

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Επίδραση της διάρκειας ασιτίας στην αύξηση της τσιπούρας σε συνθήκες
πειραματικής εκτροφής »**

Δροσίνη Αλεξάνδρα
Καραμιχαλίδης Δημήτριος
Παναγόπουλος Παναγιώτης
Παπαιωσήφ Κωνσταντίνος

ΒΟΛΟΣ 2019

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

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

2) Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης, Επίκουρος καθηγητής, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Μέλος*.

3) Ελένη Γκολομάζου, Επίκουρη καθηγήτρια, Ιχθυοπαθολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Μέλος*.

Ευχαριστίες

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. Ιδιαίτερα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Επιβλέπουσα της εργασίας, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Παναγιώτα Παναγιωτάκη, για την πολύτιμη βοήθεια της και τη διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, αποτελούμενη από τους κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη Επίκουρο Καθηγητή, και την κ. Ελένη Γκολομάζου Επίκουρη Καθηγήτρια, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγηση τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την κ. Όλγα Ντανταλή υποψήφια Διδάκτορα για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά της τόσο στη υλοποίηση του πειράματος όσο και στη διαδικασία συγγραφής της εργασίας.

Τέλος θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στις οικογένειες μας για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μας.

Περίληψη

Μερικοί οργανισμοί μετά από μια περίοδο ολικής ή μερικής ασιτίας, έχει παρατηρηθεί πως εμφανίζουν ταχύτερη ανάπτυξη τόσο του βάρους όσο και του μήκους, σε αντίθεση με οργανισμούς που η χορήγηση της τροφής ήταν επαρκής και συνεχής. Ο μηχανισμός που τείνει να επαναφέρει την αύξηση των οργανισμών σε κανονική τροχιά ονομάζεται αύξηση αντιστάθμισης (Compensatory growth). Η αντισταθμιστική αύξηση, είναι μια περίοδος επιταχυνόμενης αύξησης που παρουσιάζεται μετά από περίοδο έλλειψης τροφής ή μετά από συνθήκες που εμποδίζουν την κανονική αύξηση του οργανισμού. Ο στόχος της, είναι να δώσει στον οργανισμό τη δυνατότητα να αυξηθεί γρηγορότερα από το συνηθισμένο. Πειραματικά, έχουν καταγραφεί περιπτώσεις που οι οργανισμοί έχουν καταφέρει να αυξήσουν το μέγεθος τους κατά πολύ αν οι δυσμενείς συνθήκες δεν είχαν εμφανιστεί καθόλου. Στην παρούσα εργασία, έγινε διερεύνηση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης σε συνάρτηση με την παραλλακτικότητα των μεγεθών, στην εκτροφή της τσιπούρας σε σταθερή θερμοκρασία 22°C, προκειμένου να μελετηθεί η διαφορά μεταξύ βάρους και μήκους, ανάμεσα στους ιχθύες οι οποίοι τράφηκαν με κανονικές ποσότητες τροφής και στους ιχθύες στους οποίους τηρήθηκε πρόγραμμα ασιτίας.

Το πείραμα είχε διάρκεια έξι (6) εβδομάδες και ήταν χωρισμένο σε 2 κύκλους, Α και Β. Ο πρώτος κύκλος (Α) περιλάμβανε τις τρεις πρώτες εβδομάδες και ο δεύτερος κύκλος (Β) τις υπόλοιπες τρεις. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 137 νεαρά άτομα τσιπούρας όπου παρέμειναν σε κλειστό κύκλωμα επανακυκλοφορίας νερού. Τα ψάρια κατά την έναρξη του πειράματος είχαν μέσο βάρος $25,95 \pm 0,63$ g (μέσο βάρος \pm τυπικό σφάλμα) και μέσο μήκος $12,15 \pm 0,09$ cm. Στη συνέχεια τα ψάρια χωρίστηκαν τυχαία σε δύο (2) ομάδες με τρεις (3) επαναλήψεις σε τρεις διαφορετικές δεξαμενές η κάθε μια. Έτσι προέκυψαν: i) Η ομάδα του Μάρτυρα, η οποία ταΐζονταν καθημερινά για έξι (6) εβδομάδες, ii) Η ομάδα της Μεταχείρισης που ακουλούθησε ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο διατροφής. Σύμφωνα με αυτό η σίτιση και η ασιτία πραγματοποιούνταν στις δυο πρώτες εβδομάδες και την τελευταία εβδομάδα αντίστοιχα κάθε κύκλου.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 δειγματοληψίες και τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επαναλήψεων της κάθε μιας ομάδας, τόσο για το βάρος όσο και για το μήκος των ιχθύων. Στη συνέχεια έγινε σύγκριση του ολικού βάρους και μήκους των ιχθύων μεταξύ των δύο ομάδων εκτροφής και διαπιστώθηκε πως δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές

διαφορές ($P>0,05$). Μετά το πέρας του πειράματος, παρατηρήθηκε μειωμένος ρυθμός αύξησης στα άτομα της Μεταχείρισης που πέρασαν περιόδους ασιτίας σε σχέση με τα άτομα της ομάδας του Μάρτυρα που σιτίζονταν σε καθημερινή βάση και τα οποία έδειξαν ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης. Συνεπώς, στο τέλος του πειράματος, τα ψάρια της ομάδας του Μάρτυρα αύξησαν το μέσο βάρος τους στα $48,38\pm 10,72\text{g}$ ενώ το μήκος αυξήθηκε στα $15,05\pm 1,04\text{cm}$, ενώ τα ψάρια της ομάδας της Μεταχείρισης αύξησαν το μέσο βάρος τους στα $30,71\pm 9,2\text{g}$ και το μήκος τους στα $13,10\pm 1,16\text{cm}$. Η ομάδα της μεταχείρισης δεν κατάφερε να προσεγγίσει τις τιμές της ομάδας του μάρτυρα και έτσι δεν παρατηρήθηκε πλήρης ή μερική αύξηση αντιστάθμισης. Η πορεία της παραλλακτικότητας στην αρχή του πειράματος ήταν $7,32\%$ για την ομάδα του Μάρτυρα και $9,87\%$ για την ομάδα της Μεταχείρισης, ενώ στο τέλος του πειράματος ήταν $6,96\%$ και $8,93\%$ για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης.

Λέξεις κλειδιά: Τσιπούρα, *Sparus aurata*, αύξηση αντιστάθμισης, παραλλακτικότητα μεγεθών, εντατική εκτροφή.

Περιεχόμενα

Περίληψη	iii
1. Εισαγωγή	1
1.1 Η τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i> L).....	1
1.1.1 Συστηματική ταξινόμηση.....	1
1.1.2 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τσιπούρας.....	2
1.1.3 Γεωγραφική εξάπλωση και Βιότοπος.....	2
1.1.4 Διατροφή στο φυσικό περιβάλλον.....	2
1.1.5 Βιολογικός κύκλος.....	3
1.2 Οι Υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα.....	3
1.2.1 Η Σημασία της ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα.....	8
1.3 Το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης.....	9
1.3.1 Περίοδοι ασιτίας και επαναδιατροφής.....	10
1.3.2 Η σπουδαιότητα και η εξέλιξη της αύξησης αντιστάθμισης.....	10
1.3.3 Αύξηση αντιστάθμιση στο φυσικό περιβάλλον.....	11
1.3.4 Είδη αντιστάθμισης.....	12
1.3.5 Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης.....	12
1.3.6 Λειτουργική σημασία της αντισταθμιστικής αύξησης και πιθανές εφαρμογές.....	14
1.3.7 Παραλλακτικότητα μεγεθών.....	14
1.4 Σκοπός της παρούσας εργασίας.....	15
2. Υλικά και Μέθοδοι	16
2.1 Πειραματικός σχεδιασμός.....	16
2.2 Δειγματοληψίες.....	23
2.3 Υπολογιστικές μετρήσεις.....	24
2.3.1 Αύξηση ολικού βάρους ψαριών.....	24
2.3.2 Ποσοστό αύξησης του ολικού βάρους.....	25
2.3.3 Ειδικός ρυθμός αύξησης (S.G.R).....	25
2.3.4 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (F.C.R).....	25
2.3.5 Δείκτης ευρωστίας.....	25
2.3.6 Συντελεστής παραλλακτικότητας (CV).....	26
2.4 Στατιστική Ανάλυση.....	26
3. Αποτελέσματα	27

3.1 Πρώτη Δειγματοληψία (22/06).....	27
3.2 Δεύτερη Δειγματοληψία (17/07).....	27
3.3 Τρίτη Δειγματοληψία (07/08).....	28
3.4 Εξέλιξη αύξηση βάρους και μήκους	29
3.5 Αύξηση ολικού βάρους και μήκους ψαριών.....	31
3.6 Ποσοστό αύξησης βάρους και μήκους.....	31
3.7 Ειδικός ρυθμός αύξησης (S.G.R)	31
3.8 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (F.C.R)	32
3.9 Δείκτης Ευρωστίας.....	32
3.10 Συντελεστής παραλλακτικότητας βάρους και μήκους (C.V)	33
3.11 Θνησιμότητες.....	35
4. Συζήτηση.....	36
5. Βιβλιογραφία.....	48
Abstract.....	52

1. Εισαγωγή

1.1 Η Τσιπούρα (*Sparus aurata* L.)

1.1.1 Συστηματική Ταξινόμηση

Η τσιπούρα (Εικόνα 1), είναι ψάρι που ανήκει στην οικογένεια των σπαρίδων (Sparidae), στην κλάση των οστειχθύων (Teleostei). Η συστηματική ταξινόμηση του είδους αυτού είναι η εξής :

Βασίλειο : Ζώα (Animalia)

Υποβασίλειο : Μετάζωα (Metazoa)

Συνομοταξία / Φύλο : Χορδωτά (Chordate)

Υποφύλο : Σπονδυλωτά (Vertabrata)

Υπέρκλαση : Γναθοστόματα (Gnathostomata)

Κλάση : Οστειχθύων (Osteichthyes)

Μεσοκλάση: Τελεόστεων (Teleostei)

Ομοταξία / Υποκλάση : Ακτινοπτερύγια (Actinopterygii)

Υπέρταξη : Ακανθοπτερυγίων (Acanthopterygii)

Τάξη : Περκόμορφα (Perciformes)

Οικογένεια : Σπαρίδες (Sparidae)

Γένος : Σπάρος (*Sparus*)



Εικόνα 1. Τσιπούρα (*Sparus aurata*)

Πηγή: <http://www.conxemar.com/en/gilthead-sea-bream#&gid=3&pid=1>

1.1.2 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τσιπούρας

Μορφολογικά το σώμα του ψαριού φέρει ασημένιο χρωματισμό. Η πλάτη του είναι σκούρα ενώ οι πλευρές και η κοιλιά του έχουν πιο ανοιχτό χρωματισμό. Στην αρχή της πλευρικής του γραμμής φέρει μια μεγάλη κηλίδα. Στο μέτωπο ανάμεσα στα μάτια έχει μια λωρίδα σε σχήμα V και στην άκρη του βράγχιο καλύμματος μια μαύρη κηλίδα. Χαρακτηρίζεται από ένα υψηλό και συμπιεσμένο πλευρικά σώμα, μεγάλα κτενοειδή λέπια, ένα μοναδικό ραχιαίο πτερύγιο αποτελούμενο εν μέρει από ακανθώδεις ακτίνες και ένα διχαλωτό ουραίο πτερύγιο (Κλαουδάτος και Κλαουδάτος, 2012, Χώτος, 2010)

1.1.3 Γεωγραφική εξάπλωση και Βιότοπος

Το είδος *Sparus aurata* απαντάται συχνά στη Μεσόγειο θάλασσα και κατά μήκος των ακτών του ανατολικού Ατλαντικού, από τις Βρετανικές νήσους έως τη Σενεγάλη και πιο σπάνια εμφανίζεται στη Μαύρη θάλασσα. Ανήκει στα ευρύθερμα είδη και για αυτό συναντάται σε νερά με θερμοκρασίες από 5 έως 27 °C. Είναι το πρώτο είδος ψαριού που κατά το φθινόπωρο εγκαταλείπει τις λιμνοθάλασσες για να επιστρέψει στην ανοιχτή θάλασσα. Σχηματίζει κοπάδια πολυμελή ή ολιγομελή, κινείται συνήθως σε περιοχές με αμμώδη βενθικά υποστρώματα, περιοχές με λιβάδια ποσειδωνίας, υφάλους με βάθος που φτάνει μέχρι και τα 150 μέτρα. Είναι ευρύαλο ψάρι με δυνατότητα επιβίωσης σε μεγάλο εύρος αλατότητας, με το άριστο εύρος ανάπτυξης να είναι σε νερά με αλατότητα από 25 έως 40 ‰. Δεν είναι όμως το ίδιο ανεκτικό στις τιμές του οξυγόνου.

1.1.4 Διατροφή στο φυσικό περιβάλλον

Η τσιπούρα ανήκει στην κατηγορία των σαρκοφάγων και αρπακτικών ψαριών και εκκρίνουν από τον πεπτικό σωλήνα ειδικά ένζυμα για να πέπτουν τέτοιες τροφές, καθώς επίσης διαθέτουν στόμα ελαφρώς προεκτεινόμενο με πολυάριθμα μυτερά δόντια που την κατατάσσουν εκεί. Έρευνες που έγιναν σε φυσικούς πληθυσμούς σχετικά με τις τροφικές προτιμήσεις της τσιπούρας σε σχέση με το μέγεθος και την εποχή, έδειξαν ότι η διατροφή της συνίσταται από οστρακόδερμα, τα οποία θρυμματίζει με τη βοήθεια των ισχυρών κυνοειδών δοντιών και μαλάκια. Επίσης καταναλώνει πολύχαιτους και δακτυλιοσκώληκες, ενώ ευκαιριακά τρέφεται με ψάρια και έντομα. Η τσιπούρα δεν είναι εκλεκτική ως προς ένα είδος

στη διατροφή της μάλιστα όταν ένα είδος από το διαιτολόγιο της σπανίζει τρέφεται με εναλλακτικές πηγές τροφής.

1.1.5 Βιολογικός κύκλος

Η αναπαραγωγική περίοδος εκδηλώνεται από τον Οκτώβριο έως και το Δεκέμβριο σε νερά ανοιχτής θαλάσσης. Η περίοδος εκκολάψεως των αυγών διαρκεί 5 ώρες έως 2 ημέρες σε νερό θερμοκρασίας 15-20 °C. Από το αυγά θα εκκολαφθεί η προνύμφη η οποία τρέφεται από το περιεχόμενο του λεκιθικού της σάκου. Στη συνέχεια θα εξελιχθούν σε νύμφες και θα προσλάβουν τροφή για να αναπτυχθούν κατά τη μεταμόρφωση σε ιχθύδια (Κλαουδάτος και Κλαουδάτος, 2012).

Στην τσιπούρα έχει αποδειχθεί η ύπαρξη πρωτανδρικού ερμαφροδιτισμού. Σύμφωνα με αυτόν, όλος ο πληθυσμός μέχρι το τέλος του δεύτερου έτους, λειτουργεί σαν σύνολο αρσενικών ατόμων, μετά λαμβάνει χώρα αλλαγή του φύλου και αρχίζουν να εμφανίζονται θηλυκά άτομα στο τέλος του δεύτερου και στην αρχή του τρίτου έτους. Παρόλα αυτά η σεξουαλική αναστροφή δε φαίνεται να επηρεάζει το σύνολο των ατόμων αφού μερικά από αυτά παραμένουν αρσενικά καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους. Δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ποιοι παράγοντες σχετίζονται με αυτή την αναστροφή αλλά υποστηρίζεται από μερικούς επιστήμονες ότι εκτός από την ηλικία είναι πιθανό το βάρος των ψαριών και η διατροφή τους να επηρεάζει αυτό το φαινόμενο.

1.2 Οι Υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα

Οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν σήμερα τον ταχύτερο αναπτυσσόμενο κλάδο ζωικής παραγωγής στον κόσμο. Εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης αυτού του κλάδου, οι υδατοκαλλιέργειες εν αντιθέσει με την αλιεία, φαίνεται ότι θα αποτελέσουν την κύρια πηγή ιχθύων για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του ανθρώπου στο άμεσο μέλλον. Σύμφωνα με τις μελέτες του International Food Policy Research Institute και του Food and Agriculture Organization (FAO), η παγκόσμια κατά κεφαλήν κατανάλωση θαλασσινών υπολογίζεται ότι θα αυξηθεί από 15,8 kg σε 17,1 kg το 2020. Λόγω της υψηλής διατροφικής αξίας των ψαριών έναντι άλλων πηγών πρωτεϊνών σε συνδυασμό με την παγκόσμια αύξηση του πληθυσμού της γης οδηγούν στην συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση των θαλασσινών.

Η υδατοκαλλιέργεια και κυρίως η ιχθυοκαλλιέργεια στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς κλάδους του πρωτογενούς τομέα ζωικής παραγωγής που έχει μεγάλο

ενδιαφέρον λόγω της συμβολής του στην οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική συνοχή της χώρας. 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 νησιών και το ήπιο κλίμα, παρέχουν τις ιδανικές συνθήκες για όλες τις μορφές εκτροφής των θαλάσσιων οργανισμών. Η πλειοψηφία των μονάδων, χρησιμοποιούν μεθόδους εντατικής εκτροφής με επιπλέοντες κλωβούς ή με τσιμεντένια raceways. Ακόμη, υπάρχουν και ημι-εντατικές εκτροφές με χωμάτινα υδροστάσια (ponds) στις οποίες γίνεται χορήγηση τροφής από τον άνθρωπο. Επίσης άλλη μία μορφή εκτροφής είναι και οι εκτατικές όπου εφαρμόζονται σε λιμνοθάλασσες και σε υδροστάσια στη χέρσο.

Τα ψάρια της Ελληνικής υδατοκαλλιέργειας και ειδικά τα είδη τσιπούρα και λαβράκι, έχουν καταφέρει σήμερα να διαθέτουν τη δική τους «ταυτότητα» στις έντονα ανταγωνιστικές Ευρωπαϊκές και Διεθνείς αγορές. Η τσιπούρα και το λαβράκι αποτελούν περίπου το 97% των πωλήσεων, ενώ σε πολύ μικρότερη κλίμακα, περίπου 3%, εκτρέφονται όλα τα υπόλοιπα μεσογειακά είδη, μυτάκι, φαγκρί, λυθρίνι, κρانيός, συναγρίδα κ.α. (Εικόνα 2)



Εικόνα 2. Κύρια είδη εκτροφής στην Ελλάδα

Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών

Κυριότερη πηγή αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα είναι οι υδατοκαλλιέργειες συγκριτικά με την αλιεία. Στα προηγούμενα χρόνια (Εικόνα 3) υπήρξε μια επιβράδυνση στην ανάπτυξη και μια ελαφρά μείωση της παραγωγής.

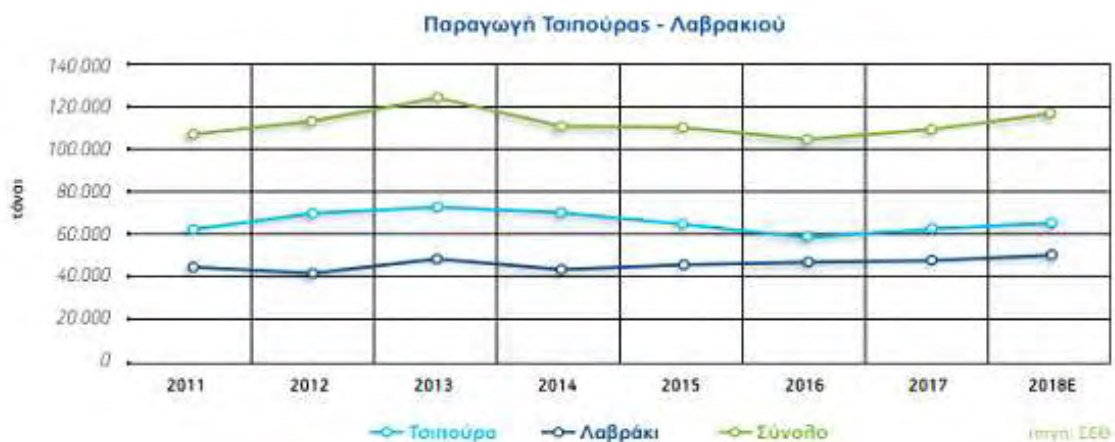


Εικόνα 3. Προσφορά αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα από την δεκαετία του 1950 έως και το 2016

Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιιεργειών

Ο ανταγωνισμός από τρίτες χώρες εξακολουθεί να γίνεται όλο και πιο έντονος τα τελευταία χρόνια, με μεγαλύτερο ανταγωνιστή την Τουρκία η οποία αυξάνει διαρκώς την παραγωγή της σε τσιπούρα και λαβράκι. Ενδιαφέρον βέβαια παρουσιάζει και ο ανταγωνισμός με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, κυρίως την Ισπανία και την Κροατία οι οποίες αυξάνουν σταδιακά την παραγωγή τους υλοποιώντας παράλληλα και στοχευόμενες εκστρατείες προώθησης.

Το 2017 η παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού ανήλθε σε 112.000 τόνους αξίας σχεδόν 546 εκ. ευρώ. Σε σχέση με το 2016 παρατηρείται αύξηση 6,6% ως προς τον όγκο και 0,5% ως προς την αξία πωλήσεων. Αναλυτικότερα παρήχθησαν 64.000 τόνοι τσιπούρας και 48.000 τόνοι λαβρακιού αξίας 294,4 εκ. ευρώ και 251,5 εκ. ευρώ αντίστοιχα. Η τσιπούρα αντιστοιχεί στο 57% του όγκου παραγωγής και το λαβράκι στο 43%. Σε σχέση με το 2016 η παραγωγή τσιπούρας αυξήθηκε κατά 4,4% και του λαβρακιού αυξήθηκε επίσης κατά 8,5%. (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Παραγωγή σε τόνους Τσιπούρας - Λαβρακιού.

Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιιεργειών

Οι τιμές του 2017 εμφάνισαν μείωση τόσο στην τσιπούρα όσο και στο λαβράκι. Η μέση τιμή πώλησης για τη τσιπούρα κυμάνθηκε στα 4,6 €/κιλό, παρουσιάζοντας μείωση 9,09 % σε σχέση με το προηγούμενο έτος, ενώ για το λαβράκι η μέση τιμή πώλησης ανήλθε στα 5,24 €/κιλό μειωμένη κατά 5,24 % σε σχέση με το 2016 (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Μέση τιμή ανά κιλού Τσιπούρας - Λαβρακιού

Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιέργειών

Ο κλάδος της μεσογειακής ιχθυοκαλλιέργειας είναι έντονα εξωστρεφής αφού διαχρονικά περίπου το 80% της παραγωγής διατίθεται σε αγορές εκτός Ελλάδας και το υπόλοιπο διατίθεται στην εγχώρια αγορά (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Κύριες αγορές ψαριών ελληνικής παραγωγής 2017

Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιέργειών

Επίσης, το 2017 εκτιμάται ότι πωλήθηκαν συνολικά περίπου 91.000 τόνοι τσιπούρας και λαβρακιού, εκ των οποίων το 57,34% ήταν τσιπούρα και το 42,66% λαβράκι. Το 2017 οι

εξαγωγές ανήλθαν στο 81% της παραγωγής (Εικόνα 7). Όσον αφορά στην κατανομή των εξαγωγών το 98% πωλήθηκε σε χώρες της Ευρώπης και το 2% στη Β. Αμερική και σε τρίτες χώρες.



Εικόνα 7. Εξαγωγές ψαριών Ελληνικής παραγωγής 2017

Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών

Σε τρεις αποκεντρωμένες διοικήσεις είναι κατανεμημένο σχεδόν το 77% των μονάδων οι οποίες καταλαμβάνουν το 81% των μισθωμένων εκτάσεων και εκτρέφεται το 81,5% της ελληνικής παραγωγής (Εικόνα 8).

Αποκεντρωμένη Διοίκηση	Αριθμός μονάδων	Θαλάσσια έκταση (στρέμματα)	Εγκεκριμένη Δυναμικότητα
Αιγαίου	56	1.135	17,6 %
Αττικής	27	486	8,5 %
Ηπείρου - Δυτ. Μακεδ.	41	753	12,8 %
Θεσσαλίας - Στερ. Ελλιάδ.	74	2.037	23,6 %
Κρήτης	2	30	0,3 %
Μακεδονίας - Θράκης	6	112	1,1 %
Πελοποννήσου - Δυτ. Ελλιάδος & Ιονίου	112	2.938	36,1 %
Γενικό άθροισμα	318	7.491	100 %

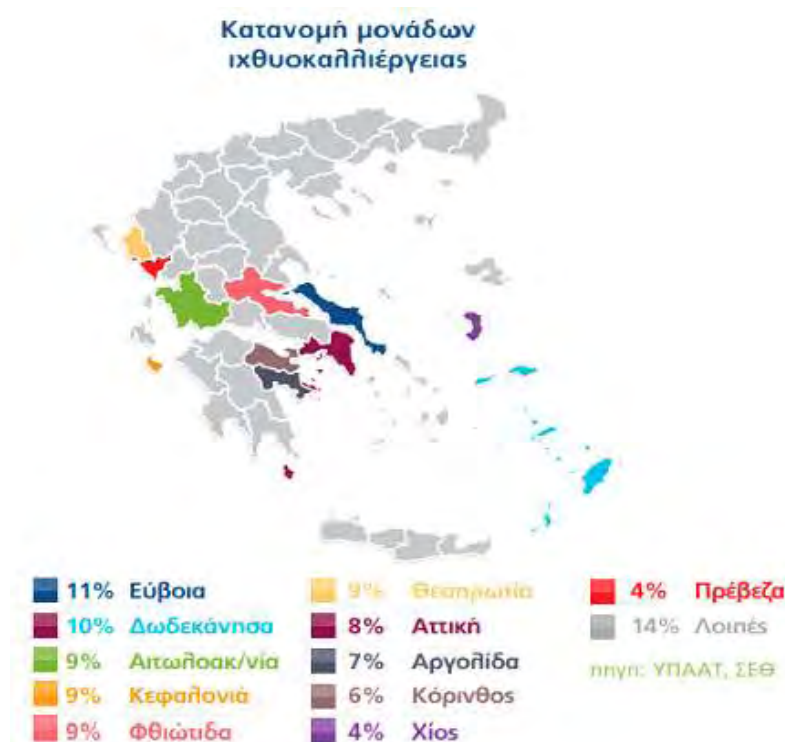


Εικόνα 8. Γεωγραφική κατανομή των εκμεταλλεύσεων ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα

Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών

Σε τοπικό επίπεδο, ο κλάδος έχει παρουσία στις 11 από τις 13 περιφέρειες της χώρας δημιουργώντας χιλιάδες θέσεις εργασίας. Αυτές είναι οι Περιφερειακές Ενότητες Εύβοιας,

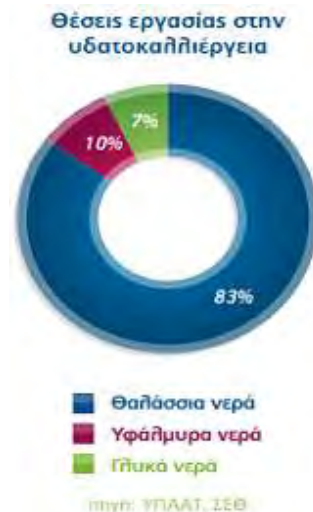
Δωδεκανήσου, Αιτωλοακαρνανίας, Κεφαλονιάς, Φθιώτιδας, Θεσπρωτίας, Αττικής, Αργολίδας, Κορίνθου, Χίου και Πρέβεζας, καθώς λειτουργούν τοπικά πάνω από 10 μονάδες (Εικόνα 9). Στις υπόλοιπες 14 περιφερειακές ενότητες είναι αδειοδοτημένες λιγότερες από 10 μονάδες. Ωστόσο υπάρχουν περιφερειακές ενότητες όπου αν και οι αδειοδοτημένες μονάδες είναι λιγότερες από 10, ο όγκος παραγωγής είναι μεγάλος (π.χ. Φωκίδα, Μυτιλήνη, κλπ).



Εικόνα 9. Κατανομή μονάδων Ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα
Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιέργειών

1.2.1 Η Σημασία της ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα έχει καταγραφεί ένα από τα υψηλότερα ποσοστά απασχόλησης επί του συνόλου των απασχολούμενων στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας στην Ε.Ε (Εικόνα 10). Συνολικά απασχολούνται άμεσα και έμμεσα περίπου 12.000 εργαζόμενοι διαφόρων ειδικοτήτων (επιστημονικό, τεχνικό και εργατικό προσωπικό). Το σημαντικότερο όλων είναι ότι μεγάλος αριθμός αυτών των θέσεων απασχόλησης δημιουργούνται σε απομακρυσμένες περιοχές της Ελληνικής επικράτειας, κυρίως νησιωτικές, γεγονός το οποίο συμβάλλει σημαντικά στην οικονομική ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών.



Εικόνα 10. Κατανομή Θέσεων εργασίας στην υδατοκαλλιέργεια
 Πηγή: Ετήσια έκθεση 2018, Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών

1.3 Το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης.

Ως αύξηση αντιστάθμισης αναφέρεται το φαινόμενο κατά το οποίο αρκετοί οργανισμοί εκτρεφόμενοι ή μη τείνουν να εμφανίζουν ταχύτερη ανάπτυξη μετά από περιόδους μερικής ή ολικής ασιτίας απ' ότι σε περιόδους που η προσφορά τροφής συνεχίζονταν κανονικά. Οι οργανισμοί αυτοί που έχουν υποστεί μια τέτοια κατάσταση τείνουν, όταν τους χορηγηθεί τροφή σε διαθέσιμες ποσότητες, να παρουσιάζουν γρηγορότερο ρυθμό αύξησης σε σύγκριση με άλλους οργανισμούς οι οποίοι βρίσκονταν σε πιο ευνοϊκές συνθήκες. Αυτή η απόκριση που τείνει να επαναφέρει την ομαλή πορεία της αύξησης του οργανισμού ονομάζεται αύξηση αντιστάθμισης (Jobling *et al.* 1994). Στη βιβλιογραφία εμφανίζεται επίσης ως «growth compensation». (Μπακαλού, 2015, Πανταρίδης, 2005, Παπανικολάου, 2016, Καβαλαράκης και συν., 2016, Γιαννακός και συν., 2017).

Ελάχιστες πληροφορίες είναι γνωστές σχετικά με τους υποκείμενους μηχανισμούς που οδηγούν σε αυτήν την απόκριση. Παρόλα αυτά είναι γνωστό ότι κάποιες διαδοχικές ενδοκρινείς προσαρμογές οδηγούν στην αύξηση αντιστάθμισης. Η αύξηση αντιστάθμισης χωρίζεται σε δύο περιόδους σε αυτήν της ασιτίας (μερικής ή ολικής) και σε αυτήν της επαναδιατροφής.

1.3.1 Περίοδοι ασιτίας και επαναδιατροφής

Κατά την περίοδο της ασιτίας οι οργανισμοί εξαντλούν τα αποθέματα ενέργειας που έχουν, με αποτέλεσμα να αλλάζει η φυσιολογία τους, που ρυθμίζει την όρεξη και τις δυνατότητες αύξησης όταν η σίτιση γίνει και πάλι εφικτή. Για να το πετύχουν αυτό πρέπει οι περίοδοι έλλειψης τροφής να μην είναι σύντομοι αλλά ούτε και μεγάλης χρονικής διάρκειας. Όταν τα αποθέματα των ιστών αποθήκευσης ενέργειας των οργανισμών εξαντλούνται την κατάλληλη χρονική στιγμή, πυροδοτείται η αύξηση αντιστάθμιση με αποτέλεσμα να αυξηθεί η κυκλοφορία της αυξητικής ορμόνης (GH) και να τονώνονται κάποιες ορμόνες που αυξάνουν την όρεξη όπως είναι η γκρελίνη και τα νευροπεπτίδια. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύεται η απόδοση κατανάλωση της τροφής και η επιτάχυνση της ανάπτυξης των οργανισμών. Στο στάδιο της επαναδιατροφής έχει παρατηρηθεί αύξηση της παραγωγής των αυξητικών παραγόντων ινσουλίνης (IGF-I) που είναι υπεύθυνο για τη σωματική αύξηση στα σπονδυλωτά.

1.3.2 Η σπουδαιότητα και η εξέλιξη της αύξησης αντιστάθμισης

Η σπουδαιότητα της αύξησης αντιστάθμισης αφορά εκείνα τα άτομα που έχουν υποστεί περιόδους ασιτίας με στόχο την επίτευξη του ίδιου περίπου μεγέθους με εκείνων των ατόμων που βρίσκονται σε περιβάλλοντα με επαρκή ποσότητα τροφής.

Το 1960, η μελέτη της αύξησης της αντιστάθμισης εφαρμόστηκε στα θηλαστικά, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκε πειραματικά σε μια ομάδα κατοικίδιων ζώων (Wilson and 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 and Robins 1973, Zivkov 1982). Όμως η ανάπτυξη του κλάδου της ιχθυοκαλλιέργειας, στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ώθησαν τους επιστήμονες σε έρευνα περισσότερο στοχευμένη και δίνοντας έμφαση σε είδη που σχετίζονται με την ιχθυοκαλλιέργεια.

Κατά μεγάλη πλειοψηφία αφορούν σε είδη της οικογένειας Salmonidae λόγω της μεγάλης εμπορικής αξίας των ιχθύων αυτών στον δυτικό κόσμο καθώς και τη σύνδεση με την παράδοση τους. Έτσι το φαινόμενο της αύξησης της αντιστάθμισης έχει προσελκύσει έντονο ενδιαφέρον από τους επιστήμονες για μελέτη, καθώς σχετίζεται με έναν από τους θεμελιώδεις προβληματισμούς που αφορούν την εντατικής μορφής ιχθυοκαλλιέργεια, και σε συνδυασμό

και με την αυξανόμενη ζήτηση σε ιχθυηρά σε παγκόσμια κλίμακα, τη συμπίεση δηλαδή του κόστους παραγωγής με παράλληλη επίτευξη ταχέων ρυθμών αύξησης.

Το συγκεκριμένο θέμα έχει μελετηθεί σε σημαντικό αριθμό ειδών ψαριών, (Gabriel et al., 2018, Adakli, and Tasbozan, 2015, Sevgili et al., 2013, Bavcevic et al., 2010, Blanquet and Oliva-Teles A. 2010)

Τα μέχρι τώρα στοιχεία από τη μελέτη του φαινομένου της ανάπτυξης αντιστάθμισης στα εκτρεφόμενα ψάρια, επικεντρώνονται στην επίδραση της θερμοκρασίας ή της ποσότητας της τροφής ή και της συχνότητας εναλλαγής ασιτίας –διατροφής. Αξιολογούνται δε σε σχέση με το τελικό βάρος που αποκτούν τα ψάρια, μετά την επαναδιατροφής 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 ασιτίας ή περιορισμένης διατροφής –επαναδιατροφής.

1.3.3 Αύξηση αντιστάθμισης στο φυσικό περιβάλλον

Στη φύση το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης δεν έχει ακόμα εξακριβωθεί για ποιο λόγο εμφανίζεται μεταξύ των οργανισμών. Η αύξηση αντιστάθμισης εκτός από *in vitro* προσεγγίσεις και κατ'επέκταση την πρακτική εφαρμογή της και το ενδιαφέρον που παρουσιάζει, ως βιολογικό φαινόμενο έχει φυσικά καταγραφεί και σε άγριους πληθυσμούς. Λόγω δυσμενών συνθηκών είτε αναγκάζονται να ζήσουν σε περιβάλλοντα με μειωμένη παροχή τροφής είτε υποβάλλονται σε συνθήκες που αποκλίνουν σημαντικά από την ομοιόσταση τους όπως θερμοκρασιακές μεταβολές και υποξικές συνθήκες, καθώς επίσης σε περιόδους με αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια όπως αυτή της αναπαραγωγής. Η αύξηση αντιστάθμιση σε έναν πληθυσμό που υποβάλλεται σε στέρηση τροφής και μέσω αυτού ανακάμπτει, καταφέρνει να προσεγγίσει τους ρυθμούς ανάπτυξης των πληθυσμών που σιτίζονται κανονικά.

Στη φύση η αντισταθμιστική αύξηση μπορεί να ερμηνευθεί ως συνέπεια μιας δυναμικής διαδικασίας βελτιστοποίησης της κατανομής των πόρων μεταξύ της δομής, της αποθήκευσης, της ανάπτυξης των γονάδων, της συντήρησης και κατανάλωσης ενέργειας από δραστηριότητες όπως η αναζήτηση τροφής και η αποφυγή αρπακτικών. Η αύξηση του μεγέθους των ιχθύων που προκαλείται από τη αύξηση αντιστάθμισης έχει πολλαπλά πλεονεκτήματα για τα ψάρια. Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος ψάρια έχουν μικρότερα ποσοστά

θνησιμότητας καθώς τα μικρότερα άτομα έχουν και μικρότερα ενεργειακά αποθέματα. Επίσης τα μικρότερα άτομα είναι πιο ευάλωτα σε θηρευτές.

1.3.4 Είδη αντιστάθμισης

Σύμφωνα με τους Ali et al. (2003) και τους Sevgili et al. (2013), οι οργανισμοί που υποβάλλονται σε ασιτία και στη συνέχεια επανασιτίζονται μπορούν να εμφανίσουν τέσσερις μορφές αντιστάθμισης:

- Καμία αντιστάθμιση.
- Μερική αντιστάθμιση. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει τα άτομα που δεν σιτίζονται για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και έτσι δεν εμφανίζουν την ίδια ανάπτυξη με τα άτομα που σιτίζονταν σε καθημερινή βάση. Πιθανόν της αποδοτικότερης μετατρεψιμότητας της τροφής τα άτομα αυτά δείχνουν να αποκτούν γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης.
- Πλήρης αντιστάθμιση. Είναι το στάδιο κατά το οποίο τα άτομα που στερήθηκαν τροφή καταφέρνουν να έχουν το ίδιο μέγεθος με τα άτομα που σιτίζονταν σε καθημερινή βάση.
- Υπέρ αντιστάθμιση. Αποτελεί την μορφή αντιστάθμισης εκείνη κατά την οποία τα άτομα που πέρασαν μία περίοδο ασιτίας καταφέρνουν και ξεπερνούν σε μέγεθος τα αντίστοιχα άτομα στα οποία η τροφή προσφέρονταν χωρίς διακοπή.

1.3.5 Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης

Πολλές μελέτες και έρευνες πεδίου σχετικά με τις αιτίες που επηρεάζουν την αντισταθμιστική αύξηση στους ιχθύες γίνονται τα τελευταία χρόνια από τους επιστήμονες. Μάλιστα σε κάποιες έρευνες εντοπίστηκαν διάφοροι παράγοντες που συχνά διέφεραν μεταξύ τους. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της αντιστάθμισης είναι:

- Η επίδραση του πρωτοκόλλου ταΐσματος. Στη βιβλιογραφία απαντάται πληθώρα πρωτοκόλλων που αφορούν στην αύξηση αντιστάθμισης: από πληθυσμούς χειριζόμενους είτε ατομικά είτε κατά κλάσεις, υποβολή αυτών σε νηστεία κατά περιόδους (κυκλικά) ή όχι, με ολική ή μερική στέρηση της τροφής, με συνδυασμό αυτών και με αποτελέσματα που ποικίλουν αντίστοιχα (Ali et al. 2003). Επομένως, το μήκος και η ένταση της περιόδου στέρησης έχουν σημαντικό ρόλο, για την ανάπτυξη του οργανισμού.

- Η επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων. Κυριότεροι παράγοντες είναι: η θερμοκρασία, η αλατότητα, η παροχή οξυγόνου. Η ιχθυοπυκνότητα και οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις επίσης έχουν συνέπειες στη αντισταθμιστική αύξηση. Η ιεραρχία επίσης παίζει ρόλο σε πολλά είδη. Καθώς σε συνθήκες όπου η τροφή είναι περιορισμένη τα δυνατότερα άτομα παίρνουν και μεγαλύτερο μερίδιο.
- Απώλεια βάρους και αύξηση της αντιστάθμισης. Οι μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχουν διάφορα επίπεδα στέρησης όπου, 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.
 1. τη φάση της καταπόνησης, που χαρακτηρίζεται από ένα καθεστώς υπέρ-ενεργητικότητας (π.χ. αναζήτηση τροφής),
 2. τη φάση της αλλαγής με τη συνεχιζόμενη στέρηση της τροφής, τη μείωση του κανονικού ρυθμού της αναπνοής όπως και της κινητικότητας,
 3. τη φάση της προσαρμογής με τη σταθεροποίηση του μεταβολισμού σε χαμηλά επίπεδα
 4. τη φάση της αποκατάστασης όπου γίνεται απότομη αύξηση των επιπέδων κατανάλωσης οξυγόνου, αλλά και της αύξησης σε απόλυτη σχέση με την περίοδο της ασιτίας.
- Εποχική διακύμανση. Η εποχή του χρόνου παίζει σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση και την ένταση του μηχανισμού της αντιστάθμισης. Ακόμα και σε πανομοιότυπες συνθήκες μειωμένες σίτισης στις ψυχρότερες εποχές δηλαδή χειμώνα και φθινόπωρο η περίοδος στέρησης που απαιτείται για την εμφάνιση της αντιστάθμισης του μεταβολισμού είναι αρκετά μεγαλύτερη. Σε πειράματα που έγιναν όταν η σίτιση επανήλθε σε φυσιολογικά επίπεδα την άνοιξη και παρατηρήθηκε το φαινόμενο της αντισταθμιστικής αύξησης, τα ψάρια αύξησαν τα αποθέματα λίπους τους αλλά και με ταυτόχρονη αύξηση στο μήκος τους σε σχέση με τους μάρτυρες.
- Τα μοτίβα της αντισταθμιστικής αύξησης μπορεί να ποικίλουν μεταξύ των διαφόρων τμημάτων του σώματος των ιχθύων (Ali et al , 2003).

1.3.6 Λειτουργική σημασία της αντισταθμιστικής αύξησης και πιθανές εφαρμογές

Η επιτυχία της εκτροφής ψαριών εξαρτάται από τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας του κόστους παραγωγής. Μια σημαντική προσέγγιση για τη μείωση του κόστους στην εμπορική υδατοκαλλιέργεια είναι η ανάπτυξη μιας στρατηγικής ορθής διαχείρισης των ιχθυοτροφών (Egoldogan et al, 2006). Η σημασία της αύξησης αντισταθμιστικής αυξάνει όλο και περισσότερο καθώς η τάση τοποθέτησης των εκτρεφόμενων ψαριών μακριά από την ακτή στην ανοικτή θάλασσα, με στόχο την μείωση των επιπτώσεων που προκαλούνται από αυτήν, δημιουργεί χρονικά κενά στην παροχή της τροφής τους. Αυτό είναι εντονότερο όταν οι καιρικές συνθήκες είναι δυσμενείς και η προσέγγιση των κλωβών γίνεται δύσκολη.

Η εφαρμογή της αύξησης αντισταθμιστικής σε εκτρεφόμενα άτομα προκαλεί μεταβολές στη διάθεση κατανάλωσης και καλύτερης αξιοποίησης της εκ νέου προσφερόμενη τροφής. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην εμφάνιση ταχύτερων ρυθμών αύξησης που είναι εξαιρετικά σημαντικό στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειών καθώς η τροφή αποτελεί το μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας για μια τέτοια μονάδα. Παρόλα αυτά υπάρχουν και μελέτες όπου το χαμένο βάρος από τη περίοδο νηστείας δεν αντισταθμίστηκε ποτέ στον επιθυμητό βαθμό. Προκειμένου να αξιολογηθούν τα πιθανά οφέλη της μειωμένης τροφοδοσίας στις ιχθυοκαλλιέργειες πρέπει να κατανοήσουμε καλύτερα τη δυναμική της αντισταθμιστικής αύξησης.

Οι περισσότερες εφαρμογές της αύξησης αντισταθμιστικής δεν έχουν ολοκληρωθεί έτσι ώστε να λειτουργήσουν σε επίπεδο ιχθυοκαλλιέργειας, αλλά στο μέλλον χάρη στην ταχεία ανάπτυξη του κλάδου παγκοσμίως ενδέχεται να προκύψουν πολλά νέα στοιχεία και να εφαρμοστεί και σε μεγαλύτερη κλίμακα σε μονάδες παραγωγής (Purchase and Brown, 2001).

1.3.7 Παραλλακτικότητα μεγεθών

Οι κοινωνικές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των ατόμων της ίδιας ομάδας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραλλακτικότητα των μεγεθών σε αυτές. Έτσι όταν τα ψάρια βρίσκονται στην ίδια ομάδα και ζουν στο ίδιο περιβάλλον τείνουν να αντιδρούν διαφορετικά από ότι όταν αυτά βρίσκονται ξεχωριστά σε ατομικές δεξαμενές. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία της παραλλακτικότητας μεγεθών (η κατανάλωση τροφής, η ιχθυοπυκνότητα, γενετικές διαφορές) αλλά ο κυριότερος παράγοντας από αυτούς φαίνεται να είναι οι διαφορές στους ρυθμούς ανάπτυξης που εμφανίζονται μεταξύ των ατόμων (Παπαϊωάννου, 2013).

1.4 Σκοπός της παρούσας εργασίας

Στις μέρες μας, το κυρίαρχο πρόβλημα που έχει να αντιμετωπίσει ο κλάδος των ιχθυοκαλλιεργειών είναι η αύξηση του κόστους παραγωγής λόγω αύξησης της τιμής των πρώτων υλών για την παραγωγή της τροφής (η οποία αποτελεί περίπου το 60% του κόστους εκτροφής). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την υποβάθμιση της διατροφικής της αξίας για τα εκτρεφόμενα ψάρια, και τα υψηλά ποσοστά θνησιμότητας έχουν οδηγήσει σε αύξηση του κόστους παραγωγής, χωρίς να έχει ακολουθηθεί μια αντίστοιχη αύξηση των τιμών πώλησης. Το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης δεν έχει μελετηθεί στην τσιπούρα εκτενώς, ως προς την ποσότητα της προσφερόμενης τροφής, όπως επίσης και για τα χρονικά διαστήματα εναλλαγής ασιτίας - επαναδιατροφής. Το γεγονός αυτό καθώς και ο γενικότερος προβληματισμός που υπάρχει στον κλάδο των ιχθυοκαλλιεργειών στη χώρα μας αλλά και παγκοσμίως, σχετικά με την ανάγκη μείωσης του κόστους παραγωγής, οδήγησε στο σχεδιασμό της παρούσας εργασίας, για τη διερεύνηση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης στην τσιπούρα, που αποτελεί το κυριότερο είδος που εκτρέφεται σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς στη χώρα μας.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός σχεδιασμός

Το πείραμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο (Εικόνα 11). Χρονικά είχε διάρκεια 6 ημερολογιακές εβδομάδες (46 μέρες) και πιο συγκεκριμένα η ημερομηνία έναρξης ήταν 22/06/2018 και έλαβε τέλος στις 07/08/2018.



Εικόνα 11. Εγκαταστάσεις Εργαστηρίου Υδατοκαλλιεργειών του τΓΙΥΠ. (Φωτογραφία συγγραφέων)

Μετά την πλήρη προσαρμογή των ψαριών, σήμανε η αρχή του πειράματος με την εκτροφή τους να πραγματοποιείται σε δύο κύκλους συνολικής διάρκειας 6 εβδομάδων. Ο πρώτος Α κύκλος αποτελούνταν από τις πρώτες τρεις εβδομάδες ενώ ο Β κύκλος τις υπόλοιπες τρεις.

Τα ψάρια χωρίστηκαν σε 2 ομάδες, Μάρτυρας και Μεταχείριση με 3 επαναλήψεις η κάθε μια (Εικόνα 12). Η ομάδα των Μαρτύρων σιτιζόταν με το 100% της τροφής, με συχνότητα 1 φορά την ημέρα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, ενώ η ομάδα της Μεταχείρισης διάνυσε διάστημα ασιτίας 2 εβδομάδων (Εικόνα 13) και στη συνέχεια σιτίστηκαν σύμφωνα με τους πίνακες διατροφής. Αυτό το πρωτόκολλο εφαρμόστηκε τόσο για τον Α όσο και για τον Β κύκλο.



Εικόνα 12. Πειραματικές ομάδες.

Α κύκλος			Β κύκλος		
1 ^η εβδομάδα	2 ^η εβδομάδα	3 ^η εβδομάδα	1 ^η εβδομάδα	2 ^η εβδομάδα	3 ^η εβδομάδα
Ασιτία	Ασιτία	Επανα- διατροφή	Ασιτία	Ασιτία	Επανα- διατροφή

Εικόνα 13. Πρωτόκολλο διατροφής της ομάδας Μεταχείρισης.

Η προσφερόμενη ποσότητα τροφής ήταν αυτή που πρότεινε μέσα από τους πίνακες εκτροφής της η εταιρεία ιχθυοτροφών BIOMAR, τύπου INICIO PLUS 1,9 mm (Πίνακας 1) (συναρτήσει της θερμοκρασίας και του μεγέθους των ψαριών) και αναπροσαρμοζόταν στη βιομάζα του κάθε ενυδρείου όπως αυτή προέκυπτε μετά από κάθε καταμέτρηση.

Πίνακας 1. Χημική σύσταση τροφής

ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΡΟΦΗΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΟΦΗΣ (1.9mm)
Ολική Πρωτεΐνη (%)	51
Ολικά Λίπη (%)	15,5
ENEΟ (%)	19,4
Κυτταρίνη (%)	1,9
Τέφρα (%)	8,2
Ολικός Φώσφορος (%)	1,1
Ολική Ενέργεια (MJ/Kg)	21,6
Πεμπταία Πρωτεΐνη / Πεμπταία Ενέργεια(g/MJ)	24,4
Προστιθέμενη Βιταμίνη C (mg/Kg)	350
Προστιθέμενη Βιταμίνη E (mg/Kg)	300

Από τα 6 ενυδρεία που χρησιμοποιήθηκαν (Εικόνα 14), τα 5 ενυδρεία ήταν σχήματος ορθογωνίου παραλληλόγραμμου, διαστάσεων 100 X 50 X 37 και χωρητικότητας 185 lt και το έκτο ενυδρείο, ήταν ίδιου σχήματος με διαστάσεις 120 X 52 X 40 και χωρητικότητας 250 lt. Τα ενυδρεία βρίσκονταν τοποθετημένα πάνω σε έξι (6) μεταλλικές κατασκευές (τύπου dexion) και το καθένα από αυτά διέθετε κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας νερού.

Για την ορθή λειτουργία των ενυδρείων, χρησιμοποιήθηκαν μηχανικά-βιολογικά φίλτρα νερού, της εταιρείας, EHEIM μοντέλο professionnel 3 (Εικόνα 15), όπου γινόταν η απομάκρυνση της συνολικής αμμωνίας καθώς και των περιττωμάτων και υπολειμμάτων τροφής, τα οποία δεν καταναλώνονταν από τα ιχθύδια, έτσι ώστε να μην υπάρχει αρνητική επίδραση στο πείραμα καθώς και την αποφυγή αλλοίωσης του αποτελέσματος.



Εικόνα 14. Άποψη εσωτερικού χώρου εργαστηρίου. Ενυδρεία χωρισμένα σε δύο ομάδες. Τα τρία πρώτα των μαρτύρων και τα υπόλοιπα της μεταχείρισης. (Φωτογραφία συγγραφέων)



Εικόνα 15. Μηχανικό Βιολογικό φίλτρο. (Φωτογραφία συγγραφέων)

Η ρύθμιση και ο έλεγχος του χώρου γίνονταν με κλιματιστικό μηχάνημα και διατηρήθηκε στους 22°C. Η τεχνητή φωτοπερίοδος που εφαρμόστηκε ήταν 12L:12D ώρες σκότους, με την εναλλαγή να πραγματοποιείται στις 08:00 και 20:00 αντίστοιχα.

Σε εβδομαδιαία βάση, καθόλη την διάρκεια του πειράματος, γινόταν ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος των παραμέτρων του νερού (θερμοκρασία, αλατότητα, pH, διαλυμένο οξυγόνο, νιτρώδη, νιτρικά, αμμωνία) με τη χρήση φορητών οργάνων (Εικόνα 17,18,19) και με τυποποιημένα αντιδραστήρια test kits (Εικόνα 16). Σε κάθε ενυδρείο λειτουργούσαν δυο αεροσυμπιεστές για την καλύτερη οξυγόνωσή του.



Εικόνα 16. Τυποποιημένα αντιδραστήρια test kit για τον έλεγχο και προσδιορισμό των χημικών παραμέτρων των ενυδρείων. Απο αριστερά προς τα δεξιά Αμμωνία, Νιτρικά, Νιτρώδη και pH. (Φωτογραφία συγγραφέων)



Εικόνα 17. Αλατόμετρο . (Φωτογραφία συγγραφέων)



Εικόνα 18. Όργανο μέτρησης pH . (Φωτογραφία συγγραφέων)



Εικόνα 19. Όργανο μέτρησης οξυγόνου. (Φωτογραφία συγγραφέων)

Έπειτα από την τροφοληψία των ιχθύων, πραγματοποιούνταν σιφωνισμός των ενυδρείων για την απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων τροφής και περριτωμάτων των ψαριών. Στη συνέχεια γινόταν μέτρηση της αλατότητας με τελικό στάδιο τη προσθήκη νερού (αλμυρού ή γλυκού) ώστε να καλυφθεί ο απαιτούμενος όγκος νερού που χάθηκε κατά τον σιφωνισμό.

Αξίζει να αναφερθεί πως στο χρονικό διάστημα του πειράματος το νερό που χρησιμοποιήθηκε μέσα στα ενυδρεία προετοιμάστηκε από την ομάδα των συγγραφέων της παρούσας εργασίας με μια σειρά διαδικασιών, απαραίτητων για την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών διαβίωσης των ιχθύων. Συμπληρώνονταν στην αρχή δύο μεγάλες δεξαμενές (Εικόνα 21) με νερό βρύσης και παρέμενε για 24 ώρες με σκοπό την αποχλωρίωση του. Την επόμενη μέρα προστίθονταν αλάτι Instant Ocean Seasalt (Εικόνα 20) για να επιτευχθεί το κατάλληλο ποσοστό αλατότητας.



Εικόνα 20. Αλάτι τύπου Instant Ocean Seasalt. (Φωτογραφία συγγραφέων)

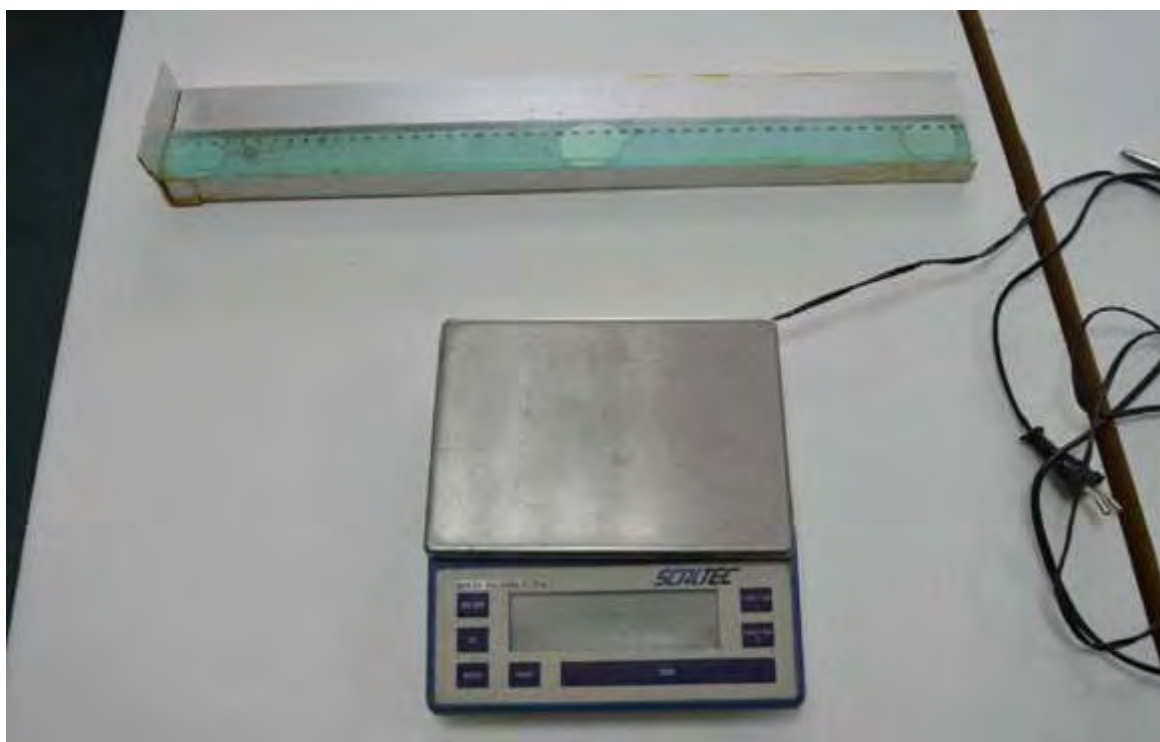


Εικόνα 21. Δεξαμενές παρασκευής και αποθήκευσης γλυκού (αριστερά) και αλμυρού (δεξιά) νερού(Φωτογραφία συγγραφέων).

2.2 Δειγματοληψίες

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις βάρους και ολικού μήκους: η 1η (22/06), η 2η (17/07) και μια τελική η 3η (07/08). Μια ημέρα πριν από κάθε

ζύγισμα η τροφή που προσφέρονταν διακόπτονταν. Η διαδικασία της μέτρησης πραγματοποιούνταν ως εξής: τα ψάρια εξαλιούνταν προσεκτικά με μία απόχη, έτσι ώστε να μην στρεσαριστούν και να μην τραυματιστούν. Στη συνέχεια τοποθετούνταν σε ένα πλαστικό δοχείο, το οποίο περιείχε φαινοξυαιθανόλη, με συγκέντρωση 0,10ml/l. Μετά το στάδιο της αναισθησίας, πραγματοποιούνταν μετρήσεις σχετικά με το ολικό μήκος τους, με την βοήθεια ιχθυομέτρου και στη συνέχεια γίνονταν μετρήσεις ξεχωριστά για το καθένα το βάρος του σε ζυγαριά ακριβείας τύπου Scaltex ακριβείας 2 δεκαδικών ψηφίων (0,01g) (Εικόνα 22). Οι μετρήσεις καταγράφονταν για κάθε ενυδρείο ξεχωριστά. Αμέσως μετά τη μέτρηση τα ψάρια τοποθετούνταν με προσοχή ώστε να μην τραυματιστούν σε μια πλαστική λεκάνη με καλά οξυγονωμένο θαλασσινό νερό χωρίς αναισθητικό για την ανάνηψη τους και έπειτα επανατοποθετούνταν στα αρχικά τους ενυδρεία.



Εικόνα 22. Ιχθυόμετρο και ζυγαριά ακριβείας. (Φωτογραφία συγγραφέων)

2.3 Υπολογιστικές μετρήσεις

2.3.1 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:

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

2.3.2 Ποσοστό αύξησης του ολικού βάρους

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

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

2.3.3 Ειδικός ρυθμός αύξησης (S.G.R)

Ο ειδικός ρυθμός αύξησης (Specific Growth Rate) δείχνει την ποσοστιαία αύξηση του ολικού βάρους ενός εκτρεφόμενου πληθυσμού εκείνες τις ημέρες που σιτίστηκε.

Χρησιμοποιώντας τον εξής τύπο :

$$S.G.R = 100 * (\ln W_2 - \ln W_1) / t_2 - t_1$$

W1 : Αρχικό Βάρος του πληθυσμού τη t1 χρονική στιγμή

W2 : Τελικό Βάρος του πληθυσμού τη t2 χρονική στιγμή

2.3.4 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (F.C.R)

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

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

2.3.5 Δείκτης ευρωστίας

Η σχέση ανάμεσα στο μήκος και το βάρος του σώματος μπορεί να εκφραστεί με τον δείκτη ευρωστίας (condition factor), ο οποίος περιγράφει τη φυσική κατάσταση (ή ευρωστία) ενός ψαριού (Le Cren 1951). Ο δείκτης αυτός στηρίζεται στην υπόθεση ότι τα ψάρια που έχουν μεγαλύτερο βάρος σε ένα δεδομένο μήκος βρίσκονται σε καλύτερη κατάσταση και δίνεται από τη σχέση:

$$K = 100 * W/L^3$$

- K= συντελεστής ευρωστίας (CF)
- W = το βάρος του ψαριού g
- L = το μήκος του ψαριού σε cm

Επηρεάζεται από τις γονάδες και το στομαχικό περιεχόμενο των ψαριών. Εξηγεί πολλά βιολογικά χαρακτηριστικά για παράδειγμα αν είναι χαμηλός σημαίνει ότι το μήκος αυξάνεται ταχύτερα του βάρους, ή ότι δεν υπάρχει αφθονία της τροφής.

2.3.6 Συντελεστής παραλλακτικότητας (Coefficient of variation)

Ο συντελεστής παραλλακτικότητας δηλώνει τη μεταβλητότητα του δείγματος σχετικά με το μέσο όρο αυτού. Εκφράζεται ως ποσοστό και δίνεται από την σχέση:

$$CV\% = s / x$$

- s= τυπική απόκλιση
- x= μέσος όρος του δείγματος

2.4 Στατιστική Ανάλυση

Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία για να διαπιστωθεί σε πρώτη φάση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο στο βάρος όσο και στο μήκος των ιχθύων, μεταξύ των 3 επαναλήψεων της Μεταχείρισης και του Μάρτυρα και στη συνέχεια για να ελεγχθεί εάν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (Μεταχείριση και Μάρτυρα). Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν τόσο η στατιστική ανάλυση της διασποράς (ANOVA) όσο και το κριτήριο t-test. Για την διεκπεραίωση των παραπάνω μεθοδολογιών, έγινε ομογενοποίηση των δεδομένων και των τριών επαναλήψεων κάθε ομάδας, εφόσον δε διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$). Τα δεδομένα της αύξησης των ψαριών επεξεργάστηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS20. Επίσης ως επίπεδο σημαντικότητας επελέγη το $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$).

3. Αποτελέσματα

3.1 Πρώτη Δειγματοληψία (22/06)

Η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 22/06/2018 και αφορούσε στον αρχικό υπολογισμό του βάρους και μήκους των ιχθύων που χρησιμοποιήθηκαν ως πειραματικό υλικό. Έτσι τα μέσα ολικά βάρη που προέκυψαν ήταν $26,41 \pm 5,72$ g (\pm τυπική απόκλιση) για την ομάδα του Μάρτυρα και $25,37 \pm 8,74$ g (\pm τυπική απόκλιση) και για την ομάδα της Μεταχείρισης ενώ το μέσο σταθερό μήκος $12,3 \pm 0,90$ cm (\pm τυπική απόκλιση) και $12,01 \pm 1,18$ cm (\pm τυπική απόκλιση) αντίστοιχα (Πίνακας 5). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (Πίνακας 2) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βάρος και στο μήκος των ιχθύων μεταξύ των δυο ομάδων του πειράματος ($P > 0,05$).

Πίνακας 2. Στατιστική ανάλυση βάρους / μήκους μεταξύ των δυο ομάδων.

22/06/2018	Βάρος		Μήκος	
	Μάρτυρας	Μεταχείριση	Μάρτυρας	Μεταχείριση
Μέσος	26,40	25,37	12,3	12
Διακύμανση	33,29	77,65	0,82	1,42
Μέγεθος Δείγματος	70	67	70	67
P(T<=t) δίπλευρη	0,41		0,1	
t κρίσιμο, δίπλευρο	1,97		1,97	
p>0,05= ΔΕΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ				

3.2 Δεύτερη Δειγματοληψία (17/07)

Κατά τη δεύτερη καταμέτρηση που έλαβε χώρα στις 17/07/2018, η ομάδα του Μάρτυρα είχε μέσο όρο $37,05 \pm 7,94$ g (\pm τυπική απόκλιση) σε βάρος και τα $13,74 \pm 0,82$ cm (\pm τυπική απόκλιση) σε ολικό μήκος. Από την άλλη, το μέσο βάρος της ομάδας της μεταχείρισης κυμάνθηκε στα $27,74 \pm 8,98$ g (\pm τυπικό σφάλμα) και μήκος $12,73 \pm 1,25$ cm (\pm τυπική απόκλιση) (Πίνακας 5). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (Πίνακας 3) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βάρος και στο μήκος των ιχθύων τόσο μεταξύ των επαναλήψεων όσο και μεταξύ των μεταχειρίσεων του πειράματος ($P > 0,05$).

Πίνακας 3. Στατιστική ανάλυση βάρους / μήκους μεταξύ των δυο ομάδων.

17/07/2018	Βάρος		Μήκος	
	Μάρτυρας	Μεταχείριση	Μάρτυρας	Μεταχείριση
Μέσος	37,05	27,74	13,73	12,72
Διακύμανση	64,39	82,33	0,68	1,61
Μέγεθος Δείγματος	51	50	51	50
P(T<=t) δίπλευρη	3,4		6,69	
t κρίσιμο, δίπλευρο	1,98		1,98	
p>0,05= ΔΕΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ				

3.3 Τρίτη Δειγματοληψία (07/08)

Από την τρίτη δειγματοληψία, η οποία έγινε την τελευταία ημέρα του πειράματος, προέκυψε ότι η ομάδα της Μεταχείρισης δεν μπορούσε να ακολουθήσει στους ίδιους ρυθμούς αύξησης σε σχέση με αυτά της ομάδας του Μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, το μέσο βάρος και το μέσο σταθερό μήκος της ομάδας του Μάρτυρα ήταν $48,38 \pm 10,72$ g (\pm τυπική απόκλιση) και $15,05 \pm 1,04$ cm (\pm τυπική απόκλιση) αντίστοιχα, ενώ για την ομάδα της Μεταχείρισης, το μέσο βάρος βρέθηκε να είναι $30,71 \pm 9,27$ g (\pm τυπική απόκλιση) και το μέσο ολικό μήκος $13,10 \pm 1,16$ cm (\pm τυπική απόκλιση) (Πίνακας 5). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (Πίνακας 4) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βάρος και στο μήκος των ιχθύων τόσο μεταξύ των επαναλήψεων όσο και μεταξύ των μεταχειρίσεων του πειράματος ($P > 0,05$).

Πίνακας 4. Στατιστική ανάλυση βάρους / μήκους μεταξύ των δυο ομάδων.

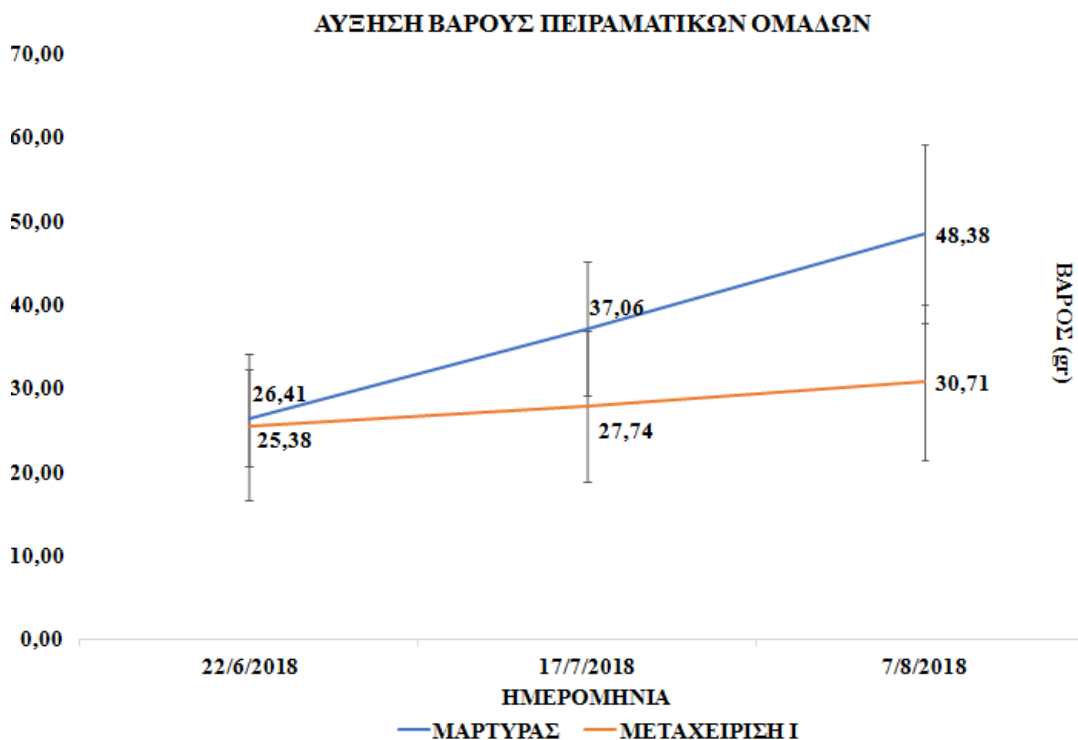
07/08/2018	Βάρος		Μήκος	
	Μάρτυρας	Μεταχείριση	Μάρτυρας	Μεταχείριση
Μέσος	48,38	30,7	15,05	13,09
Διακύμανση	120,07	89,29	1,14	1,41
Μέγεθος Δείγματος	24	28	25	28
P(T<=t) δίπλευρη	9,06		1,16	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2		2	
p>0,05= ΔΕΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ				

3.4 Εξέλιξη αύξησης βάρους και μήκους

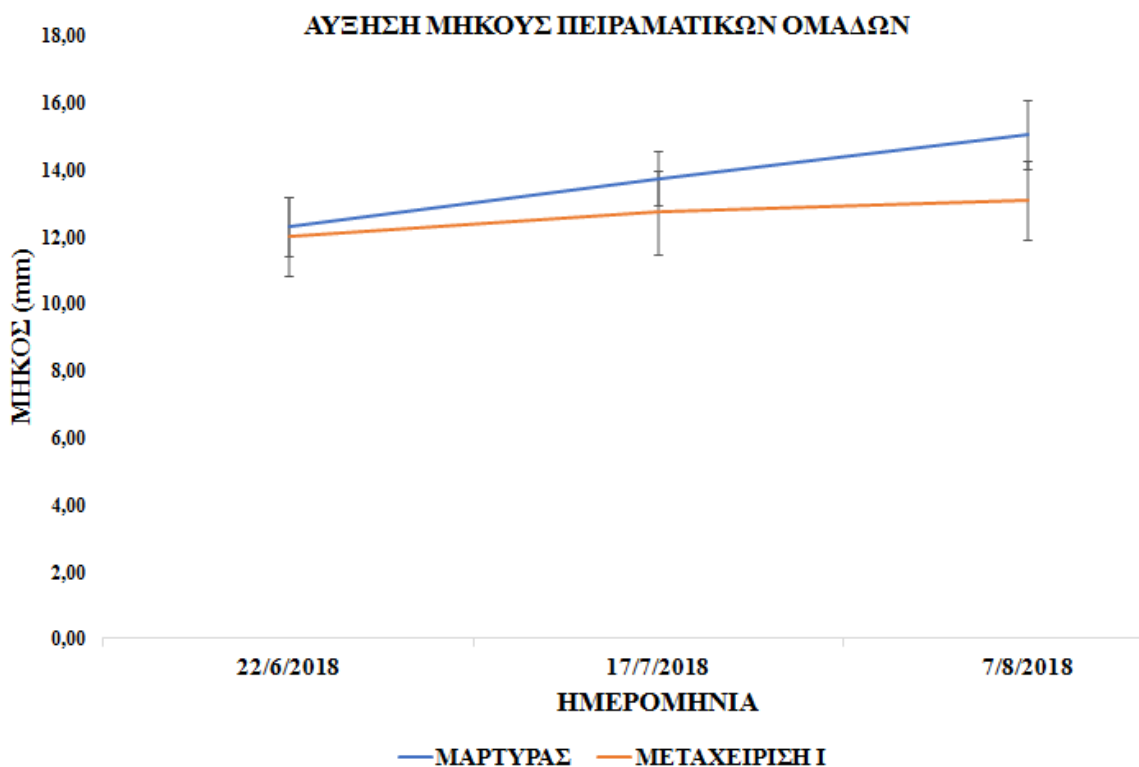
Οι παράμετροι αύξησης που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν το ολικό σωματικό βάρος και το ολικό μήκος των ψαριών. Γενικά τα άτομα της ομάδας της Μεταχείρισης δεν κατάφεραν να προσεγγίσουν τόσο στο βάρος όσο και στο μήκος τα άτομα της ομάδας του Μάρτυρα. Ειδικότερα τα άτομα της Μεταχείρισης που σιτίστηκαν μόνο 2 από τις συνολικά 6 εβδομάδες πειράματος δεν κατάφεραν να προσεγγίσουν την αύξηση της ομάδας των μαρτύρων που σιτίζονταν καθόλη τη διάρκεια του πειράματος. Ωστόσο οι ομάδες παρουσίασαν ξεχωριστά η καθεμία μια ανοδική πορεία ως προς την αύξησή τους (Πίνακας 5). Η κατανομή του βάρους και του σταθερού μήκους των ψαριών καθόλη τη διάρκεια του πειράματος φαίνεται στο Σχήμα 3.1 και 3.2 αντίστοιχα.

Πίνακας 5. Εξέλιξη στην αύξηση (μέσο ολικό σωματικό βάρος και μήκος) των ατόμων της ομάδας του Μάρτυρα και της ομάδας της Μεταχείρισης (μέσος όρος $x \pm$ τυπική απόκλιση (s.d.))

	22/06/2018	17/07/2018	07/08/2018
Μέσο Βάρος (g)	$x \pm s.d.$	$x \pm s.d.$	$x \pm s.d.$
Μάρτυρας	26,41 \pm 5,72	37,05 \pm 7,94	48,38 \pm 10,72
Μεταχείριση	25,37 \pm 8,74	27,74 \pm 8,98	30,71 \pm 9,27
Μέσο Μήκος (cm)	$x \pm s.d.$	$x \pm s. d.$	$x \pm s.d.$
Μάρτυρας	12,3 \pm 0,90	13,74 \pm 0,82	15,05 \pm 1,04
Μεταχείριση	12,01 \pm 1,18	12,73 \pm 1,25	13,10 \pm 1,16



Σχήμα 3.1 Εξέλιξη αύξησης βάρους των ψαριών κάθε ομάδας σε όλη την διάρκεια του πειράματος. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στη τυπική απόκλιση.



Σχήμα 3.2 Αύξηση μήκους των ψαριών κάθε ομάδας σε όλη την διάρκεια του πειράματος. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στη τυπική απόκλιση.

3.5 Αύξηση ολικού βάρους και μήκους ψαριών

Η αύξηση ολικού βάρους και μήκους των δυο ομάδων όπως εκτιμήθηκαν από τις δειγματοληψίες αναγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Αύξηση ολικού βάρους και μήκους των δυο ομάδων.

	Μάρτυρας	Μεταχείριση
Αύξηση ολικού βάρους (g)	21,97	5,33
Αύξηση ολικού μήκους (cm)	2,75	1,09

3.6 Ποσοστό αύξησης βάρους και μήκους

Το ποσοστό αύξησης βάρους και μήκους των δύο ομάδων παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν στον παρακάτω Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Ποσοστό αύξησης βάρους και μήκος των ομάδων.

	Μάρτυρες	Μεταχείριση
Ποσοστό αύξησης βάρους (%)	83,19	21,01
Ποσοστό αύξησης μήκος (%)	22,34	9,05

3.7 Ειδικός ρυθμός αύξησης (S.G.R)

Στον παρακάτω Πίνακα 8 δίνονται οι μεταβολές του ειδικού ρυθμού αύξησης (Specific Growth Rate) της κάθε ομάδας. Η ομάδα της μεταχείρισης κατάφερε να παρουσιάσει υψηλότερη τιμή από την ομάδα του μάρτυρα.

Πίνακας 8. Τιμές ειδικού ρυθμού αύξησης (S.G.R).

S.G.R	
Μάρτυρες	Μεταχείριση
1,28	1,36

3.8 Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (Feed Conversion Ratio)

Και για τις δύο ομάδες υπολογίσθηκε η μεταβολή του συντελεστή μετατρεψιμότητας (Feed Conversion Ratio). Τα αποτελέσματα δίνονται στο Πίνακα 9 σύμφωνα με τα οποία η ομάδα της μεταχείρισης αξιοποίησε αποτελεσματικότερα την χορηγηθείσα τροφή από ότι η ομάδα του μάρτυρα.

Πίνακας 9. Τιμές συντελεστή μετατρεψιμότητας (F.C.R).

F.C.R	
Μάρτυρες	Μεταχείριση
1,37	1,1

3.9 Δείκτης Ευρωστίας

Υπολογίστηκε και καταγράφηκε ο δείκτης ευρωστίας (Πίνακας 10) για κάθε μια δειγματοληψία των δυο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα στην ομάδα του Μάρτυρα δεν υπήρχαν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των τιμών των δειγματοληψιών που υποδηλώνει την ομαλή ανάπτυξη των οργανισμών. Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της Μεταχείρισης όπου φαίνεται η επίδραση της ασιτίας στα ψάρια.

Πίνακας 10. Δείκτης ευρωστίας των ομάδων σε κάθε μία δειγματοληψία.

	Δείκτης Ευρωστίας	
	Μάρτυρας	Μεταχείριση
22/06/2018	1,41	1,46
17/07/2018	1,42	1,34
07/08/2018	1,41	1,36

3.10 Συντελεστής παραλλακτικότητας βάρους και μήκους (C.V)

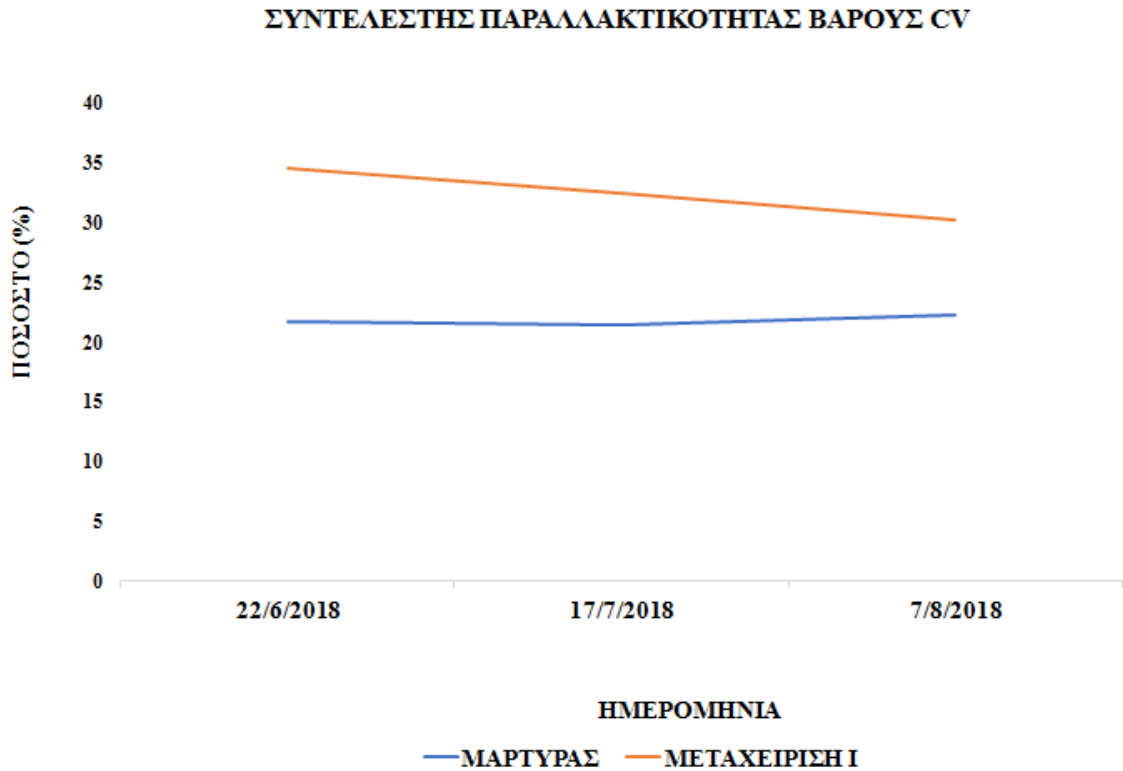
Τα αποτελέσματα της παραλλακτικότητας του βάρους και μήκους των ατόμων φαίνονται στους Πίνακες 11 και 12 αντίστοιχα. Επίσης η εξέλιξη της παραλλακτικότητας τόσο του βάρους όσο και του μήκους καθόλη την διάρκεια του πειράματος των δυο ομάδων απεικονίζονται στα Σχήματα 3.3, 3.4 αντίστοιχα.

Πίνακα 11. Αποτελέσματα συντελεστή παραλλακτικότητας του βάρους και μήκους (CV%) των δυο ομάδων.

Συντελεστής παραλλακτικότητας βάρους (C.V%)		
Ημερομηνίες	Μάρτυρες	Μεταχείριση
22/06/2018	21,69	34,46
17/07/2018	21,44	32,37
07/08/2018	22,17	30,21

Πίνακα 12. Αποτελέσματα συντελεστή παραλλακτικότητας του βάρους και μήκους (CV%) των δυο ομάδων.

Συντελεστής παραλλακτικότητας μήκους (C.V)		
Ημερομηνίες	Μάρτυρες	Μεταχείριση
22/06/2018	7,32	9,87
17/07/2018	5,98	9,87
07/08/2018	6,96	8,93



Σχήμα 3.3 Εξέλιξη της παραλλακτικότητας βάρους των δυο ομάδων καθόλη την διάρκεια του πειράματος.



Σχήμα 3.4 Εξέλιξη του συντελεστή παραλλακτικότητας του μήκους (C.V) των δυο ομάδων των ψαριών.

3.11 Θνησιμότητες

Οι θνησιμότητες που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος ήταν συμπτωματικές. Η στατιστική επεξεργασία με τη μέθοδο one-way ANOVA έδειξε ότι η θνησιμότητα των ψαριών δε διέφερε σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών ομάδων ($P > 0,05$).

4. Συζήτηση

Στη συγκεκριμένη εργασία μελετήθηκε το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης και της παραλλακτικότητας των μεγεθών στο είδος *Sparus aurata*. Οι οργανισμοί τοποθετήθηκαν σε έξι γυάλινα ενυδρεία με κλειστό κύκλωμα επανακυκλοφορίας νερού για χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων, όπου αποτελεί και το συνολικό χρονοδιάγραμμα του πειράματος. 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. Το αρχικό μέσο βάρος των ιχθύων ήταν $25,95 \pm 0,63$ g και το μέσο μήκος ήταν $12,15 \pm 0,09$ cm. Στη συνέχεια τα ψάρια χωρίστηκαν σε δύο ομάδες (Μάρτυρας και Μεταχείριση/τρεις επαναλήψεις) και χορηγήθηκε τροφή σύμφωνα με το πρωτόκολλο ταΐσματος κάθε ομάδας. Πιο αναλυτικά στην ομάδα του Μάρτυρα τα άτομα σιτίζονταν καθημερινά για 44 ημέρες ενώ στην ομάδα της Μεταχείρισης την τελευταία εβδομάδα κάθε κύκλου. Συνολικά κάθε κύκλος αποτελούνταν από τρεις εβδομάδες. Τα τελικά αποτελέσματα έδειξαν πως οι ρυθμοί αύξησης και των δύο ομάδων δεν ήταν παρόμοιοι υποδηλώνοντας καμία αντιστάθμιση. Όσον αφορά στην ομάδα του Μάρτυρα η αύξηση του βάρους, ήταν ανοδική με αποτέλεσμα να φτάσει τελικό μέσο βάρος τα $48,38 \pm 2,18$ g. Ταυτόχρονα η ίδια αύξηση παρατηρήθηκε και για το μήκος και κατάφερε να φτάσει τα $15,05 \pm 0,21$ cm. Αυτή η αύξηση στην ομάδα του Μάρτυρα, τόσο στο βάρος όσο και στο μήκος, ήταν αναμενόμενη διότι ταΐζονταν σε καθημερινή βάση. Από την άλλη πλευρά στην ομάδα της Μεταχείρισης αν και παρατηρήθηκε αύξηση τόσο στο βάρος $30,71 \pm 1,75$ g όσο και στο μήκος $13,10 \pm 0,22$ cm των ψαριών ωστόσο τα αποτελέσματά της δεν κατάφεραν να προσεγγίσουν τις τιμές της ομάδας του Μάρτυρα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις δειγματοληψίες, η ομάδα του Μάρτυρα έδειξε συνεχόμενη αύξηση του μεγέθους τους που δικαιολογείται από την καθημερινή σίτιση σε όλη την διάρκεια του πειράματος. Σε αντιθέση με την ομάδα της Μεταχείρισης όπου οι αντίστοιχοι παράμετροι αύξησης κυμάνθηκαν σε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα.

Η πορεία της παραλλακτικότητας των δύο ομάδων παρουσίασαν αυξομειώσεις τόσο στο βάρος όσο και στο μήκος. Ειδικότερα κατά το τέλος του πειράματος η ομάδα των μαρτύρων παρουσίασε μια επιταχυνόμενη αύξηση ενώ η ομάδα της Μεταχείρισης ήταν με φθίνοντα ρυθμό αύξησης. Για τον προσδιορισμό του φαινομένου της ανομοιομορφίας των μεγεθών των εκτρεφόμενων ψαριών μελετήθηκε η παραλλακτικότητα μεγεθών των ψαριών

του πειράματος. Στηριζόμενοι στο διάγραμμα της παραλλακτικότητας του βάρους διαφαίνεται πως τα άτομα του μάρτυρα φανέρωσαν μια πιο ομοιόμορφη πορεία συγκριτικά με εκείνη της μεταχείρισης. Επιπλέον τα ποσοστά του φαινομένου της παραλλακτικότητας του βάρους φάνηκε να παρουσιάζουν μια μικρή ανοδική πορεία σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, για την ομάδα των μαρτύρων.

Στην παρούσα εργασία οι εν λόγω περιβαλλοντικοί παράγοντες (θερμοκρασία, αλατότητα) διατηρήθηκαν σταθεροί και δεν επηρέασαν την ομαλή διεξαγωγή του πειράματος. Οι τιμές του συντελεστή μετατρεψιμότητας τροφής (F.C.R) κυμάνθηκαν κοντά στην μονάδα. Πιο αναλυτικά στην ομάδα του Μάρτυρα η τιμή του F.C.R ήταν 1,37 ενώ στην ομάδα της Μεταχείρισης 1,1 που υποδηλώνει καλύτερη μετατρεψιμότητα της τροφής από τους οργανισμούς. Τέλος για την διευκόλυνση σύγκρισης των αποτελεσμάτων μας με άλλες εργασίες του ίδιου πεδίου υπολογίστηκε το ποσοστό αύξησης ανα ημέρα των ψαριών για κάθε μεταχείριση.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε νεαρά άτομα του είδους *Sparus aurata* (2,55g μέσο βάρος) από τον Καραμαλίγκα (2013) δεν παρατηρήθηκε πλήρης ή μερική αύξηση αντιστάθμισης από τα άτομα της μεταχείρισης. Πιο αναλυτικά το πείραμα διήρκησε 48 ημέρες σε κλειστό κύκλωμα επανακυκλοφορίας νερού 22°C. Τα ψάρια χωρίστηκαν σε 2 ομάδες (Μάρτυρας, Μεταχείριση) όπου η κάθε ομάδα αποτελούνταν από 2 επαναλήψεις. (2 δεξαμενές / ομάδα). Στην ομάδα του Μάρτυρα τα ψάρια σιτίζονταν καθόλη την διάρκεια του πειράματος ενώ το πρόγραμμα διατροφής που ακολούθησαν τα ψάρια της ομάδας Μεταχείρισης, μέχρι το τέλος του πειράματος, ήταν 6 ημέρες σίτιση και τις υπόλοιπες 6 ημέρες ασιτία. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα άτομα του μάρτυρα και της μεταχείρισης εμφανίστηκαν μετά την 25η μέρα του πειράματος. Το μέσο βάρος και το μήκος, των ομάδων του πειράματος διέφερε στατιστικά σημαντικά υπέρ των μαρτύρων ($P < 0,05$). Ακόμη, η ομάδα της μεταχείρισης είχε μικρότερο ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (S.G.R) και μεγαλύτερο δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής από τους μάρτυρες (F.C.R), σε σχέση με τα άτομα που σιτίζονταν καθημερινά.

Έρευνα διάρκειας 9 εβδομάδων πραγματοποιήθηκε από τον Ευαγγελίδη (2009) για να εξεταστεί η επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στην ανάπτυξη του χρυσόψαρου (*Carassius auratus*). Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 108 ψάρια (6,05g μέσο βάρος) τοποθετήθηκαν σε 6 ενυδρεία, όπου κάθε ενυδρείο αποτελούνταν από 18 ψάρια, ταΐστηκαν σύμφωνα με τα παρακάτω πρωτόκολλα διατροφής: για την ομάδα ελέγχου Α τα ψάρια σιτίζονταν καθημερινά με το 1,5% του σωματικού βάρους τους. Στην ομάδα Β τα ψάρια

υποβλήθηκαν σε ασιτία 1 εβδομάδα και διατροφή 1 εβδομάδα, στην ομάδα Γ τα ψάρια ακολούθησαν 3 εβδομάδες ασιτία και 3 εβδομάδες σίτιση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ανάπτυξη μερικής αντιστάθμισης μόνο στα ψάρια της ομάδας Γ σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου Α.

Σε πείραμα που πραγματοποίησε ο Μακρυβέλιος (2007), σχετικά με τη διερεύνηση του φαινομένου της αύξησης αντιστάθμισης στην εκτροφή της τσιπούρας χρησιμοποιήθηκαν άτομα, μέσου βάρους 68,88 g, που υποβλήθηκαν σε τρεις μεταχειρίσεις με τρεις επαναλήψεις η κάθε μία. Η ομάδα του μάρτυρα σιτίζονταν καθημερινά, ενώ οι άλλες δύο ομάδες Α και Β ακολούθησαν συγκεκριμένο πρωτόκολλο διατροφής. Στην ομάδα Α τα άτομα τηρούσαν ασιτία για 7 ημέρες και επανασιτίζονταν την επόμενη. Σε αντίθεση με τα άτομα της ομάδας Β, τα οποία στερούνταν τροφή για 14 ημέρες και επανασιτίζονταν τις άλλες 14 ημέρες. Η πειραματική του διαδικασία διήρκησε για 16 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι τα άτομα που αποτελούσαν τους μάρτυρες παρουσίασαν ελάχιστα μικρότερο συντελεστή μετατρεψιμότητας τροφής, σε σχέση με τις ομάδες που υποβάλλονταν σε διαφορετικό καθεστώς ασιτίας-επαναδιατροφής.

Το γατόψαρο παρουσίασε αύξηση αντιστάθμισης έπειτα από την παραμονή του για 75 ημέρες σε υποξικές συνθήκες όταν επανήλθε σε καλά οξυγονωμένο νερό (Foss & Imsland 2002). Μετά από 21 ημέρες παραμονής των οργανισμών σε κανονικές συνθήκες οξυγόνου το πείραμα έλαβε τέλος και έτσι δεν έγινε αντιληπτό εάν η αύξηση αντιστάθμισης διαρκούσε περισσότερο.

Ο Ali et al. (2001) και ο Zhu et al. (2003) παρατήρησαν το φαινόμενο αύξησης αντιστάθμισης στο *Gasterosteus aculeatus* σε πειράματα διάρκειας 8 και 9 εβδομάδων αντίστοιχα. Και στις δυο έρευνες τα ψάρια υποβλήθηκαν σε ασιτία για 1 και 2 εβδομάδες. Στη συνέχεια σιτίστηκαν μέχρι κορεσμού. Στην πρώτη εργασία τα ψάρια εμφάνισαν πλήρη αντιστάθμιση μετά τη 1 εβδομάδα ασιτίας και μερική αντιστάθμιση μετά τις 2 εβδομάδες ασιτίας. Στην εργασία των Zhu et al (2003) οι οργανισμοί παρουσίασαν ανάπτυξη πλήρους αντιστάθμισης και στις δυο μεταχειρίσεις. Το φαινόμενο της μερικής και πλήρους αύξησης αντιστάθμισης που εμφανίστηκε και στις παραπάνω εργασίες αποδόθηκε στην υπερφαγία και στη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης.

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Eroldogan et al. (2006) αξιολογήθηκαν οι επιδράσεις των διαφόρων κύκλων πρωτοκόλλων ασιτίας-διατροφής για 7 εβδομάδες στην ανάπτυξη του είδους *Sparus aurata*. Όλες οι ομάδες σιτίστηκαν σε εμφανή κορεσμό για άλλες 3 εβδομάδες. Τρεις ομάδες ψαριών παρέμειναν σε κατάσταση ασιτίας για 2, 4 ή 7 ημέρες S2, S4 και S7, αντίστοιχα και στη συνέχεια επισιτίστηκαν με τροφή λιγότερο από 20% από

εκείνης την ομάδα του μάρτυρα μέχρι το τέλος της εβδομάδας 7. Η ομάδα (S7/Rf14) παρουσίασε τρεις κύκλους, από τους οποίους το καθένα αποτελείται από στέρηση τροφής 1 εβδομάδας και από 2 εβδομάδες διατροφής. Η ομάδα του μάρτυρα (C) σιτίζονταν καθόλη την διάρκεια του πειράματος. Οι επιδόσεις ανάπτυξης στην ομάδα του μάρτυρα ήταν σημαντικά υψηλότερες από τις υπόλοιπες ομάδες (S2, S4, S7 και S7 / Rf14). Η αύξηση βάρους συσχετίστηκε σε μεγάλο βαθμό με τη συνολική πρόσληψη τροφής και η αποτελεσματικότητα της τροφής ήταν η υψηλότερη στην ομάδα ελέγχου από τις υπόλοιπες ομάδες. Τα ψάρια παρουσίασαν μόνο μερική αύξηση κατά τη διάρκεια της ασιτίας-διατροφής ακόμη και μετά την τροφοδοσία τους για άλλες 3 εβδομάδες.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Aysun et al. (2015) για να παρατηρηθούν οι επιδράσεις των κύκλων ασιτίας και διατροφής στην ανάπτυξη και τη χημική σύνθεση του νεαρού λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*), συνολικά 720 νεαρά ψάρια με αρχικό μέσο βάρος (IW) $5,85 \pm 0,54$ g διαιρέθηκαν και τοποθετήθηκαν σε 12 δεξαμενές (400 L) σε ομάδες των τριών. Κατά τη διάρκεια της περιόδου του πειράματος (50 ημέρες), η ομάδα ελέγχου (C) σιτίζονταν τρεις φορές την ημέρα. Οι κύκλοι διατροφής των άλλων τριών ομάδων σχεδιάστηκαν ως ακολούθως: 2 ημέρες ασιτίας / 8 ημερών διατροφής (G1) (5 κύκλοι), 5 ημερών ασιτίας / 20 ημερών διατροφής (G2) (2 κύκλοι) και 10 ημερών ασιτίας / 40 ημερών διατροφή (G3) (1 κύκλος). Μετά από 50 ημέρες, μόνο η ομάδα G1 παρουσίασε μερική αντισταθμιστική ανάπτυξη. Η διαφορά μεταξύ των τελικών βαρών (FW) των ομάδων βρέθηκε στατιστικά σημαντική ($P < 0,05$). Οι ειδικοί ρυθμοί ανάπτυξης (S.G.R) των ομάδων ασιτίας ήταν χαμηλότεροι από αυτούς της ομάδας ελέγχου ($P < 0,05$). Η ομάδα G1 προσδιορίστηκε ότι έχει τις καλύτερες τιμές συντελεστή μετατρεψιμότητας τροφής (F.C.R) του πειράματος.

Στην εργασία που πραγματοποιήθηκε από τους Sung-Yong Oh et al. (2007) μελετήθηκε το φαινόμενο της αύξησης αντιστάθμισης για το είδος *Pargus major*. Ομάδες τριών ψαριών τοποθετήθηκαν σε 28 δεξαμενές. Προετοιμάστηκαν έτσι 4 ομάδες, η πρώτη ομάδα ήταν αυτή του μάρτυρα (C) στην οποία τα ψάρια σιτίζονταν συνεχόμενα για 9 εβδομάδες και οι άλλες 3 ομάδες τήρησαν πρόγραμμα ασιτίας ως εξής: ασιτία για 1 εβδομάδα για την ομάδα F1 κατά την 3η εβδομάδα του πειράματος, για 2 εβδομάδες ασιτία η ομάδα F2 μεταξύ 2-3 εβδομάδας του πειράματος και 3 εβδομάδες ασιτία η ομάδα F3 από την 1 μέχρι και την 3 εβδομάδα του πειράματος. Τα ψάρια σε κάθε ομάδα σιτίζονταν δύο φορές την ημέρα μέχρι κορεσμού. Από την 4η εβδομάδα του πειράματος και μέχρι το τέλος του πειράματος σιτίζονταν όλες οι ομάδες. Πλήρης αντισταθμιστική αύξηση παρουσιάστηκε στις ομάδες F1 και F2 τις 3 πρώτες εβδομάδες από την επανασίτιση τους ενώ για την ομάδα F3 εμφανίστηκε μετά από 3 εβδομάδες μετά την επανασίτιση της. Το F.C.R και το S.G.R για

εκείνες τις ομάδες (F1, F2, F3) που ακολούθησαν πρόγραμμα ασιτίας και επανασίτισης ήταν υψηλότερο από την ομάδα του μάρτυρα (C) μετά τις πρώτες 3 εβδομάδες επανασίτισης τους

Οι Gabriel et al. (2018) είχαν ως στόχο να προσδιορίσουν την αύξηση αντιστάθμισης σε περιόδους ασιτίας-διατροφής σε νεαρά άτομα του είδους *Oreochromis mossambicus*. Συνολικά 360 άτομα τιλάπιας Μοζαμβίκης χωρίστηκαν τυχαία και τοποθετήθηκαν σε 12 δεξαμενές με τρεις επαναλήψεις η κάθε μια. Οι δεξαμενές χωρίστηκαν σε τέσσερα διαφορετικά προγράμματα διατροφής. Η πρώτη ομάδα αφορούσε εκείνη του Μάρτυρα (C) η οποία σιτίζονταν καθημερινά 3 φορές για 60 ημέρες. Στην συνέχεια η ομάδα 2DD2DRF ακολουθούσε 2 ημέρες ασιτία και 2 ημέρες σίτιση. Η ομάδα 2DD3RDF ακολουθούσε 2 ημέρες ασιτία, 3 ημέρες σίτιση και τέλος η ομάδα 2DD4DRF 2 ημέρες ασιτία και 4 ημέρες σίτιση. Μερική αντισταθμιστική ανάπτυξη παρατηρήθηκε μόνο στην ομάδα 2DD4DRF, και πιο συγκεκριμένα δεν παρατηρήθηκε στατιστική σημαντική διαφορά $P > 0,05$ στο τελικό βάρος και στο S.G.R σε σύγκριση με την ομάδα (C).

Σε εργασία που πραγματοποιήθηκε για 70 ημέρες πάνω στην αντισταθμιστική αύξηση για το είδος *Acipenser sinensis* περιλάμβανε 120 ιχθύδια με μέσο αρχικό βάρος $75,24 \pm 3,56$ g (\pm τυπικό σφάλμα) τα οποία χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελεί αυτή του μάρτυρα (S0) η οποία σιτίζονταν σε καθημερινή βάση μέχρι το τέλος του πειράματος. Οι υπόλοιπες ομάδες (S3), (S7), (S14) και (S28) δεν σιτίζονταν για 3, 7, 14 και 28 ημέρες αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα είχαν ως εξής: Στις ομάδες S3 και S7 τα ιχθύδια έφτασαν να έχουν το ίδιο βάρος με αυτά του μάρτυρα υποδεικνύοντας έτσι ότι είχαν πλήρης αντιστάθμιση. Οι ειδικοί ρυθμοί ανάπτυξης (S.G.R) σε S14 και S28 ήταν μεγαλύτεροι από αυτόν του S0 μετά την επαναδιατροφή. Τέλος το S14 ούτε και το S28 έφτασαν το ίδιο βάρος σώματος με αυτό του S0 και έτσι εμφάνισαν μόνο μερική αντιστάθμιση (Liu et al. 2011).

Παρόμοια πρωτόκολλα εφαρμόστηκαν και από τους Hayward & Wang (2001) στο είδος *Perca flavescens*, όμως απέτυχαν να δείξουν υπέρ αντισταθμιστική ικανότητα. Παρόλα αυτά τα αρσενικά άτομα που ήταν σε μεταχείριση δώδεκα ημερών ασιτίας, παρουσίασαν πλήρης αντιστάθμιση. Επιπλέον, δεν υπήρξε υπέρ-αντιστάθμιση σε ομάδες των δέκα ατόμων του υβριδίου *L. cyanellus* x *L. Macrochirus*, αλλά εμφάνισαν μόνο μερική αντιστάθμιση (Hayward et al. 2000), σε αντίθεση με ιχθύδια του γατόψαρου, τα οποία ακολουθούσαν πρόγραμμα ασιτίας σε κύκλους μιας, δύο ή τριών ημερών και έπειτα γίνονταν υπερφαγικά (Chatakondi & Yant 2001)

Σύμφωνα με τους Sevgili et al. (2013) παρουσίασαν τις επιδράσεις διαφόρων περιόδων ασιτίας στην αντισταθμιστική ανάπτυξη ιριδίζουσας πέστροφας σε επίπεδο θερμοκρασίας $18,1^{\circ}\text{C}$ και μήκος ημέρας 12,5 - 14,5 ώρες. Το πείραμα χωρίστηκε σε πέντε μεταχειρίσεις με

τρεις επαναλήψεις η κάθε μια. Πιο συγκεκριμένα είχε ως εξής: η ομάδα του μάρτυρα (C) σιτίζονταν συνεχόμενα για 84 ημέρες (συνολική διάρκεια του πειράματος). Η ομάδα (S1) που δεν σιτίζονταν για 1 εβδομάδα, η ομάδα (S2) για 2 εβδομάδες, η ομάδα (S3) για 3 εβδομάδες και η ομάδα (S4) για 4 εβδομάδες, και στη συνέχεια επανασιτίστηκαν για τις υπόλοιπες οκτώ εβδομάδες του πειράματος. Αυτοί οι περίοδοι ασιτίας προκάλεσαν υπερφαγία κατά την διάρκεια της επανασίτισης τους αλλά μόνο οι ομάδες S1 και S2 ήταν σε θέση να καλύψουν τη διαφορά με την ομάδα C στη σωματική μάζα αλλά όχι και στο μήκος σώματος. Τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος έδειξαν πως η εφαρμογή τέτοιου πρωτοκόλλου διατροφής για την πρόκληση αύξησης αντιστάθμισης σε θερινές συνθήκες δεν πρέπει να υπερβαίνει τις δύο εβδομάδες.

Στην εργασία των Blanquet et al (2010) διεξήχθησαν δυο δοκιμές (trial 1,2) για να μελετηθεί η αύξηση αντιστάθμιση για το είδος *Scophthalmus maximus*. Η πρώτη δοκιμασία (350 ψάρια) αφορούσε διπλές ομάδες ψαριών με μέσο ολικό βάρος 62 g ακολουθώντας πρόγραμμα διατροφής για 7, 6, 5 ή 4 ημέρες την εβδομάδα για 83 ημέρες. Στο τέλος της πρώτης δοκιμασίας (trial 1) δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στην σύνθεση ολόκληρου του σώματος μεταξύ των ομάδων. Από την άλλη πλευρά η δεύτερη δοκιμασία (500 ψάρια) αποτελούνταν από διπλές ομάδες ψαριών με μέσο αρχικό βάρος 33 g. Ακολούθησαν πρόγραμμα στέρησης τροφής. Πιο συγκεκριμένα η τροφή περιορίστηκε σε 90% 80% 70% για 90 ημέρες. Στην συνέχεια όλες οι ομάδες σιτίζονταν μέχρι κορεσμού για 34 ημέρες. Κατά τη διάρκεια της περιόδου περιορισμού των ζωοτροφών, η ανάπτυξη σχετίζεται άμεσα με την πρόσληψη τροφής, ενώ κατά τη διάρκεια της περιόδου επαναδιατροφής η ανάπτυξη των ψαριών συσχετίστηκε αντίστροφα με το προηγούμενο επίπεδο σίτισης. Στο τέλος της δεύτερης δοκιμασίας (trial 2) δεν εμφανίστηκαν διαφορές στο σωματικό βάρος των ψαριών ανάμεσα στις ομάδες. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι τα ψάρια θα πρέπει να σιτίζονται καθημερινά εξαιτίας ότι αυτοί οι κύκλοι των μικρών περιόδων στέρησης τροφής επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη τους. Αντίθετα, από μια σχετικά μακρά περίοδο περιορισμού των ζωοτροφών, τα ψάρια εμφανίζουν αντισταθμιστική ανάπτυξη, και αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια διαχειριζόμενη στρατηγική διαχείρισης για τον έλεγχο της παραγωγής στις εμπορικές συναλλαγές.

Σε πείραμα χρονικής διάρκειας 60 ημερών έγινε μελέτη στο είδος *Sparus aurata* για να αν μπορεί να εμφανίσει πλήρη αντιστάθμιση κατά την διάρκεια στέρησης τροφής και να διερευνηθεί εάν αυτή η περίοδος ασιτίας μπορεί να βελτιώσει το συντελεστή μετατρεψιμότητας τροφής (F.C.R). Για τις 30 πρώτες ημέρες του πειράματος 4 ομάδες ψαριών υποβλήθηκαν σε προγράμματα ασιτίας-διατροφής. Στις άλλες 30 ημέρες, μέχρι το

τέλος του πειράματος, τα ψάρια όλων των ομάδων σιτίζονταν μέχρι κορεσμού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ομάδες εμφάνισαν χαμηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης κατά την διάρκεια των 30 πρώτων ημερών αλλά παρουσίασαν αύξηση αντιστάθμιση για τις υπόλοιπες μέρες του πειράματος. Επίσης έγινε και η μελέτη για την αύξηση μήκους των ιχθύων. Πιο συγκεκριμένα η ανάλυση έδειξε ότι η συνάρτηση von Bertalanffy στο μήκος, κατά την διάρκεια του δεύτερου μισού του πειράματος, δεν έδειξε να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των δυο ομάδων. Αυτό οδήγησε στους ερευνητές να εξάγουν το συμπέρασμα ότι τα ψάρια δεν κατάφεραν να αντισταθμίσουν την ανάπτυξη τους στο μήκος. Προκύπτει λοιπόν ότι οποιαδήποτε επιβράδυνση της ανάπτυξης σε μήκος περιορίζεται σε μια μόνιμη απώλεια βάρους γι αυτό το λόγο πρέπει να γίνεται και η διερεύνηση του μήκους όταν μελετάμε την αύξηση αντιστάθμιση βάρους των ψαριών. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η μείωση της σίτισης που μειώνει την ανάπτυξη μειώνει μόνιμα το μέγιστο εφικτό βάρος των ψαριών (Lav Bavecic et al. 2010)

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να προσδιοριστούν τα αποτελέσματα των κύκλων ασιτίας και διατροφής σχετικά με την ανάπτυξη και τη χημική σύνθεση του σώματος των νεαρών ψαριών του είδους *Oncorhynchus mykiss*. Συνολικά 360 νεαρά με αρχικά μέσα βάρη (IW) $8,46 \pm 0,07$ g τοποθετήθηκαν σε δεξαμενές των 400 λίτρων εις τριπλούν για κάθε ομάδα, με 30 ψάρια ανά δεξαμενή. Η ομάδα ελέγχου σιτίζονταν καθημερινά για 10 εβδομάδες όπου ήταν και η συνολική χρονική διάρκεια του πειράματος. Οι τρεις άλλες ομάδες ακολούθησαν τα εξής προγράμματα ασιτίας-διατροφής. Για την πρώτη ομάδα (S1) τηρήθηκε 1 ημέρα ασιτία και 6 ημέρες σίτιση η δεύτερη ομάδα (S2) 2 ημέρες ασιτία και 5 ημέρες σίτιση και η τρίτη ομάδα (S3) 3 ημέρες ασιτία και 4 ημέρες σίτιση. Στο τέλος της μελέτης, η S1 είχε την καλύτερη απόδοση ανάπτυξης (τελικό βάρος, συγκεκριμένο ρυθμό ανάπτυξης, μέση ημερήσια ανάπτυξη) όλων των δοκιμαστικών ομάδων ($P < 0,05$). Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (F.C.R) ήταν σημαντικά χαμηλότερος στις ομάδες πείνας S1, S2 και S3 από ό, τι στον έλεγχο ($P < 0,05$) (Tasbozan et al. 2016).

Η μελέτη από τους Turkmen et al. (2012) αφορούσε το είδος *Dicentrarchus labrax*. Τα ψάρια (10,5 g) φυλάσσονταν σε 15 δεξαμενές με 25 ψάρια ανά δεξαμενή. Πέντε διαφορετικά καθεστώτα διατροφής ελέγχθηκαν σε τριπλές ομάδες δεξαμεμών: C Satiation: όπου σιτίζονταν συνεχόμενα για 60 ημέρες, η ομάδα C Restricted: 25% περιορισμένη διατροφή, η ομάδα SR: 1 ημέρα ασιτίας έπειτα 4 μέρες σίτιση, η ομάδα RF: 1 ημέρα ασιτία και από 4 ημέρες σίτιση και τέλος η ομάδα SF: 1 ημέρα ασιτία και 4 ημέρες για τη διατροφή. Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών στην ομάδα C Satiation ήταν ($2,5 \pm 0,06\%$ ημέρα 1), η ομάδα SF ($2,5 B \pm 0,11\%$ ημέρα 1) και η ομάδα RF ($2,4 B \pm 0,18\%$ ημέρα 1) ήταν σημαντικά υψηλότερος

από εκείνη του C Restricted ($2,2 \pm 0,05\%$ ημέρα 1) ή της ομάδας SR ($2,0 B \pm 0,01\%$ ημέρα 1). Τα ψάρια στην ομάδα SF ήταν σε θέση να προσεγγίσουν τις τιμές της ομάδας C Satiation. Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στους συντελεστές μετατροπής της τροφής, αλλά οι ομάδες RF και SF κατανάλωσαν περίπου 34% περισσότερη τροφή από την C Satiation μετά την πρώτη μέρα επανασίτισης τους.

Διεξήχθη ένα πείραμα διάρκειας 12 εβδομάδων από τους Yan Wang et al. (2009) για την εκτίμηση της αντισταθμιστικής αύξησης των (6,6 g) Νιλών τιλάπια (*Oreochromis niloticus* L.) Για το λόγο αυτό κατασκευάστηκαν τέσσερα προγράμματα ασιτίας-διατροφής πιο συγκεκριμένα 1 εβδομάδα ασιτία και 2 εβδομάδες διατροφή για την ομάδα S1F2, 2 εβδομάδες στέρησης τροφής και 4 εβδομάδες διατροφής για την ομάδα S2F4 και η ομάδα S4F8 ακολούθησε 4 εβδομάδων στέρησης τροφής και 8 εβδομάδων σίτισης. Ακόμα υπήρχε μια ομάδα που αποτέλεσε τον μάρτυρα όπου σιτίζονταν 2 φορές την ημέρα καθόλη την διάρκεια του πειράματος. Στο τέλος αυτών των προγραμμάτων ασιτίας-διατροφής οι ομάδες S1F2, S2F4, S4F8 είχαν υψηλότερο ειδικό ρυθμό αύξησης (S.G.R) από ότι οι μάρτυρες αλλά δεν κατάφεραν να προσεγγίσουν σε τιμές τα βάρη της ομάδας του μάρτυρα.

Σε αυτήν την εργασία μελετήθηκε η επίδραση της περιορισμένης διατροφής στην ανάπτυξη, στην αποτελεσματικότητα της τροφής και στη σύνθεση του σώματος σε νεαρά άτομα (6,4 g) του είδους *Sparus aurata*. Τα ψάρια τοποθετήθηκαν σε 12 δεξαμενές όπου κάθε δεξαμενή είχε 16 άτομα. Τέσσερα διαφορετικά προγράμματα τροφοδοσίας δοκιμάστηκαν σε τριπλές ομάδες νεαρών ψαριών: Η ομάδα του μάρτυρα σιτίζονταν για 48 ημέρες, Η πρώτη ομάδα (S1) τηρούσε ασιτία για 1 ημέρα και στη συνέχεια σιτίζονταν για 2 ημέρες, η δεύτερη ομάδα (R2) έφτανε σε 50% κορεσμού για 2 ημέρες και στη συνέχεια επανασιτίζονταν σε πλήρη κορεσμό για 2 ημέρες, και η τρίτη ομάδα (R6) έφτανε σε 50% κορεσμού για 6 ημέρες και στη συνέχεια σιτίζονται σε πλήρη κορεσμό για άλλες 6 ημέρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα ψάρια που υποβλήθηκαν σε περιορισμένα προγράμματα διατροφής δεν μπόρεσαν να προσεγγίσουν τις τιμές αυτών από την ομάδα του μάρτυρα. Ο ειδικός ρυθμός αύξησης (S.G.R) των ψαριών στον έλεγχο ήταν σημαντικά υψηλότερος από εκείνους στους S1, R2 και R6, οι οποίοι δεν ήταν διέφεραν σημαντικά ο ένας από τον άλλο (Eroldogan et al 2008). Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 13) παρατίθενται συγκεντρωτικά οι εργασίες, που μελετήθηκαν.

Συμπερασματικά, στην παρούσα εργασία, η ομάδα της μεταχείρισης δεν κατάφερε να προσεγγίσει τις τιμές της ομάδας του μάρτυρα και έτσι δεν παρατηρήθηκε πλήρης ή μερική αύξηση αντιστάθμισης. Επίσης, τα άτομα της μεταχείρισης εμφάνισαν πιο αργούς ρυθμούς αύξησης από αυτούς στην ομάδα του μάρτυρα.

Πίνακας 13 Σύνοψη πειραματικών εργασιών.

Είδος ψαριού	Συγγραφέας	Διάρκεια πειράματος	Ομάδες	Πρωτόκολλο διατροφής	Είδος αντιστάθμισης
<i>Sparus aurata</i>	Καραμαλίγκας Κ. (2013)	48 ημέρες	2 Ομάδες (Μάρτυρα Μεταχείριση)	Μάρτυρας: σιτίζονταν όλες τις ημέρες Μεταχείριση: 6 ημέρες σίτιση / 6ημέρες ασιτία	Καμία
<i>Scophthalmus maximus</i>	Blanquet et al. (2010)	83 ημέρες (1 ^η δοκιμασία) 124 ημέρες (2η δοκιμασία)	2 Δοκιμασίες	1 Δοκιμασία: σιτίζονταν για 7,6,5,4 ημέρες την εβδομάδα 2 Δοκιμασία: στέρηση τροφής στα 90%, 80%, 70% , στην συνέχεια επανασιτίστηκαν 34 ημέρες	Καμία
<i>Sparus aurata</i>	Eroldogan et al. (2008)	48 ημέρες	4 Ομάδες (Control group, S1, R2, R6)	S1: ασιτία 1 ημέρα σίτιση 2 ημέρες R2: σίτιση για 2 ημέρες μέχρι να φτάσει 50% κορεσμού και σιτίζονταν για άλλες 2 ημέρες κανονικά R6: σίτιση για 6 ημέρες μέχρι 50% κορεσμού και σιτίζονταν για άλλες 6 ημέρες μέχρι πλήρης κορεσμό	Καμία
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Sevgili et al (2013)	84 ημέρες	5 Ομάδες (Control, S1, S2, S3, S4)	S1: ασιτία 1 εβδομάδα	Καμία
<i>Oreochromis niloticus</i>	Yan Wang et al (2009)	12 εβδομάδες	4 Ομάδες (Control, S1F2, S2F4, S4F8)	Control: σίτιση όλες τις ημέρες S1F2: 1 εβδομάδα ασιτία 2 εβδομάδες σίτιση S2F4: 2 εβδομάδες ασιτία 4 εβδομάδες σίτιση S4F8: 4 εβδομάδες ασιτία	Καμία

				8 εβδομάδες σίτιση	
<i>Carassius aurata</i>	Ευαγγελίδης Π. (2009)	9 εβδομάδες	3 Ομάδες (Ομάδα ελέγχου Α, ομάδα Β, ομάδα Γ)	Α: σίτιση καθημερινά με 1,5% σωματικού βάρους Β: ασιτία 1 εβδομάδα διατροφή 1 εβδομάδα Γ: ασιτία 3 εβδομάδες σίτιση 3 εβδομάδες	Μερική Μόνο στην Γ ομάδα
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Aysun A. et al. (2015)	50 ημέρες	4 Ομάδες (Control, G1, G2, G3)	Control: σιτίζονταν 3 φορές την ημέρα για 50 ημέρες G1: 2 ημέρες ασιτία, 8 ημέρες διατροφή G2: 5 ημέρες ασιτία, 20 ημέρες διατροφή G3: 10 ημέρες ασιτία και 40 ημέρες διατροφή	Μερική
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Gabriel et al. (2018)	60 ημέρες	4 Ομάδες (Control, 2DD2DRF, 2DD3DRF, 2DD4DRF)	Control: σιτίζονταν καθημερινά 3 φορές για 60 ημέρες 2DD2DRF: 2 ημέρες ασιτία 2 ημέρες σίτιση 2DD3DRF: 2 ημέρες ασιτία 3 ημέρες σίτιση 2DD4DRF: 2 ημέρες ασιτία 4 ημέρες σίτιση	Μερική
<i>Sparus aurata</i>	Eroldogan et al. (2006)	7 εβδομάδες	5 Ομάδες (Control, S2, S4, S7, S7/Rf14)	Control: σίτιση καθημερινά για 7 εβδομάδες S2: ασιτία για 2 ημέρες, επανασίτιση με τροφή 20% λιγότερο από Control S4: ασιτία για 4 ημέρες, επανασίτιση με τροφή 20% λιγότερο από Control S7: ασιτία 7 ημέρες, επανασίτιση με τροφή 20% λιγότερο από Control	Μερική

				S7/Rf14: 3 κύκλους με 1 εβδομάδα ασιτία και 2 εβδομάδες σίτιση.	
<i>Acipenser sinensis</i>	Liu et al. (2011)	70 ημέρες	5 Ομάδες (S0, S3, S7, S14, S28)	S0: σιτίζονταν καθημερινά για 70 ημέρες S3: ασιτία για 3 ημέρες S7: ασιτία για 7 ημέρες S14: ασιτία για 14 ημέρες S28: ασιτία για 28 ημέρες	Πλήρης στις ομάδες S3, S7 Μερική στις ομάδες S14, S28
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Ali et al (2001)	8 εβδομάδες	2 Ομάδες (Μάρτυρα, Μεταχείριση)	Μάρτυρα: σιτίζονταν καθημερινά για 8 εβδομάδες Μεταχείριση: ασιτία 1 εβδομάδα και επανασίτιση και ασιτία 2 εβδομάδες και επανασίτιση	Πλήρης μετά από 1 εβδομάδα ασιτίας Μερική μετά από 2 εβδομάδες ασιτίας
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Tasbozan et al (2016)	10 εβδομάδες	4 Ομάδες (Control, S1, S2, S3)	Control: σιτίζονταν καθημερινά για 10 εβδομάδες S1: 1 ημέρα ασιτία 6 ημέρες σίτιση S2: 2 ημέρες ασιτία 5 ημέρες σίτιση S3: 3 ημέρες ασιτία 4 ημέρες σίτιση	Πλήρης μόνο η ομάδα S1
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Turkmen et al. (2012)	60 ημέρες	5 Ομάδες (C Satiation, C Restricted, SR, RF, SF)	C Satiation: σιτίζονταν για 60 ημέρες C Restricted: περιορισμένη τροφή 25% SR: 1 ημέρα ασιτία 4 ημέρες σίτιση RF: 1 ημέρα ασιτία 4 ημέρες σίτιση	Πλήρης

				SF: 1 ημέρα ασιτία 4 ημέρες σίτιση	
<i>Pargus major</i>	Sung-Yong Oh et al. (2007)	9 εβδομάδες	4 Ομάδες (Control, F1, F2, F3)	Control: σιτίζονταν καθημερινά για 9 εβδομάδες F1: ασιτία 1 εβδομάδα κατά την 3η εβδομάδα του πειράματος F2: ασιτία 2 εβδομάδες μεταξύ 2η-3ης εβδομάδας F3: ασιτία 3 εβδομάδες από την 1η μέχρι την 3η εβδομάδα του πειράματος	Πλήρης
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Zhu et al. (2003)	9 εβδομάδες	2 Ομάδες (Μάρτυρα, Μεταχείριση)	Μάρτυρα: σιτίζονταν καθημερινά για 9 εβδομάδες Μεταχείριση: ασιτία 1 εβδομάδα και επανασίτιση και ασιτία 2 εβδομάδες και επανασίτιση	Πλήρης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Γιαννακός Κ., Παπαδόπουλος Π., Παπαϊωάννου Α., Σπανοπούλου Ε. (2017). «Εκτίμηση της αύξησης της τσιπούρας μετά από μείωση της ποσότητας της χορηγούμενης τροφής κατά 50%. Προπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Βόλος.
- Ευαγγελίδης Π. (2009). Η επίδραση της εναλλασσόμενης διατροφής στην ανάπτυξη του χρυσόψαρου (*Carassius auratus*, Linnaeus 1758). Προπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Καβαλαράκης Α., Καριπίδης Φ., Παναγιωτόπουλος Α., Μυλωνάς Γ. (2016). Επίδραση χορήγησης του μειωμένου επιπέδου τροφής (75%) στην αύξηση της τσιπούρας σε συνθήκες εντατικής εκτροφής. Προπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Καραμαλίγκας Κ. (2013). Επίδραση εναλλασσόμενων διαστημάτων διατροφής – ασιτίας στην ανάπτυξη εντατικά εκτρεφόμενων ψαριών. Προπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Κλαουδάτος Σ. και Κλαουδάτος Δ. (2012) «Καλλιέργειες φυτικών και εκτροφές υδρόβιων ζωϊκών οργανισμών». Εκδόσεις Προπομπός, Αθήνα.
- 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.
- Πανταρίδης Κ. (2005). Διερεύνηση του φαινομένου της αντιστάθμισης στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας (*Sparus aurata* L.). Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Παπαϊωάννου Β. (2013). Ανάπτυξη αντιστάθμισης και παραλλακτικότητα μεγεθών σε εντατικά εκτρεφόμενα ψάρια. Προπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Παπανικολάου Γ. (2016). Η επίδραση του πρωτοκόλλου χορήγησης τροφής (ασιτία-επαναδιατροφή) στην αύξηση της τσιπούρας *Sparus aurata*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Χώτος, Γ., Ρογδάκης, Ι (2010) «Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών λαβράκι & τσιπούρα τεχνικές της αναπαραγωγής και πάχυνσης». Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα

Ξένη Βιβλιογραφία

- Adakli A. and Tasbozan O. (2015). *The Effects of Different Cycles of Starvation and Refeeding on Growth and Body Composition on European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*)* Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 15: 419-427.
- Ali M, Zhu X., Cui Y and 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.
- Ali M, Nicieza A, Wootton R.J (2003). *Compensatory growth in fishes: a response to growth depression.* Fish and Fisheries 4, 147-190.
- Bavcevic L., Klanjscek T., Karamarko V., Anicic I., Legovic T., (2010). *Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight but not length.* Aquaculture 301: 57–63.
- Blanquet I. and Oliva-Teles A. (2010). *The effect of feed restriction on performance of turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles under commercial rearing conditions.* Aquaculture Research, 41(8): 1255-1260.
- Chatakondi N.G, and Yant R.D. (2001). *Application of compensatory growth to enhance production in channel catfish *Ictalurus punctatus*.* Journal of World Aquaculture Society of 32, 278- 285.
- Eroldoğan O.T., Kumlu M., Kiriş G.A., Sezer B. (2006). *Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding Protocols.* Aquaculture Nutrition, 12(3): 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 World Aquaculture Society, 39 (2): 267-274.
- Foss A. and 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.
- Gabriel N.N., Omoregie E., Martin T., Kukuri L., Shilombwelwa L. (2018). *Compensatory growth response in *Oreochromis mossambicus* submitted to short-term cycles of feed deprivation and refeeding.* Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 18: 161-166.
- Hayward R.S. and Wang N. (2001). *Failure to induce overcompensation of growth in maturing yellow perch.* Journal of Fish Biology 59, 126-140.

- Hayward R.S. Wang N. and Noltie D.B. (2000). *Group holding impedes compensatory growth of hybrid sunfish*. Aquaculture 183, 299-305.
- Jobling M, Meloy O.H. dos Santos, J. and Christiansen, B. (1994). *The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history*. Aquaculture International 2, 75-90.
- Liu W., Wei Q.W., Wen H., Jiang M., Wu F., Shi Y. (2011). *Compensatory growth in juvenile Chinese sturgeon (Acipenser sinensis): effects of starvation and subsequent feeding on growth and body composition*. Journal of Applied Ichthyology, 27: 749- 754.
- Oh S.Y., Noh C.H., Cho S.H. (2007). *Effect of restricted feeding on compensatory growth and body composition of red sea bream, Pagrus major*. Journal of the World Aquaculture Society, 38: 443 – 449.
- Purchase C.F. and 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.
- Sevigili H., Belgin H., Yilmaz E., Mahir K. (2012). *Compensatory growth after various levels of dietary protein restriction in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture 344-349 126-134.
- Sevigili H., Hoşsu B., Emre Y., Kanyılmaz M. (2013). *Effect of various of single phase starvation on compensatory growth in rainbow trout under summer conditions (Oncorhynchus mykiss)*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 465-477.
- Tasbozan O, Emre Y, Gokce M.A, Erbas C, Ozcan F, and Kivrak E (2016) *The effects of different cycles of starvation and re-feeding on growth and body composition in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss, Walbaum, 1792)* J. Appl. Ichthyol. 32, 583–588.
- Turkmen S., Eroldogan O., Yilmaz A. , Olculu A., Inan A., Ercen Z., Tekeliogu N. (2012). *Compensatory growth response of European sea bass (Dicentrarchus labrax L.) under cycled starvation and restricted feeding rate*. Aquaculture Research 43, 1643–1650.
- Yan Wang, Cui Li, Jian G Qin & Hua Han (2009). *Cyclical feed deprivation and refeeding fails to enhance compensatory growth in Nile tilapia, Oreochromis niloticus L*. Aquaculture Research 40, 204-210.
- Zhu, X., Wu, L., Cui, Y., Yang, Y. and Wootton, R.J. (2003). *Compensatory growth in three-spined stickleback in relation to feeddeprivation protocols*. Journal of Fish Biology 62, 195-205

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

[https://www.fgm.com.gr/uploads/file/FGM_18_GR\(2\).pdf](https://www.fgm.com.gr/uploads/file/FGM_18_GR(2).pdf)

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en

<http://www.fishbase.org/summary/1164>

<https://www.biomar.com/en/turkey/products-and-species/sea-bream/>

<http://www.ifpri.org/publication/future-fish-issues-and-trends-2020>

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effects of starvation and re-feeding cycles on growth performance of sea bream population. The experiment was conducted for six weeks following two starvation-refeeding cycles. For this purpose a total of 137 juveniles were randomly divided into six tanks with an initial mean weight of $25,95 \pm 0,63$ g and initial mean length of $12,15 \pm 0,09$ cm. During the experiment the juveniles were distributed into two groups. The control group was fed every day, whereas the feeding schedule of the other group was 2 weeks starvation followed by 1 week re-feeding for every cycle. In total, 3 samplings were taken, and statistical analysis was carried out in order to determine whether there were statistically significant differences, among the replicates of each group, analyzing data in fish weight and length. Also, total weight and length of the fish were compared between the two breeding groups. There was no statistically significant differences among the groups ($P > 0.05$). The treatment group showed no compensatory growth. The growth rates of the control group were faster in contrast to the other group. As a result, the final weight of control group was fluctuated at $48,38 \pm 10,72$ g and the final length at $15,05 \pm 1,04$ cm and the final weight of treatment group was $30,71 \pm 9,27$ g and the final length was $13,10 \pm 1,16$ cm, respectively. The feed conversion ratio (F.C.R) of treatment group was more efficient than the control group with rate 1,1 instead of 1,37 of control group.