



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η επίδραση της χρήσης διαφορετικών εμπορικών σκευασμάτων
αιθέριων ελαίων στην ανάπτυξη της τσιπούρας (*Sparus aurata*) και
την αξιοποίηση της τροφής της»**

ΑΥΓΟΥΣΤΙΝΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΑΔΑΜΑΝΤΙΑ

ΚΟΥΡΔΟΥΣΑΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ

ΝΤΟΛΑ ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ

ΒΟΛΟΣ 2022

**«Η επίδραση της χρήσης διαφορετικών εμπορικών σκευασμάτων αιθέριων
ελαίων στην ανάπτυξη της τσιπούρας (*Sparus aurata*) και την αξιοποίηση της
τροφής της»**

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

- 1) **Καραπαναγιωτίδης Ιωάννης**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμός, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Επιβλέπων*,
- 2) **Γκολομάζου Ελένη**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Προστασία – Ευζωία Ιχθύων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, *Μέλος*,
- 3) **Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιεργειών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, *Μέλος*.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όσους συνέβαλλαν με οποιονδήποτε τρόπο για την περάτωση της παρούσας προπτυχιακής διπλωματικής διατριβής. Συγκεκριμένα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα της πτυχιακής μας διατριβής, κ. Καραπαναγιωτίδη Ιωάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή Διατροφής Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της επιτροπής, την κα. Γκολομάζου Ελένη, Επίκουρη Καθηγήτρια Προστασίας-Ευζωίας Ιχθύων και την κα. Παναγιωτάκη Παναγιώτα, Καθηγήτρια Υδατοκαλλιεργειών για την πολύτιμη βοήθεια τους και για τις ιδιαίτερα χρήσιμες παρατηρήσεις και υποδείξεις τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης και συγγραφής της παρούσας διατριβής. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Ψωφάκη Πιέρ, Διδάκτορα και κα. Αδαμαντία Ασημάκη, υποψήφια Διδάκτορα, για την συνεργασία και την βοήθεια που μας πρόσφεραν, και που ολοκλήρωσαν μόνοι τους το εργαστηριακό κομμάτι λόγω της πανδημίας.

Παράλληλα, θα θέλαμε να εκφράσουμε από τα βάθη της καρδιάς μας, την απέραντη ευγνωμοσύνη στους γονείς μας, στους φίλους μας για την στήριξη και συμπαράσταση τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μας καθώς και στην συμφοιτήτρια μας Ειρηνάκη Μαρία για την πολύτιμη βοήθεια της.

Στους γονείς μας,

Αυγουστινάκη Φιλοκτήτη & Ρουχωτά Μερόπη,

Καραγιάννη Δημήτριο & Παρασκευά Χριστίνα,

Κουρδουσά Ευστράτιο & Πατρικέλλη Ελένη &

Ντόλα Αλέξανδρο & Παληογιάννη Δήμητρα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια για την ένταξη φυσικών και βιολογικών σκευασμάτων στις ιχθυοκαλλιέργειες με σκοπό τη μερική αντικατάσταση χημικών σκευασμάτων για την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει θετικά αποτελέσματα από τη χρήση φυτικών αιθέριων ελαίων ως πρόσθετα διατροφής σε πολλά είδη εκτρεφόμενων ιχθύων. Πρόσφατα, αυτές οι διατροφικές εναλλακτικές λύσεις έχουν αξιολογηθεί και αναφερθεί στην παραγωγή ψαριών, προκειμένου να ενισχυθεί η αντοχή σε ασθένειες, καθώς και να βελτιωθεί η ανάπτυξη των ψαριών, η ευζωία τους και η χρήση τους στις ιχθυοτροφές.

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας χρησιμοποίησης έξι διαφορετικών εμπορικών σκευασμάτων που περιείχαν μίγματα αιθέριων ελαίων ρίγανης, γαρυφάλλου, κανέλας και θυμαριού στην ανάπτυξη, στην αξιοποίηση της τροφής καθώς και στην επιβίωση των ατόμων τσιπούρας (*S. aurata*).

Υγιή ιχθύδια τσιπούρας με αρχικό μέσο βάρος 4 – 7g μεταφέρθηκαν στον σταθμό Υδατοκαλλιεργειών του Τμήματος και επιμολύνθηκαν με ασθενή άτομα τσιπούρας (δότες) προσβεβλημένα από το παράσιτο *Enteromyxum leei* για να αυξηθεί το παρασιτικό φορτίο. Μετά από 32 ημέρες οι δότες απομακρύνθηκαν από τα ενυδρεία και τα επιμολυσμένα ψάρια με αρχικό μέσο βάρος $9,89 \pm 0,59g$ διαμοιράστηκαν ανά 30 άτομα σε 12 γυάλινα ενυδρεία. Στο κλειστό σύστημα κυκλοφορίας θαλασσινού νερού η θερμοκρασία ήταν 20 – 21 °C, το pH $8,00 \pm 0,4$, η αλατότητα 33‰ και το διαλυμένο οξυγόνο $>6,5mg/l$. Τα ιχθύδια χωρίστηκαν σε έξι πειραματικές ομάδες (30 άτομα/δεξαμενή, 2 επαναλήψεις/διατροφική ομάδα), στις οποίες χορηγήθηκαν έξι

διαφορετικά σιτηρέσια συγκεκριμένης ποσότητας και η χορήγηση γινόταν μία φορά καθημερινά με το χέρι για 45 ημέρες. Χρησιμοποιήθηκαν 6 τροφές που περιείχαν μίγμα αιθέριων ελαίων: Α, 2Α, Β, 2Β, Γ και Δ. Η τροφή Α περιείχε ένα εμπορικό σκεύασμα (Α) που αποτελούνταν από μίγμα αιθέριων ελαίων και συγκεκριμένα από έλαιο ρίγανης (*Origanum* sp.), έλαιο γαρυφάλλου (*Eugenia* sp.), έλαιο κανέλας (*Cinnamomum* sp.) και έλαιο θυμαριού (*Syzygium* sp.). Η τροφή 2Α περιείχε τη διπλάσια δόση του μίγματος αιθέριων ελαίων συγκριτικά με την τροφή Α. Η τροφή Β περιείχε ένα εμπορικό σκεύασμα (Β) που αποτελούνταν από το ίδιο μίγμα αιθέριων ελαίων αλλά σε διαφορετικές αναλογίες (άγνωστες για τους συγγραφείς). Η τροφή 2Β περιείχε τη διπλάσια δόση του μίγματος αιθέριων ελαίων συγκριτικά με την τροφή Β. Η τροφή Γ περιείχε μισή ποσότητα από το σκεύασμα Α και μισή από το σκεύασμα Β, ενώ η τροφή Δ περιείχε πάλι μισή ποσότητα από το σκεύασμα Α και μισή από το σκεύασμα Β, αλλά ήταν της μορφής μικροενθυλάκωσης (*mikro encapsulation*).

Κατά τη λήξη του πειράματος, παρατηρήθηκε ότι η επιβίωση των ψαριών επηρεάστηκε σημαντικά από την χρήση των αιθέριων ελαίων, ενώ η αύξηση του βάρους των ψαριών κυμάνθηκε από 6,35 – 9,32 και υπήρχαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις διατροφικές ομάδες. Ο συντελεστής SGR (1,06 - 1,54%/ημέρα) και ο συντελεστής FCR (1,33 – 1,97) διαφοροποιήθηκαν σημαντικά μεταξύ των ομάδων.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι η τροφή Γ (μισή ποσότητα τροφής Α και μισή ποσότητα τροφής Β) είχε την καλύτερη αντιπαρασιτική δράση, ενώ παράλληλα είχε θετικά αποτελέσματα στις παραμέτρους ανάπτυξης. Ωστόσο, η κατανάλωση της τροφής ήταν παρόμοια σε όλες τις διατροφικές ομάδες. Πρέπει παρόλα αυτά να διεξαχθούν περαιτέρω έρευνες πάνω στην επίδραση των αιθέριων ελαίων στην ανάπτυξη της τσιπούρας (*Sparus aurata*) και την αξιοποίηση της τροφής της.

Λέξεις - κλειδιά: Τσιπούρα, *Sparus aurata*, αιθέρια έλαια, ρίγανη, κανέλα, θυμάρι, γαρύφαλλο, διατροφή, ιχθυοκαλλιέργειες, θνησιμότητα, παράμετροι ανάπτυξης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1. Τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i>)	10
1.1.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά	10
1.1.2. Γεωγραφική κατανομή	11
1.1.3. Βιότοπος.....	12
1.1.4. Αναπαραγωγή και διατροφή.....	12
1.1.5. Εκτροφή	13
1.1.6. Θρεπτικές απαιτήσεις.....	15
1.2. Αιθέρια έλαια	18
1.2.1. Αιθέριο έλαιο ρίγανης (<i>Origanum heracleoticum</i>).....	20
1.2.2. Αιθέριο έλαιο κανέλας (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)	20
1.2.3. Αιθέριο έλαιο θυμαριού (<i>Thymus vulgaris</i>)	21
1.2.4. Αιθέριο έλαιο γαρυφάλλου (<i>Eugenia aromatica</i>).....	22
1.3. Παράσιτο <i>Enteromyxum leei</i>	23
1.4. Σκοπός	24
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	25
2.1. Πληθυσμοί ψαριών και πειραματική επιμόλυνση	25
2.2. Πειραματική εκτροφή με αντιπαρασιτικές τροφές.....	27
2.3. Δειγματοληψίες	28
2.4. Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής.....	29
2.4.1. Θνησιμότητα	29
2.4.2. Κατανάλωση τροφής (g/fish)	29
2.4.3. Αύξηση ολικού βάρους ψαριών.....	29
2.4.4. Ποσοστό αύξησης ολικού βάρους	30
2.4.5. Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής	30
2.4.6. Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης	30
2.4.7 Δείκτης ευρωστίας.....	30
2.5. Στατιστική ανάλυση	31
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	32
3.1. Θνησιμότητα	32
3.2. Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής.....	32
3.2.1. Κατά την έναρξη του πειράματος.....	32
3.2.2. Κατά την 15η ημέρα του πειράματος.....	33
3.2.3. Κατά την 29 ^η ημέρα του πειράματος	35

3.2.4. Κατά την ολοκλήρωση του πειράματος	38
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	42
4.1. Θνησιμότητα	42
4.2. Παράμετροι ανάπτυξης.....	44
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	51
6.1. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	51
6.2. Ελληνική Βιβλιογραφία	61
6.3. Ηλεκτρονική βιβλιογραφία	62

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Τσιπούρα (*Sparus aurata*)

1.1.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η τσιπούρα *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) είναι ένα ψάρι το οποίο κατατάσσεται στα είδη της Μεσογείου και ανήκει σε ένα από τα δυο κυριότερα εκτρεφόμενα είδη στις μεσογειακές και ελληνικές θαλάσσιες υδατοκαλλιέργειες (Κλαουδάτος, 2012). Αποτελεί είδος που προσαρμόζεται εύκολα στην αιχμαλωσία, χαρακτηρίζεται από γρήγορη ανάπτυξη, ανθεκτικότητα στις μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων των υδάτινων μαζών και εξαιρετικής ποιότητας κρέατος, ιδιότητες στις οποίες οφείλεται το μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον και η επιλογή για εντατική εκτροφή (Klaoudatos & Apostolopoulos, 1986).

Η τσιπούρα έχει επίμηκες σώμα πεπλατυσμένο και πλευρικά συμπιεσμένο με κυρτή ράχη, μικρά μάτια, κοντό ρύγχος και λεπτό μίσχο ουράς (Εικ. 1.1). Σε κάθε βραγχιακό τόξο υπάρχουν 11 σκληρές και 13 μαλακές βραγχιόκανθες και κατά μήκος της πλευρικής γραμμής φέρει 75 - 85 κυκλοειδή λέπια (Κλαουδάτος και Κλαουδάτος, 2012). Το μέγιστο μήκος της ανέρχεται στα 60 cm, αλλά συνήθως κυμαίνεται στα 30 - 35 cm, ενώ το μέγιστο βάρος της εκτιμάται στα 16-18 kg. Το σώμα του είδους αυτού φέρει γενικά ασημένιο χρωματισμό. Στην αρχή της πλευρικής του γραμμής φέρει μία μεγάλη μαύρη κηλίδα, η οποία εκτείνεται μέχρι το επάνω τμήμα του βραγχιοκαλύμματος. Κατά μήκος του μετώπου του εμφανίζει μία χρυσή καμπυλοειδή ταινία σχήματος ν που στα ενήλικα άτομα πλαισιώνεται από δύο σκούρες ζώνες. Κατά μήκος του ραχιαίου πτερυγίου φέρει μία επιμήκη μαύρη λουρίδα, ενώ κατά μήκος του ουραίου μία μαύρη παρυφή (Νεοφύτου και Νεοφύτου, 2017).



Εικόνα 1.1.: Τσιπούρα (Πηγή: http1)

<u>Συστηματική κατάταξη</u>
Βασίλειο: Ζώα (<i>Animalia</i>)
Φύλο: Χορδωτά (<i>Chordate</i>)
Υποφύλο: Σπονδυλωτά (<i>Vertebrata</i>)
Υπερκλάση: Οστειχθύες (<i>Osteichthyes</i>)
Κλάση: Ακτινοπτερύγια (<i>Actinopterygii</i>)
Τάξη: Περκόμορφα (<i>Perciformes</i>)
Οικογένεια: Σπαρίδες (<i>Sparidae</i>)
Γένος: Σπάρος (<i>Sparus</i>)
Είδος: Τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i>)

1.1.2. Γεωγραφική κατανομή

Γεωγραφικά η τσιπούρα εκτείνεται στη κεντρική και τη δυτική Μεσόγειο και λιγότερο στις ανατολικές και νοτιοανατολικές περιοχές, ενώ σπανιότερα στη Μαύρη Θάλασσα (Εικ. 1.2). Επιπροσθέτως, συναντάται στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού, από την περιοχή της Μεγάλης Βρετανίας μέχρι το Πράσινο ακρωτήριο και τα Κανάρια νησιά (Νεοφύτου, 2015).



Εικόνα 1.2.: Γεωγραφική εξάπλωση (Πηγή: <http2>)

1.1.3. Βιότοπος

Αποτελεί βενθοπελαγικό είδος της υποτροπικής ζώνης και ζει κυρίως σε παράκτιες περιοχές με αμμώδεις πυθμένες και λιβάδια Ποσειδωνίας, φτάνοντας σε βάθη από 20 έως 150 μέτρα, ανάλογα την ηλικία του. Είναι ευρύθερμο με θερμοκρασιακό εύρος που κυμαίνεται από 4-30 °C με τη μέγιστη τιμή ρυθμού ανάπτυξης να βρίσκεται στους 22-24 °C. Παράλληλα, θεωρείται και ευρύαλο είδος καθώς μπορεί να διαβιεί σε υφάλμυρα νερά, με τη μέγιστη ανάπτυξη του να παρατηρείται σε αλατότητα 28-32‰ (Παπουτσόγλου, 2008). Την άνοιξη εμφανίζεται στα υφάλμυρα νερά των εκβολών των ποταμών και των λιμνοθαλασσών, ενώ το φθινόπωρο εγκαταλείπει τις λιμνοθάλασσες και εγκαθίστανται στην ανοιχτή θάλασσα, όπου συναντάται είτε μοναχικό είτε σε μικρά κοπάδια (Νεοφύτου, 2015).

1.1.4. Αναπαραγωγή και διατροφή

Η αναπαραγωγή της τσιπούρας πραγματοποιείται από τον Οκτώβριο μέχρι τον Δεκέμβριο σε θερμοκρασίες από 13-17 °C, σε λιμνοθάλασσες με το θηλυκό να γεννά περίπου 20.000-80.000 αυγά την ημέρα. Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα της τσιπούρας

είναι ο πρωτανδρικός ερμαφροδιτισμός, με τα αρσενικά άτομα να ωριμάζουν γεννητικά το πρώτο ή το δεύτερο έτος της ηλικίας τους, φτάνοντας σε μήκος από 20-30 cm και βάρος από 350-400g και έπειτα πραγματοποιείται αναστροφή φύλου (Κλαουδάτος και Κλαουδάτος, 2012). Ανήκει στα σαρκοφάγα είδη (Νεοφύτου, 2015) και το διαιτολόγιο της αποτελείται κυρίως από μαλάκια, δίθυρα, γαστερόποδα, καρκινοειδή, δίθυρα μαλάκια (μύδια, στρείδια κ.ά.), εχινόδερμα, τελεόστεους και πολύχαιτους.

1.1.5. Εκτροφή

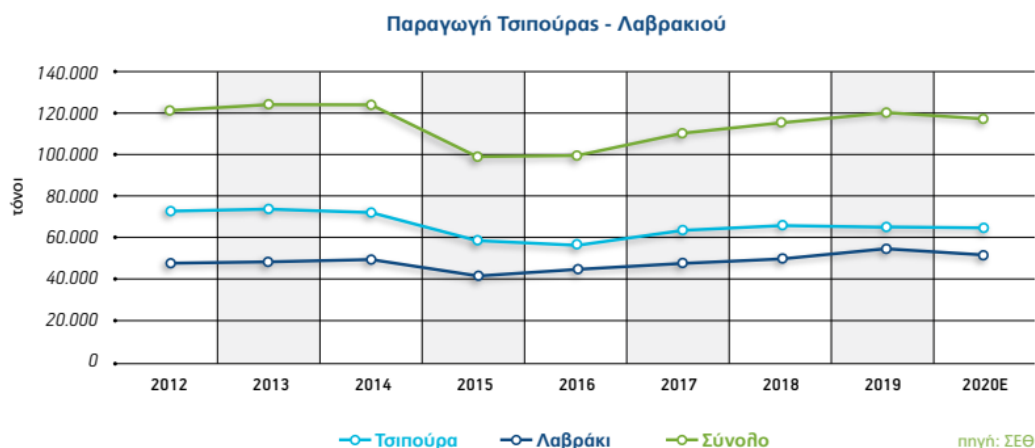
Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980, όπου αναπτύχθηκαν τα εντατικά συστήματα εκτροφής της τσιπούρας (Βουλτσιάδου και άλλοι, 2015) η εκτροφή της πραγματοποιούνταν παραδοσιακά είτε σε μεσογειακές παράκτιες λιμνοθάλασσες είτε σε υδατοσυλλογές με αλμυρό ή υφάλμυρο νερό (European Commission, 2012). Η καλλιέργεια της τσιπούρας μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους: (α) με εκτατικές και ημι-εντατικές μεθόδους, σε παράκτιες λίμνες και λιμνοθάλασσες, (β) σε εντατικά συστήματα εκτροφής, είτε σε χερσαίες εγκαταστάσεις ή σε θαλάσσιους κλωβούς. Οι τρόποι αυτοί διαφέρουν ιδίως όσον αφορά τις ιχθυοφορτίσεις και τη χορήγηση της τροφής (Βουλτσιάδου και άλλοι, 2015). Η τσιπούρα είναι ένα είδος πολύ κατάλληλο για εκτατική υδατοκαλλιέργεια στη Μεσόγειο, λόγω των προσιτών τιμών της στην αγορά, της ικανότητάς της να επιβιώνει σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες και της διατροφής της με είδη που βρίσκονται σχετικά χαμηλά στην τροφική αλυσίδα (Βουλτσιάδου και άλλοι, 2015).

Το 2019 παρήχθησαν συνολικά 103.276 τόνοι τσιπούρας στην Ευρώπη, παρουσιάζοντας αύξηση 3,1% σε σχέση με το 2018 (100.109 τόνοι) (ΣΕΘ, 2019). Η παραγωγή αυξήθηκε σε Ελλάδα, Ισπανία, Γαλλία και Κροατία, αντισταθμίζοντας τη

στασιμότητα ή τη μείωση που παρατηρήθηκε στις υπόλοιπες χώρες. Η Ελλάδα αποτελεί μακράν τη μεγαλύτερη παραγωγό χώρα, καθώς με 65.300 τόνους αντιπροσωπεύει το 63,2% της ευρωπαϊκής παραγωγής τσιπούρας, και ακολουθούν η Ισπανία με 13.521 τόνους (13%), η Ιταλία με 9.100 τόνους (8,8%), η Κροατία με 6.774 τόνους (6,5%) και η Κύπρος με 5.000 τόνους (4,8%) (ΣΕΘ, 2019). Το υπόλοιπο 3,7% παράγεται από τη Γαλλία και την Πορτογαλία.

Όσον αφορά στην παραγωγή γόνου τσιπούρας, το 2019 παρήχθησαν 461,5 εκατομμύρια ιχθύδια, δηλαδή 1,3% περισσότερα σε σχέση με το 2018 (455,2 εκ. ιχθύδια). Η παραγωγή του γόνου έγινε κατά 51,5% από την Ελλάδα (238 εκ. ιχθύδια), 19,5% από την Ιταλία (90 εκ. ιχθύδια), 11,9% από τη Γαλλία (55,1 εκ. ιχθύδια), 7,8% από την Ισπανία (36,3 εκ. ιχθύδια), 5,8% από την Κύπρο (27 εκ. ιχθύδια) και 3,2% από την Κροατία (15 εκ. ιχθύδια). Το 2019, η παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού στην Ελλάδα ανήλθε σε 120.500 τόνους συνολικής αξίας 545,6 εκ. ευρώ (ΣΕΘ, 2019). Αναλυτικότερα παρήχθησαν 65.300 τόνοι τσιπούρας και 55.200 τόνοι λαβρακιού. Σε σχέση με το 2018 παρατηρείται αύξηση σχεδόν 3% ως προς τον όγκο παραγωγής (λόγω της αυξημένης παραγωγής λαβρακιού) και οριακή μείωση 1% ως προς την αξία πωλήσεων λόγω της μειωμένης τιμής και για τα δύο είδη. Η τσιπούρα αντιστοιχεί στο 54% του όγκου παραγωγής και το λαβράκι στο 46%. Ανά είδος, η παραγωγή τσιπούρας παρουσίασε αύξηση 4,6% και του λαβρακιού 4,1% σε σχέση με το προηγούμενο έτος.

Οι τιμές το 2019 (Εικ. 1.3) παρουσίασαν πτωτική πορεία και για τα δύο είδη σε σχέση με το προηγούμενο έτος (ΣΕΘ, 2019). Η μέση τιμή πώλησης της τσιπούρας ανήλθε στα 4,51€/κιλό, παρουσιάζοντας οριακή μείωση 0,5% ενώ για το λαβράκι η μέση τιμή πώλησης κυμάνθηκε στα 4,55€/κιλό μειωμένη σχεδόν κατά 8,5%.



Εικόνα 1.3.: Εξέλιξη παραγωγής (τόνοι σε χιλιάδες) τσιπούρας και λαβρακιού (Πηγή: ΣΕΘ, 2019)

1.1.6. Θρεπτικές απαιτήσεις

Από τις διάφορες σχετικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν μέχρι σήμερα και αφορούσαν την θρεπτική σύσταση της τροφής, οι προτεινόμενες προδιαγραφές αφορούν σιτηρέσια εναρκτήρια, κύριας εκτροφής και σιτηρέσια γεννητόρων. Οι απαιτήσεις της τσιπούρας για το στάδιο του ιχθυδίου και του ενήλικου ατόμου παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1.: Θρεπτικές ανάγκες (% τροφής) της τσιπούρας ανάλογα το στάδιο ανάπτυξη

Πηγές: Παπουτσόγλου (2008), http3 (2016)

Θρεπτική σύσταση (%)	Στάδιο ζωής	
	Ιχθύδια	Ενήλικα άτομα
Πρωτεΐνη	50-60	45-50
Λίπος	12-25	12-25
Ινώδεις ουσίες	1,2	1,2
Υδατάνθρακες	20	20
Πρωτεΐνη/ Ενέργεια (mg/Kj)	20,8/22,4	21,5/28,1
Φώσφορος	0,65	-

Πίνακας 1.2.: Ποσοτικές ανάγκες (% τροφής) της τσιπούρας σε απαραίτητα αμινοξέα

Πηγές: Παπουτσόγλου (2008), http3 (2016)

Αμινοξέα (%)	Στάδιο ζωής	
	Ιχθύδια	Ενήλικα άτομα
Αργινίνη	5,4	5,4
Ιστιδίνη	1,7	1,7
Ισολευκίνη	2,6	2,6
Λευκίνη	4,5	4,5
Λυσίνη	5	5
Μεθειονίνη	2,4	2,4
Φαινυλαλανίνη	2,9	2,9
Θρεονίνη	2,8	2,8
Τρυπτοφάνη	0,6	0,6
Βαλίνη	3	3

Πίνακας 1.3.: Ενδεικτικά προτεινόμενα επίπεδα βιταμινών και ανόργανων στοιχείων σε εναρκτήρια και σε σιτηρέσια κύριας εκτροφής και γεννητόρων τσιπούρας (ποσότητες /Kg τροφής με 10% υγρασία) (Παπουτσόγλου, 2008)

Βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία	Στάδιο ζωής		
	Εναρκτήρια σιτηρέσια	Σιτηρέσια κύριας εκτροφής	Σιτηρέσια γεννητόρων
Βιταμίνη Α (IU)	27000	22000	27000
Βιταμίνη D (IU)	3000	3000	1500
Βιταμίνη Ε (mg)	1200	1100	1300
Βιταμίνη Κ (mg)	30	25	35
Βιταμίνη C (mg)	300	250	450
Θειαμίνη (Βιταμίνη Β1) (mg)	50	30	50
Ριβοφλαβίνη (Βιταμίνη Β2)(mg)	55	35	60
Παντοθενικό οξύ (Βιταμίνη Β5) (mg)	130	120	130
Πυριδοξίνη (Βιταμίνη Β6) (mg)	35	30	40
Κυανοκοβαλαμίνη (Βιταμίνη Β12) (mg)	~0,1	~ 0,1	~0,1
Νιασίνη (mg)	550	400	550
Βιοτίνη (mg)	2	1,0-1,5	1,5
Χολίνη (mg)	2500	2400	2500
Φυλλικό οξύ (mg)	15	8-Οκτ	10
Ινισιτόλη (mg)	250	250	300
Παραμινοβενζοϊκο οξύ (mg)	40	35	45
Φώσφορος (mg)	14	13	14
Χαλκός (mg)	6	4	5
Ιώδιο (mg)	3	2	2,5
Σίδηρος (mg)	60	50	60
Μαγγάνιο (mg)	80	70	75
Ψευδάργυρος (mg)	100	80	100
Κοβάλτιο (mg)	~ 2,5	~2,0	2,5
Σελήνιο (mg)	0,4 – 0,5	0,3-0,4	0,4-0,5

1.2. Αιθέρια έλαια

Ως υδατοκαλλιέργεια ορίζεται η καλλιέργεια υδρόβιων φυτών καθώς και η εκτροφή ζωικών οργανισμών, της οποίας η ετήσια ανάπτυξη ανέρχεται στα 4,5%, για την κάλυψη των διατροφικών απαιτήσεων του πληθυσμού (FAO, 2018). Λόγω της αύξησης της ζήτησης των καταναλωτών, η υδατοκαλλιέργεια μετατράπηκε από εκτατική σε υπερ-εντατική (Dawood et al., 2021). Η εντατικοποίηση της υδατοκαλλιέργειας σε συνδυασμό με τη μη τήρηση υγειονομικών πρωτοκόλλων και κανόνων ευζωίας οδηγεί όλο και περισσότερο στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος (Hasan et al., 2019). Η αυξημένη ιχθυοπυκνότητα που παρατηρείται στους ιχθυοκλωβούς, τα υψηλά επίπεδα στρεσογόνων παραγόντων και η συνεχόμενη ρύπανση του περιβάλλοντος οδηγούν στην εμφάνιση μολυσματικών μικροβιακών παθογόνων και μειώνουν την ανοσία των υδρόβιων οργανισμών (Dawood et al., 2020).

Για την εξάλειψη των ασθενειών και των παρασιτικών επιθέσεων στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας, χρησιμοποιούνται διάφορα συνθετικά αντιβιοτικά, χημικά φάρμακα, εμβόλια και χημειοθεραπευτικά σε υψηλά ποσοστά (Paray, 2021). Η χρήση αυτών των χημικών ουσιών προκαλεί μαζική θανάτωση των ωφέλιμων υδρόβιων βακτηρίων (Hasan et al., 2018) και την παραγωγή παθογόνων ανθεκτικών σε πολλά φάρμακα (Dawood et Koshio, 2016), καθώς μπορεί να αφήσει χημικά υπολείμματα στα ψάρια που μπορούν να μεταδοθούν στον άνθρωπο (Zhao et al., 2020). Για τη μείωση των αρνητικών αυτών επιπτώσεων, η υδατοκαλλιέργεια στράφηκε στην χρήση των φαρμακευτικών φυτών και των παραγώγων τους, λόγω των βιοαποικοδομήσιμων ιδιοτήτων τους (Srichaiyo et al., 2020), της διαθεσιμότητας, της ευκολίας καλλιέργειας τους και της ιδιότητας τους να μην συσσωρεύονται σε ζωικούς ιστούς (Valentim et al., 2018).

Τα αιθέρια έλαια ως δευτερογενή προϊόντα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, διαθέτουν ποικίλες ιδιότητες που συμβάλλουν στην βιωσιμότητα της υδατοκαλλιέργειας. Η χρήση των αιθέριων ελαίων έχει διαδοθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια, καθώς πολλά από αυτά έχουν αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Baratta et al., 1998). Είναι φυσικές πτητικές ενώσεις με έντονη οσμή, λαμβάνονται με απόσταξη, με ατμό, με την χρήση υγρού διοξειδίου και με μικροκύματα (Bakkali et al., 2007). Η σύνθεσή τους πραγματοποιείται από όλα τα φυτικά όργανα, όπως μπουμπούκια, λουλούδια, μίσχους, κλαδιά, σπόρους, καρπούς, ρίζες, ξύλο ή φλοιό κ.α.. Δυστυχώς το γεγονός ότι ένα αιθέριο έλαιο προέρχεται από φυτά δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι πλήρως ακίνδυνο, δεδομένου ότι μπορεί να έχει τοξική και γενοτοξική δράση (Slamenova et Horvathova, 2013). Βέβαια με βάση κάποιες μελέτες η χρήση του δυόσμου (*Aloysia gratissima*) επέφερε κάποια προβλήματα όπως μυϊκούς σπασμούς, ακόμα και θάνατο (Aydin et al., 2020).

Έχει αποδειχτεί ότι τα αιθέρια έλαια στα ψάρια έχουν αντιμικροβιακή (Souza et al., 2006), αντιοξειδωτική (Zheng et al., 2009), αντιφλεγμονώδη (Ocaña-Fuentes et al., 2010), αντιμυκητιακή (Cleff et al., 2010), ανθελμινθική (Force et al., 2000), αναισθητική (Golomazou et al., 2016) και ανοσοενισχυτική δράση (Asbahani et al., 2013). Πιο συγκεκριμένα, από μελέτες που έχουν γίνει έχει αποδειχτεί ότι το έλαιο της *aloe vera* σε συνδυασμό με φορμόλη είναι ικανό να αντιμετωπίσει την δοθιήνωση των σολομονοειδών στην ιριδίζουσα πέστροφα (Zanuzzo et al., 2015). Επίσης, το έλαιο από την φλούδα λεμονιού χρησιμοποιήθηκε ως συμπλήρωμα διατροφής στην τιλάπια και μείωσε την θνησιμότητά της μετά από μόλυνση από το βακτήριο *Edwardsiella ictaluri* (Baba et al., 2016). Το έλαιο του δεντρολίβανου στο διαιτολόγιο της τιλάπιας αύξησε την ανάπτυξη της (Turan et al., 2016).

Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα διαφορετικά αιθέρια έλαια ρίγανης, κανέλας, γαρυφάλλου και θυμαριού σε άτομα τσιπούρας (*S.aurata*) για την ανάπτυξη και την αξιοποίηση της εμπλουτισμένης τροφής, καθώς και την θεραπεία των ήδη μολυσμένων ατόμων από το παράσιτο *Enteromyxum leei*.

1.2.1. Αιθέριο έλαιο ρίγανης (*Origanum heracleoticum*)

Η ρίγανη είναι ένα αρωματικό ποώδες, θαμνώδες και πολυετές φυτό της Μεσογείου. Ανήκει στο γένος ορίγανο της τάξης των λαμιωδών αγγειόσπερμων δικοτυλήδων φυτών. Το αιθέριο έλαιο *Origanum heracleoticum* διαθέτει έντονες αντιμικροβιακές (Dorman and Deans, 2000), αντιμυκητιακές (Daouk et al., 1995) και αντιοξειδωτικές (Cervato et al., 2000) ιδιότητες και περιέχει μόρια που έχουν εγγενείς βιοδραστηριότητες στη φυσιολογία και τον μεταβολισμό των ζώων.

Από μελέτες που έχουν γίνει αναφέρεται επίσης η υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις κυρίως καρβακρόλη και θυμόλη που αποτελούν το 78,27% του ολικού ελαίου. Η προσθήκη του εκχυλίσματος της καρβακρόλης και της θυμόλης ή ο συνδυασμός εκχυλισμάτων αυτών έχουν κάποια επίδραση στα ποσοστά επιβίωσης των ιχθυδίων, αλλά και στην αντοχή των ιχθύων που εκτίθενται στο *Aeromonas hydrophila* (Ahmadifar et al., 2011). Συμπερασματικά, η προσθήκη ελαίου ρίγανης σε ζωοτροφές μπορεί να λειτουργήσει ως αντιοξειδωτικό και να έχει θετική επίδραση στην υδατοκαλλιέργεια του γατόψαρου (Zheng et al., 2009).

1.2.2. Αιθέριο έλαιο κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum*)

Η κανέλα (*Cinnamomum zeylanicum*) ανήκει στην οικογένεια των δαφνοειδών (*Lauraceae*) και αποτελεί τον εσωτερικό φλοιό, ενός μικρού αειθαλούς δέντρου, το

οποίο χρησιμοποιούνταν ακόμα και στα αρχαία χρόνια. Είναι ένα από τα πιο σημαντικά καρυκεύματα καθώς διακρίνεται για τις ευεργετικές και φαρμακευτικές της ιδιότητες. Τα αιθέρια έλαια της κανέλας συμβάλλουν στην θεραπεία διαφόρων παθήσεων λόγω των αντιοξειδωτικών, αντιφλεγμονώδων, αντιδιαβητικών, αντικαρκινικών αλλά και αντιμικροβιακών ιδιοτήτων τους. Οι αντιμικροβιακές ιδιότητες δρουν έναντι συγκεκριμένων μυκήτων, ζυμομυκήτων και παθογόνων βακτηρίων, όπως το *Aeromonas hydrophila* και το *Aeromonas salmonicida* (Parasa et al., 2012). Επίσης, φέρουν δραστηριότητα και έναντι νευρολογικών διαταραχών καθώς και σε καρδιαγγειακά νοσήματα. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται και ως συντηρητικά.

Από in-vitro και in-vivo μελέτες έχει αποδειχτεί ότι τα αιθέρια έλαια της κανέλας έχουν πολυάριθμες ευεργετικές επιδράσεις και στους ιχθύες χάρη στις φαρμακευτικές ιδιότητες (Ranasinghe et al., 2013). Πρέπει να σημειωθεί ότι έχουν αναφερθεί μόνο οι φαρμακευτικές ιδιότητές του και όχι οι αναισθητικές. Μέσω ενός πειράματος αποδείχτηκε ότι το έλαιο κανέλας μπορεί να μειώσει το stress στα εκτρεφόμενα ψαριά, καθώς ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημά τους (Santos et al., 2016).

1.2.3. Αιθέριο έλαιο θυμαριού (*Thymus vulgaris*)

Το θυμάρι (*Thymus vulgaris*) είναι ένα αγγειόσπερμο φυτό, το οποίο ανήκει στην οικογένεια των χειλανθών (*Lamiaceae*). Το αιθέριο έλαιό του έχει αντιοξειδωτικές, αντιμυκητιακές και αντιμικροβιακές ιδιότητές. Η μεγάλη περιεκτικότητα σε θυμόλη (20-54%) προσδίδει αντισηπτικές και αντιβακτηριακές ιδιότητες. Ακόμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις υδατοκαλλιέργειες ως αναισθητικό, ενισχύοντας παράλληλα το ανοσοποιητικό σύστημα των ιχθύων (Azad et al., 2014).

Σύμφωνα με τους Valladão et al. (2019) το θυμάρι έχει θετική επίδραση στην ανάπτυξη των ψαριών που μπορεί να οφείλεται στη βελτίωση των φυσιολογικών συνθηκών του πεπτικού συστήματος των ψαριών.

1.2.4. Αιθέριο έλαιο γαρυφάλλου (*Eugenia aromatica*)

Το γαρύφαλλο είναι ο αρωματικός ανθοφόρος οφθαλμός του δέντρου Συζύγιον το αρωματικόν (*Syzygium aromaticum*), της οικογένειας Μυρτίδες (*Myrtaceae*). Η ευγενόλη, ένα κύριο συστατικό του ελαίου γαρυφάλλου είναι γνωστή για τις αναλγητικές, τοπικές αναισθητικές, αντιφλεγμονώδεις και αντιμικροβιακές επιδράσεις της. Το γαρύφαλλο έχει υψηλή αντιοξειδωτική δράση λόγω της παρουσίας φαινολικών ομάδων (Biondo et al., 2017.) Οι μελέτες για το γαρυφαλλέλαιο ως ηρεμιστικό και αναισθητικό έχουν επιβεβαιώσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητά του για τα ψάρια. Χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές υδατοκαλλιέργειας επειδή είναι χαμηλού κόστους, χαμηλής τοξικότητας και φιλικό προς το περιβάλλον και δεν απαιτεί περίοδο απόσυρσης σε σύγκριση με άλλες αναισθητικές χημικές ουσίες (Mirghaed et al., 2018). Ειδικότερα, το έλαιο γαρυφάλλου συχνά είναι αποτελεσματικό σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις από τα κοινά χημικά αναισθητικά (MS222, βενζοκαΐνη και 2-φαινοξυαιθανόλη) αυξάνοντας την αποδοτικότητα ως προς το κόστος της χρήσης (Keene et al., 1998).

Μια έρευνα που έγινε για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του ελαίου γαρύφαλλου ως αναισθητικό σε νεαρά λαβράκια (*Dicentrarchus labrax*) και τσιπούρες (*S. aurata*) έδειξε ότι δεν επηρεάζονται οι αιματολογικοί δείκτες (Peng et al., 2011). Επίσης έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί κάποιες αλλαγές σε ορισμένους αιματολογικούς παραμέτρους στο χρυσόψαρο (*Carassius auratus*) (Abdolazizi et al., 2011) και ενισχύει

αρκετές ανοσολογικές παραμέτρους του βλεννογόνου του δέρματος στο *Oncorhynchus mykiss* (Soltanian et al., 2018).

1.3. Παράσιτο *Enteromyxum leei*

Το *Enteromyxum leei* είναι ένα είδος μυξόζωου, ιστοζωικού παρασίτου που μολύνει την εντερική οδό και μερικές φορές συναφή όργανα, όπως η χοληδόχος κύστη και το συκώτι, αρκετών ειδών τελεόστεων ψαριών (Γκολομάζου, 2007). Τα μυξόζωα είναι μικροσκοπικά μεταζώα, με υποχρεωτικό παρασιτικό τρόπο ζωής. Στην τσιπούρα, εκδηλώνεται ως χρόνια νόσος που προκαλεί ανορεξία, καθυστερημένη ανάπτυξη με απώλεια βάρους, καχεξία, μειωμένη εμπορευσιμότητα και αυξημένη θνησιμότητα (Picard-Sánchez et al., 2020). Στην τσιπούρα, η μόλυνση έχει ως αποτέλεσμα την μεγάλη συγκέντρωση θνησιμότητας.

Η εντερομύξωση δεν μπορεί να διαγνωστεί απευθείας από τα κλινικά σημεία, καθώς αυτά είναι μη ειδικά. Η επιβεβαιωτική διάγνωση συνήθως συνίσταται στην ανίχνευση спорίων *Enteromyxum* ή άλλων σταδίων πολλαπλασιασμού σε επιχρίσματα του εντέρου, είτε φρέσκα είτε βαμμένα με diff-quick ή May-Grunwald Giemsa. Η εξέταση των ιστολογικών τομών του εντέρου είναι η τυπική διαδικασία, με τη βοήθεια ορισμένων χρώσεων, όπως το περιοδικό οξύ-Schiff (PAS), το Giemsa ή το μπλε της τολουιδίνης ή ορισμένες λεκτίνες.

Η οριζόντια μετάδοση συμβαίνει επίσης μέσω των λυμάτων, της συμβίωσης, της στοματικής και πρωκτικής οδού. Στην τσιπούρα έχει αποδειχθεί ότι ο βιολογικός κύκλος του παράσιτου είναι άμεσος, από ψάρι σε ψάρι, το παράσιτο δηλαδή μεταδίδεται από το νερό (Diamant 1997, Diamant & Wajsbrot, 1997). Ο αντίκτυπος της εντερομύξωσης εξαρτάται από το είδος των ψαριών, τη θερμοκρασία του νερού

όπου οι περισσότερες θνησιμότητες παρατηρούνται σε θερμοκρασίες ψηλότερες των 22°C και μειώνονται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 15°C (Αθανασοπούλου, Παπαδοπούλου & Λύτρα, 1998, Rigos και συν., 1999) και τον τύπο των εγκαταστάσεων που εμπλέκονται στις εγκαταστάσεις υδατοκαλλιέργειας. Συμπερασματικά μέσα από διάφορες μελέτες καταλήγουμε στο γεγονός ότι δεν υπάρχει θεραπεία επί του παρόντος.

1.4. Σκοπός

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες πάνω στα αιθέρια έλαια τις τελευταίες δύο δεκαετίες και έχει αποδειχθεί ότι αυτά έχουν πολλές ευεργετικές ιδιότητες που τα καθιστούν πολύ χρήσιμα στην διατροφή των ψαριών. Τα αιθέρια έλαια φαίνεται ότι είναι ένα μελλοντικό, αισιόδοξο εργαλείο για τον κλάδο των υδατοκαλλιεργειών, καθώς συμβάλλουν στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και βοηθούν τους εκτρεφόμενους οργανισμούς με φυσικό τρόπο να προστατευθούν από διάφορες παθολογικές καταστάσεις (Esteban et al., 2001). Η παρούσα διπλωματική εργασία διεξήχθη στον Πειραματικό σταθμό του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης διαφορετικών εμπορικών σκευασμάτων αιθέριων ελαίων (ρίγανης, κανέλας, γαρυφάλλου και θυμαριού) στην απόδοση της ανάπτυξης και της αξιοποίησης της τροφής της τσιπούρας (*S. aurata*). Για τον σκοπό αυτό μελετήσαμε άτομα τσιπούρας, με αρχικό μέγεθος περίπου 10 g, τα οποία ήταν προσβεβλημένα από το παράσιτο *Enteromyxum leei*.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Πληθυσμοί ψαριών και πειραματική επιμόλυνση

Για την διεξαγωγή του πειράματος, μεταφέρθηκε ένα αριθμός υγιών ιχθυδίων του είδους *S. aurata* μέσου σωματικού βάρους 4-7 g στις 7/9/2020 από τον ιχθυογεννητικό σταθμό της εταιρείας (PHILOSOFISH) (Πελασγία, Φθιώτιδος) στον Πειραματικό σταθμό του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τα ιχθύδια αφέθηκαν να εγκλιματιστούν στα πειραματικά ενυδρεία για μία εβδομάδα σιτίζοντάς τα με συμβατική τροφή του εμπορίου. Αυτή η τροφή μάρτυρας, η οποία δεν είχε αντιπαρασιτικές ιδιότητες, είχε κοκκομετρία 1,5mm με ποσοστό ολικής πρωτεΐνης (Crude Protein) 53% και ολικών λιπαρών ουσιών (Crude Fat) 13%.

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 12 γυάλινα ενυδρεία (όγκου 125 L το καθένα) (Εικ. 2.1.) σε συστοιχίες των δύο ενυδρείων, όπου κάθε συστοιχία είχε αυτόνομο σύστημα πλήρους ανακύκλωσης θαλασσινού νερού, βιολογικό φίλτρο και protein skimmer. Το θαλασσινό νερό παρασκευάζονταν με χρήση συνθετικού άλατος σε αλατότητα 33‰. Η θερμοκρασία νερού των ενυδρείων ρυθμιζόνταν από το γενικό θερμαντικό σώμα (air-condition) του περιβάλλοντος χώρου και διατηρήθηκε αρχικά στους 20-21 °C. Σε καθημερινή βάση πραγματοποιούνταν σιφωνισμός του πυθμένα και αντικατάσταση του νερού έως και 10% του συνολικού όγκου του ενυδρείου. Επιπρόσθετα, τοποθετούνταν μέσα στα φίλτρα διάλυμα βακτηρίων σε τακτά χρονικά διαστήματα προκειμένου για τη διατήρηση χαμηλών επιπέδων αμμωνίας.

Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος πραγματοποιούνταν έλεγχος για τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού. Συγκεκριμένα, καταγράφονταν εβδομαδιαία οι μετρήσεις της θερμοκρασίας του νερού (20-21 °C), του pH (8,0 ± 0,4), της

αλατότητας (33%) και του διαλυμένου οξυγόνου (>6,5 mg/l) με την χρήση φορητών ηλεκτρονικών οργάνων. Επιπρόσθετα, σε τακτά χρονικά διαστήματα προσδιορίζονταν η συγκέντρωση της αμμωνίας (<0,5 mg/l), των νιτρικών και νιτρωδών, με την χρήση εμπορικών test-kits. Η τεχνητή φωτοπερίοδος που εφαρμόστηκε ήταν 12 ώρες φως – 12 ώρες σκότους με την εναλλαγή να πραγματοποιείται στις 8.00 και 20.00, αντίστοιχα.

Ένας αριθμός περίπου 60 ασθενών ψαριών (donors-δότες) μέσου σωματικού βάρους 50-100 g μεταφέρθηκαν στις 15/9/2020 από την ιχθυοκαλλιεργητική μονάδα της PHILOSOFISH στην Λάρυμνα προς στον Πειραματικό σταθμό του Τμήματος. Τα ψάρια δότες τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστά ενυδρεία από τα υγιή ψάρια προκειμένου πρώτα να ανιχνευθεί ο βαθμός επιμόλυνσης τους με παράσιτα και κατόπιν να μεταφερθούν στα ενυδρεία με τα υγιή ψάρια. Η θερμοκρασία νερού στα ενυδρεία αυξήθηκε και διατηρήθηκε στους 23-25 °C προκειμένου να επιταχυνθεί ο πολλαπλασιασμός των παρασίτων. Την επόμενη ημέρα πραγματοποιήθηκαν από δειγματοληψίες στον πληθυσμό των δοτών και διαπιστώθηκε ότι ο βαθμός επιμόλυνσης ήταν ποικίλος (από βαθμό 1+, δηλ. ύπαρξη τροφοζωϊτών μέχρι βαθμό 4+, δηλ. ισχυρή επιμόλυνση). Προκειμένου η επιμόλυνση να πολλαπλασιαστεί σε αριθμό και βαθμό, τα ψάρια δότες αφέθηκαν στα ξεχωριστά ενυδρεία. Τα ψάρια δότες τελικά διαμοιράστηκαν στις 22/9/2020 στα ενυδρεία των υγιών ψαριών προκειμένου να τα επιμολύνουν.

Η επιμόλυνση των υγιών ψαριών από τους δότες παρακολουθούνταν από τυχαίες δειγματοληψίες κάθε εβδομάδα ώστε να ανιχνευθεί ο βαθμός της. Η επιμόλυνση δεν ήταν στον ίδιο βαθμό σε όλα τα ενυδρεία. Άλλα ενυδρεία είχαν βαθμό 1+, δηλαδή ύπαρξη τροφοζωϊτών και σε άλλα 4+, δηλαδή ισχυρή επιμόλυνση. Εν τέλει, στις 27/10/2020 διασφαλίστηκε ότι τα ψάρια όλων των ενυδρείων είχαν ισχυρή επιμόλυνση (βαθμός 4+) και διαπιστώθηκε ότι για την επίτευξη ισχυρής επιμόλυνσης χρειάστηκαν

τουλάχιστον 30 ημέρες. Σε όλο αυτό το διάστημα τα ψάρια συνέχισαν να σιτίζονται με την τροφή μάρτυρα.



Εικόνα 2.1.: Διάταξη δεξαμενών και απεικόνιση του συστήματος φιλτραρίσματος – αποστείρωσης. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέων.)

2.2. Πειραματική εκτροφή με αντιπαρασιτικές τροφές

Στις 29/10/2020 (Day 0) οι δότες απομακρύνθηκαν από τα ενυδρεία και όλα τα επιμολυσμένα ψάρια ζυγίστηκαν ατομικά και διαμοιράστηκαν ανά 30 άτομα σε κάθε ενυδρείο. Το μέσο αρχικό βάρος των ψαριών ήταν $9,89 \pm 0,59$ g (μέσο βάρος \pm τυπική απόκλιση). Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 6 τροφές που περιείχαν αντιπαρασιτική δράση: Α, 2Α, Β, 2Β, Γ και Δ. Η τροφή Α περιείχε ένα εμπορικό σκεύασμα (Α) που αποτελούνταν από μίγμα αιθέριων ελαίων και συγκεκριμένα από έλαιο ρίγανης (*Origanum* sp.), έλαιο γαρυφάλλου (*Eugenia* sp.), έλαιο κανέλας (*Cinnamomum* sp.) και έλαιο θυμαριού (*Syzygium* sp.). Η τροφή 2Α περιείχε τη διπλάσια δόση του μίγματος αιθέριων ελαίων συγκριτικά με την τροφή Α. Η τροφή Β περιείχε ένα εμπορικό σκεύασμα (Β) που αποτελούνταν από το ίδιο μίγμα αιθέριων ελαίων αλλά σε

διαφορετικές αναλογίες. Η τροφή 2B περιείχε τη διπλάσια δόση του μίγματος αιθέριων ελαίων συγκριτικά με την τροφή Β. Η τροφή Γ περιείχε μισή ποσότητα από το σκεύασμα Α και μισή από το σκεύασμα Β, ενώ η τροφή Δ περιείχε πάλι μισή ποσότητα από το σκεύασμα Α και μισή από το σκεύασμα Β αλλά ήταν της μορφής μικροενθυλάκωσης (mikro encapsulation). Η συγκέντρωση/δοσολογία του σκευάσματος αιθέριων ελαίων ήταν ίδια στις τροφές Α, Β, Γ και Δ.

Η κάθε τροφή χορηγήθηκε την επόμενη ημέρα (Day 1, 30/10/2020) στους πληθυσμούς ψαριών 2 ενυδρείων (2 επαναλήψεις/μεταχείριση) τα οποία ανήκαν στην ίδια συστοιχία ενυδρείων προκειμένου η αντιπαρασιτική δράση οποιασδήποτε τροφής να μην επισκιάζεται από την δράση των υπολοίπων. Ως στρατηγική σίτισης επιλέχθηκε η χορήγηση συγκεκριμένου επιπέδου σίτισης παρά «σίτιση σε κορεσμό» όπως συμβαίνει στις ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες. Το επίπεδο σίτισης καθορίστηκε από τη συνολική βιομάζα κάθε ενυδρείου και ορίστηκε στην τιμή 2,7% της βιομάζας για τις πρώτες 15 ημέρες πειραματικής εκτροφής, σύμφωνα με τις εμπορικές προδιαγραφές. Η σίτιση ήταν καθημερινή εκτός της Κυριακής. Κάθε 15 ημέρες πραγματοποιούνταν ατομική ζύγιση όλων των ψαριών, δειγματοληψία 5 ατόμων/ενυδρείο για τον έλεγχο της παρασίτωσης τους και επανακαθορισμός του επιπέδου σίτισης. Επίσης, μια μέρα πριν την ζύγιση εφαρμόστηκε νηστεία. Η συνολική διάρκεια της πειραματικής εκτροφής ήταν 45 ημέρες, και την 46^η (14-12-2020) πραγματοποιήθηκε η τελική ζύγιση και δειγματοληψία.

2.3. Δειγματοληψίες

Η εκτροφή των ιχθυδίων διήρκεσε 45 ημέρες. Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις βάρους: στην έναρξη του πειράματος

(ημέρα 0), την 15η, την 29η και μια την τελική 46η. Το ολικό μήκος μετρήθηκε μόνο την πρώτη και τελευταία μέρα του πειράματος. Για την αναισθητοποίηση των ψαριών χρησιμοποιήθηκε διάλυμα φαινοξυθανόλης σε συγκέντρωση 0,10 ml/l. Στην συνέχεια, ζυγίζονταν ατομικά κάθε ιχθύδιο σε ζυγό ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων (0,01 g) και μετρούνταν το ολικό μήκος με ιχθυόμετρο (ακρίβεια 0,1 cm).

2.4. Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης τροφής

2.4.1. Θνησιμότητα

Η καταγραφή της θνησιμότητας πραγματοποιούνταν σε καθημερινή βάση για κάθε δεξαμενή ξεχωριστά. Ο τύπος υπολογισμού της είναι :

$$\text{Θνησιμότητα \%} = (\text{αρχικός αριθμός ψαριών} - \text{τελικός αριθμός ψαριών}) * 100 / \text{αρχικός αριθμός ψαριών}$$

2.4.2. Κατανάλωση τροφής (g/fish)

Η συνολική κατανάλωση τροφής εκφράζει τη μέση κατανάλωση της τροφής ανά ψάρι κάθε διατροφικής ομάδας και υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Συνολική Κατανάλωση} = \text{Ολική κατανάλωση τροφής} / \text{αριθμός ψαριών (κάθε διατροφικής ομάδας)}$$

2.4.3. Αύξηση ολικού βάρους ψαριών

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

$$\text{Αύξηση ολικού βάρους (g)} = W2 (\text{τελικό βάρος}) - W1 (\text{αρχικό βάρος})$$

2.4.4. Ποσοστό αύξησης ολικού βάρους

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

$$\text{Ποσοστό αύξησης βάρους (\%)} = [(W2 \text{ τελικό βάρους}) - W1 \text{ (αρχικό βάρους)}] / W1 \text{ (αρχικό βάρους)} * 100$$

2.4.5. Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής

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

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

2.4.6. Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης

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

$$\text{Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, σε \%/\text{ημέρα})} = 100 \times (\text{Ln } W2 - \text{Ln } W1) / \text{ημέρες σίτισης}$$

Όπου,

Ln (W2) = ο φυσικός λογάριθμος του τελικού ολικού βάρους

Ln (W1) = ο φυσικός λογάριθμος του αρχικού ολικού βάρους

2.4.7 Δείκτης ευρωστίας

Ο δείκτης ευρωστίας περιγράφει την φυσική κατάσταση του ψαριού χρησιμοποιώντας το σωματικό μήκος και βάρος του και εκφράζεται από την σχέση :

$$K2 = W2 / a * Lb \text{ (δείκτης ευρωστίας κατά Le Cren)}$$

Ο δείκτης αυτός, για $a = 1$ και $b = 3$ γίνεται ο κλασικός δείκτης ευρωστίας κατά Fulton, ο οποίος για μετρήσεις βάρους σε γραμμάρια και μετρήσεις μήκους σε χιλιοστά δίνεται από τη σχέση :

$$KI = 10n * (W2 / L3) \text{ (δείκτης ευρωστίας κατά Fulton)}$$

Όπου,

n = ακέραιος εκθέτης (1, 2, 3...)

$W2$ = το ολικό τελικό σωματικό βάρος

L = το ολικό μήκος και

a και b είναι οι συντελεστές της γραμμής παλινδρόμησης μεταξύ μήκους και βάρους, που έχει τη μορφή :

$$\text{Log } W2 = \text{Log } a + b * \text{Log } L, \text{ ή αλλιώς } W2 = a * L^b$$

2.5. Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα των παραμέτρων ανάπτυξης των ψαριών και αξιοποίησης της τροφής επεξεργάστηκαν με τη μέθοδο της Ανάλυσης της Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (one-way ANOVA) και οι διαφορές κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές για τιμές $P < 0,05$. Οι θνησιμότητες εξετάστηκαν μέσω της διαδικασίας χ^2 . Στις περιπτώσεις όπου η ANOVA έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές, τα δεδομένα υποβλήθηκαν στο Tukey's test για τον εντοπισμό των διαφορών μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρήσεων (Zar., 1999).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Θνησιμότητα

Μέχρι την 45^η ημέρα του πειράματος σημειώθηκαν θνησιμότητες των ιχθυδίων όλων των διατροφικών ομάδων σε συνολικό ποσοστό 24,4 % (88 άτομα στο σύνολο των 360). Πιο αναλυτικά (Πιν. 3.1.), για την Α διατροφική ομάδα καταγράφηκε ποσοστό θνησιμοτήτων $20,00 \pm 0,00\%$, για την 2Α διατροφική ομάδα $23,33 \pm 0,00\%$, για την Β διατροφική ομάδα $20,00 \pm 0,00\%$, για την Γ διατροφική ομάδα $31,66 \pm 11,79\%$ και για την Δ $31,66 \pm 2,36\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε σημαντικά στατιστικές διαφορές στην θνησιμότητα των ψαριών και για τις έξι διατροφικές ομάδες ($P > 0,05$), αν και παρατηρήθηκε μια τάση αυξημένων θνησιμοτήτων στις ομάδες Γ και Δ.

Πίνακας 3.1. Θνησιμότητες (N, αριθμός τελικών ατόμων) και ποσοστό (% του συνολικού αρχικού πληθυσμού). Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση.

	A	2A	B	2B	Γ	Δ
N	6,00 \pm 0,00	7,00 \pm 0,00	6,00 \pm 0,00	6,00 \pm 0,00	9,50 \pm 3,53	9,50 \pm 0,70
%	20,00 \pm 0,00	23,33 \pm 0,00	20,00 \pm 0,00	20,00 \pm 0,00	31,66 \pm 11,79	31,66 \pm 2,36

Σημείωση : Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην θνησιμότητα ($P < 0,05$).

3.2. Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής

3.2.1. Κατά την έναρξη του πειράματος

Κατά την έναρξη του πειράματος έγιναν μετρήσεις του βάρους των ψαριών των έξι διατροφικών ομάδων και της συνολικής βιομάζας κάθε δεξαμενής (Πιν. 3.2.). Στην διατροφική ομάδα Α το μέσο βάρος των ψαριών ήταν $10,34 \pm 0,02\text{g}$ και η βιομάζα $310,29 \pm 0,71\text{g}$. Στην διατροφική ομάδα 2Α το μέσο βάρος των ψαριών ήταν $9,51 \pm 0,03\text{g}$ και η βιομάζα $285,21 \pm 0,81\text{g}$. Στην διατροφική ομάδα Β το μέσο βάρος των

ψαριών ήταν $10,32 \pm 0,02\text{g}$ και η βιομάζα $309,56 \pm 0,52\text{g}$. Στην διατροφική ομάδα 2B το μέσο βάρος των ψαριών ήταν $10,61 \pm 0,01\text{g}$ και η βιομάζα $318,26 \pm 0,41\text{g}$. Στην διατροφική ομάδα Γ το μέσο βάρος των ψαριών ήταν $9,33 \pm 0,02\text{g}$ και η βιομάζα $279,78 \pm 0,49\text{g}$. Στην διατροφική ομάδα Δ το μέσο βάρος των ψαριών ήταν $9,26 \pm 0,02\text{g}$ και η βιομάζα $277,88 \pm 0,53\text{g}$. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών διατροφικών ομάδων στο αρχικό βάρος ($P > 0,05$).

Πίνακας 3.2.: Αρχικό μέσο βάρος (g) των ιχθύων και αρχική μέση βιομάζα (g) για κάθε διατροφική ομάδα κατά την έναρξη του πειράματος. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση.

	A	2A	B	2B	Γ	Δ
Αρχικό βάρος (g)	$10,34 \pm 0,02$	$9,51 \pm 0,03$	$10,32 \pm 0,02$	$10,61 \pm 0,01$	$9,33 \pm 0,02$	$9,26 \pm 0,02$
Αρχική βιομάζα (g)	$310,29 \pm 0,71$	$285,21 \pm 0,81$	$309,56 \pm 0,52$	$318,26 \pm 0,41$	$279,78 \pm 0,49$	$277,88 \pm 0,53$

Σημείωση : Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών διατροφικών ομάδων στο αρχικό βάρος ($P > 0,05$).

3.2.2. Κατά την 15η ημέρα του πειράματος

Η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά την 15^η ημέρα του πειράματος, και μετρήθηκαν τα άτομα του είδους που ήταν ζωντανά (Πιν. 3.3.). Το ποσοστό επιβίωσης για την Α διατροφική ομάδα βρέθηκε $95 \pm 2,36\%$ και για την 2Α διατροφική ομάδα $85 \pm 2,36\%$. Για την Β διατροφική ομάδα υπολογίστηκε ποσοστό $96,67\%$ και για την 2B ομάδα $93,33 \pm 4,71\%$. Για την Γ διατροφική ομάδα το ποσοστό ήταν $90 \pm 9,43\%$ και για την Δ ομάδα $95 \pm 2,36\%$. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$) μεταξύ των διατροφικών ομάδων με την Β ομάδα να έχει το μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης ($96,67\%$).

Η κατανάλωση τροφής των ψαριών (g/fish) (Πιν. 3.3.) μέχρι την 15^η ημέρα του πειράματος για την Α διατροφική ομάδα ήταν $3,53 \pm 0,1\text{g}$ ενώ για την 2Α διατροφική

ομάδα $3,63 \pm 0,11\text{g}$. Για την Β διατροφική ομάδα, η κατανάλωση τροφής, ήταν $3,46 \pm 0,01\text{g}$ και για την 2Β ομάδα ήταν $3,69 \pm 0,18\text{g}$. Για την Γ διατροφική ομάδα ήταν $3,38 \pm 0,35\text{g}$ και για την Δ ομάδα ήταν $3,16 \pm 0,08\text{g}$. Δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στις διατροφικές ομάδες ($P > 0,05$), ως αποτέλεσμα από στατιστική ανάλυση.

Η δειγματοληψία αφορούσε και την μέτρηση του μέσου βάρους (g) των ψαριών ανά ενυδρείο και διατροφική ομάδα (Πιν. 3.3.). Τα ψάρια της Α διατροφικής ομάδας είχαν μέσο βάρος $12,86 \pm 0,07\text{g}$, τα ψάρια της 2Α διατροφικής ομάδας είχαν μέσο βάρος $12,28 \pm 0,26\text{g}$. Τα ψάρια της Β διατροφικής ομάδας είχαν μέσο βάρος $12,77 \pm 0,07\text{g}$, ενώ τα ψάρια της 2Β διατροφικής ομάδας είχαν μέσο βάρος $13,52 \pm 0,01\text{g}$. Τα ψάρια της Γ διατροφικής ομάδας είχαν μέσο βάρος $11,54 \pm 0,12\text{g}$ και τα ψάρια της Δ διατροφικής ομάδας είχαν μέσο βάρος $11,72 \pm 0,31\text{g}$. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν ότι το μεγαλύτερο μέσο σωματικό βάρος παρατηρήθηκε στα άτομα που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο 2Β, σε σχέση με τα άτομα της ομάδας Γ που είχαν το μικρότερο μέσο σωματικό βάρος.

Η μέση αύξηση του σωματικού βάρους των ψαριών (g) (Πιν. 3.3.) για την Α διατροφική ομάδα ήταν $2,51 \pm 0,05\text{g}$ και για την 2Α διατροφική ομάδα ήταν $2,77 \pm 0,23\text{g}$. Για την Β διατροφική ομάδα, η μέση αύξηση του σωματικού βάρους, ήταν $2,45 \pm 0,05\text{g}$ και για την 2Β διατροφική ομάδα ήταν $2,91\text{g}$. Για την Γ διατροφική ομάδα ήταν $2,21 \pm 0,13\text{g}$ και για την Δ ομάδα ήταν $2,45 \pm 0,33\text{g}$. Μετά από στατιστική ανάλυση, παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0,05$) μεταξύ των διατροφικών ομάδων για την αύξηση βάρους.

Η μέση τιμή του ειδικού ρυθμού ανάπτυξης (SGR) (%/day) (Πιν. 3.3.) για την διατροφική ομάδα Α ήταν $1,55 \pm 0,02\%/ημέρα$ και για την 2Α διατροφική ομάδα ήταν $1,82 \pm 0,13\%/ημέρα$. Για την Β διατροφική ομάδα, η μέση τιμή του ειδικού ρυθμού

ανάπτυξης (SGR), ήταν $1,52 \pm 0,03\%$ /ημέρα και για την 2B ομάδα ήταν $1,73\%$ /ημέρα. Για την Γ διατροφική ομάδα ήταν $1,52 \pm 0,09$ και για την Δ ομάδα $1,68 \pm 0,21\%$ /ημέρα. Ταυτόχρονα, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$) ανάμεσα στις διατροφικές ομάδες.

Η μέση τιμή για τον συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) (Πιν. 3.3.) εκτιμήθηκε $1,40 \pm 0,01$ για τα άτομα της Α διατροφικής ομάδας και $1,31 \pm 0,07$ για τα άτομα της 2Α διατροφικής ομάδας. Για την Β διατροφική ομάδα υπολογίστηκε η τιμή $1,41 \pm 0,03$ και για την 2B ομάδα $1,27 \pm 0,06$. Για την Γ διατροφική ομάδα βρέθηκε η τιμή $1,52 \pm 0,07$ και για την Δ ομάδα η τιμή ήταν $1,30 \pm 0,21$. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$) μεταξύ των διατροφικών ομάδων.

Πίνακας 3.3.: Επιβίωση (%), κατανάλωση τροφής (g), σωματικό βάρος (g), αύξηση βάρους (g), SGR(%/ημ) και FCR για κάθε διατροφική ομάδα κατά την 15^η ημέρα του πειράματος. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση.

	A	2A	B	2B	Γ	Δ
Επιβίωση (%)	95 \pm 2,36	85 \pm 2,36	96,67 \pm 0,00	93,33 \pm 4,71	90 \pm 9,43	95 \pm 2,36
Κατανάλωση (g/fish)	3,53 \pm 0,10	3,63 \pm 0,11	3,46 \pm 0,01	3,69 \pm 0,18	3,38 \pm 0,35	3,16 \pm 0,08
Σωματικό βάρος (g)	12,86 \pm 0,07 ^{ab}	12,28 \pm 0,26 ^{bc}	12,77 \pm 0,07 ^b	13,52 \pm 0,01 ^a	11,54 \pm 0,12 ^d	11,72 \pm 0,31 ^{cd}
Αύξηση βάρους (g/fish)	2,51 \pm 0,05	2,77 \pm 0,23	2,45 \pm 0,05	2,91 \pm 0,00	2,21 \pm 0,13	2,45 \pm 0,33
SGR (%/day)	1,55 \pm 0,02	1,82 \pm 0,13	1,52 \pm 0,03	1,73 \pm 0,00	1,52 \pm 0,09	1,68 \pm 0,21
FCR	1,40 \pm 0,01	1,31 \pm 0,07	1,41 \pm 0,03	1,27 \pm 0,06	1,52 \pm 0,07	1,30 \pm 0,21

Σημείωση: Τιμές που δεν αντιπροσωπεύονται από τον ίδιο εκθέτη δείχνουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($P<0,05$) μεταξύ των διατροφικών ομάδων.

3.2.3. Κατά την 29^η ημέρα του πειράματος

Η δεύτερη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε την 29^η ημέρα (Πιν. 3.4.). Στην διατροφική ομάδα Α το ποσοστό επιβίωσης ήταν 80%, στην διατροφική ομάδα 2Α ήταν $80 \pm 4,71\%$, στην διατροφική ομάδα Β παρατηρήθηκε ποσοστό επιβίωσης 90%, στην διατροφική ομάδα 2B ήταν $81,67 \pm 2,36\%$, στην διατροφική ομάδα Γ ήταν 73,33

$\pm 14,14\%$, ενώ στην διατροφική ομάδα Δ ήταν $70 \pm 4,71\%$. Δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επιβίωση ανάμεσα σ 'όλες τις διατροφικές ομάδες ($P>0,05$). Όμως παρατηρείται μια τάση για αύξηση της επιβίωσης για το σιτηρέσιο Β σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Για τα άτομα που διατράφηκαν με το Α σιτηρέσιο το μέσο σωματικό βάρος (g) (Πιν. 3.4.) ήταν $15,98$ g και για τα άτομα που διατράφηκαν με το 2Α σιτηρέσιο το μέσο σωματικό βάρος ήταν $14,55 \pm 0,36$ g. Αντίστοιχα, τα άτομα που διατράφηκαν με το Β σιτηρέσιο είχαν μέσο σωματικό βάρος ίσο με $14,77 \pm 0,26$ g και τα άτομα που διατράφηκαν με το 2Β σιτηρέσιο είχαν μέσο σωματικό βάρος $15,7 \pm 1,12$ g. Για τα άτομα που διατράφηκαν με το Γ σιτηρέσιο το μέσο σωματικό βάρος ήταν $15,28 \pm 1,46$ g και για τα άτομα που διατράφηκαν με το Δ σιτηρέσιο ήταν $14,11 \pm 0,31$ g. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$) για το μέσο σωματικό βάρος των ψαριών όλων των διατροφικών ομάδων.

Η συνολική κατανάλωση των ψαριών (g/fish) (Πιν. 3.4.) για την Α διατροφική ομάδα ήταν $7,75 \pm 0,06$ g, για την διατροφική ομάδα 2Α βρέθηκε $7,41 \pm 0,01$ g, για την διατροφική ομάδα Β ήταν $7,42 \pm 0,03$ g, για την διατροφική ομάδα 2Β ήταν $8,03 \pm 0,13$ g, για την διατροφική ομάδα Γ υπολογίστηκε $7,26 \pm 0,59$ g και για την διατροφική ομάδα Δ ήταν $7,26 \pm 0,59$ g. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε διαφορές για τις διατροφικές ομάδες ($P<0,05$), αλλά φαίνεται μια τάση για αύξηση της κατανάλωσης για το σιτηρέσιο 2Β σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Για τα άτομα που διατράφηκαν με το Α σιτηρέσιο η μέση αύξηση του σωματικού βάρους (g) (Πιν.3.4.) ήταν $5,64 \pm 0,02$ g και για την διατροφική ομάδα 2Α η μέση αύξηση του σωματικού βάρους ήταν $5,04 \pm 0,39$ g. Αντίστοιχα, για την

διατροφική ομάδα Β η μέση αύξηση υπολογίστηκε $4,45 \pm 0,27$ g και για την 2B η αύξηση ήταν $5,09 \pm 1,11$ g. Για την Γ διατροφική ομάδα η μέση αύξηση του βάρους ήταν $5,95 \pm 1,48$ g και για την Δ ομάδα ήταν $4,85 \pm 0,3$ g. Η μέση αύξηση του βάρους όλων των διατροφικών ομάδων δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$).

Η μέση τιμή του ειδικού ρυθμού ανάπτυξης (SGR) (%/day) (Πιν. 3.4.) ήταν $1,55 \pm 0,01\%$ /ημέρα για τους ιχθύες της διατροφικής ομάδας Α, $1,52 \pm 0,1\%$ /ημέρα για τους ιχθύες της διατροφικής ομάδας 2Α, $1,28 \pm 0,07\%$ /ημέρα για τους ιχθύες της διατροφικής ομάδας Β, $1,4 \pm 0,25\%$ /ημέρα για τους ιχθύες της διατροφικής ομάδας 2Β, $1,75 \pm 0,35\%$ /ημέρα για τους ιχθύες της διατροφικής ομάδας Γ και $1,5 \pm 0,07\%$ /ημέρα για τους ιχθύες της διατροφικής ομάδας Δ. Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε διαφορές στον δείκτη SGR για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις των ψαριών ($P>0,05$).

Η μέση τιμή του συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) (Πιν. 3.4.) εκτιμήθηκε σε $1,38 \pm 0,02$ για τα άτομα της διατροφικής ομάδας Α, $1,47 \pm 0,11$ για τα άτομα της διατροφικής ομάδας 2Α, $1,67 \pm 0,11$ για τα άτομα της διατροφικής ομάδας Β, $1,62 \pm 0,38$ για τα άτομα της διατροφικής ομάδας 2Β, $1,25 \pm 0,21$ για άτομα της διατροφικής ομάδας Γ και $1,53 \pm 0,05$ για τα άτομα της διατροφικής ομάδας Δ. Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση το FCR των διαφορετικών διατροφικών ομάδων δεν διέφερε στατιστικά ($P>0,05$).

Πίνακας 3.4.: Επιβίωση (%), σωματικό βάρος (g) κατανάλωση (g/fish), αύξηση βάρους (g/fish), SGR (%/day) και FCR έπειτα από 29 ημέρες εκτροφής. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση.

	A	2A	B	2B	Γ	Δ
Επιβίωση (%)	80 \pm 0,00	80 \pm 4,71	90 \pm 0,00	81,67 \pm 2,36	73,33 \pm 14,14	70 \pm 4,71
Σωματικό βάρος (g)	15,98 \pm 0,00	14,55 \pm 0,36	14,77 \pm 0,26	15,7 \pm 1,12	15,28 \pm 1,46	14,11 \pm 0,31
Κατανάλωση (g/fish)	7,75 \pm 0,06	7,41 \pm 0,01	7,42 \pm 0,03	8,03 \pm 0,13	7,26 \pm 0,59	7,26 \pm 0,59
Αύξηση βάρους (g/fish)	5,64 \pm 0,02	5,04 \pm 0,39	4,45 \pm 0,27	5,09 \pm 1,11	5,95 \pm 1,48	4,85 \pm 0,3
SGR (%/day)	1,55 \pm 0,01	1,52 \pm 0,10	1,28 \pm 0,07	1,4 \pm 0,25	1,75 \pm 0,35	1,5 \pm 0,07
FCR	1,38 \pm 0,02	1,47 \pm 0,11	1,67 \pm 0,11	0,92 \pm 0,41	0,82 \pm 0,02	1,53 \pm 0,05

Σημείωση : Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων, στην επιβίωση (%), στο σωματικό βάρος (g), στην κατανάλωση (g/fish), στην αύξηση βάρους (g/fish), στο SGR (%/ day) και στο FCR ($P>0,05$).

3.2.4. Κατά την ολοκλήρωση του πειράματος

Μετά την 45^η ημέρα διεξαγωγής του πειράματος και κατά την ολοκλήρωση του έγιναν οι τελικές δειγματοληψίες και μετρήθηκαν οι παραπάνω παράμετροι ανάπτυξης και δίνονται στο παρακάτω πίνακα για κάθε ομάδα δεξαμενών ξεχωριστά (Πιν. 3.5.). Η επιβίωση στο τέλος του πειράματος ήταν για τις ομάδες A, B και 2B στο 80% ενώ για την ομάδα 2A είναι 76,77%, για την ομάδα Γ 68,33 \pm 11,79% και για την ομάδα Δ το ποσοστό επιβίωσης ήταν 68,33 \pm 2,36%. Σημειώθηκαν μεγαλύτερα ποσοστά επιβίωσης όσο αφορά τις ομάδες A,B και 2B, αλλά σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$).

Όσο αφορά την κατανάλωση (g/fish) (Πιν. 3.5.) οι διαφορές μεταξύ των έξι διατροφικών ομάδων δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($P>0,05$). Έτσι η κατανάλωση για την ομάδα A ήταν 12,74 \pm 0,06g, για την ομάδα 2 A 12,11 \pm 0,1g, για την ομάδα 2A 12,11 \pm 0,1g, για την ομάδα B 12,47 \pm 0,06g, για την ομάδα Γ 12,34 \pm 1,04g και για την ομάδα Δ 11,91 \pm 0,2g.

Τα αρχικά βάρη (g) (Πιν. 3.5.), τα οποία μετρήθηκαν πριν την έναρξη του πειράματος, ήταν για την ομάδα A $10,34 \pm 0,02g$ για την ομάδα 2A $9,51 \pm 0,03g$, για την ομάδα B $10,32 \pm 0,02g$, για την ομάδα 2B για την ομάδα Γ $9,33 \pm 0,02g$ και για την ομάδα Δ $9,26 \pm 0,02g$.

Τα τελικά βάρη (g) (Πιν. 3.5.), τα οποία μετρήθηκαν μετά το πέρας του πειράματος, ήταν για την ομάδα A $19,31 \pm 0,08g$, για την ομάδα 2A $17,67 \pm 0,4g$ για την ομάδα B $16,66 \pm 0,47g$, για την 2B $17,80 \pm 0,55g$, την Γ $18,65 \pm 1,45g$ και την Δ $16,61 \pm 0,19g$. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$).

Τα τελικά μέσα μήκη (cm) (Πιν. 3.5.), που μετρήθηκαν μετά το τέλος του πειράματος, ήταν για την ομάδα A $11,25 \pm 0,13cm$, 2A $10,86 \pm 0,06cm$, την B $10,59 \pm 0,01cm$, την 2B $11,20 \pm 0,28cm$, την Γ $10,88 \pm 0,06cm$ και για την Δ $10,64 \pm 0,08cm$. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν ότι τα ψάρια της διατροφικής ομάδας A και 2B είχαν σημαντικά υψηλότερη μέση τιμή τελικού μήκους σε σχέση με τα άτομα της B και Δ ομάδας ($P < 0,05$).

Ο δείκτης ευρωστίας (Πιν. 3.5.), που υπολογίστηκε για την κάθε ομάδα, ήταν κοντά όσο αφορά τις τέσσερις ομάδες και διαφοροποιόταν στις δύο. Πιο αναλυτικά, έχουμε πως για την ομάδα A είναι $1,36 \pm 0,04$, για την 2A είναι $1,38 \pm 0,05$, για την B $1,40 \pm 0,05$, για την 2B $1,27 \pm 0,06$, για την Γ $1,45 \pm 0,14$ και για την ομάδα Δ $1,38 \pm 0,05$. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι ο δείκτης ευρωστίας στο τέλος του παρόντος πειράματος κυμάνθηκε από 1,27 – 1,45 μεταξύ των διατροφικών ομάδων και έπειτα από τη στατιστική ανάλυση παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($P > 0,05$). Ο δείκτης ευρωστίας της διατροφικής ομάδας 2B

παρουσίασε την χαμηλότερη τιμή, σε αντίθεση με την ομάδα Γ που παρουσίασε την υψηλότερη.

Η μέση αύξηση του βάρους (g/fish) (Πιν. 3.5.) διαφοροποιείται προς τις έξι διαφορετικές δεξαμενές με την ομάδα της δεξαμενής Γ να έχει την μεγαλύτερη αύξηση βάρους. Αναλυτικά έχουμε για την ομάδα Α $8,96 \pm 0,1g$, για την 2Α $8,17 \pm 0,42g$, για την Β $6,35 \pm 0,45g$, για την ομάδα Β $7,19 \pm 0,54g$, για την ομάδα Γ $9,32 \pm 1,47g$ και για την ομάδα Δ $7,35 \pm 0,17g$. Η διατροφική ομάδα με την μικρότερη αύξηση βάρους ήταν η Β ενώ με την μεγαλύτερη αύξηση η Γ και είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($P>0,05$).

Η μέση τιμή του ημερήσιου ειδικού αριθμού ανάπτυξης SGR (%/day) (Πιν. 3.5.) διαμορφώθηκε ως εξής για την ομάδα Α $1,39 \pm 0,01\%/ημέρα$, την ομάδα 2Α $1,38 \pm 0,06\%/ημέρα$, για την Β $1,06 \pm 0,06\%/ημέρα$, για την 2Β $1,15 \pm 0,07\%/ημέρα$, για την Γ $1,54 \pm 0,18\%/ημέρα$ και για την Δ $1,30 \pm 0,02\%/ημέρα$. Ύστερα από στατιστική ανάλυση, φαίνεται ότι τα άτομα της διατροφικής ομάδας Β και 2Β είχαν σημαντικά χαμηλότερο SGR σε σχέση με τα άτομα της Γ ομάδας.

Για τον συντελεστή μετατρεψιμότητας (FCR) (Πιν. 3.5.) έχουμε για την ομάδα Α $1,42 \pm 0,02$, για την ομάδα 2Α $1,49 \pm 0,09$, για την ομάδα Β $1,97 \pm 0,15$, για την 2Β $1,81 \pm 0,09$, την Γ $1,33 \pm 0,1$ και την Δ $1,62 \pm 0,01$. Τα στατιστικά αποτελέσματα έδειξαν ότι η τροφή η οποία έχει το μεγαλύτερο FCR είναι η Β, ενώ η τροφή με το χαμηλότερο FCR είναι η διατροφική ομάδα Γ.

Πίνακας 3.5.: Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής μεταξύ των διατροφικών μεταχειρίσεων έπειτα από 45 ημέρες εκτροφής.

	A	2A	B	2B	Γ	Δ
Επιβίωση (%)	80±0,00	76,67±0,00	80±0,00	80±0,00	68,33±11,79	68,33±2,36
Κατανάλωση (g/fish)	12,74±0,06	12,11±0,10	12,47±0,06	13,02±0,35	12,34±1,04	11,91±0,20
Αρχικό βάρος (g)	10,34±0,02	9,51±0,03	10,32±0,02	10,61±0,01	9,33±0,02	9,26±0,02
Τελικό βάρος (g)	19,31±0,08	17,67±0,40	16,66±0,47	17,80±0,55	18,65±1,45	16,61±0,19
Τελικό μήκος (cm)	11,25±0,13 ^a	10,86±0,06 ^{ab}	10,59±0,01 ^b	11,20±0,28 ^a	10,88±0,06 ^{ab}	10,64±0,08 ^b
Δείκτης ευρωστίας	1,36±0,04	1,38±0,05	1,4±0,05	1,27±0,06	1,45±0,14	1,38±0,05
Αύξηση βάρους (g/fish)	8,96±0,10 ^{ab}	8,17±0,42 ^{ab}	6,35±0,45 ^b	7,19±0,54 ^{ab}	9,32±1,47 ^a	7,35±0,17 ^{ab}
SGR (%/day)	1,39±0,01 ^{ab}	1,38±0,06 ^{ab}	1,06±0,06 ^b	1,15±0,07 ^b	1,54±0,18 ^a	1,30±0,02 ^{ab}
FCR	1,42±0,02 ^c	1,49±0,09 ^{bc}	1,97±0,15 ^a	1,81±0,09 ^{ab}	1,33±0,10 ^c	1,62±0,01 ^{abc}

Σημείωση: Τιμές που δεν αντιπροσωπεύονται από τον ίδιο εκθέτη δείχνουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($P<0,05$) μεταξύ των διατροφικών ομάδων.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα προπτυχιακή διπλωματική εργασία μελετήθηκε η καταλληλότητα των σιτηρεσίων της τσιπούρας (*Sparus aurata*) που περιείχαν μείγματα αιθέριων ελαίων (ρίγανης, θυμαριού, γαρυφάλλου και κανέλας) σε 6 διαφορετικές αναλογίες.

4.1. Θνησιμότητα

Τα αποτελέσματα, έπειτα από 45 ημέρες πειράματος, έδειξαν ότι η χρήση των έξι διαφορετικών σκευασμάτων τεσσάρων αιθέριων ελαίων, ρίγανης, κανέλας, γαρυφάλλου και θυμαριού, είχαν παρόμοια ($P>0,05$) επίδραση στην επιβίωση των ιχθύων με τα ποσοστά θνησιμότητας των διατροφικών ομάδων Α, 2Α, Β, 2Β, Γ και Δ να μην παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Παρολ' αυτά, οι ομάδες ιχθύων που σιτίστηκαν με τροφές που περιείχαν το μίγμα αιθέριων ελαίων ρίγανης, γαρυφάλλου, κανέλας και θυμαριού στις αναλογίες Α, 2Α, Β και 2Β είχαν ελαφρώς λιγότερες παρασιτικές θνησιμότητες από ότι οι ιχθύες που σιτίστηκαν με το συγκεκριμένο μίγμα σε αναλογίες Γ και Δ (αναλογία Γ σε μορφή μικροενθυλάκωσης). Μιας και οι πειραματικές τροφές ήταν εμπορικές, δυστυχώς δεν είναι γνωστές οι επακριβείς αναλογίες του κάθε αιθέριου ελαίου στο κάθε μίγμα (Α, 2Α, Β, 2Β, Γ και Δ). Ωστόσο, από τα αποτελέσματα διαφάνηκε πως τόσο η αναλογία των αιθέριων ελαίων όσο και η δοσολογία του μίγματος και του κάθε ελαίου μπορεί να επιφέρει μια διαφοροποίηση στην επιβίωση των ιχθύων.

Σύμφωνα με μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Abdel-Latif et al. (2020) πάνω στον κυπρίνο (*Cyprinus carpio* L.) ο οποίος ήταν μολυσμένος από το βακτήριο *Aeromonas hydrophila*, όταν το αιθέριο έλαιο ρίγανης προερχόμενο από το φυτό *Origanum vulgare* προστέθηκε μέσα στην τροφή του και σιτίστηκε για 8

εβδομάδες βελτίωσε την επιβίωση του σε σχέση με μια τροφή μάρτυρα. Επίσης σε εργασία των Kanghear et al. (2005), όταν πρόσθεσαν εκχυλίσματα ελαίου κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum*) για 8 εβδομάδες στη τροφή της τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*) παρατηρήθηκε μειωμένη θνησιμότητα μετά από πρόκληση με το βακτήριο *Streptococcus spp.* Μια άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε πάνω στην ανάπτυξη της τιλάπιας (*Oreochromis mossambicus*) και στην πιθανή αντίσταση της ενάντια στο βακτήριο *Streptococcus iniae*, έδειξε ότι η προσθήκη ελαίου sweet orange peel (*Citrus sinensis*) στην διατροφή της έχει το ίδιο ικανοποιητικά αποτελέσματα στην επιβίωσή της με το έλαιο κανέλας (*Cinnamomum verum*) (Ümit Acar et al., 2014). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για το έλαιο γαρυφάλλου (*Syzgium aromaticum*) όταν προστίθεται στην τροφή της τιλάπιας η οποία είναι μολυσμένη με το βακτήριο *Lactococcus garviea* (Rattanachaikunsopon and Phumkhachorn, 2009, 2010).

Σε μία άλλη μελέτη των Zepfenfeld et al. (2016) για την ιριδιζούσα πέστροφα (*O. mykiss*) που διατρέφτηκε με σιτηρέσιο το οποίο περιείχε έλαια θυμαριού, φασκόμηλο και μέντας, αποδείχτηκε ότι οι ιχθύες που τρέφονταν με έλαιο φασκόμηλου και θυμαριού είχαν παρόμοια επιβίωση με εκείνους της ομάδας μάρτυρα. Όμως, οι ομάδες που έλαβαν σιτηρέσιο με έλαιο μέντας είχαν πρόβλημα στην επιβίωση τους.

Επίσης, ένα συμπέρασμα της παρούσας εργασίας ήταν ότι η μικροενθυλάκωση των αιθέριων ελαίων (τροφή Δ) είχε παρόμοια επίδραση με τη χορήγηση του ίδιου μίγματος και αναλογίας αιθέριων ελαίων σε απλή μορφή (τροφή Γ). Η μικροενθυλάκωση είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνικές, καθώς μειώνει την αντιδραστικότητα των αιθέριων ελαίων με το περιβάλλον και συγκεκριμένα με το νερό, το φως και το οξυγόνο, συγκαλύπτει τυχόν έντονες οσμές και γεύσεις και προστατεύει από την εξάτμιση και οξείδωση (Shahidi and Han, 1993). Μέχρι σήμερα, δεν έχουν

γίνει έρευνες για το αν η μικροενθλάκωση (οποιοδήποτε ελαίου) έχει αποδοτικότερη επίδραση από την απλή χορήγηση του ελαίου.

4.2. Παράμετροι ανάπτυξης

Έπειτα από 45 ημέρες πειράματος, μελετήθηκαν οι παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής. Η κατανάλωση της τροφής δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διατροφικών ομάδων, όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.4. Όλες οι διατροφικές ομάδες είχαν παρόμοιες προσλήψεις τροφής, με την Δ να έχει ελαφρώς την μικρότερη κατανάλωση και την 2B ομάδα ιχθύων την μεγαλύτερη. Αυτό παρατηρήθηκε και κατά την διάρκεια του πειράματος, όπου η τροφή ήταν αρεστή και αποδεκτή από τα άτομα τσιπούρας. Βέβαια, δεν μπορούμε να κρίνουμε αν κάποια από τις αναλογίες των αιθέριων ελαίων ήταν αρεστή από τους ιχθύες, διότι καθ' όλη την διάρκεια της χορήγησης της τροφής δεν υπήρξε κορεσμός. Σύμφωνα με μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Abdel-Latif et al. (2020) πάνω στον κυπρίνο (*Cyprinus carpio L.*) παρατηρήθηκε ότι τα ψάρια που τρέφονταν με δίαιτες συμπληρωμένες με ριγανέλαιο κατανάλωναν περισσότερη τροφή από αυτά που τρέφονταν με τη τροφή μάρτυρα.

Η αύξηση του σωματικού βάρους (WG) παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της διατροφικής ομάδας Β και Γ. Παρατηρήθηκε ότι η Γ διατροφική ομάδα παρουσίασε την μεγαλύτερη αύξηση βάρους σε αντίθεση με την Β ομάδα που είχε την μικρότερη. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι η διαφορετική αναλογία των ίδιων αιθέριων ελαίων στην τροφή επιφέρει σημαντική επίδραση στη σωματική ανάπτυξη της τσιπούρας.

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) για την ημερήσια αύξηση βάρους μετά την στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Παρατηρήθηκε ότι οι Β και 2Β διατροφικές ομάδες παρουσίασαν το μικρότερο ειδικό ρυθμό ανάπτυξης σε αντίθεση με την ομάδα Γ που είχε τον μεγαλύτερο. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι η διαφορετική αναλογία των ίδιων αιθέριων ελαίων στην τροφή επιφέρει σημαντική επίδραση στο ρυθμό ανάπτυξη της τσιπούρας.

Σύμφωνα με μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Abdel-Latif et al. (2020) πάνω στον κυπρίνο (*Cyprinus carpio L.*) παρατηρήθηκε ότι το ριγανέλαιο έχει θετική επίδραση στην απόδοση ανάπτυξης και στην παράμετρο SGR. Το SGR είχε τις υψηλότερες τιμές σε επίπεδα αντικατάστασης 15% και 20%. Η διατροφή με αιθέριο έλαιο ρίγανης βελτίωσε την απόδοση ανάπτυξης της τιλάπιας του Νείλου (*Oreochromis niloticus*) (Abdel-Latif and Khalil, 2014, Mohammadi et al., 2020) και της ιριδίζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) (Haghighi and Rohani, 2015, Haghighi et al., 2018). Οι Zheng et al. (2009) απέδειξαν ότι ο συνδυασμός θυμόλης και καρβακρόλης έχει θετική επίδραση στις παραμέτρους ανάπτυξης του γατόψαρου (*Ictalurus punctatus*). Επιπλέον, οι Ahmadifar et al. (2011) παρουσίασαν παρόμοια ενίσχυση των δεικτών απόδοσης ανάπτυξης σε ιριδίζουσες πέστροφες (*O. mykiss*) που τρέφονται με δίαιτες θυμόλης-καρβακρόλης. Οι Amer et al. (2018) και Abd El-Naby et al. (2020) έδειξαν ότι η διατροφική συμπλήρωση θυμόλης τόνωσε σημαντικά την απόδοση ανάπτυξης της τιλάπιας του Νείλου (*Oreochromis niloticus*). Οι El-Hawarry et al. (2018) παρατήρησαν σημαντική βελτίωση στην ανάπτυξη της τιλάπιας του Νείλου (*Oreochromis niloticus*) που τρεφόταν με δίαιτες συμπληρωμένες με διαφορετικά επίπεδα ριγανέλαιου, εκτρεφόμενες σε χαμηλή ή μεσαία πυκνότητα. Εξάλλου, οι Diler et al. (2017) παρατήρησαν μια σημαντική αύξηση στην ανάπτυξη

της ιριδίζουσας πέστροφας που τρέφονταν με δίαιτες συμπληρωμένες με αιθέριο έλαιο *Origanum onites*.

Σύμφωνα με μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Zargar et al. (2019) ιριδίζουσες πέστροφες (*O. mykiss*) που τρέφονταν για δύο μήνες με σιτηρέσια που περιείχαν έλαια θυμαριού σε ποσοστό 0,5 - 2 ml/kg, έδειξαν βελτίωση στην απόδοση ανάπτυξης, αλλά τα καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στην ομάδα τροφής 0,5 ml/kg. Ομοίως, οι Sönmez et al. (2015), έδειξαν ότι το έλαιο θυμαριού στην διατροφή της ιριδίζουσας πέστροφας (*O. mykiss*) επέφερε υψηλότερη αύξηση βάρους και SGR από την ομάδα ελέγχου, υποδεικνύοντας μια θετική αποτελεσματικότητα των θυμαρελαίων στη βελτίωση της αξιοποίησης θρεπτικών συστατικών από τα ψάρια. Επίσης, οι Zaki et al. (2012) έδειξαν ότι η τιλάπια του Νείλου (*Oreochromis niloticus*) που τρέφονταν με θυμάρι σε ποσοστό 1% και 2% παρουσίασε βελτίωση στην απόδοση ανάπτυξης. Στη μελέτη τους από τους ALsafah και AL-Faragi (2017), όταν ο κοινός κυπρίνος τρέφονταν με διαφορετικά επίπεδα θυμαριού 0,5%, 1%, 1,5% και 2% για 56 ημέρες, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στον ρυθμό ανάπτυξης σε σύγκριση με τις τροφές μάρτυρα, με το επίπεδο θυμαριού 1,5% να παρουσιάζει την καλύτερη απόδοση. Τέλος, ενώ οι Dorojan et al. (2014) ανέφεραν ότι η εφαρμογή θυμαριού σε ποσοστό 2% στην τροφή του οξύρρυγχου (*Acipenser stellatus*) για 58 ημέρες βελτίωσε την ανάπτυξη των ιχθύων, οι Dorojan et al. (2015) δεν βρήκαν καμία σημαντική επίδραση στην απόδοση ανάπτυξης του ίδιου είδους όταν τα ψάρια ταΐστηκαν με 1% θυμάρι. Αυτό υποδηλώνει ότι η βελτιστοποίηση των συγκεντρώσεων των αιθέριων ελαίων είναι κρίσιμος παράγοντας όταν κάποιος αξιολογεί την απόδοση των ψαριών. Έχει αναφερθεί ότι τα βότανα μπορούν να διεγείρουν την έκκριση πεπτικών ενζύμων όπως τα παγκρεατικά ένζυμα καθώς και τους βασικούς παράγοντες στην πέψη και την

αφομοίωση των τροφών (Frankie et al., 2009), οδηγώντας σε ενίσχυση της αύξηση βάρους του ζώου.

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) κυμάνθηκε στα επίπεδα 1,33 – 1,97 μεταξύ όλων των διατροφικών ομάδων με το FCR της ομάδας Γ να παρουσιάζει τη χαμηλότερη τιμή. Ιδιαίτερα το FCR της ομάδας Β ήταν σημαντικά υψηλότερο από τις υπόλοιπες ομάδες. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η αναλογία των αιθέριων ελαίων στην τροφή Β οδηγεί σε μειωμένο μεταβολισμό της τροφής. Μετά τη στατιστική ανάλυση η ομάδα Δ δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις άλλες διατροφικές ομάδες. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην μικροενθυλάκωση που έχει υποστεί η τροφή Δ.

Σύμφωνα με μία μελέτη η οποία διεξήχθη από τους Zargar et al. (2019) για την ιριδίζουσα πέστροφα (*O. mykiss*), η οποία για δύο μήνες τρεφόταν με σιτηρέσια που περιείχαν έλαιο θυμαριού σε ποσοστό 0,5 - 2 ml/kg, έδειξαν βελτίωση στην απόδοση ανάπτυξης και χαμηλό FCR, αλλά τα καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στην ομάδα τροφής 0,5 ml/kg. Συγκριτικά σε μία άλλη μελέτη των Zeppenfeld et al. (2016) για την ιριδίζουσα πέστροφα (*O. mykiss*) με σιτηρέσιο το οποίο περιείχε έλαια θυμαριού, φασκόμηλο και μέντας, το FCR επηρεάστηκε αρνητικά σε όλες τις ομάδες που περιείχαν έλαιο μέντας και βρέθηκε ότι ήταν υψηλότερο σε σχέση με τις ομάδες που περιείχαν έλαια θυμαριού κα φασκόμηλου. Ως εκ τούτου, προτείνεται ότι η μέντα έχει κάποιες ανεπιθύμητες ενέργειες στην ιριδίζουσα πέστροφα (*O. mykiss*).

Ο δείκτης ευρωστίας στο τέλος του παρόντος πειράματος κυμάνθηκε από 1,27 – 1,45 μεταξύ των διατροφικών ομάδων και έπειτα από τη στατιστική ανάλυση παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους

($P > 0,05$). Ο δείκτης ευρωστίας της διατροφικής ομάδας 2B παρουσίασε την χαμηλότερη τιμή, σε αντίθεση με την ομάδα Γ που παρουσίασε την υψηλότερη.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εκτροφή ατόμων τσιπούρας έπειτα από σίτιση με έξι τροφές που περιείχαν διαφορετικές αναλογίες αιθέριων ελαίων (ρίγανης, κανέλας, θυμαριού και γαρυφάλλου) συνοψίζονται στα εξής:

- Τα εμπορικά σκευάσματα αιθέριων ελαίων που χρησιμοποιήθηκαν στις τροφές Γ και Δ οδήγησαν σε ελαφρώς μειωμένη επιβίωση (31,6%) της τσιπούρας, η οποία ωστόσο δεν ήταν σημαντικά χαμηλότερη από την επιβίωση των άλλων ομάδων (20-23%). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι τόσο η αναλογία των αιθέριων ελαίων όσο και η δοσολογία του μίγματος τους και του κάθε ελαίου ξεχωριστά μπορεί να επιφέρει μια διαφοροποίηση στην επιβίωση των ιχθύων.
- Η διαφορετική αναλογία των ίδιων αιθέριων ελαίων στην τροφή επέφερε σημαντική επίδραση στη σωματική ανάπτυξη της τσιπούρας και στην αξιοποίηση της τροφής από τους ιχθύες. Συγκεκριμένα, η τροφή Γ απέδωσε τη μέγιστη αναπτυξιακή απόδοση (αύξηση βάρους, SGR). Παράλληλα, η τροφή Γ αξιοποιήθηκε σε υψηλότερο βαθμό (χαμηλότερο συντελεστή μετατρεψιμότητα FCR) συγκριτικά με τις άλλες τροφές, γεγονός που αποδεικνύει ότι ο συγκεκριμένος συνδυασμός μειγμάτων αιθέριων ελαίων, όπως αυτός στην τροφή Γ οδηγεί σε καλύτερη ιχθυοκαλλιεργητική απόδοση.
- Η κατανάλωση της τροφής ήταν παρόμοια για κάθε διατροφική ομάδα, επομένως οι διαφορετική αναλογία του μίγματος των αιθέριων ελαίων δεν επηρέασε σημαντικά την πρόσληψη της τροφής. Ακόμα και στην περίπτωση της Δ τροφής που έχει υποστεί μικροενθυλάκωση δεν επηρέασε σημαντικά τον ρυθμό κατανάλωσης τροφής. Μιας και οι τροφές δεν χορηγήθηκαν σε κορεσμό

δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το ποια αναλογία μίγματος αιθέριων ελαίων ήταν προτιμητέα από τους ιχθύες.

- Μελλοντικά όλα τα επίπεδα προσθήκης αιθέριων ελαίων στις τροφές θα πρέπει να εξεταστούν για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα εκτροφής και για μεγαλύτερο αριθμό ατόμων ιχθύων, ώστε να καθοριστούν με μεγαλύτερη βεβαιότητα τα μέγιστα επιτρεπτά όρια ένταξης αυτών στα σιτηρέσια της τσιπούρας, καθώς και η αντιπαρασιτική τους δράση.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6.1. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Abdel-Latif, H. M., & Khalil, R. H. (2014). Evaluation of two probiotics, *Spirulina platensis* and *Origanum vulgare* extract on growth, serum antioxidant activities and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to pathogenic *Vibrio alginolyticus*. *International Journal of fisheries and Aquatic studies*, 1(5), 250-255.

Abd El-Naby, A. S., Al-Sagheer, A. A., Negm, S. S., & Naiel, M. A. (2020). Dietary combination of chitosan nanoparticle and thymol affects feed utilization, digestive enzymes, antioxidant status, and intestinal morphology of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 515, 734577.

Abdel-Latif, H. M., Abdel-Tawwab, M., Khafaga, A. F., & Dawood, M. A. (2020). Dietary oregano essential oil improved the growth performance via enhancing the intestinal morphometry and hepato-renal functions of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. *Aquaculture*, 526, 735432.

Abdolazizi, S., Ghaderi, E., Naghdi, N., & Kamangar, B. B. (2011). Effects of clove oil as an anesthetic on some hematological parameters of *Carassius auratus*. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 2(1), 108.

Acar, Ü., Giannetto, A., Giannetto, D., Kesbiç, O. S., Yılmaz, S., Romano, A., Tezel, R., Türker, A., Güllü, K., & Fazio, F. (2021). Evaluation of an innovative and sustainable pre-commercial compound as replacement of fish meal in diets for rainbow trout during pre-fattening phase: Effects on growth performances, haematological parameters and fillet quality traits. *Animals*, 11(12), 3547.

Ahmadifar, E., Falahatkar, B., & Akrami, R. (2011). Effects of dietary thymol-carvacrol on growth performance, hematological parameters and tissue composition of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(4), 1057-1060.

ALsafah, A. H., & Al-Faragi, J. K. (2017). Influence of thyme (*Thymus vulgaris*) as feed additives on growth performance and antifungal activity on *Saprolegnia* spp. in *Cyprinus carpio* L. *J Entomol Zool Stud*, 5(6), 1598-602.

Amer, S. A., Metwally, A. E., & Ahmed, S. A. (2018). The influence of dietary supplementation of cinnamaldehyde and thymol on the growth performance, immunity and antioxidant status of monosex Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*). *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(3), 251-256.

El Asbahani, A., Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Addi, E. A., Casabianca, H., Mousadik, A.E., & Elaissari, A. (2015). Essential oils: From extraction to encapsulation. *International journal of pharmaceutics*, 483(1-2), 220-243.

Aydın, B., & Barbas, L. A. L. (2020). Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review. *Aquaculture*, 520, 734999.

Azad, I. S., Al-Yaqout, A., & Al-Roumi, M. (2014). Antibacterial and immunity enhancement properties of anaesthetic doses of thyme (*Thymus vulgaris*) oil and three other anaesthetics in *Sparidentax hasta* and *Acanthopagrus latus*. *Journal of King Saud University-Science*, 26(2), 101-106.

Baba, E., Acar, Ü., Öntaş, C., Kesbiç, O. S., & Yılmaz, S. (2016). Evaluation of Citrus limon peels essential oil on growth performance, immune response of Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus* challenged with *Edwardsiella tarda*. *Aquaculture*, 465, 13-18.

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.
- BF Biondo, P., Carbonera, F., Zawadzki, F., UR Chiavelli, L., J Pilau, E., N Prado, I., & V Visentainer, J. (2017). Antioxidant capacity and identification of bioactive compounds by GC-MS of essential oils from spices, herbs and citrus. *Current Bioactive Compounds*, 13(2), 137-143.
- Baratta, M. T., Dorman, H. D., Deans, S. G., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., & Ruberto, G. (1998). Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour and fragrance journal*, 13(4), 235-244.
- Cervato, G., Carabelli, M., Gervasio, S., Cittera, A., Cazzola, R., & Cestaro, B. (2000). Antioxidant properties of oregano (*Origanum vulgare*) leaf extracts. *Journal of Food Biochemistry*, 24(6), 453-465.
- Cleff, M. B., Meinerz, A. R., Xavier, M., Schuch, L. F., Meireles, M. C. A., Rodrigues, M. R. A., & Mello, J. R. B. D. (2010). In vitro activity of *Origanum vulgare* essential oil against *Candida* species. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41(1), 116-123.
- Daouk, R. K., Dagher, S. M., & Sattout, E. J. (1995). Antifungal activity of the essential oil of *Origanum syriacum* L. *Journal of Food Protection*, 58(10), 1147-1149.
- Dawood, M. A., & Koshio, S. (2016). Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: a review. *Aquaculture*, 454, 243-251.
- Dawood, M. A., Abo-Al-Ela, H. G., & Hasan, M. T. (2020). Modulation of transcriptomic profile in aquatic animals: Probiotics, prebiotics and synbiotics scenarios. *Fish & Shellfish Immunology*, 97, 268-282.

- Dawood, M. A., El Basuni, M. F., Zaineldin, A. I., Yilmaz, S., Hasan, M., Ahmadifar, E., ... & Sewilam, H. (2021). Antiparasitic and antibacterial functionality of essential oils: An alternative approach for sustainable aquaculture. *Pathogens*, *10*(2), 185.
- Diamant, A. (1997). Fish-to-fish transmission of a marine myxosporean. *Diseases of Aquatic Organisms*, *30*(2), 99-105.
- Diamant, A., & Wajsbrodt, N. (1997). Experimental transmission of *Myxidium leei* in gilt head sea bream *Sparus aurata*. *BULLETIN-EUROPEAN ASSOCIATION OF FISH PATHOLOGISTS*, *17*, 99-103.
- Diler, O., Gormez, O., Diler, I., & Metin, S. E. Ç. İ. L. (2017). Effect of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil on growth, lysozyme and antioxidant activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*, *23*(4), 844-851.
- Dorman, H. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, *88*(2), 308-316.
- Dorojan, O. G., Cristea, V., Crețu, M., Coadă, M. T., Dediu, L., & Grecu, I. R. (2015). Effect of thyme (*Thymus vulgaris*) and vitamin E on growth performance and body composition of *Acipenser stellatus* juveniles. *Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation – International Journal of the Bioflux Society*, *8*(2), 195–202
- Dorojan, O. G. V., Cristea, V., Ion, S. P., & Petrea, Ș. M. (2014). The Influence of some Phytobiotics (Thyme, Seabuckthorn) on Growth Performance of Stellate Sturgeon (*A. stellatus*, Pallas, 1771) in an Industrial Recirculating Aquaculture System. *Scientific Papers: Animal Science & Biotechnologies/Lucrari Stiintifice: Zootehnie si Biotehologii*, *47*(1).

Dos Santos, W. M., de Brito, T. S., Prado, S. D. A., de Oliveira, C. G., De Paula, A. C., de Melo, D. C., & Ribeiro, P. A. (2016). Cinnamon (*Cinnamomum* sp.) inclusion in diets for Nile tilapia submitted to acute hypoxic stress. *Fish & Shellfish Immunology*, 54, 551-555.

El-Hawarry, W. N., Mohamed, R. A., & Ibrahim, S. A. (2018). Collaborating effects of rearing density and oregano oil supplementation on growth, behavioral and stress response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(2), 173-178.

Esteban, M. A., Cuesta, A., Ortuno, J., & Meseguer, J. (2001). Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. *Fish & shellfish immunology*, 11(4), 303-315.

Food and Agricultural Organization (FAO). Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. Fishstatj, a Tool for Fishery Statistics Analysis, Release: 3.04.5, Universal Software for Fishery Statistical Time Series. Global Aquaculture Production: Quantity 1950–2016; Value 1950–2016; Global Capture Production: 1950–2016; 2018-03-16. (2018). Available online: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en> (accessed on 12 December 2020)

Frankic, T., Voljc, M., Salobir, J., & Rezar, V. (2009). Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta Agriculture Slovenia*, 94(2), 95–102

Force, M., Sparks, W. S., & Ronzio, R. A. (2000). Inhibition of enteric parasites by emulsified oil of oregano in vivo. *Phytotherapy Research*, 14(3), 213-214.

Golomazou E., Malandrakis E., Kabouras M., Karatzinos T., Milou H., Exadectylos A., Panagiotaki P. (2016). Anaesthetic and genotoxic effect of medicinal plant extracts in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.), *Aquaculture*, 464: 673-682

Haghighi, M., Pourmoghim, H., & Rohani, M. S. (2018). Effect of *Origanum vulgare* extract on immune responses and hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Oceanography & Fisheries Open Access Journal*, 6(3), 71-76.

Haghighi, M., & Rohani, M. S. (2015). Non-specific immune responses and hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with *Origanum vulgare* extract diets. *Am. Adv. J. Biol. Sci*, 1, 1-9.

Hasan, M. T., Jang, W. J., Lee, S., Kim, K. W., Lee, B. J., Han, H. S., ... & Kong, I. S. (2018). Effect of β -glucooligosaccharides as a new prebiotic for dietary supplementation in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) aquaculture. *Aquaculture research*, 49(3), 1310-1319.

Hasan, M. T., Jang, W. J., Lee, B. J., Kim, K. W., Hur, S. W., Lim, S. G., ... & Kong, I. S. (2019). Heat-killed *Bacillus* sp. SJ-10 probiotic acts as a growth and humoral innate immunity response enhancer in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 88, 424-431.

Kanghear, H., Suanyuk, N., Khongpradit, R., Subhadhirasakul, S., & Supamattaya, K. (2005). Effect of cinnamon bark oil (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) on the prevention of streptococcosis in sex-reversed red tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*).

Keene, J. L., Noakes, D. L. G., Moccia, R. D., & Soto, C. G. (1998). The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 29(2), 89-101.

Klaoudatos, S., & Apostolopoulos, J. (1986). Food intake, growth, maintenance and food conversion efficiency in the gilthead sea bream (*Sparus auratus*). *Aquaculture*, *51*(3-4), 217-224.

Martos-Sitcha, J. A., Mancera, J. M., Prunet, P., & Magnoni, L. J. (2020). Welfare and stressors in fish: Challenges facing aquaculture. *Frontiers in Physiology*, *11*, 162.

Mirghaed, A. T., Yasari, M., Mirzargar, S. S., & Hoseini, S. M. (2018). Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) anesthesia with myrcene: Efficacy and physiological responses in comparison with eugenol. *Fish Physiology and Biochemistry*, *44*(3), 919-926.

Mohammadi, G., Rafiee, G., El Basuini, M. F., Van Doan, H., Ahmed, H. A., Dawood, M. A., & Abdel-Latif, H. M. (2020). Oregano (*Origanum vulgare*), St John's-wort (*Hypericum perforatum*), and lemon balm (*Melissa officinalis*) extracts improved the growth rate, antioxidative, and immunological responses in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) infected with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Reports*, *18*, 100445.

Ocaña-Fuentes, A., Arranz-Gutierrez, E., Senorans, F. J., & Reglero, G. (2010). Supercritical fluid extraction of oregano (*Origanum vulgare*) essentials oils: anti-inflammatory properties based on cytokine response on THP-1 macrophages. *Food and Chemical Toxicology*, *48*(6), 1568-1575.

Parasa, L. S., Tumati, S. R., Prasad, C. S., & Kumar, L. C. A. (2012). In vitro antibacterial activity of culinary spices aniseed, star anise and cinnamon against bacterial pathogens of fish. *International Journal of Pharmaceutical Science*, *4*, 667-670.

Paray, B. A., El-Basuini, M. F., Alagawany, M., Albeshr, M. F., Farah, M. A., & Dawood, M. A. O. (2021). *Yucca schidigera* Usage for Healthy Aquatic Animals: Potential Roles for Sustainability. *Animals* 2021, *11*, 93.

- Peng, Y., Wu, Y., Li, X., Li, Q., Liu, Z., Jiang, B., ... & Zhang, Y. (2011, July). Experimental study on anesthetic effects of eugenol on *carassius auratus*. In *Proceedings of 2011 International Conference on Electronics and Optoelectronics* (Vol. 1, pp. V1-343). IEEE.
- Picard-Sánchez, A., Estensoro, I., Perdiguero, P., Del Pozo, R., Tafalla, C., Piazzon, M. C., & Sitjà-Bobadilla, A. (2020). Passive immunization delays disease outcome in gilthead sea bream infected with *Enteromyxum leei* (Myxozoa), despite the moderate changes in IgM and IgT repertoire. *Frontiers in immunology*, 2242.
- Ranasinghe, P., Pigera, S., Premakumara, G. A., Galappaththy, P., Constantine, G. R., & Katulanda, P. (2013). Medicinal properties of 'true'cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review. *BMC complementary and alternative medicine*, 13(1), 1-10.
- Rattanachaikunsopon, P., & Phumkhachorn, P. (2009). Protective effect of clove oil-supplemented fish diets on experimental *Lactococcus garvieae* infection in tilapia. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 73(9), 2085-2089.
- Rattanachaikunsopon, P., & Phumkhachorn, P. (2010). Potential of cinnamon (*Cinnamomum verum*) oil to control *Streptococcus iniae* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fisheries Science*, 76(2), 287-293.
- Rigos, G., Christophiligiannis, P., Yiagnisi, M., Andriopoulou, A., Koutsodimou, M., Nengas, I., & Alexis, M. (1999). Myxosporean infections in Greek mariculture. *Aquaculture International*, 7(5), 361-364.
- Shahidi, F., & Han, X. Q. (1993). Encapsulation of food ingredients. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 33(6), 501-547.

Slamenova, D., & Horvathova, E. (2013). Cytotoxic, anti-carcinogenic and antioxidant properties of the most frequent plant volatiles. *Neoplasma*, *60*(1), 343-354.

Soltanian, S., Hoseinifar, S. H., & Gholamhosseini, A. (2018). Modulation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cutaneous mucosal immune responses following anesthesia: a comparative study on different anesthetic agents. *Fish & shellfish immunology*, *80*, 319-324.

Souza, E. L. D., Stamford, T. L. M., & Lima, E. D. O. (2006). Sensitivity of spoiling and pathogen food-related bacteria to *Origanum vulgare* L.(Lamiaceae) essential oil. *Brazilian Journal of Microbiology*, *37*, 527-532.

Sönmez, A. Y., Bilen, S., Alak, G., Hisar, O., Yanik, T., & Biswas, G. (2015). Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils. *Fish physiology and biochemistry*, *41*(1), 165-175.

Srichaiyo, N., Tongsir, S., Hoseinifar, S. H., Dawood, M. A., Jaturasitha, S., Esteban, M. Á., Ringø, E. & Van Doan, H. (2020). The effects gotu kola (*Centella asiatica*) powder on growth performance, skin mucus, and serum immunity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Aquaculture Reports*, *16*, 100239.

Turan, F., & Yiğitarıslan, D. (2016). The effects of rosemary extract (*Rosemaria officinalis*) as a feed additive on growth and whole-body composition of the African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)). *Natural and Engineering Sciences*, *1*(3), 49-55.

Valladão, G. M. R., Gallani, S. U., Kotzent, S., Assane, I. M., & Pilarski, F. (2019). Effects of dietary thyme essential oil on hemato-immunological indices, intestinal morphology, and microbiota of Nile tilapia. *Aquaculture International*, *27*(2), 399-411.

Valentim, D. S. S., Duarte, J. L., Oliveira, A. E. M. F. M., Cruz, R. A. S., Carvalho, J. C. T., Conceição, E. C., Fernandes, C.P. & Tavares-Dias, M. (2018). Nanoemulsion from essential oil of *Pterodon emarginatus* (Fabaceae) shows in vitro efficacy against monogeneans of *Colossoma macropomum* (Pisces: Serrasalminidae). *Journal of fish diseases*, 41(3), 443-449.

Zaki, M. A., Labib, E. M., Nour, A. M., Tonsy, H. D., & Mahmoud, S. H. (2012). Effect some medicinal plants diets on mono sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), growth performance, feed utilization and physiological parameters. *APCBEE Procedia*, 4, 220-227.

Zanuzzo, F. S., Urbinati, E. C., Rise, M. L., Hall, J. R., Nash, G. W., & Gamperl, A. K. (2015). *Aeromonas salmonicida* induced immune gene expression in Aloe vera fed steelhead trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture*, 435, 1-9.

Zar, J. H. (1999). Biostatistical analysis 4th edition. *Prentice Hall: New Jersey*. P, 230(280), 41.

Zargar, A., Rahimi-Afzal, Z., Soltani, E., Taheri Mirghaed, A., Ebrahimzadeh-Mousavi, H. A., Soltani, M., & Yuosefi, P. (2019). Growth performance, immune response and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed *Thymus vulgaris* essential oils. *Aquaculture Research*, 50(11), 3097-3106.

Zeppenfeld, C. C., Hernández, D. R., Santinón, J. J., Heinzmann, B. M., Da Cunha, M. A., Schmidt, D., & Baldisserotto, B. (2016). Essential oil of a *loysia triphylla* as feed additive promotes growth of silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Aquaculture Nutrition*, 22(4), 933-940.

Zhao, Y., Yang, Q. E., Zhou, X., Wang, F. H., Muurinen, J., Virta, M. P., ... & Zhu, Y. G. (2020). Antibiotic resistome in the livestock and aquaculture industries: Status and solutions. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 1–38.

Zheng, Z. L., Tan, J. Y., Liu, H. Y., Zhou, X. H., Xiang, X., & Wang, K. Y. (2009). Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 292(3-4), 214-218.

6.2. Ελληνική Βιβλιογραφία

Αθανασοπούλου, Φ., Παπαδοπούλου, Γ., & Λύτρα, Κ. (1998). Αξιοσημείωτες μολύνσεις από μυξοσπορίδια σε εντατικά καλλιεργούμενα ψάρια της Ελλάδας. *Αλιευτ. Νέα*, Ιούλιος: 66-69.

Βουλτσιάδου, Ε., Αμπατζόπουλος, Θ., Αντωνοπούλου, Ε., Γκάνιας, Κ., Γκέλης, Σ., Στάικου, Α., & Τριανταφυλλίδης, Α. (2015). Υδατοκαλλιέργειες.[ηλεκτρ. βιβλ.]. *Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών*.

Γκολομάζου, Ε. Ν. (2007). Μελέτη της εποχικότητας και του ποσοστού μόλυνσης των μυξοσποριδίων σε άγριους πληθυσμούς θαλάσσιων ψαριών και μελέτη ορισμένων ανοσολογικών παραγόντων της έμφυτης ανοσίας σε πειραματικές μολύνσεις χιόνας (*Diplodus puntazzo* C.) με το παράσιτο *Enteromyxum leei* Diamant, Lom & Dykova 1994.

Κλαουδάτος Σ. και Κλαουδάτος Δ. (2012). Καλλιέργειες φυτικών και εκτροφές υδρόβιων ζωικών οργανισμών. Εκδόσεις ΠΡΟΠΟΜΠΟΣ, Αθήνα, 228 - 231.

Νεοφύτου Χ. (2015) ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ.

Εκδόσεις UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη, 184 - 186

Νεοφύτου Χ. και Νεοφύτου Ν. (2017) ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑ. Εκδόσεις UNIVERSITY

STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη, 366 - 367

Παπουτσόγλου Σ.Ε. (2008) Διατροφή ιχθύων. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, 846 – 863.

Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιέργειών (ΣΕΘ) (2019). Ελληνική υδατοκαλλιέργεια

<https://www.geotee.gr/MainNewsDetail.aspx?CatID=1&RefID=23057&TabID=4>

6.3. Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

http1: <http://greekcasters.blogspot.com/2012/11/blog-post.html>

http2: <https://www.fishbase.se/summary/1164>

http3: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/affris/docs/Gilthead_Seabream/English/table_2.htm