

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

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Διερεύνηση της συμπεριφοράς εντατικά εκτρεφόμενων ψαριών κατά
τη χορήγηση της τροφής»**

Αναγνωστοπούλου Παναγιώτα, Λιβάνη Σπυριδούλα

ΒΟΛΟΣ 2018

**«Διερεύνηση της συμπεριφοράς εντατικά εκτρεφόμενων ψαριών κατά την
χορήγηση της τροφής»**

Διμελής Εξεταστική Επιτροπή

Παναγιωτάκη Παναγιώτα Αν. Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες. Εργαστήριο
Υδατοκαλλιιεργειών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπουσα.

Γκολομάζου Ελένη, Επ. Καθηγήτρια, Προστασία – Ευζωία Ιχθύων, Εργαστήριο
Υδατοκαλλιιεργειών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σ' όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρουμε εις πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, κα Παναγιωτάκη για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, αποτελούμενη από την κα Γκολομάζου για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας. Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την κα Πανάγου και κα Κοκκιούμη για την αμέριστη συμπαράστασή τους όσον αφορά το εργαστηριακό υλικό κατά τη διάρκεια του πειράματος, καθώς επίσης την κα Ντανταλή για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά της. Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στις οικογένειές μας για την υποστήριξη, την βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, στόχος μας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης διαφορετικών πρωτοκόλλων σίτισης στη διατροφική συμπεριφορά των ψαριών. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι σημαντικά για την υδατοκαλλιέργεια, μιας και η σημαντική απόρριψη τροφής από το ψάρι μπορεί να προκαλέσει πολλές οικολογικές επιπτώσεις από την απελευθέρωση των θρεπτικών συστατικών της τροφής στο περιβάλλον, άλλα και οικονομικές αφού η τροφή είναι το κύριο έξοδο μιας μονάδας εκτροφής. Τα ψάρια κατανεμήθηκαν σε 6 ενυδρεία, 3 πειραματικές ομάδες (Μάρτυρας, Μεταχείριση I και II) με δυο επαναλήψεις σε κάθε ομάδα. Το κάθε ενυδρείο περιλάμβανε 51 άτομα τσιπούρας. Η διάρκεια του πειράματος ήταν 10 εβδομάδες. Τα ψάρια ταιζόταν πρωί και απόγευμα κατά βούληση, εκτός τις προγραμματισμένες ημέρες ασιτίας για τις δυο μεταχειρίσεις, (μία ημέρα και δύο ημέρες ασιτίας αντίστοιχα για τη Μεταχείριση I και II) και στην συνέχεια πραγματοποιούνταν ζύγισμα της τροφής, ώστε να υπολογίζεται η ποσότητα της καταναλωθείσας τροφής. Η καταγραφή γινόταν μία ημέρα πριν και μετά την ασιτία (Μεταχείριση I), και δυο ημέρες πριν και μετά την ασιτία για τη Μεταχείριση II αντίστοιχα, με παρατήρηση κατά την χορήγηση της τροφής είτε μακροσκοπικά είτε με την βιντεοσκόπηση με την κάμερα GoPro 3+. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα ποσοστά κατάποσης ήταν το ίδιο υψηλά όλες τις εβδομάδες, χωρίς να επηρεάζονται από τις ημέρες ασιτίας.

Λέξεις-Κλειδιά: τσιπούρα, εντατική εκτροφή, διατροφική συμπεριφορά, κατάποση, απόρριψη, πελέτα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1.	ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ <i>Sparus aurata</i>	1
1.2.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ <i>Sparus aurata</i>	1
1.3.	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	2
1.4.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ	3
1.5.	ΕΚΤΡΟΦΗ	4
1.6.	ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ	5
1.7.	ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	6
1.7.1.	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	7
1.7.2.	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ	9
1.7.3.	ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ	11
1.8.	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	13
1.9.	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΓΛΩΣΣΑΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ	14
1.9.1.	ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΚΟΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΛΗΨΕΩΣ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ <i>Sparus aurata</i>	14
1.10.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ	17
1.10.1.	ΟΡΑΣΗ	17
1.10.2.	ΓΕΥΣΗ ΚΑΙ ΟΣΦΡΗΣΗ	17
1.10.3.	ΑΚΟΗ	19
1.10.4.	Η ΠΕΙΝΑ ΚΑΙ Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ	21
1.11.	ΣΚΟΠΟΣ	22
2.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	23
2.1.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	23
2.2.	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	28
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	29
4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	41
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
5.1.	ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
5.2.	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52
6.	ABSTRACT	54

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sparus aurata*

Η συστηματική ταξινόμηση του είδους, είναι η ακόλουθη:

Συνομοταξία: Chordata

Υποσυνομοταξία: Vertebrata

Υπερομοταξία: Gnathostomata

Ομοταξία: Osteichthyes

Υπέρταξη: Teleostei

Τάξη: Perciformes

Υπόταξη: Percoidei

Οικογένεια: Sparidae

Γένος: Spams

Είδος: S. Aurata

1.2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sparus aurata*

Η τσιπούρα αποτελεί βενθοπελαγικό είδος της υποτροπικής ζώνης και ζει σε παράκτιες περιοχές με αμμώδεις πυθμένες και φυκιάδες, φτάνοντας σε βάθη από 30 μέχρι 150 μέτρα, ανάλογα με την ηλικία του. Πολύ συχνά εισέρχεται στις λιμνοθάλασσες. Δεν είναι μεταναστευτικό είδος και ζει είτε μοναχικά είτε σχηματίζοντας μικρά κοπάδια.

Η τσιπούρα ανήκει στα σαρκοφάγα, βρίσκεται στα φυσικά οικοσυστήματα των λιμνοθαλασσών και τα εκβολικά συστήματα των ποταμών. Τα ιχθύδια της τρέφονται με

σκώληκες και μικρά καρκινοειδή, ενώ τα μεγαλύτερα άτομα τρέφονται με μαλάκια, γαστερόποδα, καρκινοειδή και δίθυρα μαλάκια (μύδια, στρείδια κ.ά.)

1.3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η τσιπούρα και τα λοιπά είδη της οικογένειας της σχηματίζουν, από μορφολογικής άποψης, ένα αρκετά ομοιογενές σύνολο ειδών που χαρακτηρίζεται από ένα υψηλό και συμπιεσμένο πλευρικό σώμα. Η διάμετρος του ματιού της είναι ίση με το 1/5 του μήκους του κεφαλιού. Η κάτω γνάθος είναι ελαφρά μικρότερη από την άνω, και υπάρχουν 4 με 6 κυνοδοντόμορφα δόντια στο μπροστινό μέρος της κάθε γνάθου. Έχει, επίσης, 3 με 5 σειρές γομφιόμορφων δοντιών στην κάτω γνάθο και 3 με 4 στην άνω, ενώ τα 1 με 2 τελευταία δόντια κάθε γνάθου έχουν μεγάλο μέγεθος. Στα βραγχιακά τόξα υπάρχουν 7 με 8 βραγχιακοί άκανθες πολύ κοντά μεταξύ τους. Στο ρύγχος δεν υπάρχουν λέπια. Το μακρύ ραχιαίο πτερύγιο έχει 11 σκληρές και 12 με 13 μαλακές άκανθες, ενώ το εδρικό έχει 3 σκληρές και 11 με 12 μαλακές άκανθες. Τα λέπια είναι κτενοειδή, και στην πλευρική γραμμή υπάρχουν 73 με 85. Τα θωρακικά πτερύγια είναι μεγάλα και οξύληκτα, ενώ τα κοιλιακά είναι πολύ πιο μικρά. Έχει 4 πυλωρικές αποφύσεις. Το έντερό της είναι ευθύ και κοντό, είναι ανθεκτικό στα σχισίματα που τυχόν προκαλούνται από κελύφη οστρακοειδών.

Το χρώμα της ράχης της είναι γκριζογάλανο και στα πλευρά επικρατεί το ασημένιο, ενώ υπάρχουν και λεπτές οριζόντιες γκρι γραμμές. Ανάμεσα στα μάτια υπάρχει μία μαύρη χαρακτηριστική λωρίδα, καθώς και μία χρυσαφένια. Το πάνω μέρος του κεφαλιού είναι μαύρο, και η απόχρωση φθάνει μέχρι το βραγχιακό επικάλυμμα, που καταλήγει σε κοκκινωπή άκρη. Το μέγιστο μήκος που μπορεί να φθάσει είναι 70cm, με συνηθισμένο το μήκος των 20 με 30 cm, και μέγιστο βάρος τα 5kg, με συνηθισμένο το βάρος των 1.5 με 2kg (Νεοφύτου, 2015).



Εικόνα1. *Sparus aurata* (<http://www.fao.org>)

1.4. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Γεωγραφικά εκτείνεται στην κεντρική και στη Δυτική Μεσόγειο Θάλασσα, λιγότερο συχνά στις ανατολικές και νοτιοανατολικές περιοχές, ενώ σπανιότερα στη Μαύρη Θάλασσα. Επίσης συναντάται στις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού από την περιοχή της Μεγάλης Βρετανίας μέχρι το Πράσινο ακρωτήριο και τα Κανάρια νησιά. Προτιμά θαλάσσια και υφάλμυρα περιβάλλοντα, όπως είναι οι παράκτιες λιμνοθάλασσες και οι περιοχές εκβολών ποταμών, ιδίως κατά τα αρχικά στάδια του κύκλου ζωής τους.



Εικόνα 2 Γεωγραφική εξάπλωση της τσιπούρας (<http://www.fao.org>)

1.5. ΕΚΤΡΟΦΗ

Η τσιπούρα είναι ένα πολύ καλό είδος προς εκτροφή λόγω της μεγάλης εμπορικής αξίας της. Προσαρμόζεται εύκολα στην αιχμαλωσία, χαρακτηρίζεται από γρήγορη ανάπτυξη, ανθεκτικότητα στις μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων των υδάτινων μαζών και εξαιρετική ποιότητα κρέατος, ιδιότητες στις οποίες οφείλεται το μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον και η επιλογή της για την εντατική εκτροφή (Αποστολόπουλος & Κλαουδάτος 1996).



Εικόνα 3. Κύριες χώρες παραγωγής του είδους *Sparus aurata* (FAO Fishery Statistics, 2006)

Στην Ελλάδα η τσιπούρα αποτελεί αντικείμενο εντατικής υδατοεκτροφής και βασικό στόχο αλίευσης. Στη χώρα μας το 2016 ο συνολικός όγκος παραγωγής τσιπούρας ανήλθε σε 59.000 τόνους αξίας 298,54εκ. ευρώ (ΣΕΘ 2017).

1.6. ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ

Όπως στους υπόλοιπους ζωικούς οργανισμούς, έτσι και στους ιχθύες η διατροφή αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που όχι μόνο επηρεάζει, αλλά και καθορίζει άμεσα ή και έμμεσα τόσο το ρυθμό ανάπτυξης, την ποιότητα όσο και το κόστος παραγωγής τους. Η συνολική εκτίμηση της διατροφής περιλαμβάνει τη χημική σύσταση της τροφής, τη μορφή της, την ποσότητά της, τον τρόπο και τη συχνότητα παροχής της, τη διαδικασία παραγωγής και συντήρησής της (Καπέλος 2011).

Έχει αποδειχθεί ότι οι διατροφικές συνήθειες της τσιπούρας στο φυσικό της περιβάλλον εξαρτώνται από το μέγεθος της. Τα μικρής ηλικίας ιχθύδια τρέφονται κυρίως

με πολύχαιτους και μικρού μεγέθους καρκινοειδή. Τα μεγαλύτερα με μύδια, γαστερόποδα, καρκινοειδή (Χώτος & Ρογδάκης 2010).

Οι διαιτητικές ανάγκες σε πρωτεΐνες στην τσιπούρα ποικίλουν ανάλογα με το βιολογικό της στάδιο (Παπουτσόγλου 2008). Στα αναπτυσσόμενα άτομα της, οι απαιτήσεις της είναι υψηλές, έτσι οι δίαιτες που προορίζονται για την εκτροφή της πρέπει να περιέχουν 45-55% πρωτεΐνη (σε ξηρές τροφές με υγρασία 9,5-10%) (Oliva-Teles 2000). Οι ποιοτικές απαιτήσεις σε αμινοξέα στις αναπτυσσόμενες τσιπούρες, συμφωνούν και με άλλα είδη ιχθύων (Oliva-Teles 2000). Τα 10 απαραίτητα αμινοξέα (AA) είναι αργινίνη, ιστιδίνη, ισολευκίνη, λεύκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλαλανίνη, θρεονίνη, τρυπτοφάνη, βαλίνη (Καραπαναγιωτίδης & Μεντέ 2009). Ωστόσο, έχει καταστεί ανάγκη χορήγησης ξηρών τροφών στην τσιπούρα με εμπλουτισμό απαραίτητων και μη αμινοξέων, σε συγκεκριμένα ποσοστά (Παπουτσόγλου 2008). Επιπρόσθετα, το ιχθυάλευρο, λόγω της θρεπτικής σύνθεσης του, είναι καλύτερη πρωτεϊνική πηγή για τα σιτηρέσια των ιχθύων.

Εντούτοις, η υψηλή τιμή του και η μειωμένη διαθεσιμότητά του στη διεθνή αγορά επιβάλλει την αντικατάσταση του με εναλλακτικές πρωτεϊνικές πηγές (Oliva-Teles 2000). Τα μειονεκτήματα της αντικατάστασης αυτής, αφορούν την μείωση της ελκυστικότητας των χορηγούμενων τροφών, της πιθανότητας παρουσίασης αντιδιαβητικών παραγόντων, καθώς και την πιθανότητα προκαλούμενης ανισορροπίας και ελλείψεως απαραίτητων αμινοξέων, όπως για παράδειγμα η μεθειονίνη. (Παπουτσόγλου 2008).

1.7. ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η εντυπωσιακή ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών τα τελευταία χρόνια, έχει προκαλέσει προβληματισμό όσον αφορά την επίδρασή τους στο περιβάλλον. Στη

σημερινή εποχή τα πιο γνωστά συστήματα εκτροφής είναι εκτατικά, ημι-εκτατικά, εντατικά, ημι-εντατικά και υπερ-εντατικά. Η εφαρμογή τους και η αναμενόμενη τελική παραγωγή συσχετίζονται άμεσα με τις ανθρώπινες παρεμβάσεις ή επεμβάσεις. Όσο πιο λίγες είναι οι επεμβάσεις, τόσο πιο χαμηλή αναμένεται να είναι η παραγωγή και αντιστρόφως. Σε αυτά τα συστήματα εκτροφής, το περιβάλλον δεν είναι μόνο ένας χώρος εκτροφής αλλά είναι επίσης και ο βασικός παραγωγός και προμηθευτής τροφής των εκτρεφόμενων ψαριών. Αντίθετα, στη περίπτωση του εντατικού συστήματος όπου έχουμε πολύ υψηλές πυκνότητες εκτροφής, το υδάτινο περιβάλλον χρησιμοποιείται μόνο σαν χώρος εκτροφής. Η τροφοδοσία γίνεται με τεχνητά μέσα. Ως εκ τούτου, μόνο η εφαρμογή αυτού του συστήματος μπορεί να θεωρηθεί ως η πιθανή για να δημιουργήσει μία σοβαρή οικολογική ανισορροπία στο υδάτινο περιβάλλον. Ο μόνος τρόπος να μην υπάρχουν επιπτώσεις από την εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής είναι επιλέγοντας την κατάλληλη περιοχή εκτροφής και εφαρμόζοντας ένα υψηλό διαχειριστικό πλαίσιο. Ο βασικός λόγος για την δημιουργία περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα νερά εκτροφής και στο ευρύτερο υδάτινο περιβάλλον, είναι η απουσία κατανόησης μεταξύ της σχέσης του επιλεγμένου συστήματος εκτροφής και των διαδικασιών επιλογής τοποθεσίας, των εκτρεφόμενων ειδών, του μεγέθους της μονάδας και της διαχείρισης της παραγωγής (Παπουτσόγλου 1991). Αρκετοί περιβαλλοντικοί, κοινωνικοί αλλά και οικονομικοί λόγοι έχουν δημιουργήσει την ανάγκη για βελτίωση της διαχείρισης της τροφής αλλά και της σύστασής της.

1.7.1. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Το νομικό πλαίσιο που αφορά τις υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα, είναι ιδιαίτερα αυστηρό (Argyrou *et.al.* 1991). Για να εκδοθεί άδεια λειτουργίας, απαιτείται μελέτη

περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ειδικά σε λιμνοθάλασσες ή σε άλλες προστατευόμενες περιοχές, παρουσιάστηκαν μαζικοί θάνατοι ψαριών, αποτέλεσμα των ακατάλληλων περιβαλλοντικών συνθηκών. Είναι πραγματικότητα ότι, ενώ παλαιότερα οι υδατοκαλλιέργειες θεωρούνταν φιλικές προς το περιβάλλον, σήμερα ενοχοποιούνται ως πιθανοί υπαίτιοι για την ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Findlay et al. 1995). Η σημαντικότητα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξαρτάται και από τα επιμέρους χαρακτηριστικά του κάθε υδάτινου περιβάλλοντος, στο οποίο γίνεται η εκτροφή, όπως τα θαλάσσια ρεύματα (Webb 1975, Philips & Beveridge 1986), τα χαρακτηριστικά του ιζήματος, το βάθος (Silvert 1992), καθώς επίσης και από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην εκτροφή και τα βιολογικά χαρακτηριστικά των εκτρεφόμενων ειδών. Τα ιχθυοτροφεία απελευθερώνουν πολλά διαλυμένα σωματιδιακά απόβλητα, τα οποία επηρεάζουν την ποιότητα του νερού και θεωρούνται ως μια πιθανή αιτία ευτροφισμού στα παράκτια οικοσυστήματα (Holby & Hall 1991), ενώ η απόθεση περιττωμάτων και μη καταναλωθείσας τροφής στο ίζημα, προκαλεί αλλαγές στο βενθικό οικοσύστημα (Karakassis et al. 1998, 1999, 2000). Γενικά, η περιβαλλοντική επίπτωση είναι μία συνάρτηση της σύνθεσης και της μετατροπής της τροφής, των περιττωματικών αποβλήτων, των οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων, κλπ. (Tacon et al. 1995). Αυτές οι επιπτώσεις, όσον αφορά τη μακροπανίδα, ακολουθούν το μοντέλο της μακροβενθικής διαδοχής κατά μια διαβάθμιση οργανικού εμπλουτισμού, των Pearson και Rosenberg (1978). Η ένταση του φαινομένου του οργανικού εμπλουτισμού εξαρτάται από τις πρακτικές εκτροφής καθώς και από τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής (Black 2001). Ο οργανικός εμπλουτισμός, ο οποίος συχνά οφείλεται στην απόθεση λυμάτων, είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος ρύπανσης της θάλασσας (Gray 1981), και με βάση την αύξηση του πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές μπορεί να

θεωρηθεί ως η πιο σημαντική απειλή για το θαλάσσιο περιβάλλον παγκοσμίως (McIntyre 1995). Όσον αφορά τη Μεσόγειο, οι μελέτες των επιπτώσεων των υδατοκαλλιεργειών στα θαλάσσια ιζήματα είναι λίγες και πρόσφατες, σε σχέση με αυτές που έχουν πραγματοποιηθεί σε βορειότερες περιοχές της Ευρώπης (Karakassis et al., 1998, 1999, 2000, 2002). Ανάμεσα στους διαφορετικούς τύπους περιβαλλοντικών επιπτώσεων, οι οποίες οφείλονται στις υδατοκαλλιέργειες, οι επιπτώσεις στο βένθος είναι αυτές οι οποίες εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα (Gowen & Bradbury 1987, Iwama 1991). Η ιζηματοποίηση οργανικών υλικών είναι εκείνη που προκαλεί ένα ανοξικό ιζηματικό στρώμα στον πυθμένα της θάλασσας κάτω από τους κλωβούς των υδατοκαλλιεργειών (Hall et al.1990, Holmer.1991)

Συμπερασματικά, η μελέτη της επίπτωσης της λειτουργίας μονάδος υδατοκαλλιέργειας στο υδάτινο περιβάλλον, μπορεί να συσχετισθεί κυρίως με το ποσό των εκκρινόμενων μεταβολιτών καθώς και με το ποσό των υπολειμμάτων τροφής και των χημικών τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της παραγωγής.

1.7.2. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

Η οικολογική σημασία της διατροφής των ιχθύων συνίσταται στην αλληλεπίδραση των εκτρεφόμενων ιχθύων και της ποιότητας του νερού της εκτροφής τους (χημικών, φυσικών και βιολογικών παραμέτρων), κυρίως κατά την εφαρμογή υπερεντατικών και εντατικών συστημάτων παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για τις συνέπειες του αναπόφευκτου γεγονότος της αποβολής των άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού των ιχθύων μέσα στο νερό της διαβίωσής τους, σε συνδυασμό και με τις συνέπειες του γεγονότος που αφορά στην παρουσία, μέσα στο νερό, της εκάστοτε μη προσληφθείσας από τους ιχθύες τροφής. Το επίπεδο των προαναφερόμενων συνεπειών

καθορίζεται, γενικότερα από τον τρόπο με τον οποίο μετέχουν οι συνιστώσες της διαδικασίας της διατροφής, δηλαδή η χημική σύσταση της χορηγούμενης τροφής, το είδος της (ξηρή, ημίξηρη, υγρή, ζωντανή κ.ά), το επίπεδο της διατροφής, ο αριθμός των ημερήσιων γευμάτων, καθώς και ο τρόπος παροχής τους, σε συνδυασμό με τις εκάστοτε επικρατούσες συνθήκες εκτροφής που εξαρτώνται κυρίως από την ποιότητα και τον ρυθμό ανανεώσεως του νερού εκτροφής, από την ταχύτητα κινήσεως του νερού μέσα στους χώρους εκτροφής, από το είδος και το επίπεδο συντηρήσεως των χώρων εκτροφής, αλλά και από την απόδοση του προσωπικού των μονάδων που ασχολείται με την καθημερινή φροντίδα των εκτρεφόμενων πληθυσμών. Οι συνέπειες της παρουσίας των άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού των ιχθύων, αλλά και της μη προσληφθείσας τροφής, της οποίας η ποσότητα εκτιμάται στο επίπεδο του κατά μέσου όρου 3-5% της χορηγούμενης, στο νερό εκτροφής τους είναι αρνητικές και μπορεί να καταστούν ιδιαίτερα επιβλαβείς. Συνδέονται κυρίως με μείωση του επιπέδου του O₂ και με αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων, του CO₂ και της NH₃ (συνολικής και τοξικής) του νερού και επομένως με συνεχή τάση πιθανότητας εγκαθιδρύσεως δυσμενούς και αφιλόξενου περιβάλλοντος διαβιώσεως των ιχθύων, με ότι αυτό συνεπάγεται από την άποψη του επιπέδου της ομοιοστασίας και βέβαια της υγείας τους, (Παπουτσόγλου 2008).

Η συσσώρευση αχρησιμοποίητης τροφής και περιττωμάτων στον βυθό οδηγεί σε μέγιστες οργανικές ενώσεις στα ιζήματα που βρίσκονται κάτω από τα κλουβιά. Το ποσοστό απώλειας από την τροφή υπολογίζεται στο 20% (Enell 1995), ακόμη και στην περίπτωση που χρησιμοποιείται τροφή υψηλής ποιότητας, όπως στις Ευρωπαϊκές υδατοκαλλιέργειες. Η περίσσεια τροφής μπορεί να συλλέγει βακτήρια από την διεπιφάνεια του νερού και του αέρα, από την στιγμή που καλύπτονται γρήγορα από

υδροφοβικά βακτήρια τα οποία χαρακτηρίζονται ως το επικρατέστερο βακτήριο της διεπιφάνειας νερού και αέρα (Enger et al. 1992).

Γενικά, η κατάσταση θεωρείται περισσότερο προβλέψιμη και ελεγχόμενη, όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της χορηγούμενης τροφής, τόσο μικρότερες είναι οι ποσότητες της μη προσλαμβάνομενης τροφής, καθώς και πιο ορθή και ταυτοχρόνως πιο αποτελεσματική είναι η ανανέωση του νερού εκτροφής (Παπουτσόγλου 2008).

1.7.3. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ

Η τσιπούρα (*Sparus aurata*) αποτελεί ένα από τα πιο εκτρεφόμενα είδη στη Μεσόγειο Θάλασσα, με την απόδοση της παραγωγής της να φτάνει το 2013 στους 180.000 τόνους περίπου (APROMAR 2014). Από την αρχή της εκτροφής της στα τέλη του 1970 (Bernabe 1991) μέχρι τώρα, έχουν γίνει αξιοσημείωτες βελτιώσεις όσον αφορά την εκτροφή της, την διαχείριση των αποθεμάτων και την διατροφή της, με αποτέλεσμα η τσιπούρα να αποτελεί το πιο «ισχυρό» ψάρι της Μεσογειακής εκτροφής. Την τελευταία δεκαετία, οι έρευνες που έγιναν επικεντρώθηκαν κυρίως στο ανοσοποιητικό σύστημα της τσιπούρας (Tort et al., 2010), στον μεταβολισμό (Picone et al. 2011), στην παθολογία (Colomi and Padros 2011) και στην διατροφή της (Teles et al. 2011). Ωστόσο, παρόλο που υπάρχουν αρκετές γνώσεις σχετικά με το είδος και την εκτροφή του, υπάρχουν ακόμη περιθώρια βελτίωσης, ειδικά στην διαδικασία της διατροφής.

Η μεγάλη επέκταση του είδους της τσιπούρας και η εντατική της εκτροφή οδήγησε σε ανησυχίες για τις οικολογικές επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρει στο περιβάλλον, αλλά και την μεγάλη πτώση της τιμής της λόγω του ότι η παραγωγή της ξεπερνά κατά πολύ την ζήτηση (Barnabe 1991). Ένας τρόπος να ξεπεράσουν τις πιέσεις που δέχονται οι ιχθυοκαλλιέργειες, είναι να μειώσουν το κόστος παραγωγής, μειώνοντας

την απόρριψη της τροφής από τα ψάρια και να βελτιώσουν την ποιότητα της τροφής. Διάφοροι μηχανισμοί και διατροφικές συμπεριφορές εμπλέκονται σε πολλούς τελεόστεους ιχθύες επιτρέποντας τους να αυξάνουν την ποικιλία των ειδών προς κατανάλωση ή να ειδικεύονται στην κατανάλωση συγκεκριμένων μόνο θηραμάτων (Vandewalle et al. 1995, Nemeth 1997, Frost and Sanford 1999, Grubich 2000, Wainwright and Friel 2000, Sanford 2001).

Ωστόσο, αυτή η διατροφική συμπεριφορά αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν το είδος βρίσκεται κάτω από συνθήκες εκτροφής. Η τσιπούρα έχει συγκεκριμένο τρόπο λήψης της τροφής, η οποία χαρακτηρίζεται από τον ιδιαίτερο χειρισμό της τροφής (Adrewetal 2003). Αυτή η διατροφική συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί και σε άλλα είδη σπαριδών, όπως το *Diplodus sargus L.* (Vanderwalle et al. 1995), αλλά μόνο η τσιπούρα έχει χαρακτηριστεί για τον τρόπο που γεύεται ή «παίζει» με τις πελέτες κατά την διάρκεια χορήγησης μιας εμπορικής δίαιτας (Artigas 1999).

Τα οργανικά απόβλητα, πιο συχνά με την μορφή της τροφής που δεν καταναλώθηκε, τείνουν να συγκεντρώνονται γειτονικά της υδατοκαλλιέργειας. Αυτή είναι και η κυριότερη αιτία οποιασδήποτε περιβαλλοντικής επίπτωσης στον πυθμένα (Bureau and Hua 2010, Buryniuk et al. 2006, Holmer et al. 2007, Islam 2005). Ακριβώς επειδή η καταμέτρηση της τροφής που δεν καταναλώθηκε είναι δύσκολο και πολύπλοκο να συμβεί, δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία, αλλά ορισμένοι παραγωγοί υπολογίζουν ότι η τροφή που χάνεται αποτελεί το 5-10% της τροφής που δίνεται, σε συνθήκες ανοιχτής θαλάσσης (Piedecausa et al., 2009).

1.8. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Την τελευταία δεκαετία κατέστη δυνατή η εντυπωσιακή μείωση στην ποσότητα φωσφόρου που απελευθερωνόταν από το ψάρι, μειώνοντας τα επίπεδα του συνολικού φωσφόρου στην δίαιτα και παρέχοντας την ποσότητα του φωσφόρου που ταίριαζε με τις μεταβολικές απαιτήσεις του ψαριού (Sugiura et al.,1999).

Η μείωση των νιτρωδών, που αποβάλλονται από την υδατοκαλλιέργεια, είναι πολύ πιο δύσκολο να επιτευχθεί σε σχέση με την μείωση του φωσφόρου, γιατί τα ψάρια, όπως όλα τα ζώα, έχουν ένα ανώτατο όριο όσον αφορά την ποσότητα των διαιτητικών πρωτεϊνών που μπορούν να ενσωματώσουν στους ιστούς, προκειμένου να τις μεταβολίσουν. Με βάση το γεγονός, ότι η κατακράτηση των πρωτεϊνών στον εκτρεφόμενο σολομό του Ατλαντικού έχει διπλασιαστεί (από 22% έφτασε στο 45%), είναι πολύ πιθανό να μπορεί να αυξηθεί και για άλλα εκτρεφόμενα είδη. Οι στρατηγικές για την πρωτεϊνική κατακράτηση περιλαμβάνουν ισορροπία στα επίπεδα των αμινοξέων, μεταβάλλοντας τα επίπεδα αυτά ανάλογα με την ηλικία ή το ιστορικό του ψαριού, την βελτίωση των διαιτητικών πρωτεϊνών και των επιπέδων ενέργειας, και την χρησιμοποίηση συμπληρωμάτων ενζύμων για την διευκόλυνση της απορρόφησης διαφόρων ουσιών των ζωοτροφών.

Η μείωση της έκκρισης οργανικού υλικού από τα ψάρια, περιστρέφεται γύρω από την αύξηση της απορρόφησης της τροφής, ειδικά των συστατικών φυτικής προέλευσης, που θεωρούνται δύσπεπτα. Η τεχνολογία επεξεργασίας της τροφής θα είναι ένας παράγοντας κλειδί σ' αυτή την προσπάθεια, όπως με την χρησιμοποίηση

συμπληρωμάτων ενζύμων, για την διευκόλυνση της απορρόφησης του αμύλου και των συστατικών κυτταρίνης των φυτικής προελεύσεως συστατικών (Hardy et al., 2002)

1.9. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΓΛΩΣΣΑΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ

1.9.1. ΣΤΟΜΑΤΙΚΗ ΚΟΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΛΗΨΕΩΣ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Sparus aurata*

Στα ψάρια η στοματική κοιλότητα καλύπτεται από λεπτό, πολύστιβο πλακώδες επιθήλιο, το οποίο περιέχει άφθονα κύτταρα που εκκρίνουν βλέννα. Επιπλέον, συχνή είναι παρουσία μυκητοειδών και τριχοειδών θηλών (Ferguson 2006, Παπαδόπουλος 2008). Το στόμα αποτελείται από τις άνω (ζεύγος προγναθικών, γναθικών, υπερώιων και τετράγωνων οστών) και τις κάτω γνάθους (ζεύγος οδοντικών και αρθρικών οστών), ενώ στη βάση της στοματικής κοιλότητας υπάρχει το γλωσσοϋοειδές οστό, το οποίο σχηματίζει τη γλώσσα του ψαριού (Εικόνα 4). Στο εσωτερικό της στοματικής κοιλότητας υπάρχουν δόντια δερμικής προέλευσης. Τα δόντια μπορεί να αναπτύσσονται σε όλα τα οστά των γνάθων, εκτός από τα αρθρικά και τετράγωνα. (Νταϊλιάνης., 2017)

Τονίζεται, ότι ο μοναδικός λόγος υπάρξεως των οδόντων στους ιχθύς είναι η πρόσληψη και ο χειρισμός της πορείας της τροφής μέσα στη στοματική κοιλότητα (δεν χρησιμοποιούνται για μάσηση) (Παπουτσόγλου., 2008). Ειδικότερα, το στόμα εξυπηρετεί κυρίως την πρόσληψη τροφής. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι συμμετέχει και σε άλλες λειτουργίες του οργανισμού, όπως στην αναπνοή με την είσοδο νερού από το στόμα και από τη στοματική κοιλότητα προς τα βράγχια για ανταλλαγή αερίων. Η τεχνική που χρησιμοποιείται από την πλειονότητα των ψαριών για την πρόσληψη τροφής είναι η αναρρόφηση, η οποία επιτυγχάνεται με την έκταση της στοματικής κοιλότητας και τη

δημιουργία αρνητικής υποπίεσης σε αυτήν, προκαλώντας ρεύμα νερού το οποίο εισέρχεται στη στοματική κοιλότητα παρασύροντας μαζί και την τροφή. Ωστόσο, υπάρχουν είδη ψαριών, όπως το χριστόψαρο (*Zeus faber*) που διαθέτουν προεκτεινόμενο στόμα, με ικανότητα να εκτείνουν τις σιαγόνες κατά τη θήρευση και να “ρουφούν” τη λεία τους (Αντωνοπούλου, 2015).

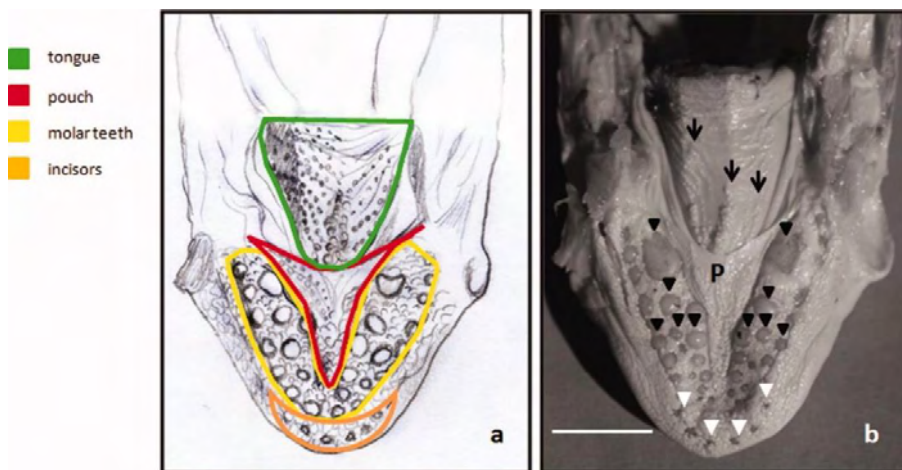


Εικόνα 4. Φωτογραφία της στοματικής κοιλότητας τσιπούρας, στην οποία διακρίνεται η κατανομή των δοντιών (φωτ. Νταϊλιάνης Σ, Τρυφονόπουλος Γ)

Η μορφολογία και η ανάπτυξη της γλώσσας ποικίλουν στους διάφορους ιχθύς. Καταλαμβάνει την κάτω επιφάνεια της στοματικής κοιλότητας και σε πολλούς ιχθύς το άκρο της είναι ελεύθερο και εμφανές. Δεν περιλαμβάνει σκελετικούς μύς και χαρακτηρίζεται από την παρουσία αλληπάλληλων στρωμάτων συνδετικού ιστού που συνήθως καλύπτονται από στρώμα επιθηλιακών κυττάρων (βλεννώδης μεμβράνη). Ο ρόλος της γλώσσας στη διατροφική διαδικασία των ιχθύων συνίσταται στη συμβολή της στη συγκράτηση της τροφής στη στοματική κοιλότητα, καθώς και την προώθησή της

προς τον φάρυγγα. Σημειώνεται ότι γενικά στους ιχθύς η γλώσσα στερείται αυτόνομης κινήσεως. Ωστόσο, σε ορισμένους ιχθύς η γλώσσα είναι σχεδόν πλήρως αποσυνδεδεμένη από τα τοιχώματα της στοματικής κοιλότητας, όπου ο τρόπος της κίνησης της δεν έχει ακόμη πλήρως διευκρινισθεί. (Παπουτσόγλου, 2008)

Σύμφωνα με τον Abbate et al. 2008 στη γλώσσα του *S. aurata* δεν υπάρχει μόνο μια απλή διόγκωση εντός της στοματικής κοιλότητας, όπως συχνά περιγράφεται στις πιο διαδεδομένες βιβλιογραφικές αναφορές ανατομίας. Η κάτω γνάθος και τα διακλαδισμένα τόξα του σκελετού σχηματίζουν ένα σκελετικό βραγχιακό τόξο, που ουσιαστικά στηρίζει τα μαλακά τμήματα, τα οποία σχηματίζουν το επίπεδο της στοματικής κοιλότητας του είδους. Με αναδιπλώσεις και με κινήσεις από πάνω προς τα κάτω ολοκληρώνεται η κίνηση της γλώσσας σε όλο της το μήκος. Η ραχιαία επιφάνεια της γλώσσας είναι ευρέως ακανόνιστη (Εικόνα 5, 1 α και 1 β).



Εικόνα 5. Ολική ανατομία της στοματικής κοιλότητας της τσιπούρας (Abbate et al. 2008)

Σχέδιο με διαφορετικά χρώματα που δείχνει τη γλώσσα σε πράσινο χρώμα, τον τριγωνικής μορφής θύλακα για την γλώσσα με κόκκινο χρώμα, τους τραπεζίτες των δοντιών με κίτρινο και τους κοπήρες με πορτοκαλί χρώμα (a) και μια στερεοσκοπική

μικροσκοπία (β) όπου οι πτυχές του βλεννογόνου βέλη), τα μοριακά δόντια (βέλη) και οι κοπτήρες (λευκά βέλη) είναι εμφανείς. Κλίμακα: (β) 1 cm (Abbate et al. 2008)

1.10. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ

Οι αισθήσεις που μετέχουν ενεργά στον εντοπισμό, στην κατανόηση του είδους, στην αποδοχή και στην πρόσληψη της τροφής των ιχθύων, είναι η όραση, η όσφρηση, η γεύση, η «ακοή», καθώς και η μοναδική, μεταξύ όλων των σπονδυλωτών, ικανότητα που τους προσδίδει η παρουσία και η λειτουργία της πλευρικής τους γραμμής.

1.10.1. ΟΡΑΣΗ

Οι δυνατότητες της οράσεως των ιχθύων καθορίζονται ουσιαστικά από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που διεισδύει μέσα στο νερό. Η λειτουργία των οφθαλμών των ιχθύων έχει προσαρμοσθεί σε συνθήκες διαρκούς παρουσίας του νερού, γεγονός το οποίο συνεπάγεται την ύπαρξη φακού με ιδιαίτερα έντονη διαθλαστική ικανότητα του κερατοειδούς τους χιτώνα, σε συνδυασμό με την εμφανή προβολή του φακού από την ίριδα. Η ικανότητα σωστής προσαρμογής των δυνατοτήτων οράσεως τους είναι περισσότερο εμφανής στους ευρύαλους ιχθύς. Η μεγαλύτερη απόσταση οράσεως των ιχθύων δεν υπερβαίνει εκείνη των 15-20 m, μειούμενη με το βάθος του νερού, λόγω της μείωσης της εντάσεως του φωτός. Μπορεί να διατυπωθεί η άποψη ότι η όραση συμβάλλει πολύ σοβαρά στην επίτευξη τουλάχιστον του εντοπισμού και κατανόησης της τροφής της συντριπτικής πλειοψηφίας των διαφόρων ιχθύων όλων σχεδόν των διατροφικών τύπων, σε όλα τα στάδια της ζωής τους.

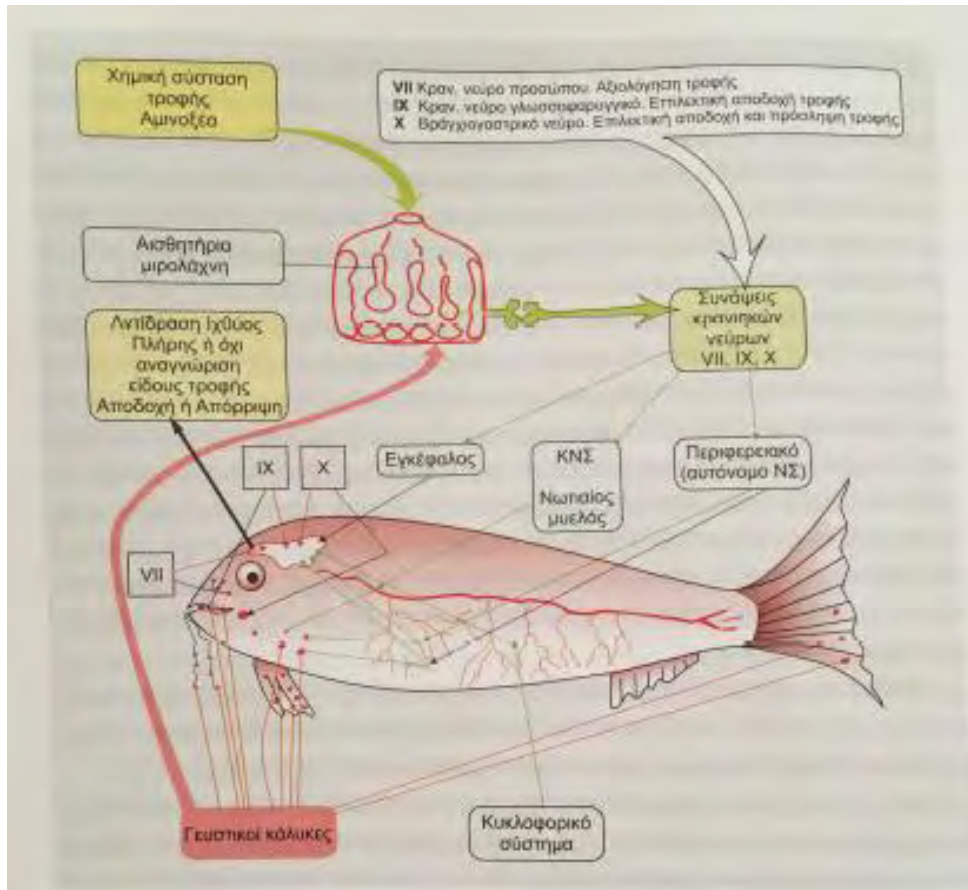
1.10.2. ΓΕΥΣΗ ΚΑΙ ΟΣΦΡΗΣΗ

Η εμπλοκή των αισθήσεων της γεύσεως και της όσφρησης στον εντοπισμό, στην κατανόηση του είδους, στην πρόσληψη και τελικά την κατάποση της τροφής τους

ποικίλλει στα διάφορα είδη ιχθύων. Οι ήδη παρατηρηθείσες διαφορές αφορούν κυρίως στην ένταση της εμπλοκής των αισθήσεων αυτών σε συνδυασμό όχι μόνο με την ένταση της «συνεργασίας» τους με άλλες αισθήσεις (όραση, ακοή, αφή), αλλά και με τη μορφολογική παρουσία των αισθητήριων οργάνων της γεύσεως και της οσφρήσεως, στις διάφορες κατηγορίες των ιχθύων. Δε θα ήταν επομένως άσκοπο να τονισθεί ότι το επίπεδο της συμβολής της γεύσεως και της οσφρήσεως στην αποδοχή της τροφής τους προσδιορίζει, σχεδόν ευκρινώς, όχι μόνο τον διατροφικό τους τύπο, αλλά γενικότερα τη διατροφική τους ηθολογία και οικολογική παρουσία των ιχθύων στις διάφορες φυσικές υδατοσυλλογές. Γενικά, οι αισθήσεις αυτές είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στη διατροφή ιχθύων στους οποίους η εμπλοκή της οράσεως δεν είναι σημαντική. Τονίζεται ωστόσο ότι η αποβολή από την στοματική κοιλότητα τροφής (η οποία έτυχε της «εγκρίσεως» της αισθήσεως της οράσεως» λόγω απορρίψεως της από την από την αίσθηση της γεύσης, πρέπει να θεωρείται συχνή, επαναλαμβανόμενη και ιδιαίτερα χρήσιμη πρακτική ικανότητα μεγάλου αριθμού ιχθύων. Σημειώνεται ωστόσο ότι η συμμετοχή της οσφρήσεως συνδέεται, μάλλον περισσότερο με την λήψη ερεθισμάτων που προέρχονται από κάποια απόσταση από τον δέκτη και τα όποια από την άποψη του είδους τους δεν αφορούν μόνο στην διατροφή των ιχθύων, αλλά και σε άλλες φυσιολογικές τους δραστηριότητες και ανάγκες. Αντιθέτως η αίσθηση της γεύσεως τους είναι μάλλον αποκλειστικά συνδεδεμένη με την διατροφή των ιχθύων.

Πολλές μελέτες έχουν περιγράψει την μορφολογία και την διανομή των γευστικών καλύκων (tastebuds), τα νευρικά τους ερεθίσματα και την κεντρική τους οργάνωση στο γευστικό σύστημα, βρίσκοντας ότι είναι αρκετά παρόμοια με των θηλαστικών. Τα ψάρια φαίνεται να έχουν περισσότερους γευστικούς κάλυκες από κάθε άλλο ζώο, εσωτερικά και εξωτερικά του στόματος. Οι στοματικοί γευστικοί κάλυκες

είναι αυτοί που παίζουν τον βασικό ρόλο στην απόφαση της τελικής κατάποσης της τροφής, αφού πολλές φορές, όπως έχει αποδειχθεί, πολλά ψάρια απορρίπτουν την τροφή αφού πρώτα την έχουν καταπιεί.



Εικόνα 6 Απλοποιημένη σχηματική παράσταση της εμπλοκής του νευρικού συστήματος στις διεργασίες της γεύσεως των ιχθύων. ΚΝΣ Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, ΝΣ Νευρικό σύστημα (Παπουτσόγλου, 2008)

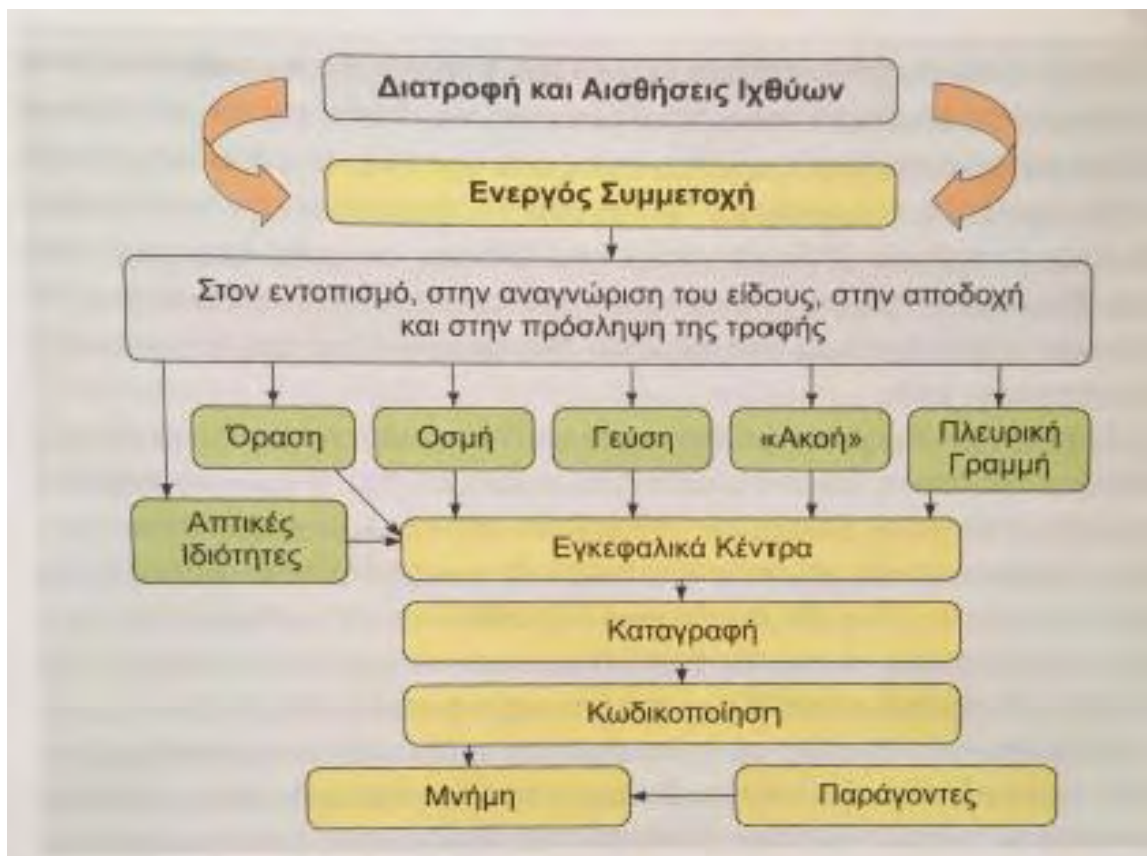
1.10.3. ΑΚΟΗ

Η αίσθηση της ακοής εξυπηρετείται τόσο από το εσωτερικό αυτί, τα αισθητήρια κέντρα της πλευρικής γραμμής των τελεόστεων ιχθύων (ωτόλιθοι-asteriscus,

lapillussagitta, ακουστικούς θύλακες, λαχνοφόρα κύτταρα, νευρικές ίνες) και τη νηκτική κύστη των ιχθύων.

Η σχέση της λήψεως των προαναφερθέντων ερεθισμάτων και της διατροφής των ιχθύων συνίσταται στον ευχερή εντοπισμό μεμονωμένων ή όχι ατόμων, κυρίως ιχθύων που κατά την κολύμβησή τους προκαλούν δονήσεις της υδάτινης μάζας. Πρέπει ωστόσο να θεωρείται μάλλον σίγουρη η εξοικείωση των διάφορων ιχθύων με τα ερεθίσματα του είδους εκείνου που χαρακτηρίζει τόσο το περιβάλλον όσο και τη γενικότερη ηθολογία διαβίωσής τους, η οποία σε ορισμένα είδη περιλαμβάνει ηχητικό εντοπισμό και αποκωδικοποίηση της λείας τους.

Όσον αφορά την παραγωγή και την λήψη ηλεκτρικών σημάτων, η χρησιμοποίησή τους για τον εντοπισμό και την “κατανόηση” του είδους της τροφής τους καθίσταται περισσότερο αποτελεσματική στις περιπτώσεις εκείνων των ιχθύων που έχουν την δυνατότητα όχι μόνο να δέχονται τα ηλεκτρομαγνητικά ερεθίσματα.



Εικόνα 7 Απλοποιημένη σχηματική παράσταση της εμπλοκής των αισθήσεων των ιχθύων κατά την πρόσληψη της τροφής (Παπουτσόγλου, 2008)

1.10.4. Η ΠΕΙΝΑ ΚΑΙ Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

Η πείνα, μαζί με τον φόβο, την επιθετικότητα και την αναπαραγωγική τους πρόθεση αποτελούν και για τους ιχθύς, τους τέσσερεις βασικούς άξονες της συμπεριφοράς τους. Η επίδραση της πείνας στη διατροφική συμπεριφορά των ιχθύων ποικίλει στα διάφορα είδη, ανάλογα με την γενικότερη ηθολογία διαβιώσεώς τους, τον διατροφικό τους τύπο, καθώς και το περιβάλλον στο οποίο διαβιούν, από την άποψη τόσο της οικολογικής τους δομής, όσο και της αυξομειώσεως των τιμών των φυσικοχημικών παραμέτρων (θερμοκρασία, οξυγόνο, αλατότητα, pH, κ.λπ.). Ποικίλει επίσης και

ανάλογα με το βιολογικό τους στάδιο και την φυσιολογική τους κατάσταση από την άποψη της υγείας και της αναπαραγωγικής τους δραστηριότητας.

Γενικά, η πείνα στους σαρκοφάγους ιχθύς που διατρέφονται με άλλους ιχθύς ή μαλάκια, συντελεί στην προαγωγή της επιθετικής συμπεριφοράς, σε συνδυασμό ή όχι με την υποτίμηση του κινδύνου που μπορεί να προέρχεται από την παρουσία άλλων ιχθύων. Συντελεί, επίσης, στην γρήγορη κατανάλωση της τροφής, εφόσον αυτή είναι διαθέσιμη, αυξάνοντας την αδημονία τους, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που το είδος της τροφής είναι της αρεσκείας τους. Το αίσθημα - έλεγχος της πείνας και επομένως η διάθεση για πρόσληψη της τροφής οφείλεται σε εγκεφαλικά κέντρα ορεξιογόνων και ανορεξιογόνων ενώσεων, που διαμορφώνουν τα επίπεδα κορεσμού των ιχθύων. Έτσι, η ικανοποίηση των διατροφικών αναγκών και των αναγκών κορεσμού της πείνας καθορίζει όχι μόνο την ηθολογία της διατροφής τους, αλλά και γενικότερα την ηθολογία της διαβίωσής τους.

1.11. ΣΚΟΠΟΣ

Ο πειραματικός σχεδιασμός είχε σαν στόχο τη διερεύνηση της συμπεριφοράς της τσιπούρας κατά τη χορήγηση τροφής μετά από διάστημα μιας και δυο ημερών πλήρους ασιτίας. Η διερεύνηση και ο εντοπισμός των μεταβολών στη συμπεριφορά των ιχθύων, από τη σκοπιά της διατροφής, πραγματοποιήθηκαν ώστε να προκύψουν πληροφορίες για την ποσοτικοποίηση της απορριφθείσας τροφής στο περιβάλλον, προβλέποντας έτσι την οικολογική και οικονομική ζημία που έχει να αντιμετωπίσει μία σύγχρονη υδατοκαλλιέργεια εξαιτίας της συμπεριφοράς απόρριψης.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα διεξήχθη τους μήνες Μάρτιο έως Ιούνιο του 2018 κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Υδατοκαλλιεργειών του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Είχε διάρκεια 10 εβδομάδες, από 26 Μαρτίου έως 3 Ιουνίου του 2018.

Αρχικά, στις 15 Μαρτίου έγινε η τοποθέτηση των ιχθύων και η διαλογή τους στις εγκαταστάσεις του εργαστηριακού χώρου. Τα ψάρια προήλθαν από την μονάδα πλωτών εγκαταστάσεων ιχθύων του Ομίλου ΣΕΛΟΝΤΑ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΑ ΑΕΓΕ, της Πελασγίας Φθιώτιδος. Τα ψάρια κατανεμήθηκαν σε 6 ενυδρεία (τρεις πειραματικές ομάδες) Μεταχείριση I και II και στην ομάδα του Μάρτυρα με δυο επαναλήψεις σε κάθε ομάδα. Το κάθε ενυδρείο περιλάμβανε 51 άτομα ύστερα από διαδοχικές διαλογές μεγεθών. Τα ψάρια στα ενυδρεία διαχωρίστηκαν ως εξής:

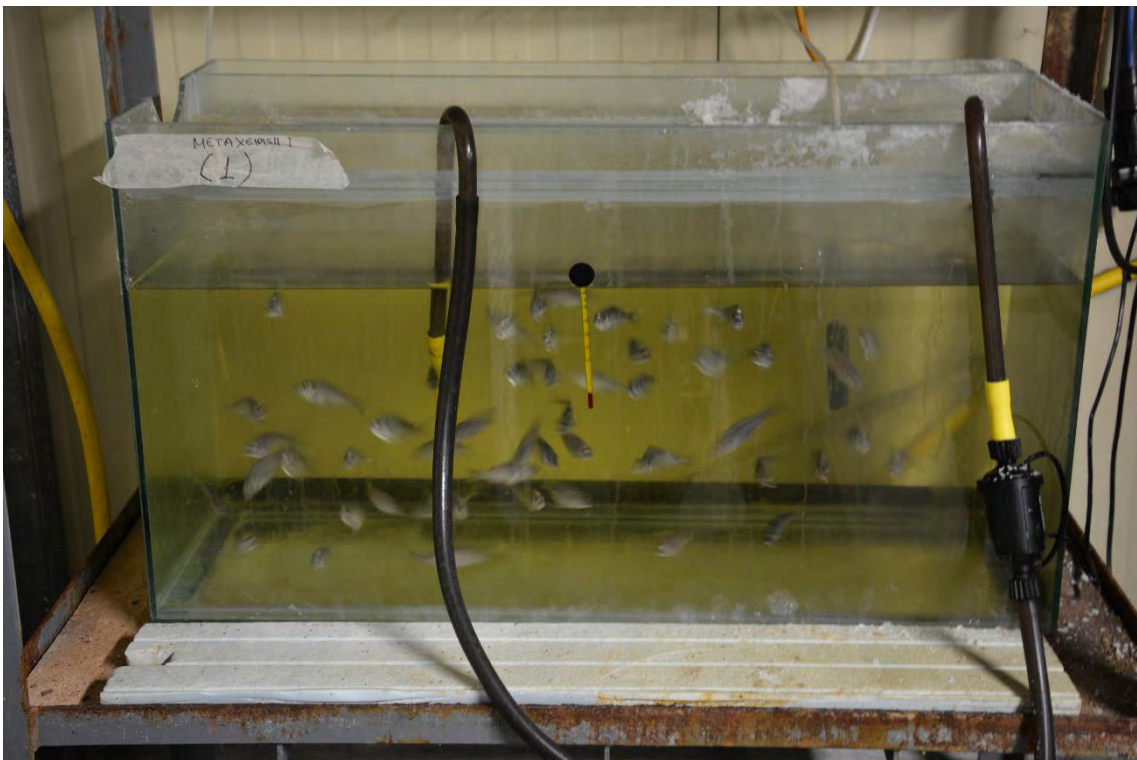
- Μεταχείριση I (Επανάληψη 1, Επανάληψη 2)
- Μεταχείριση II (Επανάληψη 1, Επανάληψη 2)
- Μάρτυρας (Επανάληψη 1, Επανάληψη 2)

Εξετάστηκε η επίδραση μικρών διαστημάτων ασιτίας (μιας και δύο ημερών) στην διατροφική συμπεριφορά κατά τη χορήγηση της τροφής. Συγκεκριμένα στη Μεταχείριση I η χορήγηση της τροφής γινόταν καθημερινά εκτός της Δευτέρας, ενώ στη Μεταχείριση II η χορήγηση της τροφής γινόταν καθημερινά εκτός Δευτέρας και Τρίτης. Στο Μάρτυρα η χορήγηση της τροφής ήταν καθημερινή.

Το μέσο βάρος των ψαριών, πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας, ήταν $3,6 \pm \text{gr}$ και το μήκος $7 \pm \text{cm}$. Στις 23 Μαρτίου έγινε δειγματοληψία ανά ενυδρείο, ώστε με βάση το μέσο βάρος των ψαριών και την θερμοκρασία του νερού του ενυδρείου να υπολογισθεί η ποσότητα της τροφής που θα έπρεπε να προσλαμβάνουν σύμφωνα με τους πίνακες διατροφής της εταιρίας ιχθυοτροφών η οποία παρείχε την τροφή. Χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα ενυδρεία ορθογώνιου σχήματος ($0,9 * 0,38 * 0,43$), χωρητικότητας 130lt το καθένα. Το κάθε ενυδρείο διέθετε παροχή συμπιεσμένου αέρα με βιολογικό φίλτρο πυθμένα καθώς και μηχανικό φίλτρο. Το σύστημα κυκλοφορίας του νερού ήταν κλειστό. Το βιολογικό φιλτράρισμα είναι η πιο σημαντική διαδικασία στο σύστημα κλειστών νερών, με σκοπό την αποργαμικοποίηση, την νιτροποίηση και την διαφοροποίηση αζωτούχων ενώσεων από βακτήρια που αιωρούνται στο νερό και συνδέονται με τον πυθμένα των δεξαμενών. Το μηχανικό φιλτράρισμα ήταν αυτόνομο για την κάθε δεξαμενή και χρησιμοποιήθηκε για να απομακρυνθούν τα διάφορα υλικά από το νερό των δεξαμενών που προκαλούν θολότητα. Για την δημιουργία τεχνητού αλατόνευρου, το νερό παρέμενε για 24 ώρες σε δεξαμενή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για την ρύθμιση της περιεκτικότητάς του σε χλώριο. Στη συνέχεια, προσθέτονταν η κατάλληλη ποσότητα αλατιού ώστε η αλατότητα να φτάσει τα 30‰ mg/l. Η μέτρηση πραγματοποιούνταν με την συσκευή αλατόμετρου τύπου TDS.



Εικόνα 8. Εργαστηριακός χώρος διεξαγωγής του πειράματος (φωτογραφία συγγραφέων)



Εικόνα 9. Φωτογραφία ενυδρείου (φωτογραφία συγγραφέων)



Εικόνα 10. Εργαστηριακός χώρος διεξαγωγής του πειράματος (φωτογραφία συγγραφέων)

Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος πραγματοποιούνταν καθημερινές μετρήσεις θερμοκρασίας, οξυγόνου, pH, αμμωνίας, νιτρωδών και νιτρικών. Η θερμοκρασία ελεγχόταν στους 23°C με απλό θερμόμετρο που ήταν τοποθετημένο εσωτερικά της κάθε δεξαμενής, οι μετρήσεις του διαλυμένου οξυγόνου πραγματοποιούνταν με οξυγονόμετρο τύπου WPWoxi 320 και η ρύθμιση του pH πραγματοποιούνταν με πεχάμετρο τύπου WTWpH 90. Η αμμωνία, τα νιτρικά και τα νιτρώδη ελέγχονταν με διάφορα τεστ.

Για την διατροφή της τσιπούρας χρησιμοποιήθηκαν σύμπηκτα (pellets) της εταιρείας BIOMAR και συγκεκριμένα με διάμετρο 0,5. Η σύσταση της ήταν: ολική πρωτεΐνη 48%, ολικές λιπαρές ουσίες 14%, ολική τέφρα 12%, ασβέστιο 2%, διαλυτή τέφρα σε HCL 1,7%, φώσφορος 1,5%, ολικές ινώδεις ουσίες 1%, νάτριο 0,8%, DHA 16 mg/g, EPA 10 mg/g, ARA 0,8 mg/g.

Το τάισμα πραγματοποιούνταν ως εξής:

Με την έναρξη του πειράματος και για κάθε εβδομάδα ζυγίζονταν 100gr τροφής και τοποθετούνταν σε έξι δοχεία αριθμημένα από το 1-6, όσα και τα ενυδρεία

Το πρωί 9.00-10.00 πμ. και το απόγευμα στις 16.00-17.00 μμ. τα ψάρια ταΐζονταν κατά βούληση και στην συνέχεια πραγματοποιούνταν ζύγισμα της τροφής ώστε από την διαφορά να γινόταν γνωστή η ποσότητα της καταναλωθείσας τροφής. Αυτό επαναλαμβάνονταν σε καθημερινή βάση.

Η καταγραφή της διατροφικής συμπεριφοράς των ψαριών γινόταν μία ημέρα πριν και μετά την ασιτία (Μεταχείριση Ι), και δυο ημέρες πριν και μετά την ασιτία για τη Μεταχείριση ΙΙ αντίστοιχα. Αυτό γινόταν με παρατήρηση κατά την ρίψη της τροφής είτε μακροσκοπικά είτε με την βιντεοσκόπηση με την κάμερα GoPro 3+. Η πλειοψηφία των καταγραφών με κάμερα πραγματοποιούνταν κάθε Τέταρτη για την παρακολούθηση της διατροφικής συμπεριφοράς των ψαριών μετά την ασιτία.

Ανάλογα με την συμπεριφορά που έδειχναν οι ιχθύες κατά την τροφοληψία, ορίστηκαν οι εξής κατηγορίες συμπεριφοράς, ώστε να γίνει στη συνέχεια η ποσοτικοποίηση της απορριφθείσας τροφής:

Κ: Κατάποση
ΠΑ: Πρόσληψη-Απόρριψη
ΠΚΑ: Πρόσληψη-Κατακερματισμός-Απόρριψη
ΠΑΕ: Πρόσληψη-Απόρριψη-Επανασυλλογή
ΠΚΑΕ: Πρόσληψη-Κατακερματισμός-Απόρριψη-Επανασυλλογή
Α: Αδιαφορία

2.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν, χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 20. Οι πιθανές διαφορές στη διατροφική συμπεριφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων εξετάστηκαν με τη μέθοδο chi-square Test. Το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των διαφορών μεταξύ των πειραματικών ομάδων για όλη τη διάρκεια του πειράματος ήταν το 0,05 ($P < 0,05$).

για τη Μεταχείριση I ήταν 93,4%. Την ημέρα Τετάρτη για το Μάρτυρα ήταν 93,0%, για τη Μεταχείριση II ήταν 84,8%. Την ημέρα Κυριακή για το Μάρτυρα 91,8%, για τη Μεταχείριση I 95,5% και για τη Μεταχείριση II 90,9%. Όσον αφορά τις απογευματινές μετρήσεις παρατηρούνται παρόμοια ποσοστά ανά κατηγορία συμπεριφοράς και ημέρας. Επιπλέον, στις κατηγορίες των συμπεριφορών Π-Α, Π-Α-Ε, Π-Κ-Α, Π-Κ-Α-Ε, Α τα ποσοστά για τις πρωινές και απογευματινές μετρήσεις δεν ξεπερνούσαν το 10% ανά συμπεριφορά.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα (%) ανά κατηγορία για τις ημέρες παρατήρησης της 4η εβδομάδας του πειράματος

Εβδομάδα 4η	9:00 - 10:00	Μάρτυρας			Μεταχείριση I		Μεταχείριση II	
		Τρίτη	Τετάρτη	Κυριακή	Τρίτη	Κυριακή	Τετάρτη	Κυριακή
ΔΙΑΤΡ. ΣΥΜΠ.	10:00							
απ.ψαπ[%]								
Κ		67,9%	81,5%	80,7%	88,1%	76,5%	86,3%	84,3%
Π-Α		14,6%	10,7%	13,5%	9,9%	13,7%	8,8%	9,8%
Π-Α-Ε				1,9%		2,9%		
Π-Κ-Α		3,8%	5,8%		2,0%	5,9%	2,0%	5,9%
Π-Κ-Α-Ε							2,0%	
Α		13,6%	1,9%	3,8%		1,0%	1,0%	
ΔΙΑΤΡ. ΣΥΜΠ.	16:00 - 17:00							
απ.ψαπ[%]								
Κ		71,9%	78,8%	83,1%	77,2%	39,2%	81,4%	88,0%
Π-Α		17,5%	17,3%	9,9%	11,9%	9,8%	13,7%	6,0%
Π-Α-Ε				5,0%		2,0%		2,0%
Π-Κ-Α		10,6%	1,9%		4,9%		2,9%	2,0%
Π-Κ-Α-Ε							1,0%	2,0%
Α			1,9%	2,0%	5,9%	49,0%	1,0%	

Την τέταρτη εβδομάδα παρατηρήθηκαν υψηλά ποσοστά στην κατηγορία της Κατάποσης (Κ), και πιο συγκεκριμένα τα υψηλότερα συγκριτικά με τις υπόλοιπες συμπεριφορές. Στις πρωινές μετρήσεις, την ημέρα Τρίτη για το Μάρτυρα ήταν 67,9%, για τη Μεταχείριση I ήταν 88,1%. Την ημέρα Τετάρτη για το Μάρτυρα ήταν 81,5%, για τη Μεταχείριση II ήταν 86,3%. Την ημέρα Κυριακή για το Μάρτυρα 80,7%, για τη Μεταχείριση I 76,5% και για τη Μεταχείριση II 84,3%. Όσον αφορά τις απογευματινές μετρήσεις παρατηρούνται παρόμοια ποσοστά ανά κατηγορία συμπεριφοράς και ημέρας.

Επιπλέον, στις κατηγορίες των συμπεριφορών Π-Α, Π-Α-Ε, Π-Κ-Α, Π-Κ-Α-Ε, Α τα ποσοστά για τις πρωινές και απογευματινές μετρήσεις δεν ξεπερνούσαν το 15% ανά συμπεριφορά. Εξαιρώντας το 49,0% των αδιάφορων ψαριών για την απογευματινή μέτρηση της ημέρας Κυριακής, που αφορά την Μεταχείριση Ι.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα (%) ανά κατηγορία για τις ημέρες παρατήρησης της 8η εβδομάδας του πειράματος

Εβδομάδα 8η	ΔΙΑΤΡ. ΣΥΜΠ.	Μάρτυρας			Μεταχείριση Ι		Μεταχείριση ΙΙ		
		9:00 - 10:00	Τρίτη	Τετάρτη	Κυριακή	Τρίτη	Κυριακή	Τετάρτη	Κυριακή
	α.ψαρ(%)								
	Κ		78,9%	84,9%	88,6%	87,0%	90,3%	92,6%	92,7%
	Π-Α		2,0%	15,1%	11,4%	10,5%	8,5%	7,4%	6,1%
	Π-Α-Ε		15,4%			1,3%	1,3%		1,2%
	Π-Κ-Α		2,0%			1,3%			
	Π-Κ-Α-Ε		1,8%						
	Α								
	ΔΙΑΤΡ. ΣΥΜΠ.	16:00 - 17:00	Τρίτη	Τετάρτη	Κυριακή	Τρίτη	Κυριακή	Τετάρτη	Κυριακή
	α.ψαρ(%)								
	Κ		73,3%	74,6%	86,4%	80,5%	89,8%	71,6%	89,0%
	Π-Α		22,7%	15,4%	7,6%	15,0%	7,8%	16,0%	6,0%
	Π-Α-Ε			6,0%	4,0%			11,2%	1,2%
	Π-Κ-Α		4,0%	4,0%		4,5%	2,5%		1,3%
	Π-Κ-Α-Ε							1,2%	1,2%
	Α				2,0%				1,3%

Την όγδοη εβδομάδα παρατηρήθηκαν υψηλά ποσοστά στην κατηγορία της Κατάποσης (Κ), και πιο συγκεκριμένα τα υψηλότερα συγκριτικά με τις υπόλοιπες συμπεριφορές. Στις πρωινές μετρήσεις, την ημέρα Τρίτη για το Μάρτυρα ήταν 78,9%, για τη Μεταχείριση Ι ήταν 87,0%. Την ημέρα Τετάρτη για το Μάρτυρα ήταν 84,9%, για τη Μεταχείριση ΙΙ ήταν 92,6%. Την ημέρα Κυριακή για το Μάρτυρα 88,6%, για τη Μεταχείριση Ι 90,3% και για τη Μεταχείριση ΙΙ 92,7%. Όσον αφορά τις απογευματινές μετρήσεις παρατηρούνται παρόμοια ποσοστά ανά κατηγορία συμπεριφοράς και ημέρας. Επιπλέον, στις κατηγορίες των συμπεριφορών Π-Α, Π-Α-Ε, Π-Κ-Α, Π-Κ-Α-Ε, Α τα

ποσοστά για τις πρωινές και απογευματινές μετρήσεις δεν ξεπερνούσαν το 15% ανά συμπεριφορά.

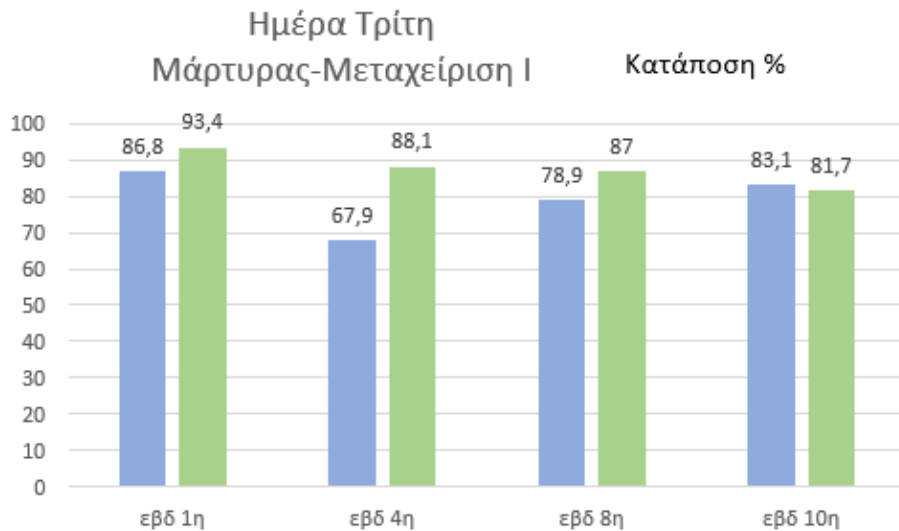
Πίνακας 4. Αποτελέσματα (%) ανά κατηγορία για τις ημέρες παρατήρησης της 10η εβδομάδας του πειράματος

Εβδομάδα 10η	9:00 - 10:00	Μάρτυρας			Μεταχείριση I		Μεταχείριση II	
		Τρίτη	Τετάρτη	Κυριακή	Τρίτη	Κυριακή	Τετάρτη	Κυριακή
ΔΙΑΤΡ. ΣΥΜΠ.	10:00							
αρ.ψαρ(%)								
K		83,1%	74,5%	91,0%	81,7%	91,7%	87,4%	94,1%
Π-Α		2,0%	23,4%	9,0%	6,8%	6,7%	9,8%	4,4%
Π-Α-Ε		12,9%			8,2%			
Π-Κ-Α			2,2%		2,0%		1,4%	1,5%
Π-Κ-Α-Ε		2,0%						
A					1,4%	1,7%	1,5%	
ΔΙΑΤΡ. ΣΥΜΠ.	16:00 - 17:00							
αρ.ψαρ(%)								
K		80,9%		92,8%	84,3%	95,8%		90,3%
Π-Α		17,1%		7,2%	14,3%	4,2%		7,0%
Π-Α-Ε								
Π-Κ-Α		2,0%						
Π-Κ-Α-Ε								
A					1,4%			2,7%

Τη δέκατη εβδομάδα παρατηρήθηκαν υψηλά ποσοστά στην κατηγορία της Κατάποσης (K), και πιο συγκεκριμένα τα υψηλότερα συγκριτικά με τις υπόλοιπες συμπεριφορές. Στις πρωινές μετρήσεις, την ημέρα Τρίτη για το Μάρτυρα ήταν 83,1%, για τη Μεταχείριση I ήταν 81,7%. Την ημέρα Τετάρτη για το Μάρτυρα ήταν 74,5%, για τη Μεταχείριση II ήταν 87,4%. Την ημέρα Κυριακή για το Μάρτυρα 91,0%, για τη Μεταχείριση I 91,7% και για τη Μεταχείριση II 94,1%. Όσον αφορά τις απογευματινές μετρήσεις παρατηρούνται παρόμοια ποσοστά ανά κατηγορία συμπεριφοράς και ημέρας. Επιπλέον, στις κατηγορίες των συμπεριφορών Π-Α, Π-Α-Ε, Π-Κ-Α, Π-Κ-Α-Ε, Α τα ποσοστά για τις πρωινές και απογευματινές μετρήσεις δεν ξεπερνούσαν το 12% ανά

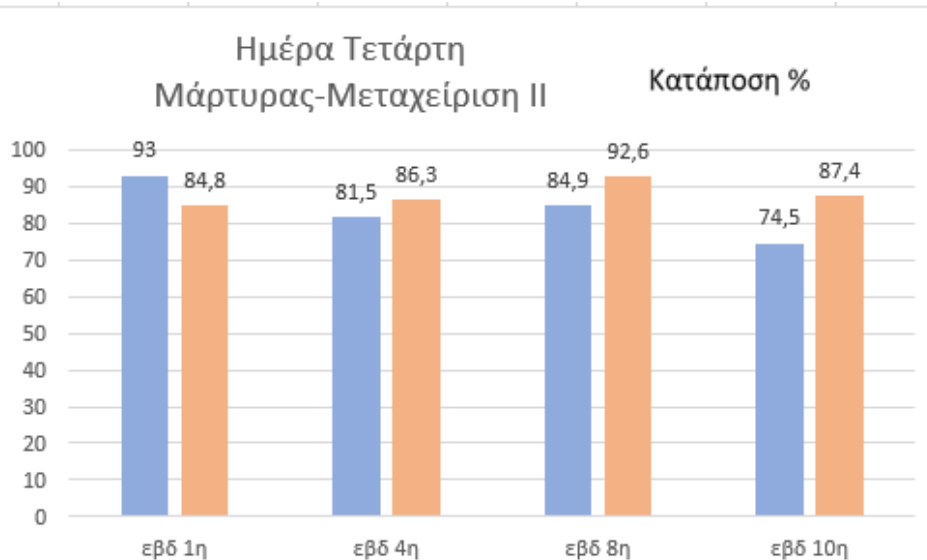
συμπεριφορά, εξαιρώντας την συμπεριφορά Π-Α την ημέρα Τετάρτη για το Μάρτυρα που ήταν 23,4%.

Η ποσοστιαία σύγκριση της κατάποσης για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης Ι, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 1



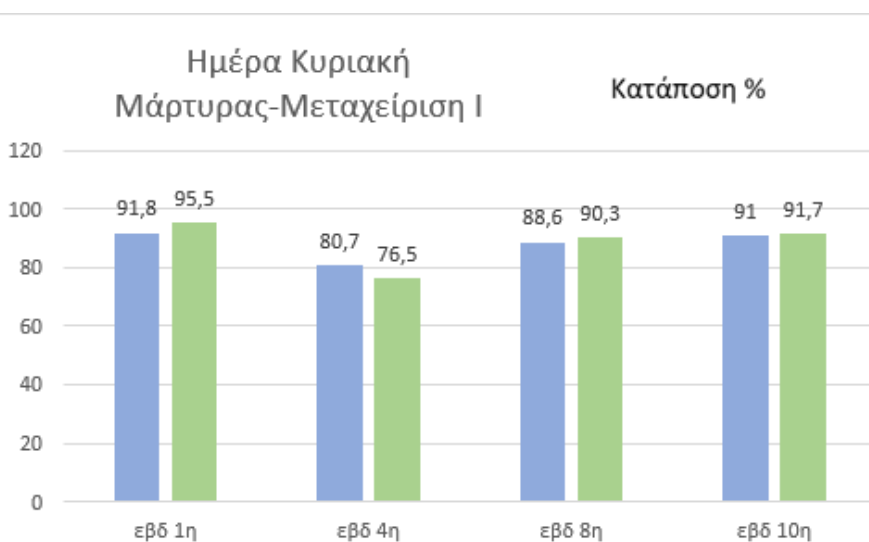
Σχήμα 1. Συμπεριφορά (κατηγορία Κατάποση %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση Ι καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Πράσινο: ΜΙ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της κατηγορίας Κατάποση για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης ΙΙ, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 2



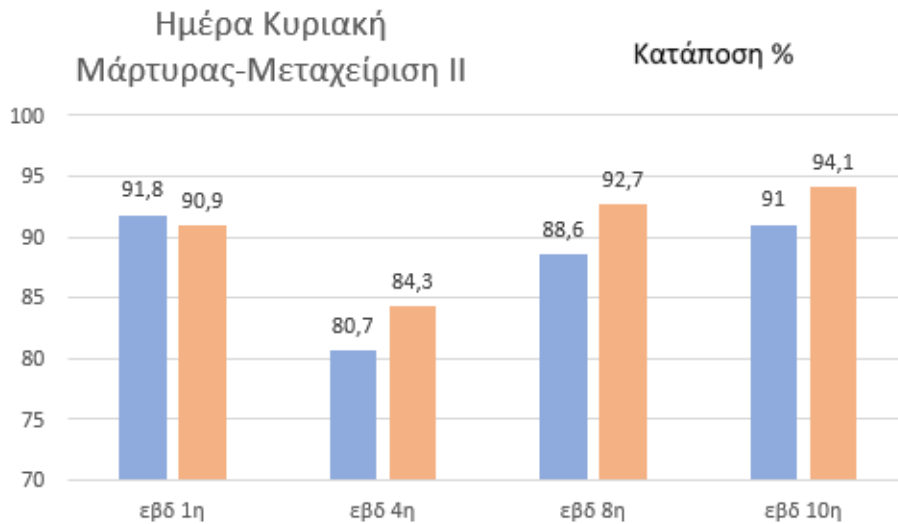
Σχήμα 2. Συμπεριφορά (κατηγορία Κατάποση %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση II καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Σομόν: ΜΠ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της κατάποσης για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης I, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 3



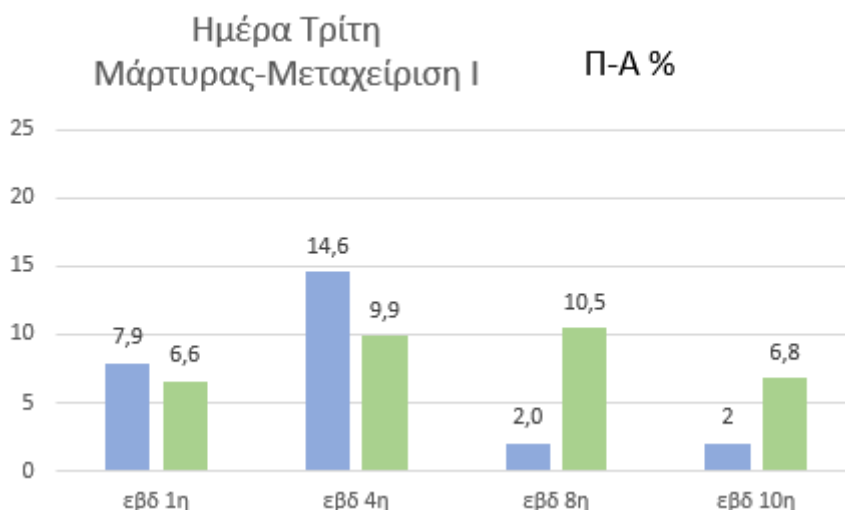
Σχήμα 3. Συμπεριφορά (κατηγορία Κατάποση %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση I καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Πράσινο: ΜΙ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της κατάποσης για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης II, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 4



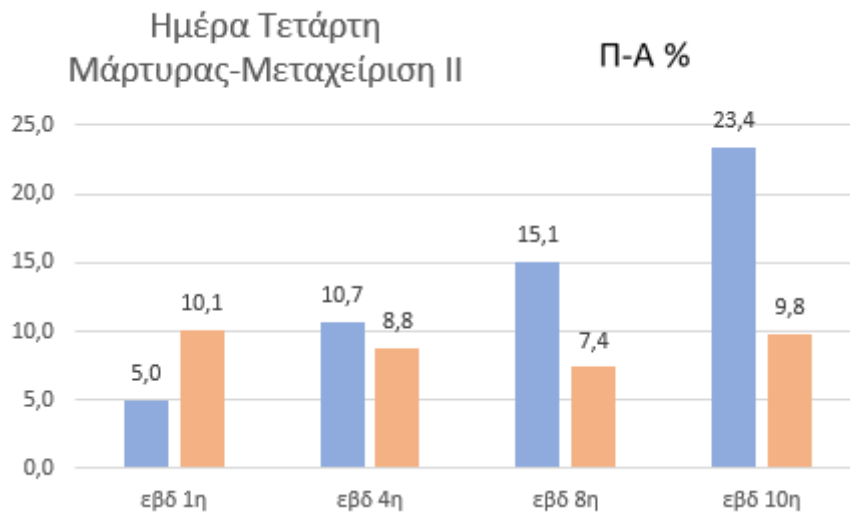
Σχήμα 4. Συμπεριφορά (κατηγορία Κατάποση %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση II καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Σομόν: ΜΙΙ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της πρόσληψης-απόρριψης για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης I, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 5



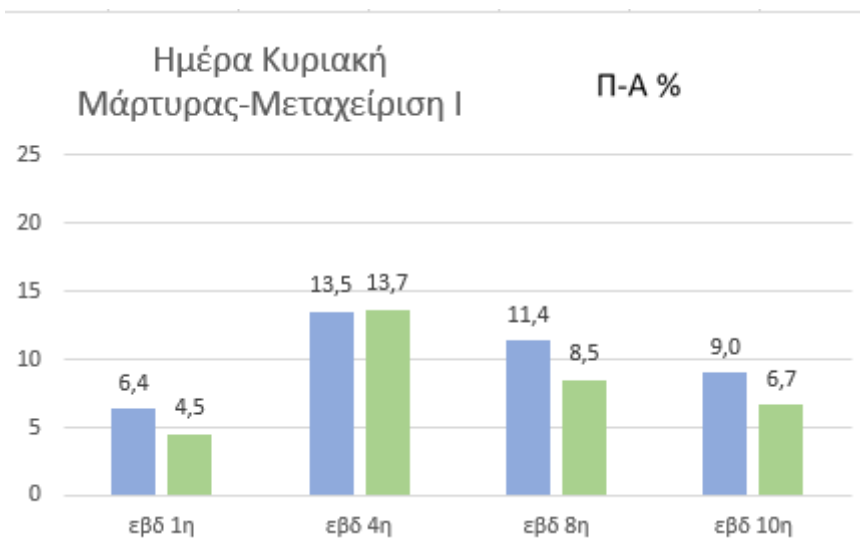
Σχήμα 5. Συμπεριφορά (κατηγορία Πρόσληψη- Απόρριψη %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση I καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Πράσινο: ΜΙ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της πρόσληψης-απόρριψης για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης II, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 6



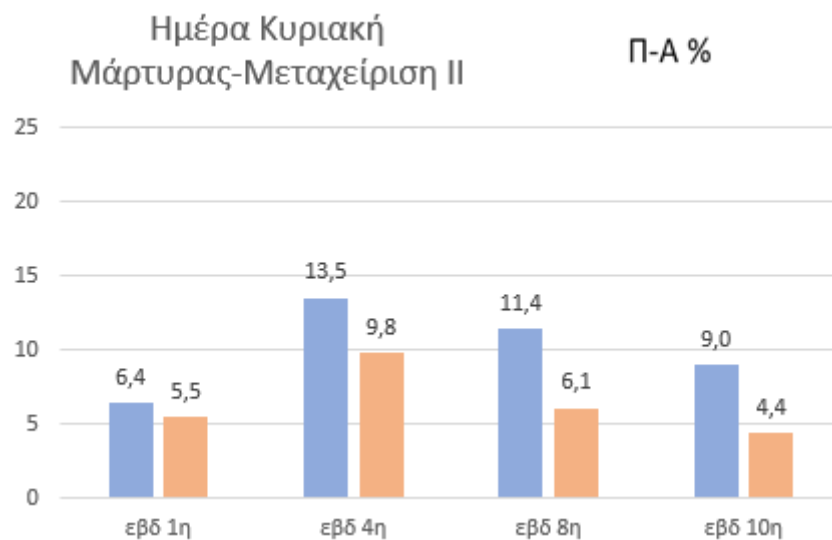
Σχήμα 6. Συμπεριφορά (κατηγορία Πρόσληψη- Απόρριψη %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση II καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Σομόν: ΜΠ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της πρόσληψης-απόρριψης για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης I, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 7



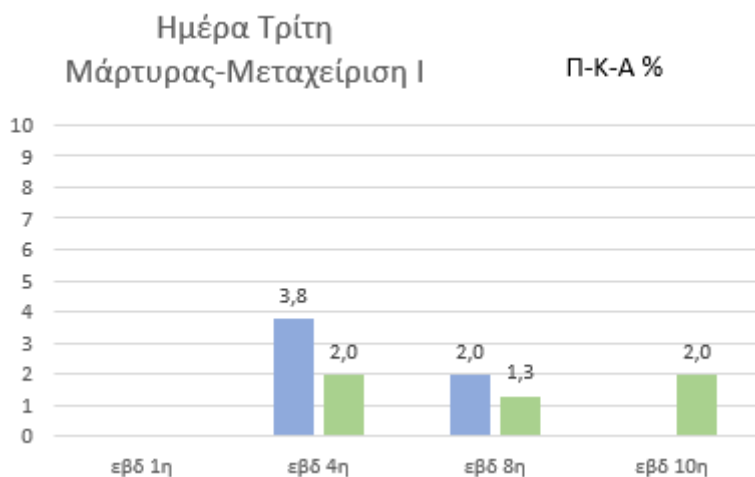
Σχήμα 7. Συμπεριφορά (κατηγορία Πρόσληψη- Απόρριψη %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση I καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Πράσινο: ΜΙ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της πρόσληψης-απόρριψης για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης II, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 8



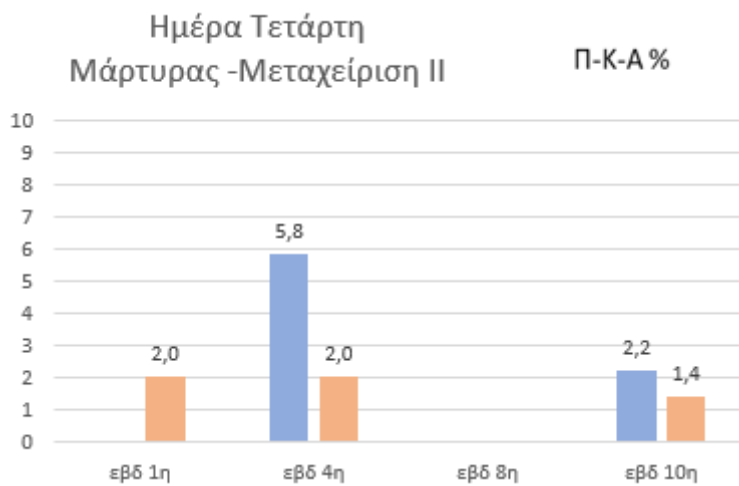
Σχήμα 8. Συμπεριφορά (κατηγορία Πρόσληψη- Απόρριψη %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση II καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Σομόν: ΜΙΙ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της πρόσληψης-κατακερματισμός-απόρριψη για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης I, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 9



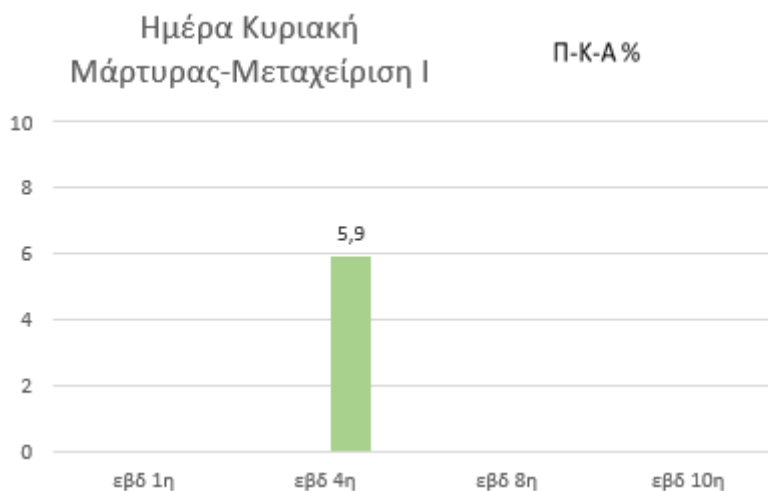
Σχήμα 9. Συμπεριφορά (κατηγορία Πρόσληψη-Κατακερματισμός-Απόρριψη %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση I καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Πράσινο: ΜI.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της πρόσληψης-κατακερματισμός-απόρριψη για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης II, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 10



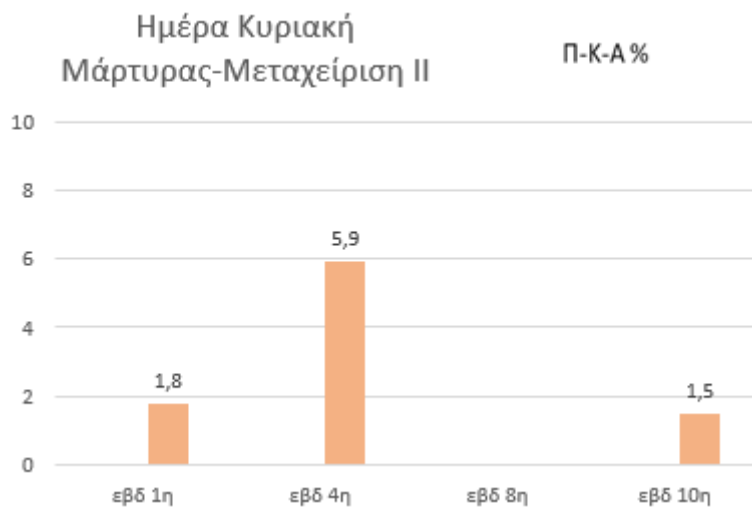
Σχήμα 10. Συμπεριφορά (κατηγορία Πρόσληψη-Κατακερματισμός-Απόρριψη %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση II καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Σομόν: ΜΠ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της πρόσληψης-κατακερματισμός-απόρριψη για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης I, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 11



Σχήμα 11. Συμπεριφορά (κατηγορία Πρόσληψη-Κατακερματισμός-Απόρριψη %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση I καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Πράσινο: ΜΙ.**

Η ποσοστιαία σύγκριση της πρόσληψης-κατακερματισμός-απόρριψη για την ομάδα του Μάρτυρα και της Μεταχείρισης II, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, φαίνεται στο Σχήμα 12



Σχήμα 12. Συμπεριφορά (κατηγορία Πρόσληψη-Κατακερματισμός-Απόρριψη %) για Μάρτυρα-Μεταχείριση II καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. **Μπλέ: Μάρτυρας, Σομόν: ΜII.**

Οι συμπεριφορές Π-Α-Ε, Π-Κ-Α-Ε και Α δεν αναφέρθηκαν διότι, τα ποσοστά παρατήρησης συγκριτικά με τις υπόλοιπες συμπεριφορές Κ, Π-Α, Π-Κ-Α δεν παρουσίασαν αξιόλογες μετρήσεις, ώστε να σημειωθούν.

Παρατηρήθηκε ότι και στις τέσσερις εβδομάδες που επιλέχθηκαν και παρουσιάστηκαν, ανά ζεύγη με σταθερό τον μάρτυρα που τρεφόταν σε καθημερινή βάση, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων ($P > 0.05$).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τσιπούρα (*Sparus aurata*) είναι ένα ευρύαλο είδος ευπροσάρμοστο σε αντίξοες συνθήκες και εύκολα αναπτυσσόμενο όσον αφορά την εντατική εκτροφή, δεδομένο που συμφωνεί με την παρούσα εργασία, μετέπειτα από τον έλεγχο της διατροφικής του συμπεριφοράς σε συνθήκες ασιτίας.

Η αξιοπερίεργη συμπεριφορά κατά την διάρκεια της λήψης της τροφής, περιλαμβάνει τον χειρισμό της τροφής από το ψάρι, επεξεργάζοντας και ανοιγο-κλείνοντας το στόμα επαναλαμβανόμενα, σαν να γεύεται. Συχνά απορρίπτει την πελέτα ή κομμάτι της πελέτας, ενώ υπάρχουν περιπτώσεις που το απορρίπτει αλλά μετά το επαναπροσλαμβάνει καταπίνοντας το. Όλα αυτά είναι πιθανό να οφείλονται στην μορφολογία του στόματος της τσιπούρας.

Παρόλα αυτά, κάτω από συνθήκες εκτροφής, η απόρριψη πελετών από το στόμα μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη ζημία, οικονομική και οικολογική, αν αυτές δεν καταναλώνονται από τα άλλα ψάρια του κλωβού. Σε αυτό το πλαίσιο έγιναν έρευνες, όπως η εξέταση αυτής της συμπεριφοράς κατά την διάρκεια μιας εμπορικής διαίτας και κατά την διάρκεια μιας διατροφής με θηράματα που είχαν ήδη βρεθεί στο στομάχι της άγριας τσιπούρας, παρατηρώντας σε ποια από τις δυο περιπτώσεις η τσιπούρα θα απορρίψει περισσότερη τροφή (Andrew et al. 2003), αποδεικνύοντας ότι τα μικρά καρκινοειδή και η λάρβα είναι τα πιο κατάλληλα και καταναλώσιμα, αφού δεν επιδέχονται ιδιαίτερο χειρισμό. Με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, στόχος μας ήταν η παρατήρηση των διάφορων διατροφικών συμπεριφορών που μπορεί να παρουσιάσει το είδος *Sparus aurata* απέναντι στην εμπορική πελέτα. Παρατηρήθηκε ότι και στις τέσσερις εβδομάδες που επιλέχθηκαν και συγκρίθηκαν, ανά ζεύγη, με σταθερό

τον μάρτυρα που ταΐζονταν σε καθημερινή βάση, δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων. Τα ψάρια παρουσίασαν μεγάλο ποσοστό κατάποσης όλες τις ημέρες παρατήρησης χωρίς σημαντική διαφορά ακόμη και μετά από δυο ημέρες ασιτίας. Γεγονός που καθιστά την τσιπούρα ένα είδος με σημαντική κατάποση της τροφής χωρίς να επιβαρύνει οικολογικά ή οικονομικά κατά την διάρκεια εκτροφής της. Αυτό δεν αποτελεί δεδομένο για όλα τα είδη ιχθύων αφού το κάθε ψάρι απαιτεί διαφορετικό τρόπο προσέγγισης όσον αφορά την χορήγηση τροφής.

Όσον αφορά, λοιπόν, την μορφή της τροφής και την συμπεριφορά του ιχθύος απέναντι σε αυτή, σε μία έρευνα που εκπονήθηκε από τους Imsland et al. 2018 παρατηρήθηκε ότι ο τύπος της τροφής παίζει σημαντικό ρόλο στην αποδοχή του από το ψάρι. Στη συγκεκριμένη έρευνα, χρησιμοποιήθηκε το είδος *Cyclopterus lumpus L.* και έγινε η προσπάθεια χορήγησης της τροφής σε μορφή blocks (feed blocks) για να παρατηρηθεί αν είναι τελικά αποδεκτή από το είδος, όπως συμβαίνει με τις πελέτες. Αφού χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι τύποι block, άλλα με λεία επιφάνεια και άλλα με ανώμαλη (με ραβδώσεις ή γωνίες), αποδείχθηκε ότι τα ψάρια προτίμησαν τα feed blocks της δεύτερης κατηγορίας αφού ήταν πιο εύκολο για εκείνα λόγω της ανατομίας του στόματος τους, και συγκεκριμένα των δοντιών τους, να καταφέρουν να καταναλώσουν την τροφή. Επομένως, η ανατομία του στόματος είναι καθοριστική για την μορφή της τροφής που μπορεί να λάβει το κάθε είδος ψαριού και πολλές συμπεριφορές απόρριψης πιθανόν να οφείλονται σε αυτό.

Σε μία έρευνα που εκπονήθηκε σε τρεις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειών (Κεφαλονιά, Ιθάκη, Σούνιο) (Καρακάσης et al. 1997) διαπιστώθηκε ότι οι επιπτώσεις τόσο στον πυθμένα όσο και στην στήλη του νερού περιορίζονται σε μια συγκεκριμένη ζώνη γύρω από τα κλουβιά, σε απόσταση μικρότερη των 20 μέτρων.

Ο Alvarado το 1997 περιέγραψε την ρευστότητα των θρεπτικών ουσιών από την εκτροφή του είδους της τσιπούρας, όπου το ψάρι εκτρεφόταν εντατικά και με την χορήγηση εμπορικής διαίτας. Παρατηρήθηκε ότι 180kg στερεά, 13kg φώσφορος και 105.4 kg νιτρικών απελευθερώθηκαν στο περιβάλλον μέσω της απέκκρισης και της τροφής που δεν καταναλώθηκε από 100kg ψαριών. Έτσι, η μείωση του ποσοστού των νιτρικών και του φωσφόρου στις δίαιτες που χρησιμοποιούνται, όσο το δυνατό περισσότερο, αποτελεί ένα κύριο μέτρο για την μείωση της οικολογικής ρύπανσης (Hasan 2001).

Ωστόσο, όσον αφορά τις οικονομικές επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρει σε μία μονάδα εκτροφής, η τροφή δεν αποτελεί μόνο το κυριότερο παράγοντα αποβλήτων, αλλά υπολογίζεται ότι καλύπτει το 55-60% των λειτουργικών εξόδων στα εντατικά συστήματα και περίπου το 40% στα ημι-εντατικά συστήματα εκτροφής (Chanratchakool et al. 1994, Lovell 1998, Davis et al. 2006). Η χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής των ακριβών εμπορικών τροφών σε συνδυασμό με την μείωση των τιμών στην γαρίδα, δημιούργησε οικονομικές και κοινωνικές πιέσεις στην καλλιέργεια της γαρίδας (Davis et al. 2006).

Η σωστή διαχείριση της τροφής είναι ο παράγοντας κλειδί που επηρεάζει την ποιότητα των νερών (Boyd and Tucker 1998, Jory 1995) αλλά και το κόστος παραγωγής μιας υδατοκαλλιέργειας (Jolly and Clonts 1993).

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://www.fishbase.org/summary/Sparus-aurata.html>

<http://www.fao.org/fishery/species/2384/en>

5.1. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbate, F., Guerrera, M. C., Montalbano, G., Ciriaco, E., & Germanà, A. (2012). Morphology of the tongue dorsal surface of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Microscopy research and technique*, 75(12), 1666-1671.

Andrew, J. E., Anras, M. B., Kadri, S., Holm, J., & Huntingford, F. A. (2003). Feeding responses of hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) to a commercial diet and natural prey items. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 36(2), 77-86.

Andrew, J. E., Holm, J., & Huntingford, F. A. (2004). The effect of pellet texture on the feeding behaviour of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 232(1-4), 471-479.

Apromar, 2014. La acuicultura en España 2014. Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos de España. <http://www.apromar.es/content/informes-anuales>

Argyrou I.N., Stergiou K.I. & Giannakopoulos G, 1991. Aquaculture in Greece: Projects approved by EC Commission under regulation .In DePauw, N. and Joyce J.(eds), aquaculture and the environment., 14:10-11.

Artigas, E.G. (1999). Feeding policy for marine fish. ProAqua Nutrición S.A., Spain.

Ballester-Moltó, M., Sanchez-Jerez, P., García-García, B., García-García, J., Cerezo-Valverde, J., & Aguado-Giménez, F. (2016). Controlling feed losses by chewing in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growing may improve the fish farming environmental sustainability. *Aquaculture*, 464, 111-116.

Barnabé, G. (1989). Rearing bass and Gilthead bream. In: Barnabé, G. (Ed.), *Aquaculture* Vol. 2., Ellis Horwood Limited, Chichester.

Barnabé, G. (1991). *Acuicultura*. Tomo. *Omega*. Barcelona.

Black, K. D. (2001). *Sustainability of aquaculture* (pp. 199-212). Boca Raton: CRC Press.

Black, K. D. (Ed.). (2001). *Environmental impacts of aquaculture* (Vol. 5). Taylor & Francis US.

Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academics Publisher, Boston, Massachusetts, USA.

Bureau, D. P., & Hua, K. (2010). Towards effective nutritional management of waste outputs in aquaculture, with particular reference to salmonid aquaculture operations. *Aquaculture Research*, 41(5), 777-792.

Buryniuk, M., Petrell, R. J., Baldwin, S., & Lo, K. V. (2006). Accumulation and natural disintegration of solid wastes caught on a screen suspended below a fish farm cage. *Aquacultural engineering*, 35(1), 78-90.

Charatchakool, P., Turnbull, J. F., Funge-Smith, S., Limsuwan C., 1994. Health management in shrimp ponds. Aquatic animal health research institute. Department of Fisheries. Kasetsart University, Bangkok, Thailand

Coloni, A., & Padrós, F. (2011). Diseases and health management. *Sparidae*, 321-357.

Davis, D. A., Amaya, E., Venero, J., Zelaya, O., & Rouse, D. B. (2006). A case study on feed management to improving production and economic returns for the semi-intensive pond production of *Litopenaeus vannamei*. In *Avances en Nutrición Acuícola VIII. Memorias del Octavo Simposio Internacional de Nutrición Acuícola* (Vol. 15). Monterrey, Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo.

Enger., 1992: Microbial ecology of marine fish farms, with special emphasis on the fish pathogenic bacteria *Vibrio salmonicida* and *Aeromonas salmonicida*. Doctor scientiarum Thesis. Bergen: Dept. of microbiology and Plant Physiology, University of Bergen.45.

Ennel, M., 1995. Environmental impact of nutrients from Nordic fish farming. *Water Science and Technology*., 31(10): 61-71. Environment: the Asian experience. *Water Science and Technology*., 31(10): 41-59.

Findlay, R. H., Watling, L & Mayer, L.M. 1995: Environmental impact of salmon net-pen culture on marine benthic communities: a case study, *Estuaries*., 18/1A: 145-179.

Frost, B.J. and Sanford, C.P.J. (1999). Kinematics of a novel feeding mechanism in the osteoglossomorph fish *Chitala chitala*: is there a prey-type effect? *Zool-Anal. Complex Syst.*, 102, 18-30.

Gowen, R.J. & Bradbury, N.B. 1987. The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: A review. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*., 25:563-575.

Grubich, J.R. (2000). Crushing motor patterns in drum (Teleostei: Sciaenidae): Functional novelties associated with molluscivory. *J. Exp. Biol.*, 203, 3161-3176.

Hall P.O.J., Anderson L.G., Holby O., Kollberg S. & Samuelsson M.O., 1990. Chemical fluxes and mass balance in a marine fish cage farm. I. Carbon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 61: 61-73.

Hardy, R. W., & Gatlin, D. M. (2002). Nutritional strategies to reduce nutrient losses in intensive aquaculture. *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 3(6).

Hasan, M. R. (2000, February). Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. In *Aquaculture in the third millennium. Technical proceedings of the conference on aquaculture in the third millennium, Bangkok, Thailand* (Vol. 20, p. 25).

Holby O. & Hall POJ., 1991. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II. Phosphorus. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 70:263-272.

Holmer, M., 1991. Impacts of aquaculture on surrounding sediments generation of organic-rich sediments .In: Pauw , N., Joyc, J.(eds.), *Aquaculture and the Environment*. Aquaculture Society Srecial Publication , vol 16. Gent , Belgium, pp. 155-175.

Holmer, M., Marbà, N., Diaz-Almela, E., Duarte, C. M., Tsapakis, M., & Danovaro, R. (2007). Sedimentation of organic matter from fish farms in oligotrophic Mediterranean assessed through bulk and stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) analyses. *Aquaculture*, 262(2-4), 268-280.

Imsland, A. K., Reynolds, P., Hangstad, T. A., Jónsdóttir, Ó. D., Noble, T., Wilson, M., & Mikalsen, B. (2018). Feeding behaviour and growth of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) fed with feed blocks. *Aquaculture Research*, 49(5), 2006-2012.

Islam, M. S. (2005). Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development. *Marine Pollution Bulletin*, 50(1), 48-61.

Iwama, G. I. 1991. Interactions between aquaculture and the environment. *Critical Reviews in Environmental Control.*, 21:177-216.

Jory, D. D. 1995. Feed management practices for a healthy pond environment. pages 118-143 in C.L. Browdy and J. S. Hopkins, editors. *Swimming through troubled water, proceedings of the special session on shrimp farming , Aquaculture '95*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.

Karakassis I., Hatziyanni E., Tsapakis M. & Plaiti W., 1999. Benthic recovery following cessation of fish farming: a series of successes and catastrophes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 184: 205-218.

Karakassis I., Tsapakis E. & Zivanovic S., 1997. Spatial and temporal variability in sediment characteristics in the area of three commercial fish farm. *Proc 5th Hellenic Symp. Oceanogr. Fish.*, 2: 211-214.

Karakassis, I., Tsapakis, M. & Hatziyanni, E. 1998. Seasonal variability in sediments profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series.*, 162: 243-252.

Kasumyan, A. O. (1997). Gustatory reception and feeding behavior in fish. *Journal of Ichthyology*, 37(1), 72-86.

Lall, S. P., & Tibbetts, S. M. (2009). Nutrition, feeding, and behavior of fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 12(2), 361-372.

- Lin, X., Volkoff, H., Narnaware, Y., Bernier, N. J., Peyon, P., & Peter, R. E. (2000). Brain regulation of feeding behavior and food intake in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 126(4), 415-434.
- McIntyre, A. D. (1995). Human impact on the oceans: the 1990s and beyond. *Marine Pollution Bulletin*, 31(4-12), 147-151.
- Morais, S. (2017). The physiology of taste in fish: potential implications for feeding stimulation and gut chemical sensing. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(2), 133-149.
- Nemeth, D.H. (1997). Modulation of attack behaviour and its effect on feeding performance in a trophic generalist fish, *Hexagrammos decagrammus*. *J. Exp. Biol.*, 200, 2155-2164.
- Oliva-Teles, A. (2000). Recent advances in European sea bass and gilthead sea bream nutrition. *Aquaculture International*, 8(6), 477-492
- Papoutsoglou S.E 1991. Impact of aquaculture on the aquatic environment in relation to applied production systems. European Aquaculture Society Special Publication No. 16, Gent, Belgium.
- Pavlov, D. S., & Kasumyan, A. O. (1990). Sensory principles of the feeding behavior of fishes. *J. Ichthyol*, 30(6), 77-93.
- Pearson T.H. & Rosenberg ., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 16: 229-331.
- Phillips M. & Beveridge M., 1986. Cages and the effect on the water condition. *Fish Farmer*, May 3p.

Picone, G., Engelsen, S.B., Savorani, F., Testi, S., Badiani, A., Capozzi, F., 2011. Metabolomics as a powerful tool for molecular quality assessment of the fish *Sparus aurata*. *Nutrients* 3, 212–227.

Piedecausa, M. A., Aguado-Giménez, F., García-García, B., Ballester, G., & Telfer, T. (2009). Settling velocity and total ammonia nitrogen leaching from commercial feed and faecal pellets of gilthead seabream (*Sparus aurata* L. 1758) and seabass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). *Aquaculture Research*, 40(15), 1703-1714.

Sanford, C.P.J. (2001). Kinematic analysis of a novel feeding mechanism in the brook trout *Salvelinus fontinalis* (Teleostei: Salmonidae): behavioural modulation of a functional novelty. *J. Exp. Biol.*, 204, 3905-3916.

Silvert W., 1992. Assessing environmental impacts of finfish aquaculture in marine waters. *Aquaculture*., 107:67-79.

Sugiura, S. H., Raboy, V., Young, K. A., Dong, F. M., & Hardy, R. W. (1999). Availability of phosphorus and trace elements in low-phytate varieties of barley and corn for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 170(3-4), 285-296.

Tacon, A. G. J., Phillips, M. J., & Barg, U. C. (1995). Aquaculture feeds and the environment: the Asian experience. *Water science and Technology*, 31(10), 41-59.

Teles, A.O., Lupatsch, I., Nengas, I., 2011. Nutrition and feeding of Sparidae, in: Sparidae: Biology and aquaculture of gilthead seabream and other species. Wiley-Blackwell, pp. 199–232.

Tort, L., Pavlidis, M.A., Woo, N.Y.S., 2010. Stress and welfare in sparidfish. In: Pavlidis, M.A., Mylonas, C.C. (Eds.), Sparidae: Biology and Aquaculture of Gilthead Seabream and Other Species. Wiley-Blackwell, New Delhi, India, pp. 75–94.

Van, T. P. T. H., Rhodes, M. A., Zhou, Y., & Davis, D. A. (2017). Feed management for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* under semi-intensive conditions in tanks and ponds. *Aquaculture Research*, 48(10), 5346-5355.

Vandewalle, P., Saintin, P., Chardon, M., 1995. Structures and movements of the buccal and pharyngeal jaws in relation to feeding in *Diplodus sargus*. *J. Fish Biol.* 46, 623–656.

Velázquez, M., Zamora, S., & Martínez, F. J. (2004). Influence of environmental conditions on demand-feeding behaviour of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Journal of Applied Ichthyology*, 20(6), 536-541.

Wainwright, P.C. and Friel, J.P. (2000). Effects of prey type on motor pattern variance in Tetraodontiform fishes. *J. Exp. Zool.*, 286, 563-571.

Webb D.C, 1975. Marine fish farming: Environmental aspects of salmon farming *Oceanology International.*, 75:173-182.

5.2. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αντωνοπούλου, Ε. 2015. Καλλιέργεια ιχθύων – διατροφή και θρέψη. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Στο Βουλτσιάδου, Ε., Αμπατζόπουλος, Θ., Αντωνοπούλου, Ε., Γκάνιας, Κ., Γκέλης, Σ., Στάικου, Α., Τριανταφυλλίδης, Α. 2015. *Υδατοκαλλιέργειες*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 3.

Δεμιρόπουλος Κ. (2007). *Επίδραση της λειτουργίας μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας σε πληθυσμούς ετερότροφων βακτηρίων στη στήλη του νερού και στο ίζημα*.

Καπελος Π. Κ. 2011. Διερεύνηση των δυνατοτήτων της χρησιμοποίησης προβιοτικών στη διατροφή της τσιπούρας *Sparus aurata*. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Καραπαναγιωτίδης Ι., 2015. Τεχνολογία ιχθυοτροφών. Πανεπιστημιακές παραδόσεις μαθήματος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα ιχθυολογίας και υδάτινου περιβάλλοντος.

Κλαουδάτος, Σ. (2005). Υδατοκαλλιέργειες 1. *Βόλος: Πανεπιστημιακές παραδόσεις*, 5-6.

Κλαουδάτος, Σπύρος Δ. [Καλλιέργειες φυτικών και εκτροφές υδρόβιων ζωικών οργανισμών / Σπυρίδων Δ. Κλαουδάτος, Δημήτριος Σ. Κλαουδάτος](#). - 1η έκδ. - Αθήνα : [Προπομπός](#), 2012. - 478σ. · 24x17εκ. σελ. 255

Μπράμπα, Δ. (2002). *Παραλλακτικότητα μεγεθών στις υδατοκαλλιέργειες: προβλήματα ερευνητικής μεθοδολογίας* (Bachelor's thesis).

Νεοφύτου, Χρήστος Ν. [Βιολογία ιχθύων και θαλασσινών θηλαστικών / Χρήστος Ν. Νεοφύτου](#). - Θεσσαλονίκη : [University Studio Press](#), 2015. - 600σ. · 24x17εκ.

Νταιλιάνης 2017. Βιολογία Ζωων ΙΙ. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Πανεπιστημίου Πατρών.

Παπαδόπουλος, Π. Ε. (2008). *Ατλαντας ιστολογίας του λαβρακιού (Dicentrarchus labrax)* (Master's thesis).

Παπαϊωάννου, Β. (2013). *Ανάπτυξη αντιστάθμισης και παραλλακτικότητα μεγεθών σε εντατικά εκτρεφόμενα ψάρια* (Bachelor's thesis).

Παπουτσόγλου, Σ. (1997). Εισαγωγή στις υδατοκαλλιέργειες. *Εκδόσεις Σταμούλης*, 100-120.

Παπουτσόγλου, Σ. (2008). Διατροφή ιχθύων. *Εκδόσεις Σταμούλης*.

Σιγάλα, Κ., Παπαγεωργίου, Ν., Καρακάσης, Ι. (2016). Επιπτώσεις των ιχθυοκαλλιεργειών σε έναν αβαθή κλειστό κόλπο στη Δυτική Ελλάδα (Αστακός).

Χατζηπλάτων, Ι. (2016). *Ανάλυση πεπτικών ενζύμων σε τσιπούρες Sparus aurata εκτρεφόμενες με μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες (MZΠ)* (Bachelor's thesis).

Χώτος Γ., Ρογδάκης Ι. 2010. Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών λαβράκι & τσιπούρα. Εκδόσεις ΙΩΝ.2 42-43.

6. ABSTRACT

The aim of the present survey was to examine how different feeding protocols influence the dietary behavior of the examined fish. The results of the survey are significant for the fish farms worldwide, as the rejected amount of food by the fish releases nutrients which are not only environmentally detrimental but financially as well, as feeding is the major expense of a sea farm. The tested fish were divided in six tanks, three experimental groups (Control Treatment, Treatment I, II) with two repetitions in each group. Each tank included 51 pieces of sea bream. The duration of the experiments was 10 weeks. The fish were given the desired amount of food twice a day, except the starvation days for the two Treatments. Then, the food was weighed so as to be estimated the consumed amount of food. The recording was made one day before the starvation and one day after that (Treatment I), and two days before and after the starvation for the Treatment II correspondingly. The procedure of feeding was observed with the naked eye and by camera GOPRO 3+. According to the results, the swallowing percentage was high during all the weeks without being influenced by the starvation.

Key- Words: extensive, feeding behavior, rejection, pellets