



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ – ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ»

**«ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΕΚΚΟΛΑΨΗΣ ΣΤΟΝ  
ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ ΤΩΝ ΠΡΟΝΥΜΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΝΥΜΦΙΚΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΤΗΣ  
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗΣ ΙΡΙΔΙΖΟΥΣΑΣ ΠΕΣΤΡΟΦΑΣ *ONCORHYNCHUS  
MYKISS* (WALBAUM, 1792).»**

ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑ

A.M. 1017

**ΚΑΡΔΙΤΣΑ, 2012**

<b>Ευχαριστίες</b> .....	<b>i</b>
<b>Περιεχόμενα</b> .....	<b>iii</b>
<b>Κατάλογος εικόνων</b> .....	<b>vi</b>
<b>Κατάλογος πινάκων</b> .....	<b>vii</b>

*Στα δύο Β της ζωής μου...*

## **Ευχαριστίες**

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι το αποτέλεσμα μια σειράς αλληλεπιδράσεων με διάφορα άτομα, καθένα από τα οποία έπαιξε ένα σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της. Αξίζει, λοιπόν, να αφιερώσω την παρούσα σελίδα για να ευχαριστήσω ειλικρινά τα άτομα αυτά για τη βοήθεια που μου προσέφεραν.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Κόσμα Ναθαναηλίδη που μου εμπιστεύτηκε την παρούσα διπλωματική εργασία και μου προσέφερε βοήθεια όποτε τη χρειαζόμουν.

Ένα ιδιαίτερο, μεγάλο «ευχαριστώ» στη φίλη και συνάδελφο Μιράντα Τσουμάνη, η οποία δε μου προσέφερε απλά πολύτιμες γνώσεις πάνω στο αντικείμενο, αλλά με βοήθησε να αναπτύξω ικανότητες που πίστευα πως δεν έχω.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καρδιακό μου φίλο Μάριο Βαβάτσικο που κατά την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος ήταν πάντα δίπλα μου, άντεξε τα νεύρα μου, τις παραξενιές μου και ήταν πρόθυμος να με βοηθήσει να μου εξηγήσει σε κάθε δυσκολία που αντιμετώπιζα.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κυρία Αθηνά Στράτζαλη προϊσταμένη του ιχθυογεννητικού σταθμού Ιωαννίνων που μου επέτρεψε να εκπονήσω την διαδικασία του πειράματος στις εγκαταστάσεις του σταθμού. Ευχαριστώ τον

κύριο Ιωάννη Λεονάρδο που μας διέθεσε το εργαστήριο ζωολογίας του τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Ευχαριστίες απευθύνω επίσης προς τους συμφοιτητές μου και τους διδάσκοντες του μεταπτυχιακού προγράμματος για την πολύπλευρη συνεργασία που είχαμε κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους φίλους μου που πίστεψαν σε εμένα και με ενθάρρυναν σε κάθε στάδιο των σπουδών μου, καθώς και όσους συναδέλφους συμφοιτητές συνέβαλαν με τα σχόλια, την κριτική και τις γνώσεις τους στην αντιμετώπιση των δυσκολιών.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να εκφράσω προς την οικογένεια μου και κυρίως στους γονείς μου Βαγγέλη και Βούλα και στον αδελφό μου Δημήτρη για την διαχρονική τους συμπαράσταση. Αποδεχτήκαν όλες τις επιλογές μου και μου παρείχαν στήριξη όλο αυτό το διάστημα, χωρίς την οποία τίποτα από όσα έχω καταφέρει μέχρι σήμερα δεν θα ήταν πραγματικότητα.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	1
<b>Κεφάλαιο 1</b>	
<b>Εισαγωγή .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Ιριδίζουσα πέστροφα (<i>Oncorhynchus mykiss</i>, Walbum, 1792) .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Συστηματική κατάταξη.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Μορφολογία .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Ιστορική αναδρομή – Γεωγραφική κατανομή .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5. Οικολογία – Φυσιολογία .....</b>	<b>11</b>
<b>1.5.1. Ο κύκλος ζωής της ιριδίζουσας πέστροφας στη φύση .....</b>	<b>12</b>
<b>1.5.2. Ενδιαιτήματα για την ωοτοκία .....</b>	<b>12</b>
<b>1.6. Διατροφή της ιριδίζουσας πέστροφας .....</b>	<b>16</b>
<b>1.7. Ασθένειες και παράσιτα .....</b>	<b>20</b>
<b>1.8 Εκτροφή της Ιριδίζουσας πέστροφας.....</b>	<b>22</b>
<b>1.8.1. Διαχείριση γεννητόρων – τεχνητή αναπαραγωγή .....</b>	<b>24</b>
<b>1.8.2. Επώαση - Εκκόλαψη - Πρώτη διατροφή .....</b>	<b>26</b>
<b>1.9. Χρήση της βιοτεχνολογίας.....</b>	<b>29</b>
<b>1.10. Παράγοντες που επηρεάζουν την εκκόλαψη της Ιριδίζουσας πέστροφας .....</b>	<b>31</b>

1.11. Σκοπός της μελέτης .....	32
--------------------------------	----

## Κεφάλαιο 2

### Υλικά και μέθοδοι

2.1. Προετοιμασία γεννητόρων.....	34
-----------------------------------	----

2.1.1. Έλεγχος σταδίου ωριμότητας των ωαρίων .....	35
--	----

2.2. Τεχνητή Αναπαραγωγή .....	36
--------------------------------	----

2.3. Επώαση-Εκκόλαψη.....	37
---------------------------	----

2.4. Διαχωρισμός ομάδων εργασίας .....	39
--	----

2.5. Συλλογή δειγμάτων εργασίας .....	42
---------------------------------------	----

2.6. Καταγραφή Παραμέτρων .....	42
---------------------------------	----

2.7. Μέτρηση μήκους-βάρους.....	43
---------------------------------	----

2.8. Υπολογισμός όγκου λεκιθικού σάκου .....	43
--	----

2.9. Αύξηση βάρους.....	44
-------------------------	----

2.10. Στατιστική ανάλυση .....	45
--------------------------------	----

## Κεφάλαιο 3

### Αποτελέσματα

3.1. Ποσοστό επιβίωσης .....	46
------------------------------	----

3.2. Όγκος λεκιθικού σάκου .....	47
----------------------------------	----

3.3. Αύξηση βάρους .....	51
--------------------------	----

## **Κεφάλαιο 4**

**4.1. Συζήτηση** ..... 55

**4.2. Συμπεράσματα** ..... 57

## **Βιβλιογραφία**

**Ελληνική βιβλιογραφία** ..... 59

**Ξένη βιβλιογραφία** ..... 59



## Κατάλογος εικόνων

<b>Εικόνα 1:</b> Ιριδίζουσα πέστροφα .....	7
<b>Εικόνα 2:</b> Φυσική κατανομή της Ιριδίζουσας πέστροφας στη Β.Αμερική .....	9
<b>Εικόνα 3:</b> Γεωγραφική εξάπλωση της ιριδίζουσας πέστροφας .....	10
<b>Εικόνα 4:</b> Το υπόστρωμα στο οποίο εναποθέτουν τα γεννητικά τους προϊόντα	14
<b>Εικόνα 5:</b> Γονιμοποιημένα ωάρια σε χαλικώδη πυθμένα .....	14
<b>Εικόνα 6:</b> Λεκιθοφόρες προνύμφες καλυπτόμενες από το χαλικώδη υπόστρωμα .....	16
<b>Εικόνα 7:</b> Τσιμεντένιες δεξαμενές (raceways).....	19
<b>Εικόνα 8:</b> Ο κύκλος παραγωγής της Ιριδίζουσας πέστροφας .....	24
<b>Εικόνα 9:</b> Συσκευές επώασης των σολομοειδών.....	27
<b>Εικόνα 10:</b> Παραγωγή ολοθηλυκών πληθυσμών με γενετική αντιστροφή .....	31
<b>Εικόνα 11:</b> Γεωγραφική τοποθεσία του Ιχθυογεννητικού σταθμού .....	34
<b>Εικόνα 12:</b> Σχηματική περιγραφή ωρίμανσης του ωαρίου.....	35
<b>Εικόνα 13α:</b> Συλλογή ωαρίων ιριδίζουσας πέστροφας .....	36
<b>Εικόνα 13β:</b> Συλλογή σπέρματος ιριδίζουσας πέστροφας .....	36
<b>Εικόνα 14α:</b> Προσθήκη σπέρματος σε ωάρια πέστροφας .....	37
<b>Εικόνα 14β:</b> Γονιμοποιημένα ωάρια πέστροφας .....	37
<b>Εικόνα 15:</b> Εγκαταστάσεις εκκολαπτηρίου .....	38
<b>Εικόνα 16:</b> Στάδιο οφθαλμεμφάνισης.....	38

<b>Εικόνα 17:</b> Αρχή της εκκόλαψης .....	39
<b>Εικόνα 18:</b> Προνύμφη ιριδίζουσας πέστροφα.....	39
<b>Εικόνα 19:</b> Συσκευή εκκόλαψης οριζόντιου τύπου .....	40
<b>Εικόνα 20:</b> Ο διαχωρισμός των ομάδων εργασίας .....	41
<b>Εικόνα 21:</b> Ποσοστό συνολικής επιβίωσης από την (εκκόλαψη μέχρι την εξωτερική διατροφή) σε σχέση με τον χρόνο εκκόλαψης .....	46
<b>Εικόνα 22:</b> Όγκος του λεκιθικού σάκου σε σχέση με τον χρόνο εκκόλαψης....	48
<b>Εικόνα 23:</b> Μείωση του λεκιθικού σάκου στις 3 ομάδες .....	48
<b>Εικόνα 24:</b> Μετατρεψιμότητα (YCE) μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου στις 3 ομάδες .....	50
<b>Εικόνα 25:</b> Υπολογισμός του ρυθμού μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου (YCR) στις 3 ομάδες (σύμφωνα με Peterson & Martin –Robichand, 1995). .....	51
<b>Εικόνα 26:</b> Το σωματικό βάρος σε σχέση με τον χρόνο εκκόλαψης .....	52
<b>Εικόνα 27:</b> Το ολικό μήκος (TL) σε σχέση με τον χρόνο εκκόλαψης .....	52
<b>Εικόνα 28:</b> Ειδικός ρυθμός σωματικής αύξησης. ....	53
<b>Εικόνα 29:</b> Σχέση μήκους βάρους .....	54
<b>Εικόνα 30:</b> Δείκτης ευρωστίας στο τελευταίο στάδιο δειγματοληψίας.....	54
<b>Κατάλογος Πινάκων</b>	
<b>Πίνακας 1:</b> Συστηματική κατάταξη Ιριδίζουσας πέστροφας .....	5
<b>Πίνακας 2:</b> Το σιτηρέσιο της <i>O. mykiss</i> .....	7

**Πίνακας 3:** Το σιτηρέσιο της *O. mykiss*..... 17

**Πίνακας 4:** : Ασθένειες και παράσιτα που εμφανίζονται στην *O. mykiss*..... 17

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της σημαντικότητας του χρόνου εκκόλαψης στον μεταβολισμό των προνυμφικών και νυμφικών σταδίων της αναπτυσσόμενης ιριδιζουσας πέστροφας *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Για την διαδικασία του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν γονιμοποιημένα ωάρια που επωάστηκαν σε θερμοκρασία 12 0C και ανάλογα με τον χρόνο εκκόλαψης χωρίστηκαν σε τρεις διαφορετικές ομάδες: Πρώιμης(A), Μεσαίας(B) και Καθυστερημένης εκκόλαψης(B). Άτομα από αυτές τις τρεις ομάδες εκκόλαψης τοποθετήθηκαν σε δεξαμενές ανάπτυξης με ίδιες συνθήκες εκτροφής (παροχή νερού, θερμοκρασία, ιχθυοπυκνότητα) και πάρθηκαν δείγματα από κάθε ομάδα και προσδιορίστηκε το μήκος, το βάρος, ο όγκος του λεκιθικού σάκου και ο ρυθμός απορρόφησης του και η μετατρεψιμότητα του από την εκκόλαψη μέχρι την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου.

Ο χρόνος εκκόλαψης επηρέασε τον όγκο του λεκιθικού σάκου αλλά δεν επηρέασε το σωματικό βάρος κατά την εκκόλαψη και τα επόμενα στάδια των αναπτυσσόμενων προνυμφών. Συγκεκριμένα, μικρότερος όγκος λεκιθικού σάκου παρατηρήθηκε στην ομάδα πρώιμης εκκόλαψης . Αυτή η ομάδα εμφάνισε πιο αργή ανάπτυξη αλλά και πιο αποδοτικό μεταβολισμό του λεκιθικού σάκου με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν διαφορές στο ολικό βάρος και μήκος μετά την ολοκλήρωση της μεταμόρφωσης. Η μετατρεψιμότητα του

λεκιθικού σάκου (YCE) ήταν αντιστρόφως ανάλογη με τον ρυθμό απορρόφησης του (YCR). Συνολικά, παρατηρήθηκε πως αυξημένος ρυθμός απορρόφησης συνοδεύτηκε με λιγότερο αποδοτικό μεταβολισμό του λεκιθικού σάκου. Για παράδειγμα, τα άτομα της ομάδας A παρουσίασαν μια πιο αργό αλλά και πιο αποδοτικό μεταβολισμό του λεκιθικού σάκου. Όλα αυτά αναδεικνύουν την σημαντικότητα του χρόνου εκκόλαψης αλλά και του μεταβολισμού κατά την εμβρυική ανάπτυξη των ιχθύων.

## **ABSTRACT**

The purpose of the present work was to investigate the significance of hatching time on the metabolism of developing rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) larvae. Fertilised eggs were incubated at 12 oC and developing larvae were divided according to hatching time into three groups (early-, mid- and late-hatching). There was no influence of hatching time on overall mortality from hatching to first feeding. At hatching, there was no significant difference in size among the three groups but the early hatched fish exhibited smaller volume of yolk sack. After hatching, the efficiency of yolk metabolism was inversely related to the rate of yolk absorption. The fish of early hatching group exhibited a more efficient but slower rate of absorption compared to the other groups. The results indicate the significance of hatching time on the metabolic rate and efficiency of developing larvae.

## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγή

Με τον όρο υδατοκαλλιέργεια, ορίζουμε την εκτροφή υδρόβιων οργανισμών, όπως ψάρια, οστρακοειδή, μαλάκια, υδρόβια φυτά κ.α., σε ελεγχόμενες συνθήκες. Η υδατοκαλλιέργεια ιστορικά, χρονολογεί την ύπαρξή της πολύ πριν το 2000 π.χ. στη Κίνα. Επίσης η Βίβλος αναφέρεται σε λιμνούλες με ψάρια, ενώ διακοσμητικά ψάρια σε λίμνες εμφανίζονται σε έργα ζωγραφικής στην αρχαία Αίγυπτο ([www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org), 10/02/2011).

Στη σύγχρονη μορφή της εμφανίστηκε στη Αμερική στα μέσα του 19ου αιώνα. Η εμπορική πλέον εκτροφή υδρόβιων οργανισμών, περιοριζόταν στην εκτροφή της ιριδίζουσας πέστροφας και της πέρκας. Πολλές φορές αυτές οι προσπάθειες για εκτροφή διάφορων ειδών, αποτύγχαναν, διότι είτε δεν είχαν την εμπειρία, είτε οι μικρές λίμνες δεν ήταν σωστά σχεδιασμένες-κατασκευασμένες, είτε είχαν ελλιπή τεχνολογική υποστήριξη (Swann, 1992).

Η ελεγχόμενη εκτροφή σήμερα, αποτελεί σημαντική οικονομική δραστηριότητα σε πολλές χώρες (WWF, 2005). Η παγκόσμια παραγωγή υδρόβιων οργανισμών (Πιν. 1) το 2009 έφτασε τους 145 εκ. τόνους εκ των οποίων τα 55 εκ τόνοι είναι εκτρεφόμενα είδη σε ελεγχόμενες συνθήκες (FAO fisheries statistics).

**Πίνακας 1:** Παγκόσμια παραγωγή υδρόβιων οργανισμών (FAO fisheries statistics, 2010)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	εκ. τόνους					
<b>Ετήσια παραγωγή</b>						
<b>Εσωτερικά Ύδατα</b>						
Αλιεία	8,6	9,4	9,8	10	10,2	10,1
Υδατοκαλλιέργεια	25,2	26,8	28,7	30,7	32,9	35
<b>Σύνολο</b>	<b>33,8</b>	<b>36,2</b>	<b>38,5</b>	<b>40,6</b>	<b>43,1</b>	<b>45,1</b>
<b>Αλμυρά &amp; Υφάλμυρα Ύδατα</b>						
Αλιεία	83,8	82,7	80	79,9	79,5	79,9
Υδατοκαλλιέργεια	16,7	17,5	18,6	19,2	19,7	20,1
<b>Σύνολο</b>	<b>100,5</b>	<b>100,1</b>	<b>98,6</b>	<b>99,2</b>	<b>99,2</b>	<b>100</b>
Σύνολο από Αλιεία	<b>92,4</b>	<b>92,1</b>	<b>89,7</b>	<b>89,9</b>	<b>89,7</b>	<b>90</b>
Σύνολο από Υδ/γεια	<b>41,9</b>	<b>44,3</b>	<b>47,4</b>	<b>49,9</b>	<b>52,5</b>	<b>55,1</b>
<b>Σύνολο Παγκοσμίως</b>	<b>134,3</b>	<b>136,4</b>	<b>137,1</b>	<b>139,8</b>	<b>142,3</b>	<b>145,1</b>

Η υδατοκαλλιέργεια δεν αποτελεί αποκλειστικά μία βιομηχανία παραγωγής ψαριών. Στη πραγματικότητα, γίνεται εκτροφή σε πάνω από 400 υδρόβια είδη, όπως είναι ψάρια, μαλάκια, καρκινοειδή, οστρακοειδή αλλά και φύκια (WWF, 2005).

Η ιριδίζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*), εδώ και δεκαετίες αποτελεί είδος κατ' εξοχήν εντατικά εκτρεφόμενο είδος σε παγκόσμια κλίμακα, εξαιτίας των υφιστάμενων δυνατοτήτων ευχερούς διαχείρισής της, της μεγάλης προσαρμογής της στην τεχνητή διατροφή και των ταχύτατων αναπτυξιακών ρυθμών που εμφανίζει. Η πέστροφα, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα εκτρεφόμενα είδη ψαριών, εμφανίζει μεγαλύτερες απαιτήσεις αναφορικά με την ποσότητα και την ποιότητα του νερού. Οι φυσικοχημικές



παράμετροι του νερού, όπως θερμοκρασία, pH, περιεκτικότητα σε οξυγόνο, αμμωνία νιτρικά, νιτρώδη, διοξείδιο του άνθρακα, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη παραγωγική διαδικασία (Σαββίδης, 2002).

Το πρώτο εκκολαπτήριο πέστροφας (άγριας), σολομού κ.α. κατασκευάστηκε και λειτούργησε με επιτυχία στη Γαλλία το 1852 και στις Η.Π.Α. το 1870. Η πρώτη τεχνητή γονιμοποίηση ατόμων πέστροφας πραγματοποιήθηκε στη Γερμανία το 1740. Η ξηρή μέθοδος τεχνητής γονιμοποίησης ενστερνίστηκε από όλα τα εκκολαπτήρια αργότερα σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες του κόσμου (Nash, 2011).

Στη χώρα μας η ιριδίζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*), εισήχθηκε στην Ελλάδα το 1956, με την ίδρυση του ιχθυογεννητικού σταθμού Λούρου. Από τότε, εγκαταστάθηκαν περίπου 100 μονάδες, με το 50% αυτών να εντοπίζονται στην Ήπειρο (Πάσχος, 2004). Επίσης, μονάδες εκτροφής της ιριδίζουσας πέστροφας έχουν αναπτυχθεί και στη Μακεδονία (Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Καστοριά) και σποραδικά σε Στερεά Ελλάδα και Πελοπόννησο (Σαββίδης, 2002) με τη παραγωγή να ξεπερνά σταδιακά τους 3.000 τόνους (Πάσχος, 2004).

### 1.1 Ιριδίζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss* Walbum, 1792)

Η ιριδίζουσα πέστροφα, αποτελεί το χαρακτηριστικό ψάρι της Β. Αμερικής και το όνομά της προέκυψε από την ιριδίζουσα πλευρική γραμμή (Πάσχος, 2004).



Εικόνα 1: Ιριδίζουσα πέστροφα (πηγή: <http://pubs.usgs.gov/fs/2011/3002>)

### 1.2. Συστηματική κατάταξη

Πίνακας 2: Συστηματική κατάταξη Ιριδίζουσας πέστροφας (Πάσχος, 2004)

---

Κλάση :	<i>Actinopterygii</i>
Τάξη :	<i>Salmoniformes</i>
Οικογένεια :	<i>Salmonidae</i>
Γένος :	<i>Oncorhynchus</i>
Είδος :	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)
Κοινό όνομα :	Ιριδίζουσα πέστροφα, αμερικανική πέστροφα

---

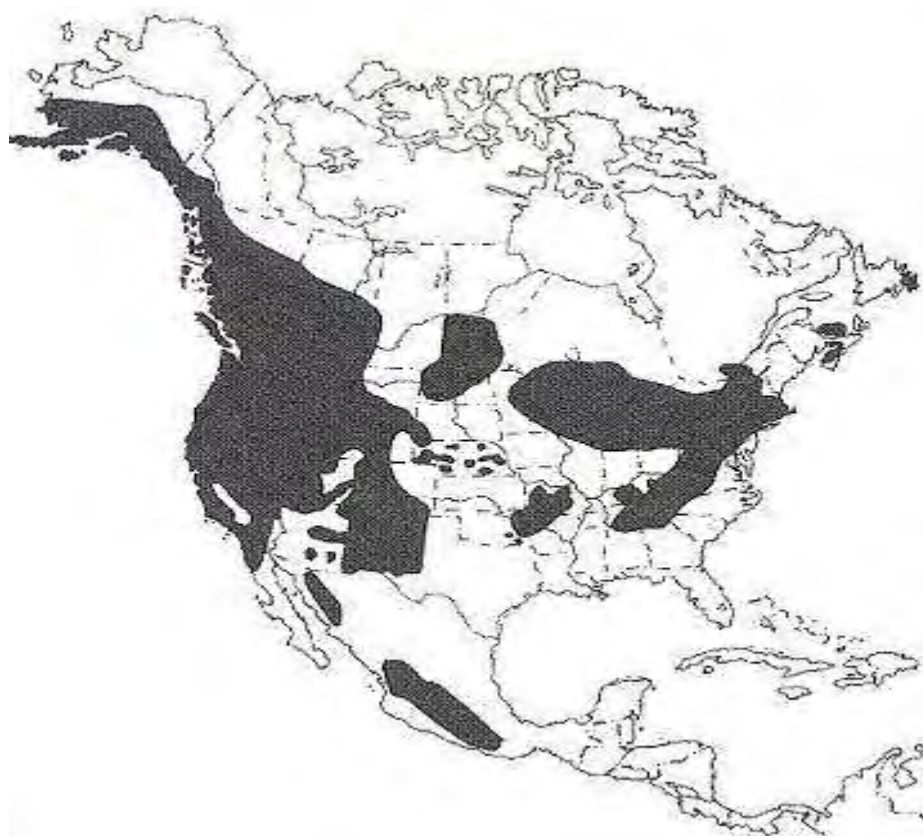
### 1.3. Μορφολογία

Το σώμα της ιριδίζουσας πέστροφας, είναι επίμηκες με 60-66 σπονδύλους, 14-15 ακτίνες στο ραχιαίο πτερύγιο, 13-14 στα θωρακικά πτερύγια και 8-19 στο ουραίο (Πάσχος, 2004). Το μήκος του σώματος της ιριδίζουσας πέστροφας μπορεί να φτάσει τα 70 cm και το βάρος αυτής τα 5-6 kg (Παπαγεωργίου, 1989). Ακόμη, φέρει λιπώδες πτερύγιο και ο χρωματισμός της ποικίλλει ανάλογα με το οικοσύστημα, σε μαύρο-γκρι-ασημί-γκρι-κίτρινο (Πάσχος, 2004). Σύμφωνα με τον Πάσχο (2004) η ιριδίζουσα πέστροφα διαφέρει από την άγρια πέστροφα (*Salmo trutta*), από:

- την ύπαρξη μιας πορφυροϊώδους λωρίδας πλάτους 3-4 εκ., η οποία εκτείνεται σε όλο το μήκος των πλευρών του σώματός της,
  - την ύπαρξη μαύρων κηλίδων στο ουραίο πτερύγιο, γ) την έλλειψη κόκκινων κηλίδων στο σώμα της,
  - την έλλειψη του πορτοκαλί χρώματος στο άκρο του λιπώδους πτερυγίου και
  - το μεγάλο αριθμό μαύρων κηλίδων στο κεφάλι (Παπαγεωργίου, 1989).
- Τέλος κατά την αναπαραγωγική περίοδο ο χρωματισμός του ψαριού είναι πιο σκούρος, ενώ η ιριδίζουσα πλευρική γραμμή γίνεται εντονότερη.

#### 1.4. Ιστορική αναδρομή – Γεωγραφική κατανομή

Η φυσική κατανομή της ιριδίζουσας πέστροφας (Εικ. 2), περιλαμβάνει κρύα νερά της Β. Αμερικής. Εντοπίζεται κυρίως στα ποτάμια οικοσυστήματα της Αλάσκα έως την Καλιφόρνια και το Όρεγκον (Montgomery & Bernstein, 2008). Η παρουσία της στα ποτάμια συμβολίζει την καθαρότητα των υδάτων (Staley & Mueller, 2000).



**Εικόνα 2:** Φυσική κατανομή της Ιριδίζουσας πέστροφας στη Β.Αμερική (πηγή: [www.faofisheries.com](http://www.faofisheries.com))

Η ιριδίζουσα πέστροφα, διαδόθηκε σε όλες τις Ηπείρους (Εικ. 3). Η υψηλή προσαρμογή της σε ελεγχόμενα συστήματα εκτροφής και η τεχνητή αναπαραγωγή που επιτεύχθηκε το 1842, πρόσφεραν νέες δυνατότητες

διασποράς, με αποτέλεσμα σήμερα η ιριδίζουσα πέστροφα να αποτελεί κατεξοχήν εκτρεφόμενο είδος (Πάσχος, 2004). Η πρώτη προσπάθεια να εισαχθεί η ιριδίζουσα πέστροφα έγινε στη Βρετανία το 1884, όταν αυγά στο στάδιο της οφθαλμοεμφάνισης εισήχθηκαν από τις Ηνωμένες Πολιτείες. Στην συνέχεια ακολούθησαν το 1887 η Γερμανία, η Σουηδία το 1892, η Δανία το 1894 και η Φιλανδία το 1898 και στη συνέχεια ακολούθησαν και σχεδόν όλες οι χώρες της Ευρώπης (Jonsson, 2006). Οι συνεχείς, διασταυρώσεις μεταξύ των ποικιλιών, τα προγράμματα γενετικής βελτίωση και η έλλειψη στοιχείων, δεν επιτρέπουν να διαχωριστούν με σαφήνεια οι ομάδες γεννητόρων, που βρίσκονται στις διάφορες χώρες, αλλά και στις Η.Π.Α. (Πάσχος, 2004).



**Εικόνα 3:** Γεωγραφική εξάπλωση της ιριδίζουσας πέστροφας (πηγή: [www.faofisheries.com](http://www.faofisheries.com))

## 1.5. Οικολογία – Φυσιολογία

Η ιριδίζουσα πέστροφα είναι κυρίως ψάρι του γλυκού νερού. Ωστόσο είναι σε θέση να μεταναστεύει και να επιβιώνει και στη θάλασσα. Προτιμά καθαρό και καλά οξυγονωμένο νερό. Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 17 °C και η συνιστώμενη θερμοκρασία για την ωτοκία είναι περίπου 12 °C (McDowall, 1990).

Γενικότερα, η ιριδίζουσα πέστροφα μπορεί να επιβιώσει σε ύδατα όπου η θερμοκρασία κυμαίνεται από 0 °C έως 25,8 °C. Ωστόσο, σε αυτό το εύρος θερμοκρασίας, η *O. mykiss* έχει μια βέλτιστη τιμή, για την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και για τον μεταβολισμό. Η τιμή αυτή, της θερμοκρασίας διαφέρει ανάλογα με την περιοχή (Molony, 2001). Η πέστροφα, προτιμά ποταμούς με ροή, όπου η τιμή διαλυμένου οξυγόνου είναι μεγαλύτερη από 6 mg l<sup>-1</sup>, εύρος θερμοκρασίας 9-15 °C και pH 7-8. Η περίοδος αναπαραγωγής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως τα γενετικά χαρακτηριστικά, την φωτοπερίοδο και την θερμοκρασία (Πάσχος, 2004). Τα αρσενικά ωριμάζουν στον πρώτο με δεύτερο χρόνο και τα θηλυκά στο δεύτερο με τρίτο χρόνο της ζωής τους. Η πέστροφα δεν μπορεί να αναπαραχθεί με φυσικό τρόπο σε ελεγχόμενες συνθήκες και η λήψη των γεννητικών προϊόντων γίνεται με τεχνητή αναπαραγωγή σε ιχθυογεννητικούς σταθμούς. Επίσης συχνό είναι το φαινόμενο λήψης γονιμοποιημένων ωαρίων από τη φύση (FAO fisheries). Η ωτοκία λαμβάνει χώρα από τον Νοέμβριο (ή και πιο νωρίς σε κρύα νερά)

μέχρι τον Μάιο στο βόρειο ημισφαίριο και μεταξύ Αυγούστου και Νοεμβρίου στο νότιο ημισφαίριο (Gall & Crandell, 1992).

### **1.5.1. Ο κύκλος ζωής της ιριδίζουσας πέστροφας στη φύση**

Στον κύκλο ζωής της ιριδίζουσας πέστροφας, από την γονιμοποίηση έως την αναπαραγωγή, εντοπίζονται πέντε διαφορετικά στάδια (ωάριο, λεκιθοφόρος προνύμφη, νύμφη, νεαρό άτομο και ενήλικο άτομο). Το κάθε στάδιο παρουσιάζει ιδιαίτερες απαιτήσεις και διαφορετικά ενδιαίτηματα. Οι συνθήκες ανάπτυξης του κάθε σταδίου επηρεάζουν την μετέπειτα εξέλιξη του ψαριού αφού λειτουργούν σαν τους κρίκους μιας αλυσίδας. Τυχόν παρέκκλιση σε κάποιο από αυτά θα έχει συνέπειες στα επόμενα στάδια (Montgomery & Bernstein, 2008).

### **1.5.2. Ενδιαίτηματα για την ωοτοκία**

Η επιτυχία της ωοτοκίας συνδέεται άμεσα με την ποσότητα και ποιότητα του νερού, την σύνθεση του υποστρώματος και την κάλυψη που προσφέρει η φύση σε αυτά (Montgomery & Bernstein, 2008). Στη φύση, οι γεννήτορες απελευθερώνουν τα γεννητικά τους προϊόντα (2.000-4.000 ωάρια ανά άτομο), σε πετρώδη ή χαλικώδη υποστρώματα, κατά ομάδες και ειδικότερα σε περιοχές όπου ο κίνδυνος εποχιακής αποξήρανσης έχει ελαχιστοποιηθεί.

Τα ωάρια, τα οποία δεν φέρουν κολλώδη ουσία, γονιμοποιούνται, και

παρασύρονται από τη ροή του νερού (Staley & Mueller, 2000; Πάσχος, 2004). Το μέγεθος των ωαρίων κυμαίνεται από 3-6 mm και εξαρτάται από το μέγεθος, η ποικιλία και τη διατροφή του θηλυκού ατόμου. Το μέγεθος των προνυμφών κυμαίνεται από 12-20 mm και φέρουν λεκιθικό σάκο (Gall & Crandell, 1992).

Η παροχή του νερού διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και επηρεάζεται από τη χιονόπτωση. Την άνοιξη όπου αρχίζουν να λιώνουν τα χιόνια η ποσότητα του νερού αυξάνεται με αποτέλεσμα να καλύπτονται με νερό τα κατάλληλα αναπαραγωγικά πεδία. Τα θηλυκά, για την ωοτοκία, επιλέγουν συνήθως περιοχές όπου το βάθος του νερού είναι μεγαλύτερο από 18cm και με μεγάλη ροή νερού (48-91 cm/sec) (Bjornn & Reiser, 1991). Η μεγάλη και συνεχόμενη ταχύτητα του νερού ανάμεσα στα γονιμοποιημένα ωάρια, είναι κρίσιμη για την παροχή οξυγόνου που δρα και σαν μυκητοκτόνο (Workman *et al.*, 2004). Η ιριδίζουσα πέστροφα μπορεί να αναπαραχθεί σε θερμοκρασίες από 2-18 °C. Κατά κύριο λόγο αναπαράγεται σε θερμοκρασίες πάνω των 6-7 °C, ανάλογα από την περιοχή στην οποία εντοπίζει. Γενικά κατά την περίοδο ωοτοκίας, παρατηρείται μία μεγάλη μετακίνηση των ψαριών προς νερά θερμοκρασιακά κατάλληλα για την αναπαραγωγή τους (Behnke, 2002). Για την εναπόθεση των ωαρίων τα θηλυκά άτομα δημιουργούν μικρές εσοχές στο υπόστρωμα. Το υπόστρωμα αποτελείται από χαλίκι (Εικ. 4 & 5) παρέχοντας την δυνατότητα εισροής του νερού μέσα τους γεγονός που



βοηθά στην καλύτερη οξυγόνωση των ωαρίων (Raleigh *et al.*, 1984). Τα ώριμα άτομα για την απελευθέρωση των γεννητικών προϊόντων συνηθίζουν να διαβιούν σε μέρη όπου η φύση τους παρέχει κάλυψη από θηρευτές (βυθισμένα αντικείμενα, κορμούς δέντρων, πέτρες και θολά νερά) (Bjornn & Reiser, 1991).



**Εικόνα 4:** Το υπόστρωμα στο οποίο εναποθέτουν τα γεννητικά τους προϊόντα είδη ιριδίζουσας πέστροφας (πηγή: [www.wildlife.state.co.us](http://www.wildlife.state.co.us).)



**Εικόνα 5:** Γονιμοποιημένα ωάρια ιριδίζουσας πέστροφας σε χαλικώδη πυθμένα (πηγή: [www.wildlife.state.co.us](http://www.wildlife.state.co.us).)

Για την επώαση των γονιμοποιημένων ωαρίων, τα ενδαιτήματα παρουσιάζουν διαφορετικές μεταβλητές Στην επιτυχία της επώασης των ωαρίων και κατά συνέπεια στην επιτυχία της όλης αναπαραγωγικής διαδικασίας, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει, το διαλυμένο οξυγόνο, η θερμοκρασία, η ποιότητα και το βάθος του νερού και η δομή του υποστρώματος (Bjornh & Reiser, 1991). Όπως προαναφέραμε, η παροχή του νερού, η ταχύτητα, η ποσότητα και η ποιότητα του νερού συμβάλουν στην οξυγόνωση των ωαρίων και στην απολύμανση αυτών. Αναλυτικότερα, τα γονιμοποιημένα ωάρια είναι ευάλωτα σε συνθήκες υποξίας. Η επώαση των ωαρίων σε χαμηλά επίπεδα οξυγόνου έχει ως συνέπεια τη δημιουργία ανωμαλιών στο έμβρυο (Bjornh & Reiser, 1991). Τα ωάρια της ιριδιζουσας πέστροφας μπορούν να αντέξουν σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας από 1-16 °C, με ιδανικό για αυτά εύρος θερμοκρασίας από 7 έως 10 °C. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία εντός του αποδεκτού ορίου, μεγαλώνει και ο ρυθμός ανάπτυξης, πράγμα το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου εκκόλαψης (Raleigh *et al.*, 1984). Γενικά, τα αυγά εκκολάπτονται σε 290-330 βαθμοημέρες (Πάσχος, 2004).

Οι προνύμφες αρχικά παραμένουν στο ίδιο υπόστρωμα μέχρι να απορροφήσουν το λεκιθικό τους σάκο (Εικ. 6). Προτιμούν μεγάλο σχετικά βάθος και μειωμένη ηλιοφάνεια (Montgomery & Bernstein, 2008).



**Εικόνα 6:** Λεκιθοφόρες προνύμφες ιριδίζουσας πέστροφας καλυπτόμενες από το χαλικιώδη υπόστρωμα (πηγή: [www.wildlife.state.co.us](http://www.wildlife.state.co.us).)

Όταν θα απορροφήσουν το λεκιθικό τους σάκο αρχίζουν να τρέφονται με ζωοπλαγκτόν και άλλους μικροοργανισμούς (Πάσχος, 2004). Μόλις οι προνύμφες της ιριδίζουσας πέστροφας φτάσουν σε μέγεθος τα 12.5-15 cm, τότε αρχίζουν να κολυμπούν πιο έντονα και να αναζητούν περιοχές με μεγαλύτερα βάθη και έντονη βλάστηση η οποία θα τους παρέχει κάλυψη από τους θηρευτές (Raleigh *et al.*, 1984).

### **1.6. Διατροφή της ιριδίζουσας πέστροφας**

Η διατροφή της ιριδίζουσας πέστροφας εξαρτάται από το στάδιο στο οποίο βρίσκεται, καθώς επίσης και από το ενδιαίτημα στο οποίο ζει. Γενικά, η ιριδίζουσα πέστροφα, είναι θηρευτής. Αρέσκει να αναζητά την τροφή της τις πρωινές ώρες ή όταν σουρουπώνει. Αναλυτικότερα, τα πρώτα στάδια της ζωής της, τρέφεται με βενθικούς οργανισμούς που βρίσκονται στον πυθμένα και ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς που παρασύρονται από το νερό. Αργότερα, το σιτηρέσιο της αποτελείται από μικρά έντομα (προνύμφες και

νύμφες από σκνίπες, μύγες κ.α.) και άλλα ασπόνδυλα του νερού. Τα ενήλικα άτομα τρέφονται με διάφορα μαλάκια, καρκινοειδή (ισόποδα, αμφίποδα, γαρίδες κ.α.), με προνύμφες ψαριών, ενώ πηγές αναφέρουν ότι η ιριδιζουσα πέστροφα μπορεί να τραφεί και με σαύρες, ποντίκια κ.α. (Montgomery & Bernstein, 2008; Παπαγεωργίου, 1989). Ωστόσο, φαίνεται πως έχει τη δυνατότητα επιβίωσης διατρεφόμενη με σαφώς μειωμένα ποσοστά τροφής ζωικής προέλευσης ή ακόμη με μόνο φυτικής προέλευσης (Παπουτσόγλου, 2008). Η καλύτερη ανάπτυξη του είδους επιτυγχάνεται με ζωικής προέλευσης διατροφής αφού η *O. mykiss* είναι σαρκοφάγο ψάρι.

**Πίνακας 3:** Το σιτηρέσιο της *O. mykiss* (πηγή: Montgomery & Bernstein, 2008).

<b>Algae</b>	<b>Snails and other mollusks</b>
<i>Cladophora</i>	
<i>benthic diatoms</i>	<b>Fishes</b>
unidentified fish eggs and larvae	
<b>Detritus</b>	Alewife
American smelt	
<b>Nematodes</b>	Bloater chub
Bluegill	
<b>Leeches</b>	Brook lamprey
Brook trout	
<b>Annelids</b>	Brown bullhead
Fathead minnow	
<b>Aquatic insects</b>	Five spined stickleback
dragonflies	Green sunfish
damsel flies	Johnny darter
chironomid midges - larvae & pupae	Largemouth bass
simuliid black flies - larvae & pupae	Longfin smelt
rhyacophilid caddisflies - larvae & pupae	Nine spined stickleback
hydrpsychid caddisflies – larvae	Prickly sculpin
dytiscid beetles	Rainbow trout

---

haliplid beetles	Redside shiner
dipteran craneflies	Slimy sculpin
dipteran soldierflies	Sockeye salmon
ephemeropteran (including baetid)	Speckled dace
mayflies	
plecopteran stoneflies	Threadfin shad
Three-spined stickleback	
<b>Terrestrial insects</b>	Yellow perch
adult Coleoptera	
Diptera	<b>Reptiles</b>
Formicidae	Southern water skink (Australia)
larval Lepidoptera	
<b>Mammals</b>	
<b>Aquatic crustaceans</b>	mouse
amphipods (Gammarus)	Bat
Cladocerans	
isopods	
shrimps	
Crayfish	

---

Η ιριδίζουσα πέστροφα τρέφεται κατά τη διάρκεια όλου του έτους, εάν υπάρχουν ικανές ποσότητες νερού και θερμοκρασία του δεν είναι κάτω των 15 °C (Πάσχος, 2004).

Σύμφωνα με τους Jokumsen & Svendsen (2010) υπάρχουν διάφοροι τρόποι χορήγησης της τροφής. Γενικά, ο τρόπος με τον οποίο χορηγείται η τροφή εξαρτάται από διάφορες παράγοντες όπως η θερμοκρασία του νερού, το οξυγόνο και η ποιότητα του νερού. Η απόδοση της τροφής σε σχέση με τη βιομάζα του ψαριού αποδίδεται με του εξής τύπους:

➤  $SGR = (\exp((\ln W_t - \ln W_0)/(T_1 - T_0)) - 1) \times 100,$

όπου  $W_0$  = η βιομάζα του ψαριού στην αρχή της περιόδου,

$W_1$  = η βιομάζα του ψαριού στο τέλος της περιόδου

και  $T_1 - T_0$  = οι ημέρες τις οποίες χορηγείται τροφή,

➤  $FCR = \text{χορηγηθείσα τροφή (Kg)} / \text{βιομάζα (Kg)}.$

Η εκτροφή γίνεται είτε σε δεξαμενές είτε σε ιχθυοκλωβούς, ενώ έχει δοκιμαστεί και η πολυκαλλιέργεια. Ένας τύπος δεξαμενών είναι οι καναλόμορφες (raceways) (Εικ. 9) δεξαμενές από τσιμέντο ή πολυεστέρα, πλάτους 5-12 m και βάθος 0.75-1 m, και ιχθυοπυκνότητα 25-35 Kg m<sup>-3</sup>. Οι διαστάσεις των δεξαμενών αυτών είναι 500x10x1,5m, χωρισμένες σε διάφορα τμήματα και διαθέτουν καλό αερισμό. Κάθε ψάρι μέσω της διαλογής μεταφέρεται σε αντίστοιχο τμήμα της δεξαμενής και η ιχθυοπυκνότητα μπορεί να ξεπεράσει τα 50 Kg m<sup>-3</sup> (Πάσχος, 2004).



**Εικόνα 7:** Τσιμεντένιες δεξαμενές (raceways) (πηγή: <http://fwp.mt.gov/>)

Η εκτροφή σε ιχθυοκλωβούς τόσο σε θαλασσινό όσο και σε γλυκό νερό είναι μια πρακτική που χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια. Η ιχθοφόρτιση εξαρτάται από τη κυκλοφορία του νερού και κυμαίνεται στα 10-20 Kg m<sup>-3</sup>. Η πρακτική αυτή δεν ενδείκνυται στη περιοχή της Μεσογείου λόγω των υψηλών θερμοκρασιών της θερινής περιόδου και της υψηλής αλατότητας. Τέλος, με επιτυχία έχει δοκιμαστεί το διπλό σύστημα εκτροφής πέστροφας και γατόψαρου στις Η.Π.Α. (Πάσχος, 2004).

### 1.7. Ασθένειες και παράσιτα

Η ιριδιζουσα πέστροφα κατά τη διάρκεια της ζωής της μπορεί να εκτεθεί σε ένα ευρύ φάσμα παρασίτων (Πιν. 3). Λίγα είναι όμως τα παράσιτα που έχουν ισχυρή επίδραση σύμφωνα με τους Montgomery & Bernstein (2008).

**Πίνακας 4:** Ασθένειες και παράσιτα που εμφανίζονται στην *O. mykiss* (πηγή: Montgomery & Bernstein, 2008).

<b>Bacteria</b>	<b>Digenean trematodes</b>
<i>Aeromonas</i> (golden trout)	<i>Apophallus</i> (brook trout)
<i>Clinostomum</i>	
<b>Fungi</b>	<i>Crepidostomum</i> (brook trout)
<i>Ichthyophonus</i>	<i>Diplostomum</i>
<i>Saprolegnia</i> (brown trout)	<i>Tylodelphys</i>
<b>Ciliates</b>	<b>Cestodes</b>
<i>Amblphrya</i>	<i>Bothriocephalus</i>
<i>Apiosoma</i>	<i>Corallobothrium</i>
<i>Capriniana</i>	<i>Diphyllbothrium</i> (cutthroat trout)
<i>Chilodonella</i>	<i>Ligula</i>
<i>Epistylis</i>	<i>Proteocephalus</i> (cutthroat trout)
<i>Ichthyophthirius</i>	

<i>Trichodina</i>	<b>Acanthocephala</b>
<i>Trichodinella</i>	<i>Acanthocephalus</i>
<i>Neoechinorhynchus</i>	
<b>Flagellates</b>	<i>Pomphorhynchus</i>
<i>Costia</i>	
<i>Cryptobia</i>	<b>Nematodes</b>
<i>Hexamita</i>	<i>Capillaria</i> (cutthroat trout)
<i>Ichthyohodo</i>	<i>Truttaedacnitis</i>
<i>Capillaria</i> (cutthroat trout)	
<b>Microsporidia</b>	<i>Contracaecum</i>
<i>Loma</i>	<i>Cystidicola</i>
<i>Nucleospora</i>	<i>Eustrongylides</i>
<b>Myxozoa</b>	<b>Parasitic Crustacea</b>
<i>Henneguya</i> (mountain whitefish)	<i>Argulus</i> (unidentified salmonid)
<i>Myxobolus</i>	<i>Ergasilus</i>
<i>Tetracapsula</i>	<i>Lernaea</i>
<i>Salmincola</i> (cutthroat trout)	
<b>Monogenean trematodes</b>	
<i>Dactylogyrus</i>	<b>Leeches</b>
<i>Eubothrium</i>	unidentified genus (cutthroat trout)
<i>Gyrodactylus</i> (cutthroat trout)	<i>Piscicola</i>
<i>Proteocephalus</i>	
<i>Tetraonchus</i> (mountain whitefish)	
<i>Triaenophorus</i>	

---

Οι Buchmann *et al.* (1995), ανέφεραν 169 διαφορετικές κλάσεις παρασίτων που εντοπίστηκαν στην ιριδίζουσα πέστροφα σε όλο τον κόσμο. Τα παράσιτα αυτά προέρχονται από επτά κύριες ομάδες οργανισμών:

- Τα μονογενή (Monogenea),
- Τα διγενή (Digenea),
- Τα κεστόδη (Cestoda),



- Τα νηματόδη (Nematoda),
- Τα ακανθοκέφαλα (Acanthocephala),
- Τα καρκινοειδή (Crustacea),
- Τα βδελλοειδή (Hirudinea).

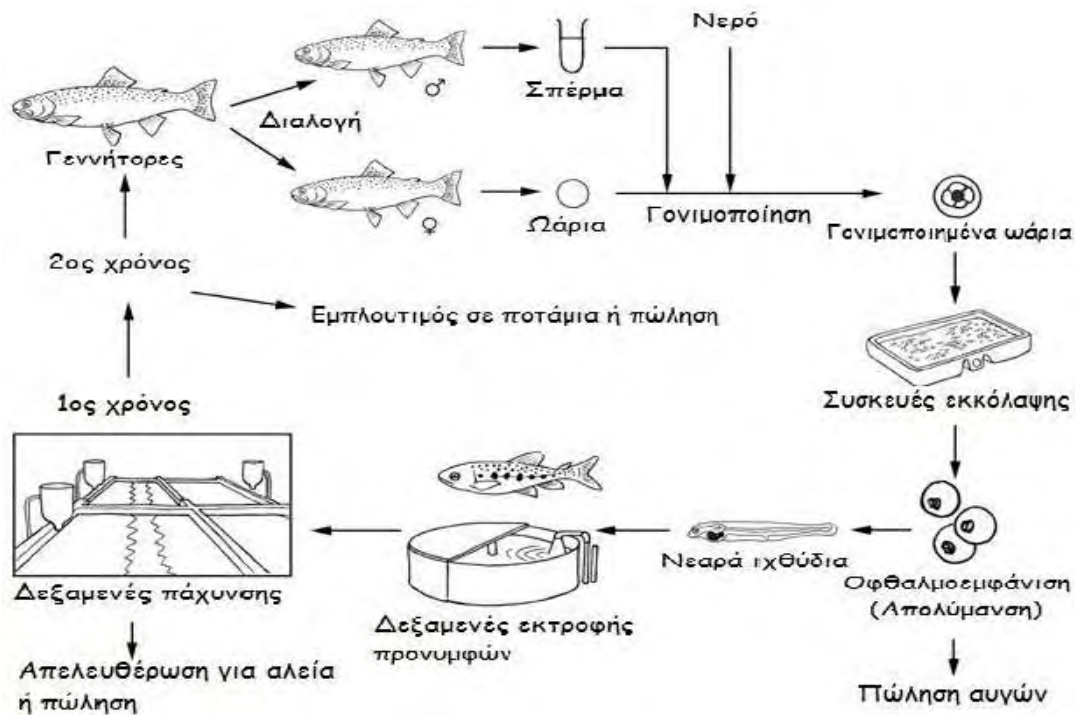
### **1.8. Εκτροφή της Ιριδίζουσας πέστροφας**

Η εκτροφή ψαριών είναι μία μέθοδος η οποία εντοπίζεται ιστορικά, στην Κίνα πριν 3000 χρόνια. Η πέστροφα εκτρέφεται πάνω από 100 χρόνια στην Ευρώπη και την Β. Αμερική (Cakir, 2002). Ο σκοπός αυτών που αρχικά ασχολήθηκαν με την εκτροφή της, ήταν η παραγωγή γόνου για να εμπλουτίσουν νέες περιοχές ή περιοχές που ήδη υπήρχαν ενδημικοί πληθυσμοί (Β. Αμερική) και για να βελτιώσουν ή να ενισχύσουν την ερασιτεχνική αλιεία. Στη συνέχεια η τεχνογνωσία αυτή χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη ιδιωτικών μονάδων υδατοκαλλιεργειών για την εκτροφή ψαριών για κατανάλωση (Πάσχος, 2004). Ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει τη παραγωγική διαδικασία της ιριδίζουσας πέστροφας είναι το νερό. Η διαθεσιμότητα του νερού μεταβάλλεται στη διάρκεια του έτους. Για την επιτυχία της ελεγχόμενης εκτροφής, θα πρέπει να είναι γνωστό και επαρκές η ελάχιστη ποσότητα νερού που προσφέρεται από το οικοσύστημα. Επίσης στο νερό θα πρέπει να απομακρύνονται οι ανεπιθύμητες ουσίες που

εισρέουν από τη ροή του νερού (Cakir, 2002). Σύμφωνα με τον Δόντα (2010) οι λόγοι για τους οποίους η εκτροφή της πέστροφας έχει διαδοθεί και ενδείκνυται σχεδόν σε όλα τα μέρη του κόσμου είναι:

- ✓ Η μεγάλη προσαρμοστικότητα της στα οικοσυστήματα,
- ✓ Η δυνατότητα διατροφής της με τεχνητό σιτηρέσιο,
- ✓ Η αντοχή της σε πολλές ασθένειες,
- ✓ Η ταχεία ανάπτυξή της,
- ✓ Η εύκολη τεχνητή αναπαραγωγή της,
- ✓ Η μεγάλη και διεθνής εμπορική αξία της.

Η εκτροφή της πέστροφας μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση τεχνητών υδατοσυλλογών, είτε με τη χρήση δεξαμενών με συνεχή ροή νερού ή ακόμα με τη χρήση πλωτών δεξαμενών (Παπουτσόγλου, 1994). Ο κύκλος παραγωγής της ιριδίζουσας πέστροφας απεικονίζεται στην (Εικ. 7).



Εικόνα 8: Ο κύκλος παραγωγής της Ιριδίζουσας πέστροφας (πηγή: FAO, 2006)

### 1.8.1. Διαχείριση γεννητόρων – τεχνητή αναπαραγωγή

Οι γεννήτορες της ιριδίζουσας πέστροφας προέρχονται από εκτροφή, σε αντίθεση με τους γεννήτορες της άγριας πέστροφας (*salmo trutta*) οι οποίοι προέρχονται από το φυσικό περιβάλλον. Πολλές μονάδες υδατοκαλλιεργειών έχουν αναπτύξει γεννήτορες με ειδικά χαρακτηριστικά όπως γρήγορη αύξηση, υψηλή μετατρεψιμότητα τροφής, «πρώιμη» ή «όψιμη» γεννητική ωριμότητα, μεγαλύτερα ωάρια, αντίσταση σε ασθένειες κ.α. (Πάσχος, 2004).

Η ιχθυοπυκνότητα των γεννητόρων θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη από  $5 \text{ Kg}^{-3}$ , σε σύγκριση με την ιχθυοπυκνότητα στη παραγωγική διαδικασία ( $<8-10 \text{ Kg}^{-3}$ ). Αντίστοιχα και ρυθμός διατροφής των γεννητόρων είναι μειωμένος ( $0,6 \text{ Kg}/100\text{Kg}$ ) σε σχέση με τον ρυθμό διατροφής κατά την

πάχυνση (1,8 Kg/100Kg). Τέλος, έκθεση των γεννητόρων σε συνθήκες στρες μπορεί να προκαλέσει μείωση του ποσοστού των ώριμων ωαρίων, μικρή εκκολαψιμότητα και αύξηση της θνησιμότητας (Cakir, 2002).

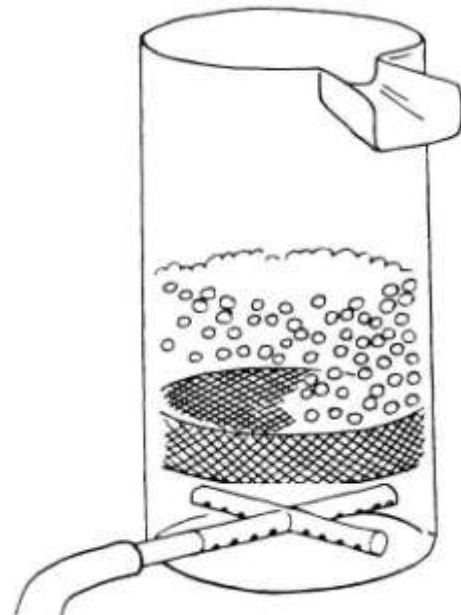
Η ιριδίζουσα πέστροφα δεν μπορεί να αναπαραχθεί φυσικά (χωρίς τεχνητά μέσα) σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Για αυτό το λόγο τα γεννητικά προϊόντα συλλέγονται με κοιλιακή μάλαξη από υψηλής ποιότητας, γεννητικά ώριμους, γεννήτορες. Η ιριδίζουσα πέστροφα αν και ωριμάζει από το δεύτερο έτος, για την τεχνητή αναπαραγωγή προτιμάται η συλλογή γεννητικών προϊόντων από πέστροφες που ξεπερνούν το τρίτο έτος για τα θηλυκά και το δεύτερο έτος για τα αρσενικά. Η ποσότητα των γεννητικών προϊόντων αυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος των γεννητόρων. Μεγαλύτερα θηλυκά παράγουν μεγαλύτερα ωάρια και μεγαλύτερες προνύμφες (Πάσχος, 2004). Ο αριθμός των γεννητόρων που χρησιμοποιείται ποικίλει ανάλογα με τις απαιτήσεις της μονάδας εκτροφής. Σε γενικές γραμμές, η αναλογία 1:3 (ένα θηλυκό με τρία αρσενικά) θεωρείται ικανοποιητική ([www.faofishery.org](http://www.faofishery.org)). Κατά την τεχνητή αναπαραγωγή της ιριδίζουσας πέστροφας, σπανίως χορηγούνται ορμόνες, με σκοπό την ωορρηξία και τη συλλογή σπέρματος, σε περίπτωση όμως που απαιτείται συγχρονισμός της όλης διαδικασίας, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ενέσιμο εκχύλισμα υπόφυσης σολομού ή συνθετικό ανάλογο ορμόνης γοναδοτροπίνης (Πάσχος, 2004).

### 1.8.2. Επώαση - Εκκόλαψη - Πρώτη διατροφή

Μετά την αναπαραγωγή τα γονιμοποιημένα και μη ωάρια, τοποθετούνται σε συσκευές επώασης (Cakir, 2002) (Εικ. 8). Διαφορετικοί τύποι συσκευών επώασης χρησιμοποιούνται για την επώαση των ωαρίων των σολομοειδών, με πιο γνωστή συσκευή το “California basket”, η οποία έχει το πλεονέκτημα ότι τα ωάρια και οι προνύμφες μπορούν να παρατηρούνται εύκολα, όπως και όλη η διαδικασία της επώασης. Όταν υπάρχει περιορισμένος χώρος μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατακόρυφες συσκευές και φιάλες τύπου “zugar”, διαμέτρου 35 cm και ύψους 80 cm (Πάσχος, 2004). Η ανανέωση του νερού είναι 8-10 lt/min/100,000 ωάρια με θερμοκρασία 10 °C (Cakir, 2002).



**α)** Δίσκοι επώασης κάθετης διάταξης



**β)** Επώαστικές συσκευές ανάβλησης



**β)** Συσκευές επώασης: "Καλιφόρνια"

**Εικόνα 9:** Συσκευές επώασης των σολομοειδών (πηγή: Hinshaw, 1990).

Ο χρόνος εκκόλαψης των ωαρίων, εξαρτάται από την θερμοκρασία. Στους 12,5 °C τα ωάρια της ιριδίζουσας πέστροφας εκκολάπτονται περίπου 3 εβδομάδες μετά την γονιμοποίηση (Hinshaw, 1990).

Σύμφωνα με τον Πάσχο (2004), από την επώαση μέχρι τη πρώτη διατροφή διακρίνονται τρεις φάσεις:

- 1<sup>η</sup> φάση: από την γονιμοποίηση ως την οφθαλμοεμφάνιση
- 2<sup>η</sup> φάση: από την οφθαλμοεμφάνιση ως την εκκόλαψη

- 3<sup>η</sup> φάση: από την εκκόλαψη ως την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου.

Τα νεκρά ωάρια θα πρέπει να απομακρύνονται λόγω του ότι είναι πηγή ασθενειών, λόγω του ότι εξαιτίας αυτών δημιουργούνται μύκητες οι οποίοι πολλαπλασιάζονται και μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την επώαση των αυγών (Hinshaw, 1990).

Κατά την διάρκεια των πρώτων δύο-τριών ημερών τα ωάρια χειρίζονται χωρίς πρόβλημα αλλά στην συνέχεια είναι πολύ ευαίσθητα μέχρι και το στάδιο της οφθαλμοεμφάνισης (Πάσχος, 2004).

Τα γονιμοποιημένα ωάρια της ιριδίζουσας πέστροφας φτάνουν στο στάδιο της οφθαλμοεμφάνισης μετά από 180-200 βαθμοημέρες (26-29 ημέρες μετά την γονιμοποίηση στους 7<sup>o</sup>C). Η εκκόλαψη των ωαρίων πραγματοποιείται στις 290-330 βαθμοημέρες (45 ημέρες μετά την γονιμοποίηση στους 7<sup>o</sup>C). Στο στάδιο αυτό οι προνύμφες τρέφονται από τον λεκιθικό σάκο, τον οποίο απορροφά ο οργανισμός της προνύμφης στις 120 βαθμοημέρες (14-20 ημέρες μετά την εκκόλαψη στους 7<sup>o</sup>C). Η στοματική κοιλότητα έχει αναπτυχθεί πλήρως, η προνύμφη αρχίζει να κινείται (Jokumsen *et al.*, 2006). Όταν το 20-30% των προνυμφών αρχίζει να κινείται στο νερό, τότε χορηγούμε εξωτερική τροφή 8-10 φορές την ημέρα και όσο αναπτύσσονται τα γεύματα μειώνονται, μέχρι τα δύο. Σε περίπτωση χορήγησης μέσω της τροφής, 17-alpha-methyltestosterone, σε δοσολογία 5mg Kg<sup>-1</sup>, για 26 ημέρες από την πρώτη διατροφή, παρατηρείται σημαντική βελτίωση του ρυθμού αύξησης

των προνυμφών, χωρίς να προκαλείται θνησιμότητα (Πάσχος, 2004). Όσο η προνύμφη μεγαλώνει, προσαρμόζεται και το μέγεθος της τροφής (Jokumsen *et al.*, 2006). Το προνυμφικό στάδιο διαρκεί περίπου 500 βαθμοημέρες (10 εβδομάδες στους 7 °C), όπου το ψάρι θα έχει φτάσει σε βάρος τα 5g περίπου (Bregnballe & Jokumsen, 1985).

### **1.9. Χρήση της βιοτεχνολογίας**

Σύμφωνα με τον Okumus (2002), η χρήση της βιοτεχνολογίας διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο τόσο στην ανάπτυξη της παραγωγής όσο και στην ενίσχυση της αναπαραγωγικής διαδικασίας. Ο έλεγχος καθορισμού του φύλου (π.χ. ολοθηλυκός πληθυσμός), είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος για την αύξηση της παραγωγής (Tsoumani *et al.*, 2008).

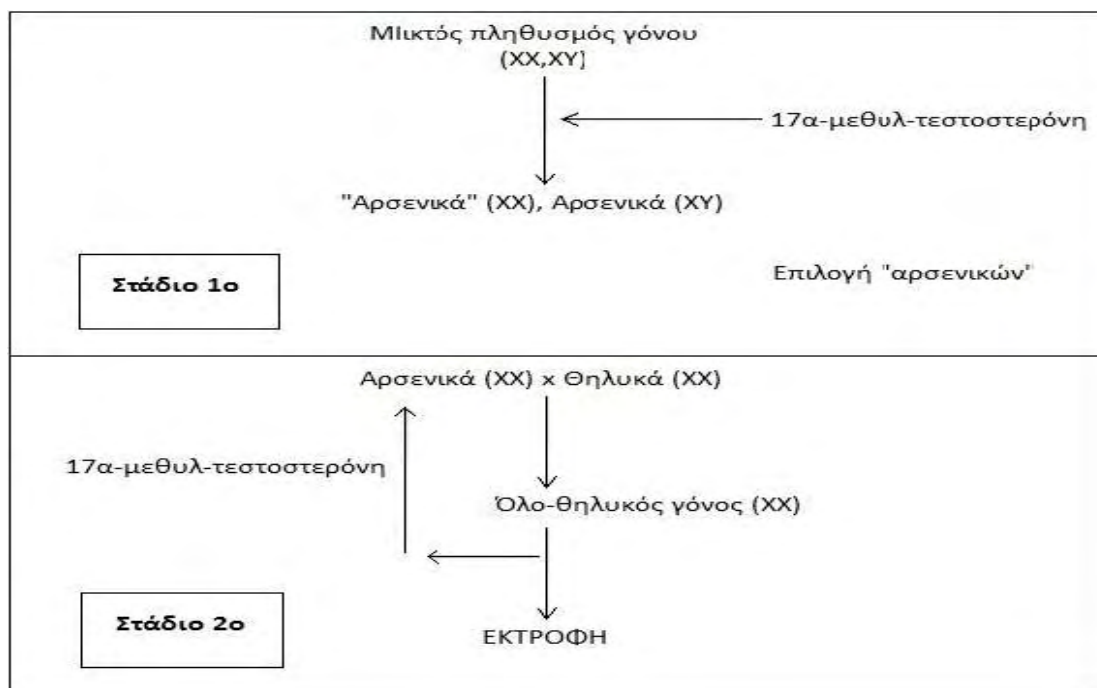
Η ανάγκη παραγωγής πληθυσμών ατόμων του ενός φύλου προέκυψε όταν διαπιστώθηκε το μέγεθος της οικονομικής απώλειας που υφίστανται οι μονάδες από τη χρονικά ανεπιθύμητη γεννητική ωρίμανση των εκτρεφόμενων ατόμων. Η γεννητική αυτή ωρίμανση συνδέεται με τη κατανάλωση σημαντικού ποσοστού μεταβολιστέας ενέργειας για τη παραγωγή ανεπιθύμητου γεννητικού υλικού και όχι για παραγωγή επιθυμητής μυϊκής μάζας ή σωματικού βάρους (Παπουτσόγλου, 1998). Στην ιριδίζουσα πέστροφα, τα θηλυκά έχουν μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης, λόγω του ότι τα αρσενικά έρχονται σε πρώτη γεννητική ωριμότητα, νωρίτερα από



τα θηλυκά (πρώιμη ωριμότητα) (Tsoumani *et al.*, 2008). Η χορήγηση κατάλληλων στεροειδών ορμονών στα ψάρια κατά τον πρώτο καιρό της διατροφής τους, επηρεάζει την ανάπτυξη των γεννητικών αδένων και καθορίζει το φύλο (Πάσχος, 2004). Η δοσολογία εξαρτάται ανάλογα το είδος.

Στην ιριδίζουσα πέστροφα η δοσολογία των ορμονών στο σιτηρέσιο των προνυμφών είναι 0,3% mg και 0.5% mg ανά kg τροφής (Tsoumani *et al.*, 2008). Για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιτυχία της αλλαγής του φύλου θα πρέπει να γνωρίζουμε την ασταθή περίοδο. Τη περίοδο δηλαδή στην οποία γίνεται ο καθορισμός του φύλου με σκοπό τη διαφοροποίησή του. Στα σολομοειδή για παράδειγμα, η περίοδος αυτή διαρκεί 10-40 ημέρες μετά την επώαση (Kavumpurath & Pandian, 1993). Η μέθοδος η οποία εφαρμόζεται σήμερα για τη παραγωγή ολοθηλυκών πληθυσμών είναι η γενετική αντιστροφή φύλου (Εικ. 10). Αυτή η μέθοδος είναι συνδυασμός χορηγούμενης ορμόνης και διασταύρωσης ανδροποιημένων ατόμων με φυσιολογικά θηλυκά, μέθοδος που απαιτεί δύο γενεές για να πραγματοποιηθεί. Στο 1<sup>ο</sup> στάδιο έχουμε την παραγωγή αρσενικών φαινοτυπικά ατόμων τα οποία γενοτυπικά είναι θηλυκά. Αυτό επιτυγχάνεται χορηγώντας μέσω της τροφής την ορμόνη 17 $\alpha$ -methyltestosterone. Στο 2<sup>ο</sup> στάδιο γονιμοποιούμε ωάρια με σπέρμα από τα νέο-αρσενικά άτομα με αποτέλεσμα τη δημιουργία ολοθηλυκών πληθυσμών (Okumus, 2002). Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου σε σχέση με την άμεση θηλυκοποίηση με

οιστραδιόλη-17β έγκειται στο ότι τα στεροειδή δεν χορηγούνται στα ψάρια που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, αλλά μόνο στους γεννήτορες (Tsoumani *et al.*, 2008).



**Εικόνα 10:** Παραγωγή ολοθηλυκών πληθυσμών με γενετική αντιστροφή (Πάσχος, 2004)

### 1.10. Παράγοντες που επηρεάζουν την εκκόλαψη της Ιριδίζουσας πέστροφας

Ο χρόνος εκκόλαψης των αναπτυσσόμενων εμβρύων διαφέρει από είδος σε είδος και επηρεάζεται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία και τα επίπεδα οξυγόνου (Hamor & Garside, 1976), καθώς επίσης και από γενετικούς παράγοντες (Easton *et al.*, 2001). Ο χρόνος εκκόλαψης επηρεάζεται από τους παραπάνω παράγοντες με αποτέλεσμα τα έμβρυα που αναπτύχθηκαν κάτω

από τις ίδιες συνθήκες εκκόλαψης παρουσίασαν διαφορετικό ρυθμό ανάπτυξης ή χρόνο εκκόλαψης (McIntegre & Blanc, 1973; Robison, 1999; Easton *et al.*, 2011). Ειδικά για την ιριδίζουσα πέστροφα παρουσιάζεται μεγάλο εύρος στο χρόνο εκκόλαψης με αποτέλεσμα να υπάρχει διαφορά ημερών μεταξύ των εμβρύων που παρουσίασαν πρώιμη εκκόλαψη και αυτών που εκκολάφτηκαν με καθυστέρηση (Sundin *et al.*, 2005). Ο χρόνος εκκόλαψης είναι μια σημαντική παράμετρος για την διαχείριση ενός ιχθυογενετικού σταθμού γιατί μπορεί να προγραμματιστεί η καλύτερη χρήση των εγκαταστάσεων. Αυτές οι διαφορές μπορεί να είναι σημαντικές για τον ρυθμό ανάπτυξης των εμβρύων καθώς και για την επιβίωση τους (Einum & Fleming, 2000; Robison *et al.*, 2001; Sundin, 2005).

### **1.11. Σκοπός της μελέτης**

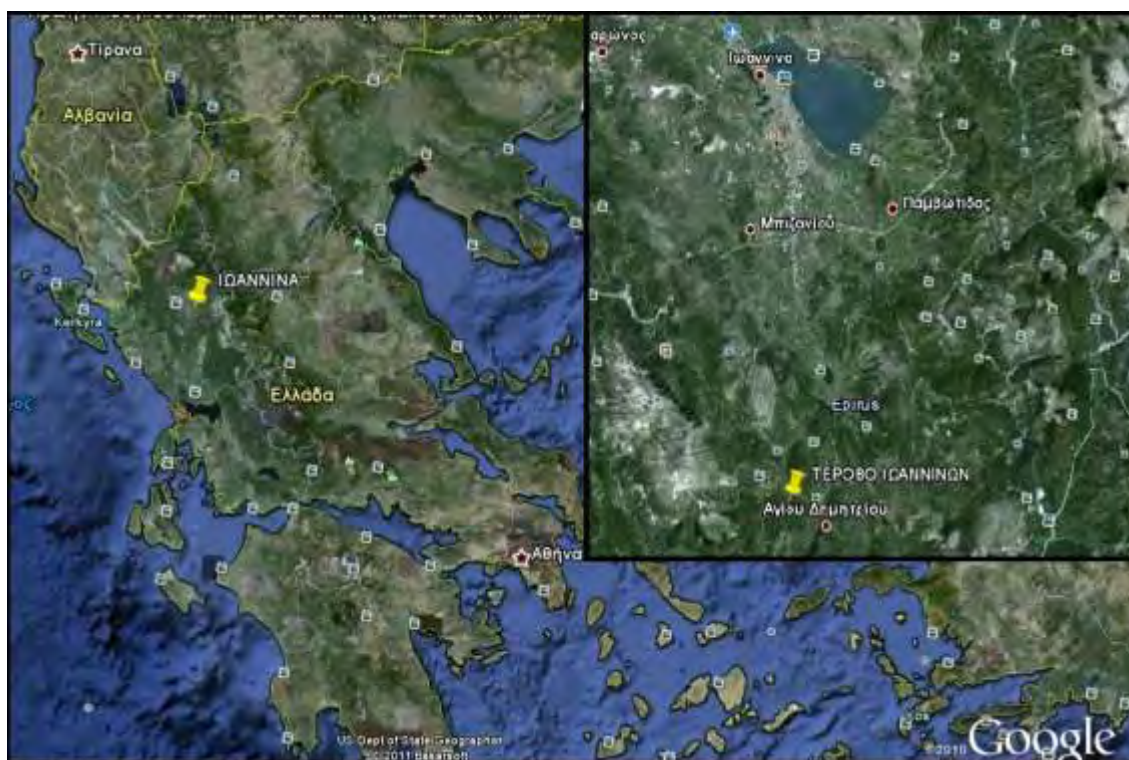
Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί το εύρος του χρόνου εκκόλαψης της ιριδίζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) στις συνθήκες της Ηπείρου καθώς επίσης και να προσδιοριστούν τυχόν επιπτώσεις αυτού του χρόνου στο ρυθμό ανάπτυξης, στην επιβίωση και το μεταβολικό ρυθμό απορρόφησης του λεκιθικού σάκου μέχρι και το στάδιο της ενεργής αναζήτησης τροφής. Ο χρόνος της ενεργής αναζήτησης τροφής, δηλαδή ο χρόνος της πρώτης διατροφής είναι σημαντική παράμετρος για το ρυθμό ανάπτυξης των νεαρών ατόμων. Για παράδειγμα στον σολομό του Ατλαντικού

(*Salmo solar*) διαφορά μικρότερη της μιας εβδομάδας στην έναρξη της διαδικασίας αναζήτησης τροφής έχει σαν αποτέλεσμα καθυστέρηση ενός είδους στον ρυθμό αύξησης ενός έτους στο ρυθμός ανάπτυξης και στο χρόνο μετανάστευσης προς την θάλασσα (Matcaffe & Thorpe, 1992).

## Κεφάλαιο 2

### Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του κρατικού ιχθυογεννητικού σταθμού, στις πηγές του ποταμού Λούρου, κοντά στα Ιωάννινα (Εικ. 11).



**Εικόνα 11:** Γεωγραφική τοποθεσία του Ιχθυογεννητικού σταθμού (πηγή: [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)).

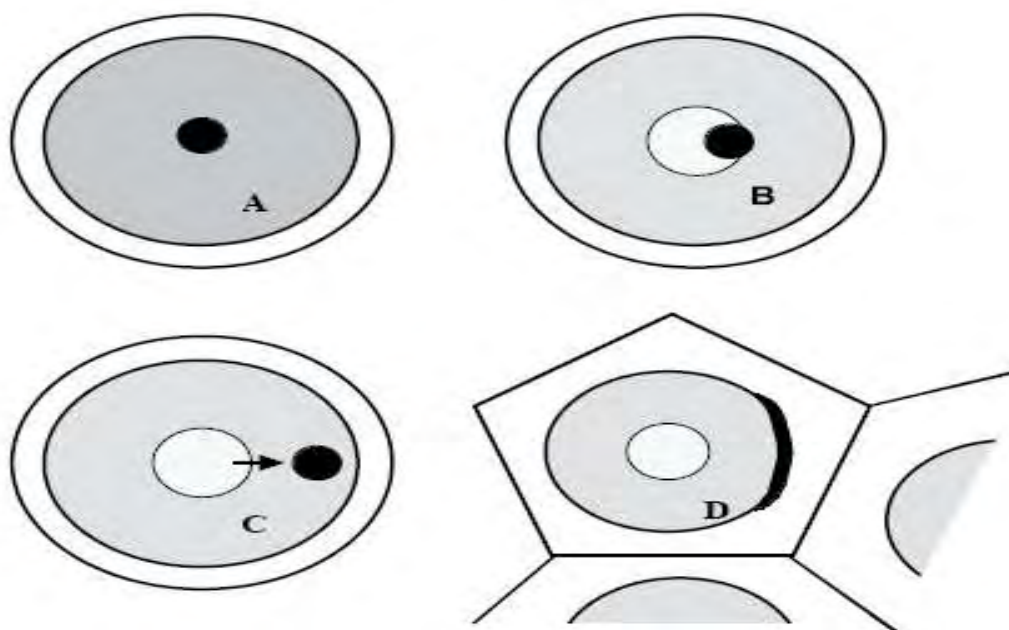
#### 2.1. Προετοιμασία γεννητόρων

Οι γεννήτορες της πέστροφας διατηρήθηκαν (χωριστά το κάθε φύλλο) σε τσιμεντένιες δεξαμενές με υψηλά ποσοστά διαλυμένου οξυγόνου και κατάλληλες συνθήκες εκτροφής.

Κατά τη διάρκεια του χρόνου τρέφονταν με συνθετική τροφή που ελαττώθηκε σταδιακά 1 με 2 μήνες πριν την ωορρηξία και διακόπηκε 10–15 ημέρες πριν την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου.

### 2.1.1. Έλεγχος σταδίου ωριμότητας των ωαρίων

Ο έλεγχος του σταδίου γεννητικής ωριμότητας πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο που βασίζεται για την παρατήρηση των ωαρίων χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο (LEICA MS 12) μετά από κατάλληλη επεξεργασία με οξικό οξύ . Χαρακτηριστικό γνώρισμα των ώριμων ωαρίων είναι η μετακίνηση του πυρήνα από το κέντρο προς την περιφέρεια (Εικ. 12).



**Εικόνα 12:** Σχηματική περιγραφή ωρίμανσης του ωαρίου (πηγή: <http://en.engormix.com>, accepted, 28/11/2011)

## 2.2. Τεχνητή αναπαραγωγή

Στις 2 Νοέμβριου του 2010 πραγματοποιήθηκε η τεχνητή αναπαραγωγή των ώριμων ατόμων πέστροφας . Ξεχωρίσαμε δύο αρσενικά και ένα θηλυκό και τα τοποθετήσαμε σε δεξαμενή γεννητόρων. Χρησιμοποιήθηκε ένα θηλυκό έτσι ώστε οι πειραματικές ομάδες που δημιουργηθούν να μην επηρεάζονται από άλλους παράγοντες (ηλικία γεννήτορα, στάδιο γενετικής ωρίμανσης μέγεθος ωαρίων, κλπ). Στους γεννήτορες χορηγήθηκε αναισθητικό (2-Phenoxyethanol) σε δοσολογία 1:1000 για να είναι πιο εύκολη η συλλογή των γεννητικών προϊόντων και για να μην υπάρξουν τραυματισμοί κατά τους χειρισμούς στους γεννήτορες. Στα αρσενικά και στο θηλυκό άτομο, η συλλογή του σπέρματος και των ωαρίων αντίστοιχα, έγινε με άσκηση πίεσης στην κοιλιακή χώρα (Εικ. 13 α & β).



**Εικόνα 13<sup>α</sup>:** Συλλογή ωαρίων ιριδίζουσας πέστροφας



**Εικόνα 13<sup>β</sup>:** Συλλογή σπέρματος ιριδίζουσας πέστροφας

Το επόμενο στάδιο μετά τη συλλογή των γεννητικών προϊόντων της ιριδίζουσας πέστροφας, είναι η γονιμοποίηση των ωαρίων. Για να επιτευχθεί

αυτό αναμίχθηκε για το θηλυκό, σπέρμα από δύο αρσενικά για την αποφυγή στείρου ατόμου και την αύξηση της γενετικής ποικιλομορφίας με τα wάρια που συλλέξαμε από το θηλυκό άτομο (Εικ. 14 α & β). Στο στάδιο αυτό τα γονιμοποιημένα αυγά παραμένουν για 15 – 20 λεπτά.



**Εικόνα 14<sup>α</sup>:** Προσθήκη σπέρματος σε wάρια πέστροφας



**Εικόνα 14<sup>β</sup>:** Γονιμοποιημένα wάρια πέστροφας

### 2.3. Επώαση - Εκκόλαψη

Τα γονιμοποιημένα wάρια τοποθετήθηκαν σε οριζόντιες συσκευές επώασης (Εικ.15). Στη δεξαμενή του πειράματος τοποθετήθηκαν 1200 αυγά ογκομετρικά. Η θερμοκρασία του νερού ήταν 12° C. Το οξυγόνο κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα από 10,1-13,31 mg/l.





**Εικόνα 15:** Εγκαταστάσεις εκκολαπτηρίου.

Κατά την επώαση – εκκόλαψη των γονιμοποιημένων ωαρίων διακρίνονται τρεις φάσεις:

- ✓ 1<sup>η</sup> φάση: από τη γονιμοποίηση ως την οφθαλμοεμφάνιση, από 2 Νοεμβρίου ως 16 Νοεμβρίου (Εικ.16),



**Εικόνα 16:** Στάδιο οφθαλμοεμφάνισης

- ✓ 2<sup>η</sup> φάση: από την οφθαλμοεμφάνιση ως την εκκόλαψη, από 17 Νοεμβρίου ως 29 Νοεμβρίου (Εικ.17)



**Εικόνα 17:** Αρχή της εκκόλαψης

- ✓ 3<sup>η</sup> φάση: από την εκκόλαψη ως την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου, από 29 Νοεμβρίου ως 13 Δεκεμβρίου (Εικ. 18)



**Εικόνα 18:** Προνύμφη ιριδίζουσας πέστροφας

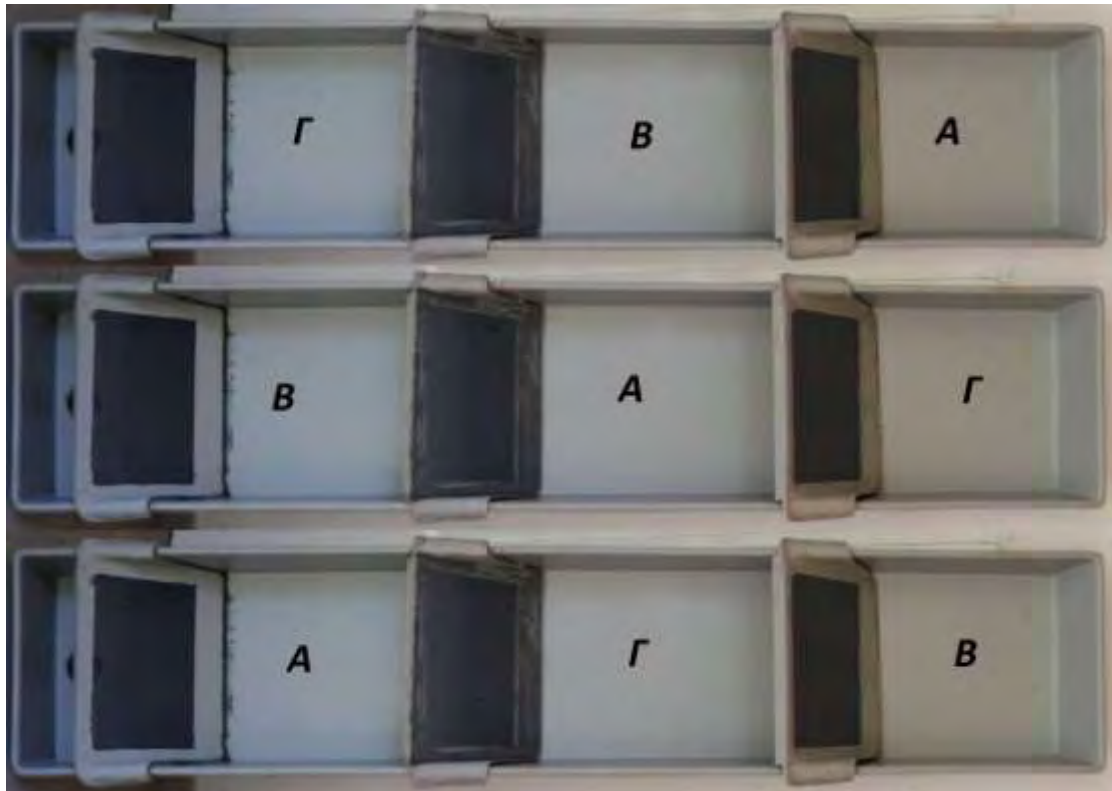
#### **2.4. Διαχωρισμός ομάδων εργασίας:**

Τα γονιμοποιημένα ωάρια είχαν τοποθετηθεί σε οριζόντιου τύπου συσκευή εκκόλαψης (Εικ.19), σε θερμοκρασία 12 °C και υψηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου που κυμαινόταν από 10-11.5 mg/l.



**Εικόνα 19:** Συσκευή εκκόλαψης οριζόντιου τύπου

Η εκκόλαψη των αυγών ξεκίνησε στις 26 Νοεμβρίου και η λήψη των δειγμάτων έγινε τρεις φορές κατά την διάρκειά της. Το πρώτο δείγμα συλλέχθηκε κατά την έναρξη της εκκόλαψης και είναι αυτό που αποκαλούμε πρώιμης περιόδου (ομάδα Α). Κατά την έξαρση της εκκόλαψης, όταν ο ρυθμός της αυξήθηκε και εκκολάφθηκε το 50% περίπου των αυγών, συλλέχθηκε το δεύτερο δείγμα (ομάδα Β). Στις 29 Νοεμβρίου, όπου ήταν και το τελευταίο στάδιο της εκκόλαψης όταν ήδη είχε εκκολαφθεί περίπου το 90% των αυγών πραγματοποιήθηκε λήψη του τελευταίου δείγματος (ομάδα Γ) (Εικ. 20).



**Εικόνα 20:** Ο διαχωρισμός των ομάδων εργασίας

Για να εδραιώσουμε την αξιοπιστία του πειράματος, η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές. Η κάθε ομάδα αποτελούνταν από 270 άτομα ιριδίζουσας πέστροφας τα οποία τοποθετήθηκαν ισόποσα σε τρεις διαφορετικές δεξαμενές. Η κάθε δεξαμενή είχε χωριστεί σε τρία μέρη ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν και οι τρεις ομάδες στις ίδιες συνθήκες εκτροφής. Κάθε δεξαμενή περιελάμβανε:

- 90 άτομα ιριδίζουσας πέστροφας πρώιμης εκκόλαψης (Ομάδα Α)
- 90 άτομα τα οποία λήφθηκαν κατά την έξαρση της εκκόλαψης (Ομάδα Β)
- 90 άτομα που από το τελευταίο στάδιο της εκκόλαψης (Ομάδα Γ)



## **2.5. Συλλογή δειγμάτων επεξεργασίας**

Για την περαιτέρω επεξεργασία χρησιμοποιήθηκαν δείγματα των 10 ατόμων που συλλέχτηκαν από κάθε ομάδα και των τριών δεξαμενών από κάθε ομάδα και των τριών δεξαμενών στα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης. Η συλλογή των πρώτων δειγμάτων πραγματοποιήθηκε την ημέρα που τοποθετήθηκαν οι προνύμφες στις αντίστοιχες ομάδες των δεξαμενών. Έτσι συλλέχθηκαν 10 άτομα από κάθε ομάδα. Κατά την εμφάνιση των πρώτων προνυμφών. Αντίστοιχα συλλέχτηκαν δείγματα 10 ατόμων από κάθε ομάδα όταν παρουσιάστηκε η έξαρση της εκκόλαψης και αναλόγως όταν ήταν η εκκόλαψη στο τελευταίο στάδιο. Η δεύτερη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με αντίστοιχο αριθμό ατόμων από κάθε ομάδα όταν παρουσίασαν σύντομη κολυμβητική δραστηριότητα. Τα τελευταία δείγματα συλλέχθηκαν με την ολοκλήρωση της απορρόφησης του λεκιθικού σάκου, όπου περιελάμβαναν 10 άτομα από κάθε ομάδα παρατήρησης.

## **2.6. Καταγραφή Παραμέτρων**

Καθημερινά και καθόλη τη διάρκεια του πειράματος γινόταν καταγραφή των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού. Η θερμοκρασία, το οξυγόνου και του PH μετρήθηκαν με όργανο HACH. Επίσης γινόταν καταγραφή των νεκρών ατόμων για τον προσδιορισμό του ποσοστού επιβίωσης σε κάθε πειραματική ομάδα.

## 2.7. Μέτρηση μήκους-βάρους

Σε όλα τα δείγματα έγινε μέτρηση ολικού βάρους με ακρίβεια 0,001gr σε ψηφιακό ζυγό OHAUS. Όλα τα ψάρια φωτογραφήθηκαν, από την αριστερή τους πλευρά, με ψηφιακή κάμερα. Με την χρήση του Image analyzing software (NIKON Digital Sight DS-L2) πραγματοποιήθηκαν οι μορφομετρικές μετρήσεις.

Όσον αφορά το ολικό μήκος, ουσιαστικά προσδιορίστηκε το μέγιστο ολικό μήκος που αναφέρεται ως η απόσταση από το πρόσθιο μέρος της κεφαλής ως το τέλος του ουραίου πτερυγίου (Anderson & Gutreuter, 1983).

## 2.8. Υπολογισμός όγκου λεκιθικού σάκου

Με την χρήση του Image analyzing software πραγματοποιήθηκαν και οι μετρήσεις στον λεκιθικό σάκο των προνυμφών του πειράματος. Στο λεκιθικό σάκο μετρήθηκε το μέγιστο πλάτος και το μέγιστο μήκος έτσι ώστε να γίνει υπολογισμός του όγκου του. Ο όγκος του λεκιθικού σάκου προσδιορίστηκε σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο (Kennedy *et al.*, 2007).

$$YSV=4(3*(L/2)*(H/2)^3$$

YSV=Όγκος λεκιθικού σάκου (Yolk sac volume)

L=Μέγιστο μήκος λεκιθικού σάκου (Length of yolk sac)

H=Μέγιστο ύψος λεκιθικού σάκου (Height of yolk sac)

Ο ρυθμός απορρόφησης του λεκιθικού σάκου (YCR) υπολογίστηκε σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο (Peterson & Martin-Robichand, 1996):

$$YCR = (Y_o - Y_t)/t ,$$

όπου  $Y_o$  και  $Y_t$  ο αρχικός και ο τελικός όγκος αντίστοιχα.

Η μετατρεψιμότητα (YCE) του λεκιθικού σάκου υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο (Hodson & Blunt, 1986):

$$YCE = (L_t - L_o)/(Y_o - Y_t)$$

όπου  $L_o$  και  $L_t$  το αρχικό και τελικό μήκος αντίστοιχα.

## 2.9. Αύξηση βάρους

Ο ρυθμός αύξησης του βάρους υπολογίζεται από τον τύπο (Busacker *et al.*, 1990):

$$\text{➤ } SGR = (\exp((\ln W_{t_1} - \ln W_{t_0})/(T_1 - T_0)) - 1) \times 100,$$

όπου  $W_0$  = η βιομάζα του ψαριού στην αρχή της περιόδου,

$W_1$  = η βιομάζα του ψαριού στο τέλος της περιόδου

και  $T_1 - T_0$  = οι ημέρες τις οποίες χορηγείται τροφή,

Επίσης μελετήθηκαν και οι σχέσεις μήκους-βάρους και στις τρεις πειραματικές ομάδες για να εκτιμηθεί η επίδραση του διαφορετικού χρόνου εκκόλαψης. Η σχέση που συνδέει τις δυο αυτές παραμέτρους είναι:  $W = \text{ολικό}$

βάρος ,  $L$ =ολικό μήκος,  $a,b$ =σταθερές και προσδιορίστηκε η σχέση σύμφωνα με τον τύπο:  $W=aL^b$ .

Η σημαντικότητα των παλινδρομήσεων ελέγχθηκε με την ANOVA (Zar, 1999).

Ο συντελεστής ευρωστίας προσδιορίστηκε με τον συντελεστή Fulton ( $K=W/L^3$ ) (Tesch, 1971).

## **2.10. Στατιστική ανάλυση**

Αρχικά κατασκευάστηκε μια βάση δεδομένων που περιλάμβανε όλα τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τις μετρήσεις των ψαριών. Επίσης με το ίδιο πρόγραμμα δημιουργήθηκαν και τα διαγράμματα. Ενώ η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο *SPSS v17*, όπου έγιναν ο έλεγχος της ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών ανάμεσα στις τιμές της παρούσας εργασίας με One-Way-Anova. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε στο *Microsoft Excel 2003*.

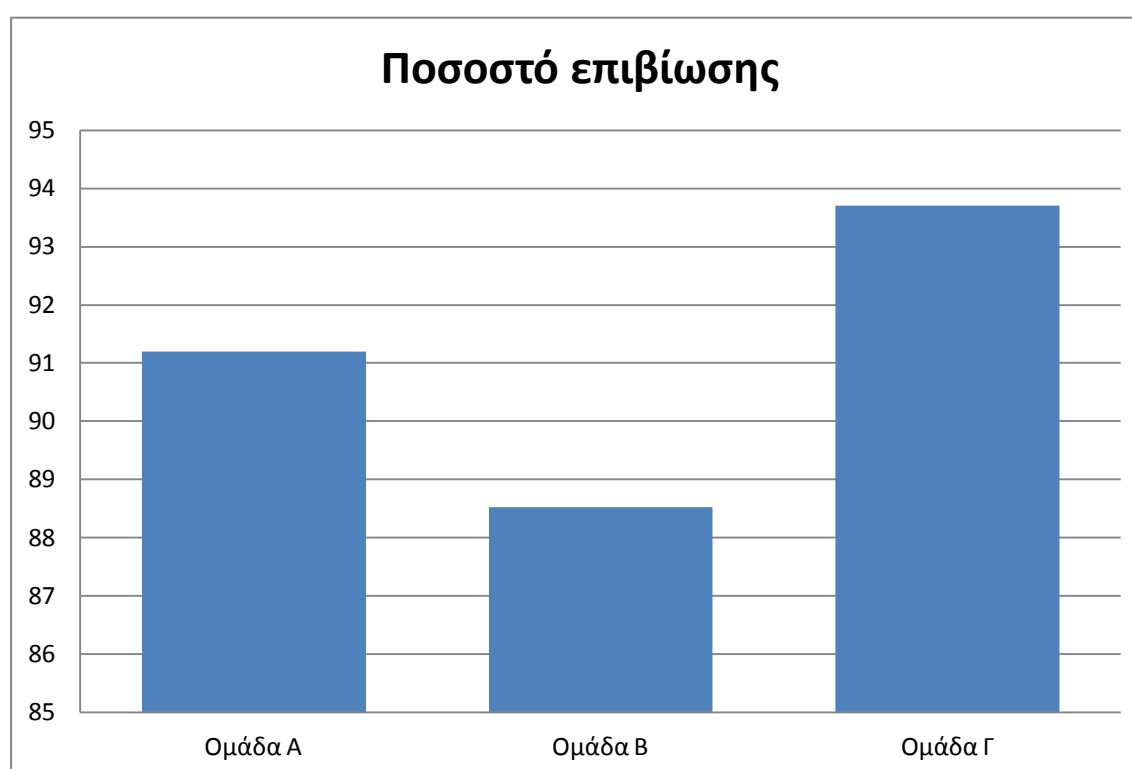


## Κεφάλαιο 3

### Αποτελέσματα

#### 3.1. Ποσοστό επιβίωσης

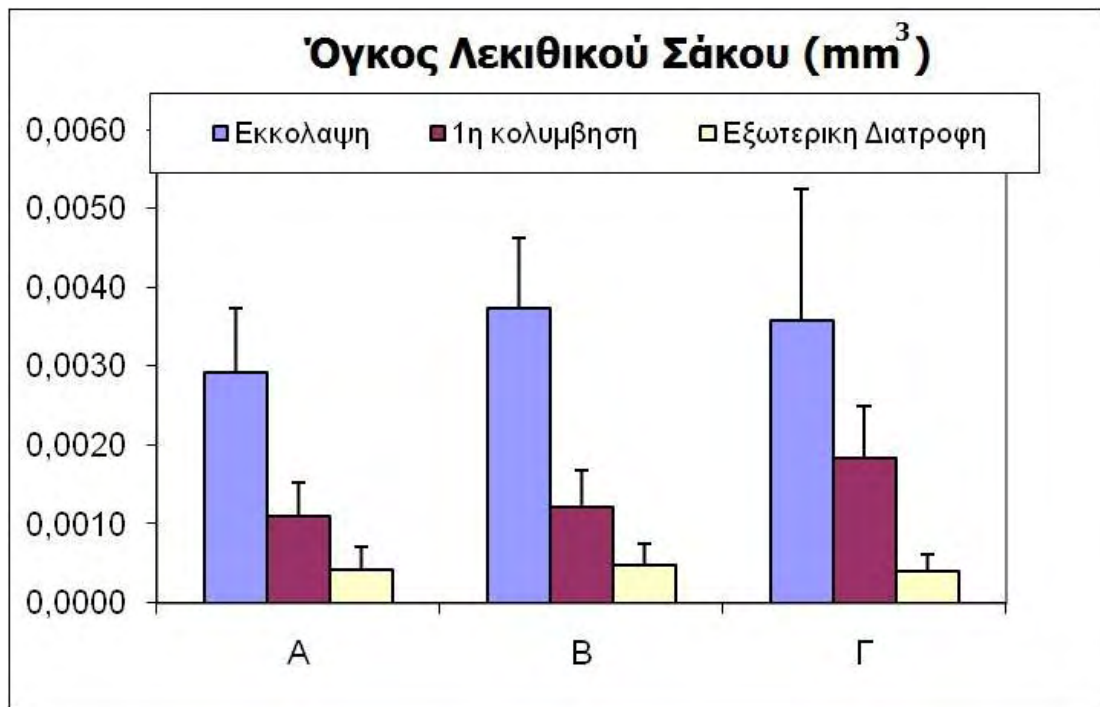
Η επιβίωση κυμάνθηκε από 88,5% στην ομάδα Β (πρώτη κολυμβητική δραστηριότητα) μέχρι 93,4% στην ομάδα Γ (καθυστερημένης εκκόλαψης). Με την ομάδα Α (πρώιμης εκκόλαψης) να παρουσιάζει συνολικό ποσοστό επιβίωσης 91,2%. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P>0,05$ ).



**Εικόνα 21:** Ποσοστό επιβίωσης από την εκκόλαψη μέχρι την έναρξη της εξωτερικής διατροφής σε σχέση με τον χρόνο εκκόλαψης

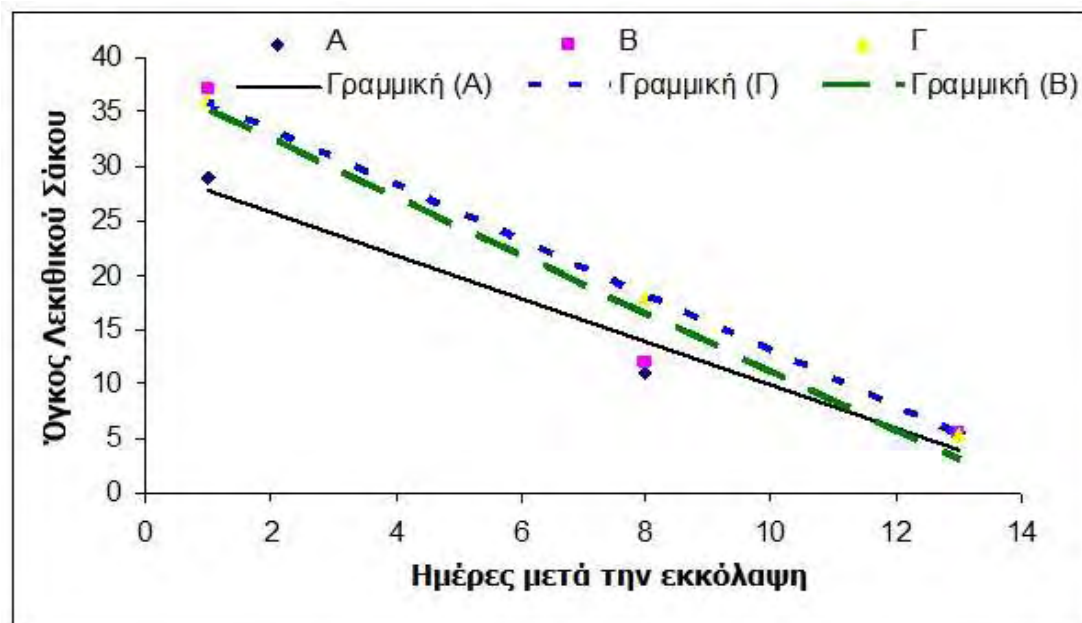
### 3.2. Όγκος λεκιθικού σάκου

Ο όγκος του λεκιθικού σάκου κατά την εκκόλαψη κυμάνθηκε μεταξύ 0,0029 στην ομάδα Α (πρώιμης εκκόλαψης) και μέχρι 0,0037 στην ομάδα Β (πρώτη κολυμβητική δραστηριότητα) ενώ στην ομάδα Γ η τιμή του ήταν 0,0036 (Εικ. 22). Στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος παρατηρήθηκε ότι ήταν ο όγκος του λεκιθικού σάκου της ομάδας Γ (καθυστερημένης εκκόλαψης) στο στάδιο της πρώτης κολύμβησης (0,0018) σε αντίθεση με τις ομάδες Α & Β που είχαν 0,0011 και 0,0012 αντιστοίχως. Παρόμοιες ήταν οι τιμές του όγκου του λεκιθικού σάκου και στις 3 ομάδες στην τελευταία δειγματοληψία (έναρξη εξωτερικής διατροφής). Ο όγκος του λεκιθικού σάκου παρουσίασε κάποιες διαφορές ανάλογα με τον χρόνο εκκόλαψης και τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης. Συγκεκριμένα, στην δεύτερη δειγματοληψία (στάδιο 1ης κολύμβησης) παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των τριών ομάδων σε σχέση με τον όγκο του λεκιθικού σάκου ( $P < 0,05$  και  $F = 8,173$ ) ο έλεγχος σημαντικότητας έγινε με One-Way Anova. Συγκεκριμένα, μεταξύ της ομάδας Α και Β δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ μεταξύ της ομάδας Β και Γ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P < 0,05$  και  $F = 8,884$ ), ο έλεγχος έγινε με One-Way Anova καθώς επίσης και μεταξύ της Α και της Γ ομάδας υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P < 0,05$  και  $F = 12,936$ ).



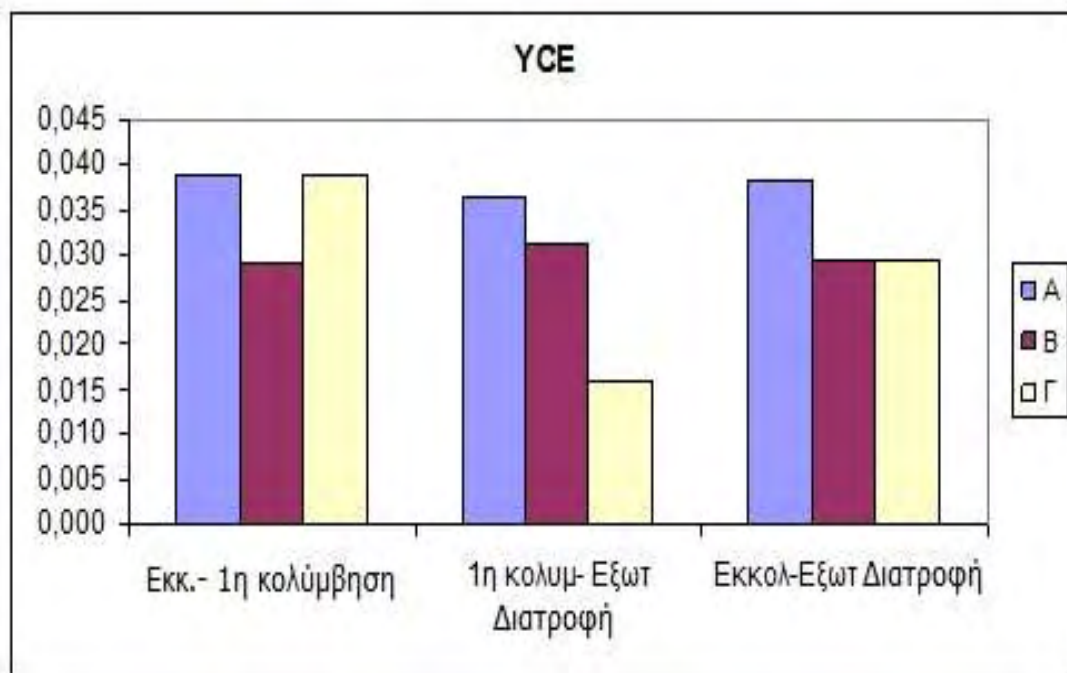
**Εικόνα 22:** Όγκος του λεκιθικού σάκου σε σχέση με τον χρόνο εκκόλαψης και τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης στις τρεις πειραματικές ομάδες

Ο ρυθμός κατανάλωσης όμως του λεκιθικού σάκου παρουσίασε σημαντικά μικρότερες τιμές στην ομάδα πρώιμης εκκόλαψης ( $P < 0.05$ ) (Εικ.23).



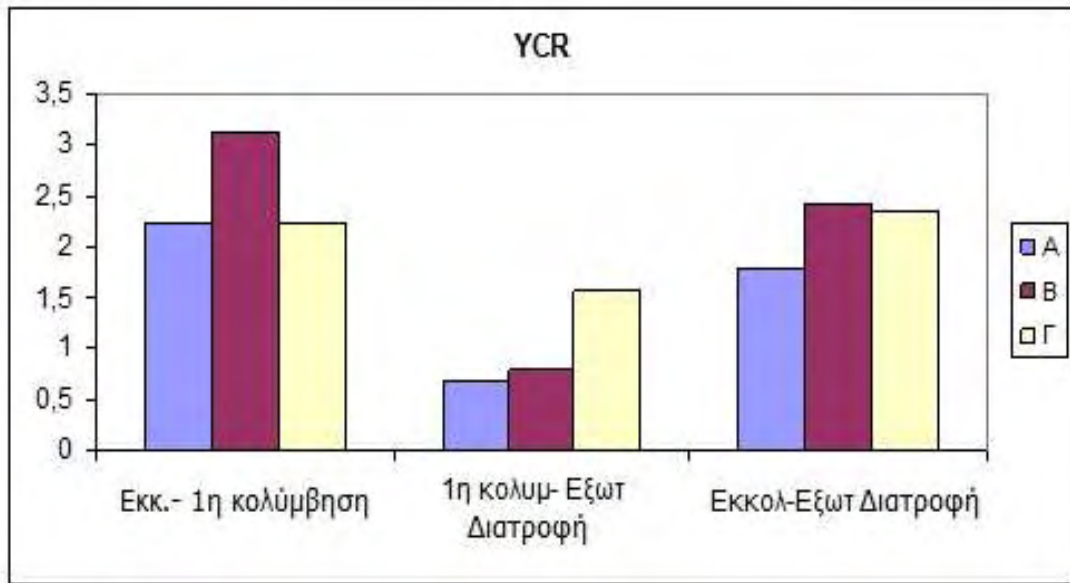
**Εικόνα 23:** Μείωση του λεκιθικού σάκου στις 3 πειραματικές ομάδες.

Οι τιμές μετατρεψιμότητας του μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου (ΥCE) που παρουσιάζεται στην Εικ. 24, δεν παρουσιάσε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών στις ομάδες που μελετήθηκαν (ANOVA:  $P>0.05$ ,  $F=5,14$ ). Οι τιμές της μετατρεψιμότητας του μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου (ΥCE) και για τις τρεις ομάδες μελετήθηκαν για τα διαστήματα από την εκκόλαψη ως την πρώτη κολύμβηση, από την πρώτη κολύμβηση ως την εξωτερική διατροφή και συνολικά από την εκκόλαψη ως την εξωτερική διατροφή. Οι τιμές που προέκυψαν από τον υπολογισμό της μετατρεψιμότητας του λεκιθικού σάκου για το διάστημα εκκόλαψης - πρώτη κολύμβηση και πρώτη κολύμβηση – εξωτερική διατροφή ήταν αντιστοίχως. Οι τιμές για την ομάδα Α 0,039 και 0,037, για την ομάδα Β 0,028 και 0,033 ενώ για την ομάδα Γ 0,039 και 0,016. Ενώ από την μελέτη της μετατρεψιμότητας του μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου για το συνολικό χρονικό διάστημα του πειράματος απτήν εκκόλαψη ως την εξωτερική διατροφή. Οι τιμές ήταν 0,037, 0,028 κι 0,028 για τις ομάδες Α, Β και Γ αντίστοιχα.



**Εικόνα 24:** Μετατρεψιμότητα του λεκιθικού σάκου(YCE) στις τρεις πειραματικές ομάδες

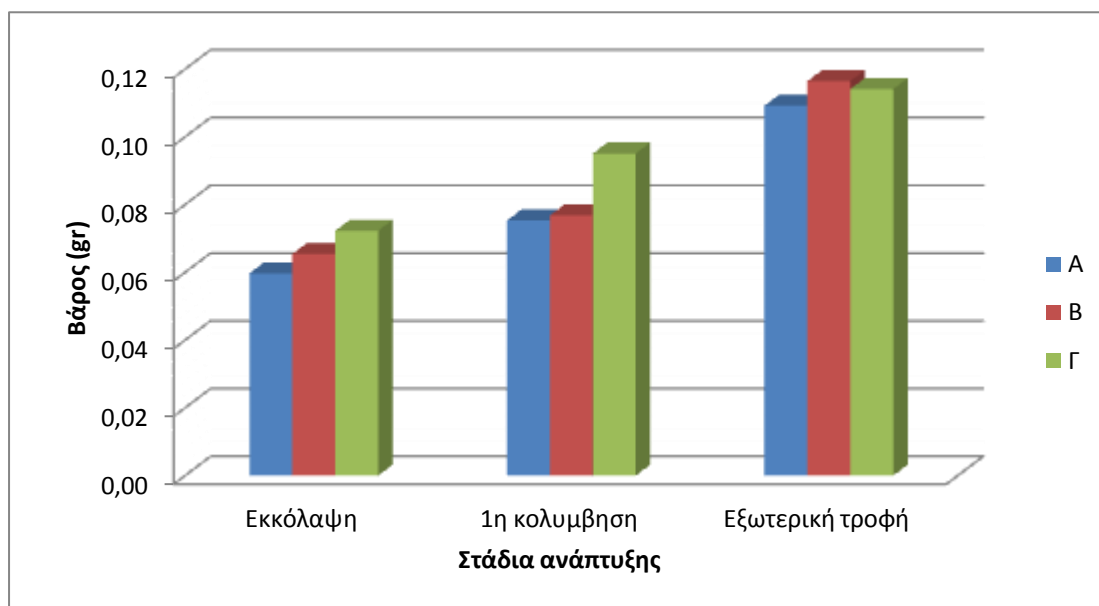
Ο ρυθμός μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου (YCR) και στις τρεις πειραματικές ομάδες δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά (ANOVA:  $P > 0.05$ ,  $F = 0.051$ ) (Εικ. 25). Η ομάδα Β παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή στην πρώτη περίοδο, μεταξύ εκκόλαψης και 1ης κολύμβησης σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες, ενώ η ομάδα Γ παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή κατά την χρονική περίοδο από την 1η κολύμβηση ως την έναρξη της εξωγενούς διατροφής. Ο ρυθμός μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου (YCR) από την εκκόλαψη ως την έναρξη της εξωτερικής διατροφής είναι παρόμοια για τις ομάδες Β και Γ ενώ παρουσιάζεται μικρότερη για την ομάδα Α.



**Εικόνα 25:** Ρυθμός μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου (YCR) στις τρεις πειραματικές ομάδες

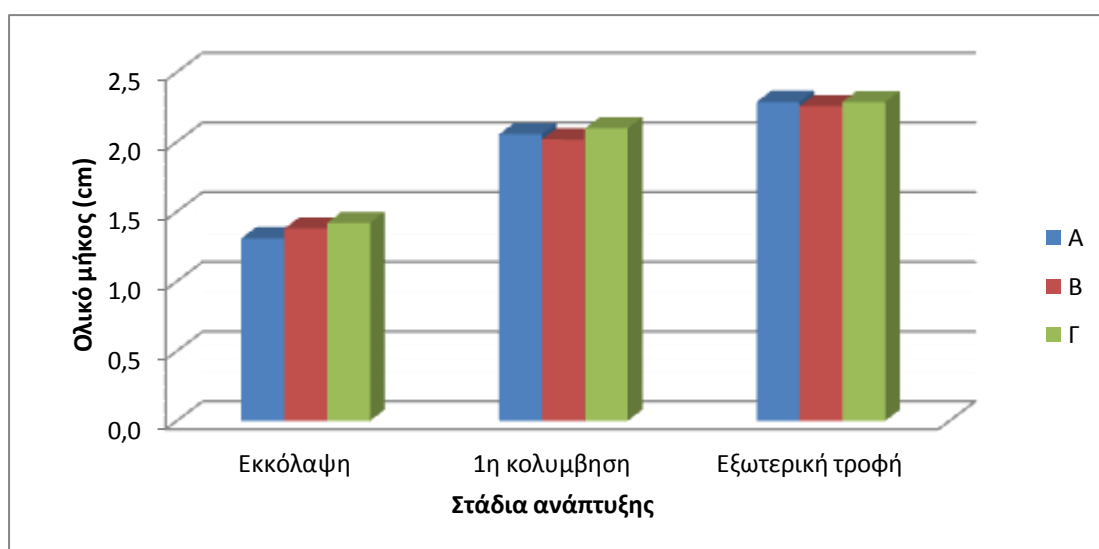
### 3.3. Αύξηση βάρους

Σε όλες τις ομάδες παρουσιάστηκε αύξηση του σωματικού βάρους χωρίς να επηρεαστεί από τον χρόνο εκκόλαψης (Εικ. 26). Η ομάδα καθυστερημένης εκκόλαψης παρουσίασε σε όλα τα στάδια μεγαλύτερη τιμή σωματικού βάρους που όμως δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά ( $P > 0,05$ ).



**Εικόνα 26:** Το σωματικό βάρος σε σχέση με τον χρόνο εκκόλαψης και τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, στις τρεις πειραματικές ομάδες

Στην Εικ. 27 παρουσιάζεται η αύξηση του ολικού μήκος και στις τρεις πειραματικές ομάδες και δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων στα στάδια ανάπτυξης ( $P > 0,05$ ).



**Εικόνα 27:** Το ολικό μήκος (TL) σε σχέση με τον χρόνο εκκόλαψης και τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, στις τρεις πειραματικές ομάδες

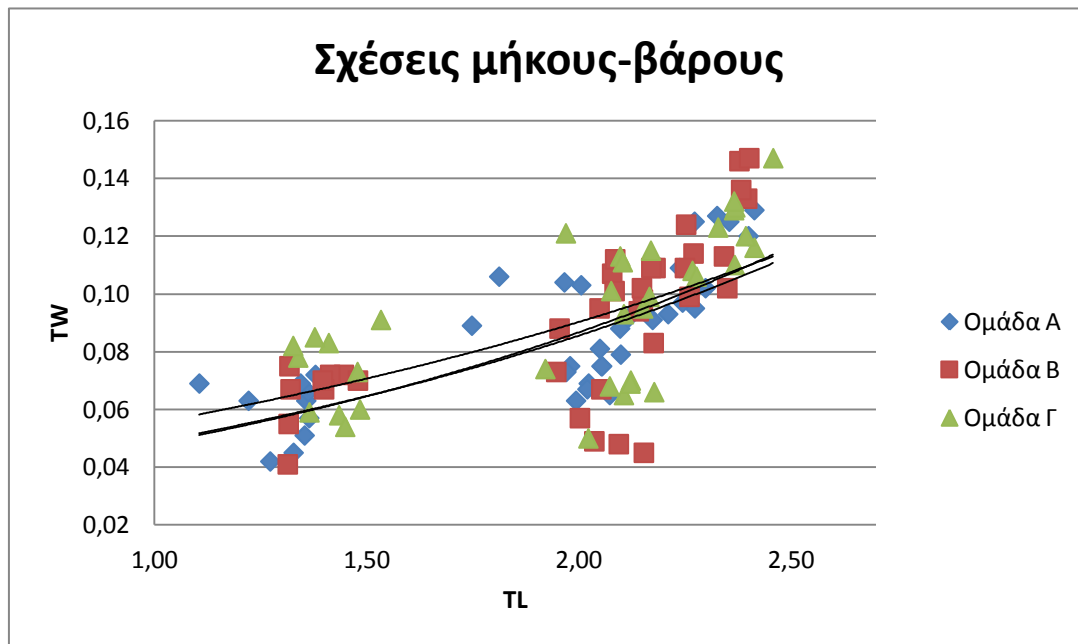
Ο ειδικός ρυθμός σωματικής αύξησης στις τρεις πειραματικές ομάδες παρουσιάζεται στην Εικ.28. Στην ομάδα Α (πρώιμης εκκόλαψης) σε σχέση με τις ομάδες Β (ενδιάμεσος χρόνος εκκόλαψης) και την ομάδα Γ (καθυστερημένη εκκόλαψη), υπήρξε στατιστικά μικρότερος ειδικός ρυθμός σωματικής αύξησης (SGR)



**Εικόνα 28:** Ειδικός ρυθμός σωματικής αύξησης SGR στις τρεις πειραματικές ομάδες

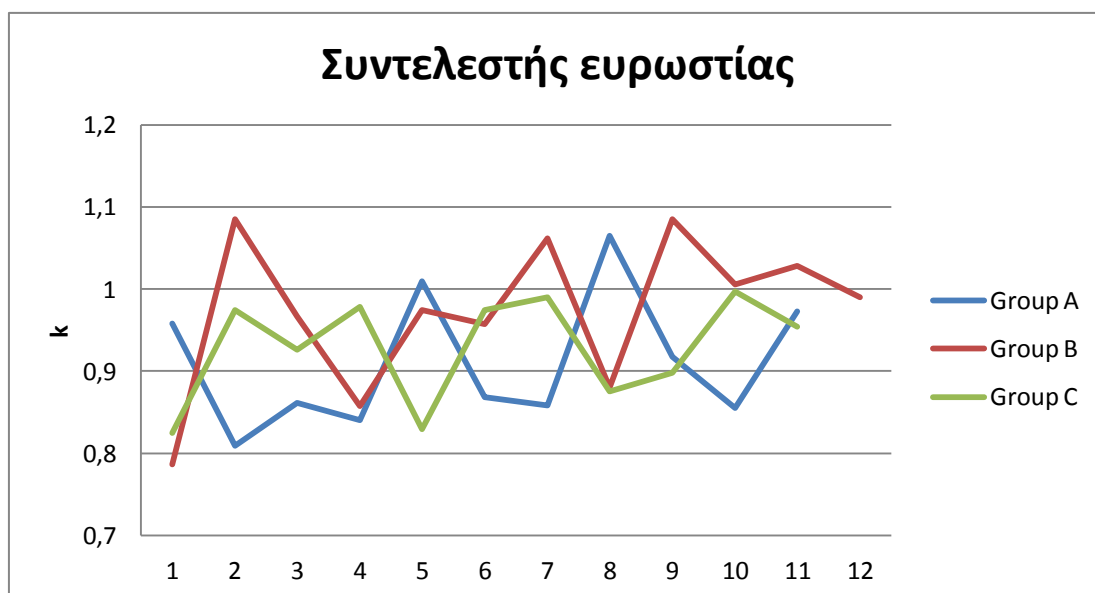
Οι σχέσεις μήκους-βάρους και για τις τρεις πειραματικές ομάδες παρουσιάζονται στη Εικ. 29 με τις κλίσεις κάθε εξίσωσης. Η σημαντικότητα των κλίσεων των εξισώσεων μήκους-βάρους μεταξύ των ομάδων εκτιμήθηκε με την ANOVA (Zar, 1999) και δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $P > 0,05$ ).





**Εικόνα 29:** Σχέση μήκους βάρους στις πειραματικές ομάδες

Στον δείκτη ευρωστίας (Εικ.30), δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών ομάδων στο συντελεστή ευρωστίας (ANOVA,  $P=0,172$ ,  $F=1,866$ ).



**Εικόνα 30:** Δείκτης ευρωστίας στο τελευταίο στάδιο δειγματοληψίας (εξωτερική διατροφή) στις τρεις πειραματικές ομάδες

## Κεφάλαιο 4

### 4.1. Συζήτηση

Τα αποτελέσματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων εκκόλαψης σε κάποιες παραμέτρους ενώ κάποιες άλλες παρουσίασαν διαφοροποίηση .

Στο ποσοστό επιβίωσης παρουσιάζεται η Β ομάδα να έχει μεγαλύτερη θνησιμότητα γεγονός τυχαίο που δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τις άλλες ομάδες .

Ο όγκος του λεκιθικού σάκου παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάλογα με τον χρόνο εκκόλαψης και τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης. Συγκεκριμένα, στην δεύτερη δειγματοληψία (στάδιο 1ης κολύμβησης) παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των τριών ομάδων σε σχέση με τον όγκο του λεκιθικού σάκου. Μεταξύ των ομάδων Α και Β δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ μεταξύ της ομάδας Β και Γ υπάρχει στατιστική διαφορά . Επίσης και μεταξύ της Α και της Γ ομάδας υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάζεται μια υπεροχή στην ομάδα Γ κατά το στάδιο αυτό της πρώτης κολύμβησης . Ο ρυθμός κατανάλωσης όμως του λεκιθικού σάκου παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μικρότερες τιμές στην ομάδα Α της πρώιμης εκκόλαψης. Γεγονός που αποδεικνύει ότι η ομάδα αυτή παρουσιάζει μια υστέρηση σε σχέση με τις άλλες δυο. Ο ρυθμός

μεταβολισμού του λεκιθικού σάκου (YCR) παρουσίασε τιμές συγκρίσιμες με άλλα είδη (Kamler, 2008) και ήταν αντιστρόφως ανάλογος με τον δείκτη μετατρεψιμότητας (YCE). Αυτό υποδηλώνει ότι τα άτομα που εκκολάφθηκαν πρώτα είχαν περισσότερη χρονική άνεση να μετατρέψουν τον λεκιθικό σάκο σε σώμα πιο αργά και πιο αποδοτικά, σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες (B & Γ).

Το βάρος καθώς και το μήκος παρουσιάζουν αναλογική αύξηση σε όλες τις ομάδες χωρίς όμως στατιστικά σημαντική διαφορά, γεγονός που δηλώνει ότι δεν επηρέασε ο χρόνος εκκόλαψης την περαιτέρω ανάπτυξη των ατόμων του πειράματος για το χρονικό διάστημα που μελετήθηκαν.

Ο ρυθμός σωματικής αύξησης παρουσιάζεται μικρότερος στην ομάδα Α, γεγονός που αποδεικνύει ότι τον επηρεάζει ο χρόνος εκκόλαψης παρουσιάζοντας μια υστέρηση για τα άτομα της πρώιμης εκκόλαψης.

Η μελέτη της σχέσης μήκους-βάρους και για τις τρεις ομάδες, δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά σε σχέση με την αύξηση τους, οι τρεις ομάδες παρουσίασαν παρόμοιες σχέσεις μήκους – βάρους χωρίς να επηρεάζεται από το χρόνο εκκόλαψης τους.

Ένας σημαντικός δείκτης της σωματικής αύξησης των ψαριών κατά την διάρκεια μικρών ή μεγάλων περιόδων της ζωής των ψαριών είναι ο συντελεστής ευρωστίας (K) (Weatherley & Rogers 1978) (που δεν παρουσίασε

όμως σημαντικές διαφορές). Είναι κατάλληλος για την ανίχνευση διαφορών στα άτομα του ίδιου είδους και συγκεκριμένη μελέτη δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών ομάδων σε σχέση με το χρόνο εκκόλαψης.

#### **4.2. Συμπεράσματα**

Η συσχέτιση του χρόνου εκκόλαψης στο μεταβολισμό των προνυμφικών και νυμφικών σταδίων της αναπτυσσόμενης ιριδίζουσας πέστροφας, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική επίδραση για τις συνθήκες του πειράματος στον Ιχθυογεννητικό Σταθμό. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα της καλής ποιότητας των γενετικών προϊόντων, καθώς και της καλής ποιότητας των νερών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάπτυξη των εμβρύων, παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη. Η ποιότητα του γεννήτορα επηρεάζει την ποιότητα των αυγών από θρεπτική άποψη δίνοντας καλύτερα εφόδια στις προνύμφες και τις νύμφες να αναπτυχθούν (Hempel, 1979). Το μέγεθος των αυγών ήταν παρόμοιο μια και ο θηλυκός γεννήτορας που χρησιμοποιήθηκε ήταν μεγάλος και δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις στο μέγεθος των ωαρίων (Redeout *et al.*, 2005). Το μέγεθος των αυγών σχετίζεται θετικά με το μέγεθος των προνυμφών και των νυμφών (Buckley *et al.*, 1991; Rideout *et al.*, 2005), τον όγκο του λεκιθικού σάκου (Gisbert *et al.*, 2000) και το χρόνο που θα αναζητήσει εξωγενή διατροφή (Gisbert *et al.*, 2000). Ο μικρότερος όγκος λεκιθικού σάκου που

παρουσιάστηκε στην ομάδα πρώιμης εκκόλαψης εμφάνισε πιο αργό αλλά και πιο αποδοτικό μεταβολισμό του λεκιθικού σάκου έτσι ώστε να μην υπάρχει διαφορά στην σωματική αύξηση μετά την ολοκλήρωση της μεταμόρφωσης. Δεν παρουσιάστηκε γρήγορη ή αργή ομάδα ανάπτυξης σύμφωνα με το χρόνο εκκόλαψης των προνυμφών και σε αυτό συνηγορεί και ο συντελεστής ευρωστίας μια και οι συνθήκες εκτροφής ήταν ίδιες και ακολουθείται για το ίδιο είδος, το ίδιο σχέδιο αλλομετρικής αύξησης (Gisbert, 2000).

Όλα αυτά αναδεικνύουν την σημαντικότητα του χρόνου εκκόλαψης αλλά και του μεταβολισμού κατά την εμβρυική ανάπτυξη των ιχθύων, αν και στην παρούσα μελέτη δεν παρουσιάστηκαν στοιχεία που να αποδεικνύουν την επίδραση του χρόνου εκκόλαψης στην ανάπτυξη της προνύμφης, αποτελέσματα που έχουν καταγράψει από παρόμοιες μελέτες (π.χ. Nathanailides *et al.*, 2002).

Περεταίρω συνέχιση του πειράματος για την διερεύνηση της αύξησης των νεαρών ιχθυδίων και τη μελέτη των ποσοστών επιβίωσης θα ήταν απαραίτητη, για τον κατάλληλων χειρισμό και προγραμματισμό της αναπαραγωγικής περιόδου και της παραγωγικής διαδικασίας σε μια μονάδα πεστροφοκαλλιέργειας.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία:

**Δόντας, Σ.,** 2010. Διερεύνηση της επίδρασης οξέος stress στα πεπτικά ένζυμα της ιριδίζουσας πέστροφας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εργαστήριο εφαρμοσμένης υδροβιολογίας.

**Παπαγεωργίου, Ι.,** 1989. Η πέστροφα στην εκτροφή της.

**Παπουτσόγλου, Σ.,** 1994. Εκτροφές υδρόβιων οργανισμών. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.

**Παπουτσόγλου, Σ.,** 2008. Διατροφή Ιχθύων. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.

**Πάσχος, Ι.,** 2004. Ιχθυοκαλλιέργειες εσωτερικών υδάτων. Ιωάννινα.

**Σαββίδης, Γ.,** 2002. Εκτροφή της πέστροφας στην Ελλάδα, Προβλήματα και προοπτικές. ΕΘΙΑΓΕ. Τεύχος 15.

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία:

**Anderson, R.O. & S.J., Gutreuter,** 1983. Length, weight and associated structural indices. In: Nielsen, L.A. and Johnson D.L. (eds). Fisheries Techniques: 282-300.

**Behnke, R.J. & J.R., Tomelleri,** 2002. *Trout and salmon of North America*. The Free Press, New York, NY. 384 pp.

- Bjornn, T.C. & D.W., Reiser,** 1991. Habitat requirements of salmonids in streams. *American Fisheries Society Special Publication* No. 19:83-138.
- Bregnballe, F. & A., Jokumsen,** 1985: Opdræt af store regnbueørreder i saltvand – Specielt i kølevand. Meddelelse fra Forsøgdambruget no. 72. (In Danish).
- Buchmann, K., A. Uldal & H.C., Lyholt,** 1995. A checklist of metazoan parasites from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinaria Scandinavica* 36:299-318.
- Buckley, L.J., A.S., Smigielski, T.A., Halavik, E.M., Caldarone, G.C., BurnsLaurence,** 1991. Winter flounder *Pseudo-pleuronectes americanus* reproductive success. II. Effects of spawning time and female size on size, composition and viability of eggs and larvae. *Mar. Ecol., Prog. Ser.* 74, 125–135.
- Busacker, G.P., I.R., Adelman, E.M., Goolish,** 1990. Growth. In: Schreck, C.B., Moyle, P.B. (Eds.), *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA, pp. 363–387.
- Cakir O.,** 2002. A practical approach to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) seed production. *Turkish journal of fisheries and aquatic science* 2: 57-59.
- Easton, A.A., H. K., Moghadam, R. G., Danzmann and M.M., Ferguson,** 2011.

The genetic architecture of embryonic developmental rate and genetic covariation with age at maturation in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Fish Biology*, 78, 602–623.

**Einum, S. & I. A., Fleming,** (2000). Selection against late emergence and small offspring in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Evolution* **54**, 628–639.

**Gall, G. & E.A., Grandell,** 1992. The rainbow trout. *Aquaculture* 100:1-10.

**Gisbert, E., P., Williot, F., Castello-Orvay,** 2000. Influence of egg size on growth and survival of early stages of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) under small scale hatchery conditions. *Aquaculture* 183, 83–94.

**Hamor, T. & E., Garside,** 1976. Developmental rates of embryos of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in response to various levels of temperature, dissolved oxygen, and water exchange. *Canadian Journal of Zoology* 54, 1912–1917.

**Hempel, G.,** 1979. Early life history of marine fish. The Egg Stage. University of Washington Press, Seattle. 70 pp.

**Hodson P.V. and B.R. Blunt,** 1986. The effect of time from hatch on thyolk conversion efficiency of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of Fish Biology*, 29:37-46.

**Hinshaw J.,** 1990. Trout Production: Handling Eggs and Fry. SRAC Publication No. 220.



- Jonsson, B.,** 2006. Invasive Alien Species Fact Sheet – *Oncorhynchus mykiss*. –  
From: Online Database of the North European and Baltic Network on  
Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org).
- Jokumsen, A., I., Lund, M., Henryon, P., Berg, T., Nielsen, S.B., Madsen, T.F.,**  
2006a: Avlsprogram for regnbueørred. DFU-rapport nr. 162-06.
- Jokumsen, A. & L., Svendsen,** 2010. Farming of Freshwater Rainbow trout in  
Denmark. DTU Aqua report no. 219. Charlottenlund. National Institute  
of Aquatic Resources, Technical University of Denmark, 47 p.
- Kamler, E.,** 2008. Resource allocation in yolk-feeding fish. *Reviews in Fish  
Biology and Fisheries*, 18(2), 143-200.
- Kavumpurath, S. & J., Pandian,** 1993. Determination of labile period and  
critical dose for sex estrogens in *Betta splendens*. *Indian Journal of  
Exp. Biology* No: 31.
- Kennedy, J., A.J. Geffen & R.D.M., Nash,** 2007. Maternal influences on egg  
and larval characteristics of plaice (*Pleuronectes platessa* L.). *Journal  
of Sea Research* 58: 65– 77.
- McDowall, R.M.,** 1990. New Zealand freshwater fishes: a natural history and  
guide. *Heinemann Reed*, Auckland, pp. 533
- McIntyre, J.D. & J.M., Blanc,** 1973. A genetic analysis of hatching time in  
steelhead trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of the Fisheries Research  
Board of Canada* **30**, 137–139

**Metcalfe, N.B. & J.E., Thorpe,** 1992. Early predictors of life-history events: the link between first feeding date, dominance and seaward migration in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of fish Biology*, 41 (Suppl.B), pp.93-99.

**Molony, B.,** 2001. Environmental requirements and tolerances of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Brown trout (*Salmo trutta*) with special reference to Western Australia: A review. FISHERIES RESEARCH REPORT NO. 130.

**Montgomery, W. & Y., Bernstein,** 2008. Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*): A Technical Conservation Assessment. USDA Forest Service.

**Nash, C.E.,** 2011. The history of aquaculture. *Wiley-Blackwell*, 227p

**Nathanailides, C., M., Tsoumani, A., Papazogloy, I., Paschos ,** 2002. Hatching time and post-hatch growth in Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. . *Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*, Vol. 7(3).

**Okumus, I.,** 2002. Rainbow trout Broodstock management and Seed production in Turkey: Present practises, constraints and the future. *Turkish journal of fisheries and aquatic science* 2: 41-56.

**Ojanguren, A.F., & F., Brana,** 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout. *Journal of Fish Biology*, 62(3), 580-590.

- Ojanguren, A.F., F.G., Reyes-Gavilán & R. R., Rodríguez Muñoz**, 1999. Effects of temperature on growth and efficiency of yolk utilisation in eggs and pre-feeding larval stages of atlantic salmon. *Aquaculture International*, 7(2), 81-87.
- Peterson, R.H., D.J., Martin-Robichaud & A., Berge**, 1996. Influence of temperature and salinity on length and yolk utilization of striped bass larvae. *Aquaculture International*, 4(2), 89-103.
- Raleigh, R.F., T., Hickman, R.C., Solomon & P.C., Nelson**, 1984. Habitat suitability information: rainbow trout. USFWS-BSP, Fort Collins, CO.
- Rideout, R.M., E.A., Trippel, M.K., Litvak**, 2005. Effects of egg size, food supply and spawning time on early life history of haddock *Melanogrammus aeglefinus*. *Mar. Ecol., Prog. Ser.* 285, 169–180.
- Robison, B.D., P.A., Wheeler, G.H., Thorgaard**, 1999. Variation in development rate among clonal lines of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 173, 131– 141.
- Robison, B.D., P.A., Wheeler, K., Sundin, P., Sikka & G.H., Thorgaard**, 2001. Composite interval mapping reveals a major locus influencing embryonic development rate in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Heredity* **92**, 16–22.
- Rombough, P.**, 2011. The energetics of embryonic growth. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 178(1), 22-29

- Staley, K. & J., Mueller, 2000.** Rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). Natural Resources Conservation Service. Number 13.
- Sundin, K., K.H., Brown, R.E., Drew, K.M., Nichols, P.A., Wheeler & G.H., Thorgaard, 2005.** Genetic analysis of a development rate QTL in backcrosses of clonal rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* **247**, 75–83
- Swann, L., 1992.** A basic overview of aquaculture. Technical Bulletin Series No 102.
- Tesch, F.W., 1971.** Age and growth in Ricker, W.E. (ed). Fish production in Fresh Waters, Blackwell, Oxford, pp. 98-130.
- Tsoumani, M., A., Chantzaropoulos, E., Gouva, C., Perdikaris, A., Strantzali, I., Paschos, I & C., Nathanailides, 2008.** Sexual reversal of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) in Greece. In proceedings of International conference of Aquaculture Europe.
- Weatherley, A.H. & S.C. Rogers, 1978.** Some aspect of age and growth. In: S.D. GERKING (ed). Ecology of freshwater fish production. Blackwell scientific publications. Oxford. pp.52-75.
- Workman, R.D., D.B., Hayes, & T.G., Coon, 2004.** Spawning habitat selection by rainbow trout in the Pere Marquette River, Michigan. *Journal of Great Lakes Research* 30:397-406.
- Zar, J.H., 1999.** Biostatistical Analysis, 4th edn. Prentice – Hall, New Jersey, 663 pp + App.

**Ηλεκτρονικές πηγές :**

www.Wikipedia.org

[www.faofishery.org](http://www.faofishery.org)

[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

www.WWF.org

www.wildlife.state.co.us.

[http:// en.engormix.com](http://en.engormix.com)

www. googleearth.com

<http://fwp.mt.gov>

<http://pubs.usgs.gov/fs/2011/3002>