

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η επίδραση της ιχθυοφόρτισης στην ανάπτυξη της τσιπούρας σε συνθήκες εντατικής εκτροφής»

ΧΑΤΖΗΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΒΟΛΟΣ 2021

«Η επίδραση της ιχθυοφόρτισης στην ανάπτυξη της τσιπούρας σε συνθήκες εντατικής εκτροφής»

(Density effect on growth of sea bream during intensive aquaculture conditions).

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Παναγιωτάκη Π., Υδατοκαλλιέργειες, Καθηγήτρια ΠΘ, Επιβλέπουσα
2. Γκολομάζου Ε., Προστασία-Ευζωία Ιχθύων, Επ. Καθηγήτρια ΠΘ, Μέλος
3. Νεοφύτου Ν., Υδατοκαλλιέργειες και Περιβάλλον, Αν. Καθηγητής ΠΘ, Μέλος

Στην οικογένεια μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, κα Παναγιώτα Παναγιωτάκη (Καθηγήτρια) για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους κ. Ν. Νεοφύτου (Αναπληρωτή καθηγητή) και κα Ε. Γκολομάζου (Επ. Καθηγήτρια) για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται παγκόσμια αύξηση στη ζήτηση των ψαριών, καθώς οι καταναλωτές προτιμούν υγιεινές τροφές με υψηλή βιολογική αξία. Ωστόσο οι διατροφικές ανάγκες των καταναλωτών δεν μπορούν να καλυφθούν αποκλειστικά από την αλιεία. Συνεπώς, οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν εναλλακτική λύση γι' αυτό το πρόβλημα. Στην Ελλάδα οι ιχθυοκαλλιέργειες παρουσιάζουν σημαντική ανάπτυξη με κύρια εκτρεφόμενα είδη την τσιπούρα και το λαβράκι. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της ιχθυοφόρτισης στην ανάπτυξη της τσιπούρας σε συνθήκες εντατικής εκτροφής. Γενικά η ιχθυοφόρτιση επηρεάζει την τσιπούρα σε πολλούς τομείς. Έρευνες έδειξαν ότι η υψηλή ιχθυοφόρτιση επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη της τσιπούρας, καθώς με την αύξηση της παρατηρείται μειωμένη ανάπτυξη. Τα ψάρια που εκτρέφονται σε χαμηλές ιχθυοφορτίσεις έχουν καλύτερη ανάπτυξη και είναι σπάνιο να παρουσιάσουν αλλαγές στην κατανάλωση της τροφής και ασθένειες. Επιπρόσθετα η υψηλή ιχθυοφόρτιση προκαλεί stress στην τσιπούρα, αποδυναμώνοντας το ανοσοποιητικό σύστημα και αφήνοντας την ευάλωτη απέναντι σε πιθανά παθογόνα. Επίσης μειώνεται η ενέργεια και το φυσικό προσδόκιμο ζωής της. Κατά κανόνα το stress αποτελεί απειλή για την υγεία των ψαριών, ειδικά όταν μετατρέπεται σε χρόνια. Τέλος, όσον αφορά την επίδραση της ιχθυοφόρτισης στην πρόσληψη της τροφής, αποτελέσματα πειραμάτων έδειξαν ότι η πρόσληψη της τροφής είναι χαμηλότερη στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Συνήθως, όσο υψηλότερη είναι η ιχθυοφόρτιση, τόσες περισσότερες πιθανότητες υπάρχουν για την εμφάνιση του κανιβαλισμού μεταξύ των ψαριών. Αντίθετα, υπήρχαν και πειράματα, όπου σύμφωνα με τ' αποτελέσματά τους συμπεραίνεται ότι η ιχθυοφόρτιση δεν επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την πρόσληψη της τροφής

Λέξεις κλειδιά: ιχθυοφόρτιση, τσιπούρα, ανάπτυξη, εντατική εκτροφή

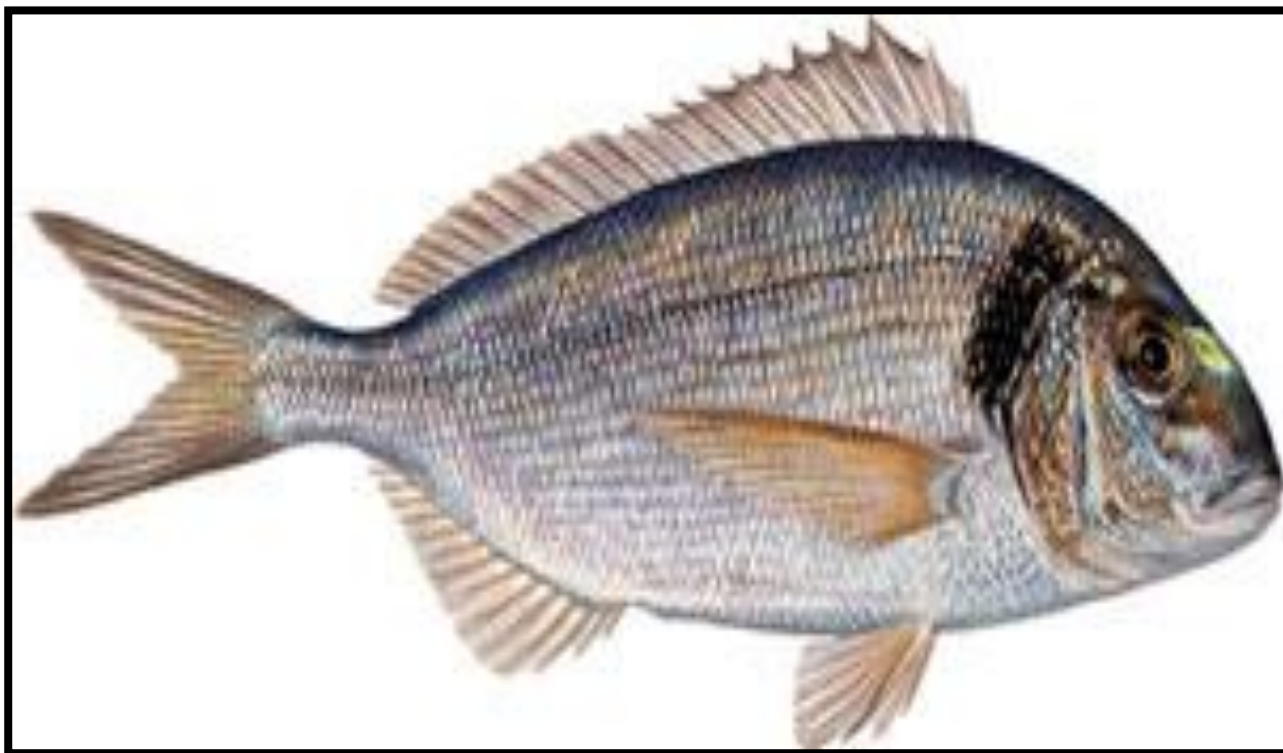
Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	Σελ.9
1.1. Η τσιπούρα.....	Σελ. 9
1.1.1. Συστηματική κατάταξη.....	Σελ. 9
1.1.2. Χαρακτηριστικά.....	Σελ. 10
1.1.3. Φυσικό περιβάλλον.....	Σελ. 10
1.1.4. Διατροφή/Διατροφική αξία.....	Σελ. 10
1.1.5. Αναπαραγωγή.....	Σελ. 11
1.1.6. Στοιχεία συμπεριφοράς και ανάπτυξη.....	Σελ. 11
1.1.7. Ασθένειες.....	Σελ. 12
1.2. Υδατοκαλλιέργεια.....	Σελ. 12
1.3. Ιχθυοφόρτιση.....	Σελ. 13
2. Εκτροφή.....	Σελ. 14
2.1. Συστήματα εκτροφής.....	Σελ. 14
2.1.1. Εκτατικό σύστημα.....	Σελ. 14
2.1.2. Ημιεντατικό σύστημα.....	Σελ. 14
2.1.3. Εντατικό σύστημα.....	Σελ. 15
2.2. Αναπαραγωγή.....	Σελ. 15
2.2.1. Γεννήτορες.....	Σελ. 15
2.2.2. Γεννήσεις και αυγά.....	Σελ. 16
2.2.3. Προνυμφικές και νυμφικές καλλιέργειες.....	Σελ. 16
2.3. Προπάχυνση.....	Σελ. 16
2.3.1. Μεταφορά.....	Σελ. 16
2.3.2. Ιχθυοφόρτιση και παροχή νερού.....	Σελ. 17
2.4. Πάχυνση.....	Σελ. 17
2.4.1. Πάχυνση σε κλωβούς.....	Σελ. 17
2.4.2. Πάχυνση σε δεξαμενές.....	Σελ. 18
2.5. Ιχθυοφόρτιση.....	Σελ. 18
2.5.1. Φυσιολογική δραστηριότητα.....	Σελ. 18
2.5.2. Ανάπτυξη.....	Σελ. 19
2.5.2.1. Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής.....	Σελ. 20
2.5.2.2. SGR.....	Σελ. 20
2.5.2.3. Βάρος.....	Σελ. 21
2.5.2.4. Μήκος.....	Σελ. 22
2.5.3. Κολυμβητική δραστηριότητα.....	Σελ. 23
2.5.4. Ήπαρ.....	Σελ. 24
2.5.4.1. Βάρος ήπατος και ηπατοσωματικός δείκτης.....	Σελ. 24
2.5.4.2. Χοληστερόλη.....	Σελ. 24
2.5.4.3. Τριγλυκερίδια.....	Σελ. 24
2.5.5. Κορτιζόλη.....	Σελ. 25
2.5.6. Γλυκόζη.....	Σελ. 27
2.5.7. Λυσοζύμη.....	Σελ. 28
2.5.8. Λακτάση.....	Σελ. 28
2.5.9. Αιματοκρίτης.....	Σελ. 29

2.5.10. Αιμοσφαιρίνη.....	Σελ. 29
2.5.11. Αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων.....	Σελ. 29
2.5.12. Αδρεναλίνη.....	Σελ. 30
2.5.13. Νοραδρεναλίνη.....	Σελ. 30
2.5.14. Μέση περιεκτικότητα ερυθροκυττάρων σε αιμοσφαιρίνη...	Σελ. 31
2.5.15. Μέσος κυτταρικός όγκος.....	Σελ. 31
2.5.16. Συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης.....	Σελ. 31
2.5.17. Δραστικότητα πρωτεΐσης.....	Σελ. 32
2.5.18. Δραστικότητα αντιπρωτεΐσης.....	Σελ. 32
2.5.19. Συνολική πρωτεΐνη.....	Σελ. 32
2.5.20. Αντιοξειδωτική ικανότητα.....	Σελ. 32
2.5.21. Υπεροξειδωση λιπιδίων.....	Σελ. 33
2.5.22. Αδρενοκορτικοτροπική ορμόνη.....	Σελ. 34
2.5.23. Αμινοτρανσφεράσηαλανλινης.....	Σελ. 34
2.5.24. HeatShockProteins.....	Σελ. 35
2.6. Επιβίωση.....	Σελ. 36
2.7. Πρόσληψη τροφής.....	Σελ. 36
2.8.Καταπόνηση.....	Σελ. 36
2.9.Ευζωΐα.....	Σελ. 38
2.9.1. Εκτίμηση δεικτών ευζωΐας ανάλογα με το στάδιο παραγωγής.....	Σελ. 39
2.9.1.1.Γεννήτορες.....	Σελ. 39
2.9.1.2. Προπάχυνση.....	Σελ. 39
2.9.1.3.Πάχυνση.....	Σελ. 40
2.9.2. Εκτίμηση δεικτών ευζωΐας ανάλογα με τις διαχειριστικές πρακτικές....	Σελ. 40
2.9.2.1.Μεταφορά.....	Σελ. 40
2.9.2.2.Διαλογή μεγεθών.....	Σελ. 40
2.9.2.3.Εφαρμογή κτηνιατρικών θεραπειών.....	Σελ. 40
2.9.2.4.Διατροφή.....	Σελ. 41
3. Συζήτηση-Συμπεράσματα.....	Σελ. 42
4. Βιβλιογραφία.....	Σελ. 45
4.1. Ελληνόγλωσση.....	Σελ. 45
4.2. Ξενόγλωσση.....	Σελ. 46
4.3. Ηλεκτρονική.....	Σελ. 49
5. ABSTRACT.....	Σελ. 50

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Η Τσιπούρα



1.1.1. Συστηματική κατάταξη

Συνομοταξία	Cordata
Υποσυνομοταξία	Vertebrata
Υπερομοταξία	Gnathostomata
Ομάδα	Ιχθύες
Κλάση	Osteichthyes
Υφομοταξία	Κρασοπτερυγία
Υπέρταξη	Teleostei
Τάξη	Perciformes
Υπόταξη	Percoidei
Οικογένεια	Sparidae
Γένος	<i>Sparus</i>
Είδος	<i>S. aurata</i>

Η τσιπούρα είναι ένα ψάρι της οικογένειας των Σπαρίδων. Αποτελεί ένα από τα κύρια ψάρια για τις ιχθυοκαλλιέργειες και το πιο εκτρεφόμενο είδος της Μεσογείου (Χώτος & Ρογδάκης 2010). Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα η τσιπούρα και το λαβράκι είναι τα δυο κύρια είδη που εκτρέφονται, με παραγωγή (έτος 2019) 65.300 τόνους και 55.200 τόνους αντίστοιχα (ΣΕΘ, 2020).

1.1.2. Χαρακτηριστικά

Έχει άσημο-γαλάζιο χρώμα στην κορυφή της ράχης της και ασημί, γαλάζιες, γκρι αποχρώσεις στα πλευρά. Επίσης εμφανίζει έναν χρυσοκίτρινο χρωματισμό ανάμεσα στους οφθαλμούς, το οποίο είναι πιο έντονο στα ενήλικα ψάρια, και έχει μια μαύρη κηλίδα στο κάλυμμα των βράγχων, στην αρχή της πλευρικής γραμμής. Σε κάθε βραγχιακό τόξο υπάρχουν 11-13 βραγχιόκανθες, ενώ κατά μήκος της πλευρικής γραμμής έχει 75-85 κυκλοειδή λέπια. Το σώμα της είναι στενόμακρο, παχύ και συμπιεσμένο πλευρικά. Ακόμα διαθέτει μεγάλα κτενοειδή λέπια, ένα ενιαίο ραχιαίο πτερύγιο, αποτελούμενο εν μέρει από ακανθώδεις ακτίνες, ένα διχαλωτό ουραίο πτερύγιο με μαύρες παρυφές κι ένα εδρικό πτερύγιο. Ο αριθμητικός τύπος των ακτινών του ραχιαίου και του εδρικού πτερυγίου είναι DXI/13-14 και AIII/11-12, αντίστοιχα. Όσον αφορά το κεφάλι, είναι μεγάλο με απότομο, κοντό ρύγχος που εκτείνεται ως το ύψος του μέσου των οφθαλμών. Το στόμα είναι ελαφρώς προεκτεινόμενο και τα δόντια ανόμοια, προσαρμοσμένα για σαρκοφαγία. Το μπροστινό τμήμα των σιαγόνων αποτελείται από έξι κωνοειδή δόντια, ενώ πλευρικά στην πάνω σιαγόνα έχει τέσσερις σειρές μυλοειδών δοντιών και τρεις-τέσσερις σειρές στην κάτω σιαγόνα. Τα μπροστινά δόντια είναι μυτερά, κυρτά και δυνατά. Πιο αναλυτικά, η τσιπούρα διαθέτει πολυάριθμα μυτερά δόντια και στις δυο γνάθους και πολυάριθμες σειρές χονδρών τραπεζιτών. Αυτό τη βοηθά στη σύνθλιψη των οστράκων. Το έντερο είναι ευθύ, κοντό και είναι ανθεκτικό στα σχίσματα που ίσως προκαλούνται από τα κελύφη. Το μέγιστο μήκος που μπορεί να φτάσει η τσιπούρα είναι 60cm , ενώ το κανονικό μήκος είναι 30-35cm (Νεοφύτου 2001). Το βάρος της είναι 17,2 kg με κανονικό βάρος να είναι τα 5 kg (Νεοφύτου 2001) και η μέγιστη ηλικία είναι τα 11 χρόνια σε συνθήκες αιχμαλωσίας, με κανονική τα 1,4-4,4 χρόνια.

1.1.3. Φυσικό περιβάλλον

Η τσιπούρα είναι ένα ευρύθερμο και ευρύαλο είδος που ζει τόσο στη θάλασσα, όσο και στις υφάλμυρες παράκτιες λιμνοθάλασσες και στις εκβολές ποταμών. Εντοπίζεται στη Μεσόγειο και στις ακτές του βορειοανατολικού Ατλαντικού από τη Μ. Βρετανία έως τη Σενεγάλη. Απαντάται σε βραχώδεις ή αμμώδεις βυθούς, ακόμη και σε υποθαλάσσια λιβάδια. Συνήθως τα νεαρά ψάρια παραμένουν σε χαμηλό βάθος μέχρι 30μ, ενώ τα ενήλικα ψάρια μπορούν να φτάσουν και σε πιο μεγάλα θαλάσσια βάθη με μέγιστο βάθος τα 150 μ (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

1.1.4. Διατροφή/ Διατροφική αξία

Η τσιπούρα αποτελεί σαρκοφάγο είδος, ενώ περιστασιακά μπορεί να τρέφεται και από φυτά. Οι διατροφικές της συνήθειες έχει αποδειχτεί ότι εξαρτώνται από το μέγεθός της

(Χώτος & Ρογδάκης 2010). Για παράδειγμα τα μικρά ιχθύδια τρέφονται με πολύχαιτους, ενώ τα μεγαλύτερα ιχθύδια τρέφονται με καρκινοειδή.

Είναι είδος, όπου σχηματίζει κοπάδια, είτε πολυμελή είτε ολιγομελή, ενώ έχει παρατηρηθεί ορισμένες φορές τα μεγάλα θηλυκά να βρεθούν να κυνηγούν μόνα τους για μια περίοδο. Η διατροφική της αξία φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας1. Διατροφική αξία (ανά 100 gr)

E (kj)	596
E (kcal)	142
Λιπαρά (gr)	6,6
Κορεσμένα λιπαρά (gr)	1,24
Υδατάνθρακες (gr)	<1
Σάκχαρα (gr)	0
Πρωτεΐνες (gr)	20,6
Αλάτι (%)	0,3
Ω3 (gr)	0,95

Πηγή: thehealthlab.gr (2020)

1.1.5. Αναπαραγωγή

Αυτό το είδος είναι ερμαφρόδιτο και συγκεκριμένα πρωτανδρικό ερμαφρόδιτο. Αυτό σημαίνει ότι όλος ο πληθυσμός λειτουργεί ως ένα σύνολο αρσενικών ατόμων μέχρι το τέλος του δεύτερου έτους. Μετά γίνεται η αλλαγή του φύλου και αρχίζουν να εμφανίζονται θηλυκά άτομα στο τέλος του δεύτερου και αρχή του τρίτου έτους. Όμως το σύνολο των ατόμων δεν επηρεάζεται από τη σεξουαλική αναστροφή, καθώς μερικά άτομα παραμένουν αρσενικά σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτό το φαινόμενο είναι η ηλικία και είναι πιθανό να το επηρεάζουν το βάρος και η διατροφή. Συγκεκριμένα στην αιχμαλωσία επηρεάζεται και από κοινωνικούς και ορμονικούς παράγοντες. Η σεξουαλική ωριμότητα αναπτύσσεται στ' αρσενικά ηλικίας 2 ετών (20-30cm) και στα θηλυκά ηλικίας 2-3 ετών (33-40cm). Η περίοδος ωοτοκίας είναι τον Οκτώβριο-Δεκέμβριο, όπου τα θηλυκά μπορούν να γεννήσουν 20.000-80.000 αυγά τη μέρα για 4 μήνες (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

1.1.6. Στοιχεία συμπεριφοράς και ανάπτυξη

Η τσιπούρα χαρακτηρίζεται ως στατικό ψάρι, το οποίο στο φυσικό περιβάλλον ζει απομονωμένο ή σε μικρές συναθροίσεις. Όπως προαναφέρθηκε είναι κυρίως σαρκοφάγο είδος, όπου την Άνοιξη μεταναστεύει προς τις υφάλμυρες παράκτιες λιμνοθάλασσες για αναζήτηση τροφής και ηπιότερων θερμοκρασιών. Τα βέλτιστα όρια

θερμοκρασίας είναι 4-32°C, με μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης στους 22-24°C. Στο τέλος του φθινοπώρου η τσιπούρα επιστρέφει στην ανοιχτή θάλασσα, όπου τα ενήλικα ψάρια αναπαράγονται. Όσον αφορά την ανάπτυξη, είναι πολύ γρήγορη, γεγονός που προσδίδει μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον για τις ιχθυοκαλλιέργειες. Συγκεκριμένα, μια τσιπούρα τριών ετών μπορεί να φτάσει σε μήκος τα 40-45 cm και βάρος τα 600-800 gr σε υφάλμυρα νερά και 25-30 cm με βάρος 400-500 gr σ' αλμυρά νερά (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

1.1.7. Ασθένειες

Η τσιπούρα, όπως και όλα τα είδη, κινδυνεύει από κάποιες ασθένειες. Για κάποιες υπάρχει θεραπεία ενώ για κάποιες άλλες όχι. Αυτές οι ασθένειες είναι η Παστεριδίωση, η Vibriosis και το Χειμερινό σύνδρομο, οι οποίες οφείλονται σε βακτήρια. Επίσης η Λεμφοκύστη οι οποία οφείλεται σε ιό (Muniesa et al. 2019).

1.2. Υδατοκαλλιέργεια

Η υδατοκαλλιέργεια αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο τομέα στην αλιευτική παραγωγή παγκοσμίως. Ο κύριος στόχος των υδατοκαλλιεργειών είναι η άμεση παραγωγή αλιευμάτων ευρείας κατανάλωσης και η παραγωγή υδρόβιων οργανισμών, οι οποίοι χρησιμοποιούνται είτε ως τροφή για τα εκτρεφόμενα είδη, είτε στην παραγωγή διατροφικών και φαρμακευτικών προϊόντων ή προϊόντων βιοτεχνολογίας. Ακόμα, ένας άλλος στόχος είναι η παραγωγή καλλωπιστικών ειδών(ψάρια ενυδρείου) και η παραγωγή γόνου (αυγά, προνύμφες, νεαρά άτομα) με σκοπό τον εμπλουτισμό φυσικών αποθεμάτων. Στην Ελλάδα, οι ευνοϊκές θερμοκρασίες, οι φυσικοχημικές παράμετροι των θαλασσών, η μορφολογία των ακτών (16.500 km), το πλήθος των νησιών (3000) και η επιτυχής εφαρμογή του συστήματος εντατικής εκτροφής ιχθύων σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς, σε συνδυασμό με το έντονο επενδυτικό ενδιαφέρον καθώς και τις ευνοϊκές συνθήκες αγοράς, είχαν σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη του κλάδου των υδατοκαλλιεργειών το 1985 σε πολύ μεγάλο βαθμό, έτσι ώστε να κατακτήσει την κορυφή μεταξύ των χωρών της ευρωπαϊκής ένωσης όσον αφορά την παραγωγή των ανταγωνιστικών προϊόντων και μα διαθέτει ένα υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας (Πράπας, 2000). Τα δυο κύρια είδη που εκτρέφονται στην Ελλάδα είναι η τσιπούρα (*Sparus aurata*) και το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*). Συγκεκριμένα, η τσιπούρα έχει τα εξής θετικά χαρακτηριστικά:

- Εκμεταλλεύεται τη φυσική παραγωγή της λεκάνης σε βενθικούς ασπόνδυλους οργανισμούς
- Έχει πολύ καλή αγορά
- Εκτρέφεται μ' επιτυχία
- Είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά

1.3. Ιχθυοφόρτιση

Η ιχθυοχωρητικότητα, κατά τους Huguenin & Colt (1989), είναι ο βασικός στόχος της ιχθυοκαλλιέργειας. Δηλαδή η παραγωγή όσο το δυνατό περισσότερων ψαριών στον μικρότερο δυνατό όγκο, σ' ένα σύστημα εκτροφής. Με άλλα λόγια, είναι η έκφραση της ικανότητας φόρτισης σε βιομάζα ψαριών ενός συστήματος εκτροφής, η οποία καθορίζεται από τις βιολογικές δυνατότητες του είδους, το σύστημα και τα χαρακτηριστικά εκτροφής. Μπορεί να εκφραστεί με διάφορα μεγέθη, όπου τα πιο εύχρηστα και γνωστά είναι η ιχθυοπυκνότητα και η ιχθυοφόρτιση.

Κατά τη ρύθμιση της ιχθυοφόρτισης είναι αναγκαίο να δοθεί προσοχή στα εξής:

Πρέπει να ρυθμιστεί μ' ένα τρόπο ώστε να μην επηρεάζει την ακεραιότητα των ψαριών ή την συμπεριφορά τους

Πρέπει να είναι σύμφωνη με την φυσιολογία και την ηθολογία κάθε είδους

Η διαλογή των ψαριών σε μεγέθη δεν πρέπει να επηρεάζει την ευημερία τους ή να οδηγήσει σε ιεραρχική και ανταγωνιστική συμπεριφορά

Τα ψάρια πρέπει να είναι σε θέση να διαμορφώνουν τη συμπεριφορά σύμφωνα με την ηθολογία τους.

Η περιεκτικότητα του οξυγόνου στο νερό πρέπει να ικανοποιεί τις φυσιολογικές απαιτήσεις των ψαριών (Πέττας 2008).

Γενικά η πυκνότητα εκτροφής (P) εκφράζεται με το βάρος της εκτρεφόμενης βιομάζας (M) σε kg, προς τον όγκο εκτροφής (V) σε m³. Αποτελεί πλήρη έκφραση της ιχθυοχωρητικότητας των συστημάτων εκτροφής στις περιπτώσεις όπου ο ρυθμός ανανέωσης νερού είναι σταθερός ή δεν είναι άμεσα μετρήσιμος (όπως στους κλωβούς). Η μονάδα μέτρησης είναι κυρίως τα kg/m³ ενώ υπάρχουν κι άλλες μονάδες μέτρησης πχ. άτομα/m³, όπου μπορεί να εκφραστεί η ιχθυοχωρητικότητα αν δοθεί το μέσο ατομικό βάρος των ψαριών (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

2. ΕΚΤΡΟΦΗ

2.1. Συστήματα εκτροφής

Η τσιπούρα μπορεί να εκτραφεί σε εκτατικά, εντατικά και ημι- εντατικά συστήματα

2.1.1. Εκτακτικό σύστημα

Τα συστήματα αυτά βασίζονται στην αλίευση ευρύαλων ψαριών, κατά τη φυσική τους μετανάστευση, και στηρίζονται σε ιχθυοσυλληπτικές μεθόδους, όπως είναι οι ιχθυοπαγίδες. Σε όλη τη διάρκεια του κύκλου παραγωγής, τα ψάρια τρέφονται μόνο από τους φυσικούς πόρους της λιμνοθάλασσας. Αυτή η παραδοσιακή πρακτική βασίζεται στην απρόβλεπτη και περιορισμένη παραγωγή ιχθυδίων στη φύση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τον εμπλουτισμό με επιπλέον ιχθύδια, τα οποία προέρχονται από εκκολαπτήρια ή από άλλες περιοχές. Με τη χρήση αυτού του συστήματος, η τσιπούρα φτάνει το πρώτο εμπορικό μέγεθος, το οποίο είναι 350 gr, σε περίπου 20 μήνες και εκτρέφεται μαζί με χέλια, κεφάλους και λαβράκια. Γνωστό ως πολυκαλλιέργεια. Η συνολική παραγωγή αυτού του τύπου εκτροφής εξαρτάται από την παραγωγικότητα της κάθε λιμνοθάλασσας και κυμαίνεται από 30 έως 150 kg ανά εκτάριο ανά έτος. Η πυκνότητα των ψαριών δεν γενικά δεν υπερβαίνει τα 0,0025 kg/m³ (Καπέλος 2011α, FAO 2006b). Η τσιπούρα αποδείχτηκε ένα πολύ καλό είδος της εκτατικής ιχθυοκαλλιέργειας λόγω της μεγάλης εμπορικής αξίας της, της προσαρμοστικότητας της σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες και της διατροφής της με προϊόντα που βρίσκονται σχετικά χαμηλά στην κλίμακα της τροφικής αλυσίδας (Κλαουδάτος 2012). Ακόμα, εκμεταλλεύεται τη φυσική παραγωγή της λιμνοθάλασσας σε βεθνικούς ασπόνδυλους οργανισμούς και εκτρέφεται μ' επιτυχία σε συστήματα πολυκαλλιέργειας με άλλα είδη (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

2.1.2. Ημιεντακτικό σύστημα

Στο σύστημα αυτό, ο ανθρώπινος έλεγχος είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τα εκτατικά συστήματα. Το κοινό χαρακτηριστικό με τα εκτατικά συστήματα είναι ότι περιλαμβάνει εμπλουτισμό της λιμνοθάλασσας με ιχθύδια στα οποία έχει γίνει προπάχυνση στα εκκολαπτήρια. Ενώ, η διαφορά είναι ότι πραγματοποιείται συχνά και προσθήκη λιπάσματος έτσι ώστε ν' αυξηθεί η διαθεσιμότητα των φυσικών τροφικών πόρων. Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι η ελαχιστοποίηση της θνησιμότητας των ευαίσθητων πρώιμων αναπτυξιακών σταδίων και η συντόμευση του χρόνου εκτροφής. Η συνολική παραγωγή εξαρτάται από το μέγεθος των ιχθυδίων που χρησιμοποιούνται στους εμπλουτισμούς και την ποσότητα της χορηγούμενης τροφής. Με βάση αυτά κυμαίνεται μεταξύ 500-2400 kg ανά εκτάριο ανά έτος. Τέλος, η πυκνότητα των ψαριών δεν υπερβαίνει κανονικά το 1kg/ m³ (Γκάνιας 2015).

2.1.3. Εντατικό σύστημα

Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι ότι κάθε ιχθυογεννητικός σταθμός επιλέγει να διαθέτει το δικό του σύνολο γεννητόρων, έτσι ώστε να γνωρίζει την ποιότητα των παραγόμενων αυγών. Τα στάδια αυτού του συστήματος είναι:

- Έλεγχος της αναπαραγωγής
- Συλλογή αυγών
- Επώαση
- Εκκόλαση
- Εκτροφή προνυμφών
- Εκτροφή νυμφών
- Αποκοπή
- Προπάχυνση

Όταν οι νύμφες της τσιπούρας φτάσουν στη μεταμόρφωση εισέρχονται στο στάδιο του ιχθυδίου και εφόσον φτάσουν το ασφαλές μέγεθος 1-1,5 gr/άτομο και προσαρμοστούν στη διατροφή με συνθετικές τροφές (σύμπηκτα), τότε είναι έτοιμες να μεταφερθούν στις εγκαταστάσεις πάχυνσης (Κλαουδάτος 2012).

Η προπάχυνση και η πάχυνση πραγματοποιείται είτε σε χερσαίες εγκαταστάσεις με ορθογώνιες δεξαμενές μεγέθους 200-3000 m³, είτε σε πλωτούς κλωβούς στη θάλασσα. Στην περίπτωση που η εκτροφή πραγματοποιείται σε δεξαμενές, είναι απαραίτητη η αυξημένη παροχή οξυγόνου καθώς οι ιχθυοφορτίσεις είναι πολύ μεγάλες και κυμαίνονται από 15-45 kg/ m³. Έτσι, εξασφαλίζεται η επιβίωση των ψαριών. Από την άλλη, η εκτροφή σε θαλάσσιους κλωβούς είναι πιο απλή και οικονομική διαδικασία. Παρ' όλο που οι ιχθυοφορτίσεις είναι μικρότερες απ' ό,τι στην πρώτη περίπτωση, δηλαδή 10-15 kg/m³, αυτή η εκτροφή είναι πιο κερδοφόρα (Γκάνιας 2015).

2.2. Αναπαραγωγή

2.2.1. Γεννήτορες

Οι γεννήτορες αποτελούν ένα σημαντικό «κομμάτι» για την εκτροφή της τσιπούρας. Αρχικά μεταφέρονται στο εκκολαπτήριο, σε ειδικές ισοθερμικές δεξαμενές, υπό συνεχή παροχή αέρα. Κατά τη μεταφορά πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην οξυγόνωση, η οποία γίνεται είτε με διοχέτευση αέρα υπό πίεση είτε με αέριο οξυγόνο. Αν ο χρόνος μεταφοράς δεν είναι μεγαλύτερος από 6-7 ώρες, τότε κατά τη μεταφορά η πυκνότητα είναι 30 kg/m³. Η αποδοτικότητα και η αναπαραγωγή των γεννητόρων επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, από τη διατροφή τους και από την ηλικία τους. Γενικά, για την επίτευξη του ικανοποιητικού αποτελέσματος είναι απαραίτητο οι συνθήκες αναπαραγωγής να είναι ικανοποιητικές. Συγκεκριμένα απαιτείται μια ελάχιστη ανανέωση νερού 10-20% και μια πυκνότητα 3-4 kg/m³ (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

2.2.2. Γεννήσεις και αυγά

Όσον αφορά την εποχή και τη διάρκεια των γεννήσεων σε συνθήκες εκτροφής, η τσιπούρα είναι ένα είδος ψαριού το οποίο μπορεί εύκολα να γεννήσει σε δεξαμενές από το δεύτερο χρόνο, με την προϋπόθεση η ιχθυοφόρτιση να είναι 3 kg/m^3 . Συνήθως η περίοδος ωοτοκίας διαρκεί 2-4 μήνες. Γενικά, η τσιπούρα έχει υπολογιστεί από μελέτες ότι μπορεί να γεννά μια φορά κάθε μέρα για δύο τουλάχιστον μήνες. Τα αυγά που γεννά είναι περίπου 100000 αυγά/ kg. Οι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα των αυγών είναι οι τροφικοί και οι μη τροφικοί. Στους μη τροφικούς παράγοντες ανήκει και ο διαθέσιμος χώρος όμως εξαρτάται άμεσα από τη δραστηριότητα του ψαριού. Συγκεκριμένα στην τσιπούρα ο ελάχιστος όγκος δεξαμενής είναι 12m^3 με μια μέση ιχθυοφόρτιση $1-1,5\text{kg/m}^3$. Παρ' όλα αυτά τα καλύτερα αποτελέσματα τα έχουν οι ιχθυοφορτίσεις περίπου 3 kg/m^3 .

Αφού ολοκληρωθεί το στάδιο της συλλογής και του διαχωρισμού των αυγών, γίνεται η μεταφορά σε εγκαταστάσεις επώασης, έτσι ώστε να ολοκληρωθεί ο σχηματισμός του εμβρύου. Η πυκνότητα των αυγών κατά τη διαδικασία της επώασης εξαρτάται από τη μέθοδο που ακολουθείται και κυμαίνεται από 40-200 αυγά/l. Όταν όμως η επώαση γίνεται στις ίδιες δεξαμενές, όπου θα λάβει μέρος και η νυμφική καλλιέργεια, τότε η πυκνότητα φτάνει τα 5000αυγά/l σε ειδικούς επωαστήρες.

2.2.3. Προνυμφικές και νυμφικές καλλιέργειες

Αμέσως μετά την εκκόλαψη, η προνύμφη είναι μικρή και το μισό μέγεθός της καταλαμβάνει ο λεκιθικός σάκος, από τον οποίο τρέφεται και περιέχει όλα τ' απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που χρειάζεται στο συγκεκριμένο στάδιο. Εφόσον περάσουν 6 ημέρες μετά την εκκόλαψη, η προνύμφη έχει ήδη καταναλώσει όλα τα λεκιθικά αποθέματα κι έτσι περνάει στο δεύτερο στάδιο διατροφής που σημαίνει ότι έχει αποκτήσει τη δυνατότητα να τρέφεται με ζωντανούς οργανισμούς. Συγκεκριμένα ξεκινά να τρέφεται με φυτοπλαγκτόν, στη συνέχεια τρέφεται με τροχόζωα και τέλος με αρτέμιες (Ναυπλιοι, μεταναυπλιοι) (Γ. Χωτος& Ι. Ρογδακης, 2010). Τέλος, υπάρχει και το τρίτο στάδιο του «απογαλακτισμού» ή αποκοπής (weaning). Αυτό το στάδιο είναι πολύ σημαντικό, καθώς γίνεται η «αλλαγή» της ζωντανής τροφής σε συνθετική. Αρχίζει συνήθως από την 40^η-50^η μέρα από την εκκόλαψη και πολλές φορές συνδυάζεται και με την αλλαγή της δεξαμενής. Η αρχική πυκνότητα του γόνου είναι 10-20 άτομα/l σε θερμοκρασία 18°C και αλατότητα 35-37‰. Σ' αυτό το στάδιο, η τελική ιχθυοφόρτιση μπορεί να φτάσει τα 7-10 άτομα/l, με άτομα βάρους 2-3gr. Γενικά η αλλαγή από το ένα στάδιο στο άλλο πρέπει να γίνεται προσεκτικά και διαδοχικά.

2.3. Προπάχυνση

2.3.1. Μεταφορά

Εφόσον τα ιχθύδια συνηθίσουν τη συνθετική τροφή, τοποθετούνται στις δεξαμενές προπάχυνσης και παραμένουν εκεί μέχρι ν' αποκτήσουν βάρος 5-10 gr ή και 20 gr. Σκοπός αυτού του σταδίου είναι η προσαρμογή και ο εγκλιματισμός των νεαρών ιχθυδίων τσιπούρας στις εξωτερικές συνθήκες εκτροφής. Όσον, αφορά τη μεταφορά

των ιχθυδίων στις δεξαμενές προπάχυνσης, πρέπει να γίνει προσεκτικά, καθώς τα ιχθύδια είναι ευαίσθητα. Συνήθως χρησιμοποιούνται ισοθερμικές δεξαμενές χωρητικότητας περίπου 1m³. Για ιχθύδια 200-250mgr η πυκνότητα στις δεξαμενές είναι συνήθως 4-10 gr χθυδίων ανά 1 νερού, ενώ για ιχθύδια 4 gr η πυκνότητα φτάνει μέχρι 25 gr/l (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

2.3.2. Ιχθυοφόρτιση και παροχή νερού

Στο στάδιο της προπαχυνσης η ιχθυοφόρτιση στις δεξαμενές αρχικά είναι συνήθως 1-3 kg/m³ και φτάνει έως 30 kg/m³ στο τέλος του κύκλου εκτροφής. Η ιχθυοφόρτιση εξαρτάται κυρίως από την παροχή και την εναλλαγή του νερού, η οποία είναι τέτοια, έτσι ώστε, η ελάχιστη συγκέντρωση οξυγόνου (O₂) να είναι 3 ml/l. Γι' αυτόν τον λόγο απαιτείται να είναι ανάλογη η ανανέωση του νερού ή το νερό να οξυγονώνεται (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

2.4. Πάχυνση

2.4.1. Σε κλωβούς

Η εποχή κατά την οποία τα νεαρά ιχθύδια τσιπούρας μεταφέρονται στους κλωβούς πάχυνσης εξαρτάται από το διαθέσιμο μέγεθος τους, από τη θερμοκρασία του νερού, από το βαθμό προστασίας της περιοχής από τον υψηλό κυματισμό και από τη διαθεσιμότητα των ιχθυδίων. Συνήθως, κατάλληλη εποχή θεωρείται η Άνοιξη. Όσον αφορά την ιχθυοφόρτιση, η μέγιστη αρχική πυκνότητα είναι 250-350 ιχθύδια/m³ και η τελική ιχθυοφόρτιση είναι 15-20 ιχθύδια/m³.

Γενικά τα χαρακτηριστικά εκτροφής τσιπούρας στην πάχυνση δίνονται στον Πίνακα 2 και είναι τα εξής (Χώτος & Ρογδάκης 2010) :

Πίνακας 2.

Ελάχιστο εμπορικό μέγεθος (gr)	350
Ελάχιστο μέγεθος έναρξης εκτροφής (gr)	2
Κύκλος εκτροφής (μήνες)	14-18
Μέγιστη αρχική ιχθυοφόρτιση (ιχθ/m ³)	250-350
Τελική ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	15-20
Μέσος συντελεστής μετατροπής της τροφής	2,5:1
Επιβίωση (%)	75-90

2.4.2. Σε δεξαμενές

Σ' αυτήν την πάχυνση, τα ψάρια εκτρέφονται μέσα σε τσιμεντένιες λεκάνες, στις οποίες κυκλοφορεί αντλούμενο θαλασσινό νερό το οποίο είναι εμπλουτισμένο με αέρα ή καθαρό οξυγόνο και επιστρέφει στη θάλασσα με τη βοήθεια της βαρύτητας ή ανακυκλώνεται μέσω μηχανικών ή βιολογικών φίλτρων. Οι διαφορές μεταξύ των δεξαμενών εντατικής εκτροφής και τεχνικών υδροστασιών είναι το μέγεθος, το υλικό κατασκευής και η ιχθυοφόρτιση των ψαριών. Από την μια, οι δεξαμενές είναι μικρότερες από 1000m^3 , κατασκευασμένες από μπετόν ή πλαστικές, με ιχθυοφορτίσεις $10\text{-}15\text{kg}/\text{m}^3$ ή $40\text{kg}/\text{m}^3$ εφόσον υπάρχει πρόσθετη παροχή καθαρού οξυγόνου. Από την άλλη, τα τεχνητά υδροστάσια έχουν όγκο $3000\text{-}30000\text{ m}^3$, είναι χωμάτινες λεκάνες, με ιχθυοφορτίσεις $0,5\text{-}2\text{ kg}/\text{m}^3$. Όσον αφορά τον αριθμό και τις διαστάσεις των δεξαμενών, εξαρτάται από κάποιους παράγοντες. Ένας από αυτούς είναι και η τελική ιχθυοφόρτιση των ψαριών.

Στην πάχυνση στις δεξαμενές, η εκτροφή της τσιπούρας πραγματοποιείται σε δύο φάσεις. Αρχικά, στην πρώτη φάση γίνεται η προπάχυνση και η εκτροφή των νέων ιχθυδίων. Τα ιχθυδία έχουν βάρος περίπου 2 g , τοποθετούνται σε δεξαμενές όγκου μέχρι 50 m^3 , οι οποίες έχουν ως αρχική ιχθυοφόρτιση $250\text{-}350\text{ άτομα}/\text{m}^3$. Στη συνέχεια, αφού τα ψάρια αποκτήσουν ως ατομικό βάρος τα $15\text{-}20\text{ g}$, ξεκινούν οι αραιώσεις. Μετά από $10\text{-}14$ μήνες η συγκεκριμένη φάση ολοκληρώνεται, με τα ψάρια να έχουν αποκτήσει ένα βάρος περίπου $100\text{-}120\text{ g}$. Η τελική ιχθυοφόρτιση είναι $100\text{-}120\text{ άτομα}/\text{m}^3$, ενώ η επιβίωση είναι $85\text{-}90\%$. Η δεύτερη φάση ξεκινά στις αρχές του δεύτερου έτους, όπου τα ψάρια μεγέθους $80\text{-}120\text{ g}$ μεταφέρονται σε νέες δεξαμενές όγκου $100\text{-}250\text{ m}^3$, οι οποίες έχουν ως αρχική ιχθυοφόρτιση $40\text{-}60\text{ άτομα}/\text{m}^3$. Η τελική ιχθυοφόρτιση σ' αυτή τη φάση είναι $15\text{-}20\text{ kg}/\text{m}^3$ και η επιβίωση είναι $90\text{-}95\%$. Ολοκληρώνεται μετά από $8\text{-}12$ μήνες. Γενικά και στις δυο φάσεις η ανανέωση του νερού ρυθμίζεται ανάλογα με τη βιομάζα και τη θερμοκρασία του σε $50\text{-}250\%/h$ (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

2.5. Ιχθυοφόρτιση

Η ιχθυοφόρτιση αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την συμπεριφορά της τσιπούρας. Συγκεκριμένα συνδέεται με το stress (καταπόνηση), το οποίο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ευημερία της. Γενικά η υψηλή ιχθυοφόρτιση προκαλεί άγχος στις τσιπούρες, το οποίο στη συνέχεια επηρεάζει τη συμπεριφορά, την απόδοση και την ανάπτυξη των ψαριών.

2.5.1. Φυσιολογική δραστηριότητα

Οι Carbonara et al. (2019) έκαναν ένα πείραμα όπου είχε ως σκοπό την περιγραφή της φυσιολογικής δραστηριότητας της τσιπούρας σε δυο διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις ανάλογα με την αντίδραση στην καταπόνηση (SCS). Αρχικά χρησιμοποίησαν 514 ψάρια τα οποία χωρίστηκαν σε 6 διαφορετικές δεξαμενές με δύο διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις. Οι τρεις δεξαμενές είχαν υψηλή ιχθυοφόρτιση $30\text{kg}/\text{m}^3$ (HD) και οι άλλες τρεις δεξαμενές είχαν χαμηλή ιχθυοφόρτιση $15\text{ kg}/\text{m}^3$ (LD). Όσον αφορά της

συνθήκες εκτροφής, ήταν ίδιες για όλες τις δεξαμενές. Δηλαδή, θαλασσινό νερό με αλατότητα 35‰, σταθερή θερμοκρασία 18°C, σταθερή φωτοπερίοδος 12L:12D (12 ώρες φως, 12 ώρες σκοτάδι) και τα ψάρια τρέφονταν με το 1% της μάζας του σώματος τους με εμπορική τροφή. Αυτές οι συνθήκες συνέχισαν για όλη τη διάρκεια του πειράματος (142 ημέρες).

Στη συνέχεια έλεγξαν την προσωπικότητα των ψαριών, δηλαδή την «τόλμη» τους, χαρακτηρίζοντάς τα «Θαρραλέα-Bold» και «Ντροπαλά-Shy». Συγκεκριμένα χρησιμοποίησαν ένα τεστ ανάληψης κινδύνων (ρισκοκινδυνότητα) και το επανέλαβαν δύο φορές. Με λίγα λόγια, οι δεξαμενές χωρίστηκαν σε δυο περιοχές, μια ασφαλή και μια επικίνδυνη, έχοντας μια τρύπα στη μέση διαμέτρου 30 cm. Αφού τα ψάρια εγκλιματίστηκαν στην ασφαλή περιοχή για μια νύχτα, ξεκίνησε το τεστ ανοίγοντας την τρύπα. Έτσι, «επέτρεψαν» στα ψάρια να περνούν ελεύθερα από την μια περιοχή στην άλλη.

Τ' αποτελέσματα που είχε αυτός ο έλεγχος ήταν τα εξής: Μετά τις δοκιμές, στην υψηλή ιχθυοφόρτιση το 31% των ψαριών χαρακτηρίστηκαν ως «Bold», το 49% χαρακτηρίστηκαν ως «Shy» και το 20% χαρακτηρίστηκαν ως «Intermediate» (δηλαδή, ενδιάμεση προσωπικότητα). Από την άλλη, στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση το 38% χαρακτηρίστηκαν ως «Bold», το 37,5% χαρακτηρίστηκαν ως «Shy» και τέλος το 23,5% χαρακτηρίστηκαν ως «Intermediate». Αυτά τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3 . Αποτελέσματα ελέγχου προσωπικότητας της τσιπούρας για την υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Carbonara et al. 2019)

Προσωπικότητα	Υψηλή ιχθυοφόρτιση (30kg/m ³)	Χαμηλή ιχθυοφόρτιση (15kg/m ³)
Bold	31%	38%
Shy	49%	37,5%
Intermediate	20%	23,5%

2.5.2. Ανάπτυξη

Η ανάπτυξη των ψαριών είναι ένας από τους παράγοντες από τον οποίο εξαρτάται η υδατοκαλλιέργεια. Αυτό, γιατί τα ψάρια αν δεν παρουσιάζουν καλή ανάπτυξη (φυσιολογική), τότε δεν θα μπορούν να πουληθούν. Γι' αυτόν τον λόγο, απαιτείται μεγάλη προσοχή και ιδιαίτερα να γίνονται συχνοί έλεγχοι στους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της τσιπούρας. Ένας από αυτούς τους παράγοντες είναι η ιχθυοφόρτιση. Συγκεκριμένα η υψηλή ιχθυοφόρτιση επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη. Τα ψάρια που εκτρέφονται σε χαμηλές ιχθυοφορτίσεις έχουν καλύτερη ανάπτυξη, ενώ είναι σπάνιο να παρουσιάσουν αλλαγές στην κατανάλωση τροφής και ασθένειες. Ακόμα οι Canario et al. (1998) πραγματοποίησαν ένα πείραμα, όπου επέλεξαν τρεις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις για την εκτροφή της τσιπούρας. Ειδικότερα, επέλεξαν μια υψηλή, μια μέτρια και μια χαμηλή ιχθυοφόρτιση. Αυτό που παρατήρησαν ήταν ότι οι

διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις είχαν και διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης. Το χειρότερο ρυθμό ανάπτυξης τον είχαν τα ψάρια που εκτράφηκαν στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Συγκεκριμένα παρουσίασαν 25% χαμηλότερη ανάπτυξη σε σύγκριση με τα ψάρια που εκτράφηκαν στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση.

2.5.2.1. Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (FCR), αποτελεί δείκτη απόδοσης και εκφράζει ουσιαστικά την αναλογία εισροών-εκροών. Η βέλτιστη τιμή του για τα ψάρια είναι 1-1,5. Γενικά ένα χαμηλό FCR έχει ως αποτέλεσμα την χαμηλή εκροή αζώτου και φωσφόρου, την καλύτερη ποιότητα των υδάτων και τέλος τις μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το FCR επηρεάζεται από κάποιους παράγοντες κι ένας από αυτούς είναι η ιχθυοφόρτιση. Συγκεκριμένα οι Carbonara et al. (2019) στο πείραμα τους κατέληξαν στις τιμές $2,03 \pm 0,22$ και $1,87 \pm 0,19$ για την υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση αντίστοιχα. Από αυτά τ' αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι το καλύτερο FCR (αυτό που βρίσκεται πιο κοντά στην βέλτιστη τιμή του) εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση. Από την άλλη, οι Parma et al. (2020) στο δικό τους πείραμα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ιχθυοφόρτιση δεν επηρέασε αισθητά το FCR, καθώς οι τιμές ήταν $1,42 \pm 0,01$ και $1,43 \pm 0,02$ για την υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση αντίστοιχα.

2.5.2.2. Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης

Οι Carbonara et al. (2019) στο πείραμα τους κατέληξαν στις εξής τιμές για το SGR: $0,47 \pm 0,13$ και $0,52 \pm 0,14$ για την υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση αντίστοιχα. Από αυτές τις τιμές συμπεράναν ότι το υψηλότερο SGR το είχαν τα ψάρια που εκτράφηκαν στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση. Παρ' όλα αυτά δεν παρατηρήθηκε κάποια μεγάλη διαφορά στις δυο αυτές τιμές. Από την άλλη πλευρά, οι Sanchez-Muros και συνεργάτες (2017) στο δικό τους πείραμα χρησιμοποίησαν τέσσερις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις, μία μεσαία (10 kg/m^3), μια υψηλή (20 kg/m^3), μια χαμηλή (5 kg/m^3) και μια ομάδα με χειρισμό καταπόνησης (handling) (10 kg/m^3). Συγκεκριμένα στην ομάδα 10 kg/m^3 με χειρισμό καταπόνησης (handling) γίνεται προσομοίωση καταπόνησης, τοποθετώντας κάθε ημέρα μια απόχη μέσα στις δεξαμενές για 20 δευτερόλεπτα. Το SGR μεταβλήθηκε όπως φαίνεται στον Πίνακα 4

Πίνακας 4. SGR της τσιπούρας μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros 2017)

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m^3)	SGR (%)
15	MD 10	$3,66 \pm 0,28$
	HD 20	$3,39 \pm 0,04$
	LD 5	$4,85 \pm 0,25$
	H 10	$3,29 \pm 0,20$
30	MD 10	$3,02 \pm 0,16$
	HD 20	$2,58 \pm 0,16$
	LD 5	$3,13 \pm 0,14$
	H 10	$2,78 \pm 0,11$

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι στις πρώτες 15 ημέρες το μεγαλύτερο SGR εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ το μικρότερο εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Παράλληλα, στις 30 ημέρες το μεγαλύτερο SGR εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ το χαμηλότερο εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Ακόμα και οι Parma et al. (2020) οδηγήθηκαν με βάση τ' αποτελέσματα από το πείραμα τους στο συμπέρασμα ότι το SGR είναι υψηλότερο στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση.

2.5.2.3.Βάρος

Όσον αφορά την επίδραση της ιχθυοφόρτισης στο βάρος των ψαριών, οι Carbonara et al. (2019) δοκιμάζοντας δυο διαφορετικές πυκνότητες εκτροφής, μια υψηλή (30kg/m³) και μια χαμηλή (15kg/m³) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα ψάρια που εκτράφηκαν στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση παρουσιάζουν καλύτερο (υψηλότερο) βάρος. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Parma et al. (2020) χρησιμοποιώντας παρόμοιες ιχθυοφορτίσεις. Συγκεκριμένα μια υψηλή 36-44 kg/m³ και μια χαμηλή 12-15 kg/m³. Ακόμα, οι Sanchez-Muros (2017) μελέτησαν πως μεταβάλλεται το βάρος των ψαριών σε τέσσερις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις.

Πίνακας 5. Βάρος της τσιπούρας μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros 2017)

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Βάρος (gr)
15	MD 10	76,84±7,21
	HD 20	69,59±1,12
	LD 5	109,73±7,91
	H 10	66,17±5,00
30	MD 10	153,58±11,05
	HD 20	123,46±11,48
	LD 5	161,21±10,97
	H 10	133,86±7,95

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι στις πρώτες 15 ημέρες το μεγαλύτερο βάρος εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ το μικρότερο βάρος εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Στη συνέχεια, στις 30 ημέρες το μεγαλύτερο βάρος εντοπίζεται γι' ακόμη μια φορά στα ψάρια που εκτράφηκαν στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ το μικρότερο βάρος εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Αντίθετα, οι Montero et al. (1999) στο δικό τους πείραμα απέδειξαν ότι

το υψηλότερο βάρος το έχουν τα ψάρια όπου εκτράφηκαν στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Παρ' όλα αυτά η διαφορά δεν είναι μεγάλη, όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Βάρος της τσιπούρας στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Monteroetal. 1999)

Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Βάρος (gr)
LD 10,04	82,64±12,06
HD 40,8	85,00±11,62

2.5.2.4.Μήκος

Επιπλέον, και το μήκος κινήθηκε παρόμοια με το βάρος, όσον αφορά την επίδραση της ιχθυοφόρτισης. Συγκεκριμένα οι Carbonara et al. (2019) συμπέραναν ότι τα ψάρια που εκτράφηκαν στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση (15kg/m³) είχαν μεγαλύτερο τελικό μήκος από αυτά που εκτράφηκαν στην υψηλή ιχθυοφόρτιση (30kg/m³). Παρ' όλα αυτά η διαφορά δεν ήταν μεγάλη. Συμπληρωματικά, οι Sanchez-Muros(2017) δοκιμάζοντας τέσσερις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις κατέληξαν στα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Μήκος της τσιπούρας μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις(Sanchez-Muros2017)

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Τελικό μήκος (cm)
15	MD 10	10,94±0,14
	HD 20	10,86±0,02
	LD 5	11,57±0,14
	H 10	10,82±0,10
30	MD 10	12,27±0,16
	HD 20	11,77±0,17
	LD 5	12,38±0,14
	H 10	12,07±0,13

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι στις πρώτες 15 ημέρες το μεγαλύτερο μήκος εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ το μικρότερο μήκος εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Από την άλλη, στις 30 ημέρες το μεγαλύτερο μήκος πάλι εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ το μικρότερο μήκος εντοπίζεται στα ψάρια που εκτράφηκαν στην υψηλή ιχθυοφόρτιση.

2.5.3. Κολυμβητική δραστηριότητα

Η κολυμβητική δραστηριότητα των ψαριών αποτελεί ευαίσθητο δείκτη ευημερίας και επηρεάζεται από την ιχθυοφόρτιση. Γενικά προκαλείται σε συνθήκες έντονου συγχρωτισμού εξαιτίας της απώλειας ζωτικού χώρου (Παυλίδης & Σαμαράς 2019). Συγκεκριμένα, οι Carbonara et al. (2019) διαπίστωσαν ότι η κολυμβητική δραστηριότητα ανάλογα με το SCS διαφέρει ανάμεσα στα θαρραλέα (bold) και ντροπαλά (shy) ψάρια. Ειδικότερα, στην υψηλή ιχθυοφόρτιση τα Bold ψάρια έχουν υψηλότερα επίπεδα κολυμβητικής δραστηριότητας από τα Shy ψάρια, ενώ στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση συμβαίνει το αντίθετο. Δηλαδή, τα Shy ψάρια έχουν υψηλότερα επίπεδα κολυμβητικής δραστηριότητας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι στις δεξαμενές με την υψηλή ιχθυοφόρτιση υπάρχει υψηλότερος ανταγωνισμός, ο οποίος αναγκάζει τα Bold ψάρια να είναι περισσότερο ενεργά για να διατηρούν τη θέση τους. Γενικά, τα υψηλά επίπεδα κολυμβητικής δραστηριότητας συνδέονται με το υψηλότερο ενεργειακό κόστος όπου το συγκεκριμένο πείραμα «έδειξε» ότι τα Shy ψάρια είναι πιο ικανά ν' αντιμετωπίσουν την υψηλή ιχθυοφόρτιση, σε αντίθεση με τα Bold ψάρια που είναι πιο ικανά στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση. Παράλληλα, οι Sanchez-Muros και συνεργάτες (2017) στο δικό τους πείραμα είχαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8. Κολυμβητική δραστηριότητα της τσιπούρας μετά από 15 και 30 ημέρες, στην διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros et al., 2017)

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Static	Swim-up	Swim-down	Total move
15	MD 10	20,79±16,35	3,59±5,91	6,86±8,51	15,10±11,22
	HD 20	5,15±6,56	3,58±5,03	2,85±3,76	39,20±18,10
	LD 5	11,18±7,97	8,99±6,48	6,43±13,30	17,80±11,44
	H 10	12,19±8,97	3,34±4,14	1,44±1,98	24,40±16,21
30	MD 10	10,27±7,85	1,44±3,04	8,48±10,98	18,40±10,19
	HD 20	9,95±8,15	1,16±2,65	5,40±8,37	23,00±10,74
	LD 5	19,40±28,84	4,57±6,26	12,17±10,41	13,60±8,09
	H 10	21,91±28,66	8,15±11,62	1,93±3,56	14,60±10,35

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι στις πρώτες 15 ημέρες τα ψάρια που ήταν περισσότερο στατικά ήταν αυτά της μέσης ιχθυοφόρτισης, ενώ τα λιγότερο στατικά

ήταν αυτά της υψηλής ιχθυοφόρτισης. Όσον αφορά το «swim-up» και το «swim-down», το «swim-up» ήταν υψηλότερο στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση και χαμηλότερο στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Από την άλλη, το «swim-down» ήταν υψηλότερο στην μέση ιχθυοφόρτιση και χαμηλότερο στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Τέλος, η συνολική κίνηση ήταν υψηλότερη στην υψηλή ιχθυοφόρτιση και χαμηλότερη στην μέση ιχθυοφόρτιση. Αντίστοιχα, στις 30 ημέρες τα ψάρια που ήταν περισσότερα στατικά ήταν αυτά της ιχθυοφόρτισης στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling), ενώ τα λιγότερα στατικά ήταν αυτά της υψηλής ιχθυοφόρτισης. Το «swim-up» ήταν υψηλότερο στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling) και χαμηλότερο στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Επιπρόσθετα, το «swim-down» ήταν υψηλότερο στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση και χαμηλότερο στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Τέλος, η συνολική κίνηση ήταν υψηλότερη στην υψηλή ιχθυοφόρτιση και χαμηλότερη στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση.

2.5.4. Ήπαρ

2.5.4.1. Βάρος ήπατος και ηπατοσωματικός δείκτης (HSI)

Το ήπαρ είναι το μεγαλύτερο εσωτερικό όργανο των ψαριών. Περιέχει λιπίδια και έχει ένα καλά ανεπτυγμένο δίκτυο χοληφόρων οδών. Γενικά η δομή των χοληφόρων οδών συνδέεται με τις διατροφικές συνήθειες των ψαριών (Βερίλλης & Μεντέ 2017). Η υψηλή ιχθυοφόρτιση προκαλεί μείωση του βάρους του ήπατος. Παρ' όλα αυτά υπάρχει και η πιθανότητα να μην παρουσιαστούν σημαντικές διαφορές, ανάμεσα στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις, στο βάρος του ήπατος. Σ' αυτό το συμπέρασμα κατέληξαν οι Sanchez-Muros και συνεργάτες (2017) σύμφωνα με αποτελέσματα από το πείραμα τους, όπου απέδειξαν ότι το βάρος του ήπατος ήταν παρόμοιο για όλες τις ιχθυοφορτίσεις και κυμαίνονταν από 0,28 g έως 0,47 g. Όσον αφορά τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI), η υψηλή ιχθυοφόρτιση του προκαλεί μείωση. Όμως υπάρχει και το ενδεχόμενο να του προκαλεί μείωση η χαμηλή ιχθυοφόρτιση και όχι η υψηλή

2.5.4.2. Χοληστερόλη

Η χοληστερόλη συνήθως τείνει ν' αυξάνεται στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση, όπως στο πείραμα των Parma et al. (2020), οι οποίοι εφάρμοσαν μια υψηλή και μια χαμηλή ιχθυοφόρτιση, 36-44kg/m³ και 12-15kg/m³ αντίστοιχα. Όμως τυχαίνει κάποιες φορές να είναι αυξημένη στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, όπως στο πείραμα των Montero et al. (1999) με πυκνότητες 40,08kg/m³ και 10,04kg/m³, υψηλή και χαμηλή αντίστοιχα.

2.5.4.3. Τριγλυκερίδια

Τα τριγλυκερίδια απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή. Σε ό,τι έχει να κάνει με την ιχθυοφόρτιση, τα τριγλυκερίδια αυξάνονται στα υψηλά επίπεδα της. Στον Πίνακα 9, Πίνακα 10 και Πίνακα 11 παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια παραδείγματα.

Πίνακας 9. Τριγλυκερίδια στην τσιπούρας στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Montero et al. 1999)

Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Τριγλυκερίδια (%)
HD 40,08	66,27±7,37
LD 10,04	63,63±6,32

Πίνακας 10. Τριγλυκερίδια στην τσιπούρας στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Parma et al. 2020)

Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Τριγλυκερίδια (mg dL - 1)
HD 36-44	793±374
LD 12-15	792±276

Πίνακας 11. Τριγλυκερίδια στην τσιπούρας στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Jerez-Cepa et al. 2020)

Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Τριγλυκερίδια (mg g ⁻¹ tissue)
HD 11,5	44,4±3,2
LD 4	42,6±2,8

2.5.5. Κορτιζόλη

Η κορτιζόλη είναι μια κορτικοειδής ορμόνη, η οποία ελέγχει την ιοντική ρύθμιση, επηρεάζει και αλληλοεπιδρά με άλλες ορμόνες, συμβάλει στην ανάπτυξη και στην αναπαραγωγή. Είναι μια ορμόνη σημαντική και απαραίτητη για πολλές φυσιολογικές λειτουργίες της τσιπούρας. Όμως όταν αυτή αυξάνεται σε καταστάσεις καταπόνησης, τότε μπορεί ν' αποβεί μοιραία καθώς μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα. Ακόμα, επηρεάζεται άμεσα από την ιχθυοφόρτιση σύμφωνα με την οποία πραγματοποιείται η εκτροφή των ψαριών. Οι Carbonara et al. (2019) σύμφωνα με το πείραμα τους συμπέραναν ότι μετά από τρεις διαφορετικές δειγματοληψίες η συγκέντρωση κορτιζόλης κυμάνθηκε ως εξής: στην πρώτη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση κορτιζόλης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση και μάλιστα στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση στα Bold ψάρια. Στη δεύτερη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση κορτιζόλης εντοπίστηκε στη χαμηλή

ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε πάλι στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση αλλά στα Bold ψάρια. Τέλος, στην τρίτη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση κορτιζόλης εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια. Ακόμα, οι Mancera et al. (1999) έδειξαν ότι η υψηλή ιχθυοφόρτιση (HD) προκαλεί ,ανάμεσα σε δυο ιχθυοφορτίσεις μια χαμηλή και μια υψηλή, 4kg/m³ και 70kg/m³, χρόνιο στρες και αυξάνει τη συγκέντρωση της κορτιζόλης στο αίμα της τσιπούρας. Επίσης οι Montero et al. (1999) έδειξαν ότι υψηλή ιχθυοφόρτιση σημαίνει και υψηλή συγκέντρωση κορτιζόλης. Συγκεκριμένα, στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση η συγκέντρωση κορτιζόλης ήταν 3,91±3,52 ngml⁻¹, ενώ στην υψηλή ιχθυοφόρτιση 16,25±23,62ngml⁻¹. Αυτό σημαίνει ότι η συγκέντρωση κορτιζόλης διαφέρει αρκετά καθώς στην υψηλή ιχθυοφόρτιση είναι περίπου τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την χαμηλή ιχθυοφόρτιση.. Σ' αυτό το συμπέρασμα κατέληξαν και οι Montero et al.(1999), Corbero et al. (2016), Parma et al. (2020). Από την άλλη πλευρά, έγινε κι ένα πείραμα (όπως προαναφέρθηκε) όπου δοκιμάστηκαν τέσσερις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις. Μια μέση ιχθυοφόρτιση (MD) 10 kg/m³, μια υψηλή ιχθυοφόρτιση (HD) 20kg/m³, μια χαμηλή ιχθυοφόρτιση (LD) 5 kg/m³, μια ομάδα με χειρισμό καταπόνησης (handling) (H) 10kg/m³ και στη συνέχεια σύγκριναν τ' αποτελέσματα μετά από 15 και 30 ημέρες. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12. Κορτιζόλη στην τσιπούρας μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros και συνεργάτες 2017)

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Κορτιζόλη (μg/dl)
15	MD 10	2,99±0,67
	HD 20	2,02±0,57
	LD 5	3,95±0,45
	H 10	2,87±0,96
30	MD 10	6,65±0,72
	HD 20	5,57±0,17
	LD 5	5,58±0,15
	H 10	2,56±0,33

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνονται τα παρακάτω: Όσον αφορά τις 15 ημέρες, την υψηλότερη συγκέντρωση κορτιζόλης την έχουν τα ψάρια στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ τη χαμηλότερη την έχουν τα ψάρια στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Από την άλλη, στις 30 ημέρες την υψηλότερη συγκέντρωση κορτιζόλης την έχουν τα ψάρια στην μέση ιχθυοφόρτιση, ενώ τη χαμηλότερη την έχουν τα ψάρια στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Ακόμα, υπάρχει και το ενδεχόμενο να μην παρουσιάζονται διαφορές στη συγκέντρωση κορτιζόλης ανάμεσα στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Sanchez-Muros et al., 2017). Οι Barton et al. (2005) ανακάλυψαν ότι στη διάρκεια των 14 ημερών η συγκέντρωση κορτιζόλης ήταν παρόμοια τόσο στην χαμηλή όσο και στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, με μόνη διαφορά την

7^η ημέρα όπου ήταν αρκετά αυξημένη στην υψηλή ιχθυοφόρτιση σε σχέση με τη χαμηλή.

2.5.6. Γλυκόζη

Η γλυκόζη επηρεάζεται κι αυτή από την ιχθυοφόρτιση και σχετίζεται με την κορτιζόλη που αναφέρθηκε παραπάνω. Συγκεκριμένα η κορτιζόλη αυξάνει τη γλυκόζη στο αίμα διασπώντας το γλυκογόνο που είναι αποθηκευμένο στο ήπαρ. Η γλυκόζη είναι ένας μονοσακχαρίτης, όπου είναι σημαντικός για συγκεκριμένους ιστούς και όργανα (εγκέφαλος, μύες) και συγκεκριμένες δραστηριότητες. Ακόμα, αποτελεί δείκτη στρες και εμπλέκεται με την απελευθέρωση της ενέργειας. Συνήθως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την κορτιζόλη. Τόσο στο οξύ, όσο και στο χρόνιο στρες, τα επίπεδά της μειώνονται (Sanchez-Muros et al., 2017). Όπως προαναφέρθηκε οι Carbonara et al. (2019) στο πείραμά τους έκαναν τρεις διαφορετικές δειγματοληψίες και όσον αφορά τη γλυκόζη παρατηρήθηκαν τα εξής: Στην πρώτη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση γλυκόζης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια. Στην δεύτερη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση γλυκόζης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, αλλά στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε πάλι στην υψηλή ιχθυοφόρτιση αλλά στα Bold ψάρια. Τέλος, στην τρίτη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση γλυκόζης εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση στα Bold ψάρια. Γενικά διαπιστώθηκε ότι η υψηλή ιχθυοφόρτιση αυξάνει και τα επίπεδα γλυκόζης, τόσο στα νεαρά ιχθύδια, όσο και στα ιχθύδια τσιπούρας. Συγκεκριμένα στο πείραμά των Montero et al. (1999) κατέληξαν στο εξής συμπέρασμα. Στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση η συγκέντρωση γλυκόζης ήταν $39,3 \pm 5,97 \text{mg/ml}^{-1}$, ενώ στην υψηλή ιχθυοφόρτιση η συγκέντρωση γλυκόζης ήταν $44,24 \pm 3,78 \text{mg/ml}^{-1}$. Από αυτό φαίνεται ότι υπάρχει διαφορά, όχι τεράστια, αλλά υπάρχει. Από την άλλη πλευρά, στο πείραμά με τις τέσσερις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις, όπου αναφέρθηκε και στην παραπάνω παράγραφο, η συγκέντρωση της γλυκόζης για την κάθε ιχθυοφόρτιση ήταν όπως φαίνεται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Γλυκόζη στην τσιπούρας μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros et al., 2017).

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m^3)	Γλυκόζη ($\mu\text{g/dl}$)
15	MD 10	68,00±8,40
	HD 20	57,33±3,5
	LD 5	92,00±14,74
	H 10	59,33±13,38
30	MD 10	78,40±12,53
	HD 20	53,60±9,09
	LD5	74,80±15,77
	H 10	45,50±7,37

Από αυτό συμπεραίνονται τα παρακάτω: όσον αφορά τις 15 ημέρες την υψηλότερη συγκέντρωση γλυκόζης την έχουν τα ψάρια στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ τη χαμηλότερη την έχουν τα ψάρια στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Παράλληλα, στις 30 ημέρες την υψηλότερη συγκέντρωση γλυκόζης την έχουν τα ψάρια της μέσης ιχθυοφόρτισης, ενώ τη χαμηλότερη την έχουν τα ψάρια της ομάδας 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling) (Sanchez-Muros et al., 2017). Παρ' όλα αυτά υπάρχει και η περίπτωση να μην υπάρχουν έντονες διαφορές στη συγκέντρωση γλυκόζης ανάμεσα στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση, αλλά να κινούνται σε παρόμοιες συγκεντρώσεις.

2.5.7. Λυσοζύμη

Η λυσοζύμη είναι ένα αντιμικροβιακό ένζυμο, το οποίο αποτελεί μέρος του έμφυτου ανοσοποιητικού συστήματος της τσιπούρας. Γενικά το ανοσοποιητικό σύστημα είναι πολύ σημαντικό για το κάθε ψάρι, καθώς χάρις σ' αυτό αντιμετωπίζονται διάφορα παθογόνα. Αυτό το ένζυμο επηρεάζεται από την ιχθυοφόρτιση. Συγκεκριμένα στο πείραμά των Carbonara et al. (2019) με τις τρεις δειγματοληψίες οι τιμές της λυσοζύμης κινήθηκαν ως εξής: Στην πρώτη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση λυσοζύμης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε πάλι στην υψηλή ιχθυοφόρτιση αλλά στα Bold ψάρια, όπως έγινε και στη γλυκόζη. Στη δεύτερη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση λυσοζύμης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια. Τέλος, στην τρίτη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση λυσοζύμης εντοπίστηκε γι' ακόμα μια φορά στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια. Γενικά, η υψηλή ιχθυοφόρτιση αυξάνει και τη συγκέντρωση της λυσοζύμης.

2.5.8. Λακτάση

Η λακτάση, ή αλλιώς γαλακτικό, είναι ένας σημαντικός δείκτης όπου εμπλέκεται με την απελευθέρωση της ενέργειας και σχετίζεται με το στρες (Carbonara et al. 2019). Όπως και τα παραπάνω, επηρεάζεται κι αυτός από την ιχθυοφόρτιση. Συγκεκριμένα στο πείραμά των Carbonara et al. (2019) τ' αποτελέσματα των τριών δειγματοληψιών για το γαλακτικό ήταν τα εξής: Στην πρώτη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε πάλι στην υψηλή ιχθυοφόρτιση αλλά στα Bold ψάρια. Στη δεύτερη δειγματοληψία τ' αποτελέσματα ήταν τα ίδια με της πρώτης δειγματοληψίας, δηλαδή η υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια. Τέλος, στην τρίτη δειγματοληψία η υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλότερη εντοπίστηκε πάλι στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση αλλά στα Bold ψάρια. Παρ' όλα αυτά υπάρχει και το ενδεχόμενο το γαλακτικό ν' αυξάνεται στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση. Σ' αυτό το συμπέρασμα κατέληξαν και οι Barton et al. (2005) όπου σ' ένα πείραμα διάρκειας 14 ημερών, τα επίπεδα γαλακτικού ήταν πιο αυξημένα στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση σε σχέση με τη υψηλή ιχθυοφόρτιση.

2.5.9. Αιματοκρίτης (Hematocrit)

Ο αιματοκρίτης (HCT) είναι μια από τις παραμέτρους του αίματος, η οποία απεικονίζει τον όγκο που καταλαμβάνουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια ως ποσοστό του συνολικού όγκου του αίματος. Ακόμα αποτελεί δείκτη της κατάστασης της υγείας των ψαριών και είναι ευαίσθητος σ' ένα ευρύ φάσμα stress. Σε συνθήκες stress, η αύξηση των παλμών της καρδιάς και η ανάγκη για υψηλότερη κατανάλωση οξυγόνου, προκαλεί αύξηση του αριθμού των μετακινούμενων ερυθροκυττάρων με αποτέλεσμα την αύξηση του αιματοκρίτη. Όπως και τα παραπάνω, επηρεάζεται κι αυτός από την ιχθυοφορτίση. Συγκεκριμένα, ο αιματοκρίτης έχει υψηλότερες τιμές στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση (LD), απ' ότι στην υψηλή ιχθυοφόρτιση (HD). Ακόμα, έχει υψηλότερες τιμές στα Bold ψάρια, απ' ότι στα Shy ψάρια (Carbonara et al.2019). Από την άλλη πλευρά, οι τιμές του αιματοκρίτη στα νεαρά ιχθύδια τσιπούρας κινούνται διαφορετικά. Ειδικότερα, στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση ο αιματοκρίτης (%) είναι $37,21 \pm 6,35$, ενώ στην υψηλή ιχθυοφόρτιση είναι $43,87 \pm 4,90$. Αυτό σημαίνει ότι στα νεαρά ιχθύδια τσιπούρας η υψηλή συγκέντρωση αιματοκρίτη αντιστοιχεί στην υψηλή ιχθυοφόρτιση (Montero et al. 1999).

2.5.10. Αιμοσφαιρίνη (Hemoglobin)

Η αιμοσφαιρίνη (Hb) αποτελεί μια αιματολογική παράμετρο, όπου συνδέεται με την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο. Επηρεάζεται από την ιχθυοφόρτιση, όπως και οι άλλοι φυσιολογικοί δείκτες. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης (Hb) είναι υψηλότερη στα ψάρια που εκτρέφονται στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, σε σύγκριση μ' εκείνα που εκτρέφονται στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση. (Πίνακας 14)

Πίνακας 14. Αιμοσφαιρίνη στην τσιπούρα στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Montero et al. 1999)

Ιχθυοφόρτιση	Χαμηλή (LD)	Υψηλή (HD)
Αιμοσφαιρίνη(gdl-1)	$9,32 \pm 1,98$	$10,76 \pm 1,34$

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι υψηλή ιχθυοφόρτιση συνεπάγεται με υψηλή συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης (Hb) (Montero et al. 1999).

2.5.11. Αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων (RBC)

Ο αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίνης (RBC) είναι αιματολογική παράμετρος και αποτελεί δείκτη για την κατάσταση της υγείας των ψαριών. Ειδικότερα τ' αποτελέσματα του πειράματος των Carbonara et al. (2019) έδειξαν ότι: Στην πρώτη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση αριθμού ερυθρών αιμοσφαιρίων εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση πάλι στα Bold ψάρια. Στη δεύτερη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση αριθμού ερυθρών αιμοσφαιρίων εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η

χαμηλή εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια. Τέλος, στην τρίτη δειγματοληψία, η υψηλή συγκέντρωση αριθμού ερυθρών αιμοσφαιρίων εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια. Παράλληλα, το πείραμα των Montero et al. (1999) αποδεικνύει ότι υψηλότερη συγκέντρωση αριθμού ερυθρών αιμοσφαιρίων εντοπίζεται στα ψάρια που εκτραφήκαν στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. (Πίνακας 15)

Πίνακας 15. Αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων στην τσιπούρα στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Montero et al. 1999)

Ιχθυοφόρτιση	Χαμηλή (LD)	Υψηλή (HD)
Αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων(*10 ⁶ mm ⁻³)	2,82±0,54	3,36±0,59

2.5.12. Αδρεναλίνη

Η αδρεναλίνη είναι ορμόνη, συγκεκριμένα κατεχολαμίνη, όπου εκκρίνεται από το μυελό των επινεφριδίων. Είναι απαραίτητη γιατί ενεργοποιεί το μηχανισμό διάσπασης του γλυκογόνου που βρίσκεται στο ήπαρ και μ' αυτόν τον τρόπο αυξάνει τα σάκχαρα του αίματος και ενεργοποιεί τα ελεύθερα λιπαρά οξέα. Ακόμα προκαλεί διάφορες αντιδράσεις στο καρδιαγγειακό και μυϊκό σύστημα, οι οποίες βοηθούν στην αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης και απειλής. Επηρεάζεται από την ιχθυοφόρτιση όπως και τα παραπάνω. Συγκεκριμένα οι Carbonara et al. (2019) κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα «μέσα» από 3 δειγματοληψίες. Στην πρώτη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση αδρεναλίνης εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, αλλά στα Bold ψάρια. Στη δεύτερη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση αδρεναλίνης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε πάλι στην υψηλή ιχθυοφόρτιση αλλά στα Shy ψάρια. Τέλος, στην τρίτη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση αδρεναλίνης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε πάλι στην υψηλή ιχθυοφόρτιση αλλά στα Bold ψάρια

2.5.13. Νοραδρεναλίνη

Η νοραδρεναλίνη είναι μια κατεχολαμίνη όπου έχει παρόμοια δράση με την αδρεναλίνη. Στο πείραμα των Carbonara et al. (2019) παρατηρούνται τα εξής συμπεράσματα: Στην πρώτη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση νοραδρεναλίνης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε πάλι στην υψηλή ιχθυοφόρτιση αλλά στα Bold ψάρια. Στη δεύτερη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση νοραδρεναλίνης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Bold ψάρια. Τέλος,

στην τρίτη δειγματοληψία η υψηλή συγκέντρωση νοραδρεναλίνης εντοπίστηκε στην υψηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια, ενώ η χαμηλή εντοπίστηκε στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση, στα Shy ψάρια.

2.5.14. Μέση περιεκτικότητα ερυθροκυττάρων σε αιμοσφαιρίνη (Mean cellular hemoglobin, MCH)

Η μέση περιεκτικότητα ερυθροκυττάρων σε αιμοσφαιρίνη (MCH) παίζει σημαντικό ρόλο ως νευροδιαβιβαστής στη ρύθμιση πρόσληψης της τροφής και στην ομοίωση της ενέργειας. Ακόμα, σχετίζεται με τη λεύκανση του δέρματος και τη συγκέντρωση μελανίνης. Όσον αφορά την επίδραση της ιχθυοφόρτισης στον συγκεκριμένο ερυθροκυτταρικό δείκτη, δεν υπάρχει κάποια μεγάλη διαφορά μεταξύ της υψηλής και της χαμηλής τιμής της. Συγκεκριμένα, στο πείραμα των Montero et al.(1999) όπου πραγματοποίησαν εκτροφή ιχθυδίων, κατέληξαν στο εξής αποτέλεσμα: Στην υψηλή ιχθυοφόρτιση ο δείκτης MCH (pg) ήταν $32,54 \pm 4$, ενώ στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση ήταν $33,10 \pm 3,75$. Απ' ότι φαίνεται η διαφορά είναι πολύ μικρή.

2.5.15. Μέσος κυτταρικός όγκος (Mean cellular volume, MCV)

Ο μέσος κυτταρικός όγκος (MCV), αποτελεί κι αυτός ερυθροκυτταρικό δείκτη. Όπως και ο προηγούμενος ερυθροκυτταρικός δείκτης, δηλαδή ο MCH, ούτε κι αυτός παρουσιάζει κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ υψηλής και χαμηλής ιχθυοφόρτισης. Ο MCV (nm^3) ήταν $134,65 \pm 26,16$, ενώ στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση ήταν $135,05 \pm 22,02$. Άρα η διαφορά είναι όντως αμελητέα.

2.5.16. Συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης (Mean cellular hemoglobin concentration, MCHC)

Η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης (MCHC) είναι το μέτρο της συγκέντρωσης της αιμοσφαιρίνης σ' ένα δεδομένο όγκο ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η επίδραση της διαφορετικής ιχθυοφόρτισης σ' αυτόν τον ερυθρό κυτταρικό δείκτη ουσιαστικά είναι ανύπαρκτη καθώς τόσο η υψηλή όσο και η χαμηλή ιχθυοφόρτιση έχουν τα ίδια αποτελέσματα. (Πίνακας 16).

Πίνακας 16. Συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης στην τσιπούρα στην υψηλή και χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Montero et al., 1999)

Ιχθυοφόρτιση	Χαμηλή (LD)	Υψηλή (HD)
Συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης (gdl-1)	$24,75 \pm 2,40$	$24,73 \pm 3,91$

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι οι τιμές του MCHC είναι παρόμοιες.

2.5.17. Δραστικότητα πρωτεάσης

Η πρωτεάση είναι ένα πρωτεολυτικό ένζυμο όπου διασπά τις πρωτεΐνες. Σ' ένα πείραμα παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό πρωτεάσης είναι υψηλό στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση τόσο μετά από 15 ημέρες, όσο και μετά από 30 ημέρες. Γενικά όμως δεν παρατηρείται πολύ μεγάλη διαφορά μεταξύ της υψηλής και της χαμηλής ιχθυοφόρτισης. Παρ' όλα αυτά υπάρχει και η περίπτωση να είναι το ποσοστό πρωτεάσης υψηλότερο στην υψηλή ιχθυοφόρτιση.

2.5.18. Δραστικότητα αντιπρωτεάσης

Η αντιπρωτεάση κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα με την πρωτεάση. Συγκεκριμένα το ποσοστό της αντιπρωτεάσης είναι υψηλότερο στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση και στις 15 και στις 30 ημέρες.

2.5.19. Συνολική πρωτεΐνη

Σε αντίθεση με την δραστικότητα πρωτεάσης και αντιπρωτεάσης η συνολική πρωτεΐνη είναι υψηλότερη στην υψηλή ιχθυοφόρτιση και όχι στη χαμηλή. Αυτό ισχύει από τους πρώτους μήνες εκτροφής έως και την ημέρα της συγκομιδής των ψαριών.

2.5.20. Αντιοξειδωτική ικανότητα (Total antioxidant capacity, TEAC)

Η αντιοξειδωτική ικανότητα (TEAC) σχετίζεται με την κατάσταση των αντιοξειδωτικών αμυντικών συστημάτων του οργανισμού του ψαριού. Αποτελεί φυσιολογικό παράγοντα κι επηρεάζεται από τις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις αλλά δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Σ' ένα πείραμα με τέσσερις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις οι τιμές της αντιοξειδωτικής ικανότητας στις 15 και στις 30 ημέρες ήταν οι εξής (Πίνακας 17).

Πίνακας 17. Αντιοξειδωτική ικανότητα στην τσιπούρα μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros 2017)

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Αντιοξειδωτική ικανότητα(mM)
15	MD 10	876,4±70,2
	HD 20	738,5±171,2
	LD 5	979,8±153,7
	H 10	637,8±78,6
30	MD 10	827,3±274,5
	HD 20	635,0±162,5
	LD5	814,4±40,6
	H 10	604,0±195,3

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι στις 15 ημέρες η υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα εντοπίζεται στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ η χαμηλή εντοπίζεται στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Παράλληλα, στις 30 ημέρες η υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα εντοπίζεται στην μέση ιχθυοφόρτιση, ενώ η χαμηλή εντοπίζεται πάλι στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling).

2.5.21. Υπεροξείδωση λιπιδίων (Lipid peroxidation)

Η υπεροξείδωση λιπιδίων (MDA) αποτελεί, όπως και η αντιοξειδωτική ικανότητα, φυσιολογικό παράγοντα. Είναι βασικός βιοδείκτης του στρες και σχετίζεται με την ιχθυοφόρτιση, αλλά σε γενικές γραμμές δεν παρατηρούνται τεράστιες διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ιχθυοφορτίσεων (Πίνακας 18).

Πίνακας 18. Υπεροξείδωση λιπιδίων στην τσιπούρα μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές πυκνότητες (Sanchez-Muros et al., 2017).

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση(kg/m ³)	Υπεροξείδωση λιπιδίων (mM)
15	MD 10	3,28±0,64
	HD 20	2,55±0,58
	LD 5	2,60±0,23
	H 10	2,72±0,21
30	MD 10	2,67±0,43
	HD 20	2,95±0,58
	LD 5	2,26±0,14
	H 10	3,36±0,30

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι στις 15 ημέρες η υψηλότερη υπεροξείδωση λιπιδίων εντοπίζεται στην μέση ιχθυοφόρτιση, ενώ η χαμηλή εντοπίζεται στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Παράλληλα, στις 30 ημέρες η υψηλότερη υπεροξείδωση λιπιδίων εντοπίζεται στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling), ενώ η χαμηλή εντοπίζεται στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση. Γενικά όμως, όπως προαναφέρθηκε οι διαφορές είναι πολύ μικρές.

2.5.22. Αδρενοκορτικοτροπική ορμόνη (Concentration of adrenocorticotrophic hormone, ACTH)

Η αδρενοκορτικοτροπική ορμόνη (ACTH) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στα επίπεδα κορτιζόλης και σχετίζεται με το στρες, ειδικά το οξύ. Επηρεάζεται από τις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις αλλά δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές(Πίνακας 19).

Πίνακας 19. Αδρενοκορτικοτροπική ορμόνη στην τσιπούρα μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros et al., 2017)

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Αδρενοκορτικοτροπική ορμόνη (pg/dl)
15	MD 10	3,87±0,67
	HD 20	5,13±0,79
	LD 5	3,98±0,48
	H 10	5,13±0,81
30	MD 10	7,46±0,66
	HD 20	3,33±0,13
	LD 5	3,50±0,30
	H 10	7,15±0,07

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι στις 15 ημέρες η υψηλότερη αδρενοκορτικοτροπική ορμόνη εντοπίζεται στην υψηλή ιχθυοφόρτιση και στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling), ενώ η χαμηλή εντοπίζεται στην μέση ιχθυοφόρτιση. Από την άλλη, στις 30 ημέρες η υψηλότερη αδρενοκορτικοτροπική ορμόνη εντοπίζεται στην μέση ιχθυοφόρτιση, ενώ η χαμηλή εντοπίζεται στην υψηλή ιχθυοφόρτιση.

2.5.23. Αμινοτρανσφεράση αλανίνης (Alanine aminotransferase)

Η αμινοτρανσφεράση αλανίνης (AAT) βρίσκεται στο ήπαρ και σχετίζεται με τον τραυματισμό ιστού του ψαριού. Αυτό το ένζυμο χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της υγείας των ψαριών. Για παράδειγμα όταν τα κύτταρα του ήπατος έχουν υποστεί κάποιου είδους ζημιά, τότε προκαλεί την αμινοτρανσφεράση αλανίνης ν' απελευθερωθεί στο αίμα. Επηρεάζεται από τις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις, κάτι που αποδεικνύεται από τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 20).

Πίνακας 20. Αμινοτρανσφεράση αλανίνης στην τσιπούρα μετά από 15 και 30 ημέρες, στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros et al., 2017).

Χρόνος (μέρες)	Ιχθυοφόρτιση (kg/m ³)	Αμινοτρανσφεράση αλανίνης (U/l)
15	MD 10	12,67±3,40
	HD 20	8,00±1,15
	LD 5	13,00±3,18
	H 10	6,67±1,70
30	MD 10	8,00±1,10
	HD 20	4,00±1,15
	LD 5	11,33±1,33
	H 10	5,33±0,67

Στις 15 ημέρες η υψηλότερη αμινοτρανσφεράση αλανίνης εντοπίζεται στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ η χαμηλή εντοπίζεται στην ομάδα 10kg/m³ με χειρισμό καταπόνησης (handling). Στις 30 ημέρες, η υψηλότερη αμινοτρανσφεράση αλανίνης εντοπίζεται πάλι στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση, ενώ η χαμηλή εντοπίζεται στην υψηλή ιχθυοφόρτιση.

2.5.24. HeatShockProteins (HSP)

Οι πρωτεΐνες θερμικού σοκ (HSP) είναι πρωτεΐνες όπου παράγονται εξαιτίας της έκθεσης του οργανισμού του ψαριού σε βαρέα μέταλλα, παρασιτοκτόνα, πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Αυτές συμμετέχουν σε πολλές φυσιολογικές δράσεις του ψαριού, γι' αυτό και είναι απαραίτητες. Κάποιες από αυτές τις δράσεις είναι η πτύχωση των πρωτεϊνών, η επιδιόρθωση/αποικοδόμηση των τροποποιημένων/μετουσιωμένων πρωτεϊνών, η υποστήριξη κυτταρικών σημαντών όπου σχετίζονται με τον κυτταροσκελετό, τα ένζυμα και τους υποδοχείς στεροειδών ορμονών. Τέλος χάρις σ' αυτές αυξάνεται η αντοχή των ψαριών στις υψηλές θερμοκρασίες. Οι πρωτεΐνες θερμικού σοκ εκφράζονται σε καταστάσεις στρες. Είναι γνωστό ότι η υψηλή ιχθυοφόρτιση συνεπάγεται και αυξημένο στρες, άρα επηρεάζονται και οι πρωτεΐνες θερμικού σοκ.

2.6. Επιβίωση

Η επιβίωση αποτελεί σημαντικό κομμάτι μιας ιχθυοκαλλιέργειας, καθώς είναι καθοριστική για την παραγωγή της. Γενικά μια ιχθυοκαλλιέργεια επιδιώκει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιβίωση(%) για τα ψάρια της γιατί δεν επιθυμεί να μειώνονται τ' αποθέματα της. Η επιβίωση εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες. Όσον αφορά την επίδραση της ιχθυοφόρτισης σ' αυτήν, οι Carbonara et al. (2019) και οι Montero et al. (1999) έκαναν κάποια πειράματα, όπου οι πρώτοι χρησιμοποίησαν μια υψηλή ιχθυοφόρτιση 30kg/m³ και μια χαμηλή ιχθυοφόρτιση 15kg/m³, ενώ οι δεύτεροι χρησιμοποίησαν μια υψηλή ιχθυοφόρτιση 40kg/m³ και μια χαμηλή ιχθυοφόρτιση 20kg/m³. Συμπέραναν ότι η επιβίωση δεν επηρεάζεται σημαντικά από την ιχθυοφόρτιση. Από την άλλη, οι Parma et al. (2020) έκαναν κάποια πειράματα, όπου χρησιμοποίησαν μια υψηλή ιχθυοφόρτιση 36-44kg/m³ και μια χαμηλή ιχθυοφόρτιση 12-15kg/m³. Αυτοί κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η επιβίωση είναι χαμηλότερη στην χαμηλή ιχθυοφόρτιση.

2.7. Πρόσληψη τροφής

Η τροφή διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην φυσιολογική ανάπτυξη του ψαριού, στο βάρος και στο μήκος του. Ακόμα, αυτή είναι που του προσφέρει την ενέργεια που χρειάζεται, τ' απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και τα εφόδια για ν' αντιμετωπίσει ευκολότερα τις ασθένειες που πιθανόν να προκύψουν. Η πρόσληψη τροφής άλλοτε

επηρεάζεται από την ιχθυοφόρτιση και άλλοτε όχι. Συγκεκριμένα οι Montero et al. (1999) δοκίμασαν στο πείραμα τους δύο ιχθυοφορτίσεις, μια υψηλή και μια χαμηλή, $40,08\text{kg}/\text{m}^3$ (τελική πυκνότητα) και $10,04\text{kg}/\text{m}^3$ (τελική πυκνότητα) αντίστοιχα. Μετά το πέρας του πειράματος κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η πρόσληψη τροφής δεν επηρεάζεται από την ιχθυοφόρτιση. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Montero et al. (1999), όπου στο πείραμα τους χρησιμοποίησαν μια υψηλή ιχθυοφόρτιση $40\text{kg}/\text{m}^3$ και μια χαμηλή ιχθυοφόρτιση $20\text{kg}/\text{m}^3$. Αντίθετα οι Parma et al. (2020) σύμφωνα με τα πειράματά τους, όπου είχαν μια υψηλή και μια χαμηλή ιχθυοφόρτιση, συμπέραναν ότι η ιχθυοφόρτιση επηρεάζει την πρόσληψη τροφής και συγκεκριμένα η πρόσληψη τροφής είναι χαμηλότερη στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Ακόμα, όσο μεγαλύτερες είναι οι ιχθυοφορτίσεις, τόσες περισσότερες πιθανότητες υπάρχουν για την εμφάνιση του φαινομένου του κανιβαλισμού (Γκάνιας 2015). Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζεται από την ιχθυοφόρτιση είναι τ' απόβλητα των ψαριών. Αυτά μπορεί να είναι απώλειες τροφής, απεκκρίματα, περιττώματα και υπολείμματα φαρμάκων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για περιπτώσεις ασθένειας. Συγκεκριμένα τ' απόβλητα αυξάνονται με την αύξηση της ιχθυοφόρτισης (Βαϊτσας & Ραβασόπουλος 1997).

2.8. Καταπόνηση

Η καταπόνηση (stress) είναι η επίδραση των διαφορετικών εξωτερικών και εσωτερικών παραγόντων, οι οποίοι προκαλούν μεταβολές στην ομοιοστασία της τσιπούρας και γενικά δρουν αρνητικά στην ευζωία της. Οι παράγοντες της καταπόνησης χωρίζονται σε χημικούς, φυσικούς, βιολογικούς, ανθρωπογενείς, φυσιολογικούς φυσιοπαθολογικούς και ψυχολογικούς. Όσον αφορά τους βιολογικούς παράγοντες είναι ιδιαίτερα σημαντικό η ιχθυοφόρτιση να είναι τέτοια, έτσι ώστε ν' αποφεύγεται ο συνωστισμός και η επιθετικότητα μεταξύ των ψαριών. Γενικά η καταπόνηση διακρίνεται σε οξεία και χρόνια. Οξεία είναι η καταπόνηση η οποία διαρκεί λεπτά ή ώρες και αποτελεί φυσιολογική αντίδραση του ψαριού. Σταματάει όταν σταματήσει και ο παράγοντας που προκαλεί το στρες στην τσιπούρα. Γενικά είναι ένας συχνός φυσιολογικός μηχανισμός προσαρμογής του ψαριού σε διάφορες μεταβολές του περιβάλλοντος, όπου το εξαντλεί ενεργειακά αλλά παρ' όλα αυτά η κατάσταση του είναι καλή. Ίσως μακροπρόθεσμα στο μέλλον να υπάρξουν συνέπειες βέβαια. Χρόνια είναι η καταπόνηση η οποία προκαλείται κυρίως από την αυξημένη ιχθυοφόρτιση μέσα στους κλωβούς.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η καταπόνηση επηρεάζεται από κάποιους εξωτερικούς και εσωτερικούς παράγοντες. Κάποιοι από αυτούς είναι οι διάφοροι χειρισμοί (μεταφορά, ζύγισμα, διαλογή), η ιχθυοφόρτιση, το ακατάλληλο περιβάλλον διαβίωσης κ.ά.

Σε μια υδατοκαλλιέργεια η καταπόνηση αποτελεί σημαντικό παράγοντα, καθώς δημιουργεί διάφορα προβλήματα στα ψάρια. Το άγχος εμφανίζεται εξαιτίας κάποιων φυσικών διαταραχών, όπως είναι ο χειρισμός, η μεταφορά, η ιχθυοφόρτιση κ.ά. Συγκεκριμένα η αυξημένη ιχθυοφόρτιση αυξάνει και το άγχος στα ψάρια, όπου μπορεί να προκληθούν διάφορες συνέπειες. Για παράδειγμα οι τσιπούρες αποκτούν ευαισθησία στις ασθένειες, καθώς επηρεάζεται το ανοσοποιητικό σύστημα του ψαριού γιατί κατά

τη διάρκεια του στρες απελευθερώνονται κορτικοειδή. Η υψηλές ιχθυοφορτίσεις των ψαριών είτε στις δεξαμενές είτε στους κλωβούς, μπορεί να «βοηθήσουν» τις διάφορες ασθένειες να εξαπλωθούν, οι οποίες στην οξεία μορφή τους να καταλήξουν σε μαζικούς θανάτους. Γενικά ένα ψάρι που έχει υποστεί καταπόνηση έχει περισσότερες πιθανότητες να νοσήσει σε σύγκριση με ένα υγιές ψάρι. Η ενέργεια των ψαριών μειώνεται, ενώ ο ηπατοσωματικός δείκτης αυξάνεται. Ακόμα επηρεάζονται αρνητικά η συμπεριφορά, η απόδοση και η φυσική διάρκεια ζωής των ψαριών. των ψαριών, όπου σχετίζονται με την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή. Παράλληλα το άγχος οδηγεί σε μια έντονη έκκριση κορτιζόλης, καθώς οι τελεστές του ανοσοποιητικού συστήματος, όπου σηματοδοτούν το νευροενδοκρινικό σύστημα, ενεργοποιούν το στρες. Εκεί οφείλεται κατά ένα μέρος η μείωση του ρυθμού ανάπτυξης της τσιπούρας. Γενικά η συγκέντρωση της κορτιζόλης αυξάνεται ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του χρόνιου stress. Επιπλέον επηρεάζονται αρνητικά η αιμοσφαιρίνη (Hb), ο αιματοκρίτης (HCT) και ο αριθμός των ερυθρών αιμοσφαιρίων (RBC), καθώς γίνονται ευαίσθητα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο αιματοκρίτης, ο αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων, η γλυκόζη, η λακτάση και οι πρωτεΐνες θερμικού σοκ αποτελούν δείκτες του στρες. Επιπρόσθετα επηρεάζεται η φαγοκυτταρική δραστηριότητα, η δραστηριότητα της λυσοζύμης, η συγκολλητική δραστηριότητα και η κατανομή των λιπιδίων. Υπάρχει ακόμα κίνδυνος να διαταραχθεί το ενδοκρινικό σύστημα, ν' αλλοιωθεί ο μεταβολισμός τους, να επηρεαστεί η πεπτική τους ικανότητα και τέλος η διατροφή τους.

Επιπλέον η καταπόνηση επηρεάζει αρνητικά την αναπαραγωγή των ψαριών, καθώς μειώνει την δυνατότητα τους ν' αναπαραχθούν μ' επιτυχία. Συγκεκριμένα το στρες αυξάνει τα επίπεδα κορτιζόλης μ' αποτέλεσμα να επηρεάζεται η φυσιολογική εξέλιξη των διεργασιών που αφορούν την γεννητική ωρίμανση των ψαριών. Συμπερασματικά, η καταπόνηση αποτελεί μεγάλη απειλή για την υγεία των ψαριών, ειδικά όταν αυτή κάποιες φορές μετατρέπεται σε χρόνια. Σ' αυτό το σημείο αξίζει να τονιστεί ότι δεν ανταποκρίνονται όλα τα ψάρια με τον ίδιο τρόπο στο στρες.

2.9. Ευζωία

Η ευζωία είναι η κατάσταση ενός ζώου σε συνάρτηση με την ικανότητά του να ανταπεξέρχεται στις συνθήκες τις οποίες ζει. Ένα ζώο, συγκεκριμένα ένα ψάρι, έχει ένα καλό επίπεδο ευζωίας, όταν (σύμφωνα με τις επιστημονικές ενδείξεις) είναι υγιές, σιτίζεται ορθά, αισθάνεται άνεση και ασφάλεια, είναι ικανό να εκφράσει την εγγενή συμπεριφορά του και δεν υποφέρει από δυσάρεστες καταστάσεις, όπως πόνο, φόβο, αγωνία.

Για να εκτιμηθεί η ευζωία των ψαριών και συγκεκριμένα της τσιπούρας χρησιμοποιούνται κάποιοι δείκτες ευζωίας, οι οποίοι χωρίζονται σε κατηγορίες (Πίνακας 21).

- 1) Έμμεσοι ή περιβαλλοντικοί, οι οποίοι σχετίζονται με το περιβάλλον όπου «ζουν» τα ψάρια πχ. Αλατότητα νερού
- 2) Βιολογικοί, οι οποίοι σχετίζονται με το ίδιο το ψάρι πχ. Η υγεία του

Ακόμα, οι δείκτες ευζωίας χωρίζονται και σε ακόμα δυο κατηγορίες

- 1) Επιχειρησιακοί, οι οποίοι εκτιμώνται επιτόπου
- 2) Εργαστηριακοί, οι οποίοι απαιτούν λήψη δειγμάτων και ανάλυση

Πίνακας 21. Δείκτες ευζωίας (Παυλίδης & Σαμαράς 2019)

Δείκτες ευζωίας			
Έμμεσοι	Βιολογικοί	Επιχειρησιακοί	Εργαστηριακοί
Οξυγόνο	Υγεία	Οξυγόνο	Υγεία
Αλατότητα	Διατροφή	Διατροφή	Κορτιζόλη
Ιχθυοφόρτιση	Συμπεριφορά	Αύξηση	Ωρίμανση

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι η ιχθυοφόρτιση είναι έμμεσος δείκτης ευζωίας. Ενώ, ανάλογα με τη φύση, τη διαθεσιμότητα εφαρμογής του, η ιχθυοφόρτιση αποτελεί διαθέσιμο επιχειρησιακό δείκτη. Γενικά η ιχθυοφόρτιση ή η πυκνότητα εκτροφής επηρεάζει κυρίως έμμεσα την ευζωία των ψαριών, καθώς μπορεί να γίνει η αιτία της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού ή ακόμα και να συμβάλλει στην εμπόδιση της έκφρασης κοινωνικών σχέσεων και συμπεριφορών όπου είναι απαραίτητοι για την καλή διαβίωση των ψαριών. Συγκεκριμένα η αυξημένη ιχθυοφόρτιση επηρεάζει τη φυσιολογία και την ευζωία της τσιπούρας με την εμφάνιση αυξημένων συγκεντρώσεων κορτιζόλης, γλυκόζης, αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης. Συνήθως οι μεγαλύτερες επιπτώσεις της ιχθυοφόρτισης παρατηρούνται στα μετέπειτα στάδια της νυμφικής εκτροφής και όχι κατά τα πρώτα νυμφικά στάδια. Όπως προαναφέρθηκε, η ιχθυοφόρτιση επηρεάζει κυρίως έμμεσα την ευζωία των ψαριών, υποβαθμίζοντας την ποιότητα του νερού, την υγεία κ.α.. Παράλληλα την επηρεάζει και άμεσα, κυρίως σε ό,τι έχει να κάνει με τις φυσιολογικές συμπεριφορές. Κατ' αυτόν τον τρόπο οι αρνητικές επιπτώσεις της αυξημένης ιχθυοφόρτισης στην ευζωία των ψαριών είναι πιθανό να μην προέρχονται από τα αυξημένα επίπεδα της, αλλά από τις αλλαγές που προκαλούνται εξαιτίας της. Έτσι, με βάση κάποια εμπειρικά δείγματα οι ιχθυοφορτίσεις που χρησιμοποιούνται είναι 10-20 kg/m³.

2.9.1. Εκτίμηση δεικτών ευζωίας ανάλογα με το στάδιο παραγωγής

2.9.1.1. Γεννήτορες

Οι γεννήτορες εκτρέφονται σε χερσαίες εγκαταστάσεις για να ελέγχονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες εκτροφής, αναπαραγωγής και ο χειρισμός των ψαριών. Αποτελούν μικρό ποσοστό του συνολικού πληθυσμού των ψαριών, αλλά σημαντικό ποσοστό καθώς από αυτούς προέρχονται τα ιχθύδια. Οι περιβαλλοντικές παράμετροι νερού, η ιχθυοφόρτιση, ο χειρισμός δεξαμενών και η υγιεινή είναι κάποιες παράμετροι

που αποτελούν πρόκληση στην ευζωία. Η ιχθυοφόρτιση αποτελεί σημαντική παράμετρο καθώς «παίζει» σημαντικό ρόλο στη διαβίωση και στην υγεία των ψαριών. Συγκεκριμένα, στους γεννήτορες η ιχθυοφόρτιση διαφέρει από την ιχθυοφόρτιση στ' άλλα στάδια του κύκλου ζωής. Αυτό συμβαίνει γιατί οι γεννήτορες έχουν μεγάλο σωματικό μέγεθος και πολλές φορές εμφανίζουν αλλαγές στην συμπεριφορά τους κατά την περίοδο της ωοτοκίας. Σ' αυτό το στάδιο παραγωγής η ιχθυοφόρτιση θεωρείται επιχειρησιακός περιβαλλοντικός δείκτης. Με λίγα λόγια η ιχθυοφόρτιση καθορίζεται από τον ίδιο τον παραγωγό βάσει κάποιων εμπειρικών δεδομένων, όπου έχουν δείξει ότι μια υψηλή ιχθυοφόρτιση σημαίνει και μειωμένη ευζωία εξαιτίας περιβαλλοντικών, βιολογικών και κοινωνικών παραγόντων. Έτσι, στο στάδιο παραγωγής των γεννητόρων χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην ιχθυοφόρτιση με σκοπό την αποφυγή προβλημάτων, δηλαδή την ελεύθερη έκφραση κολυμβητικών και κοινωνικών συμπεριφορών.

2.9.1.2. Προπάχυνση

Όπως προαναφέρθηκε σκοπός αυτού του σταδίου παραγωγής είναι η προσαρμογή, ο εγκλιματισμός των νεαρών ιχθυδίων τσιπούρας στις εξωτερικές συνθήκες εκτροφής και η αύξηση του σωματικού βάρους του ψαριού. Αυτό συμβαίνει για να προετοιμαστούν για τη μεταφορά και την εκτροφή στους ιχθυοκλωβούς. Σ' αυτό το στάδιο οι παράμετροι όπου αποτελούν πρόκληση στην ευζωία είναι οι περιβαλλοντικοί παράμετροι νερού, η ιχθυοφόρτιση, ο χειρισμός ψαριών και δεξαμενών και η υγιεινή. Δηλαδή αυτοί που ήταν και στο προηγούμενο στάδιο. Η ιχθυοφόρτιση καθορίζει και τη διαβίωση των ψαριών. Έτσι, στην προπάχυνση, μια υψηλή ιχθυοφόρτιση έχει σημαντικές συνέπειες στην αύξηση των ψαριών και στην πρόκληση των τραυματισμών. Η ιχθυοφόρτιση είναι περιβαλλοντικός δείκτης και σύμφωνα με τα εμπειρικά δεδομένα τα υψηλά επίπεδα της έχουν αρνητικές συνέπειες στην αύξηση των ψαριών και σημαίνει μειωμένη ευζωία λόγω περιβαλλοντικών, βιολογικών και κοινωνικών παραγόντων. Γι' αυτόν τον λόγο απαιτείται μεγάλη προσοχή στο πώς θα κυμανθεί η ιχθυοφόρτιση.

2.9.1.3. Πάχυνση

Η πάχυνση γίνεται σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς και αποτελεί το στάδιο παραγωγής όπου τα ψάρια περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους, μέχρι την εξαλίευση και τη θανάτωσή τους. Οι παράμετροι όπου αποτελούν πρόκληση στην ευζωία είναι οι περιβαλλοντικές παράμετροι νερού, η ιχθυοφόρτιση, ο χειρισμός ψαριών και κλωβών και η υγιεινή. Συγκεκριμένα η υψηλή ιχθυοφόρτιση έχει αρνητικές συνέπειες στην αύξηση των ψαριών, συμβάλει στους τραυματισμούς, εμφανίζει ασθένειες και εντοπίζονται προβλήματα στις κολυμβητικές και κοινωνικές συμπεριφορές των ψαριών. Αυτό συμβαίνει γιατί στην πάχυνση, όπου γίνεται στους ιχθυοκλωβούς, τα ψάρια είναι χιλιάδες. Η ιχθυοφόρτιση είναι περιβαλλοντικός δείκτης και σύμφωνα με τα εμπειρικά δεδομένα, η υψηλή ιχθυοφόρτιση στο στάδιο της πάχυνσης, πέρα από τα παραπάνω που αναφέρθηκαν, επηρεάζει και την ποιότητα του νερού. Έτσι, για τις καλύτερες συνθήκες διαβίωσης των ψαριών, απαιτείται και προσοχή στον καθορισμό της ιχθυοφόρτισης.

2.9.2. Εκτίμηση δεικτών ευζωίας ανάλογα με τις διαχειριστικές πρακτικές

2.9.2.1. Μεταφορά

Η μεταφορά αποτελεί μια στρεσογόνα πρακτική καθώς συνδέεται με τον συγχρωτισμό. Αυτή η πρακτική λαμβάνει μέρος κατά το στάδιο της μεταφοράς των νεαρών ιχθυδίων τσιπούρας από τις χερσαίες εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού στους πλωτούς ιχθυοκλωβούς. Σ' αυτό το στάδιο, η υψηλή ιχθυοφόρτιση μπορεί να προκαλέσει εντονότερες αλλοιώσεις στην ποιότητα του νερού εκτροφής και συγκεκριμένα στο οξυγόνο και στη θερμοκρασία του.

2.9.2.2. Διαλογή μεγεθών

Η διαλογή μεγεθών είναι μια πρακτική με σκοπό το διαχωρισμό των ψαριών και τη δημιουργία ομάδων με ομοιογενή μεγέθη. Αυτή η πρακτική πραγματοποιείται σε πολλά στάδια παραγωγής των ψαριών και σε διάφορες άλλες διαδικασίες. Ειδικότερα γίνεται στο στάδιο της προπάχυνσης, στους εμβολιασμούς, στην εξαλίευση κ.α. Σ' αυτήν την πρακτική, απαιτείται προσοχή στον καθορισμό της ιχθυοφόρτισης καθώς πρέπει να ελέγχεται για να μην φτάσει στο σημείο να εκθέτει τμήμα των ψαριών εκτός νερού ή να επηρεάζει αρνητικά την κολυμβητική τους ικανότητα.

2.9.2.3. Εφαρμογή κτηνιατρικών θεραπειών

Η εφαρμογή κτηνιατρικών θεραπειών έχει ως στόχο την καταπολέμηση ασθενειών των ψαριών και γενικά την προφύλαξη της υγείας τους για να είναι καλύτερες οι συνθήκες διαβίωσής τους. Αυτή η πρακτική πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους, όπως είναι η ένεση, η εμβάπτιση και η χορήγηση από το στόμα. Στην περίπτωση της εμβάπτισης συνήθως οι ιχθυοκαλλιέργητές εφαρμόζουν υψηλές ιχθυοφορτίσεις για να μην σπαταλούν άσκοπα τις φαρμακευτικές ουσίες. Αυτό όμως είναι πιθανό να προκαλέσει τραυματισμούς και προβλήματα στη συμπεριφορά των ψαριών.

2.9.2.4. Διατροφή

Η διατροφή παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην εκτροφή των ψαριών και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την ιχθυοφόρτιση που εφαρμόζουν σε μια ιχθυοκαλλιέργεια. Συγκεκριμένα η ιχθυοφόρτιση των ψαριών καθορίζει και την ποσότητα της τροφής που θα παρέχει ο παραγωγός σ' αυτά. Γι' αυτόν τον λόγο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σ' αυτήν (ιχθυοφόρτιση) καθώς επηρεάζει την διαβίωση των ψαριών και γενικά την ευζωία τους.

3. Συζήτηση-Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της ιχθυοφόρτισης στην ανάπτυξη της τσιπούρας σε συνθήκες εντατικής εκτροφής. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ιχθυοφόρτιση επηρεάζει την ανάπτυξη της τσιπούρας. Συγκεκριμένα, επηρεάζει τη φυσιολογική συμπεριφορά των ψαριών, το FCR, το SGR, το βάρος, το μήκος, την κολυμβητική δραστηριότητα και το ήπαρ. Ακόμα, παρατηρήθηκε ότι επηρεάζει την κορτιζόλη, τη γλυκόζη, τη λυσοζύμη, τη λακτάση, τον αιματοκρίτη, την αιμοσφαιρίνη, τον αριθμό ερυθρών αιμοσφαιρίων, την αδρεναλίνη και την νοραδρεναλίνη. Επίσης, λόγω των διαφορετικών ιχθυοφορτίσεων εντοπίστηκαν και αλλαγές στην δραστικότητα της πρωτεάσης και αντιπρωτεάσης, στην συνολική πρωτεΐνη, στην αντιοξειδωτική ικανότητα, στην υπεροξειδωση των λιπιδίων, στην αδρενοκορτικοτροπική ορμόνη και στην αμινοτρανσφεράση αλανίνης. Τέλος, η ιχθυοφόρτιση επηρέασε το HeatShockProteins, την πρόσληψη της τροφής, την καταπόνηση και την ευζωία. Σε γενικές γραμμές, καλύτερη ανάπτυξη παρουσίασε η χαμηλή ιχθυοφόρτιση. Καθώς αποτελεί έναν από τους παράγοντες που συντελούν στον υψηλό μεταβολισμό των ψαριών και στην καλύτερη αφομοίωση της τροφής (Λεοντάκη 2011). Παρ' όλα αυτά, έγινε ένα πείραμα στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, όπου πραγματοποιήθηκε η εκτροφή της τσιπούρας σ' ένα κλειστό σύστημα με μια υψηλή ιχθυοφόρτιση $40\text{kg}/\text{m}^3$ και δύο μικρότερες ιχθυοφορτίσεις, $13\text{kg}/\text{m}^3$ και $22\text{kg}/\text{m}^3$. Σε όλη τη διάρκεια του πειράματος η ποιότητα του νερού διατηρούνταν στα επίπεδα όπου απαιτούνται για την εξασφάλιση της ευζωίας της τσιπούρας. Σύμφωνα μ' αυτό το πείραμα αποδείχτηκε ότι η εκτροφή τσιπούρας, ακόμα και σε μια υψηλή ιχθυοφόρτιση, είναι δυνατή. (Καραδήμου 2005). Αυτό προέκυψε από το γεγονός ότι και στις τρεις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις, ο ρυθμός ανάπτυξης, ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (FCR), η ποιότητα σύστασης της σάρκας και οι αναλύσεις του αίματος δεν είχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Επιπρόσθετα, η υψηλή ιχθυοφόρτιση αποτελεί σημαντικό παράγοντα, ο οποίος συμβάλλει στη μειωμένη απόδοση των ψαριών. Αυτό οφείλεται στην αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων για τη συντήρηση και την κατανομή της ενέργειας (Santos et al. 2010). Ακόμα, η υψηλή ιχθυοφόρτιση αποτελεί αλλαγές στη συμπεριφορά των ψαριών, όπως για παράδειγμα αυξημένη κολυμβητική δραστηριότητα, επιθετική συμπεριφορά, και μειώνει την ποιότητα του νερού (Santos et al. 2010). Επιπλέον, προκαλεί stress ψάρια κι έχει αρνητικές συνέπειες στην ανάπτυξη, στην ευζωία και στην επιβίωση των ψαριών. Γενικά, στις δεξαμενές προπάχυνσης είναι απαραίτητο να δίνεται τεράστια προσοχή στις ιχθυοφορτίσεις των ψαριών, με ιδανική τιμή $12\text{-}15\text{kg}/\text{m}^3$, σε συνδυασμό πάντοτε με τη σωστή διατροφή και επαρκή οξυγόνωση του νερού (Κλαουδάτος 2006). Έτσι, με την ορθή ιχθυοφόρτιση στο στάδιο της προπάχυνσης επιτυγχάνεται η καλύτερη σκελετική ανάπτυξη της τσιπούρας και η αποφυγή της καταπόνησης.

Όπως προαναφέρθηκε η ανάπτυξη των ψαριών είναι ένας από τους παράγοντες από τον οποίο εξαρτάται η υδατοκαλλιέργεια και επηρεάζεται από την ιχθυοφόρτιση. Συγκεκριμένα στην εκτροφή της τσιπούρας, διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις είχαν και διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης με χειρότερο ρυθμό ανάπτυξης αυτόν της υψηλής

ιχθυοφόρτισης (Canario et al. 1998) Με τον ίδιο τρόπο κινήθηκε και η ανάπτυξη του λαβρακιού στο πείραμα των Santos et al. 2010, οι οποίοι συμπέραναν ότι όσο αυξάνεται η ιχθυοφόρτιση τόσο μειώνεται η ανάπτυξη των ψαριών Για το FCR, στην εκτροφή τσιπούρας παρατηρήθηκε ότι η βέλτιστη τιμή του εντοπίζεται στα ψάρια, τα οποία εκτράφηκαν στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση. Αντίστοιχα, στην εκτροφή λαβρακιού οι Sammouth et al. (2009) χρησιμοποίησαν τέσσερις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις $10\text{kg}/\text{m}^3$, $40\text{ kg}/\text{m}^3$, $70\text{ kg}/\text{m}^3$ και $100\text{ kg}/\text{m}^3$ συμπέραναν ότι στις ιχθυοφορτίσεις $10\text{kg}/\text{m}^3$, $40\text{ kg}/\text{m}^3$ και $70\text{ kg}/\text{m}^3$ δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών FCR. Παράλληλα, ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης στην εκτροφή της τσιπούρας ήταν υψηλότερος στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση (Carbonara et al. 2019), ενώ στην εκτροφή του λαβρακιού ισχύει ότι και για το FCR. Δηλαδή στις ιχθυοφορτίσεις $10\text{kg}/\text{m}^3$, $40\text{ kg}/\text{m}^3$ και $70\text{ kg}/\text{m}^3$ δεν υπάρχει κάποια διαφορά, ενώ στην ιχθυοφόρτιση $100\text{ kg}/\text{m}^3$ μειώνεται σε σχέση με τις άλλες τρεις ιχθυοφορτίσεις (Sammouth et al. 2009). Όσον αφορά την επίδραση της ιχθυοφόρτισης στο βάρος και στο μήκος της τσιπούρας και του λαβρακιού, οι Roncarati et al. (2006) χρησιμοποιώντας τρεις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις $0,2\text{kg}/\text{m}^3$, $20\text{kg}/\text{m}^3$ και $40\text{kg}/\text{m}^3$ συμπέραναν ότι στην τσιπούρα και στο λαβράκι το υψηλότερο βάρος και το υψηλότερο μήκος εντοπίζεται στα $20\text{kg}/\text{m}^3$. Ακόμα, στην τσιπούρα όσο υψηλότερη είναι η ιχθυοφόρτιση, προκαλείται μείωση στο βάρος του ήπατος, ενώ υπάρχει και το ενδεχόμενο να μην παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις (Sanchez-Muros et al., 2017). Από την άλλη, στο λαβράκι οι Santos et al. (2010) χρησιμοποίησαν τέσσερις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις $8,1\text{kg}/\text{m}^3$, $25,2\text{kg}/\text{m}^3$, $50,5\text{kg}/\text{m}^3$ και $75,4\text{kg}/\text{m}^3$ συμπέραναν ότι το βάρος του ήπατος είναι υψηλότερο στα $25,2\text{kg}/\text{m}^3$ και χαμηλότερο στα $75,4\text{kg}/\text{m}^3$, δηλαδή στην υψηλή ιχθυοφόρτιση. Επίσης, στο πείραμα των Roncarati et al. (2006) που προαναφέρθηκε ο ηπατοσωματικός δείκτης, τόσο για την τσιπούρα όσο και για το λαβράκι, παρατηρήθηκε ότι ήταν υψηλότερος στα $20\text{kg}/\text{m}^3$ και χαμηλότερος στα $0,2\text{kg}/\text{m}^3$. Επιπροσθέτως, στην τσιπούρα η χοληστερόλη συνήθως τείνει ν' αυξάνεται στη χαμηλή ιχθυοφόρτιση ($12-15\text{ kg}/\text{m}^3$) (Parma et al. 2020), ενώ τυχαίνει και ν' αυξάνεται στην υψηλή ιχθυοφόρτιση ($40,08\text{kg}/\text{m}^3$) (Montero et al. 1999). Το ίδιο συμβαίνει και με τα τριγλυκερίδια, δηλαδή αυξάνονται στις υψηλές ιχθυοφορτίσεις (Montero et al. 1999). Παράλληλα, στο λαβράκι τόσο η χοληστερόλη, όσο και τα τριγλυκερίδια ήταν υψηλότερα στην υψηλή ιχθυοφόρτιση ($40\text{kg}/\text{m}^3$) (Roncarati et al. 2006), ενώ οι Sammouth et al. (2009) συμπέραναν ότι από τα $10\text{kg}/\text{m}^3$ έως και τα $45\text{kg}/\text{m}^3$ δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές. Η υψηλή ιχθυοφόρτιση επηρεάζει τις τιμές της κορτιζόλης και της γλυκόζης της τσιπούρας και του λαβρακιού το ίδιο. Συγκεκριμένα και στα δυο ψάρια η αύξηση της ιχθυοφόρτισης αυξάνει και τα επίπεδα της κορτιζόλης και της γλυκόζης (Roncarati et al. 2006). Στα ίδια επίπεδα βρίσκεται και η επιβίωση της τσιπούρας και του λαβρακιού, όπου στο πείραμα των Roncarati et al. (2006) συμπεραίνεται ότι είναι υψηλότερη σε μια ιχθυοφόρτιση $20\text{kg}/\text{m}^3$, σε σχέση με τις άλλες δύο ιχθυοφορτίσεις $0,2\text{kg}/\text{m}^3$ και $40\text{kg}/\text{m}^3$. Στην εκτροφή της τσιπούρας η ιχθυοφόρτιση άλλοτε επηρεάζει την πρόσληψη τροφής, μειώνοντας την όσο αυτή αυξάνεται (Parma et al. 2020) και άλλοτε όχι (Montero et al. 1999). Στο λαβράκι η αύξηση της ιχθυοφόρτισης συνεπάγεται και μείωση της πρόσληψης της τροφής (Santos et al. 2010). Η ιχθυοφόρτιση, εκτός από το λαβράκι και την τσιπούρα, επηρεάζει κι άλλα ψάρια. Ένα από αυτά είναι η τιλάπια, όπου είναι ψάρι γλυκού νερού.

Συγκεκριμένα, η υψηλή ιχθυοφόρτιση μειώνει την πρόσληψη της τροφής (Harbi & Siddiqui 2000), το τελικό βάρος του ψαριού και το βάρος του ήπατος (Shourbela et al. 2017). Όσον αφορά το FCR στο πείραμα των Harbi & Siddiqui (2000), με ιχθυοφορτίσεις $1\text{kg}/\text{m}^3$, $5\text{kg}/\text{m}^3$, $10\text{kg}/\text{m}^3$ και $15\text{kg}/\text{m}^3$, οι τιμές ήταν σχεδόν ίδιες σε όλες τις θεραπείες, ενώ στο πείραμα των Shourbela et al. (2017), με ιχθυοφορτίσεις $1,12\text{kg}/\text{m}^3$, $2,24\text{kg}/\text{m}^3$ και $4,48\text{kg}/\text{m}^3$, στην υψηλή ιχθυοφόρτιση η τιμή του FCR δεν βρίσκεται στα βέλτιστα επίπεδα (δηλαδή 1-1,5). Από την άλλη το ποσοστό του SGR μειώνονταν όσο αυξάνονταν η ιχθυοφόρτιση (Shourbela et al. 2017). Παράλληλα, η επιβίωση ήταν ίδια στις διαφορετικές ιχθυοφορτίσεις, ενώ η πρόσληψη της τροφής ήταν υψηλότερη στην υψηλή ιχθυοφόρτιση (Shourbela et al. 2017). Τέλος, η υψηλή ιχθυοφόρτιση αύξησε την καταπόνηση στα ψάρια, προκαλώντας μεταβολές στο ανοσοποιητικό, κάνοντάς τα ευάλωτα σε ασθένειες που μπορεί να προκαλέσουν ακόμα και το θάνατό τους (Shourbela et al. 2017). Συμπερασματικά αποδεικνύεται ότι η αύξηση της ιχθυοφόρτισης δεν ευνοεί την ανάπτυξη της τσιπούρας.

4. Βιβλιογραφία

4.1. Ελληνόγλωσση

- Αναγνωστοπούλου Π., Λιβάνη Σ. (2018), «Διερεύνηση της συμπεριφοράς εντατικά εκτρεφόμενων ψαριών κατά τη χορήγηση της τροφής», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας Και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Βόλος
- Βερίλλης Π., Μεντέ Ε. (2017), Ιστοφυσιολογία ιχθύων και καρκινοειδών, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας
- Βουλτσιάδου Ε., Αμπατζόπουλος Ι.Θ., Αντωνοπούλου Ε., Γκάνιας Κ., Γκέλης Σ., Στάικου Α., Τριανταφυλλίδης Α. (2015). Υδατοκαλλιέργειες: Οργανισμοί, Συστήματα Παραγωγής, Προοπτικές, Εκδόσεις Κάλλιπος, σελ. 30-41
- Γεωργίου Σ. (2018). Hsp70 ως βιοδείκτης τοξικότητας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων Σχολή επιστημών Υγείας Τμήμα Ιατρικής, Ιωάννινα
- Καβαλαράκης Α., Καριπίδης Φ., Παναγιωτόπουλος Α., Μυλωνάς Ι. (2016). «Επίδραση χορήγησης του μειωμένου επιπέδου τροφής (75%) στην αύξηση της τσιπούρας σε συνθήκες εντατικής εκτροφής», Βόλος
- Καβούρας Μ. (2009). «Ανίχνευση DNA βλάβης/επιδιόρθωσης με COMET ανάλυση σε εκτρεφόμενους και φυσικούς πληθυσμούς ιχθύων εκτεθειμένους σε βαρέα μέταλλα», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας Και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Βόλος
- Μάντη Ν. (2009). «Βιοχημική σύσταση και οργανοληπτική ανάλυση εκτρεφόμενης συμβατικής και εκτρεφόμενης βιολογικής τσιπούρας (*Sparus aurata* L.)», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας Και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Βόλος
- Μαλανδράκης Ε. (2014). «Καταπόνηση και ευζωία εντατικά εκτρεφόμενων ιχθύων», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας Και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Βόλος
- Νέγκας Ι., Μεντέ Ε. (2011), Στοιχεία φυσιολογίας θρέψεως και εφαρμοσμένη διατροφή ιχθύων και καρκινοειδών, Εκδόσεις Παπαζήση
- Νταντάλη Ο. (2008). Η επίδραση της αστίας στη διαμόρφωση των επιπέδων καταπόνησης (stress) στην τσιπούρα *Sparus aurata*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας Και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Βόλος
- Παπουτσόγλου Σ. (2008). Διατροφή ιχθύων, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα
- Παπαχρήστου Ν.Ι. (2010). ‘ Η βιολογική υδατοκαλλιέργεια και οι ειδικοί κανόνες παραγωγής για είδη ιχθύων που εκτρέφονται στην Ελλάδα ‘, Ηγουμενίτσα
- Πέττας Ι.Γ. (2008). Δημιουργία προτύπου βιολογικής εκτροφής λαβρακιού – τσιπούρας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Αγροχημεία-Βιολογικές Καλλιέργειες», Ιωάννινα
- Σαμαράς Α., Παυλίδης Μ. (2019). Ευζωία Μεσογειακών Ιχθύων, Οδηγός Καλών Πρακτικών και δείκτες εκτίμησης, Ευζωία Μεσογειακών Ιχθύων 2, FishGreece

- Trizoni E. (2010). Study on the morphology of peripheral blood cells of sea bream (*Sparus aurata*). University of Thessaly. School of Health Sciences Faculty of Veterinary Medicine, Karditsa, Greece
- Χατζηπλή Α. (2008). Η επίδραση της κακομεταχείρισης στη διαμόρφωση των επιπέδων καταπόνησης (stress) στην τσιπούρα *Sparus aurata*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας Και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Βόλος
- Χώτος Γ., Ρογδάκης Ι. (2010). Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών, Λαβράκι και Τσιπούρα Τεχνικές της αναπαραγωγής και πάχυνσης, Εκδόσεις Ιων, Αθήνα

4.2. Ξενόγλωσση

- Arends R.J., Mancera J.M., Munoz J.L., Wendelaar Bonga J.L., Flik G. (1999). The stress response of the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) to air exposure and confinement, *Journal of endocrinology*, 163:149–157
- Arechavala-Lopez P., Diaz-Gil C., Saraiva J.L., Moranta D., Castanheira M.F., Nuñez-Velázquez S., Ledesma-Corvi S., Mora-Ruiz M.R., Grau A. (2019). Effects of structural environmental enrichment on welfare of juvenile seabream (*Sparus aurata*), *Aquaculture*, 15
- Andrew J.E., Holm J., Kadri S., Huntingford F.A. (2004). The effect of competition on the feeding efficiency and feed handling behaviour in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) held in tanks, *Aquaculture*, 232:317-331
- Arechavala-Lopez P., Nazzaro-Alvarez J., Jardí-Pons A., Reig L., Carella F., Carrassón M., Roque A. (2020). Linking stocking densities and feeding strategies with social and individual stress responses on gilthead sea bream (*Sparus aurata*), *Physiology & Behavior*, 213
- Alves R.N., Cordeiro O., Silva T.S., Richard N., Vareilles M., Marino G., Marco P., Rodrigues P., Conceição L.E.C. (2010). Metabolic molecular indicators of chronic stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) using comparative proteomics, *Aquaculture*, 299:57-66
- Ashley P.J. (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture, *Applied Animal Behaviour Science*, 104:199–235
- Barton B.A., Ribas L., Acerete L., Tort L. (2005). Effects of chronic confinement on physiological responses of juvenile gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., to acute handling, *Aquaculture Research*, 36:172-179
- Barton B.A. (2002). Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids, 42:517–525
- Carbonara P., Alfonso S., Zupa W., Manfrin A., Fiocchi E., Pretto T., Spedicato M.T., Lembo G. (2019). Behavioral and physiological responses to stocking density in sea bream (*Sparus aurata*): Do coping styles matter? *Physiology & Behavior*, 212
- Conte F.S. (2004). Stress and the welfare of cultured fish, *Applied Animal Behaviour Science*, 86:205-223.
- Cretì P., Trinchella F., Scudiero R. (2010). Heavy metal bioaccumulation and metallothionein content in tissues of the sea bream *Sparus aurata* from three different fish farming systems, *Environ Monit Assess*, 165:321–329.
- Cordero H., Morcillo P., Meseguer J., Cuesta A., Esteban M.A. (2016). Effects of *Shewanella putrefaciens* on innate immunity and cytokine expression profile

upon high stocking density of gilthead sea bream specimens, *Fish & Shellfish Immunology*, 51:33-40

- Harbia.H., Siddiquia. Q. (2000). Effects of Tilapia Stocking Densities on Fish Growth and Water Quality in Tanks, *Asian Fisheries Science*, 13:391-396
- Houde E.D. (1975). Effects of stocking density and food density on survival, growth and yield of laboratory-reared larvae of sea bream *Archosargus rhomboidalis* (L.) (Sparidae) , *J. Fish Bid*, **7:115-127**
- Jerez-Cepa I., Marin-Rincon A., Martinez-Rodriguez G., Ruiz-Jarabo I., Mancera J.M. (2020). A natural additive in the diet to improve growth and reduce energy expenditure of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.): Attenuation of high stocking density stress responses, *Aquaculture*, 524
- Karakatsouli N., Papoutsoglou S.E., Manolessos G. (2017). Combined effects of rearing density and tank colour on the growth and welfare of juvenile white sea bream *Diplodus sargus* L. in a recirculating water system, *Aquaculture Research*, 38: 1152-1160
- Martins C.I.M., Galhardo L., Noble C., Damsgard B., Spedicato M.T., Zupa W., Beauchaud M., Kulczykowska E., Massabuau J.C., Carter T., Planellas S.R., Kristiansen T. (2012). Behavioural indicators of welfare in farmed fish, *Fish Physiol Biochem*, 38:17–41
- Muniesa A., Basurco B., Aguilera C., Furones D., Reverte C., Sanjuan-Vilaplana A., Dverdal Jansen M., Brun E., Tavornpanich S. (2019). Mapping the knowledge of the main diseases affecting sea bass and sea bream in Mediterranean, *Transboundary and Emerging Diseases*, 67:1089-1100
- Molinero A., Gonzalez J. (1995). Comparative effects of MS 222 and 2-phenoxyethanol on gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) during confinement, *Camp. Biochem. Phy.*, 111:405-414
- Montero D., Izquierdo M.S., Tort L., Robaina L., M.Vergara J. (1999). High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles, *Fish Physiology and Biochemistry*, **20**: 53–60
- Montero D., Marrero M., Izquierdo M.S., Robaina L., Vergara J.M., Tort L. (1999). Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding Stress, *Aquaculture*, 171:269–278
- Mancera J.M., Vargas-Chacoff L., García-López A., Kleszczyńska A., Kalamarz H., Martínez-Rodríguez G., Kulczykowska E. (2008). High density and food deprivation affect arginine vasotocin, isotocin and melatonin in gilthead sea bream (*Sparus auratus*), *Comparative Biochemistry Physiology*, 149: 92–97.
- Parma L, N.F. Pelusio, Gisbert E., Esteban M.A., Amico F., Soverini M., Candela M., Dondi F., Dondi P.P., Bonaldo A. (2020). Effects of rearing density on growth, digestive conditions, welfare indicators and gut bacterial community of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L. 1758) fed different fishmeal and fish oil dietary levels, *Aquaculture*, 518.
- Parra G., Yufer M. (2000). Feeding, physiology and growth responses in first-feeding gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae in relation to prey density, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243:1-15

- Roncarati A., Melotti P., Dees A., Mordenti O., Angellotti L. (2006). Welfare status of cultured seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) and seabream (*Sparus aurata* L.) assessed by blood parameters and tissue characteristics, *J. Appl. Ichthyol*, 22:225–234.
- Rotllant J., Balm P.H.M., Perez-Sanchez J., Wendelaar-Bonga S.E., Tort L. (2001). Pituitary and Interrenal Function in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L., Teleostei) after Handling and Confinement Stress, *General and Comparative Endocrinology*, **121**:333–342
- Rotllant J., Arends R.J., Mancera J.M., Flik G., Wendelaar Bonga S.E., Tort L. (2000). Inhibition of HPI axis response to stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) with physiological plasma levels of cortisol, *Fish Physiology and Biochemistry*, 23:13–22
- Sánchez-Muros M.J., Sánchez B., Barroso F.G., Toniolo M., Trenzado C.E., Rus A.S. (2017). Effects of rearing conditions on behavioural responses, social kinetics and physiological parameters in gilthead sea bream *Sparus aurata*, *Applied Animal Behaviour Science*, 197:120-128.
- IMPROVING THE WELFARE OF EUROPEAN SEA BASS AND GILTHEAD SEA BREEM, Food Business Improving the welfare of European sea bass and gilthead sea bream
- Sangiao-Alvarellos S., Gusman J.M., Laiz-Carrion R., Miguez J.M., Martin Del Rio M.P., Mancera J.M., Soengas J.L. (2005). Interactive Effects of High Stocking Density and Food Deprivation on Carbohydrate Metabolism in Several Tissues of Gilthead Sea Bream *Sparus auratus*, *Journal of Experimental Zoology*, 303A:761–775
- Santos G.A., Schrama J.W., Mamauag R.E.P, Rombout J.H.W.M., Verreth J.A.J. (2010). Chronic stress impairs performance, energy metabolism and welfare indicators in European seabass (*Dicentrarchus labrax*): The combined effects of fish crowding and water quality deterioration, *Aquaculture*, 299 :73–80
- Sammouth S., Roque d'Orbcastel E., Gasset E., Lemarie' G., Breuil G., Marino G., Coeurdacier J.L., Fivelstad S., Blancheton J.P. (2009). The effect of density on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) performance in a tank-based recirculating system, *Aquacultural Engineering*, 40:72–78
- Seginer I., (2016). Growth models of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) for aquaculture: A review, *Aquacultural Engineering*, 70:15-32
- Shourbela R.M., El-Kholya S.Z., El-Fadadney M. (2017). Consequences of High-Density Fish Culture as Monitored by Growth, Behavior and Immune Responses of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *AJVS*, 53(2):45-53
- Tort L., Sunyer J.O., Gomez E., Molinero A. (1996). Crowding stress induces changes in serum haemolytic and agglutinating activity in the gilthead sea bream *Sparus aurata*, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 51:179-188.
- Tolussi C.E., Hilsdorf A.W.S., Caneppele D., Moreira R.G. (2010). The effects of stocking density in physiological parameters and growth of the endangered teleost species piabanha, *Brycon insignis* (Steindachner, 1877), *Aquaculture* , 310 :221–228

4.3. Ηλεκτρονική

- [/https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://thehealthlab.gr/mageiriki/trofima/tsipoyra-i-lavraki&ved=2ahUKEwjNk9ripcbuAhWB3eAKHY75CqsQFjABegQIAxAI&usg=AOvVaw0guWaVNZEAbz4gpPkVFd-7](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://thehealthlab.gr/mageiriki/trofima/tsipoyra-i-lavraki&ved=2ahUKEwjNk9ripcbuAhWB3eAKHY75CqsQFjABegQIAxAI&usg=AOvVaw0guWaVNZEAbz4gpPkVFd-7)
- [http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A4%CF%83%CE%B9%CF%80%CE%BF%CF%8D%CF%81%CE%B1_\(Sparus_aurata\)](http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A4%CF%83%CE%B9%CF%80%CE%BF%CF%8D%CF%81%CE%B1_(Sparus_aurata))
- <http://www.helfish.gr/el/products/bream/>
- http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en
- <http://fishethobase.net/db/49/findings/>
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2109.2007.01883.x>
- https://www.enidrio.gr/el/fish/fish_diet/
- <https://www.fgm.com.gr>

5. ABSTRACT

In recent years, there has been an increase in demand for fish worldwide, as consumers prefer healthy foods with high biological value. However, the nutritional requirements of consumers cannot be covered exclusively by fisheries. Therefore, aquaculture is an alternative solution to this problem. In Greece, fish farms show significant development with the main farmed species are sea bream and sea bass. In the present thesis, the effect of fish density on the growth of sea bream under intensive farming conditions was studied. Fish density generally affects sea bream in many factors. Research has indicated that high fish density negatively affects the growth of sea bream, as with its increase there is reduced growth. Low-density farmed fish grow better and are less likely to show changes in feed intake and diseases. In addition, high fish density can induce stress to fish, compromising their immune system and making them vulnerable to many opportunistic pathogens. Also their energy and natural life span is reduced. Ordinarily, stress is a threat to fish health, especially when it becomes chronic. Finally, regarding the effect of fish density on feed intake, experimental results showed that feed intake is lower in high fish density. Normally, the higher the fish density, the greater the chances of cannibalism occurring among the fish. On the contrary, there have been experiments in which, according to their results, it is concluded that fish density does not greatly affect feed intake.

Keywords: fish density, sea bream, growth, intensive fish farming