



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εκτίμηση της αύξησης της τσιπούρας μετά από μείωση της
ποσότητας της χορηγούμενης τροφής κατά 50 %**

Γιαννακός Κωνσταντίνος
Παπαδόπουλος Παναγιώτης
Παπαϊωάννου Αριστείδης
Σπανοπούλου Ειρήνη

Βόλος 2017

Διμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1) Παναγιώτα Παναγιωτάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπουσα.***

2) Ελένη Γκολομάζου, Επίκουρος Καθηγήτρια, Ιχθυοπαθολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος.***

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες, σε όλους όσους μας βοήθησαν και μας στήριξαν για να φέρουμε σε πέρας την παρούσα προπτυχιακή διπλωματική εργασία.

Πρώτη από όλους, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την επιβλέπουσα αυτής της διατριβής, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Παναγιώτα Παναγιωτάκη, η οποία μας εμπιστεύτηκε την υλοποίηση μίας τόσο μεγάλης και σοβαρής μελέτης. Την ευχαριστούμε ακόμα, που κατά τα χρόνια φοίτησης μου στο Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, μας δίδαξε και μας μύησε στο μαγευτικό κόσμο της επιστήμης της θάλασσας.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους κυρίους Βάιο Παπαϊωάννου, την κυρία Αμαλία Μπακαλού καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα Πιέρ Ψωφάκη για την αμέριστη συμπαράστασή τους και τις πολύτιμες συμβουλές τους κατά τη διάρκεια του πειράματος. Ευχαριστούμε επίσης και τη Γεωπονική Σχολή για την διάθεση του εργαστηριακού χώρου και την παραχώρηση των οργάνων καθώς και τον ιχθυογεννητικό σταθμό ΔΙΑΣ (SELODA) για τους ιχθύες για την πραγματοποίηση του πειράματος. Τέλος η πραγματοποίηση αυτής της διατριβής θα ήταν αδύνατη χωρίς τη συμπαράσταση και ενθάρρυνση των γονιών μας,, που είναι και οι χορηγοί των σπουδών μας, δίνοντάς μας κουράγιο για να φτάσουμε στο στόχο μας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1. Η τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i> L.).....	8
1.1.1. Συστηματική ταξινόμηση.....	8
1.1.2. Γεωγραφική εξάπλωση και βιότοπος.....	9
1.1.3. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τσιπούρας.....	9
1.1.4. Διατροφή.....	10
1.2. Οι Υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα.....	12
1.3. Χημική σύσταση εκτρεφόμενων ατόμων τσιπούρας.....	15
1.4. Το φαινόμενο στις αύξησης αντιστάθμισης.....	16
1.4.1 Είδη αντιστάθμισης.....	18
1.4.2. Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο στις αύξησης αντιστάθμισης.....	18
1.5. Παραλλακτικότητα μεγεθών.....	20
1.6. Σκοπός στις παρούσες εργασίας.....	20
2. Υλικά και μέθοδοι.....	21
2.1 Πειραματικός σχεδιασμός.....	21
2.1.1 Δειγματοληψίες.....	24
2.1.2 Διατροφή πειραματικών ομάδων.....	26
2.1.3 Αύξηση ολικού βάρους ψαριών.....	27
2.1.4 Ποσοστό αύξησης του ολικού βάρους.....	27
2.1.5 Ειδικός ρυθμός αύξησης.....	28
2.1.6 Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής.....	28
2.2 Στατιστική ανάλυση.....	29
3. Αποτελέσματα.....	29

3.1 Αύξηση.....	29
3.1.1. Κατά την έναρξη του πειράματος.....	31
3.1.2 Κατά τη 15 ^η ημέρα πειράματος.....	31
3.1.3 Κατά τη 30 ^η ημέρα πειράματος.....	32
3.1.4 Κατά τη 44 ^η ημέρα πειράματος.....	33
3.1.5 Κατά το τέλος του πειράματος.....	33
3.3. Παραλλακτικότητα μεγεθών.....	34
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	36
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	42

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πολλοί ζωικοί οργανισμοί παρουσιάζουν ταχύτερη αύξηση κατά τη διάρκεια ανάκαμψης τους μετά από μια περίοδο ολικής ή μερικής ασιτίας (με την έννοια της περιορισμένης χορήγησης τροφής), σε σχέση με αντίστοιχες περιόδους συνεχούς χορήγησης επαρκών ποσοτήτων τροφής. Το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης στα ψάρια κέντρισε το ενδιαφέρον των επιστημόνων, καθώς σχετίζεται με έναν από τους θεμελιώδεις προβληματισμούς που αφορούν την εντατικής μορφής ιχθυοκαλλιέργεια, τη συμπίεση δηλαδή του κόστους παραγωγής με παράλληλη επίτευξη ταχέων ρυθμών αύξησης. Η παρούσα εργασία ασχολήθηκε με τη διερεύνηση της αύξησης της τσιπούρας (*Sparus aurata*) μετά από μείωση της ποσότητας της χορηγούμενης τροφής κατά 50 %

Το πείραμα είχε διάρκεια εννέα (9) εβδομάδες ,64 ημέρες. 180 νεαρά άτομα τσιπούρας διατηρήθηκαν σε έξι ενυδρεία σε κλειστό κύκλωμα επανακυκλοφορίας εργαστηριακού θαλασσινού νερού. Τα ψάρια κατά την έναρξη του πειράματος είχαν μέσο βάρος $40,71 \pm 1,19$ g (μέσο βάρος \pm τυπικό σφάλμα) και μέσο μήκος $11,2 \pm 1,34$ cm. Δημιουργήθηκαν δυο ομάδες (Μάρτυρας και Διαχείριση, Μ και Δ αντίστοιχα) με τρεις επαναλήψεις η κάθε μια.

Οι ομάδες των μαρτύρων Μ, αλλά και οι ομάδες Δ ταΐζονταν καθημερινά με επίπεδα χορηγούμενης τροφής 100% και 50% αντίστοιχα.

Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος παρατηρήθηκε αύξηση του σωματικού βάρους και των δύο ομάδων, χωρίς ωστόσο να παρατηρηθεί υστέρηση βάρους στα άτομα της διαχείρισης που σιτίζονταν με το 50% της τροφής. Τα άτομα και των δύο ομάδων (Μάρτυρας- Διαχείριση) είχαν παρόμοιους ρυθμούς αύξησης .

Έτσι στο τέλος του πειράματος, οι μάρτυρες αύξησαν το μέσο βάρος τους στα $87 \pm 14,26$ g ενώ οι διαχειρίσεις στα $65,68 \pm 8,53$ g. Η αύξηση του βάρους των ψαριών για κάθε μεταχείριση σε σχέση με το χρόνο και καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος αποδόθηκε με γραμμικές εξισώσεις.

Λέξεις κλειδιά: Τσιπούρα, *Sparus aurata*, αύξηση αντιστάθμισης, περιορισμένη χορήγηση τροφής, μερική ασιτία, εντατική εκτροφή

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Η τσιπούρα (*Sparus aurata* L.)

1.1.1. Συστηματική ταξινόμηση

Η τσιπούρα (*Sparus aurata* L.) (Εικ. 1.1.), ανήκει στην οικογένεια των σπαρίδων (*Sparidae*), στην κλάση των οστειχθύων (*Teleostei*). Η συστηματική ταξινόμηση του είδους αυτού (Οικονομίδης 1997) είναι η εξής:

Βασίλειο: Ζώα - *Animalia*

Υποβασίλειο: Μετάζωα - *Metazoa*

Φύλο: Χορδωτά - *Chordata*

Υποφύλο: Σπονδυλωτά – *Vertabrata*

Υπερκλάση: Γναθοστόματα - *Gnathostomata*

Κλάση: Οστειχθύων – *Osteichthyes*

Μεσοκλάση: Τελεόστεων - *Teleostei*

Υποκλάση: Ακτινοπτερυγίων – *Actinopterygii*

Υπερτάξη: Ακανθοπτερυγίων – *Acanthopterygii*

Τάξη: Περκόμορφων – *Perciformes*

Οικογένεια: Σπαρίδων – *Sparidae*

Γένος: *Sparus*



Εικόνα 1.1: Τσιπούρα (*Sparus aurata* L.)

1.1.2. Γεωγραφική εξάπλωση και βιότοπος

Γεωγραφικά η τσιπούρα, συναντάται στον Ατλαντικό μέχρι τη Μεγάλη Βρετανία, τη Σενεγάλη και τη Μεσόγειο θάλασσα. Ανήκει στα ευρύθερμα είδη και για αυτό συναντάται σε νερά με θερμοκρασίες από 5-27°C. Την περίοδο του φθινοπώρου εγκαταλείπει τις λιμνοθάλασσες για να επιστρέψει στην ανοιχτή θάλασσα. Οι τσιπούρες, που παραμένουν στις λιμνοθάλασσες μετά το κλείσιμο εισόδου νερού, υποφέρουν από το κρύο του χειμώνα όταν η θερμοκρασία, πολλές φορές στις αβαθείς αυτές υδάτινες εκτάσεις πλησιάζει τους 0°C. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα σε αυτές τις περιοχές να παρατηρούνται πολλές φορές υψηλές θνησιμότητες κατά τους χειμερινούς μήνες (Πνευματικός 1993). Ακόμα είναι ευρύαλο ψάρι με δυνατότητα επιβίωσης σε μεγάλο εύρος αλατότητας, με το άριστο εύρος ανάπτυξης είναι σε νερά με αλατότητα από 25 - 40%. Δεν είναι όμως το ίδιο ανεκτική στις τιμές του οξυγόνου. Φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη σε χαμηλές τιμές οξυγόνου. Γενικά, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι επιβιώνουν σε αβαθείς υδάτινες εκτάσεις, αλλά προτιμούν νερά με βάθος μέχρι 50 έως και 60 m (Νεοφύτου 2001).

1.1.3. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τσιπούρας

Η τσιπούρα έχει σώμα ατρακτοειδές, πλευρικά πεπιεσμένο, κυρτή ράχη και κοντό ρύγχος. Έχει ισχυρή κεφαλή, χείλη χονδρά και μεγάλους οφθαλμούς. Το μπροστινό τμήμα των σιαγόνων χαρακτηρίζεται από την παρουσία έξι κωνοειδών δοντιών, ενώ πλευρικά στην πάνω σιαγόνα έχει τέσσερις σειρές μυλοειδών δοντιών και 3 - 4 σειρές στην κάτω σιαγόνα. Τα μπροστινά δόντια είναι δυνατά, κυρτά και μυτερά. Στο μέτωπο ανάμεσα στα μάτια έχει μια λωρίδα σε σχήμα V και στην άκρη

του βραγχιοκαλύμματος μια μαύρη κηλίδα (Νεοφύτου 2001).

Γενικά, έχει χρώμα γκρίζο-ασημί με πιο σκούρα πλάτη και περισσότερο ανοιχτό χρώμα στις πλευρές και την κοιλιά. Οι παρυφές του ουραίου πτερυγίου είναι μαύρες. Έχει μεγάλου μεγέθους κτενοειδή λέπια και θωρακικά πτερύγια. Το μήκος της φτάνει από τα 50 cm έως και 80 cm και το βάρος ξεπερνά τα 5 Kg (Νεοφύτου 2001).

1.1.4. Διατροφή

Η τσιπούρα ανήκει στην κατηγορία των σαρκοφάγων και αρπακτικών ψαριών. Έρευνες που έγιναν σε φυσικούς πληθυσμούς σχετικά με τις τροφικές προτιμήσεις της τσιπούρας σε σχέση με το μέγεθος και την εποχή του έτους, έδειξαν ότι η βάση της διατροφής τους συνίσταται από μαλάκια, τα οποία θρυμματίζει με τη βοήθεια των ισχυρών κυνοειδών δοντιών και από οστρακόδερμα ενώ συμπληρωματικά, καταναλώνει πολύχαιτους, φύκη και δακτυλιοσκώληκες, ενώ ευκαιριακά καταναλώνει ψάρια και έντομα (Pita *et al.* 2002).

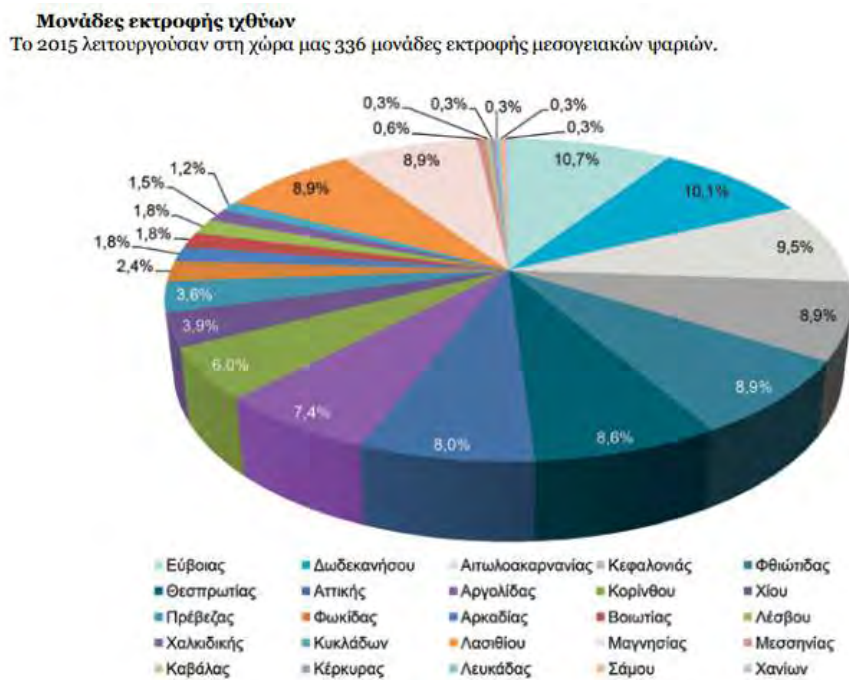
Στη συνέχεια αναφέρονται συνοπτικά πληροφορίες σχετικά με τις θρεπτικές απαιτήσεις της τσιπούρας (Oliva-Teles 2000):

1. Οι δίαιτες που προορίζονται για την εκτροφή τσιπούρας θα πρέπει να περιέχουν 45-50% πρωτεΐνη και ένα ελάχιστο ποσοστό της τάξης του 9-12% λίπος. Σύμφωνα με έρευνες μεγάλες ποσότητες λίπους στην τροφή δεν οδηγούν σε γρηγορότερη ανάπτυξη.
2. Στις δίαιτες του θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται σημαντική ποσότητα ιχθυελαίου ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε απαραίτητα λιπαρά οξέα του συγκεκριμένου είδους.

3. Απαιτείται να πραγματοποιηθούν μελέτες οι οποίες να διερευνούν τις απαιτήσεις της τσιπούρας σε βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία έτσι ώστε να καλυφθούν τα κενά που υπάρχουν σχετικά με τις απαιτήσεις της στα συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά.
4. Οι θρεπτικές απαιτήσεις των ιχθυδίων έχουν εκτιμηθεί έμμεσα. Εν τούτοις, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν περαιτέρω έρευνες.
5. Όσον αφορά στις θρεπτικές απαιτήσεις των γεννητόρων έχει βρεθεί ότι ένα ελάχιστο ποσοστό πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (HUFA), της τάξεως του 0,42% είναι απαραίτητο για την παραγωγή καλής ποιότητας αυγών. Παρόλα αυτά, και σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται η πραγματοποίηση περαιτέρω μελετών.

1.2. Οι Υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα

Ο κλάδος των ελληνικών υδατοκαλλιεργειών είναι ένας από τους πλέον αναπτυσσόμενους τομείς της πρωτογενούς παραγωγής της χώρας, με σαφή εξαγωγικό χαρακτήρα και σημαντική θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Σχήμα 1.). Παρόλο που τα τελευταία χρόνια ο κλάδος περνάει μια περίοδο αναδιάρθρωσης και σημειώνει κάμψη, οι στόχοι που έχουν τεθεί για την αύξηση της παραγωγής ξεπερνούν τον στρατηγικό στόχο της ετήσιας αύξησης 4% που έχει τεθεί από την ΕΕ. Εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης του κλάδου των υδατοκαλλιεργειών, οι υδατοκαλλιέργειες εν αντιθέσει με την αλιεία, φαίνεται ότι θα αποτελέσουν την μελλοντική πηγή ιχθύων για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του ανθρώπου (Watanabe 2002).



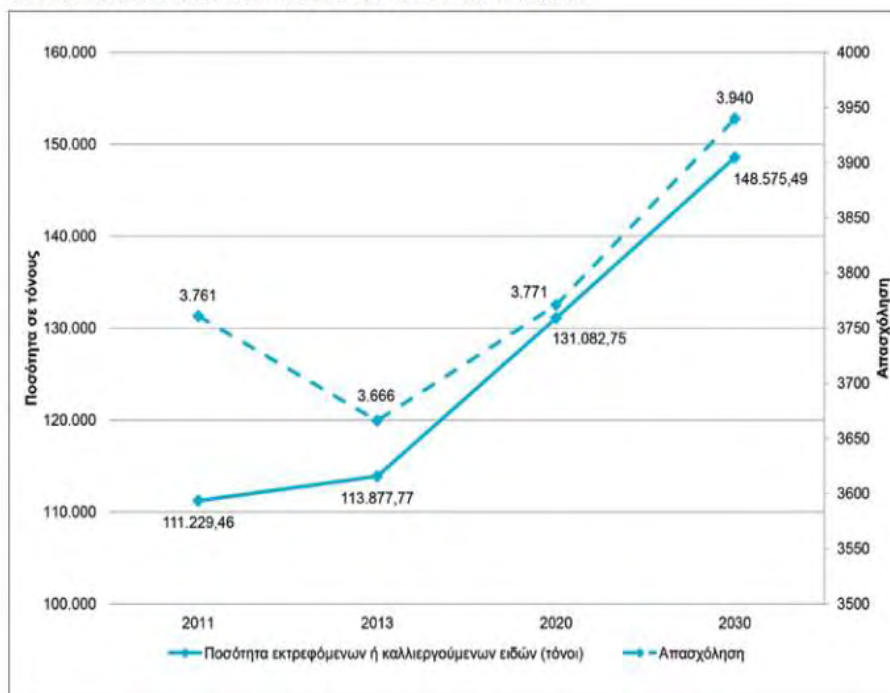
Σχήμα 1. (Κατανομή των μονάδων εκτροφής μεσογειακών ψαριών στη χώρα μας κατά το 2015)(Πηγή ΥΠΑΑΤ).

Σύμφωνα με τις μελέτες του International Food Policy Research Institute (IFPRI) και του Food and Agriculture Organization (FAO), η παγκόσμια κατά κεφαλή κατανάλωση θαλασσινών υπολογίζεται ότι θα αυξηθεί από 15,8 kg σε 17,1

kg το 2020. Οι κυριότεροι παράγοντες που οδηγούν στην αύξηση είναι η υψηλή διατροφική αξία του ψαριού συγκρινόμενη με άλλες πηγές πρωτεϊνών, αλλά και η αύξηση του πληθυσμού της γης που συνεπάγεται αύξηση της ζήτησης πρωτεϊνών (Lem 2004).

Οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν για την Ελλάδα σημαντικό τομέα της πρωτογενούς παραγωγής. Το εκτεταμένο μήκος και η μορφολογία της ελληνικής ακτογραμμής, σχηματίζουν ένα μεγάλο αριθμό προστατευόμενων περιοχών και κόλπων, οι οποίες σε συνδυασμό με το μεγάλο αριθμό καθώς νησιών και το ήπιο κλίμα, παρέχουν τις ιδανικές συνθήκες για όλες τις μορφές εκτροφής των θαλάσσιων οργανισμών. Το 2013, ο κλάδος της υδατοκαλλιέργειας στην Ελλάδα, απασχολούσε συνολικά 3.666 άτομα, απασχόληση που ωστόσο σε σχέση με το 2005 παρουσίασε μείωση της τάξεως του 2,2% ετησίως. Η μείωση αυτή ήταν αφενός αποτέλεσμα των οικονομικών εξελίξεων των τελευταίων ετών αφετέρου της τεχνολογικής εξέλιξης στις μεθόδους καλλιέργειας. Η πλειοψηφία των μονάδων, χρησιμοποιούν μεθόδους εντατικής εκτροφής σε επιπλέοντες κλωβούς ή σε τσιμεντένια raceways. Ακόμη, υπάρχουν και ημι-εντατικές τεχνικές σε χωμάτινα υδροστάσια (ponds) στις οποίες γίνεται χορήγηση τροφής, όπως επίσης και εκτατικές εκτροφές σε λιμνοθάλασσες και σε υδροστάσια στη χέρσο (Κλαουδάτος 2005).

Εκτιμήσεις εξελίξεων βασικών μεγεθών για την υδατοκαλλιέργεια



Πηγή: Εκτιμήσεις μελετητών

Σχήμα 2. (Εκτιμήσεις εξελίξεων βασικών μεγεθών για την υδατοκαλλιέργεια)

Η αλματώδης ανάπτυξη της θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας τα προηγούμενα 20 έτη έχει καταστήσει τον αναπαραγωγικό αυτό κλάδο ένα από τους δυναμικότερα αναπτυσσόμενους στην Ελλάδα. (Σχήμα 2) Η παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού στην Ελλάδα, κυμαίνεται από 85.000 μέχρι 100.000 τόνους το χρόνο και αναμένεται να κλείσει το 2013 στους 94.000 τόνους, υποχωρώντας κατά 7% σε σχέση με το 2012, ενώ την ίδια ώρα στην Τουρκία αναμένεται να φτάσει τους 108.000 τόνους, σημειώνοντας αύξηση πάνω από 12%. Μέχρι και πέρυσι η Ελλάδα ήταν η ηγέτιδα δύναμη του κλάδου, ενός κλάδου με τζίρο στην Ευρώπη που υπολογίζεται κοντά στο 1,5 δισ. ευρώ. Σε έκθεσή του, ο FAO, αποδίδει την απώλεια της πρωτιάς από την Ελλάδα στην πτώση των τιμών και στην παράλληλη αύξηση του κόστους των τροφών. Έτσι, ενώ το 1990 οι ιχθυοκαλλιέργειες μόλις που αντιστοιχούσαν στο 2% των αλιευμάτων, σήμερα φαίνεται ότι τα ξεπερνούν στο σύνολό τους,

προστατεύοντας έτσι τους «άγριους» πληθυσμούς από την υπεραλίευση και την εξαφάνιση (National Geographic 2006).

Τα ψάρια, ειδικά από τις ιχθυοκαλλιέργειες για τσιπούρα και λαβράκι, είναι το δεύτερο μεγαλύτερο εξαγωγικό προϊόν της Ελλάδας μετά τα φρούτα και τους ξηρούς καρπούς, μεγαλύτερο και από τις εξαγωγές ελαιόλαδου και τυριού, σύμφωνα με τα στοιχεία του ελληνικού οργανισμού εξωτερικού εμπορίου (ΟΠΕ).

1.3. Χημική σύσταση εκτρεφόμενων ατόμων τσιπούρας

Η ποιοτική ανάλυση πολλών ψαριών πραγματοποιείται εδώ και αρκετά χρόνια σε πολλές επιστημονικές μελέτες. Η χημική σύσταση ορισμένων ειδών ιχθύων παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Τα ψάρια είναι εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών και ο μυϊκός ιστός τους περιέχει ένα σωστά ισορροπημένο προφίλ σε αμινοξέα, καθιστώντας τους ιχθύς σημαντικό κομμάτι της ανθρώπινης διαίτας σε πολλές χώρες (Jobling 2001). Επίσης, οι ιχθύς αποτελούν πηγή πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, των οποίων οι ευεργετικές ιδιότητες στην ανθρώπινη υγεία έχουν αναφερθεί εκτενώς σε πολλές έρευνες και άρθρα (Drevon 1992). Μπορούν να προστατέψουν έναντι των καρδιαγγειακών παθήσεων, απαιτούνται για την ομαλή ανάπτυξη των εμβρύων και πιθανότατα δρουν ευεργετικά ενάντια στο διαβήτη και σε κάποιες μορφές καρκίνου (Lands 1992).

1.4. Το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης

Πολλοί ζωικοί οργανισμοί εκτρεφόμενοι ή μη παρουσιάζουν ταχύτερη ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της ανάκαμψης τους μετά από μια περίοδο ολικής ή μερικής ασιτίας (μειωμένη ποσότητα χορήγησης τροφής) απ' ότι σε περιόδους που η προσφορά τροφής συνεχίζονταν κανονικά (Wilson & Osbourn 1960). Το αποτέλεσμα είναι ότι, άτομα που περνούν μία τέτοια περίοδο ασιτίας και επαναδιατροφής να φτάνουν το ίδιο μέγεθος με άτομα του ίδιου είδους που ζουν σε φυσιολογικές συνθήκες. Ο μηχανισμός που τείνει να επαναφέρει την αύξηση σε κανονική τροχιά ονομάζεται αύξηση αντιστάθμισης και στη βιβλιογραφία εμφανίζεται ως «*growth compensation*».

Αρχικά, η μελέτη της αύξησης της αντιστάθμισης εφαρμόστηκε στα θηλαστικά, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκε πειραματικά σε μια ομάδα κατοικίδιων ζώων (Wilson & Osbourn 1960). Αργότερα, στις δεκαετίες του 1970 και του 1980 πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες εργασίες σε ψάρια, όπου τα αποτελέσματα αυτών, δεν επιβεβαίωσαν τις ζητούμενες προσδοκίες σχετικά με τους ρυθμούς αύξησης, σε διαδοχικές περιόδους ασιτίας (Bilton & Robins 1973, Zivkov 1982). Στη συνέχεια, στις αρχές της δεκαετίας του 1990, εμφανίστηκαν στη βιβλιογραφία εργασίες περισσότερο ολοκληρωμένες και συγκροτημένες, δίνοντας έμφαση σε είδη που σχετίζονται με την ιχθυοκαλλιέργεια. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το φαινόμενο της αύξησης της αντιστάθμισης να τραβήξει την προσοχή των επιστημόνων όσον αφορά το χώρο της υδατοκαλλιέργειας. Σήμερα, το συγκεκριμένο θέμα έχει μελετηθεί σε σημαντικό αριθμό ειδών ψαριών, (Jobling *et al.* 1994, Hayward *et al.* 2000, Zhu *et al.*

2001, Jobling *et al.* 1993, Zhu *et al.* 2003, Ali *et al.* 2003, Πανταρίδης 2005, Μακρυβέλιος 2007, Μπακαλού 2015).

Ωστόσο, δεν είναι ακόμα εξακριβωμένο ποιος είναι ο ρόλος της αύξησης αντιστάθμισης σε φυσικούς πληθυσμούς ή το πώς μπορεί το φαινόμενο να χρησιμοποιηθεί στην ιχθυοκαλλιέργεια. Σχεδόν όλες οι πειραματικές εφαρμογές έχουν πραγματοποιηθεί σε εργαστήρια, με συνέπεια να γνωρίζουμε ελάχιστα για την επίδραση του φαινομένου σε φυσικούς πληθυσμούς.

Η σπουδαιότητα της αύξησης αντιστάθμισης σε άτομα ή ομάδες ατόμων που περνούν περιόδους ασιτίας, είναι η επίτευξη μεγέθους περίπου ίδιου με του οργανισμού ο οποίος βρίσκεται πάντα σε περιβάλλον με επάρκεια τροφής (Risica *et al.* 1984).

Η πιθανή θετική εφαρμογή του φαινομένου της αντιστάθμισης στις ιχθυοκαλλιέργειες, εκτός της εξοικονόμησης της τροφής από τη διατροφή των ψαριών που συνεπάγεται σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής, έχει ως άμεσο αποτέλεσμα και τη μείωση των επιπτώσεων της εκτροφής στο υδάτινο περιβάλλον.

Τα μέχρι τώρα στοιχεία από τη μελέτη του φαινομένου της ανάπτυξης αντιστάθμισης στα εκτρεφόμενα ψάρια, επικεντρώνονται στην επίδραση της θερμοκρασίας (Maclean & Metcalfe 2001) ή της ποσότητας της τροφής (Zhu *et al.* 2001) ή και της συχνότητας εναλλαγής μερικής ασιτίας - επαναδιατροφής (Quinton & Blake 1990). Αξιολογούνται δε σε σχέση με το τελικό βάρος που αποκτούν τα ψάρια, μετά την επαναδιατροφή τους, σε σχέση με αυτό των ατόμων στα οποία η παροχή της τροφής συνεχίζονταν κανονικά. Το φαινόμενο δεν έχει μελετηθεί στην τσιπούρα εκτενώς, ούτε ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας, ούτε και ως προς την ποσότητα της προσφερόμενης τροφής όπως επίσης και για τα χρονικά διαστήματα εναλλαγής μερικής ασιτίας - επαναδιατροφής.

Το γεγονός αυτό καθώς και ο γενικότερος προβληματισμός που υπάρχει στον κλάδο των ιχθυοκαλλιεργειών στη χώρα μας αλλά και παγκόσμια, σχετικά με την ανάγκη μείωσης του κόστους παραγωγής, οδήγησε στο σχεδιασμό της παρούσας εργασίας δεδομένου ότι η τσιπούρα αποτελεί το κυριότερο είδος που εκτρέφεται σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς στη χώρα μας.

1.4.1 Είδη αντιστάθμισης

Τα είδη αντιστάθμισης διακρίνονται:

- Στη πλήρη αντιστάθμιση κατά την οποία τα άτομα που στερήθηκαν τροφής κατορθώνουν τελικά και φθάνουν το ίδιο μέγεθος με αυτά στα οποία προσφέρονταν τροφή συνεχώς.
- Στη μερική αντιστάθμιση κατά την οποία παρατηρείται αποτυχία των ατόμων που πέρασαν περίοδο ασιτίας να φτάσουν στο μέγεθος τα άτομα στα οποία η τροφή προσφέρονταν χωρίς διακοπή. Όμως, τα άτομα αυτά ανέπτυξαν ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης, γεγονός που ενδεχομένως να οφείλεται στο ότι παρουσίασαν καλύτερη μετατρεψιμότητα τροφής κατά τη διάρκεια της επαναδιατροφής τους.
- Στην υπέρ-αντιστάθμιση κατά την οποία τα άτομα που πέρασαν μία περίοδο ασιτίας κατορθώνουν και ξεπερνάνε σε μέγεθος τα αντίστοιχα άτομα στα οποία η τροφή προσφέρονταν χωρίς διακοπή (Ali *et al.* 2003).

1.4.2. Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της αντιστάθμισης είναι:

1. Η επίδραση του πρωτοκόλλου ταΐσματος (διάρκεια μερικής ή ολικής ασιτίας, διάρκεια επαναδιατροφής)

2. Η επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αύξηση αντιστάθμισης. Οι κυριότεροι εξ' αυτών είναι: η θερμοκρασία, η αλατότητα, η παροχή οξυγόνου, η ιχθυοφόρτιση και η παραλλακτικότητα των μεγεθών.

3. Επιπτώσεις επί των συστατικών και των οργάνων του σώματος

Ο τύπος της αύξησης αντιστάθμισης μπορεί να επηρεάσει διαφορετικά τα συστατικά του σώματος (Weatherley & Gill 1981, Quinton & Blake 1990).

4. Απώλεια βάρους και αύξηση της αντιστάθμισης

Η αύξηση της αντιστάθμισης είναι δυνατό να ευνοείται από τη μείωση του ρυθμού μεταβολισμού του ψαριού κατά τη διάρκεια στέρησης της τροφής. Οι Wieser *et al.* (1992) πρότειναν 4 φάσεις αντίδρασης στον περιορισμό τροφής και της επακόλουθης επανασίτισης:

i) τη φάση της καταπόνησης, που χαρακτηρίζεται από ένα καθεστώς υπέρ-ενεργητικότητας (π.χ. αναζήτηση τροφής),

ii) τη φάση της αλλαγής με τη συνεχιζόμενη στέρηση της τροφής, τη μείωση του κανονικού ρυθμού της αναπνοής όπως και της κινητικότητας,

iii) τη φάση της προσαρμογής με τη σταθεροποίηση του μεταβολισμού σε χαμηλά επίπεδα και

iv) τη φάση της αποκατάστασης όπου γίνεται απότομη αύξηση των επιπέδων κατανάλωσης οξυγόνου, αλλά και της αύξησης σε απόλυτη σχέση με την περίοδο της ασιτίας.

5. Εποχική διακύμανση

Η εποχική διακύμανση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον παράγοντα θερμοκρασία. Έτσι, λοιπόν, ο σολομός, (*Salmon salar*) στις χαμηλές θερμοκρασίες του φθινοπώρου εμφάνισε μικρή αντιστάθμιση, σε αντίθεση με το καλοκαίρι, κατά το οποίο οι υψηλές θερμοκρασίες ευνόησαν την αύξηση της αντιστάθμισης (Maclean & Metcalfe 2001).

1.5. Παραλλακτικότητα μεγεθών

Το φαινόμενο της ανομοιομορφίας των μεγεθών αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως “Tobi-Koi phenomenon” (Nakamura & Kasahara 1995), ως “size hierarchy effect, ιεράρχηση μεγεθών” (Brown 1957) και ως “growth depensation, διαφοροποίηση ανάπτυξης” (Ricker 1958). Κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες παραγωγής η διαφοροποίηση των μεγεθών εμφανίζεται νωρίς τις πρώτες βδομάδες μετά την εκκόλαψη των ιχθυδίων (Purdom *et al.* 1972, Bowers 1974, Purdom 1974, Beyer & Laurence 1980, Fukuhara 1983, Chambers *et al.* 1988). Οι σχέσεις μεταξύ των ατόμων της ίδιας ομάδας, η κατανάλωση τροφής η ιχθυοπυκνότητα, οι γενετικοί παράγοντες, η αξιοποίηση ενέργειας τροφής, περιβαλλοντικοί παράγοντες κατά την εκτροφή, έχουν θεωρηθεί ως αιτία διαφοροποίησης του ρυθμού ανάπτυξης και κατά συνέπεια της εμφάνισης του φαινομένου της παραλλακτικότητας των μεγεθών σε ομάδες ιχθυδίων.

1.6. Σκοπός της παρούσας εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης στην εντατική εκτροφή τσιπούρας σε κλειστό σύστημα κυκλοφορίας νερού και μέσου βάρους περίπου 40 g. Συγκεκριμένα στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να εξεταστεί η επίδραση της ελάττωσης της χορηγούμενης

τροφής κατά (50%) στην αύξηση και στην παραλλακτικότητα των μεγεθών της τσιπούρας.

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε με τσιπούρες (*Sparus aurata*) στις εγκαταστάσεις του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Π.Θ. και συγκεκριμένα στο Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών και είχε διάρκεια 9 εβδομάδες (64 ημέρες) (Εικ. 2.1).



Εικόνα 2.1. Εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Υδατοκαλλιεργειών Τμήματος

2.1 Πειραματικός σχεδιασμός

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 180 άτομα τσιπούρας μέσου αρχικού βάρους $40,71 \pm 1,19\text{g}$ τα οποία προήλθαν από τον ΙΧΣ της εταιρείας «ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Α.Β.Ε.Ε» που βρίσκεται τις Ντάπιες Αχλαδιού του νομού Φθιώτιδας. Η μεταφορά τους πραγματοποιήθηκε με ειδικές ισοθερμικές δεξαμενές με οξυγόνο στους χώρους της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών. Μετά την περίοδο εγκλιματισμού τους που διήρκεσε 14 ημέρες τοποθετήθηκαν ισόποσα τυχαία σε 6 γυάλινα ενυδρεία χωρητικότητας 120L το καθένα. Τα ενυδρεία διέθεταν κλειστό

κύκλωμα κυκλοφορίας νερού. Επίσης υποστηρίζονταν από σύστημα μηχανικού-βιολογικού φίλτρου του νερού για την απομάκρυνση της συνολικής αμμωνίας, των περιττωμάτων και υπολειμμάτων τροφής.

Σε καθημερινή βάση πραγματοποιούνταν σιφωνισμός του πυθμένα και αντικατάσταση του νερού έως και 30% του συνολικού όγκου των ενυδρείων.

Επιπλέον, ανά τακτά χρονικά διαστήματα τοποθετούνταν, τόσο στο νερό του ενυδρείου όσο και μέσα στα φίλτρα, διάλυμα βακτηρίων Nite-Out II της MICROBELIF για τη νιτροποίηση των αζωτούχων οργανικών ενώσεων.

Η διάταξη των ενυδρείων καθώς και των φίλτρων απεικονίζεται στην Εικόνα 2.2. Τα ψάρια διαχωρίστηκαν σε 2 ομάδες (Μάρτυρας και Διαχείριση, Μ και Δ αντίστοιχα) με 3 επαναλήψεις η κάθε μια. Κάθε ομάδα ελάμβανε διαφορετικό ποσοστό τροφής. Η ομάδα του Μάρτυρα σιτίζονταν με 100% τροφής και η ομάδα της Διαχείρισης με το 50% της τροφής που τους αντιστοιχούσε. Ο υπολογισμός της τροφής γίνονταν με βάση το μέγεθος των ψαριών, τη θερμοκρασία του νερού και τα προτεινόμενα ποσοστά διατροφής των πινάκων της εταιρείας BIOMAR Hellas.



Εικόνα 2.2: Διάταξη δεξαμενών και απεικόνιση του κλειστού συστήματος κυκλοφορίας νερού (φωτογραφία συγγραφέων).

Σε χρόνο πρότερο της έναρξης του πειράματος τα ενυδρεία πληρώθηκαν με νερό βρύσης και εν συνεχεία συμπληρώθηκε διάλυμα extreme 5 ml/38l νερού έτσι

ώστε να επιτευχθεί η απογλωρίωσή του. Έπειτα διαλύθηκε ποσότητα αλατιού Instant Ocean Seasalt μέχρι το επιθυμητό ποσοστό αλατότητας. Κατόπιν προστέθηκε διάλυμα NITE OUT 5ml/40 lt. Οι φυσικοχημικές παράμετροι του νερού ελέγχονταν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Σε εβδομαδιαία βάση καταγράφονταν μετρήσεις για τη θερμοκρασία του νερού ($22\text{ }^{\circ}\text{C}$), το pH ($8,00 \pm 0,4$), την αλατότητα ($29 \pm 0,5\%$) και το διαλυμένο οξυγόνο ($>6,5\text{ mg/l}$) με τη χρήση φορητών ηλεκτρονικών οργάνων.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του χώρου γίνονταν με κλιματιστικό μηχάνημα και διατηρήθηκε στους $23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό καταγράφονταν με οξυγονόμετρο τύπου Hanna hi 9143 μετά το δεύτερο ημερήσιο τάισμα. Σε κάθε ενυδρείο υπήρχε πορόλιθος (αερόπετρα) για το διασκορπισμό του παρεχόμενου αέρα από τους δύο αεροσυμπιεστές. Επίσης, για την παροχή του αέρα είχαν τεθεί σε λειτουργία δύο αεραντλίες. Οι δύο αεραντλίες δούλευαν εναλλάξ ανά μία ώρα, με την βοήθεια χρονοδιακόπτη, με σκοπό την καλή και ασφαλή τους λειτουργία. Η αλατότητα μετριόταν με αλατόμετρο WTW LF 330 και το pH του νερού με API High Range pH Liquid Test Kit.

Επίσης, σε τακτά χρονικά διαστήματα προσδιορίζονταν η συγκέντρωση της ολικής αμμωνίας ($<1\text{ mg/l}$) με την χρήση Salifert Ammonia, των νιτρικών με τεστ τύπου API Nitrate NO_3 και νιτρωδών με των βοήθεια Sera nitrite-Test (NO_2).

Η τεχνητή φωτοπερίοδος που εφαρμόστηκε ήταν 12L:12D ώρες με εναλλαγή να πραγματοποιείται στις 08:00 και 20:00, αντίστοιχα.

Αξίζει να σημειωθεί πως το νερό που χρησιμοποιήθηκε καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος ήταν εργαστηριακής προέλευσης και χρειάστηκαν 4 εβδομάδες για να σταθεροποιηθεί το βιολογικό του φίλτρο για κάθε ενυδρείο.

2.1.1 Δειγματοληψίες

Η εκτροφή των ψαριών διήρκησε 64 ημέρες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις βάρους και σταθερού μήκους: στην έναρξη του πειράματος, την 17^η, την 32^η, την 50^η και μία τελική την 64^η ημέρα. Η διαδικασία της μέτρησης ήταν η ακόλουθη. Αρχικά τα ψάρια εξαλειούνταν από τις δεξαμενές με απόχες. Στην συνέχεια τοποθετούνταν σε πλαστικό δοχείο με αναισθητικό φαινοξυ-αιθανόλης με συγκέντρωση 0,10 ml/l. Μετά την αναισθητοποίηση, ζυγίζονταν ατομικά κάθε ψάρι σε ζυγό τύπου AE ADAM ACBPLUS MODEL ABB PLUS 3000, ακριβείας 2 δεκαδικών ψηφίων (0,01 g) και έπειτα μετρούνταν το σταθερό μήκος με ιχθυόμετρο ακρίβειας 0,1 cm (Εικ. 2.4 και Εικ. 2.5) .



Εικόνα 2.4. Μέτρηση Βάρους



Εικόνα 2.5. Μέτρηση Μήκους

Αμέσως μετά τοποθετούνταν σε πλαστικό δοχείο με καλά οξυγονωμένο θαλασσινό νερό. Κατά το στάδιο αυτό τα ψάρια αναλάμβαναν τις αισθήσεις τους και στη συνέχεια με μικρή απόχλη επανατοποθετούνταν στο αρχικό τους ενυδρείο .

2.1.2 Διατροφή πειραματικών ομάδων

Η προσφερόμενη ποσότητα τροφής ήταν αυτή που πρότεινε μέσα από τους πίνακες εκτροφής της η εταιρία ιχθυοτροφών BIOMAR Hellas. Ο προσδιορισμός τροφής γίνονταν συναρτήσει της θερμοκρασίας και του μεγέθους των ψαριών και αναπροσαρμοζόταν στη βιομάζα του κάθε ενυδρείου όπως αυτή προέκυπτε μετά από κάθε 2 εβδομάδες περίπου, όταν ζυγίζονταν όλα τα άτομα κάθε ενυδρείου.

Στους παρακάτω πίνακες αναφέρεται η χημική σύσταση των σιτηρεσίων που χορηγήθηκαν στην διάρκεια του πειράματος (Πιν. 2.1 και Πιν. 2.2). Κατά την έναρξη του πειράματος και μέχρι την 32^η μέρα όλες οι ομάδες ταΐζονταν με τροφή τύπου pellets INICIO Plus micro-pellets (τσιπούρα) και διαμέτρου 1,5mm. Εν συνεχεία και μέχρι την ολοκλήρωση του πειράματος όλες οι ομάδες σιτιζόνταν με τροφή τύπου pellets INICIO Plus micro-pellets (τσιπούρα) και διαμέτρου 1,9mm.

Πίνακας 2.1: Χημική σύσταση τροφής pellets INICIO Plus micro-pellets (τσιπούρα) διαμέτρου 1,5mm.

ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΡΟΦΗΣ	1,5mm
Ολική πρωτεΐνη (%)	54
Ολικά λίπη (%)	18
ΕΝΕΟ (%)	9
Κυτταρίνη (%)	1
Τέφρα (%)	10,5
Ολικός φώσφορος (%)	1,6
Ολική ενέργεια (MJ/kg)	21,6
Πεπταία ενέργεια (MJ/kg)	19,3

Πεπταία πρωτεΐνη / Πεπταία ενέργεια(g/MJ)	25,7
Βιταμίνη E (προστιθέμενη) - mg/kg	365
Βιταμίνη C (προστιθέμενη) - mg/kg	200

Πίνακας 2.2: Χημική σύσταση τροφής pellets INICIO Plus micro-pellets (τσιπούρα) διαμέτρου 1,9 mm.

ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΡΟΦΗΣ	1,9mm
Ολική πρωτεΐνη (%)	50
Ολικά λίπη (%)	18
ΕΝΕΟ (%)	11,5
Κυτταρίνη (%)	1,5
Τέφρα (%)	9
Ολικός φώσφορος (%)	1,4
Ολική ενέργεια (MJ/kg)	21,2
Πεπταία ενέργεια (MJ/kg)	18,5
Πεπταία πρωτεΐνη / Πεπταία ενέργεια(g/MJ)	24,8
Βιταμίνη E (προστιθέμενη) - mg/kg	310
Βιταμίνη C (προστιθέμενη) - mg/kg	165

Η χορήγηση της τροφής γίνονταν δύο φορές την ημέρα πρωί (10:00 π.μ.) και απόγευμα (17:00 μ.μ.)

2.1.3 Αύξηση ολικού βάρους ψαριών

Η αύξηση του ολικού βάρους είναι το καθαρό βάρος του σώματος των ψαριών που αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος και υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{Αύξηση ολικού βάρους (g)} = W_t (\text{τελικό βάρος}) - W_a (\text{αρχικό βάρος})$$

2.1.4 Ποσοστό αύξησης του ολικού βάρους

Το ποσοστό αύξησης του ολικού βάρους αντιπροσωπεύει την εκατοστιαία (%) αύξηση του βάρους σώματος και υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Ποσοστό αύξησης βάρους (\%)} = [(W_{\text{τελικό}} - W_{\text{αρχικό}}) / W_{\text{αρχικό}}] * 100$$

2.1.5 Ειδικός ρυθμός αύξησης

Ο ημερήσιος ειδικός ρυθμός αύξησης (specific growth rate, SGR) εκφράζει την ημερήσια ποσοστιαία αύξηση του ολικού βάρους του ψαριού στο χρονικό διάστημα που σιτίστηκε και δίνεται από τη σχέση:

$$\text{SGR (\% / ημέρα)} = \{100 \times [\text{Ln}(W_2) - \text{Ln}(W_1)] / \text{ημέρες σίτισης}\}$$

Όπου,

$\text{Ln}(W_2)$ = ο φυσικός λογάριθμος του τελικού ολικού βάρους

$\text{Ln}(W_1)$ = ο φυσικός λογάριθμος του αρχικού ολικού βάρους

2.1.6 Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (food conversion ratio, FCR) εκφράζει το βαθμό αξιοποίησης της τροφής από τα ψάρια και δίνεται από το λόγο της ποσότητας της τροφής που χορηγήθηκε προς την αύξηση του ολικού βάρους τους. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής υπολογίζεται από τη σχέση:

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

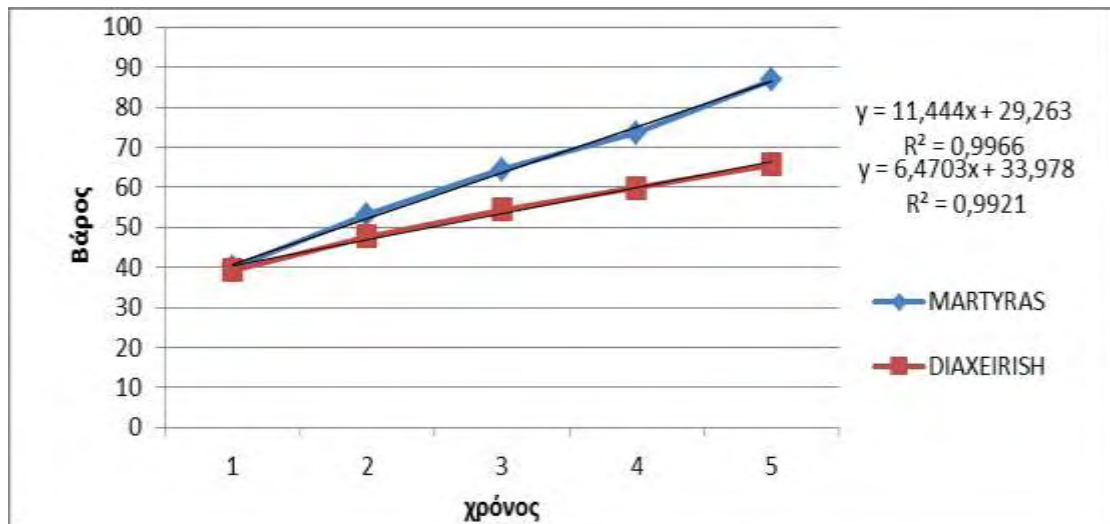
2.2 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα των παραμέτρων αύξησης των ψαριών και των μεταβολών στη χημική σύσταση του μυϊκού ιστού επεξεργάστηκαν με τη μέθοδο της Ανάλυσης της Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (one-way ANOVA) και του t-Test με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS Statistics 14 Multilanguage και οι διαφορές κρίθηκαν στατιστικά μη σημαντικές για τιμές $P > 0,05$. Επίσης και το t κριτήριο για τη σύγκριση των κλίσεων των ευθειών με τα λογισμικά Excel.

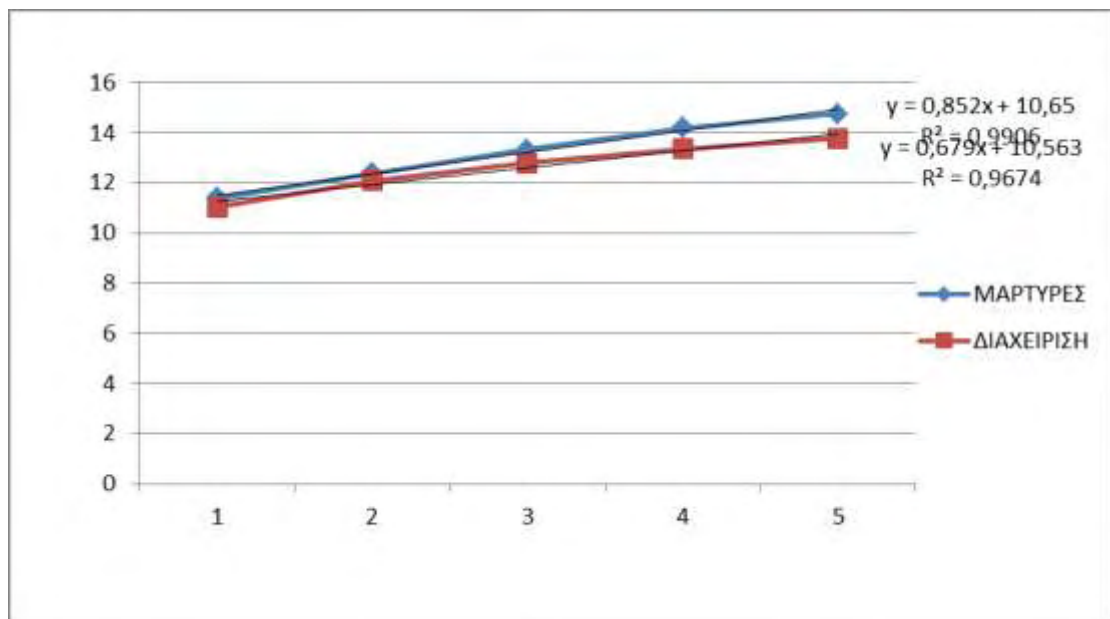
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αύξηση

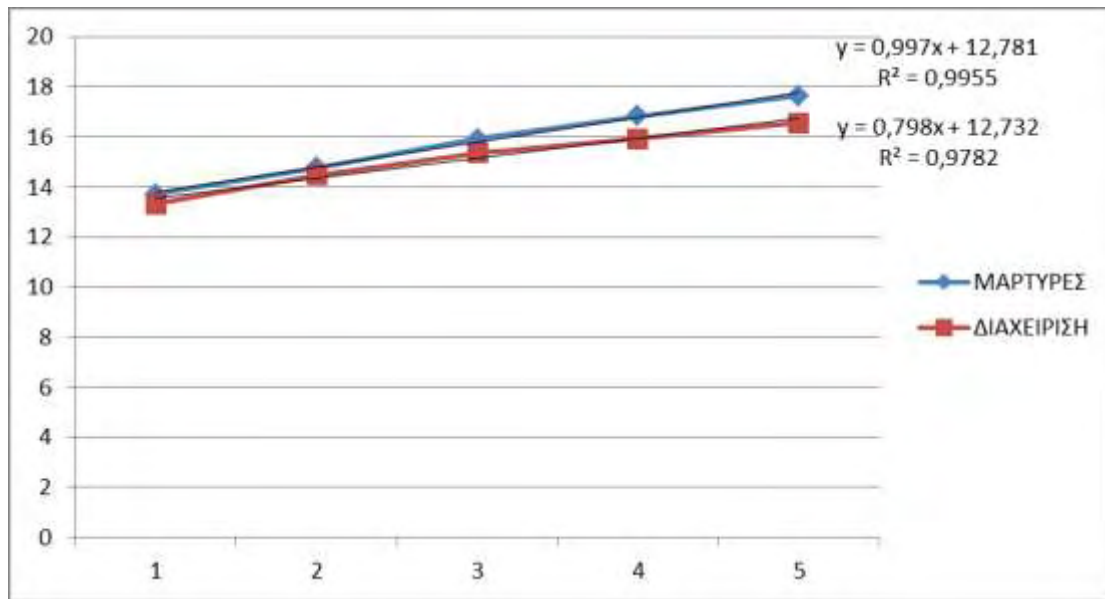
Οι παράμετροι αύξησης που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν το ολικό σωματικό βάρος, το σταθερό μήκος και το ολικό μήκος των ψαριών. Γενικά τα άτομα της διαχείρισης δεν έδειξαν καμία μείωση τόσο στο βάρος όσο και στο μήκος τους. Ακόμα τα συγκεκριμένα άτομα στα οποία χορηγήθηκε τροφή μειωμένη κατά 50% σε σχέση με εκείνα των μαρτύρων, δεν πλησίασαν τους ρυθμούς αύξησης του βάρους και του μήκους των μαρτύρων όπου τα άτομα στην προκειμένη περίπτωση είχαν σαφώς αυξητικά αποτελέσματα και στις δυο παραμέτρους. Η εξέλιξη του βάρους, του σταθερού μήκους και του ολικού μήκους των ψαριών καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος φαίνεται στο Σχήμα 3.1, 3.2 και 3.3 αντίστοιχα.



Σχήμα 3.1. Εξέλιξη του ολικού σωματικού βάρους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.



Σχήμα 3.2. Εξέλιξη του σταθερού μήκους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.



Σχήμα 3.3. Εξέλιξη του ολικού μήκους καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος.

3.1.1. Κατά την έναρξη του πειράματος

Αρχικά τα ψάρια μετρήθηκαν ως προς το ολικό σωματικό βάρος, το σταθερό μήκος και το ολικό μήκος και προέκυψαν τα μέσα βάρη $40,26g \pm 6,27$, $40,82g \pm 5,41$ και $41,09g \pm 6,98$ για τους μάρτυρες 2, 4 και 5 αντίστοιχα, και $39,93g \pm 5,48$, $38,83g \pm 6,48$ και $39,24 \pm 5,71$ g για τα άτομα της διαχείρισης 1, 3 και 6 αντίστοιχα.

Όσον αφορά το σταθερό σωματικό μήκος, αυτό για τους μάρτυρες 2, 4 και 5 ήταν $11,28 \pm 0,51$ mm, $11,45 \pm 0,50$ mm και $11,45 \pm 0,70$ mm, αντίστοιχα, ενώ για τις διαχειρίσεις 1, 3 και 6 ήταν $10,83 \pm 2,14$ mm, $11,15 \pm 0,65$ mm, $11,06 \pm 0,56$ mm, αντίστοιχα.

3.1.2 Κατά τη 15^η ημέρα πειράματος

Στην δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε άρχισε να διαφαίνεται ήδη η υπεροχή των μαρτύρων έναντι της διαχείρισης. Έτσι τα μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν $52,37 \pm 7,95$ g, $55,71 \pm 7,59$ g και $51,47 \pm 9,81$ g για τους μάρτυρες 2, 4, 5 αντίστοιχα και $48,66 \pm 6,98$ g, $48,58 \pm 6,94$ g και $46,18 \pm 6,09$ g για τα άτομα της διαχείρισης 1, 3, 6 αντίστοιχα ενώ το μέσο σταθερό μήκος $12,35 \pm 0,63$ mm, $12,56$

$\pm 0,51$ mm και $12.25 \pm 0,73$ mm για τους μάρτυρες και $12.14 \pm 0,59$ mm , $12.18 \pm 0,54$ mm και $11,96 \pm 0,49$ mm αντίστοιχα για τα άτομα της διαχείρισης. Τέλος τα μέσα ολικά μήκη ήταν $14.68 \pm 0,84$ mm, $14.89 \pm 0,53$ mm και $14.30 \pm 0,78$ mm για τους μάρτυρες 1,2,3 αντίστοιχα , και $14.59 \pm 0,70$ mm , $14.52 \pm 0,73$ mm και $14.30 \pm 0,61$ mm για τα 3 ενυδρεία με τα άτομα της διαχείρισης αντίστοιχα. Παράλληλα όμως, ενώ οι μάρτυρες 2, 4 και 5 και αντίστοιχα οι διαχειρίσεις 1,3 και 6 δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά (Πιν. 3.2.), αυτό συνέβη στη μεταξύ τους σύγκριση, του μάρτυρα και της διαχείρισης, με επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$ (Πιν. 3.3.).

3.1.3 Κατά τη 30^η ημέρα πειράματος

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.3, στην τρίτη μέτρηση που λήφθηκε τα μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν $63.94 \pm 10,87$ g, $66.72 \pm 10,02$ g και $62.88 \pm 13,07$ g για τους μάρτυρες 2, 4, 5 αντίστοιχα και $54.01 \pm 7,77$ g , $56.09 \pm 7,61$ g και $52.99 \pm 6,09$ g για τα άτομα της διαχείρισης 1,3,6 αντίστοιχα ενώ το μέσο σταθερό μήκος $13.43 \pm 0,76$ mm , $13.43 \pm 0,68$ mm και $13.14 \pm 0,91$ mm για τους μάρτυρες και $12.89 \pm 0,69$ mm , $12.82 \pm 0,60$ mm και $12.68 \pm 0,46$ mm αντίστοιχα για τα άτομα της διαχείρισης. Τέλος τα μέσα ολικά μήκη ήταν $15.88 \pm 0,97$ mm, $16.13 \pm 0,73$ mm και $15.78 \pm 0,97$ mm για τους μάρτυρες 2,4,5 αντίστοιχα , και $15.47 \pm 0,78$ mm , $15.45 \pm 0,75$ mm και $15.15 \pm 0,55$ mm για τα 3 ενυδρεία με τα άτομα της διαχείρισης αντίστοιχα , παρατηρώντας τις παραπάνω μετρήσεις αποδεικνύεται πως τα άτομα της διαχείρισης αν και σιτίστηκαν σε καθημερινή βάση το διάστημα που μεσολάβησε, δεν κατάφεραν να πλησιάσουν στην ανάπτυξη των μαρτύρων. Επιπλέον, από τις στατιστικές αναλύσεις φάνηκε ότι οι μέσοι όροι, τόσο του βάρους όσο και του μήκους των ομάδων του μάρτυρα και της διαχείρισης, διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους .

3.1.4 Κατά τη 44^η ημέρα πειράματος

Από την τέταρτη μέτρηση στην 44^η ημέρα πειράματος, προέκυψε ότι τα άτομα της διαχείρισης υστερούσαν ως προς το ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με αυτά των μαρτύρων. Πιο συγκεκριμένα, το μέσο βάρος στα 3 ενυδρεία των μαρτύρων ήταν $75.83 \pm 13,72$ g, $78.01 \pm 13,57$ g και $67.33 \pm 13,52$ g αντίστοιχα ενώ το μέσο βάρος των ενυδρείων της διαχείρισης ήταν $60.38 \pm 9,15$ g , $60.48 \pm 8,31$ g και $58.67 \pm 6,35$ g. Το μέσο μήκος των μαρτύρων ήταν $14,07 \pm 0,90$ mm, $14,38 \pm 0,80$ mm και $14,11 \pm 0,94$ mm ενώ της διαχείρισης $13,39 \pm 0,78$ mm , $13,41 \pm 0,61$ mm και $13,28 \pm 0,41$ mm αντίστοιχα. Τέλος το μέσο ολικό μήκος στους μάρτυρες ήταν $16,79 \pm 0,96$ mm , $17,08 \pm 0,89$ mm και $16,65 \pm 1,2$ mm ενώ οι μετρήσεις στα άτομα της διαχείρισης έδειξαν τις ακόλουθες μέσες τιμές για τα τρία ενυδρεία , $15,97 \pm 0,88$ mm , $15,93 \pm 0,69$ mm και $15,89 \pm 0,53$ mm αντίστοιχα. Επίσης, οι επακόλουθες στατιστικές αναλύσεις έδειξαν ότι μεταξύ των μαρτύρων και των διαχειρίσεων υπήρχαν στατιστικές διαφορές ($P < 0,05$), παρά το γεγονός ότι μεταξύ τους οι επαναλήψεις των μαρτύρων και της μεταχείρισης δε διέφεραν στατιστικά ($P > 0,05$).

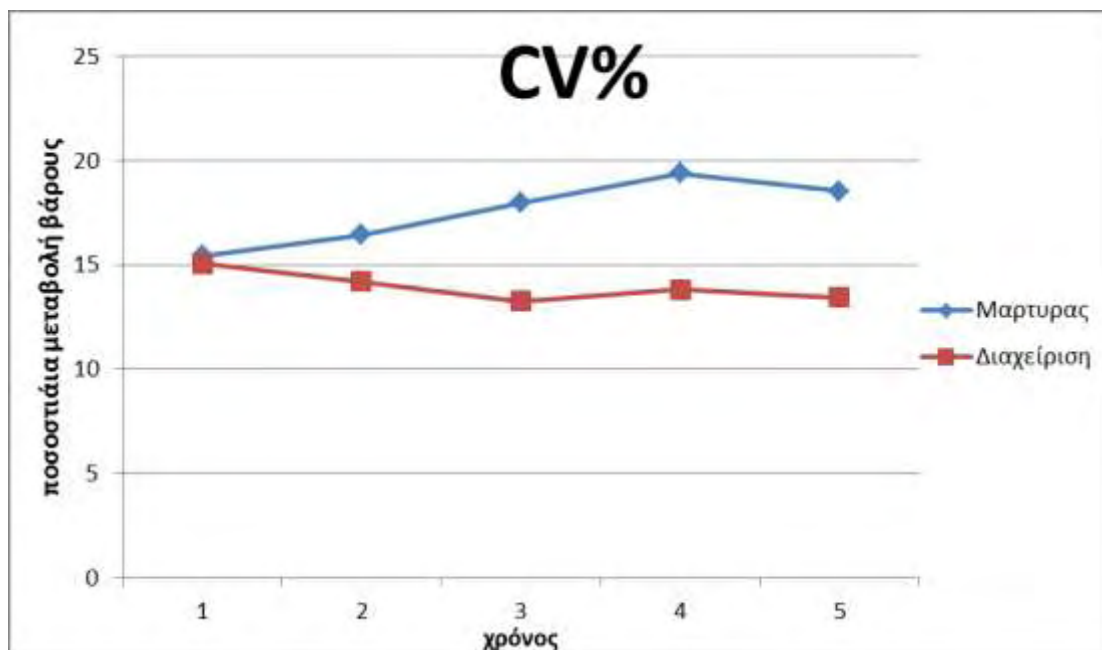
3.1.5 Κατά το τέλος του πειράματος

Την 58^η ημέρα του πειράματος πραγματοποιήθηκε και η τελευταία μέτρηση. Έτσι προέκυψε ότι οι μάρτυρες 2,4 και 5 έφτασαν σε μέσο βάρος τα $90.08 \pm 15,29$ g , $92.25 \pm 15,13$ g και $78.67 \pm 14,44$ g αντίστοιχα ενώ αυτά της διαχείρισης (1,3,6) $66.40 \pm 11,05$ g, $66.16 \pm 8,18$ g και $64.49 \pm 6,30$ g αντίστοιχα. Το μέσο σταθερό μήκος για τους μάρτυρες ήταν $14,91 \pm 1,12$ mm , $15,05 \pm 0,84$ mm και $14,41 \pm 0,87$ mm για τα εκάστοτε ενυδρεία , ενώ στη διαχείριση ήταν $13,73 \pm 0,80$ mm , $13,81 \pm 0,58$ mm και $13,78 \pm 0,47$ mm αντίστοιχα. Τέλος τα μέσα ολικά μήκη ήταν $17,61 \pm 1,22$ mm, 18

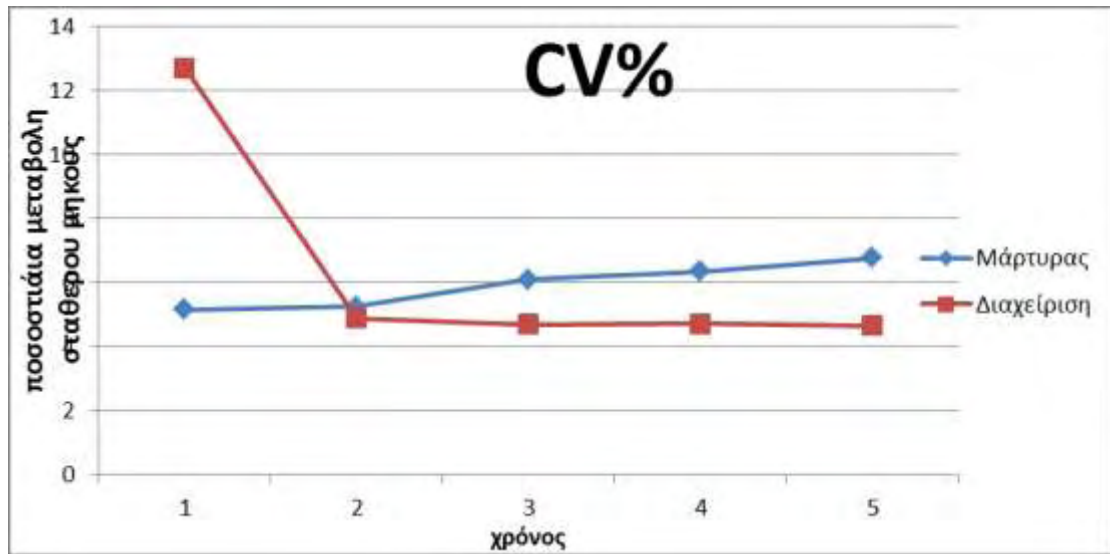
± 0.85 mm και $17,36 \pm 0.98$ mm για τους μάρτυρες 2,4,5 αντίστοιχα ,και $16,48 \pm 0.88$ mm , $16,66 \pm 0.67$ mm και $16,58 \pm 0.55$ mm για τα 3 ενυδρεία(1,3,6) με τα άτομα της διαχείρισης αντίστοιχα. Ακόμη, οι ομάδες των μαρτύρων και της μεταχείρισης αποδείχτηκε ότι διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους ($P < 0,05$) πράγμα που αποδεικνύει και τη διαφορά στην ανάπτυξη μεταξύ των δύο ομάδων.

3.3. Παραλλακτικότητα μεγεθών

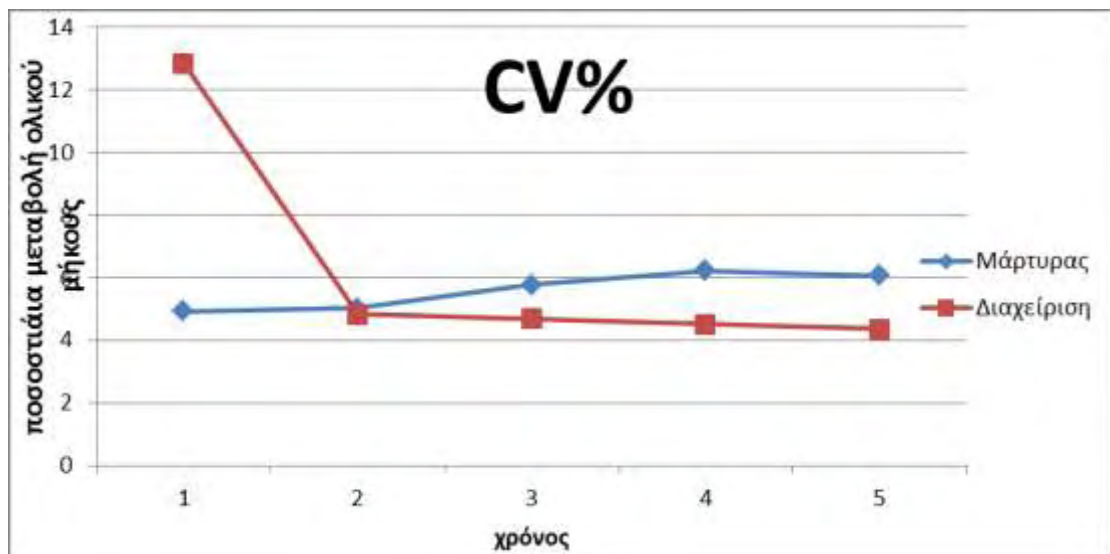
Για τον προσδιορισμό του φαινομένου της ανομοιομορφίας των μεγεθών των εκτρεφόμενων ψαριών μελετήθηκε η παραλλακτικότητα μεγεθών των ψαριών του πειράματος. Έτσι, όπως φαίνεται και στα σχήματα (3.4, 3.5, 3.6) τα άτομα της μεταχείρισης έδειξαν μια πιο ομοιόμορφη εξέλιξη της παραλλακτικότητας σε όλη την έκταση του πειράματος.



Σχήμα 3.4(Συντελεστής Παραλλακτικότητας ολικού βάρους)



Σχήμα 3.5(Συντελεστής Παραλλακτικότητας Σταθερου μηκος)



Σχήμα 3.6 (Συντελεστής Παραλλακτικότητας Ολικού Μήκος)

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης και της παραλλακτικότητας των μεγεθών στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας. Στην βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί, ωστόσο και πειράματα στα οποία τα άτομα ήταν μεμονωμένα. Έτσι για να αναγνωριστεί η παραλλακτικότητα και να προσεγγιστεί η ενδεχόμενη εκδήλωση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης, οι παράμετροι ανάπτυξης που μελετήθηκαν ήταν το βάρος και το ολικό μήκος.

Στην πρώτη κιόλας μέτρηση από την έναρξη του πειράματος, τα άτομα της μεταχείρισης στα οποία χορηγήθηκε τροφή μειωμένη κατά 50% σε σχέση με εκείνα των μαρτύρων, έδειξαν να μένουν αρκετά πίσω στην ανάπτυξη σε σχέση με τους μάρτυρες οι οποίοι σιτίζονταν καθημερινά. Αλλά και στην δεύτερη μέτρηση, όπου και τα άτομα της μεταχείρισης σιτίστηκαν καθημερινά στο διάστημα που μεσολάβησε, δεν κατάφεραν ούτε ως προς το βάρος ούτε στο μήκος να προσεγγίσουν αυτό των μαρτύρων. Επιπροσθέτως, ακόμα και μετά τον δεύτερο κύκλο της μεταχείρισης και την ολοκλήρωση του πειράματος, οι μάρτυρες οι οποίοι σιτίζονταν σε καθημερινή βάση έδειξαν να έχουν καλύτερη ανάπτυξη από τις μεταχειρίσεις και ως συνέπεια την μη εμφάνιση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης.

Από την άλλη μεριά, η παραλλακτικότητα μεγεθών των μαρτύρων στην αρχή του πειράματος, είχε μεγαλύτερο ποσοστό έναντι αυτού των μεταχειρίσεων. Στη διάρκεια όμως του πειράματος, η πορεία της παραλλακτικότητας των μαρτύρων είχε πολλές και σημαντικές αυξομειώσεις σε αντίθεση με αυτή των διαχειρίσεων, η οποία εμφανίζεται πιο σταθερή και ομαλή. Τελικά και οι δύο πορείες, των μαρτύρων και

των μεταχειρίσεων φαίνεται να καταλήγουν στα ίδια επίπεδα με το πέρας του πειράματος .

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες, που επηρεάζουν την αύξηση της αντιστάθμισης είναι η θερμοκρασία, η αλατότητα, τα επίπεδα του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου, η ιχθυοφόρτιση, καθώς και η παραλλακτικότητα των μεγεθών. Στην παρούσα εργασία οι εν λόγω περιβαλλοντικοί παράγοντες διατηρήθηκαν σταθεροί και δεν επηρέασαν σε καμία περίπτωση την μη εμφάνιση του φαινομένου. Στην βιβλιογραφία αναφέρονται εργασίες οι οποίες οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρέασαν την εκδήλωση του φαινομένου.

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε άτομα σολομού (*Salmo salar*) (Nicieza & Metcalfe 1997, Maclean & Metcalfe 2001) και *Gadus morhua* (Purchase & Brown 2001), παρατηρήθηκε μερική αντιστάθμιση, έπειτα από μείωση της θερμοκρασίας.

Σε πειράματα που έγιναν σε ιχθύδια τιλάπιας *Oreochromis niloticus*, όταν αυτά τέθηκαν σε μεγάλες ιχθυοφορτίσεις τότε παρατηρήθηκε μια μείωση της αύξησης. Στην συνέχεια η μείωση αυτή εξαφανίστηκε με το που επέστρεψαν τα ψάρια σε κανονικές ιχθυοφορτίσεις (Jobling & Koskela 1996).

Ιχθύδια σολομών του Ατλαντικού *Salmo salar* (Damsgard & Arnesen 1998), παρουσίασαν μερική αντιστάθμιση έπειτα από μετακίνησή τους από γλυκό σε θαλασσινό νερό.

Το γατόψαρο (*Anarhichas minor*), εκδήλωσε αύξηση αντιστάθμισης, όταν ξαναγύρισε σε κανονικά οξυγονωμένο νερό, έπειτα από την παραμονή του για εβδομήντα πέντε ημέρες σε υποξικές συνθήκες (Foss & Imsland 2002). Το πείραμα διακόπηκε μετά από είκοσι μία ημέρες παραμονής των ψαριών σε κανονικές συνθήκες οξυγόνου και έτσι δεν έγινε ξεκάθαρο εάν η αύξηση αντιστάθμισης διαρκούσε και παραπέρα.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται πείραμα βάσει της παραλλακτικότητας των μεγεθών που πραγματοποιήθηκε στην ιριδίζουσα πέστροφα (Jobling & Koskela 1996). Συγκεκριμένα σε ομάδες ιριδίζουσας πέστροφας που προσφέρονταν μειωμένες ποσότητες τροφής, η πρόσληψή της δε γίνονταν ισόποσα από όλα τα άτομα. Η επικράτηση της ιεραρχίας πιθανόν να δημιουργεί εντονότερη παραλλακτικότητα. Το αποτέλεσμα είναι μια εντελώς ασύμμετρη ανάπτυξη ανάμεσα στα ελλιπώς σιτιζόμενα ψάρια. Όταν στις πέστροφες προσφέρθηκε επαρκής ποσότητα τροφής, έγιναν υπερφαγικές. Η αύξηση αντιστάθμισης ήταν μεγαλύτερη σε πέστροφες μικρότερης ανάπτυξης στις παραπάνω συνθήκες. Αυτό αποδεικνύει ότι, σε συνθήκες ύπαρξης επαρκούς ποσότητας τροφής, η προϋπάρχουσα επικράτηση των μεγαλύτερων μεγεθών «χαλαρώνει» και τα άτομα, με τα μικρότερα μεγέθη στα οποία η ανάπτυξη τους είχε κατασταλεί, μπορούν να εμφανίσουν υψηλούς ρυθμούς πρόσληψης τροφής.

Από την άλλη μεριά, πειράματα που έγιναν σε μεμονωμένα άτομα διαφόρων ειδών ψαριών, εμφάνισαν φαινόμενα πλήρους αλλά και υπέρ αντιστάθμισης και αποτελούν τεκμήρια για την ύπαρξη του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης. Σε μελέτη του υβριδίου *Lepomis cyanellus x L. macrochirus* ηλικίας 0+, καθορίστηκαν περίοδοι στέρησης δύο, τεσσάρων, έξι, δέκα ή δεκατεσσάρων ημερών (Hayward *et al.* 1997). Με αυτό το πρωτόκολλο κάποιες ομάδες ψαριών που εκτέθηκαν σε κυκλικές φάσεις ταΐσματος και στέρησης τροφής αναπτύχθηκαν περισσότερο, απ' ότι οι μάρτυρες που ταΐζονταν καθημερινά σε χρονικό διάστημα εκατόν πέντε ημερών. Η υπέρ – αντιστάθμιση παρατηρήθηκε στα ψάρια της ομάδας με τη διήμερη στέρηση.

Η επίδραση του πρωτοκόλλου ταΐσματος και η διάρκεια της ασιτίας έχει ουσιαστικό ρόλο στη εμφάνιση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης. Σε πείραμά του ο Πανταρίδης (2005) πέτυχε μερική αντιστάθμιση σε άτομα τσιπούρας, που παρόλο που παρέμειναν άσιτα για πάνω από μία εβδομάδες, και παρουσίασαν

απώλεια βάρους τις πρώτες μέρες της ασιτίας, στο τέλος κατάφεραν να προσεγγίσουν σε ανάπτυξη τους μάρτυρες που σιτίστηκαν κανονικά

Επιπροσθέτως, η διάρκεια του πειράματος ίσως να μην ευνόησε την εμφάνιση του φαινομένου. Αν ενδεχομένως υπήρχε η δυνατότητα να επιμηκυνθεί η διάρκεια του πειράματος και να πραγματοποιηθούν και άλλες επαναλήψεις του πρωτοκόλλου ταΐσματος, τα τελικά αποτελέσματα να ήταν διαφορετικά. Για παράδειγμα, άτομα ιριδίζουσας πέστροφας αρχικού βάρους περίπου 10 g, παρουσίασαν αύξηση αντιστάθμισης, η οποία προέκυψε μετά από μια περίοδο δεκατριών εβδομάδων ασιτίας (Weatherley & Gill 1981). Παρ' όλα αυτά, οι Eroldogan *et al.* (2006b), σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε νεαρά άτομα τσιπούρας *Sparus aurata* διάρκειας 40 ημερών και μέσου αρχικού βάρους περίπου 14 g, απέδειξαν ανάπτυξη αντιστάθμισης σε μία από τις μεταχειρίσεις τους. Η συγκεκριμένη μεταχείριση στερούνταν τροφή για μία εβδομάδα και ταΐζονταν μέχρι το επίπεδο κορεσμού για τις υπόλοιπες δύο εβδομάδες.

Η αύξηση αντιστάθμισης μπορεί να μην εκδηλώνεται, εάν ο περιορισμός της τροφής ξεπεράσει κάποιο όριο (Wilson & Osbourne 1960, Ryan 1990). Για παράδειγμα ιχθύδια σολομού που ήταν σε ασιτία για μία έως τρεις εβδομάδες έφτασαν σε βάρος τους μάρτυρες, ενώ αυτά που παρέμειναν χωρίς τροφή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα όχι (Bilton & Robins 1973). Σχεδόν όλες οι εργασίες που αναφέρονται στην ποσότητα της προσφερόμενης τροφής βρήκαν ότι η υπερφαγία έχει σημαντική συμβολή στην επιτάχυνση της ανάπτυξης και φαίνεται να διαδραματίζει ίσως τον σημαντικότερο ρόλο στην εμφάνιση του φαινομένου της ανάπτυξης αντιστάθμισης, αν και κάποιο ρόλο μπορούν να παίξουν οι ελαττωμένες τιμές μετατρεψιμότητας της τροφής ή η προσαρμογή της συμπεριφοράς των οργανισμών στις περιβαλλοντικές συνθήκες (Πανταρίδης 2005).

Όσον αφορά το συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής, στην παρούσα εργασία οι μάρτυρες έδειξαν, με πολύ μικρή διαφορά, καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τη διαχείριση. Φρόνιμο είναι να αναφερθεί ότι οι μικρές διαφορές που παρατηρήθηκαν στο F.C.R. μπορεί να οφείλονται στη διάρκεια του πειράματος, καθώς είναι γνωστό ότι για να φανούν σαφή αποτελέσματα απαιτείται και ο απαραίτητος χρόνος. Πρόσθετα, οι Dobson και Holmes (1984) πρότειναν, ότι η αύξηση αντιστάθμισης στα ψάρια μπορεί να είναι γνώρισμα αποτελεσματικότερης χρήσης της τροφής. Στην ιριδίζουσα πέστροφα, έχει δειχθεί ότι η αύξηση αντιστάθμισης προκλήθηκε ολοκληρωτικά από την αξιοποίηση της προσφερόμενης τροφής (βελτίωση της πεπτικότητας), χωρίς υπερφαγική αντίδραση (Boujard *et al.* 2000).

Οι στατιστικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν με το πέρας του πειράματος δεν έδειξαν διαφορές ανάμεσα σε μάρτυρα και διαχείριση, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ασιτία και επανασίτιση δεν επέδρασαν στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ψαριών. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Eroldogan *et al.* (2008), σε πείραμα που πραγματοποίησαν σε νεαρά άτομα τσιπούρας. Συγκεκριμένα, οι δύο ομάδες μεταχειρίσεων που επέλεξαν, πέρασαν περιόδους μερικής ή ολικής στέρησης τροφής - επαναδιατροφής, με άμεσο αποτέλεσμα οι μάρτυρες να συγκεντρώσουν ελαφρώς καλύτερα ποσοστά πρωτεΐνης, χωρίς όμως να παρουσιάσουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τις μεταχειρίσεις. Επίσης, συναφή αποτελέσματα έδειξαν και πειράματα που εφαρμόστηκαν σε έξι διατροφικές ομάδες από νεαρά λαβράκια, οι οποίες ταΐζονταν για 60 ημέρες με τροφή που αποτελούσε το 2, 2.5, 3, 3.5, και 4 % του ζώντος βάρους τους, αντίστοιχα (Eroldogan *et al.* 2004).

Έχοντας υπόψη την ανάγκη συμπίεσης του κόστους παραγωγής στις εντατικές μορφές ιχθυοκαλλιέργειας, η επιβολή σταθερών περιόδων ασιτίας ή περιορισμού τροφής στα εκτρεφόμενα ψάρια μπορεί να οδηγήσει σε οφέλη (οικονομικά και περιβαλλοντικά) λόγω της εκδήλωσης του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης. Ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο το πρωτόκολλο που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε επίπεδο παραγωγής για το κάθε εκτρεφόμενο είδος

Γενικά, οι περισσότερες εργασίες με θέμα την αύξηση αντιστάθμισης στα ψάρια, έχουν εξετάσει τις αντιδράσεις στον περιορισμό της τροφής, τη θερμοκρασία ή την ιχθυοφόρτιση του πληθυσμού. Τα πρωτόκολλα θα πρέπει να καθορίζουν το εύρος της μείωσης της αύξησης, που προκαλεί την αύξηση αντιστάθμισης, καθώς και το βαθμό της αντιστάθμισης που θα επιτευχθεί. Σε κάθε περίπτωση πάντως, αν και έχει ερευνηθεί αρκετά ο συγκεκριμένος τομέας, η περαιτέρω και σε βάθος έρευνα στα διαφορετικά είδη και στους διαφορετικούς φυσικοχημικούς παράγοντες που εμπλέκονται στην ανάπτυξη των ψαριών κρίνεται απαραίτητη.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Κλαουδάτος Σ. (2005) Υδατοκαλλιέργειες Ι, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- Μακρυβέλιος Κ. (2007) Η αύξηση αντιστάθμισης σε άτομα τσιπούρας (*Sparus aurata*). Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.
- Μπακαλού Α. (2015) Αύξηση αντιστάθμισης (growth compensation) σε εντατικά εκτρεφόμενα ψάρια. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.
- Νεοφύτου Χ. (2001) Βιολογία θαλάσσιων οργανισμών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Οικονομίδης Π.Σ. (1997) Ζωολογία ΙΙ, Πρωτοχορδωτά και Ιχθύες, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Πανταρίδης Κ. (2005) «Διερεύνηση του φαινομένου της αντιστάθμισης στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας (*Sparus aurata*). Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.
- Παπαναστασίου Δ.Π. (1976) Αλιεύματα, τόμος Β', εκδ. ΙΩΝ. Αθήνα, σελ. 429,458.
- Πνευματικάτος Γ.Η. (1993) Ιχθυοτροφία και Ιχθυοπαθολογία. Εκδοτικός οίκος αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Ali M., Nicieza A., Wootton R.J. (2003) Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4: 147-190.
- Beyer J. E., Laurence G. C. (1980) A stochastic model of larval fish growth. *Ecol. Model.*, 8: 109-132

- Bilton H.T., Robins G.L. (1973) The effects of starvation and subsequent feeding on survival and growth of Fulton Channel Sockeye Salmon fry (*Oncorhynchus nerka*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 30: 1-5.
- Boujard T., Burel C., Medale F., Haylor G., Moisan A. (2000) Effect of past nutritional history and fasting on feed intake and growth in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquatic Living Resources* 13, 129-137.
- Bowers A. B. (1974) Marine fish culture in Britain IX, Growth of cultured plaice to marketable size in the laboratory. J. Cons. Perm int. Explor. Mer, 35: 149-157.
- Brown M. E. (1957) Experimental studies on growth. In: Brown, M. E., (Ed.) *The Physiology of Fishes* I. Academic Press, New York, p 361-400.
- Chambers R. C., Legget W. C., Brown J. A. (1988) Variation in and among early life history traits of laboratory-reared winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*). Mar. Ecol. Prog. Ser., 47:1-15.
- Cowey C.B. (1993) Some effects of nutrition on flesh quality. In: Fish Nutrition in Practise (eds S.J. Kaushik & P. Luquet), p. 227-236. INRA, Paris.
- Damsgard B., Arnesen A.M. (1998) Feeding, growth and social interactions during smolting and seawater acclimation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, 168: 7-16.
- Dobson S.H., Holmes R.M. (1984) Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology*, 25: 649-656.
- Drevon C.A. (1992) Marine oils and their effects. *Nutrition Reviews*, 50:21-29.
- Eroldoğan O. T., Kumlu M., Aktas M. (2004) Optimum feeding rate for European sea bass *Dicentrarchus labrax* reared in seawater and freshwater. *Aquaculture*, 231 (1-4): 501-515.

- Eroldoğan O.T., Kumlu M., Kiriş G.A., Sezer, B. (2006)b Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding Protocols. *Aquaculture Research*, 12: 203-210.
- Eroldoğan O.T., Taşbozan O., Tabakoğlu S. (2008) Effects of restricted feeding regimes on growth and feed utilization of juvenile gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(2): 267-274.
- Foss A., Imsland A.K. (2002) Compensatory growth in the spotted wolffish *Anarhichas minor* (Olafsen) after a period of limited oxygen supply. *Aquaculture Research*, 33: 1097-1101.
- Fukuhara O. (1983) Development and growth of laboratory reared *Engraulis japonica* (Houttuyn) larvae. *J. Fish Biol.*, 23: 641-652.
- Hayward R.S., Notie D.B., Wang N. (1997) Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. *Transactions of American Fisheries Society*, 126:316-322.
- Hayward R.S., Wang N., Noltie D.B. (2000) Group holding impedes compensatory growth of hybrid sunfish. *Aquaculture* 183, 299-305.
- Jobling M. (2001) Nutrient Partitioning and the influence of feed composition on body composition. In: *Food Intake in Fish*, Editors: Houlihan D. Boujard T. and Jobling M., Blackwell Science, p 366.
- Jobling M., Koskela J. (1996) Interindividual variations in feeding and growth in rainbow trout during restricted feeding and in subsequent period of compensatory growth. *Journal of Fish Biology*, 49: 658-667.
- Jobling M., Meloy O.H., dos Santos J., Christiansen B. (1994) The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history, *Aquaculture International* 2, 75-90.

- Lands W.E.M. (1992) Biochemistry and physiology of n-3 fatty acids. *FASEB Journal*, 6:2530-2536.
- Lem A. (2004) An Overview of the Present Market and Trade Situation in the Aquaculture Sector - the Current and Potential Role of Organic Products
FAO Fishery Industries Division HCM City.
- Maclean A., Metcalfe N.B. (2001) Social status, access to food and compensatory growth in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*, 58: 1331-1346.
- Mengoli A. (1994). Qualita Nutrizionali del muscolo di Pesce (Nutritional qualities of fish muscle). *Industrie Alimentari*, XXXIII, 1221-1228.
- Nakamura N., Kasahara S. (1955) A study on the phenomenon of the Tobi-Koi or shoot carp. I. On the earliest stage at which the shoot carp appears. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 21:73-76 (In Japanese with an English summary).
- Nicieza A.G., Metcalfe N.B. (1997) Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: Responses to depressed temperature and food availability. *Ecology*, 78: 2385-2400.
- Oliva-Teles A. (2000) Recent advances in European sea bass and gilthead sea bream nutrition. *Aquaculture International*, 8:477-492.
- Pita C., Gamito S., Erzini K. (2002) Feeding habitats of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (Southern Portugal) as compared to the black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). *Journal of Applied Ichthyology* 18: 81-86.
- Purchase C.F., Brown J.A. (2001) Stock-specific changes in growth rates, food conversion efficiencies, and energy allocation in response to temperature change in juvenile Atlantic cod. *Journal of Fish Biology*, 58: 36-52.

- Purdom C. E. (1974) Variation in fish. In: Harden Jones, F. R. (Ed.) Sea Fisheries Research. Elek Science, London. p 347-355.
- Purdom C.E., Jones A., Lincoln R.F. (1972) Cultivation trials with turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 1: 213-230.
- Quinton J.C., Blake R.W. (1990) The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Fish Biology* 37, 33-41.
- Ricker W.E. (1958) *Handbook of computations for biological statistics of fish populations*. Bull. Fish. Res. Bd Can., 119:300.
- Riska B., Atchley W.R., Rutledge J.J. (1984) A genetic-analysis of targeted growth in mice. *Genetics* 107, 79-101.
- Ryan W.J. (1990) Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutritional Abstract Review of Series B* 60, 653-664.
- Schwarz F.J., Plank J., Kirchgessner M. (1985) Effects of protein or energy restriction with subsequent realimentation on performance of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 48: 23-33.
- Watanabe T. (2000) Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheries Science*, 68:242–252.
- Weatherley A.H., Gill H.S. (1981) Recovery growth following periods of restricted rations and starvation in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology*, 18: 195-208.
- Wieser W., Krumschnabel, G., Ojwang-Okwor J.P. (1992) The energetics of starvation and growth after refeeding in juveniles of three cyprinid species. *Environmental Biology of Fishes*, 33: 63-71.

Wilson P.N., Osbourn, D.F. (1960) Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biological Review*, 35: 324-363.

Zhu X., Cui Y., Ali M., Wootton R.J. (2001) Comparison of compensatory growth responses of juvenile three-spined stickleback and minnow following similar food deprivation protocols. *Journal of Fish Biology* 58, 1149-1165.

Zhu X., Wu L., Cui Y., Yang Y., Wootton R.J. (2003) Compensatory growth in three-spined stickleback in relation to feed-deprivation protocols, *Journal of Fish Biology* 62, 195-205.

Zivkov M.T. (1982) On the effect and nature of growth compensation of fish. *Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke*, 46: 142-160.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- www.fao.org
- www.ifpri.org
- www.nationalgeographic.gr

6. ABSTRACT

Many animal organisms exhibit faster growth during recovery after a period of total or partial starvation, compared with the corresponding periods of continuous feeding of sufficient quantities of food. The phenomenon of the increase in fish compensation intrigued scientists, as it relates to one of the basic concerns regarding the fish, namely the compression of the production cost while achieving rapid growth rates. The present work is to investigate the phenomenon of growth compensation in the rearing of sea bream in relation to the variation of sizes, as studied and qualitative characteristics (protein, fat, moisture and ash) of whole body and muscle tissue of fish.

The experiment lasted for nine (9) weeks in which 180 young people bream remained in closed recirculating seawater. The fish in the experiment had an average weight of $40,71 \pm 1,19$ g (weight average \pm standard error) and an average length of $11,2 \pm 1,34$ cm. Then randomly separated into two (2) categories: **administrators** and **controls** which three (3) tanks each category).

The management emerged were:

- i) Control Group (M) which is fed daily according to temperature and the biomass,
- ii) The Treatment Group (B), fed 50% less than the recommended amount according to temperature and the biomass.

In all experimental groups, after the experiment, there was an increase of weight. Of course, those controls who were fed on a daily basis showed faster growth rates than those of management. The increase in weight of fish for each treatment over time and throughout the duration of the experiment was assigned with linear equations.

In conclusion, in this study, did not appear either complete or partial growth compensation managements where fish have experienced periods of starvation for that time, but they showed a reduced incidence of the phenomenon of variability of sizes.

Keywords: Bream, *Sparus aurata*, growth compensation, variability of sizes, breeding