR%/ημέρα) εκφράζει την ημερήσια ποσοστιαία (%) αύξηση του ολικού σωματικού βάρους των ψαριών για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα κατά το οποίο σιτίστηκε. Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR%/ημέρα) εκφράζεται από την παρακάτω σχέση:

$$(SGR, \text{ σε } \%/ \text{ημέρα}) = 100 \times (\ln W_2 - \ln W_1) / \text{ημέρες σίτισης}$$

Όπου, $\ln W_2$ είναι ο φυσικός λογάριθμος του τελικού ολικού σωματικού βάρους και $\ln W_1$ είναι ο φυσικός λογάριθμος του αρχικού ολικού σωματικού βάρους.

2.5.4 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) εκφράζει το βαθμό αξιοποίησης της τροφής. Υπολογίζει δηλαδή κατά πόσο η τροφή που χορηγήθηκε στα ψάρια μετατράπηκε σε αύξηση του σωματικού βάρους αυτών. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$(FCR) = \text{τροφή που χορηγήθηκε(g)} / \text{αύξηση βιομάζας των ζωντανών ιχθύων(g)}.$$

2.5.5 Αποδοτικότητα τροφής

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) λειτουργεί ως μέσο για την συσχέτιση της αύξησης του ολικού νεπού βάρους σώματος των ιχθύων με τη θρεπτική αξία της τροφής που καταναλώθηκε. Ο συντελεστής αυτός δίνεται από τη σχέση:

$$FE = WG(g) / \text{πρόσληψη τροφής (g)}$$

Όπου, WG είναι η αύξηση του ολικού νεπού σωματικού βάρους.

2.5.6 Συντελεστής απόδοσης πρωτεΐνης

Ο συντελεστής απόδοσης πρωτεΐνης (PER) εκτιμά τη θρεπτική αξία των πρωτεϊνών και πως αυτή συμβάλλει στην αύξηση του σωματικού βάρους των ιχθύων.

Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο:

$$PER = WG (g) / \text{πρωτεΐνη που καταναλώθηκε (g)}$$

Όπου, WG είναι η αύξηση του ολικού νεπού σωματικού βάρους.

2.6 Προσδιορισμός δεικτών

2.6.1 Ηπατοσωματικός δείκτης

Ο ηπατοσωματικός δείκτης είναι ο λόγος του βάρους ήπατος προς το ολικό βάρος σώματος. Μετράται ποσοστιαία (%) και δίνεται από τον τύπο:

$$HIS = 100 * (HW/TW)$$

Όπου HW είναι το βάρος ήπατος (g) και TW είναι το ολικό σωματικό βάρος (g).

2.6.2 Ενδοσπλαχνικός δείκτης

Ο γοναδοσωματικός δείκτης είναι ο λόγος του βάρους της γονάδας προς το ολικό βάρος σώματος. Μετράται ποσοστιαία (%) και δίνεται από τον τύπο:

$$\boxed{GSI= 100* (GW/TW)}$$

Όπου GW είναι το βάρος της γονάδας (g) και TW είναι το ολικό σωματικό βάρος (g).

2.7 Στατιστική ανάλυση

Όλα τα δεδομένα που αφορούν την ανάπτυξη των ψαριών και την αξιοποίηση της τροφής και της πρωτεΐνης που καταναλώθηκε από αυτά επεξεργάστηκαν με τη μέθοδο Ανάλυσης της Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (one-way ANOVA) ακολουθούμενη από Tukey's test. Οι διαφορές κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές για τιμές ($P < 0,05$). Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε χρήση του προγράμματος SPSS (έκδοση 14.0).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Παράμετροι ανάπτυξης των ιχθύων και αξιοποίησης της τροφής

3.1.1 1^η ημέρα του διατροφικού πειράματος

Το μέσο αρχικό βάρος των ψαριών κατά την έναρξη του διατροφικού πειράματος ήταν $2,03 \pm 0,02$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $2,02 \pm 0,03$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $2,02 \pm 0,04$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $2,02 \pm 0,04$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση οι μέσοι όροι των αρχικών βαρών ήταν παρόμοιοι ($P > 0,05$). Το μέσο αρχικό βάρος των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 Μέσο βάρος (g) των ιχθυδίων που διατράφηκαν με τα τέσσερα πειραματικά σιτηρέσια κατά την έναρξη του πειράματος

	A	B	Γ	Δ
Αρχικό βάρος (g)	$2,03 \pm 0,02$	$2,02 \pm 0,03$	$2,02 \pm 0,04$	$2,02 \pm 0,04$

3.1.2 14^η ημέρα του διατροφικού πειράματος

Το μέσο βάρος των ψαριών κατά την 14^η ημέρα του διατροφικού πειράματος ήταν $2,94 \pm 0,23$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $3,10 \pm 0,11$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $3,25 \pm 0,16$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $3,06 \pm 0,30$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση τα μέσα βάρη των ψαριών ($P > 0,05$) ήταν παρόμοια. Το μέσο βάρος των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2.

Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ήταν $0,92 \pm 0,22$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1,08 \pm 0,14$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν

με το σιτηρέσιο Β, $1,23 \pm 0,14$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $1,04 \pm 0,33$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2.

Το ποσοστό αύξησης του σωματικού βάρους (WG%) των ψαριών ήταν $45,28 \pm 10,88$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $53,75 \pm 7,73$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $61,27 \pm 6,63$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $51,76 \pm 17,17$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε κάποια διαφορά μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων ($P > 0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα) των ψαριών ήταν $2,87 \pm 0,57$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $3,31 \pm 0,39$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $3,68 \pm 0,32$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $3,21 \pm 0,90$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) των ψαριών ήταν $1,26 \pm 0,21$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1,12 \pm 0,17$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,98 \pm 0,11$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $1,21 \pm 0,49$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P > 0,05$). Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) των ψαριών ήταν $0,013 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,015 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,017 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,015 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2.

Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) των ψαριών ήταν $0,026 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,031 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,035 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,03 \pm 0,03$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2 Μέσο βάρος (g), και παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής των ιχθυδίων για τα τέσσερα σιτηρέσια κατά την 14η ημέρα του διατροφικού πειράματος.

	A	B	Γ	Δ
Βάρος	$2,94 \pm 0,23$	$3,10 \pm 0,11$	$3,25 \pm 0,16$	$3,06 \pm 0,30$
Αύξηση βάρους	$0,92 \pm 0,22$	$1,08 \pm 0,14$	$1,23 \pm 0,14$	$1,04 \pm 0,33$
WG%	$45,28 \pm 10,88$	$53,75 \pm 7,73$	$61,27 \pm 6,63$	$51,76 \pm 17,17$
SGR, %/ημέρα	$2,87 \pm 0,57$	$3,31 \pm 0,39$	$3,68 \pm 0,32$	$3,21 \pm 0,90$
FCR	$1,26 \pm 0,21$	$1,12 \pm 0,17$	$0,98 \pm 0,11$	$1,21 \pm 0,49$
FE	$0,013 \pm 0,01$	$0,015 \pm 0,01$	$0,017 \pm 0,01$	$0,015 \pm 0,01$
PER	$0,026 \pm 0,02$	$0,031 \pm 0,01$	$0,035 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,03$

3.1.3 32η ημέρα διατροφικού πειράματος

Το μέσο βάρος των ψαριών κατά την 32^η ημέρα του διατροφικού πειράματος ήταν $4,70 \pm 0,68$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $4,95 \pm 0,21$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $4,91 \pm 0,09$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $4,82 \pm 0,56$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, τα μέσα βάρη των ψαριών δεν παρουσίασαν διαφορές ($P > 0,05$) μεταξύ των διατροφικών ομάδων. Το μέσο βάρος των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.3.

Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ήταν $2,68 \pm 0,67$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $2,93 \pm 0,24$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $2,89 \pm 0,10$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $2,80 \pm 0,60$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων ($P > 0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.3.

Το ποσοστό αύξησης του σωματικού βάρους (WG%) των ψαριών ήταν $132,11 \pm 32,90$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $145,10 \pm 13,76$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $143,50 \pm 6,49$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $138,89 \pm 31,51$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.3.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα) των ψαριών ήταν $4,68 \pm 0,77$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $4,98 \pm 0,31$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $4,94 \pm 0,15$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το

σιτηρέσιο Γ και $4,84 \pm 0,76$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.3.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) των ψαριών ήταν $1,59 \pm 1,11$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1,36 \pm 0,09$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $1,29 \pm 0,07$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $1,48 \pm 1,27$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P > 0,05$). Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.3.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) των ψαριών ήταν $0,013 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,014 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,013 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,014 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων ($P > 0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.3.

Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) των ψαριών ήταν $0,028 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,029 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,028 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,03 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Μεταξύ των διατροφικών ομάδων δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3 Μέσο βάρος (g), και παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής των ιχθυιδίων για τα τέσσερα σιτηρέσια κατά την 32η ημέρα του διατροφικού πειράματος.

	A	B	Γ	Δ
Βάρος	4,70 ± 0,68	4,95 ± 0,21	4,91 ± 0,09	4,82 ± 0,56
Αύξηση βάρους	2,68 ± 0,67	2,93 ± 0,24	2,89 ± 0,10	2,80 ± 0,60
WG%	132,11 ± 32,90	145,10 ± 13,76	143,50 ± 6,49	138,89 ± 31,51
SGR, %/ημέρα	4,68 ± 0,77	4,98 ± 0,31	4,94 ± 0,15	4,84 ± 0,76
FCR	1,59 ± 1,11	1,36 ± 0,09	1,29 ± 0,07	1,48 ± 1,27
FE	0,013 ± 0,01	0,014 ± 0,00	0,013 ± 0,00	0,014 ± 0,01
PER	0,028 ± 0,01	0,029 ± 0,01	0,028 ± 0,01	0,03 ± 0,01

3.1.4 46η ημέρα διατροφικού πειράματος

Το μέσο βάρος των ψαριών κατά την 46^η ημέρα του διατροφικού πειράματος ήταν 6,00 ± 0,60 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο A, 6,13 ± 0,34 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο B, 6,22 ± 0,72 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και 5,77 ± 0,23 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση τα μέσα βάρη των ψαριών ήταν παρόμοια ($P>0,05$). Το μέσο βάρος των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.4.

Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ήταν 3,98 ± 0,59 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο A, 4,12 ± 0,31 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο B, 4,20 ± 0,73 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και 3,75 ± 0,26 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.4.

Το ποσοστό αύξησης του σωματικού βάρους (WG%) των ψαριών ήταν $196,22 \pm 28,14$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $204,01 \pm 12,84$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $208,42 \pm 36,67$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $185,76 \pm 16,16$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων ($P > 0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.4.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα) των ψαριών ήταν $7,76 \pm 0,67$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $7,94 \pm 0,30$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $8,05 \pm 0,86$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $7,50 \pm 0,41$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P > 0,05$). Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.4.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) των ψαριών ήταν $1,74 \pm 0,97$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1,57 \pm 0,29$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $1,35 \pm 0,34$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $1,77 \pm 0,40$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($P > 0,05$). Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.4.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) των ψαριών ήταν $0,014 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,013 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,013 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,013 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η

στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.4.

Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) των ψαριών ήταν $0,028 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,027 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,026 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,026 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.4.

Πίνακας 3.4 Μέσο βάρος (g), και παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής των ιχθυδίων για τα τέσσερα σιτηρέσια κατά την 46η ημέρα του διατροφικού πειράματος.

	A	B	Γ	Δ
Βάρος	$6,00 \pm 0,60$	$6,13 \pm 0,34$	$6,22 \pm 0,72$	$5,77 \pm 0,23$
Αύξηση βάρους	$3,98 \pm 0,59$	$4,12 \pm 0,31$	$4,20 \pm 0,73$	$3,75 \pm 0,26$
WG%	$196,22 \pm 28,14$	$204,01 \pm 12,84$	$208,42 \pm 36,67$	$185,76 \pm 16,16$
SGR, %/ημέρα	$7,76 \pm 0,67$	$7,94 \pm 0,30$	$8,05 \pm 0,86$	$7,50 \pm 0,41$
FCR	$1,74 \pm 0,97$	$1,57 \pm 0,29$	$1,35 \pm 0,34$	$1,77 \pm 0,40$
FE	$0,014 \pm 0,00$	$0,013 \pm 0,00$	$0,013 \pm 0,01$	$0,013 \pm 0,00$
PER	$0,028 \pm 0,01$	$0,027 \pm 0,01$	$0,026 \pm 0,02$	$0,026 \pm 0,01$

3.1.5 61η ημέρα διατροφικού πειράματος

Το μέσο βάρος των ψαριών κατά την 61^η ημέρα του διατροφικού πειράματος ήταν $8,38 \pm 0,52$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $8,22 \pm 0,83$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $8,81 \pm 1,35$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $7,86 \pm 0,50$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το

σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση τα μέσα βάρη των ψαριών ($P>0,05$) ήταν παρόμοια. Το μέσο βάρος των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.5.

Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ήταν $6,35 \pm 0,50$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $6,20 \pm 0,81$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $6,79 \pm 1,36$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $5,84 \pm 0,54$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P>0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.5.

Το ποσοστό αύξησης του σωματικού βάρους (WG%) των ψαριών ήταν $313,57 \pm 22,74$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $307,45 \pm 35,48$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $342,48 \pm 68,50$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $289,46 \pm 31,45$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.5.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα) των ψαριών ήταν $9,46 \pm 0,37$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $9,37 \pm 0,57$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $9,83 \pm 1,06$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $9,06 \pm 0,54$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν παρουσιάστηκαν ($P>0,05$). Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.5.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) των ψαριών ήταν $2,24 \pm 2,54$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1,65 \pm 0,16$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $1,41 \pm 0,15$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $1,66 \pm 0,15$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P > 0,05$). Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.5.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) των ψαριών ήταν $0,011 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,013 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,041 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,014 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P > 0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5 Μέσο βάρος (g), και παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής των ιχθυδίων για τα τέσσερα σιτηρέσια κατά την 61η ημέρα του διατροφικού πειράματος.

	A	B	Γ	Δ
Βάρος	$8,38 \pm 0,52$	$8,22 \pm 0,83$	$8,81 \pm 1,35$	$7,86 \pm 0,50$
Αύξηση βάρους	$6,35 \pm 0,50$	$6,20 \pm 0,81$	$6,79 \pm 1,36$	$5,84 \pm 0,54$
WG%	$313,57 \pm 22,74$	$307,45 \pm 35,48$	$342,48 \pm 68,50$	$289,46 \pm 31,45$
SGR, %/ημέρα	$9,46 \pm 0,37$	$9,37 \pm 0,57$	$9,83 \pm 1,06$	$9,06 \pm 0,54$
FCR	$2,24 \pm 2,54$	$1,65 \pm 0,16$	$1,41 \pm 0,15$	$1,66 \pm 0,15$
FE	$0,011 \pm 0,01$	$0,013 \pm 0,00$	$0,041 \pm 0,01$	$0,014 \pm 0,01$
PER	$0,023 \pm 0,02$	$0,028 \pm 0,01$	$0,086 \pm 0,02$	$0,029 \pm 0,01$

Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) των ψαριών ήταν $0,023 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,028 \pm 0,01$ για τα άτομα που

σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,086 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,029 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.5.

3.1.6 79η ημέρα διατροφικού πειράματος

Το μέσο βάρος των ψαριών κατά την 79^η ημέρα του διατροφικού πειράματος ήταν $12,72 \pm 1,39$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $11,10 \pm 2,75$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $11,20 \pm 2,56$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $10,58 \pm 0,84$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση τα μέσα βάρη των ψαριών δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Το μέσο βάρος των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.6.

Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ήταν $10,69 \pm 1,37$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $9,08 \pm 2,74$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $9,19 \pm 2,56$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $8,56 \pm 0,82$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε διαφορές που να είναι στατιστικά σημαντικές ($P > 0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.6.

Το ποσοστό αύξησης του σωματικού βάρους (WG%) των ψαριών ήταν $527,59 \pm 64,30$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $450,10 \pm 131,72$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $455,85 \pm 125,57$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $424,44 \pm 38,44$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το

σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P>0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.6.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα) των ψαριών ήταν $10,20 \pm 0,59$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $9,47 \pm 1,38$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $9,53 \pm 1,21$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $9,21 \pm 0,41$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων ($P>0,05$). Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.6.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) των ψαριών ήταν $1,42 \pm 0,32$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1,65 \pm 0,47$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $1,49 \pm 0,33$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $1,60 \pm 0,21$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.6.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) των ψαριών ήταν $0,017 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,014 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,012 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,014 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.6.

Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) των ψαριών ήταν $0,036 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,028 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,026 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,029 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.6.

Πίνακας 3.6 Μέσο βάρος (g), και παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής των ιχθυδίων για τα τέσσερα σιτηρέσια κατά την 79η ημέρα του διατροφικού πειράματος.

	A	B	Γ	Δ
Βάρος	$12,72 \pm 1,39$	$11,10 \pm 2,75$	$11,20 \pm 2,56$	$10,58 \pm 0,84$
Αύξηση βάρους	$10,69 \pm 1,37$	$9,08 \pm 2,74$	$9,19 \pm 2,56$	$8,56 \pm 0,82$
WG%	$527,59 \pm 64,30$	$450,10 \pm 131,72$	$455,85 \pm 125,57$	$424,44 \pm 38,44$
SGR, %/ημέρα	$10,20 \pm 0,59$	$9,47 \pm 1,38$	$9,53 \pm 1,21$	$9,21 \pm 0,41$
FCR	$1,42 \pm 0,32$	$1,65 \pm 0,47$	$1,49 \pm 0,33$	$1,60 \pm 0,21$
FE	$0,017 \pm 0,01$	$0,014 \pm 0,01$	$0,012 \pm 0,01$	$0,014 \pm 0,01$
PER	$0,036 \pm 0,01$	$0,028 \pm 0,02$	$0,026 \pm 0,02$	$0,029 \pm 0,02$

3.1.7 101η ημέρα διατροφικού πειράματος

Το μέσο βάρος των ψαριών κατά την 101^η ημέρα του διατροφικού πειράματος ήταν $17,02 \pm 1,83$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $17,42 \pm 2,46$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $20,13 \pm 4,95$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $15,82 \pm 0,26$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση τα μέσα βάρη των ψαριών παρουσίασαν παρόμοιες τιμές ($P>0,05$). Το μέσο βάρος των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.7.

Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ήταν $15,00 \pm 1,82$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $15,40 \pm 2,42$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν

με το σιτηρέσιο Β, 18,1 g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $13,79 \pm 0,23$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.7.

Το ποσοστό αύξησης του σωματικού βάρους (WG%) των ψαριών ήταν $740,19 \pm 84,28$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $763,37 \pm 103,95$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, 898,69 για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $684,08 \pm 0,67$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P > 0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.7.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα) των ψαριών ήταν $9,67 \pm 0,47$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $9,80 \pm 0,55$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, 10,46 για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $9,36 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων ($P > 0,05$). Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.7.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) των ψαριών ήταν $1,30 \pm 0,13$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1,49 \pm 0,06$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, 1,19 για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $1,36 \pm 0,06$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δε έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Ο συντελεστής

μετατρεψιμότητας της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.7.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) των ψαριών ήταν $0,018 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,026 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,050$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,025 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P > 0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.7.

Πίνακας 3.7 Μέσο βάρος (g), και παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής των ιχθυδίων για τα τέσσερα σιτηρέσια κατά την 101η ημέρα του διατροφικού πειράματος.

	A	B	Γ	Δ
Βάρος	$17,02 \pm 1,83$	$17,42 \pm 2,46$	$20,13 \pm 4,95$	$15,82 \pm 0,26$
Αύξηση βάρους	$15,00 \pm 1,82$	$15,40 \pm 2,42$	18,1	$13,79 \pm 0,23$
WG%	$740,19 \pm 84,28$	$763,37 \pm 103,95$	898,69	$684,08 \pm 0,67$
SGR, %/ημέρα	$9,67 \pm 0,47$	$9,80 \pm 0,55$	10,46	$9,36 \pm 0,00$
FCR	$1,30 \pm 0,13$	$1,49 \pm 0,06$	1,19	$1,36 \pm 0,06$
FE	$0,018 \pm 0,01$	$0,026 \pm 0,00$	0,050	$0,025 \pm 0,01$
PER	$0,037 \pm 0,02$	$0,053 \pm 0,01$	0,105	$0,052 \pm 0,02$

Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) των ψαριών ήταν $0,037 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,053 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,105$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,052 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική

ανάλυση δε έδειξε διαφορές που να είναι στατιστικά σημαντικές ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.7.

3.1.8 121η ημέρα διατροφικού πειράματος

Το μέσο βάρος των ψαριών κατά την 121^η ημέρα του διατροφικού πειράματος ήταν $21,08 \pm 2,15$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $22,25 \pm 2,50$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $24,59$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $19,89 \pm 0,37$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση τα μέσα βάρη των ψαριών ($P>0,05$) ήταν παρόμοια. Το μέσο βάρος των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.8.

Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ήταν $19,06 \pm 2,13$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $20,23 \pm 2,46$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $22,56$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $17,86 \pm 0,40$ g για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.8.

Το ποσοστό αύξησης του σωματικού βάρους (WG%) των ψαριών ήταν $940,52 \pm 98,69$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1002,44 \pm 101,08$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $1120,14$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $885,64 \pm 35,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ

των διατροφικών μεταχειρίσεων ($P>0,05$). Η αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.8.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR %/ημέρα) των ψαριών ήταν $11,71 \pm 0,49$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $12,00 \pm 0,46$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $12,51$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $11,44 \pm 0,18$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.8.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) των ψαριών ήταν $1,32 \pm 0,08$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $1,51 \pm 0,12$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $1,14$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $1,41 \pm 0,13$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($P>0,05$). Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.8.

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής (FE) των ψαριών ήταν $0,018 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,027 \pm 0,00$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, $0,049$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,026 \pm 0,01$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της τροφής των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.8.

Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) των ψαριών ήταν $0,037 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α, $0,056 \pm 0,01$ για τα άτομα που

σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, 0,102 για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ και $0,053 \pm 0,02$ για τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Ο συντελεστής απόδοσης της πρωτεΐνης των ψαριών ανά διατροφική ομάδα παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.8.

Πίνακας 3.8 Μέσο βάρος (g), και παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής των ιχθυδίων για τα τέσσερα σιτηρέσια κατά την 121η ημέρα του διατροφικού πειράματος.

	A	B	Γ	Δ
Βάρος	21,08 ± 2,15	22,25 ± 2,50	24,59	19,89 ± 0,37
Αύξηση βάρους	19,06 ± 2,13	20,23 ± 2,46	22,56	17,86 ± 0,40
WG%	940,52 ± 98,69	1002,44 ± 101,08	1120,14	885,64 ± 35,01
SGR, %/ημέρα	11,71 ± 0,49	12,00 ± 0,46	12,51	11,44 ± 0,18
FCR	1,32 ± 0,08	1,51 ± 0,12	1,14	1,41 ± 0,13
FE	0,018 ± 0,01	0,027 ± 0,00	0,049	0,026 ± 0,01
PER	0,037 ± 0,02	0,056 ± 0,01	0,102	0,053 ± 0,02

3.2 Χημική σύσταση σώματος

3.2.1 Ξηρή ουσία

Η περιεκτικότητα του ολικού σώματος σε ξηρή ουσία (%) για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Β ήταν $31,91 \pm 1,25$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Γ ήταν $29,54 \pm 2,13$ και για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Δ ήταν $32,26 \pm 0,15$ (Πίνακας 3.9). Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού σε ξηρή ουσία (%) για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Α ήταν $21,51 \pm 1,08$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Β ήταν $23,79 \pm 1,76$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Γ ήταν $25,31 \pm 3,65$ και για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Δ ήταν $24,11 \pm 0,54$. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική

διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ είχαν σημαντικά υψηλότερη ($P<0,05$) περιεκτικότητα ξηρής ουσίας στο μυϊκό ιστό τους σε σχέση με τα άτομα που διατρέφθηκαν με το σιτηρέσιο Α. Επίσης, η ανάλυση έδειξε πως τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα των ομάδων Β και Δ ($P>0,05$), όπως και τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α δεν παρουσίασαν και αυτά σημαντικά στατιστική διαφορά με εκείνα των ομάδων Β και Δ ($P>0,05$).

Πίνακας 3.9 Χημική σύσταση ολικού σώματος και μυϊκού ιστού (% επί της ξηρής ουσίας) τελικών πληθυσμών για τις τέσσερις διατροφικές ομάδες.

Χημική σύσταση (%)	A	B	Γ	Δ
Ξηρή ουσία (ολικό σώμα)		31,91 ± 1,25	29,54 ± 2,13	32,26 ± 0,15
Ξηρή ουσία (μυϊκός ιστός)	21,51 ± 1,08 ^a	23,79 ± 1,76 ^{ab}	25,31 ± 3,65 ^b	24,11 ± 0,54 ^{ab}
Ολικές αζωτούχες ουσίες (ολικό σώμα)	58,71 ± 3,36 ^a	42,22 ± 5,64 ^b	51,89 ± 5,47 ^a	52,26 ± 7,52 ^a
Ολικές αζωτούχες ουσίες (μυϊκός ιστός)	80,79 ± 1,48 ^a	73,16 ± 3,75 ^b	75,80 ± 1,45 ^{ab}	78,34 ± 6,46 ^{ab}
Ολικές λιπαρές ουσίες (μυϊκός ιστός)	12,12 ± 0,25 ^a	33,17 ± 22,92 ^b	15,84 ± 3,80 ^{ab}	14,14 ± 0,57 ^a
Τέφρα (ολικό σώμα)	17,74 ± 1,38 ^a	12,22 ± 1,68 ^b	11,70 ± 1,50 ^b	11,48 ± 0,37 ^b
Τέφρα (μυϊκός ιστός)	5,91 ± 0,11 ^a	5,22 ± 0,03 ^b	5,00 ± 0,00 ^b	4,63 ± 0,10 ^{ab}
Υγρασία (ολικό σώμα)		68,09 ± 1,25 ^{ab}	70,46 ± 2,13 ^{ab}	67,74 ± 0,15 ^{ab}
Υγρασία (μυϊκός ιστός)	78,49 ± 1,08 ^a	76,21 ± 1,76 ^a	74,69 ± 3,65 ^{ab}	75,89 ± 0,54 ^{ab}

a,b: τα διαφορετικά γράμματα (σε οριζόντια διάταξη) δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($P<0,05$).

3.2.2 Περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ουσίες

Η περιεκτικότητα του ολικού σώματος σε ολικές αζωτούχες ουσίες για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α ήταν $58,71 \pm 3,36$, για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β ήταν $42,22 \pm 5,64$, για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ ήταν $51,89 \pm 5,47$ και για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ ήταν $52,26 \pm 7,52$. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη ($P < 0,05$) περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ουσίες στο ολικό σώμα των ψαριών σε σχέση με τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β. Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) δεν εντοπίστηκε μεταξύ των διατροφικών ομάδων Α, Γ και Δ, αφού η υψηλότερη τιμή που παρουσίασαν τα ψάρια της ομάδας Α δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα των ομάδων Γ και Δ. Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού σε ολικές αζωτούχες ουσίες για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α ήταν $80,79 \pm 1,48$, για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β ήταν $73,16 \pm 3,75$, για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ ήταν $75,80 \pm 1,45$ και για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ ήταν $78,34 \pm 6,46$. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη ($P < 0,05$) περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ουσίες στο μυϊκό ιστό των ψαριών σε σχέση με τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β. Επίσης, η ανάλυση έδειξε πως τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα των ομάδων Γ και Δ.

($P>0,05$), όπως και τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο B δεν παρουσίασαν και αυτά σημαντικά στατιστική διαφορά με εκείνα των ομάδων Γ και Δ ($P>0,05$).

3.2.3 Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες

Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού σε ολικές λιπαρές ουσίες για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο A ήταν $12,12 \pm 0,25$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο B ήταν $33,17 \pm 22,92$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Γ ήταν $15,84 \pm 3,80$ και για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Δ ήταν $14,14 \pm 0,57$. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο B είχαν σημαντικά υψηλότερη ($P<0,05$) περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες σε σχέση με τα ψάρια που διατράφηκαν με τα σιτηρέσια A και Δ. Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) δεν εντοπίστηκε μεταξύ της ομάδας Γ με τις ομάδες A και Δ, καθώς και της ομάδας B την Γ.

3.2.4 Περιεκτικότητα σε τέφρα

Η περιεκτικότητα του ολικού σώματος σε τέφρα για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο A ήταν $17,74 \pm 1,38$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο B ήταν $12,22 \pm 1,68$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Γ ήταν $11,70 \pm 1,50$ και για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Δ ήταν $11,48 \pm 0,37$. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο A παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη ($P<0,05$) περιεκτικότητα σε τέφρα στο ολικό

τους σώμα σε σχέση με εκείνα των ψαριών που σιτίστηκαν με τα σιτηρέσια Β, Γ και Δ. Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) δεν εντοπίστηκε μεταξύ των διατροφικών ομάδων Β, Γ και Δ. Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού σε τέφρα για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Α ήταν $5,91 \pm 0,11$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Β ήταν $5,22 \pm 0,03$, για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Γ ήταν $5,00 \pm 0,00$ και για τα ψάρια που κατανάλωσαν το σιτηρέσιο Δ ήταν $4,63 \pm 0,10$. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α είχαν σημαντικά υψηλότερη ($P<0,05$) περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό τους ιστό σε σχέση με τα άτομα που σιτίστηκαν με τα σιτηρέσια Β και Γ. Τα άτομα που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) ούτε με τα άτομα της ομάδας Α αλλά ούτε και με αυτά των ομάδων Β και Γ.

3.2.5 Περιεκτικότητα σε υγρασία

Η περιεκτικότητα του ολικού σώματος σε υγρασία για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β ήταν $68,09 \pm 1,25$, για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ ήταν $70,46 \pm 2,13$ και για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ ήταν $67,74 \pm 0,15$. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ είχαν υψηλότερη τιμή στην υγρασία του ολικού σώματος, χωρίς όμως η διαφορά με τα ψάρια που σιτίστηκαν με τα άλλα σιτηρέσια να είναι σημαντική ($P<0,05$). Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού σε υγρασία για τα

ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α ήταν $78,49 \pm 1,08$, για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β ήταν $76,21 \pm 1,76$, για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Γ ήταν $74,69 \pm 3,65$ και για τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Δ ήταν $75,89 \pm 0,54$.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$) μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως τα ψάρια που σιτίστηκαν με τα σιτηρέσια Α και Β παρουσίασαν υψηλότερη τιμή στην υγρασία του μυϊκού ιστού τους σε σχέση με εκείνα που σιτίστηκαν με τα σιτηρέσια Γ και Δ, χωρίς όμως η διαφορά αυτή να είναι σημαντική ($P < 0,05$).

3.3 Δείκτες

3.3.1 Ηπατοσωματικός δείκτης

Στο τέλος του διατροφικού πειράματος πραγματοποιήθηκε υπολογισμός του ηπατοσωματικού δείκτη, παίρνοντας δείγμα από 9 τυχαία ψάρια από κάθε διατροφική ομάδα (Πίνακας 3.10). Η ομάδα που σιτίστηκε με το σιτηρέσιο Α είχε μέσο ηπατοσωματικό δείκτη $1,17 \pm 0,32$, η ομάδα που σιτίστηκε με το σιτηρέσιο Β είχε μέσο ηπατοσωματικό δείκτη $1,70 \pm 0,39$, η ομάδα που σιτίστηκε με το σιτηρέσιο Γ είχε μέσο ηπατοσωματικό δείκτη $1,30 \pm 0,44$ και η ομάδα που σιτίστηκε με το σιτηρέσιο Δ είχε μέσο ηπατοσωματικό δείκτη $1,51 \pm 0,41$. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως ο ηπατοσωματικός δείκτης της ομάδας Α ήταν σημαντικά χαμηλότερος από εκείνον της ομάδας Β. Το γεγονός ότι οι ομάδες που διατράφηκαν με Provigoro είχαν υψηλότερο ηπατοσωματικό δείκτη δείχνει κάποιο μεταβολικό στρες.

3.3.2 Ενδοσπλαχνικός δείκτης

Στο τέλος του διατροφικού πειράματος πραγματοποιήθηκε υπολογισμός του ενδοσπλαχνικού δείκτη, παίρνοντας δείγμα από 9 τυχαία ψάρια (για την ομάδα Β το δείγμα ήταν από 6 ψάρια) από κάθε διατροφική ομάδα (Πίνακας 3.10). Η ομάδα που κατανάλωσε το σιτηρέσιο Α είχε μέσο ενδοσπλαχνικό δείκτη $5,54 \pm 0,87$, η ομάδα που κατανάλωσε το σιτηρέσιο Β είχε μέσο ενδοσπλαχνικό δείκτη $8,19 \pm 2,06$, η ομάδα που κατανάλωσε το σιτηρέσιο Γ είχε μέσο ενδοσπλαχνικό δείκτη $6,75 \pm 1,54$ και η ομάδα που κατανάλωσε το σιτηρέσιο Δ είχε μέσο ενδοσπλαχνικό δείκτη $7,42 \pm 0,99$. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως ο ενδοσπλαχνικός δείκτης της ομάδας Α ήταν σημαντικά χαμηλότερος από εκείνους της ομάδας Β και της ομάδας Δ.

Πίνακας 3.10 Μέσος ηπατοσωματικός δείκτης (g) και μέσος ενδοσπλαχνικός δείκτης των ιχθυοδίων για τα τέσσερα σιτηρέσια κατά το τέλος του διατροφικού πειράματος

Δείκτες	A	B	Γ	Δ
Ηπατοσωματικός δείκτης	$1,17 \pm 0,32^a$	$1,70 \pm 0,39^b$	$1,30 \pm 0,44^{ab}$	$1,51 \pm 0,41^{ab}$
Ενδοσπλαχνικός δείκτης	$5,54 \pm 0,87^a$	$8,19 \pm 2,06^b$	$6,75 \pm 1,54^{ab}$	$7,42 \pm 0,99^b$

a,b: τα διαφορετικά γράμματα (σε οριζόντια διάταξη) δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($P < 0,05$).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά την έναρξη του διατροφικού αυτού πειράματος, το μέσο βάρος των ιχθυδίων των τεσσάρων διατροφικών ομάδων ήταν παρόμοιο, με μέση τιμή $2,02 \pm 0,24$ g. Μετά το πέρας 120 ημερών σίτισης με τα πειραματικά σιτηρέσια οι ιχθείς και των τεσσάρων διατροφικών ομάδων αύξησαν το βάρος τους. Η αύξηση ήταν $19,06 \pm 2,13$, $20,23 \pm 2,46$, $22,56$ και $17,86 \pm 0,40$ αντίστοιχα για τις διατροφικές ομάδες Α, Β, Γ και Δ. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει πως η ανάπτυξη των ψαριών ήταν ικανοποιητική με όλα τα διαφορετικά πειραματικά σιτηρέσια.

Η αύξηση της συμμετοχής του συστατικού Pronigoro στα πειραματικά σιτηρέσια από 0% σε 0,25% σε 0,50% και σε 1% επέφερε αναλογικές αυξήσεις έως και την διατροφική ομάδα Γ (μέγιστη τιμή) στην ποσοστιαία αύξηση του βάρους (WG%) των ιχθυδίων, αλλά η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν ήταν σημαντικές. Επομένως, η αύξηση του συστατικού Pronigoro δεν επηρέασε σημαντικά την ποσοστιαία αύξηση του βάρους των ιχθυδίων.

Η αύξηση της συμμετοχής του συστατικού Pronigoro στα πειραματικά σιτηρέσια από 0% σε 0,25% σε 0,50% και σε 1% επέφερε αναλογικές αυξήσεις έως και την διατροφική ομάδα Γ (μέγιστη τιμή) στον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (SGR%/ημέρα) των ιχθυδίων, αλλά η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν ήταν σημαντικές. Επομένως, η αύξηση του συστατικού Pronigoro δεν επηρέασε σημαντικά τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης των ιχθυδίων.

Η αύξηση της συμμετοχής του συστατικού Pronigoro στα πειραματικά σιτηρέσια από 0% σε 0,25% σε 0,50% και σε 1% επέφερε αναλογικές αυξήσεις έως και την διατροφική ομάδα Β (μέγιστη τιμή) στον συντελεστή μετατρεψιμότητας της

τροφής (FCR) των ιχθυδίων, αλλά η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν ήταν σημαντικές. Επομένως, η αύξηση του συστατικού Pronigoro δεν επηρέασε σημαντικά τον συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής των ιχθυδίων.

Η αύξηση της συμμετοχής του συστατικού Pronigoro στα πειραματικά σιτηρέσια από 0% σε 0,25% σε 0,50% και σε 1% επέφερε αναλογικές αυξήσεις έως και την διατροφική ομάδα Γ (μέγιστη τιμή) στον συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) των ιχθυδίων, αλλά η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν ήταν σημαντικές. Επομένως, η αύξηση του συστατικού Pronigoro δεν επηρέασε σημαντικά τον συντελεστή απόδοσης της τροφής των ιχθυδίων.

Η αύξηση της συμμετοχής του συστατικού Pronigoro στα πειραματικά σιτηρέσια από 0% σε 0,25% σε 0,50% και σε 1% επέφερε αναλογικές αυξήσεις έως και την διατροφική ομάδα Γ (μέγιστη τιμή) στον συντελεστή απόδοσης της πρωτεΐνης (PER) των ιχθυδίων, αλλά η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως οι διαφορές μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων δεν ήταν σημαντικές. Επομένως, η αύξηση του συστατικού Pronigoro δεν επηρέασε σημαντικά τον συντελεστή απόδοσης της πρωτεΐνης των ιχθυδίων.

Όσον αφορά τη χημική σύσταση του ολικού σώματος και του μυϊκού ιστού των ιχθύων τσιπούρας, βρέθηκε πως η περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ουσίες ήταν υψηλότερες στην ομάδα των ψαριών που σιτίστηκε με το πειραματικό σιτηρέσιο Α (μηδενική συμμετοχή του συστατικού Pronigoro επί του σιτηρεσίου). Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική μόνο σε σύγκριση με την ομάδα των ψαριών που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Β, ενώ με τις ομάδες Γ και Δ η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Επίσης, βρέθηκε πως η περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες (αφορά μόνο το μυϊκό ιστό των ψαριών) ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα των ψαριών που σιτίστηκε με το πειραματικό σιτηρέσιο Β (0,25% συμμετοχή του συστατικού Pronigoro επί του σιτηρεσίου). Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική σε σύγκριση με τις ομάδες των ψαριών που σιτίστηκαν με τα σιτηρέσια Α και Δ, ενώ με την ομάδα Γ η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε τέφρα, την υψηλότερη τιμή παρουσίασαν τα ψάρια που σιτίστηκαν με το σιτηρέσιο Α (μηδενική συμμετοχή του συστατικού Pronigoro επί του σιτηρεσίου), με τη διαφορά με τα ψάρια που σιτίστηκαν με τα υπόλοιπα σιτηρέσια να κρίνεται στατιστικά σημαντική για το ολικό σώμα, ενώ για το μυϊκό ιστό η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με τα ψάρια που σιτίστηκαν με τα σιτηρέσια Β και Γ και όχι με εκείνα της διατροφικής ομάδας Δ.

Συμπερασματικά, με την αύξηση του συστατικού Pronigoro έως και την διατροφική ομάδα Γ (0,50% συμμετοχή του συστατικού Pronigoro επί του σιτηρεσίου), παρουσιάστηκε μία τάση αναλογικής αύξησης στην ποσοστιαία αύξηση του βάρους (WG%), στον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (SGR%/ημέρα), στον συντελεστή απόδοσης της τροφής (FE) και στον συντελεστή απόδοσης της πρωτεΐνης (PER), ενώ υπήρξε μείωση στον συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR). Όμως, οι παραπάνω διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Επομένως η χρήση του φυτοβιοτικού Pronigoro στο σιτηρέσιο της τσιπούρας δεν επιφέρει κάποια σημαντική επίδραση τόσο στον ρυθμό ανάπτυξης του είδους όσο και στο βαθμό αξιοποίησης της τροφής από αυτό. Επιπλέον, η ενσωμάτωση του pronigoro στο σιτηρέσιο σε ποσοστό 0,25% επέφερε σημαντική μείωση της περιεκτικότητας του μυϊκού ιστού σε ολικές αζωτούχες ουσίες. Ωστόσο, το γεγονός πως υψηλότερα επίπεδα χορήγησης του Pronigoro στο σιτηρέσιο δεν επέφεραν

διαφορές στη χημική σύσταση της τσιπούρας σε σχέση με τον μάρτυρα δείχνει πως η όποια διαφοροποίηση οφείλονταν σε άλλους παράγοντες πέραν της ενσωμάτωσης του Provigoro.

Τα φυτοβιοτικά αντιπροσωπεύουν ένα ευρύ φάσμα βιοδραστικών ενώσεων που μπορούν να εξαχθούν από διάφορες φυτικές πηγές. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκαν ορισμένες εφαρμογές χρήσης φυτοβιοτικών στον ευρύτερο τομέα της ζωικής παραγωγής (Vidanarachchi *et al.*, 2005). Ωστόσο, η αξιολόγηση της χρήσης φυτοβιοτικών στις υδατοκαλλιέργειες είναι ένας νέος ερευνητικός τομέας, που δείχνει όμως ορισμένα ελπιδοφόρα αποτελέσματα (Seung-Cheol *et al.*, 2007).

Δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σε ιριδίζουσα πέστροφα έδειξαν ότι η χρήση του φυτοβιοτικού LiptroCitro (2,5 kg/MT) οδήγησε σε αυξημένη τιμή του FCR κατά 14% (Aquafeed LiptroCitro 2010). Σε μία έρευνα των Serrano *et al.* (2012), φάνηκε πως το αλκαλοειδές sparteine στην τροφή της ιριδίζουσας πέστροφας, βρέθηκε πως σε συγκεντρώσεις πάνω από 100 mg/kg οδήγησε σε μείωση της αύξησης του βάρους, του FCR και της πρόσληψης τροφής. Προκειμένου να διασφαλίζεται η γρήγορη ανάπτυξη της πέστροφας οι συγγραφείς πρότειναν η συγκέντρωση στη τροφή της sparteine να μην υπερβαίνει τα 100 mg/kg. Επίσης, σε μία ακόμα έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε ιριδίζουσα πέστροφα, έδειξαν ότι το σκόρδο στη τροφή της μπορεί να αυξήσει την αντιοξειδωτική κατάστασή της. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατανάλωση σκόρδου από τις πέστροφες οδήγησε σε αύξηση του υπεροξειδίου της δυσμουτάσης που προστατεύει την καταστροφή των κυττάρων. (Abdonnaser Mohebbi *et al.* 2012).

Σε ένα άλλο πείραμα έγινε έρευνα προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδραση της καρβακρόλης (σε ποσότητες 0.025% και 0.05% επί του σιτηρεσίου) στην ανάπτυξη του λαβρακιού, στην ανοσοποιητική αντίδραση και στην αντίστασή του

στο παθογόνο μικρόβιο *Listonella anguillarum*. Τελικά η διατροφή με καρβακρόλη δεν επηρέασε αρνητικά την επιβίωση των ψαριών, την ανάπτυξή τους, την πρόσληψη τροφής και το FCR αλλά ούτε και την λιπιδική περιεκτικότητα του ήπατος (Volpatti *et al.* 2012). Η ιχθυοφθειρίαση είναι μια ευρέως διαδεδομένη ασθένεια στις υδατοκαλλιέργειες που προκαλεί μεγάλη θνησιμότητα στα ψάρια. Τα αποτελέσματα σε έρευνα που διεξήχθη, έδειξαν ότι τα αποστάγματα μεθανόλης των φυτών *M.officinalis* και *S. alopecuroides* έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως οικολογική τακτική για τον έλεγχο του παθογόνου μικροβίου *I. multifilii* στα χρυσόψαρα (Yang-Lei Yi *et al.* 2012). Ακόμη, ο αποξηραμένος πολτός εσπεριδοειδών αποτελεί πηγή πολύτιμων θρεπτικών συστατικών για τα ζώα και τα πουλικά. Η χρησιμοποίηση αυτού του πολτού έως και 12% στην τροφή ορνίθων, έδειξε πως δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στην πρόσληψη τροφής, στο FCR και στο τελικό σωματικό βάρος, ενώ παράλληλα δεν είχε ανεπιθύμητα αποτελέσματα στην ποιότητα των αυγών στο αρχικό στάδιο παραγωγής τους. Η χρησιμοποίηση αποξηραμένου πολτού εσπεριδοειδών έως και 16% στην τροφή ορνίθων αύξησε στον ορό αίματός τους τη γλυκόζη και την υψηλή πυκνότητα λιποπρωτεΐνης και μείωσε τη χηλοστερόλη, τη χαμηλή πυκνότητα λιποπρωτεΐνης και τα τριγλυκερίδια (Nazok *et al.* 2010).

ABSTRACT

The aim of the present study was to assess the effect of varied dried citrus extract levels on growth of one of the most important cultured species, the gilthead seabream (*Sparus aurata*). A total number of 240 fish of 2.02 ± 0.24 g mean body weight and 5.43 ± 0.25 cm mean body length were distributed in glass aquariums (with 60L capacity of water each). Water in the aquariums was maintained at $21 \pm 0.5^\circ\text{C}$, pH 8.00 ± 0.4 , oxygen >6.5 mg/L and $\text{NH}_4 < 1$ mg/l. Fish were divided into four dietary groups (60 fish / compartments per group) that were fed on four isoenergetic (22.0 KJ/g) and same amount of protein (48% of feed) diets and differed in the proportion of Provigoro (citrus dried extract in powder form) contained in diet (0% in diet A, 0.25% in diet B, 0.50% in diet C and 1% in the diet D). Fish were fed twice daily at 5% of body weight at the beginning of the experiment and at 2% at the ending, for 120 days. At the end of the feeding trial there were not any significant differences in final weight, weight gain, specific growth rate, feed conversion ratio, feed Efficiency, protein efficiency ratio and fish survival between the dietary treatments. In all dietary groups, the inclusion of dried citrus extract in the diet lowered the moisture and protein content of the muscle tissue and increased their lipid contents. In addition, fish fed the citrus diets had increased hepatosomatic and viscerosomatic indices indicating metabolic stress. In conclusion, the inclusion of dried citrus extract as high as 1% in the diet die not improved the feed utilization and growth performance of the gilthead seabream.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Abdel-Latif H.M.R. Khalil R.H. (2014) Evaluation of two Phytobiotics, *Spirulina platensis* and *Origanum vulgare* extract on Growth, Serum antioxidant activities and Resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to pathogenic *Vibrio alginolyticus*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 1: 250-255

Mohebbi A., Nematollahi A., Dorcheh E.E., Asad F.G. (2012) Influence of dietary garlic (*Allium sativum*) on the antioxidative status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture research, 43:1184-1193

Antache A., Cristea V., Dediu L., Grecu I., Docan A., Vasilean I., Mocanu M., Petrea St.M. (2013) The influence of some phytobiotics on growth performance at *Oreochromis niloticus* reared in an intensive recirculating aquaculture system. University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Iasi, 204

Antache A., Cristea V., Dediu L., Vasilean I., Petrea S.M., Coada M.T. (2013) The Growth Performance of *Oreochromis niloticus* Reared in a Recirculating Aquaculture System in Condition of Some Phytobiotics Administered in Feed. 70: 185-186

AOAC (1995) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International, 16th edn. Association of analytical Chemists, Arlington, VA, U.S.A.

Arechavala-Lopez P., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J.T., Sfakianakis D.G., Somarakis S. (2012) Discriminating farmed gilthead sea bream *Sparus aurata* and European sea bass *Dicentrarchus labrax* from wild stocks through scales and otoliths

Balcazar J.L., Vendrell D., De Blas I., Cunningham D., Vandrell D., Muzquiz J.L. (2006) The role of probiotic in aquaculture. Vet. Microbio, 114: 173-186

Botsoglu N.A., Fletouris D.J. (2001) Drug Resistant in Foods. Pharmacology, Food Safety and Analysis, New York, Marcel Dekker, Inc., 541-548

Bureau D.P., Young Cho C. (1999) An Introduction to Nutrition and Feeding of Fish. Fish Nutrition Research Laboratory, Dept. of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Ontario, Canada

Cabello F.C. (2006) Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. Environment Microbio, 8: 1137- 1144

Cowey C.B. (1975) Aspect of protein utilisation by fish. Proceedings of the Nutrition Society, 34: 57-63

Cowey C.B., Owen J.M., Adron J.W., Middleton C. (1976) Studies on the nutrition of marine flatfish. The effect of different dietary fatty acids on the growth and fatty acid composition of turbot (*Scophthalmus maximus*). Br. J. Nutr., 36: 479-486

Craig S., Helfrich L.A. (2009) Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding. Virginia Cooperative Extension

Defoirdt T., Sorgeloos P., Bossier P. (2011) Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture. Current Opinion in Microbiology 14, 251–258

Denev S.A. (2008) Ecological alternatives of antibiotic growth promoters in the animal husbandry and Aquaculture. DSc. Thesis, Department of Biochemistry Microbiology, Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria, 294

FAO (1999). Moretti A., Fernandez-Criado M.P., Cittolin G., Guidastrri, R. Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream, vol.1, Rome
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/x3980e/x3980e00.pdf>

FAO (2005) Responsible Use of Antibiotics in Aquaculture (Ed. Serrano PH), FAO Fisheries Technical Paper 469, FAO, Rome, 98.

Gatlin III D.M. (2010) Principles of Fish Nutrition. Southern Regional. Aquaculture Center

Gonzalez, C. Geoff A. (2007) PREPARING FARM-MADE FISH FEED. Australian Centre for International Agricultural Research, NSW Department of Primary Industries, 5-7

Grigorakis K., Alexis M.N., Taylor A.K.D., Hole M. (2002) Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): composition, appearance and seasonal variations. International Journal of Food Science and Technology, 37: 477-484

Guillou A., Soucy P., Khalil M., Adambounou L. (1995) Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). Aquaculture, 136: 351-362

Halver J.E., Hardy R.W. (2002) Fish Nutrition, third edition. Academic Press, San Diego, California, U.S.A.

Jobling M., Tidwell J.H. (2012) Aquaculture production systems. Aquaculture International, 1-3

Kaushik S.J. (1998) Whole body amino acid composition of European seabass (*Dicentrarchus labrax*), gilthead seabream (*Sparus aurata*) and turbot (*Psetta maxima*) with an estimation of their IAA requirement profiles. Aquat. Living Resour., 11: 355-358

Kesarcodi-Watson A., Kaspar H., Lategan M.J., Gibson L. (2008) Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes. Aquaculture, 274: 1-14

- Krogdahl A., Hemre G.I., Mommsen T.P. (2005) Carbonhydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition*, 11: 103-122
- Lamya Chaoui, Hickem Kara M., Faure E., Quignard J.P. (2006) Growth and reproduction of the gilthead sea bream *Sparus aurata* in Mellah lagoon (north-eastern Algeria). *Scientia Marina*, 3:70
- Lall S.P., Lewis-McCrea L.M. (2007) Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish - An overview. *Aquaculture*, 267: 3-19
- McCartney E. (2002) The natural empire strikes back. *Poult. Int*, 41(1): 36-42
- Miles R.D., Chapman F.A. (2014). The Concept of Ideal Protein in Formulation of Aquaculture Feeds. IFAS Extension University of Florida
- Nazok A., Rezaei M., Sayyahzadeh H. (2010) Effect of different levels of dried citrus pulp on performance, egg quality, and blood parameters of laying hens in early phase of production. *Trop Anim Health Prod*, 42:737-742.
- Nematipour G.R., Gatlin D.M. (1992) Effects of different kinds of lipid on growth and fatty acid composition of juvenile sunshine bass, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. *Aquaculture*, 114: 141-154.
- NRC (National Research Council) (1993) Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington, D.C. U.S.A.
- Robaina L., Izquierdo M.S., Moyano F.J., Socorro J., Vergara J.M., Montero D., Fernandez-Palacios H. (1995) Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. *Aquaculture*, 130: 219-233
- Rodrigues A.P.O., Gomincho-Rosa M.D.C., Gargin-Ferreira E., De Francisco A., Fracalossi D.M. (2011) Different utilization of plant sources by the omnivores jundia catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*
- Russell B., Carpenter K.E., Pollard D. (2014) *Sparus aurata*. The IUCN Red List of Threatened Species
- Sahu S, Das B.K., Pradhan J., Mohapatra B.C., Mishra B.K., Sarangi N. (2007) Effect of *Magnifera indica* kernel as a feed additive on immunity and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* fingerlings. *Fish & Shellfish Immunology*, 23: 109-118
- Sargent J., Bell G., McEvoy L., Tocher D., Estevez A. (1999) Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture*, 177: 191-199

Sealey W.M., Barziza D.E., Davis J.T., Gatlin III D.M. (1998) Dietary Protein and Lipid Requirements of Golden Shiners and Goldfish. SRAC (Southern Regional Aquaculture Center), 124

Serrano E., Storebakken T., Borquez A., Penn M., Shearer K.D., Dantagnan P., Mydland L.T. (2012) Histology and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to increasing dietary concentration of sparteine, a common alkaloid in lupins. *Aquaculture Nutrition*, 18:313-320.

Seung-Cheol J., Takaoka O., Jeong G.S., Lee S.W., Ishimaru K., Seoka M., Takii K. (2007) Dietary medicinal herbs improve growth and some non-specific immunity of red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science*, 73: 63–69

Sola L., Moretti A., Crosetti D., Karaiskou N., Magoulas A., Rossi A.R., Rye M., Triantafyllidis A. and Tsigenopoulos (2006) C.S. Gilthead seabream *Sparus aurata*.

Stickney R.R., Hardy R.W. (1989) Lipid requirements of some warmwater species. *Aquaculture*, 79: 145- 156

Vidanarachchi J. K., Mikkelsen L. L., Sims I., Iji P. A., Choct M. (2005) Phytobiotics: alternatives to antibiotic growth promoters in monogastric animal feeds. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*

Volpatti D., Bulfon C., Tulli F., Galeotti M. (2012) Growth parameters, innate immune response and resistance to *Listonella* (*Vibrio*) *anguillarum* of *Dicentrarchus labrax* fed carvacrol supplemented diets. *Aquaculture Research*, 1-14

Watanabe T., Kiron V., Satoh S. (1997) Trace Minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, 151: 185-207.

Webster C.D., Lim C.E. (2002) Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Publishing, New York, 64-78

WHO (2006) Report of a joint FAO/OIE/WHO expert consultation on antimicrobial use in aquaculture and antimicrobial resistance. Seoul, Republic of Korea, 13-16

Williams P., Losa R. (2001). The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *World Poultry-Elsevier*, 17(4): 14-15

Windisch W., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. (2008). Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J Anim Science*

Yang-Lei Yi, Cheng Lu, Xue-Gang Hu, Fei Ling, Gao-Xue Wang (2012) Antiprotozoal activity of medicinal plants against *Ichthyophthirius multifiliis* in goldfish (*Carassius auratus*), 111:1771-1778

Ελληνική βιβλιογραφία

Κλαουδάτος Σ.Δ. και Κλαουδάτος Δ.Σ. (2012) Καλλιέργειες φυτών και εκτροφές υδρόβιων ζωικών οργανισμών 1^η έκδοση. Εκδόσεις Προπομπός, 228-239

Λαζαρόπουλος Χ., (2007) Logistics Αλιευμάτων. Περιοδικό Logistics & Management, 2:36-43

Μεντέ Ε. και Νέγκας Ι. (2011). Στοιχεία φυσιολογίας θρέψεως και εφαρμοσμένη διατροφή ιχθύων και καρκινοειδών. Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, 196

Μπακλώρη Χ., (2010) Κινητική Μελέτη Δεικτών Διατηρησιμότητας Καπνιστού Χελιού. Διπλωματική Εργασία, Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών

Νεοφύτου Χ. (2007) Βιολογία Υδρόβιων Σπονδυλωτών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, 16-17

Παπουτσόγλου Σ.Ε. (2008). Διατροφή ιχθύων. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, 976

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

FAO (2012). http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_greece/en

Fishbase (2010). <http://www.fishbase.org/summary/1164>