

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

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Μοντέλο ανάπτυξης τσιπούρας (*Sparus aurata*) για την βέλτιστη
εκτρεφόμενη παραγωγή ψαριών»**

Υφαντής Φώτης

ΒΟΛΟΣ 2017

**Μοντέλο ανάπτυξης τσιπούρας (*Sparus aurata*) για την βέλτιστη εκτρεφόμενη
παραγωγή ψαριών**

Διμελής Εξεταστική Επιτροπή

Έλενα Μεντέ, Καθηγήτρια, Φυσιολογία Θρέψης Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών,
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,
Επιβλέπουσα

Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης, Επίκουρος Καθηγητής, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών
Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Εξεταστής

Στη μητέρα μου, στον πατέρα μου, στην αδερφή μου και σε ένα ξεχωριστό πρόσωπο

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, κα Μεντέ Έλενα για την πολύτιμη βοήθειά της, καθώς και το μέλος της εξεταστικής επιτροπής μου, τον κο Καραπαναγιωτίδη Ιωάννη, για τις χρήσιμες συμβουλές του και την καθοδήγησή του καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας μου.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με στήριξε οικονομικά και ηθικά, καθ' όλα τα φοιτητικά μου έτη και προπάντων έδειξε κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία ενός μοντέλου για την βέλτιστη εκτροφόμενη παραγωγή της τσιπούρας (*Sparus aurata*). Οι επιμέρους στόχοι της ερευνητικής αυτής μελέτης είναι ο εντοπισμός των βασικών παραμέτρων σε κάθε στάδιο ανάπτυξης του είδους, που οδηγούν στη βέλτιστη ανάπτυξη εκτροφής και η ανάλυση καθώς και η σύγκριση των παραπάνω παραμέτρων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν οι βέλτιστες τιμές αυτών, έτσι ώστε να προκύψει ένα άριστο μοντέλο εκτροφής. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, μελετήθηκαν κάποια γενικά στοιχεία του είδους, όπως ο βιολογικός της κύκλος, τα διατροφικά στοιχεία για κάθε στάδιο ανάπτυξής της (προπάχυνση, πάχυνση, γεννήτορες), οι τύποι εκτροφής στους οποίους μπορεί να εκτραφεί και τέλος οι φυσικοχημικοί παράμετροι. Παράλληλα, λήφθηκαν υπόψη ορισμένες παράμετροι, οι οποίες χαρακτηρίζουν πλήρως τα διάφορα στάδια εκτροφής της τσιπούρας και είναι πολύ σημαντικές για την δημιουργία ενός μοντέλου ανάπτυξης. Για την εύρεση της ποσοστιαίας ημερήσιας ποσότητας παρεχόμενης τροφής, ήταν απαραίτητα τα στοιχεία συσχέτισης θερμοκρασίας και βάρους της τσιπούρας τα οποία βοηθούν και στην παραγγελία ιχθυοτροφών. Από τα αποτελέσματα, γίνεται κατανοητό ότι η θερμοκρασία είναι ίσως το μόνο από τα φυσικά χαρακτηριστικά του νερού που επηρεάζει άμεσα τη διατροφική συμπεριφορά των ιχθύων και κατ' επέκταση και της τσιπούρας, καθώς οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας του νερού εκτροφής επηρεάζουν την κατανάλωση τροφής σε κάθε στάδιο ανάπτυξης των ψαριών. Οι φυσικοχημικές παράμετροι, τα μεγέθη της τσιπούρας, και η διατροφική μεταχείριση παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη ενός άριστου μοντέλου ανάπτυξης στα εκτροφόμενα ψάρια.

Λέξεις Κλειδιά: τσιπούρα, μοντέλο εκτροφής, θερμοκρασία, διατροφή, διατροφική μεταχείριση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Συστηματική κατάταξη και βιολογία της τσιπούρας.....	2
1.2. Βιολογικός κύκλος.....	3
1.3. Διατροφικά στοιχεία.....	5
1.3.1. Εναρκτήρια σιτηρέσια.....	5
1.3.2. Σιτηρέσια κύριας εκτροφής.....	7
1.3.3. Σιτηρέσια γεννητόρων.....	8
1.4. Φυσικοχημικοί παράμετροι ανάπτυξης.....	8
1.4.1. Θερμοκρασία.....	9
1.4.2. Αλατότητα.....	9
1.4.2.1. Σχέση θερμοκρασίας και αλατότητας στην καλλιέργεια τσιπούρας.....	10
1.4.3. Διαλυμένο Οξυγόνο.....	10
1.4.3.1. Κατανάλωση οξυγόνου.....	11
1.4.4. Θολερότητα – Αιωρούμενα Στερεά.....	12
1.4.5. pH νερού.....	13
1.4.6. Άζωτο.....	14
1.4.7. Αμμωνία.....	15
1.4.8. Φώσφορος.....	15
1.5. Εκτροφή.....	16
1.5.1. Εκτατική εκτροφή σε λιμνοθάλασσες.....	17
1.5.2. Εντατική εκτροφή σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς ή χερσαίες δεξαμενές.....	18
1.5.3. Έλεγχος εκτροφής.....	19
1.6. Παραγωγή και εμπόριο.....	20
1.6.1. Διερεύνηση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής τσιπούρας.....	20
1.7. Σκοπός.....	22
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	23
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
3.1. Δεδομένα τσιπούρας για την δημιουργία μοντέλου σχετικά με το κάθε στάδιο ανάπτυξης.....	26

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	37
4.1. Συμπεράσματα.....	44
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	46
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	46
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	47
Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.....	48
6. ABSTRACT	49

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τσιπούρα (*Sparus aurata*) είναι ένα ψάρι της οικογένειας των Σπαρίδων και ένα από τα δύο κυριότερα εκτρεφόμενα είδη στις μεσογειακές και ελληνικές θαλάσσιες υδατοκαλλιέργειες. Είναι ένα πελαγικό ευρύαλο και ευρύθερμο είδος, καθώς το θερμοκρασιακό της εύρος κυμαίνεται από 4 έως και 32°C. Η τσιπούρα φτάνει σε μήκος τα 70 cm και βάρος τα 17,2 kg (FAO Fishbase, 2005). Η διάρκεια της ζωής της δεν έχει προσδιοριστεί, πάντως η μεγαλύτερη ηλικία που έχει αναφερθεί, είναι τα 11 έτη. Χαρακτηρίζεται από ένα υψηλό και πλευρικά συμπιεσμένο σώμα, καμπυλωτή ράχη, μεγάλα κτενοειδή λέπια και ένα ραχιαίο πτερύγιο. Αποτελεί σαρκοφάγο ιχθύ, με στόμα ελαφρώς προτεταμένο και εφοδιασμένο με δόντια προσαρμοσμένα στη σύνθλιψη των τροφών. Η περίοδος αναπαραγωγής ξεκινά τον Οκτώβριο και τελειώνει τον Δεκέμβριο. Αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό του είδους είναι ότι αποτελεί πρωτανδρικό ερμαφρόδιτο είδος. Όσον αφορά την εκτροφή τους, παραδοσιακά, οι τσιπούρες εκτρέφονταν εκτεταμένα στις παράκτιες λιμνοθάλασσες και τις υφάλμυρες τεχνητές λίμνες της βόρειας Ιταλίας («vallicoltura») και της νότιας Ισπανίας («esteros»), ωστόσο κατά τη δεκαετία του '80, εκτράφηκαν με επιτυχία σε συνθήκες αιχμαλωσίας και αναπτύχθηκαν εντατικά συστήματα εκτροφής (ιδίως θαλάσσιοι κλωβοί). Στο φυσικό της περιβάλλον βρίσκεται στη Μεσόγειο θάλασσα και στις ανατολικές παράκτιες περιοχές του Βόρειου Ατλαντικού, σπανίως και στη Μαύρη θάλασσα. Τέλος, η τσιπούρα μαζί με το λαβράκι από πλευράς διατροφικής αξίας, είναι πολύτιμα ψάρια, καθώς είναι πλούσια στα λιπαρά οξέα ω-3¹ (Παπουτσόγλου, 2008; Χώτος & Ρογδάκης, 2010; Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012).



Εικόνα 1. Τσιπούρα (*Sparus aurata*). Πηγή: FAO ⁽²⁾.

1.1. Συστηματική κατάταξη και βιολογία της τσιπούρας

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας με τη συστηματική κατάταξη της τσιπούρας (*Sparus aurata*) (Πιν. 1):

Πίνακας 1. Συστηματική κατάταξη της τσιπούρας.
(*Linnaeus, 1758*)

Βασίλειο : <i>Animalia</i>
Φύλο : <i>Chordata</i>
Υποφύλο : <i>Vertebrata</i>
Κλάση : <i>Actinopterygii</i>
Τάξη : <i>Perciformes</i>
Οικογένεια : <i>Sparidae</i>
Γένος : <i>Sparus</i>

Είδος : <i>Sparus aurata</i>

Στο φυσικό περιβάλλον η τσιπούρα συναντάται σε υφάλμυρα και θαλασσινά νερά, σε περιοχές με θαλάσσια λιβάδια της Ποσειδωνίας, καθώς και σε αμμώδεις πυθμένες, σε βάθος που φτάνει μέχρι και τα 150 μέτρα. Όπως προαναφέρθηκε είναι ένα είδος κοινό στη Μεσόγειο και στην ακτή του Ατλαντικού, από τη Μεγάλη Βρετανία ως τη Σενεγάλη, ενώ συναντάται σπανιότερα στη Μαύρη Θάλασσα, όπου δεν αναπαράγεται (FAO, 2017). Η τσιπούρα είναι ένα πελαγικό ευρύθερμο και ευρύαλο είδος, που την περίοδο της άνοιξης πλησιάζει σε εκβολές ποταμών και λιμνοθάλασσες. Αντέχει σε μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος από 4 έως 32°C, αν και είναι σχετικά ευαίσθητο ψάρι στις χαμηλές θερμοκρασίες των βόρειων περιοχών της Μεσογείου. Ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης επιτυγχάνεται μεταξύ των 22 έως 24°C (Klaoudatos & Apostolopoulos, 1986). Η αντοχή της στις μεταβολές της αλατότητας έχει εύρος από 0 έως 40 psu. Στα φυσικά οικοσυστήματα, τρέφεται με μαλάκια, γαστερόποδα, καρκινοειδή και δίθυρα μαλάκια (μύδια, στρείδια). Τέλος, η τσιπούρα αποτελεί είδος που προσαρμόζεται εύκολα στην αιχμαλωσία, χαρακτηρίζεται από γρήγορη ανάπτυξη, ανθεκτικότητα στις μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων και εξαιρετική ποιότητα κρέατος, ιδιότητες στις οποίες οφείλεται το μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον και η επιλογή της για εντατική εκτροφή (Klaoudatos & Apostolopoulos, 1986).

1.2. Βιολογικός κύκλος

Η περίοδος αναπαραγωγής της τσιπούρας στο φυσικό περιβάλλον πραγματοποιείται από τον Οκτώβριο μέχρι τον Δεκέμβριο, σε νερά θερμοκρασίας από 13 έως 17 °C και σε μεγάλα βάθη στην ανοικτή θάλασσα. Στις περιοχές αναπαραγωγής συγκεντρώνονται τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα για να απελευθερώσουν ταυτόχρονα, τα μεν θήλεα άτομα ωάρια, τα δε άρρενα σπερματοζωάρια. Η γονιμοποίηση των ωαρίων πραγματοποιείται μέσα στο θαλάσσιο περιβάλλον. Τα αυγά της τσιπούρας που θα προκύψουν, είναι πελαγικά και επιπλέουν στο θαλασσινό νερό, αρκεί η αλατότητα να είναι πάνω από 25 psu (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012). Από το αυγό εκκολάπτεται η προνύμφη, η οποία τρέφεται από το περιεχόμενο του λεκιθικού

της σάκου. Έπειτα, τα αυγά θα εξελιχθούν σε νύμφες και θα προσλάβουν τροφή για να αναπτυχθούν και να μεταμορφωθούν σε ιχθύδια. Στο φυσικό θαλάσσιο περιβάλλον πλησιάζουν με παθητικές (κύματα, θαλάσσια ρεύματα) και ενεργητικές κινήσεις στις παράκτιες περιοχές, από τα τέλη του Φεβρουαρίου μέχρι τα τέλη του Απριλίου. Στη συνέχεια, εγκαταλείπουν τις λιμνοθάλασσες και τις παράκτιες περιοχές, καθώς υφίσταται πτώση της θερμοκρασίας των νερών στις αρχές του Οκτωβρίου και μεταβαίνουν στις περιοχές φωτοκίας στην ανοιχτή θάλασσα (Sola, 2006; Χώτος & Ρογδάκης, 2010; Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012).

Άξιο παρατήρησης είναι ότι η τσιπούρα παρουσιάζει «πρωτανδρικό» ερμαφροδιτισμό (για ένα περίπου χρόνο το 80% των ατόμων είναι άρρενα) και η κίνηση προς τις περιοχές αυτές γίνεται από άτομα διαφορετικών ηλικιών και μεγεθών. Αργότερα, με το πέρας του χρόνου το ποσοστό των αρσενικών ατόμων ελαττώνεται με ταυτόχρονη αύξηση του ποσοστού των θηλέων («αναστροφή του φύλου»). Η αναστροφή του φύλου πραγματοποιείται μετά το τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου και ενώ παρατηρείται στους φυσικούς πληθυσμούς, δεν έχει παρατηρηθεί σε απομονωμένα σύνολα. Ακόμη, έχει παρατηρηθεί ότι η αναστροφή του φύλου, δεν υφίσταται σε όλα τα ψάρια, με αποτέλεσμα ορισμένα αρσενικά άτομα να παραμένουν αρσενικά σ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Σ' αυτή την περίπτωση, δηλαδή της μη αναστροφής του φύλου, η φύση επιδιώκει τη διαίωνιση του είδους και αυτό επιτυγχάνεται με τη διατήρηση της αναλογίας των δύο φύλων. Συνεπώς, μετά τον δεύτερο χρόνο της ζωής της τσιπούρας, το ποσοστό των αρσενικών και θηλυκών ατόμων στη φύση είναι περίπου το 50%. Τότε έχουν αποκτήσει βάρος από 250 έως 300 g/άτομο. Με το πέρας του τρίτου χρόνου, το ποσοστό των αρσενικών ατόμων έχει περιοριστεί στο 20%, ενώ το υπόλοιπο 80% αποτελείται από θηλυκά άτομα με σωματικό βάρος πάνω από 400 g/άτομο (Παπουτσόγλου, 1997; Χώτος & Ρογδάκης, 2010; Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012).

Σε ελεγχόμενες, όμως, συνθήκες εκτροφής (πλωτούς ιχθυοκλωβούς, τσιμεντένιες δεξαμενές), τα άτομα αποκτούν το εμπορεύσιμο βάρος των 350 g/άτομο σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με φυσικούς πληθυσμούς. Στις ελληνικές μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας φθάνουν στα 350 g ανά άτομο σε χρονικό

διάστημα 12 έως 15 μηνών, ανάλογα με τις θερμοκρασίες των νερών της περιοχής εγκατάστασης (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012).

1.3. Διατροφικά στοιχεία

Η τσιπούρα είναι ένας σαρκοφάγος ιχθύς, που διατρέφεται ανάλογα με την ηλικία του. Η διατροφή του είδους επιτυγχάνεται με ζωοπλακτονικούς οργανισμούς (κωπήποδα), πολύχαιτους, αμφίποδα, γαστερόποδα μαλάκια (κυρίως δίθυρα), καρκινοειδή και κατάλληλου μεγέθους ιχθύες. Τα μικρής ηλικίας ιχθυΐδια τρέφονται κυρίως με πολύχαιτους και μικρού μεγέθους καρκινοειδή, ενώ τα μεγαλύτερα με μύδια, γαστερόποδα, καρκινοειδή και ψάρια. Συμπερασματικά, τόσο η μορφολογία του πεπτικού της συστήματος, όσο και η μορφολογία και γενικότερα η σύνθεση των δοντιών της, χαρακτηρίζεται από ισχυρούς κυνόδοντες (πρόσθια τμήματα) και από αρκετές σειρές μυλοδόντων. Η λειτουργία των κυνόδοντων είναι η αρπαγή της λείας τους, ενώ των μυλοδόντων το «σπάσιμο» των οστράκων των δίθυρων μαλακίων (π.χ. μυδιών) (Sola, 2006; Παπουτσόγλου, 2008).

1.3.1. Εναρκτήρια σιτηρέσια

Τα σιτηρέσια αυτά χορηγούνται από 2 έως 80 g και είναι διαφορετικής υφής και συστάσεως, γεγονός το οποίο τα διαχωρίζει σε τρεις διαφορετικές υποπεριόδους (Παπουτσόγλου, 2008; Χώτος & Ρογδάκης, 2010).

Κατά την πρώτη υποπερίοδο επιτελείται η πρώτη λήψη εξωτερικής τροφής. Η ηλικία των ιχθυιδίων (λεκιθοφόρα-ατελή) είναι 2-3 ημερών και η τροφή που παρέχεται στα ψάρια είναι συνήθως τροχόζωα, εμπλουτισμένα με πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (EPA & DHA). Ο εμπλουτισμός της ζωντανής τροφής, λαμβάνει χώρα σε δεξαμενές με αλατότητα 25‰ και θερμοκρασία νερού περίπου στους 28°C. Η χορήγηση των τροχόζωων επιτελείται 2 φορές ημερησίως. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι τα τροχόζωα, διατρέφονται συνήθως με φυτοπλακτονικούς οργανισμούς (π.χ. *Nannochloropsis spp*), οι οποίοι, σύμφωνα με αποτελέσματα κυρίως πρακτικών εφαρμογών, πρέπει να συνυπάρχουν στις δεξαμενές εκτροφής των ιχθυιδίων. Ωστόσο, οι

ποσότητες των υψηλών πολυακόρεστων λιπαρών οξέων με τα οποία πρέπει να εμπλουτισθούν τα τροχόζωα δεν είναι γνωστές, λόγω των συνθηκών εκτροφής (φυσικοχημικά χαρακτηριστικά νερού, αριθμός τροχόζωων, κ.ά), των ανεπαρκών στοιχείων, καθώς και άλλων παραγόντων. Η υποπερίοδος αυτή διαρκεί συνήθως μέχρι και 19 με 25 ημέρες μετά την εκκόλαψη, και αλλάζει με βάση την πρακτική που ακολουθεί η κάθε ιχθυοκαλλιέργεια σχετικά με τη σίτιση (Παπουτσόγλου, 2008).

Κατά την δεύτερη υποπερίοδο αρχίζει μετά από σταδιακή αντικατάσταση των τροχόζωων, η χορήγηση Ναυπλίων I των *Artemia spp*, στα ατελή ιχθύδια της τσιπούρας, τα οποία είναι εμπλουτισμένα με υψηλά πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (ΠΛΟ) και αραχιδονικό οξύ σε επίπεδα εμπλουτισμού όμοια με εκείνα των τροχόζωων. Ο εμπλουτισμός γίνεται κάθε 8 ώρες, σε φωτεινές δεξαμενές με νερά αλατότητας 25‰, πλούσια σε O₂ και η θερμοκρασία είναι στους 28°C. Η χορήγηση γίνεται δύο φορές ημερησίως. Η υποπερίοδος αυτή συνήθως διαρκεί μέχρι και την 34^η ημέρα, ενώ κάποιες φορές δεν αποκλείεται να φτάσει και την 60^η ημέρα μετά την εκκόλαψη, με σταδιακή αντικατάσταση των Ναυπλίων I με Ναυπλίους II των ειδών *Artemia*, ανάλογα με τη διαχείριση της παραγωγής.

Στην τρίτη υποπερίοδο, υπάρχει η χορήγηση βιομηχανικών παρασκευασμένων λεπτόκοκκων εναρκτήριων συμπύκτων, των οποίων η συμμετοχή στη διατροφή της τσιπούρας, πρέπει να πραγματοποιείται σταδιακά κατά τις τελευταίες μέρες της προηγούμενης υποπεριόδου. Η χρονική διάρκεια της τρίτης υποπεριόδου καθορίζεται από τις συνθήκες εκτροφής (θερμοκρασία, αλατότητα, πυκνότητα εκτροφής, διατροφή, κ.ά.), καθώς και από το επιδιωκόμενο βάρος των ιχθυδίων, με το οποίο θα μεταφερθούν στους χώρους της κύριας εκτροφής τους. Στα σιτηρέσια αυτά, το ποσοστό των συμπύκτων σε πρωτεΐνες κυμαίνεται στο 51-54%. Το επίπεδο διατροφής γίνεται μέχρι κορεσμού, κατά τις πρώτες ημέρες και στη συνέχεια, μειώνεται στο 3%, σε συνδυασμό με παράλληλη μείωση του αριθμού των ημερήσιων γευμάτων, από 10 σε 3-4. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει μέρος σε νερά θερμοκρασίας 18-20°C, αλατότητας 25-35‰ και πλούσια σε O₂ (> 7 ppm). Επίσης, κατά την κατάρτιση των σιτηρεσίων αυτών, συνίσταται η χρησιμοποίηση ιχθυοτροφών με υψηλής βιολογικής αξίας πρωτεΐνες καθώς και λίπη πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, ω₃ και ω₆. (Παπουτσόγλου, 2008)

1.3.2. Σιτηρέσια κύριας εκτροφής

Τα σιτηρέσια αυτά χορηγούνται μέχρι επιτεύξεως του εμπορικού μεγέθους της τσιπούρας, το οποίο μπορεί να κυμαίνεται από 250 έως 350 g σε νερά θερμοκρασίας 22-26°C, αλατότητας 30-40‰, περιεκτικότητα σε O₂ >5,5 ppm και με πυκνότητα εκτροφής 45-60 ιχθύδια/m³ (Χώτος & Ρογδάκης, 2010). Μια σημαντική πληροφορία για το στάδιο αυτό, είναι η αποφυγή παραγωγής ατόμων με εμφανή αλλοίωση των εξωτερικών τους χαρακτηριστικών και η ιδιαίτερα μεγάλη συσσώρευση περισπλαχνικού λίπους.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, σημαντικό ρόλο αποτελούν οι συνθήκες εκτροφής και ιδιαίτερα η διατροφική πρακτική (σύσταση ξηρών τροφών, επίπεδο διατροφής, συχνότητα γευμάτων) σε συνδυασμό με την πυκνότητα εκτροφής και τα επίπεδα των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού εκτροφής, όπως το διαλυμένο οξυγόνο και η θερμοκρασία. Αυτό όπως θα δούμε στην συνέχεια της παρούσας μελέτης, είναι και ένα από τα σημαντικότερα βήματα για την κατάρτιση ενός μοντέλου ανάπτυξης εκτρεφόμενων ειδών, για κάθε στάδιο του είδους. Έτσι, στα σιτηρέσια κύριας εκτροφής συνίσταται η χρησιμοποίηση πρωτεϊνών υψηλής βιολογικής αξίας, κατάλληλα επεξεργασμένων υδατανθρακών και επιπέδων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (ΠΛΟ) μεγαλύτερα από 0,9-1,0% επί του συνόλου των λιπών. Γενικότερα, η σύσταση των συμπηκτων σε αυτό το στάδιο είναι η εξής: Πρωτεΐνες: 45-55%, Λίπη: 8-12%, Υδατάνθρακες: 15-18% και Υγρασία: 10%. Ιδιαίτερη προσοχή, θα πρέπει να γίνεται στην αντικατάσταση ιχθυελαίων φυτικής προέλευσης, λόγω δυσλειτουργιών στο ήπαρ και μείωσης του ρυθμού ανάπτυξης των ψαριών και ιδιαίτερα σε μακροχρόνια χρησιμοποίησή τους (Παπουτσόγλου, 2008).

Πρέπει επίσης να τονιστεί, ότι η έλλειψη πληροφοριών για τις ανάγκες όλων των βιολογικών σταδίων της τσιπούρας σε ανόργανα στοιχεία δεν επιτρέπει παρά την ενδεικτική αναφορά των επιπέδων τους. Όσον αφορά τα επίπεδα των διάφορων βιταμινών, χορηγούνται κυρίως υδατοδιαλυτές βιταμίνες για την ευχερή αντιμετώπιση της εμφάνισης συμπτωμάτων που υποδηλώνουν έλλειψη αυτών, κατά τη χρησιμοποίηση πλημμελώς συντηρημένων σκευασμάτων.

1.3.3. Σιτηρέσια γεννητόρων

Τα σιτηρέσια αυτά χορηγούνται έως ότου το ψάρι φτάσει τα 450 g, σε νερά θερμοκρασίας 20-24°C (Χώτος & Ρογδάκης, 2010) ή σε 15 με 24°C (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012). Η σύσταση των τροφών σε αυτό το στάδιο είναι η εξής: Πρωτεΐνες: 46-48%, Λίπη: 16-18% Υδατάνθρακες: 14-20% και Υγρασία: 9-10%. Η μεγάλη αναπαραγωγική περίοδος σε συνδυασμό με την μεγάλη ποσότητα γεννητικού υλικού που παράγεται (ιδιαίτερα από τα θηλυκά άτομα) καθώς και η συνεχής πρόσληψη τροφής, προϋποθέτει την κατάρτιση κατάλληλων, διατροφικά και ενεργειακά, σιτηρεσίων για τους γεννήτορες της τσιπούρας. Έτσι, θρεπτικά συστατικά από τα οποία καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό η ποιότητα του παραγόμενου γεννητικού υλικού και ιδιαίτερα των αυγών, καθώς και τα ποσοστά γονιμοποίησης αυτών, αφορούν στη βιολογική αξία των χορηγούμενων πρωτεϊνών και των λιπών και ιδιαίτερα των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων της σειράς ω_3 και του αραχιδονικού οξέος. Επιπλέον, αρκετά υψηλά επίπεδα θρεπτικών και ενεργειακών απαιτήσεων των γεννητόρων της τσιπούρας, μπορούν να επιτευχθούν με συνδυασμένη χορήγηση νωπών (π.χ. μύδια, καλαμάρια, κ.ά.) και ξηρών τροφών (Παπουτσόγλου, 2008; Μεντέ & Νέγκας 2011). Τέλος, τα στοιχεία που υπάρχουν σχετικά με το στάδιο των γεννητόρων είναι ελάχιστα.

1.4. Φυσικοχημικοί παράμετροι ανάπτυξης

Η τσιπούρα αποτελεί είδος χαρακτηριζόμενο από γρήγορη ανάπτυξη, η οποία υφίσταται και λόγω της ανθεκτικότητάς της στις μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού. Ωστόσο, η ποιότητα του νερού έχει καθοριστική επίδραση στη λειτουργία ενός οικοσυστήματος και κάθε επιβάρυνσή του με ύλη, ενέργεια ή μικροοργανισμούς οδηγεί στην υποβάθμισή του. Η αξιολόγηση της ποιότητάς του μπορεί να γίνει με τη μελέτη και τη μέτρηση ορισμένων βασικών φυσικών και χημικών παραμέτρων.³ Επίσης, για την δημιουργία ενός άριστου μοντέλου εκτροφής, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο οι βέλτιστες τιμές αυτών, όσο και τα όρια ανοχής τους.

1.4.1. Θερμοκρασία

Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι σημαντικός παράγοντας στη μελέτη ενός υδάτινου συστήματος. Ακόμη, έχει βαρυσήμαντο ρόλο στην δημιουργία ενός μοντέλου ανάπτυξης εκτρεφόμενων ειδών, καθώς όσο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξάνεται προς το βέλτιστο όριο θερμοκρασιών για τα εκτρεφόμενα είδη (τσιπούρα, λαβράκι), τόσο οι ζωικοί υδρόβιοι οργανισμοί γίνονται περισσότερο δραστήριοι, καταναλώνουν περισσότερη τροφή και χρησιμοποιούν περισσότερο οξυγόνο. Επιπλέον, η θερμοκρασία του νερού επιδρά στο μεταβολικό ρυθμό και στην κατανάλωση του οξυγόνου στα εκτρεφόμενα είδη, όπως είναι η τσιπούρα. Για το λόγο αυτό η θερμοκρασία αποτελεί τη βασική παράμετρο για την αξιολόγηση της καταλληλότητας ή όχι μιας περιοχής για υδατοκαλλιέργεια. Παράλληλα, η θερμοκρασία αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για τα εκτρεφόμενα είδη και σε συνδυασμό με την ηλικία, το μέγεθος, την υγιεινή κατάσταση, το γενετικό υλικό καθώς και άλλα στοιχεία, διαφοροποιεί κάθε φορά και τα όρια βέλτιστης ανάπτυξης, καθώς και τα όρια της ανθεκτικότητας στις μεταβολές θερμοκρασίας. Το βιολογικό θερμοκρασιακό εύρος της τσιπούρας κυμαίνεται από 4 °C έως 30 °C, ενώ η μέγιστη τιμή του ρυθμού αναπτύξεώς της παρατηρείται στους 22-24 °C και η αναπαραγωγική της δραστηριότητα ευνοείται στους 13-17 °C περίπου (Παπουτσόγλου, 2008; Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012).

1.4.2. Αλατότητα

Η αλατότητα είναι μέσο μέτρησης του ποσού των διαλυμένων στερεών που υπάρχουν στο νερό και συνήθως εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις χιλίοις (%).⁴ Η σημασία της για τις υδατοκαλλιέργειες βρίσκεται στον έλεγχο της οσμωτικής πίεσης, η οποία μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ιοντική ισορροπία των υδρόβιων ζώων. Τα όρια της αλατότητας του νερού στα οποία επιβιώνει η τσιπούρα μπορεί να φτάσουν μέχρι το επίπεδο του 40‰, ενώ η μέγιστη ανάπτυξή της παρατηρείται σε νερά αλατότητας από 28‰ έως 32‰ (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012).

1.4.2.1. Σχέση θερμοκρασίας και αλατότητας στην καλλιέργεια τσιπούρας

Όταν επιλέγουμε μια θέση για καλλιέργεια σε κλωβούς πρέπει να υπάρχουν οι βέλτιστες συνθήκες αλατότητας και θερμοκρασίας που απαιτεί ο οργανισμός, αφού ακόμα και μόλις έξω από αυτά τα βέλτιστα, η συμπεριφορά, η διατροφή, η μετατρεψιμότητα και η αύξηση μπορούν να επηρεαστούν δυσμενώς. Επομένως, συνθήκες κάτω από τις βέλτιστες μπορούν επίσης να συντελέσουν στο στρες, οδηγώντας σε αυξημένη ευαισθησία σε παρασιτικές μολύνσεις και σε μειωμένη αντίσταση σε ασθένειες. Ακόμη, ξαφνικές μεταβολές της θερμοκρασίας και της αλατότητας είναι συνήθως πιο επιβλαβείς από βαθμιαίες, εποχιακές αλλαγές, παρόλο που μερικά άτομα της τσιπούρας, είναι πιο ανεκτικά από άλλα. Για την επιλογή λοιπόν της κατάλληλης θέσης, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ποιες είναι οι συνθήκες θερμοκρασίας και αλατότητας που επικρατούν και σε ποιο βαθμό μεταβάλλονται. Συνεπώς, είναι απαραίτητες οι γνώσεις που αφορούν τους παράγοντες που ελέγχουν και επηρεάζουν την θερμοκρασία και την αλατότητα. Ακόμη, σε θαλάσσιες περιοχές οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας με την απόσταση και το βάθος, επηρεάζονται από την αλατότητα. Η αλατότητα του θαλάσσιου νερού ποικίλει μεταξύ περίπου 32 και 40‰, ενώ στα ανοικτά νερά καθορίζεται από την εξάτμιση και την βροχόπτωση (Ζαρκάδας, 1999).

1.4.3. Διαλυμένο Οξυγόνο

Το διαλυμένο οξυγόνο αποτελεί τον παράγοντα εκείνο που μπορεί να κατευθύνει ή να περιορίσει την ιχθυοτροφική αξιοποίηση (Παπουτσόγλου, 1992). Μια καλλιέργεια μπορεί να περιοριστεί όταν τα επίπεδα κορεσμού του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό κατέλθουν κάτω από το 70% (Ζαρκάδας, 1999). Οι απαιτήσεις της τσιπούρας σε οξυγόνο ποικίλουν ανάλογα με τα στάδια ζωής της, τους κληρονομικούς της παράγοντες, τις διατροφικές συνήθειες κ.ά. Καθώς στο φυσικό περιβάλλον το οξυγόνο βρίσκεται σχεδόν πάντα κοντά στο επίπεδο κορεσμού, σπανίως παρατηρούνται μαζικοί θάνατοι του είδους από πτώση του διαλυμένου οξυγόνου στο φυσικό περιβάλλον. Στην εκτροφή έχουν μετρηθεί συγκεντρώσεις οξυγόνου μέχρι 4 mg/lit χωρίς να παρουσιασθούν θάνατοι. Ωστόσο, σε δεξαμενές εκτροφής γεννητόρων δεν παρατηρούνται προβλήματα στις συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου, με το ελάχιστο ποσό αυτού να είναι γύρω στο 3 mg/lit, αλλά τα αυγά τα οποία λαμβάνονται δεν είναι

βιώσιμα. Το χαμηλότερο ποσοστό, όπου μπορούν να επωασθούν τα αυγά της τσιπούρας είναι 4,5 mg/lit και το υψηλότερο 8 mg/lit (Ζαρκάδας, 1999; Παπουτσόγλου, 2008).

1.4.3.1. Κατανάλωση οξυγόνου

Τα ψάρια απελευθερώνουν την χημικά αποθηκευμένη ενέργεια, για να κινηθούν, να τραφούν, να αυξηθούν και να αναπαραχθούν, κυρίως μέσω των διεργασιών του οξειδωτικού μεταβολισμού. Το ποσό του οξυγόνου που απαιτείται από ένα ψάρι για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ονομάζεται ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου (oxygen consumption rate). Ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου στα ψάρια εξαρτάται από τέσσερις κυρίως παράγοντες:

1. το βάρος του σώματος ,
2. το μέτρο της δραστηριότητας ,
3. τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και
4. την κατανάλωση τροφής.

Γενικά, τα μεγαλύτερα ψάρια χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες οξυγόνου. Όταν όμως συγκρίνουμε τις απαιτήσεις ανά μονάδα σωματικού βάρους, τότε τα μικρότερα ψάρια έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε οξυγόνο από τα μεγαλύτερα. Επιπλέον, οι απαιτήσεις αυξάνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας και την κατανάλωση τροφής. Ο ρυθμός της αναπνοής γίνεται υψηλότερος, αυξανόμενη της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, του επιπέδου δραστηριότητας και του επιπέδου στρες του ψαριού.

Μείωση της θερμοκρασίας του νερού έχει ως αποτέλεσμα ίση περίπου μείωση της θερμοκρασίας του σώματος (Κλαδάς, 2006). Επιπλέον υπάρχει μια βέλτιστη και μια ανώτατη (maximum) θερμοκρασία, όπου το κάθε ψάρι ζει και αναπτύσσεται. Στη βέλτιστη θερμοκρασία η κατανάλωση οξυγόνου είναι μεγάλη εξαιτίας του προκύπτοντος υψηλότερου ρυθμού σωματικής αύξησης και της αύξησης της κινητικής δραστηριότητας του ψαριού. Συνεχιζόμενη αύξηση της θερμοκρασίας, πάνω από τη

βέλτιστη τιμή της, προκαλεί στρες, με αποτέλεσμα πολύ μεγαλύτερη αύξηση της κατανάλωσης οξυγόνου. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι καταστάσεις στρες κινητοποιούν τα αμυντικά συστήματα του οργανισμού, τα οποία καταναλώνουν επίσης πολύ οξυγόνο. Όσον αφορά, τις περιπτώσεις εκφοβισμού ή ταλαιπωρίας των ψαριών (μεταφορές, διαλογές κτλ.), το παραγόμενο στρες αυξάνει σημαντικά τις ανάγκες του οργανισμού σε οξυγόνο, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Παπουτσόγλου, 1992; Ζαρκάδας, 1999; Κλαδάς, 2006).

Στον πίνακα που παρατίθεται στην συνέχεια, παρουσιάζονται συνοπτικά οι κύριες σχέσεις που αφορούν τον αναπνευστικό μεταβολισμό στην τσιπούρα (Πιν 2):

Πίνακας 2. Κατανάλωση οξυγόνου από ιχθύδια τσιπούρας σε διάφορα επίπεδα μεταβολισμού. W=Μέσο Ατομικό Βάρος σε g, T=θερμοκρασία σε °C. (Πηγή: Κλαδάς, 2006)

Συνθήκες Μεταβολισμού	Μέσο ατομικό βάρος (W σε g)	Θερμοκρασία (σε °C)	Κατανάλωση οξυγόνου (D.O. σε mgO ₂ /ώρα/ kg ζωντανού βάρους)
Συνθήκες μέσου ημερήσιου μεταβολισμού	1-550	14-22	$1,4142 \times T^{-2,1228} \times W^{-0,2818}$
		22-28	$300,81 \times 10^{0,0232T} \times W^{-0,2829}$
Νηστεία		10-26	$155,56 \times 10^{0,024T} \times W^{-0,2889}$
Έντονη κολύμβηση	40-550	14-28	$346,74 \times 10^{0,0263T} \times W^{-0,2479}$
Μετά το γεύμα			1,3xD.O. _{ημερήσια}
Σχέση D.O.-HΔT (Ημερήσια Δόση Τροφής)			80,9+(77,5xHΔT)

1.4.4. Θολερότητα – Αιωρούμενα Στερεά

Η θολερότητα του νερού προκαλείται από τα φερτά υλικά της γειτονικής εδαφικής περιοχής, της αποσάθρωσης των εδαφών, της αναμόχλευσης του πυθμένα, της ανεπαρκούς απομάκρυνσης των περιττωμάτων της εκτροφής, καθώς και από

απορρίπτει λυμάτων και αποβλήτων (Παπουτσόγλου, 1992). Άμεση επίδραση με σοβαρές βλάβες διαπιστώνεται σε ιχθυοκαλλιέργειες όπου υπάρχει πολύ φως. Γενικότερα, τα ψάρια αποφεύγουν τις περιοχές με μεγάλη ένταση φωτός. Τα στερεά υλικά σε αιώρηση στο νερό προξενούν βλάβες στα βράγχια των ψαριών και ίσως το θάνατο, εάν υπερβούν τα 30mg/lit. Συνήθως, όταν αυξάνονται τα αιωρούμενα στερεά, δημιουργούνται συνθήκες έλλειψης οξυγόνου και αύξησης της συγκέντρωσης των αμμωνιακών, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ασθενειών (Beveridge, 1984). Επιπροσθέτως, οι πιθανές βλάβες στους υδρόβιους οργανισμούς λόγω της θολερότητας προκαλούνται και από την προέλευση και τις φυσικοχημικές ιδιότητες των στερεών, καθώς πολλά από αυτά είναι τοξικά. Ειδικότερα, η θολερότητα μπορεί να δημιουργήσει συνέπειες στην παθολογία της τσιπούρας. Ωστόσο, η τσιπούρα δεν φαίνεται να προτιμά τα ταραγμένα και θολά νερά των εκβολών των ποταμών ή των παράκτιων περιοχών κατά τις θαλασσοταραχές. Η συχνότητα εμφάνισης του είδους σε αυτές τις περιοχές συνδέεται με την εποχή της έντονης τροφοληψίας της (Παπουτσόγλου, 1992; Ζαρκάδας, 1999).

1.4.5. pH νερού

Το pH είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για τους ιχθυοκαλλιεργητές, επειδή ακραίες τιμές του pH μπορούν να βλάψουν απευθείας την επιφάνεια των βραγχίων, οδηγώντας τα ψάρια σε θάνατο. Παράλληλα, επιδρά στην τοξικότητα πολλών κοινών ρυπαντών (αμμωνία). Το ιδανικό pH για τα περισσότερα είδη όπως και στην τσιπούρα κυμαίνεται μεταξύ 6,5 και 8,5. Παρακάτω, παρατίθεται ο πίνακας (Πιν. 3) με τις τιμές του pH και τις επιδράσεις που έχει κάθε μία στις φυσιολογικές λειτουργίες της τσιπούρας και γενικότερα των ψαριών (Ζαρκάδας, 1999).

Πίνακας 3. Επιδράσεις διάφορων τιμών του pH του νερού στις διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες των ψαριών. (Πηγή: Ζαρκάδας, 1999)

ΤΙΜΗ pH	ΕΠΙΔΡΑΣΗ
---------	----------

4,0-4,5	Στην διακύμανση αυτή του pH βρίσκεται το κατώτερο όριο θανάτου των ατόμων της τσιπούρας.
4,5-5,0	Σε αυτές της τιμές του pH πιθανόν να βλάπτονται τα αυγά και τα ιχθύδια της τσιπούρας.
5,0-6,0	Σε αυτό το pH οι συνθήκες είναι επιβλαβείς για την ανάπτυξη των ατόμων της τσιπούρας, ενώ παρατηρείται μείωση της τροφοληψίας και θάνατοι.
6,0-6,5	Παρατηρούνται χαμηλοί ρυθμοί ανάπτυξης στα άτομα της τσιπούρας, αλλά όχι και θάνατοι.
6,5-8,5	Η βέλτιστη τιμή pH για την ανάπτυξης της τσιπούρας.
> 8,5	Σε τιμές μεγαλύτερες του 8,5 υπάρχει αύξηση των θνησιμοτήτων, λόγω αυξημένου pH.
11,0-11,5	Αυτή η τιμή του pH αντιπροσωπεύει το ανώτερο όριο θανάτου για όλα τα άτομα της τσιπούρας, ανεξαρτήτων μεγέθους, ηλικίας και περιόδου εγκλιματισμού

1.4.6. Άζωτο

Το άζωτο των νιτρικών αλάτων έχει πολύ χαμηλή τοξικότητα ακόμα και σε επίπεδα 100 mg/lit, γιατί δεν μπορεί να συσσωρευτεί, αφού η μαζική παραγωγή φυτοπλαγκτού εμποδίζει τους βιοχημικούς μηχανισμούς της νιτροποίησης που είναι υπεύθυνοι για τα προβλήματα τοξικότητας. Στην καλλιέργεια τσιπούρας σε δεξαμενές, βρέθηκε ότι το άζωτο σε διαλυμένη μορφή ανέρχεται στο 60%, σε σωματιδιακή στο 10%, ενώ ένα ποσοστό της τάξης του 30% ενσωματώνεται στη σάρκα του παραγόμενου ψαριού. Συνήθως στις καλλιέργειες σε κλωβούς, ο διαλυμένος τύπος του αζώτου συνεισφέρει ως θρεπτικό συστατικό για το φυτοπλαγκτόν της περιοχής. Η σημασία του αζώτου στην καλλιέργεια της τσιπούρας παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 4):

Πίνακας 4. Περιεχόμενο Αζώτου στην εκτροφή τσιπούρας. (Πηγή: Ζαρκάδας, 1999)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΑΖΩΤΟΥ (%)

	Παρεχόμενη τροφή	Ενσωμάτωση στο ψάρι	Διαλυμένη μορφή	Σωματιδιακή μορφή	Συνολική απώλεια στο περιβάλλον
Τσιπούρα	100	26-30	14-66	7-59	70-74

1.4.7. Αμμωνία

Η περιεκτικότητα του νερού σε αμμωνία θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για την αξιολόγηση θαλάσσιων περιοχών και αυτό, όχι μόνο γιατί θεωρείται και είναι έντονα τοξική για τους υδρόβιους οργανισμούς, αλλά και γιατί η παρουσία της ένωσης αυτής στις διάφορες υδατοσυλλογές είναι σήμερα πολύ συχνή και εύκολη. Επιπλέον, τα περιττώματα, οι απεκκρίσεις και οι απώλειες τροφής από μια ιχθυοκαλλιέργεια, είναι πιθανό να δημιουργήσουν τοξικές συνθήκες. Έτσι, η αμμωνία γίνεται τοξική ανάλογα με τη θερμοκρασία και το pH του νερού. Παρ' όλο που τα θαλασσινά νερά έχουν πολύ καλή ρυθμιστική ικανότητα, φαινόμενα τοξικότητας από την παρουσία αμμωνίας εμφανίζονται όταν υπάρχει μεγάλη πυκνότητα στην εκτροφή των ζώων, ανεπαρκή κυκλοφορία του νερού, υψηλές θερμοκρασίες, ρυπασμένα νερά κ.ά. Η αμμωνία είναι έντονα τοξική ουσία για τους υδρόβιους οργανισμούς και ιδιαίτερα για τα ψάρια ενώ τα ιόντα του αμμωνίου είναι ακίνδυνα. Για την επίλυση της αμμωνίας στα νερά, ο εξαερισμός αποτελεί μια καλή μέθοδο ⁵ (Ζαρκάδας, 1999).

1.4.8. Φώσφορος

Όσον αφορά τον φώσφορο, ανάλογα με τον τύπο εκτροφής, οι απώλειες προς το περιβάλλον ποικίλουν. Από τους κλωβούς οι απώλειες ανέρχονται μεταξύ 49-70% στη σωματιδιακή του μορφή. Από την άλλη, σε εκτροφές χερσαίων εγκαταστάσεων αναφέρεται ότι οι απώλειες σε φώσφορο προς το περιβάλλον είναι 68-87%, από τα οποία 45,6-60,9% αφορούν τη διαλυμένη μορφή του και το 22,4-26,1% τη σωματιδιακή (Ζαρκάδας, 1999). Συμπερασματικά, σε όλες σχεδόν τις ιχθυοκαλλιέργειες ο φώσφορος που παρέχεται με την τροφή και ενσωματώνεται στο παραγόμενο ψάρι είναι γύρω στο

13-32% (Ketola, 1982). Στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 5) απεικονίζεται η σημασία του φωσφόρου στην καλλιέργεια της τσιπούρας.

Πίνακας 5. Περιεχόμενο Φωσφόρου στην εκτροφή τσιπούρας. (Πηγή: Ζαρκάδας, 1999)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΦΩΣΦΟΡΟΥ (%)					
	Παρεχόμενη τροφή	Ενσωμάτωση στο ψάρι	Διαλυμένη μορφή	Σωματιδιακή μορφή	Συνολική απώλεια στο περιβάλλον
Τσιπούρα	100	19-21	19,4-21	59-62	79-81

1.5. Εκτροφή

Παραδοσιακά, οι τσιπούρες εκτρέφονταν εκτεταμένα στις παράκτιες λιμνοθάλασσες και τις υφάλμυρες τεχνητές λίμνες της βόρειας Ιταλίας («*vallicoltura*») και της νότιας Ισπανίας («*esteros*»). Κατά τη δεκαετία του '80, εκτράφηκαν με επιτυχία σε συνθήκες αιχμαλωσίας και αναπτύχθηκαν εντατικά συστήματα εκτροφής (ιδίως θαλάσσιοι ιχθυοκλωβοί). Έκτοτε, το είδος αυτό έχει καταστεί ένα από τα κύρια εκτρεφόμενα είδη της ευρωπαϊκής υδατοκαλλιέργειας. Αρχικά, η εκτροφή αφορούσε κυρίως την αιχμαλωσία νεαρών ψαριών αλλά τώρα το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής τσιπούρας προέρχεται από νεαρά ψάρια που παράγονται σε τεχνολογικά εξελιγμένα εκκολαπτήρια, τα οποία απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό. Ο ερμαφροδιτισμός τους καθιστά απαραίτητη την ορθή διαχείριση των γεννητόρων. Τα ενήλικα ψάρια προετοιμάζονται για ωτοκία ελέγχοντας την έκθεσή τους στο φως του ήλιου (φωτοπερίοδος) και τη θερμοκρασία. Το αρσενικό γονιμοποιεί τα αυγά του θηλυκού, τα οποία επιπλέουν στην επιφάνεια της θάλασσας. Εν συνεχεία αυτά συλλέγονται και μεταφέρονται σε δεξαμενές επώασης, όπου εκκολάπτονται 48 ώρες αργότερα. Μετά από τρεις ή τέσσερις ημέρες, οι γόνιμοι έχουν απορροφήσει το λεκιθικό σάκο τους και μπορούν να αρχίσουν να σιτίζονται, πρώτα με δίαιτα από μικροσκοπικά φύκια και ζωοπλαγκτόν, μετά με *Artemia* και τέλος με αδρανή τροφή πλούσια σε

πρωτεΐνες. Στις παράκτιες λιμνοθάλασσες, πλεονέκτημα αποτελεί η δυνατότητα πολυκαλλιέργειας του είδους μαζί με κεφάλους, λαβράκια και χέλια (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2010). Είτε τρέφονται φυσικά στο πλαίσιο εκτατικών συστημάτων είτε, στην περίπτωση ημιεκτατικών συστημάτων, η διαθέσιμη φυσική τροφή συμπληρώνεται με πρόσθετη ζωοτροφή. Στα εντατικά συστήματα, οι τσιπούρες παχύνονται με εμπορικούς σβώλους σε χερσαίες δεξαμενές ή, σε ένα μεγάλο μέρος της παραγωγής τους σε θαλάσσιους κλωβούς. Κατά μέσο όρο, οι τσιπούρες φτάνουν σε εμπορεύσιμο μέγεθος μετά από ενάμιση έτος (Παπουτσόγλου, 1997; Κλαουδάτος & Παπαϊωάννου, 2005; Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012; Βουλτσιάδου κ.ά, 2015).

Τέλος, η τσιπούρα, σε αντίθεση με το λαβράκι είναι περισσότερο «ενδιαφέρον» ψάρι στις εκτατικές καθώς και ημιεντατικές καλλιέργειες για τους εξής λόγους:

- α) εκμεταλλεύεται τη φυσική παραγωγή της λεκάνης σε βενθικούς ασπόνδυλους οργανισμούς,
- β) έχει πολύ καλή τιμή στην αγορά,
- γ) καλλιεργείται με επιτυχία σε συστήματα πολυκαλλιέργειών εντατικής, ημιεντατικής ή εκτατικής με άλλα είδη (π.χ. κέφαλος, μυτάκι).

1.5.1. Εκτατική εκτροφή σε λιμνοθάλασσες

Η τσιπούρα είναι ένα από τα δύο εκτρεφόμενα είδη της ελληνικής ιχθυοκαλλιέργειας μαζί με το λαβράκι. Ο εκτατικός τύπος εκτροφής χαρακτηρίζεται από τα πολλά είδη (πολυκαλλιέργεια), τη χαμηλή ιχθυοπυκνότητα (0,03 – 1 τον/ha) και τη μη χορήγηση τροφής. Η ανθρώπινη παρέμβαση είναι μικρή, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις καθοριστική. Εφαρμόζεται σε μεγάλες ή μικρές φυσικές ή τεχνητές υδατοσυλλογές, σε «υποβαθμισμένα» υδάτινα οικοσυστήματα ή σε περιοχές που υπάρχει μεγάλη χερσαία έκταση και μικρή διαθέσιμη παροχή νερού. Οι εκτροφές στις λιμνοθάλασσες του Μεσολογγίου, των ιταλικών «*valicoltura*» και των αιγυπτιακών

«*hoshu*», παρήγαγαν για αιώνες τσιπούρες ανάμεσα στα άλλα εκτρεφόμενα ψάρια. (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012)

Η τσιπούρα, εκτρέφεται εκτατικά για τους εξής λόγους:

- A) για την μεγάλη εμπορική της αξία,
- B) την προσαρμοστικότητα σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες και τέλος,
- Γ) λόγω της διατροφής της με προϊόντα που βρίσκονται σχετικά χαμηλά στην κλίμακα της τροφικής αλυσίδας.

Ωστόσο, η ελληνική παραγωγή από τη συλλεκτική αλιεία και τις λιμνοθάλασσες τη δεκαετία του 1980 δεν υπερέβαινε τους 400 τόνους (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012). Στα μέσα όμως της δεκαετίας αυτής, άρχισε η προσπάθεια εντατικής εκτροφής της τσιπούρας, για να εξελιχθεί σήμερα στο κυρίαρχο εκτρεφόμενο είδος με παραγωγή πάνω από 100.000 τόνους σε ετήσια βάση (FAO, 2016).

1.5.2. Εντατική εκτροφή σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς ή χερσαίες δεξαμενές

Ο εντατικός τύπος εκτροφής χαρακτηρίζεται από υψηλή ιχθυοπυκνότητα (30 – 100 τον/ha¹), υποχρεωτική χορήγηση τροφής, πλήρη και ελεγχόμενη υποδομή (λεκάνες εκτροφής, δεξαμενές εκκολαπτηρίου, τμήματα υποστήριξης της παραγωγής) και ορμονική παρέμβαση για την επίτευξη της γενετικής ωριμότητας. Ιδιαίτερα στην τσιπούρα, πέραν της ορμονικής αγωγής επιτυγχάνεται και με έλεγχο της φωτοπεριόδου (ρύθμιση της έντασης και διάρκειας του φωτός) και της θερμοκρασίας. Η εντατική εκτροφή της τσιπούρας ξεκινά από τη δημιουργία και τη διατήρηση των συνόλων των γεννητόρων στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς (Κλαουδάτος & Apostolopoulos, 1986), καθώς κάθε ιχθυογεννητικός σταθμός οφείλει να διαθέτει το δικό του σύνολο γεννητόρων και να γνωρίζει την ποιότητα των παραγόμενων αυγών. Κατά την διάρκεια λοιπόν της λεκιθογένεσης, η οποία αρχίζει δύο με τρεις μήνες πριν από την ωοτοκία, είναι υποχρεωτική η προσφορά τροφών πλούσιων σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, διότι

¹ 1 ha=10.000 m²

διαφορετικά η ποιότητα της λεκίθου θα είναι υποβαθμισμένη και η ανάπτυξη των ψαριών «προβληματική». Σημαντική λειτουργία κάθε ιχθυογεννητικού σταθμού, είναι να μην αρκείται σε ένα και μοναδικό σύνολο γεννητόρων, αλλά να δημιουργεί και να διατηρεί και άλλα τα οποία υποβάλλονται σε φωτοπεριοδικό έλεγχο της έντασης και διάρκειας του φωτός, στην κατάλληλη θερμοκρασία και με την ενδεδειγμένη δίαιτα. (Παπουτσόγλου, 1997; Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012)

Τέλος, η εντατική εκτροφή έχει ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι της εκτατικής, τα οποία είναι τα εξής:

A) η εύκολη προσαρμογή σε αιχμαλωσία,

B) η γρήγορη ανάπτυξη,

Γ) η ανθεκτικότητα στις μεταβολές της ποιότητας του νερού και τέλος,

Δ) η εξαιρετική ποιότητα του φιλέτου, ιδιότητες στις οποίες οφείλεται το μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον και η επιλογή της για εντατική εκτροφή (Κλαουδάτος & Apostolopoulos, 1986).

1.5.3. Έλεγχος εκτροφής

Για την επιτυχή εξέλιξη της εκτροφής είναι εντελώς απαραίτητο ο ιχθυοκαλιεργητής να γνωρίζει (Παπουτσόγλου, 1997; Κλαουδάτος & Παπαϊωάννου, 2005; Χώτος & Ρογδάκης, 2010):

A) τον ακριβή αριθμό των εκτρεφόμενων πληθυσμών σε κάθε φάση της εκτροφής,

B) τα χαρακτηριστικά των ψαριών (είδος, μήκος, βάρος, ηλικία),

Γ) το ρυθμό εφοδιασμού της μονάδας σε ιχθυοτροφές και εξοπλισμό.

Παράλληλα, θα πρέπει να πραγματοποιούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, έλεγχοι και υπολογισμοί, οι οποίοι καταγράφονται στο ημερολόγιο της μονάδας, το οποίο περιέχει τα εξής:

- A) αριθμό ψαριών ανά κλωβό,
- B) αριθμό νεκρών ψαριών ανά ημέρα και προσδιορισμό αιτίας θνησιμότητας,
- Γ) ημερήσια θερμοκρασία νερού,
- Δ) μέσο ατομικό βάρος και μήκος ψαριών,
- Ε) τύπο και ποσότητα χορηγούμενης τροφής ημερησίως,
- Ζ) θεραπευτικές αγωγές που εφαρμόζονται,
- Η) λοιπές παρατηρήσεις, όπως αλλαγές δικτύων, αραιώσεις – μεταφορές και άλλα συμβάντα.

1.6. Παραγωγή και εμπόριο

Οι περισσότερες τσιπούρες προέρχονται από υδατοκαλλιέργειες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η μεγαλύτερη παραγωγός παγκοσμίως και ακολουθεί σε μεγάλη απόσταση η Τουρκία. Εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ελλάδα είναι η μεγαλύτερη παραγωγός και έπεται η Ισπανία. Το εμπόριο μεταξύ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τρίτων χωρών είναι πολύ περιορισμένο. Από την άλλη πλευρά, το ενδοκοινοτικό εμπόριο είναι σημαντικό, με την Ελλάδα να πραγματοποιεί τις μεγαλύτερες εξαγωγές προς την Ιταλία, την Πορτογαλία, τη Γαλλία και την Ισπανία.⁷

1.6.1. Διερεύνηση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής τσιπούρας

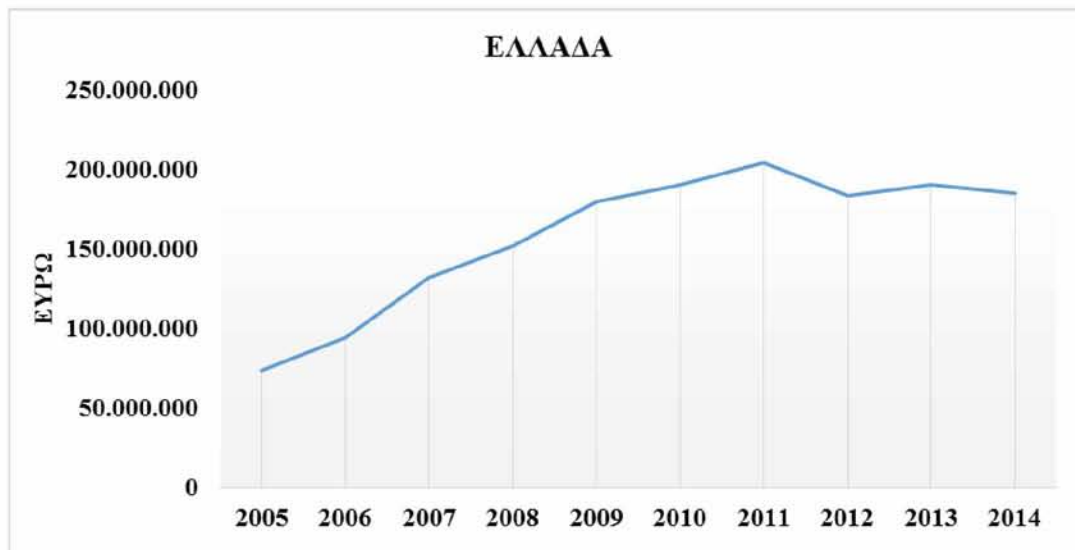
Σύμφωνα με έρευνες, το μεγαλύτερο μερίδιο των ελληνικών εξαγωγών τσιπούρας το κατέχει η αγορά της Ιταλίας, με 84.446 χιλιάδες ευρώ και μερίδιο αγοράς 45,45%, ακολουθούμενη από την Γαλλία με 24.950 χιλιάδες ευρώ και μερίδιο αγοράς 13,42%. Η αγορά της Πορτογαλίας βρίσκεται στην τρίτη θέση με αξία συναλλαγών 16.119 χιλιάδες ευρώ και ποσοστό 8,67%. Στην τέταρτη θέση βρίσκεται η Ισπανία με αύξηση στις εισαγωγές της από το 2012, που είχαν σημειώσει σημαντική πτώση από

τις 25.511 χιλιάδες ευρώ το 2011 σε μόλις 3.647, στις 12.339 χιλιάδες ευρώ και μερίδιο αγοράς 6,64%. Τέλος στην πέμπτη θέση βρίσκεται η αγορά της Γερμανίας, με αυξομειώσεις στις εισαγωγές τις την τελευταία 5ετία, με μερίδιο αγοράς 2,8% και αξία συναλλαγών στις 5.145 χιλιάδες ευρώ για το έτος 2014.

Πίνακας 6. Κυριότερες εισαγωγικές χώρες ελληνικής τσιπούρας. (Πηγή: Κοντογιάννης, 2016, FAO, 2011)

	2010	2011	2012	2013	2014
ΙΤΑΛΙΑ	73.365.020	86.106.034	79.111.583	81.268.886	84.466.384
ΓΑΛΛΙΑ	20.213.976	23.457.878	22.280.430	23.643.920	24.950.425
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	7.606.661	7.711.711	10.016.407	17.095.262	16.119.628
ΙΣΠΑΝΙΑ	29.210.718	25.511.313	3.647.637	12.979.506	12.339.591
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	4.430.634	4.242.924	7.231.633	7.710.580	5.145.339
Ε.Ε.-28	190.854.669	204.774.502	184.140.135	190.828.347	185.828.697

Στο παρακάτω σχήμα (Σχ. 1) παρουσιάζονται οι εξαγωγές της Ελλάδας στην αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα έτη 2005 έως 2014.



Σχήμα 1: Εξαγωγές της Ελλάδας στην αγορά της Ε.Ε.-28 σε τσιπούρα. (Πηγή: FAO, 2016)

1.7. Σκοπός

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία ενός μοντέλου ανάπτυξης της τσιπούρας (*Sparus aurata*), που θα οδηγήσει στη βέλτιστη εκτρεφόμενη παραγωγή ψαριών. Στην παρούσα πτυχιακή, χρησιμοποιούμε δεδομένα από τη σχετική βιβλιογραφία, για να προσομοιώσουμε την πιθανή βέλτιστη πορεία ανάπτυξης της εκτρεφόμενης τσιπούρας. Παρ' όλο που η μεθοδολογία που ακολουθείται δεν περιλαμβάνει ένα σαφώς καθορισμένο μαθηματικό/στατιστικό μοντέλο, στηρίζεται σε μοντέλα και υπολογισμούς που αναφέρονται στη σχετική βιβλιογραφία. Κατά συνέπεια, η ορολογία "μοντέλο" που ακολουθεί πρέπει να ληφθεί υπόψη με την παραπάνω έννοια.

Οι επιμέρους στόχοι της ερευνητικής αυτής μελέτης διαμορφώνονται ως εξής:

- A) Εντοπισμός των βασικών παραμέτρων σε κάθε στάδιο ανάπτυξης του είδους, που οδηγούν στη βέλτιστη εκτρεφόμενη παραγωγή,
- B) Ανάλυση και σύγκριση των παραπάνω παραμέτρων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν οι βέλτιστες τιμές αυτών, έτσι ώστε να προκύψει ένα άριστο μοντέλο εκτροφής.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την παρούσα εργασία λήφθηκαν υπόψη ορισμένες παράμετροι, οι οποίες χαρακτηρίζουν πλήρως τα διάφορα στάδια εκτροφής της τσιπούρας και είναι πολύ σημαντικές για την δημιουργία ενός μοντέλου ανάπτυξης. Οι προαναφερθείσες παράμετροι επεξηγούνται ως εξής ακολούθως: [01] Εμπορική ονομασία, [02] Επιστημονική ονομασία, [03] Διάρκεια εκτροφής / ημέρες εκτροφής για 1ο, 2ο, 3ο στάδιο ανάπτυξης. Όσον αφορά την διάρκεια εκτροφής [03] των σταδίων ανάπτυξης της τσιπούρας και πιο συγκεκριμένα το στάδιο της προπάχυνσης, στην παρούσα μελέτη έχει θεωρηθεί ότι διαρκεί από 2 έως 80 gr και κατηγοριοποιείται σε Φάση Α (2-20 gr) και Φάση Β (20-80 gr) (Χώτος & Ρογδάκης, 2010). Ωστόσο, στις σημερινές ιχθυοκαλλιέργειες, το στάδιο της προπάχυνσης, διαρκεί από την εκκόλαση του ψαριού έως και τα 5 gr (40-50 ημέρες). Μετά την επίτευξη αυτού του βάρους, τα ψάρια τοποθετούνται σε θαλάσσιους κλωβούς πάχυνσης (προσωπική επικοινωνία με τον κ. Καραπαναγιωτίδη). [04] Είδος τροφής για το 1ο, 2ο, 3ο στάδιο εκτροφής, [05] Άνω όριο ιδανικής θερμοκρασίας εκτροφής, [06] Κάτω όριο ιδανικής θερμοκρασίας εκτροφής, [07] Άνω όριο θερμοκρασίας επιβίωσης, [08] Κάτω όριο θερμοκρασίας επιβίωσης, [09] Ιδανική θερμοκρασία αναπαραγωγής, [10] Άνω όριο pH ιδανικής εκτροφής, [11] Κάτω όριο pH ιδανικής εκτροφής, [12] Ανώτατο όριο αλατότητας ιδανικής εκτροφής, [13] Κατώτατο όριο αλατότητας ιδανικής εκτροφής, [14] Ανώτατο όριο διαλυμένου οξυγόνου ιδανικής εκτροφής, [15] Κατώτατο όριο διαλυμένου οξυγόνου ιδανικής εκτροφής, [16] Κατώτατο όριο διαλυμένου οξυγόνου επιβίωσης, [17] Συχνότητα εκτροφής, [18] Πυκνότητα εκτροφής, [19] Φωτοπερίοδος και τέλος, [20] Ανανέωση νερού εκτροφής.

Πίνακας 7. Χαρακτηριστικά και παράμετροι που διαμορφώνουν την εκτροφή της τσιπούρας.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΠΡΟΠΑΧΥΝΣΗ	ΠΑΧΥΝΣΗ	ΓΕΝΝΗΤΟΡΕΣ
[01]	Τσιπούρα/Sea bream		
[02]	<i>Sparus aurata</i>		

[03]	1 έως 5 gr → 2-3 μήνες 5 έως 80 gr → 5 μήνες	~8-12 μήνες	~12-24 μήνες (μπορεί και περισσότερα χρόνια, ανάλογα με τον εκάστοτε τύπο εκτροφής / αρσενικά: 4-7 ετών, θηλυκά 2-5 ετών)
[04]			
1^η υποπερίοδος	Τροχόζωα S:25‰ (min 18‰ – max 30‰) T:28°C (min 23°C – max 30°C)	Σύμπληκτα (ιχθυάλευρα- ιχθυέλαια) Π: 45-55% Λ: 14-18% ΥΔΑΤ: 15-18% ΥΓΡΑΣΙΑ: 10% *βιτ C, απαραίτητη	Π: 46-48% Λ: 16-18% ΥΔΑΤ: 14-20% ΥΓΡΑΣΙΑ: 9-10%
2^η υποπερίοδος *(αποφυγή φυτικής προέλευσης ελαίων, καθώς ↓ DHA & EPA, προκαλείται δυσλειτουργία του ηπατικού ιστού)	Ναύπλιοι των Artemia spp. S:25‰ (min 18‰ – max 30‰) T:28°C (min 23°C – max 30°C)		
3^η υποπερίοδος (συνθετική, ξηρή τροφή) Π: 50-56% Λ: 9-15% ΥΔΑΤ: 15% ΥΓΡΑΣΙΑ: 10%	Λεπτόκοκκα σύμπληκτα κοινά ή εξωθήσεως S:25‰ (min 18‰ – max 32‰) T:19°C (min 18°C – max 20°C)		
[05]	28°C (24°C) (Παπουτσόγλου, 2008)	26°C (24°C) (Παπουτσόγλου, 2008)	24°C (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012)
[06]	19°C (Παπουτσόγλου, 2008)	22°C (Παπουτσόγλου, 2008)	20°C (Χώτος & Ρογδάκης, 2010) 15°C (Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012)
[07]	26-28°C (Παπουτσόγλου, 2008)		
[08]	11-15°C (Παπουτσόγλου, 2008)		
[09]	13-17°C (Παπουτσόγλου, 2008; Κλαουδάτος & Κλαουδάτος, 2012)		

[10]	8,5 (Ζαρκάδας, 1999; Παπουτσόγλου, 2008)		
[11]	7 (Ζαρκάδας, 1999; Παπουτσόγλου, 2008)		
[12]	40‰ (Παπουτσόγλου, 2008)		
[13]	25‰ (Παπουτσόγλου, 2008)		
[14]	8 mg/l (Παπουτσόγλου, 2008)		
[15]	4,5 mg/l (Παπουτσόγλου, 2008)		
[16]	>4,5 mg/l	>4,5 mg/l	>4,5 mg/l (Παπουτσόγλου, 2008)
[17]	Ανάλογα με τον τύπο εκτροφής		
[18]	250-350 ιχθύδια/m ³ (Φάση Α) 100-120 ιχθύδια/m ³ (Φάση Β) (Χώτος & Ρογδάκης, 2010)	45-60 ιχθύδια/m ³ (Χώτος & Ρογδάκης, 2010)	2-5 kg/m ³ (Χώτος & Ρογδάκης, 2010)
[19]	12L:12D	Φυσική	12L:12D (Παπουτσόγλου, 2008), (Χώτος & Ρογδάκης, 2010)
[20]	Ρυθμιζόμενη ανάλογα με τη βιομάζα και τη θερμοκρασία νερού σε 50-250% /h (Χώτος & Ρογδάκης, 2010)		

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για να ολοκληρωθεί ένα μοντέλο ανάπτυξης ενός εκτρεφόμενου είδους, πέρα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά που θα πρέπει να είναι γνωστά, για να μπορέσει να λειτουργήσει σωστά το μοντέλο θα πρέπει να υπάρχει πίνακας θερμοκρασίας – βάρους, ώστε να μπορούμε να παίρνουμε το ποσοστό ημερήσιας ποσότητας παρεχόμενης τροφής για να γίνεται στην συνέχεια η παραγγελία των ιχθυοτροφών. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να γίνονται κάποιοι υπολογισμοί, οι οποίοι θα μας βοηθήσουν στην επίτευξη ενός άριστου μοντέλου ανάπτυξης. Για την επεξεργασία αυτών χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα Excel.

3.1. Δεδομένα τσιπούρας για την δημιουργία μοντέλου σχετικά με το κάθε στάδιο ανάπτυξης

Παρακάτω, παρατίθενται κατά σειρά τα βήματα και οι υπολογισμοί που πρέπει να πραγματοποιούνται σε κάθε στάδιο ανάπτυξης για την λειτουργία ενός σωστού μοντέλου ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, ο Πίνακας 9 αποτελεί το πρώτο βήμα στην επίλυση των δεδομένων όπου γίνεται διαχωρισμός των φάσεων της εκτροφής ανάλογα με την θερμοκρασία και παρουσιάζεται μία ελάχιστη και μία μέγιστη τιμή.

Πίνακας 9. Μέτρηση θερμοκρασίας νερού.

Προπάχυνση	19-28 °C
Πάχυνση	22-26 °C
Γεννήτορες	20-24 °C

Ο παρακάτω πίνακας (Πιν. 10) αποτελεί το δεύτερο βήμα και παρουσιάζει τον αριθμό των ατόμων των ψαριών μέσα στην εκάστοτε δεξαμενή ανάλογα με την φάση εκτροφής, δεδομένου του όγκου δεξαμενής, της πυκνότητας εκτροφής και του αναμενόμενου ποσοστού επιβίωσης.

Για το στάδιο της προπάχυνσης έγινε κατηγοριοποίηση του σταδίου εκτροφής σε Φάση Α και σε Φάση Β διότι, μετά την απόκτηση ενός μέσου ατομικού βάρους 15-20 γραμμαρίων, αρχίζουν οι αραιώσεις και συμβαίνει τουλάχιστον μία διαλογή μεγέθους. Στη Φάση Α συγκαταλέχθηκαν τα άτομα με βάρος από 2 έως 20 γραμμάρια, ενώ στη Φάση Β τα άτομα με βάρος από 20 έως 80 γραμμάρια. Όσον αφορά τη Φάση Α, η πυκνότητα εκτροφής (P) είναι 250-350 ιχθύδια/m³ (Χώτος & Ρογδάκης, 2010), οι δεξαμενές εκτροφής έχουν όγκο (V) μέχρι 50m³ και το ποσοστό αναμενόμενης επιβίωσης (ΠΕ) είναι 85-90%. Αντίστοιχα, στη Φάση Β η πυκνότητα εκτροφής είναι 100-120 ιχθύδια/m³, οι δεξαμενές εκτροφής έχουν όγκο μέχρι 50m³ και το ποσοστό αναμενόμενης επιβίωσης είναι 85-90%. Για τον υπολογισμό του αρχικού συνολικού βάρους των ατόμων στη δεξαμενή, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $BM_a = \Psi_a \times B_a$ όπου BM_a είναι το συνολικό αρχικό βάρος, Ψ_a η αρχική βιομάζα και B_a το αρχικό βάρος το οποίο έχουν τα ψάρια όταν εισέρχονται σε αυτό το στάδιο εκτροφής. Για τον υπολογισμό του τελικού συνολικού βάρους των ατόμων στη δεξαμενή, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $BM_t = \Psi_t \times B_t$ όπου αντίστοιχα, BM_t είναι το συνολικό τελικό βάρος, Ψ_t η τελική βιομάζα και B_t το ατομικό τελικό βάρος το οποίο έχουν τα ψάρια όταν εξέρχονται από αυτό το στάδιο εκτροφής. Στην τελική βιομάζα συνυπολογίζεται και το ποσοστό θνησιμότητας των ψαριών στο πέρας του σταδίου εκτροφής.

Για το στάδιο της πάχυνσης στο οποίο τα ψάρια ζυγίζουν από 80 έως 350 γραμμάρια, η πυκνότητα εκτροφής είναι 45-60 ιχθύδια/m³ (Χώτος & Ρογδάκης, 2010), οι δεξαμενές εκτροφής έχουν όγκο μέχρι 100-250m³, ωστόσο στην παρούσα μελέτη οι πράξεις έγιναν για δεξαμενή όγκου 175m³ και το ποσοστό αναμενόμενης επιβίωσης είναι 90-95%. Για τον υπολογισμό του αρχικού και τελικού συνολικού βάρους ψαριών χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι τύποι όπως και προηγουμένως.

Για το στάδιο των γεννητόρων στο οποίο τα ψάρια ζυγίζουν από 350-450 γραμμάρια, η πυκνότητα εκτροφής είναι 2-5kg/m³ (Χώτος & Ρογδάκης, 2010) ωστόσο σε αυτό το στάδιο (με μέση τιμή 3kg/m³), η διαχείριση των 3.055 κιλών ψαριών που προκύπτει από το προηγούμενο στάδιο (Πάχυνση) θα απαιτήσει όγκο 1.000m³. Το αναμενόμενο ποσοστό επιβίωσης σε αυτό το στάδιο μπορεί να φτάσει και το 99%. Για τον υπολογισμό του αρχικού και τελικού συνολικού βάρους ψαριών χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι τύποι όπως και προηγουμένως.

Πίνακας 10. Μέτρηση ψαριών στη δεξαμενή.

Προπάχυνση:
Φύση Α (2-20 gr). P=250-350 ιχθ/m ³ , V=50m ³ , ΠΕ=85-90%
Ψα=15.000 ψάρια BMα = Ψα x Βα = 15.000 x 2 = 30000 γραμμάρια → BMα = 30 κιλά.
Ψτ=13.500 ψάρια (είχαμε και θνησιμότητα 1.500 ψάρια). BMτ = Ψτ x Βτ = 13.500 x 20 = 270.000 γραμμάρια → BMτ = 270 κιλά.
Φύση Β (20-80 gr). P=100-120 ιχθύδια/m ³ , V=50m ³ , ΠΕ=85-90%
Ψα=5.500 ψάρια BMα = Ψα x Βα = 5.500 x 20 = 110.000 γραμμάρια → BMα = 110 κιλά.
Ψτ=4.950 ψάρια (είχαμε και θνησιμότητα 550 ψάρια). BMτ = Ψτ x Βτ = 4.950 x 80 = 396.000 γραμμάρια → BMτ = 396 κιλά.
Πάχυνση: (80-350 gr). P=45-60 άτομα/m ³ , V=175 m ³ , ΠΕ=90-95%
Ψα=9.188 ψάρια BMα = Ψα x Βα = 9.750 x 80 = 735.000 γραμμάρια → BMα = 735 κιλά.
Ψτ=8.729 ψάρια (είχαμε και θνησιμότητα 459 ψάρια). BMτ = Ψτ x Βτ = 8.729 x 350 = 3.055.150 γραμμάρια → BMτ = 3.055 κιλά.
Γεννήτορες: (350-450 gr). P=3kg/m ³ , V=20m ³ (x50), ΠΕ=99%
Συνολική αρχική βιομάζα και για τις 50 δεξαμενές: 3.055 κιλά ψαριών. Αρχική βιομάζα για κάθε μία από τις 50 δεξαμενές των 20m³: 8.729/50=175 ψάρια BMα = Ψα x Βα = 175 x 350 = 61.250 γραμμάρια → BMα = 61,25 κιλά/ανά δεξαμενή.
Τελική βιομάζα για κάθε μία από τις 50 δεξαμενές των 20m³: 8.642/50=173 ψάρια (είχαμε και θνησιμότητα 87 ψάρια). BMτ = Ψτ x Βτ = 173 x 450 = 77.850 γραμμάρια → BMτ = 77,85 κιλά/ανά δεξαμενή. Συνολική τελική βιομάζα και για τις 50 δεξαμενές: 3.024 κιλά ψαριών.

Στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 11) που αποτελεί το τρίτο βήμα υπολογίστηκε η μηνιαία αύξηση (G) των ψαριών σε κάθε στάδιο ανάπτυξης, με τη βοήθεια των προηγούμενων μετρήσεων (Πιν. 10).

Πίνακας 11. Υπολογισμός μηνιαίας αύξησης G(%).

Προπάχυνση :
Φάση Α. (2-20 gr)
$G = (BM_{\tau} - BM_{\alpha}) / BM_{\alpha} = (270 - 30) / 30 = 8 \%$
Φάση Β. (20-80 gr)
$G = (BM_{\tau} - BM_{\alpha}) / BM_{\alpha} = (396 - 110) / 110 = 2,6 \%$
Πάχυνση : $G = (BM_{\tau} - BM_{\alpha}) / BM_{\alpha} = (3.055 - 735) / 735 = 3,2 \%$
Γεννήτορες : $G = (BM_{\tau} - BM_{\alpha}) / BM_{\alpha} = (3.024 - 3.055) / 3.055 = -0.01 \%$

Στον πίνακα 12 παρουσιάζεται η ημερήσια παρεχόμενη ποσότητα τροφής, ανάλογα με την θερμοκρασία και το βάρος της τσιπούρας και παίρνεται ο συντελεστής ταΐσματος σε ποσοστό % του βάρους. Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι στη θερμοκρασία των 22 με 24°C (Παπουτσόγλου, 2008), παρατηρούνται τα υψηλότερα επίπεδα διατροφής της τσιπούρας, καθώς σε αυτή τη θερμοκρασία επιτυγχάνεται ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης του είδους. Τα δεδομένα του πίνακα 12 είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό των επόμενων βημάτων.

Πίνακας 12. Παράδειγμα πίνακα διατροφής για την τσιπούρα. Ημερήσιοι ρυθμοί διατροφής σε σχέση με το βάρος και τη θερμοκρασία. (Πηγή: Παπουτσόγλου, 2008).

	Θερμοκρασία νερού °C
--	-----------------------------

Βάρος ιχθύων (g)	Επίπεδα διατροφής	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28
2-2,5		1,5	1,8-2	1,9-2,5	2,5-3	3,2-3,5	3,7-4,7	4-3	<3
2,5-5		1,4	1,6-2	1,7-2,3	2-2,7	3-3,3	3,5-4,5	3,8-3	<2,5
5-15		1,3	1,4-1,7	1,5-1,8	1,7-2,3	2,5-3	3-4	3-2,8	<2
15-50		1,1	1,3-1,5	1,4-1,6	1,4-1,9	2-2,5	2,5-3	2,3-2,5	<1,5
50-150		1,0	1,2-1,4	1,3-1,8	1,5-2	1,8-2,2	2-2,5	1,8-1,5	Ανάλογα με την όρεξη των ιχθύων, με τάση μείωσης (1,2-0,7)
150-200		0,9	1,0-1,2	1,1-1,6	1,2-1,5	1,4-1,6	1,6-2,2	1,5-1,2	
200-300		0,8	0,8-1	1-1,1	1,1-1,3	1,3-1,5	1,5-2	1,2-1	
300-450		0,5	0,6-0,9	0,9-1	1-1,1	1,1-1,3	1,2-1,6	1-0,9	

Ο πίνακας 13 αποτελεί το τέταρτο βήμα στο οποίο υπολογίζεται η ημερήσια τροφή ανάλογα με το στάδιο εκτροφής. Σε κάθε στάδιο έγιναν υπολογισμοί για μία ελάχιστη και μία μέγιστη θερμοκρασία. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ}$ όπου KgHμέρας τα κιλά ημερήσιας τροφής, BMτ το τελικό συνολικό βάρος των ψαριών και ΠΠτ το ποσοστό παροχής τροφής που προκύπτει από τον πίνακα 12.

Πίνακας 13. Υπολογισμός ημερήσιας τροφής σε σχέση με την θερμοκρασία (χειμερινές θερμοκρασίες και καλοκαιρινές θερμοκρασίες).

Προπάχυνση:
Φάση Α. (2-20 gr)
19°C
$\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ} \rightarrow \text{KgHμέρας} = 270 \times (2,3 / 100) = 6,2 \text{ κιλά τροφής}$

<p><u>28°C</u></p> <p>$\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ} \rightarrow \text{KgHμέρας} = 270 \times (\sim 1,9 / 100) = < \mathbf{5,13 \text{ κιλά τροφής.}}$</p>
<p>Φάση Β. (20-80 gr)</p> <p><u>19°C</u></p> <p>$\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ} \rightarrow \text{KgHμέρας} = 396 \times (1,8 / 100) = \mathbf{7,13 \text{ κιλά τροφής.}}$</p> <p><u>28°C *</u></p> <p>$\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ} \rightarrow \text{KgHμέρας} = 396 \times (\sim 1,3 / 100) = < \mathbf{5,15 \text{ κιλά τροφής.}}$</p> <p>* Ανάλογα με την όρεξη των ιχθύων και τη διαχείριση παραγωγής της μονάδας (συνήθως με τάση μείωσης).</p>
<p>Πάχυνση: (80-350 gr)</p> <p><u>22°C</u></p> <p>$\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ} \rightarrow \text{KgHμέρας} = 3.055 \times (1,65 / 100) = \mathbf{50,4 \text{ κιλά τροφής}}$</p> <p><u>26°C *</u></p> <p>$\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ} \rightarrow \text{KgHμέρας} = 3.055 \times (1,4 / 100) = \mathbf{42 \text{ κιλά τροφής}}$</p>
<p>Γεννήτορες: (350-450 gr)</p> <p><u>20°C</u></p> <p>$\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ} \rightarrow \text{KgHμέρας} = 3.024 \times (1,1 / 100) = \mathbf{33,3 \text{ κιλά τροφής}}$</p> <p><u>24°C *</u></p> <p>$\text{KgHμέρας} = \text{BMτ} \times \text{ΠΠτ} \rightarrow \text{KgHμέρας} = 3.024 \times (0,9 / 100) = \mathbf{27,2 \text{ κιλά τροφής}}$</p>

Το πέμπτο βήμα παρουσιάζεται στον πίνακα 14 στον οποίο υπολογίζεται η ποσότητα της συνολικής τροφής για τον επόμενο μήνα, εξίσου για κάθε στάδιο εκτροφής. Σε κάθε στάδιο έγιναν υπολογισμοί για μία ελάχιστη και μία μέγιστη θερμοκρασία και για την διεκπεραίωσή τους χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $\text{KgMήνα} = \text{KgHμέρας} \times \text{HM}$ όπου KgHμέρας τα κιλά ημερήσιας τροφής από το προηγούμενο βήμα και HM ο αριθμός των ημερών του επόμενου μήνα.

Πίνακας 14. Υπολογισμός τροφής για τον επόμενο μήνα.

Προπάχυνση:
Φάση Α. (2-20 gr)
<u>19°C</u>
$\text{KgΜήνα} = \text{KgΗμέρας} \times \text{HM} \rightarrow \text{KgΜήνα} = 6,2 \times 30 \text{ ημέρες} = \mathbf{186 \text{ κιλά τροφής}}$
<u>28°C</u>
$\text{KgΜήνα} = \text{KgΗμέρας} \times \text{HM} \rightarrow \text{KgΜήνα} = 5,13 \times 30 \text{ ημέρες} = \mathbf{154 \text{ κιλά τροφής}}$
Φάση Β. (20-80 gr)
<u>19°C</u>
$\text{KgΜήνα} = \text{KgΗμέρας} \times \text{HM} \rightarrow \text{KgΜήνα} = 7,13 \times 30 \text{ ημέρες} = \mathbf{214 \text{ κιλά τροφής}}$
<u>28°C</u>
$\text{KgΜήνα} = \text{KgΗμέρας} \times \text{HM} \rightarrow \text{KgΜήνα} = 5,15 \times 30 \text{ ημέρες} = < \mathbf{154,5 \text{ κιλά τροφής}}$
Πάχυνση: (80-350 gr)
<u>22°C</u>
$\text{KgΜήνα} = \text{KgΗμέρας} \times \text{HM} \rightarrow \text{KgΜήνα} = 50,4 \times 30 \text{ ημέρες} = \mathbf{1.512 \text{ κιλά τροφής}}$
<u>26°C</u>
$\text{KgΜήνα} = \text{KgΗμέρας} \times \text{HM} \rightarrow \text{KgΜήνα} = 42 \times 30 \text{ ημέρες} = \mathbf{1.260 \text{ κιλά τροφής}}$
Γεννήτορες: (350-450 gr)
<u>20°C</u>
$\text{KgΜήνα} = \text{KgΗμέρας} \times \text{HM} \rightarrow \text{KgΜήνα} = 33,3 \times 30 \text{ ημέρες} = \mathbf{999 \text{ κιλά τροφής}}$
<u>24°C</u>
$\text{KgΜήνα} = \text{KgΗμέρας} \times \text{HM} \rightarrow \text{KgΜήνα} = 27,2 \times 30 \text{ ημέρες} = \mathbf{816 \text{ κιλά τροφής}}$

Στο έκτο βήμα υπολογίστηκε το συνολικό βάρος των εκτρεφόμενων ψαριών στο τέλος του επόμενου μήνα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 15 ανάλογα με τα στάδια εκτροφής. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $\text{BM}_{\tau+1} = \text{BM}_{\tau} \times (\text{G}/100) + \text{BM}_{\tau}$, όπου με $\text{BM}_{\tau+1}$ συμβολίζεται το συνολικό τελικό βάρος των ψαριών μετά το πέρας του επόμενου μήνα, με BM_{τ} το συνολικό τελικό

βάρος τους από το δεύτερο βήμα (Πιν. 10) και με G η μηνιαία αύξηση του βάρους τους από το τρίτο βήμα (Πιν. 11).

Πίνακας 15. Υπολογισμός βάρους ψαριών στο τέλος του επόμενου μήνα.

Προπάχυνση:
Φάση Α. (2-20 gr) $BM_{\tau+1} = BM_{\tau} \times (G/100) + BM_{\tau} \rightarrow BM_{\tau+1} = 270 \times (8/100) + 270 \rightarrow$ $BM_{\tau+1} = 291,6$ κιλά
Φάση Β. (20-80 gr) $BM_{\tau+1} = BM_{\tau} \times (G/100) + BM_{\tau} \rightarrow BM_{\tau+1} = 396 \times (2,6/100) + 396 \rightarrow$ $BM_{\tau+1} = 406,3$ κιλά
Πάχυνση : $BM_{\tau+1} = BM_{\tau} \times (G/100) + BM_{\tau} \rightarrow BM_{\tau+1} = 3.055 \times (3,2/100) + 3.055 \rightarrow$ $BM_{\tau+1} = 3.153$ κιλά
Γεννήτορες : $BM_{\tau+1} = BM_{\tau} \times (G/100) + BM_{\tau} \rightarrow BM_{\tau+1} = 3.024 \times (-0,01/100) +$ $3.024 \rightarrow$ $BM_{\tau+1} = 3.024$ κιλά

Στον πίνακα 16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού του ατομικού βάρους των ψαριών μετά το πέρας του επόμενου μήνα, τα οποία αποτελούν το έβδομο βήμα. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $B_{\tau+1} = B_{\tau} \times (G/100) + B_{\tau}$ όπου με $B_{\tau+1}$ συμβολίζεται το ατομικό βάρος του επόμενου μήνα, με G η μηνιαία αύξηση του βάρους τους από το τρίτο βήμα (Πιν. 11) και με B_{τ} το ατομικό τελικό τους βάρος από το δεύτερο βήμα (Πιν. 10).

Πίνακας 16. Υπολογισμός ατομικού βάρους ψαριών επόμενου μήνα.

Προπάχυνση:
Φάση Α. $B_{\tau+1} = B_{\tau} \times (G/100) + B_{\tau} = 20 \times 0,08 + 20 \rightarrow$ $B_{\tau+1} = 21,6$ gr

Φάση Β. $B_{\tau+1} = B_{\tau} \times (G / 100) + B_{\tau} = 80 \times 0,026 + 80 \rightarrow B_{\tau+1} = 82,8 \text{ gr}$
Πάχυνση : $B_{\tau+1} = B_{\tau} \times (G / 100) + B_{\tau} = 350 \times 0,032 + 350 \rightarrow B_{\tau+1} = 361,2 \text{ gr}$
Γεννήτορες : $B_{\tau+1} = B_{\tau} \times (G / 100) + B_{\tau} = 450 \times (-0,0001) + 450 \rightarrow B_{\tau+1} = 450,05 \text{ gr}$

Στον πίνακα 17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού της ημερήσιας τροφής για τον αμέσως ερχόμενο μήνα, τα οποία αποτελούν το όγδοο και προτελευταίο βήμα. Σε κάθε στάδιο έγιναν υπολογισμοί για μία ελάχιστη και μία μέγιστη θερμοκρασία και για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $Kg_{\text{Ημέρας}+1} = B_{M\tau+1} \times \text{ΠΠ}\tau$ όπου με $Kg_{\text{Ημέρας}+1}$ συμβολίζεται η ημερήσια τροφή για τον επόμενο μήνα, με $B_{M\tau+1}$ το συνολικό τελικό βάρος των ψαριών μετά το πέρας του επόμενου μήνα, που προέκυψε από το έκτο βήμα (Πιν. 15) και τέλος, με $\text{ΠΠ}\tau$ το ποσοστό παροχής τροφής (Πιν. 12).

Πίνακας 17. Υπολογισμός ημερήσιας τροφής για τον αμέσως ερχόμενο μήνα.

Προπάχυνση:
Φάση Α.
<u>19°C</u>
$Kg_{\text{Ημέρας}+1} = B_{M\tau+1} \times \text{ΠΠ}\tau = 291,6 \times 0,023 \rightarrow Kg_{\text{Ημέρας}+1} = 6,7 \text{ κιλά τροφής}$
<u>28°C</u>
$Kg_{\text{Ημέρας}+1} = B_{M\tau+1} \times \text{ΠΠ}\tau = 291,6 \times 0,019 \rightarrow Kg_{\text{Ημέρας}+1} = 5,5 \text{ κιλά τροφής}$
Φάση Β.
<u>19°C</u>
$Kg_{\text{Ημέρας}+1} = B_{M\tau+1} \times \text{ΠΠ}\tau = 406,3 \times 0,018 \rightarrow Kg_{\text{Ημέρας}+1} = 7,3 \text{ κιλά τροφής.}$
<u>28°C</u>
$Kg_{\text{Ημέρας}+1} = B_{M\tau+1} \times \text{ΠΠ}\tau = 406,3 \times 0,013 \rightarrow Kg_{\text{Ημέρας}+1} = 5,3 \text{ κιλά τροφής.}$
Πάχυνση :
<u>22°C</u>

$\text{KgHμέρας} +1 = \text{BM}\tau +1 \times \text{ΠΠ}\tau = 3.153 \times 0,0165 \rightarrow \text{KgHμέρας}+1 = 52 \text{ κιλά τροφής.}$
<u>26°C</u> $\text{KgHμέρας} +1 = \text{BM}\tau +1 \times \text{ΠΠ}\tau = 3.153 \times 0,014 \rightarrow \text{KgHμέρας}+1 = 44,1 \text{ κιλά τροφής.}$
Γεννήτορες :
<u>20°C</u> $\text{KgHμέρας} +1 = \text{BM}\tau +1 \times \text{ΠΠ}\tau = 3.024 \times 0,011 \rightarrow \text{KgHμέρας}+1 = 33,3 \text{ κιλά τροφής.}$
<u>24°C</u> $\text{KgHμέρας} +1 = \text{BM}\tau +1 \times \text{ΠΠ}\tau = 3.024 \times 0,009 \rightarrow \text{KgHμέρας}+1 = 27,2 \text{ κιλά τροφής.}$

Τέλος, στο ένατο βήμα υπολογίστηκε η συνολική ποσότητα της τροφής για τον αμέσως ερχόμενο μήνα και παρουσιάζεται στον πίνακα 18. Σε κάθε στάδιο έγιναν υπολογισμοί για μία ελάχιστη και μία μέγιστη θερμοκρασία και για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $\text{KgMήνα} +1 = \text{KgHμέρας} +1 \times \text{HM}$, όπου με $\text{KgMήνα} +1$ συμβολίζεται η συνολική τροφή του επόμενου μήνα, με $\text{KgHμέρας}+1$ η ημερήσια τροφή για τον επόμενο μήνα από το όγδοο βήμα (Πιν. 17) και με HM ο αριθμός των ημερών του επόμενου μήνα.

Πίνακας 18. Υπολογισμός τροφής για τον αμέσως ερχόμενο μήνα.

Προπάχυνση :
Φάση Α.
<u>19°C</u> $\text{KgMήνα} +1 = \text{KgHμέρας}+1 \times \text{HM} = 6,7 \times 30 \rightarrow \text{KgMήνα}+1 = 201 \text{ κιλά τροφής}$
<u>28°C</u> $\text{KgMήνα} +1 = \text{KgHμέρας}+1 \times \text{HM} = 5,5 \times 30 \rightarrow \text{KgMήνα}+1 = 165 \text{ κιλά τροφής}$

Φάση Β.19°C

$$\text{KgΜήνα} +1 = \text{KgΗμέρας}+1 \times \text{HM} = 7,3 \times 30 \rightarrow \text{KgΜήνα}+1 = 219 \text{ κιλά τροφής}$$
28°C

$$\text{KgΜήνα} +1 = \text{KgΗμέρας}+1 \times \text{HM} = 5,3 \times 30 \rightarrow \text{KgΜήνα}+1 = 159 \text{ κιλά τροφής}$$
Πάχυνση :22°C

$$\text{KgΜήνα} +1 = \text{KgΗμέρας}+1 \times \text{HM} = 52 \times 30 \rightarrow \text{KgΜήνα}+1 = 1.560 \text{ κιλά τροφής}$$
26°C

$$\text{KgΜήνα} +1 = \text{KgΗμέρας}+1 \times \text{HM} = 44,1 \times 30 \rightarrow \text{KgΜήνα}+1 = 1.323 \text{ κιλά τροφής}$$
Γεννήτορες :20°C

$$\text{KgΜήνα} +1 = \text{KgΗμέρας}+1 \times \text{HM} = 33,3 \times 30 \rightarrow \text{KgΜήνα}+1 = 999 \text{ κιλά τροφής}$$
24°C

$$\text{KgΜήνα} +1 = \text{KgΗμέρας}+1 \times \text{HM} = 27,2 \times 30 \rightarrow \text{KgΜήνα}+1 = 816 \text{ κιλά τροφής}$$

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι πολλοί παράγοντες συμβάλλουν στη μέγιστη αλλά και βέλτιστη ανάπτυξη εκτρεφόμενων ειδών και στη παρούσα μελέτη της τσιπούρας. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι απ' αυτούς που έχουν να κάνουν τόσο με τη θερμοκρασία του νερού εκτροφής, όσο και με τη διαχείριση της σίτισης.

Η θερμοκρασία είναι ίσως το κυρίαρχο από τα φυσικά χαρακτηριστικά του νερού που επηρεάζει άμεσα τη διατροφική συμπεριφορά των ιχθύων. Συνεπώς θα πρέπει να γίνεται χειμερινή και καλοκαιρινή σίτιση των ψαριών. Γενικά, στο πλαίσιο του θερμοκρασιακού εύρους επιβιώσεως των ιχθύων η ένταση των μεταβολικών φαινομένων που αφορούν στον μεταβολισμό της τροφής, αυξομειώνεται ανάλογα με τις αυξομειώσεις της τιμής της θερμοκρασίας του νερού. Το γεγονός αυτό καθορίζει και το επίπεδο επιθυμίας προσλήψεως τροφής κάθε ιχθύος (Sola, 2006; Παπουτσόγλου, 2008).

Η αποτελεσματικότητα με την οποία τα ψάρια χρησιμοποιούν την τροφή αποτελεί μείζον παράγοντα που καθορίζει τις οικονομικές αποδόσεις μίας ιχθυοκαλλιέργειας. Επιπλέον, η βελτιωμένη χρήση των ιχθυοτροφών μπορεί να μειώσει τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Η διαχείριση των ζωοτροφών/ιχθυοτροφών απαιτεί γνώσεις για τη διατροφή, τη φυσιολογία, τη συμπεριφορά και τις τεχνικές διατροφής.

Προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η παραγωγή, ένας ιχθυοκαλλιεργητής πρέπει να ταΐσει τα ψάρια σε επίπεδο που να εξασφαλίζει καλή ανάπτυξη και ελάχιστα απόβλητα. Αν και η εκτίμηση των απαιτήσεων των ιχθυοτροφών μπορεί να είναι σχετικά εύκολη στη θεωρία, η εκτίμηση σπανίως θα ταιριάζει με την ανάγκη των ψαριών σε οποιαδήποτε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, διότι συχνά υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στην πρόσληψη τροφής τόσο μεταξύ ημερών όσο και σε μεγαλύτερες χρονικές περιόδους. Πλέον όμως, είναι διαθέσιμα νέα συστήματα τροφοδοσίας που λαμβάνουν υπόψη αυτές τις παραλλαγές (δηλ. τροφοδότες ζήτησης όπου τα ίδια τα ψάρια ρυθμίζουν το καθημερινό σιτηρέσιο τροφοδοσίας). Ωστόσο, υπάρχει πάντοτε ο κίνδυνος και τυχόν ατυχήματα μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες

ιχθυοτρόφων. Οι εκτιμήσεις των καθημερινών απαιτήσεων για ζωοτροφές βάσει θεωρητικών εκτιμήσεων μπορούν να χρησιμεύσουν ως έλεγχος τέτοιων συστημάτων. Τα μοντέλα που επιτρέπουν την εκτίμηση των απαιτήσεων των ιχθυοτρόφων είναι σημαντικά για τα σχέδια παραγωγής, δηλαδή για τον μακροπρόθεσμο σχεδιασμό της χρήσης ιχθυοτρόφων. Οι ιχθυοκαλλιεργητές συχνά χρησιμοποιούν διατροφικούς πίνακες που παρέχονται από εταιρείες ζωοτροφών. Αυτοί οι πίνακες συνήθως βασίζονται σε μοντέλα που περιγράφουν τις απαιτήσεις τροφοδοσίας σε σχέση με το μέγεθος και τη θερμοκρασία του νερού. Από την άλλη θα μπορούσαν να αναπτύξουν τους δικούς τους προϋπολογισμούς ζωοτροφών. Ένας προϋπολογισμός ιχθυοτρόφων μπορεί να γραφεί ως: $FA = (n \times TER) / DE$, όπου FA είναι η παροχή τροφής (kg/ημέρα), n είναι ο αριθμός των ψαριών, το TER είναι η θεωρητική ενεργειακή απαίτηση (MJ DE / ψάρια), και το DE είναι το εύπεπτο ενεργειακό περιεχόμενο της ζωοτροφής (MJ/kg). Η DE μπορεί να εκτιμηθεί από τη γνώση των ποσοτήτων κάθε ενεργού θρεπτικού συστατικού στη ζωοτροφή, των ακαθάριστων ενεργειακών τους τιμών και των συντελεστών πεπτικότητας (Hillestad et al., 1999; Alanara et al., 2001).

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την πρόσληψη τροφής των ψαριών είναι, το σωματικό βάρος και η αύξηση αυτού, ή αλλιώς η εκτίμηση της ανάπτυξης του είδους. Έτσι, ένα σημαντικό βήμα στην εκτίμηση των απαιτήσεων τροφοδοσίας είναι η πρόβλεψη της αύξησης βάρους σε δεδομένη χρονική περίοδο υπό δεδομένες συνθήκες θερμοκρασίας νερού και εκτροφής. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη έκφραση της ανάπτυξης των ψαριών είναι ο ημερήσιος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR, %/day). Ωστόσο, υπάρχουν μόνο λίγα μοντέλα που περιγράφουν το SGR ιχθύων σε καλλιέργεια, αλλά μπορούν να αποτελέσουν μια σημαντική βάση για την πρόβλεψη της ανάπτυξης.

Επιπλέον, ακόμη ένας παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο είναι ότι η πρόσληψη τροφής, η οποία μπορεί να ποικίλει σημαντικά μεταξύ των ημερών αλλά και των εποχών. Οι αιτίες αυτών των διακυμάνσεων είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστες, γεγονός που οφείλεται σε πολλούς βιολογικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Παρ' όλα αυτά, μερικοί από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που είναι γνωστό ότι επηρεάζουν τις διακυμάνσεις της πρόσληψης τροφής στο χρόνο είναι η θερμοκρασία του νερού. Δεδομένου ότι η θερμοκρασία έχει μεγάλη επίδραση στον μεταβολισμό,

είναι προφανές ότι επηρεάζεται και η πρόσληψη τροφής. Οι μέτριες μεταβολές της θερμοκρασίας του νερού στο εύρος ανοχής του ψαριού γενικά οδηγούν σε αντίστοιχη αλλαγή στην πρόσληψη τροφής, ενώ απότομες και μεγάλες μεταβολές της θερμοκρασίας μπορούν να οδηγήσουν ακόμη και αφαγία. Άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που είναι γνωστό ότι επηρεάζουν την πρόσληψη τροφής από μέρα σε μέρα είναι το διαλυμένο οξυγόνο και οι συγκεντρώσεις αμμωνίας. Επίσης, οι ασθένειες, πέραν των παθολογικών επιδράσεων, μπορούν να προκαλέσουν άγχος και κατά συνέπεια μειωμένη πρόσληψη τροφής ή ακόμα και πλήρη ανορεξία. Παράλληλα, όσον αφορά την εποχιακή διακύμανση που προαναφέρθηκε, η φωτοπερίοδος είναι μια παράμετρος που έχει βαρυσήμαντο ρόλο σ' αυτό. Σε γενικές γραμμές, η αύξηση της διάρκειας της ημέρας κατά την άνοιξη και τις αρχές του καλοκαιριού οδηγεί σε αυξημένη πρόσληψη της τροφής, σε αντίθεση με την διάρκεια της ημέρας του φθινοπώρου και του χειμώνα, όπου εμφανίζεται αντίθετη συμπεριφορά (Παπουτσόγλου, 2008; Jobling, 1985; Jobling et al., 1995; Klaoudatos & Apostolopoulos, 1986; Tablot, 1993; Alanara et al., 2001).

Όσον αφορά τη διανομή των ιχθυοτρόφων και πιο συγκεκριμένα τον αριθμό γευμάτων και του ποσοστού σίτισης των ψαριών, ένα γεύμα μπορεί να οριστεί ως η ποσότητα τροφής που καταναλώνεται μια φορά, και στην περίπτωση των ψαριών, η διάρκεια ενός γεύματος είναι συχνά από 30 λεπτά. Η επιλογή ενός καθεστώτος μικρών και συχνών γευμάτων σίτισης, οφείλεται εν μέρει σε τεχνικούς περιορισμούς σε ορισμένα συστήματα διατροφής που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοκαλλιέργειες και αυτό επειδή πολλοί ιχθυοκαλλιεργητές πίστευαν ότι η έντονη σίτιση συνδέεται με τις απώλειες των ζωοτροφών (Alanara et al., 2001). Ο ιδανικός αριθμός γευμάτων εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού και το μέγεθος του σώματος: ο Cho (1992) πρότεινε ότι μια ιριδίζουσα πέστροφα μεγαλύτερη από 200 γραμμάρια θα έπρεπε να λαμβάνει ένα με δύο γεύματα την ημέρα, ενώ ψάρια μικρότερα από 50 γραμμάρια, τρία με τέσσερα γεύματα την ημέρα. Απ' αυτό βγάζουμε το συμπέρασμα ότι καθώς μεγαλώνουν τα ψάρια, οι απαιτήσεις τους σε τροφή μειώνονται. Άλλο ένα αποτέλεσμα, είναι ότι η συμπερίληψη μεγαλύτερων περιόδων μη σίτισης μπορεί να είναι επωφελής για την ανάπτυξη των ψαριών, καθώς η επαναλαμβανόμενη σίτιση σε μεγάλες περιόδους της ημέρας αυξάνει την κολυμβητική δραστηριότητα και την ενεργειακή δαπάνη, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τους ιχθύες. Ωστόσο, καθώς μειώνεται ο

αριθμός των γευμάτων, ο ρυθμός με τον οποίο παρέχεται η τροφή πρέπει να αυξηθεί. Επιπλέον, ο χρόνος μεταξύ των χορηγήσεων των ιχθυοτροφών είναι ένας σημαντικός παράγοντας. Αυτός δεν πρέπει να είναι μικρότερος από το συνολικό χρόνο που υπάρχουν οι πελέτες στη μονάδα εκτροφής. Πιο συγκεκριμένα, για είδη που τρέφονται στην επιφάνεια ή στο κάτω μέρος, το αποτελεσματικό βάθος τροφοδοσίας μπορεί να είναι μικρότερο από το βάθος της μονάδας εκτροφής. Για τα είδη που τρέφονται στη στήλη ύδατος, ο ρυθμός βύθισης της πελέτας θα επηρεάσει σημαντικά τη διαδικασία τροφοδοσίας και θα ορίσει ελάχιστο χρόνο για τις χορηγήσεις των ιχθυοτροφών. Έτσι, οι ιχθυοκαλλιεργητές θα πρέπει να προσπαθήσουν να αξιολογήσουν το τμήμα της υδάτινης στήλης που χρησιμοποιούν τα ψάρια κατά τη διάρκεια της σίτισης (π.χ. με υποβρύχια βιντεοκάμερα) (Παπουτσόγλου, 2008; Cho, 1992; Jobling, 1985; Klaoudatos & Apostolopoulos, 1986; Tablot, 1993; Alanara et al., 2001).

Επιπροσθέτως, ο «διασκορπισμός» των ζωοτροφών αποτελεί μείζον παράγοντα για την πρόσληψη τροφής των ψαριών. Εάν αυτή λαμβάνει χώρα σε μια μόνο περιοχή στον ιχθυοκλωβό, μπορεί να επιτρέψει στα ανταγωνιστικά άτομα να μονοπωλήσουν την περιοχή σίτισης και να καταστείλουν την πρόσληψη τροφής λιγότερο ανταγωνιστικών ειδών (Metcalf et al., 1992). Η διασπορά των ζωοτροφών σε μεγάλο ποσοστό του όγκου της μονάδας εκτροφής θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μειώσει το πρόβλημα της άνισης διανομής ζωοτροφών μεταξύ των ατόμων. Ωστόσο, μια υπερβολικά μεγάλη διασπορά ζωοτροφών μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένα απόβλητα ζωοτροφών, εάν η κολύμβηση των ψαριών δημιουργεί ισχυρά φυγοκεντρικά ρεύματα εντός του κλωβού. Για παράδειγμα, πολλά είδη ψαριών, τείνουν να κολυμπούν ομοιόμορφα προς την ίδια κατεύθυνση και όταν κολυμπούν με μεγάλη ταχύτητα, δημιουργούν ισχυρά ρεύματα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, μπορεί να προτιμάται η διασπορά της τροφής να είναι κοντά στο κέντρο του κλωβού, αφού οι κινήσεις των ψαριών παίζουν σημαντικό ρόλο στη πρόσληψη τροφής (Alanara et al., 2001).

Τέλος, πολύ σημαντικός παράγοντας αποτελεί και ο τρόπος με τον οποίο παρέχουμε τροφή στα ψάρια. Διάφορες τεχνικές για τη διατροφή των ψαριών έχουν αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών περίπου και έχουν διεξαχθεί κάποιες συγκριτικές μελέτες για να ελεγχθεί η επίδραση των τεχνικών αυτών στην ανάπτυξη των ψαριών, στην αποτελεσματικότητα των ζωοτροφών καθώς και στη

σπατάλη των τροφών. Παρακάτω αναλύονται αναλυτικά τα συστήματα σίτισης με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους.

Όσον αφορά τα συστήματα σίτισης τροφοδοσίας θα πρέπει να περιλαμβάνουν τρία μέρη: μια μονάδα ελέγχου, ένα διανεμητή ζωοτροφών και μια συσκευή ρύθμισης εισόδου τροφοδοσίας. Η μονάδα ελέγχου μπορεί να περιέχει ένα απλό χρονοδιακόπτη που ενεργοποιεί το διανεμητή τροφοδοσίας σε τακτά χρονικά διαστήματα, αλλά και ένα πολύ πιο περίπλοκο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων. Οι τροφοδότες που έχουν αναπτυχθεί για συνθήκες παραγωγής μεγάλης κλίμακας είναι συχνά εξοπλισμένοι με μια συσκευή διασποράς ζωοτροφών. Η τροφοδοσία μπορεί να γίνεται είτε μηχανικά (π.χ. περιστρεφόμενος δίσκος, Sterner AS, Sweden), είτε μπορεί να μεταφερθεί με αέρα ή νερό που αντλείται κατά μήκος των σωλήνων (π.χ. Feeding Systems AS, Νορβηγία). Επίσης, υπάρχει δυνατότητα καταγραφής της δραστηριότητας τροφοδοσίας μέσω βιντεοκάμερας ή υδροακουστικού συστήματος ή ενός ανιχνευτή που καταγράφει τα απόβλητα ζωοτροφών.

Οι παρακάτω τεχνικές είναι οι πιο σημαντικές για τη ρύθμιση και τον χειρισμό των καθεστώτων τροφοδοσίας.

A) Χειρωνακτική σίτιση

Η χειρωνακτική μέθοδος διατροφής είναι η παλαιότερη και η πιο απλούστερη που χρησιμοποιείται στην υδατοκαλλιέργεια. Η διατροφή με το χέρι μπορεί να είναι μια αποτελεσματική τεχνική, εάν όμως ο ιχθυοκαλλιεργητής έχει εμπειρία σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να διανεμηθεί η τροφή και είναι σε θέση να ανιχνεύσει πότε θα προσεγγίσει το ψάρι. Ένα πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι ο ιχθυοκαλλιεργητής έχει καθημερινή επαφή με τα ψάρια και για είδη ψαριών που βρίσκονται κατά κύριο λόγο στην επιφάνεια είναι δυνατό να γίνουν οπτικές παρατηρήσεις της διατροφικής δραστηριότητας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η δραστηριότητα διατροφής ή κολύμβησης των ψαριών στο πάνω μέρος της υδάτινης στήλης, για να αποφασίσουν οι ιχθυοκαλλιεργητές εάν πρέπει να συνεχίσουν, να επιβραδύνουν ή να σταματήσουν την παροχή τροφής. Αντιθέτως, για είδη που αποφεύγουν την επιφάνεια ή τρέφονται μεταξύ επιφανειακών και βαθύτερων υδάτων, είναι δύσκολο να ληφθούν αξιόπιστες οπτικές παρατηρήσεις. Γενικότερα, η διατροφή με το χέρι δεν θεωρείται βιώσιμη επιλογή λόγω του υψηλού

κόστους εργασίας. Μπορεί λοιπόν να είναι ωφέλιμο να συνδυαστεί η τροφοδοσία με το χέρι με κάποιο αυτόματο σύστημα που θα μπορούσε να παραδώσει ένα μέρος της ημερήσιας δόσης εκτός των κανονικών ωρών εργασίας.

Β) Σταθερά συστήματα τροφοδοσίας σιτηρεσιών

Με την ανάπτυξη της εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970, η ανάγκη για αυτοματοποίηση της διατροφής αυξήθηκε και τα ηλεκτρονικά συστήματα ελεγχόμενης από χρονομέτρο τροφοδοσίας έγιναν δημοφιλή. Ένα τέτοιο σύστημα λειτουργεί με χρονοδιακόπτη, ο οποίος στέλνει ηλεκτρικούς παλμούς που ενεργοποιούν τον τροφοδότη. Ο χρονοδιακόπτης είναι ικανός για να ρυθμίζει τις περιόδους της ημέρας για τη διανομή τροφής, καθώς και τη συχνότητα και τη διάρκεια των γευμάτων. Το κόστος αγοράς αυτών των συστημάτων τροφοδοσίας είναι υψηλό, ειδικά για τους ηλεκτρικούς τροφοδότες, ενώ το κόστος λειτουργίας είναι χαμηλό. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών, είναι η συνεχή καταγραφή αρκετών αβιοτικών παραγόντων (π.χ. θερμοκρασία, διαλυμένο οξυγόνο, αλατότητα, ένταση φωτός, κατεύθυνση ροής νερού και ταχύτητα) που μπορεί να επηρεάσουν τη σίτιση. Επίσης, μπορούν να προστεθούν κι' άλλες πληροφορίες σχετικά με τη διαχείριση της παραγωγής και να σχεδιαστεί ένα μοντέλο διανομής ζωοτροφών. Συμπερασματικά, με βάση όλα τα παραπάνω οι ιχθυοπαραγωγοί έχουν τη δυνατότητα να ενημερώνονται τακτικά για τις πληροφορίες σχετικά με τις μονάδες εκτροφής, προκειμένου να οργανώσουν την μελλοντική παραγωγή ιχθύων. Ωστόσο, τέτοια συστήματα χρειάζονται εξειδικευμένο προσωπικό, που θα εξασφαλίζει ότι η εισαγωγή και η ερμηνεία των δεδομένων είναι σωστές, καθώς και για να ελέγχει ότι το σύστημα λειτουργεί αποτελεσματικά.

Γ) Συστήματα τροφοδοσίας ανάλογα με την ζήτηση των ψαριών

Αυτοί οι τύποι συστημάτων διατροφής, που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 και του 1990, βασίζονται στην αρχή ότι η παροχή ζωοτροφών ρυθμίζεται από τη ζήτηση των ψαριών. Υπάρχουν δύο κατηγορίες στα συγκεκριμένα συστήματα. Αρχικά, οι τροφοδότες ζήτησης λειτουργούν, είτε από τα ψάρια που ζητούν τις ζωοτροφές (αυτο-τροφοδότες), είτε με αυτόματη διακοπή ή μείωση της χορήγησης ζωοτροφών, όταν τα ψάρια απορρίπτουν τη σίτιση (αλληλεπιδραστικό σύστημα,

interactive feedback system). Η αρχή του αυτο-τροφοδότη είναι ότι τα ψάρια ρυθμίζουν το επίπεδο τροφοδοσίας ενεργοποιώντας (μέσω πιέσεων ή δαγκωμάτων) μία «σκανδάλη» που είναι τοποθετημένη ελαφρώς πάνω από την επιφάνεια του νερού, προκαλώντας έτσι την απελευθέρωση τροφής από ένα διανομέα τροφοδοσίας. Όσον αφορά, τα αλληλεπιδραστικά συστήματα (interactive feedback system), αυτά μπορούν να οριστούν ως παροχή έμμεσου ελέγχου της ζήτησης ζωοτροφών. Ο εφοδιασμός με ζωοτροφές ρυθμίζεται είτε με την παρακολούθηση ανεπιθύμητων ζωοτροφών είτε με την αξιολόγηση της διατροφικής δραστηριότητας των ψαριών. Γι' αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά σχεδιασμένοι ηχοενσωματωτές για την ανίχνευση ανεπιθύμητων ιχθυοτροφών ή αισθητήρες που τοποθετούνται κάτω από την περιοχή τροφοδοσίας για την παρακολούθηση των μη προσληφθέντων πελετών καθώς βυθίζονται. Τόσο οι αυτο-τροφοδότες όσο και το αλληλεπιδραστικό σύστημα, προσφέρουν τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων από τις συνεχείς καταγραφές της ζήτησης ζωοτροφών. Με αυτόν τον τρόπο δίνονται χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις καθημερινές ή εποχιακές διακυμάνσεις της πρόσληψης τροφής.

Στην πράξη, η επιλογή της τεχνικής διατροφής πρέπει να γίνεται με βάση τον τύπο και το επίπεδο παραγωγής καθώς και το κόστος του συστήματος διατροφής. Στις μικρές καλλιέργειες, με λίγους ειδικευμένους υπαλλήλους, η διατροφή με το χέρι σε συνδυασμό με ελεγχόμενους με χρονοδιακόπτες τροφοδότες ή αυτο-τροφοδότες μπορεί να είναι επαρκής. Ένα μέρος της ημερήσιας δόσης ζωοτροφών μπορεί να διανεμηθεί με το χέρι, αλλά οι ζωοτροφές θα εξακολουθήσουν να είναι διαθέσιμες στα ψάρια όταν δεν θα υπάρχει προσωπικό ή όταν θα υπάρχει αυξημένη ζήτηση ζωοτροφών. Σε μεγάλες καλλιέργειες, η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος τροφοδοσίας μπορεί να αξιολογηθεί ανάλογα με τον βαθμό ελέγχου που παρέχεται. Παράλληλα, η εντατική εκτροφή ψαριών μεγάλης κλίμακας απαιτεί υψηλά ποσοστά διανομής ζωοτροφών με τα λιγότερα απόβλητα. Αυτός ο στόχος μπορεί να επιτευχθεί με συστήματα τροφοδοσίας που είναι προγραμματισμένα να λειτουργούν άριστα (Παπουτσόγλου, 2008; Jobling, 1985; Jobling et al., 1995; Kliaoudatos & Apostolopoulos, 1986; Tablot, 1993; Alanara et al., 2001).

4.1. Συμπεράσματα

Από την παραπάνω εργασία συμπεραίνουμε ότι για να επιτευχθεί ένα άριστο μοντέλο ανάπτυξης εκτρεφόμενων ειδών, θα πρέπει να γνωρίζουμε τη βιολογία του ψαριού, τα διατροφικά του στοιχεία, τις φυσικοχημικές παραμέτρους των συνθηκών επιβίωσης καθώς και τις βέλτιστες τιμές αυτών, σε συνδυασμό με τα όρια ανοχής τους. Επίσης, πολύ σημαντικό ρόλο παίζουν και οι διατροφικές απαιτήσεις των ιχθύων, καθώς και το πότε αλλά και το πώς θα πρέπει να χορηγούνται οι τροφές στα ψάρια για να μην υπάρξουν τυχόν απώλειες αυτών ή για να μην γίνεται επιβάρυνση στο περιβάλλον. Για το λόγο αυτό το μοντέλο που δημιουργείται θα πρέπει να περιλαμβάνει κάποια βήματα ή αλλιώς υπολογισμούς, που θα αφορούν τόσο τη θερμοκρασία του νερού εκτροφής, όσο και τα επίπεδα διατροφής. Αρχικά θα πρέπει να είναι γνωστό το θερμοκρασιακό εύρος ανά στάδιο ανάπτυξης. Ακόμη, είναι απαραίτητη η μέτρηση των ψαριών ανά δεξαμενή και όταν εισέρχονται σ' αυτή αλλά και όταν αποχωρούν, διότι θα υπάρχουν απώλειες. Όλα αυτά είναι αναγκαία για τον υπολογισμό του ρυθμού αύξησης (μηνιαίος), της παροχής της ημερήσιας προσφερόμενης τροφής, του βάρους των ιχθύων τον επόμενο μήνα, των ποσοστών παρεχόμενης τροφής του επόμενου μήνα, έτσι ώστε όλα να λειτουργούν ομαλά και να γνωρίζει ο υπεύθυνος τι ποσότητες τροφών θα πρέπει να παραγγείλει.

Η παρούσα μελέτη έγινε για την τσιπούρα (*Sparus aurata*). Οι θερμοκρασίες των σταδίων ανάπτυξης αυτού του είδους είναι οι εξής: προπάχυνση → 19-28 °C, πάχυνση → 22-26 °C, γεννήτορες → 20-24 °C (Χώτος & Ρογδάκης, 2010) (Πιν. 9). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, όσον αφορά τη συσχέτιση μεταξύ της θερμοκρασίας και της διατροφής, διαπιστώνεται τόσο από άλλες έρευνες όσο και από την παρούσα, ότι όταν οι θερμοκρασίες νερού είναι υψηλές (π.χ. 28°C) τα επίπεδα διατροφής της τσιπούρας μειώνονται. Άλλος ένας παράγοντας που επηρεάζει τη διατροφή του ψαριού είναι το στάδιο ανάπτυξης. Για παράδειγμα, όταν το ψάρι είναι περίπου 200 γραμμάρια πρέπει να λαμβάνει ένα με δύο γεύματα την ημέρα, ενώ ψάρια μικρότερα από 50 γραμμάρια, τρία με τέσσερα γεύματα την ημέρα. Άλλο ένα αποτέλεσμα, είναι ότι η συμπερίληψη μεγαλύτερων περιόδων μη σίτισης μπορεί να είναι επωφελής για την ανάπτυξη των ψαριών, καθώς η επαναλαμβανόμενη σίτιση σε μεγάλες περιόδους της ημέρας αυξάνει την κολυμβητική δραστηριότητα και την ενεργειακή δαπάνη (Alanara et al., 2001). Άρα, καθώς μειώνεται ο αριθμός των γευμάτων, ο ρυθμός και η ποσότητα

που παρέχεται η τροφή (πελέτες ανά ψάρι ανά μονάδα χρόνου) πρέπει να αυξηθεί. Επίσης, στους Πίνακες των αποτελεσμάτων (Πιν. 13, 14, 17, 18), διακρίνεται ότι όταν υπάρχει μια μέτρια θερμοκρασία (π.χ. 21°C), που θα λέγαμε ότι είναι κοντά στη βέλτιστη (24°C), οι απαιτήσεις σε κιλά τροφής είναι μεγαλύτερες, απ' ότι όταν υπάρχει υψηλή θερμοκρασία (π.χ. 28°C), σε όλα τα στάδια ανάπτυξης.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βουλτσιάδου Ε., Αμπατζόπουλος Θ.Ι., Αντωνοπούλου Ε., Γκάνιας Κ., Γκέλης Σ., Στάικου Α., Τριανταφυλλίδης Α. (2015) Υδατοκαλλιέργειες. Οργανισμοί, συστήματα παραγωγής, προοπτικές. ΑΠΘ Τμήμα Βιολογίας. Κεφ.2, σελ. 7-13
- Ζαρκάδας Σ. (1999) Φυτικοχημικοί παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια των ειδών *Sparus auratus* και *Disentrarchus labrax* (Τσιπούρα, Λαβράκι). Προπτυχιακή εργασία, Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου - Σχολή Τεχνολογικών Γεωπόνων.
- Κλαδάς Γ. (2006) Παραγωγή Ιχθύων Θαλασσινών Ειδών: Προπάχυνση. Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας
- Κλαουδάτος Σ., Παπαϊωάννου Ν. (2005) Υδατοκαλλιέργειες. Αθήνα, σελ. 105-142.
- Κλαουδάτος Σ.Δ., Κλαουδάτος Δ.Σ. (2010) Κατασκευές Υδατοκαλλιεργητικών Συστημάτων. Θαλάσσιες-Λιμνοθαλάσσιες-Χερσαίες. Αθήνα, σελ. 9-59.
- Κλαουδάτος Σ.Δ., Κλαουδάτος Δ.Σ. (2012) Καλλιέργειες φυτικών και εκτροφές υδρόβιων ζωικών οργανισμών. σελ. 169-239.
- Κοντογιάννης Γ. (2016) Οι προοπτικές των κυριότερων ελληνικών αλιευτικών και υδατοκαλλιεργητικών προϊόντων στην αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 57-58.
- Μεντέ Ε., Νέγκας Ι. (2011) Στοιχεία φυσιολογίας θρέψεως και εφαρμοσμένη διατροφή ιχθύων και καρκινοειδών. Αθήνα, σελ. 111-118, 329-351, 657-668.
- Νεοφύτου Ν.Χ. (1997) Ιχθυολογία. Θεσσαλονίκη, σελ. 21-36, 77-96, 143-156.
- Παπουτσόγλου Σ.Ε. (1992) Το υδάτινο περιβάλλον και οι οργανισμοί του. σελ. 58-205.

- Παπουτσόγλου Σ.Ε. (1997) Εισαγωγή στις υδατοκαλλιέργειες. σελ. 17-57.
- Παπουτσόγλου Σ.Ε. (1998) Ενδοκρινολογία ιχθύων. Αθήνα, σελ. 27-56, 459-471.
- Παπουτσόγλου Σ.Ε. (2004) Κατασκευές υδατοκαλλιεργειών. Αθήνα, σελ. 31-230.
- Παπουτσόγλου Σ.Ε. (2008) Διατροφή ιχθύων. Αθήνα, σελ. 45-118, 481-498, 513-571, 846-870.
- Χώτος Γ., Ρογδάκης Ι. (2010) Λαβράκι και Τσιπούρα. Τεχνικές αναπαραγωγής και πάχυνσης. σελ. 39-50, 95-107, 255-331.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Alanara et al. (2001) Feeding Management. In: Houlihan D. et al. (eds) Food Intake in Fish. Aquaculture Nutrition. Vol.14, pp. 332-347.
- Beveridge M. (1984) Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact. Food and Agriculture Organization of the United Nations. pp. 9-19.
- Cho C.Y. (1992). Feeding systems for rainbow trout and other salmonids with reference to current estimates of energy and protein requirements. Aquaculture 100, pp. 107-123.
- Colloca F., Cerasi S. (2017) Cultured Aquatic Species Information Programme. Sparus aurata. Cultured Aquatic Species Information Programme. FAO Fisheries and Aquaculture Department.
- Jobling M. (1985) Growth. In: Tyfler P., Calow P. (eds) Fish energetics: new perspectives. Croom Helm, London. Part 3: Production, pp.213-231
- Jobling M., Arnesen A.M., Baardvik B.M., Christiansen J.S., Jorgensen E.H. (1995) Monitoring feeding behavior and food intake: methods and applications. Aquaculture Nutrition. Vol.1, pp. 131-143

- Ketola H.G (1982) Effect of phosphorus in trout diets on water pollution. Journal Article. Vol. 6
- Klaoudatos S., Apostolopoulos J. (1986) Food intake, growth, maintenance and food conversion efficiency in the gilthead sea bream (*Sparus auratus*). Aquaculture Vol.51, pp. 217-224.
- Tablot C. (1993) Symposium on 'Fish and Nutrition'. Some aspects of the biology of feeding and growth in fish. Proceedings of the Nutrition Society. Vol.52, pp. 403-416
- Sola L. (2006) Gilthead seabream-Sparus aurata. Biology, ecology and genetics. Genimpact final scientific report. pp. 46-51.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

1. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%83%CE%B9%CF%80%CE%BF%CF%8D%CF%81%CE%B1>
2. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en
3. http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/chemical_parameters.htm
4. <https://tethd.wordpress.com/2010/08/18/%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CF%84%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B8%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%83%CE%B9%CE%BD%CF%8C-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CF%8C/>
5. http://www.water-academy.com/%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%AF%CE%B1_%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%8D/%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CF%8C/
6. http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/publications/factsheets-aquaculture-species/sea-bream_el.pdf

6. ABSTRACT

This study presents a growth model for gilthead seabream (*Sparus aurata*), which is one of the most cultured species in the Mediterranean sea. Fish growth is assumed to be influenced by three fundamental factors: fish weight, water temperature, and feeding level. Data were obtained from literature and a growth model was created. The results revealed that fluctuations of temperature is the most important water physical parameter which affects the nutritional behavior of gilthead seabream. Feeding management and control of the physiochemical parameters should be taken into consideration for maximum growth and an economic cost effective farming of the sea breams.