



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ  
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα  
Εκπαίδευσης και Αρχικής  
Επαγγελματικής Κατάρτισης

## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Ποιότητα αυγών γεννητόρων και ιχθυδίων σε συνθήκες  
αιχμαλωσίας

ΣΑΪΤΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2008

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΥΓΩΝ ΓΕΝΝΗΤΟΡΩΝ ΚΑΙ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

ΑΙΧΜΑΛΩΣΙΑΣ

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

- Παναγιωτάκη Παναγιώτα, Επίκουρος Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων.
- Κλαουδάτος Σπυρίδων, Καθηγητής, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.
- Εξαδάκτυλος Αθανάσιος, Επίκουρος Καθηγητής, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Είναι σημαντικό να ευχαριστήσω όλους αυτούς οι οποίοι συνέβαλαν στην υλοποίηση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής και συγκεκριμένα:

Τα μέλη της Τριμελούς Επιτροπής Επίβλεψης και συγκεκριμένα την Επίκουρο καθηγήτρια κ. Π. Παναγιωτάκη για την συνεχή υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματισμού και της ανάλυσης της συγγραφής. Τον Καθηγητή κ. Σ. Κλαουδάτο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Α. Εξαδάκτυλο για την αμέριστη συμπαράσταση τους. Τον κ. Ν. Παπαϊωάννου εκ μέρους της εταιρείας ΚΕΓΟ S.A. Τον κ. Δ. Δημόπουλο εκ μέρους της εταιρείας ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Α.Β.Ε.Ε. για την διάθεση των εγκαταστάσεων και του τεχνικού εξοπλισμού. Τον κ. Ν. Παππά εκ μέρους της εταιρείας INVE S.A. για τις πολύτιμες συμβουλές του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το Διευθυντή του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Καθηγητή κ. Χ. Νεοφύτου για την υποστήριξη του σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάγκη για μεγαλύτερη παραγωγή σε συνδυασμό με μείωση του κόστους παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος στις υδατοκαλλιέργειες, έχει σαν αποτέλεσμα ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη γενετική βελτίωση των εκτρεφόμενων ειδών. Ωστόσο στις υδατοκαλλιέργειες τα προγράμματα επιλογής δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα όπως συμβαίνει στα παραδοσιακά εκτρεφόμενα χερσαία αγροτικά ζώα. Σκοπός της εργασίας είναι η εκτίμηση της ποιότητας αυγών προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες και γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες και ιχθυδίων σε συνθήκες ιχθυογεννητικού σταθμού μέσω του ελέγχου παραμέτρων όπως η ανάπτυξη, η παραλλακτικότητα, η επιβίωση και οι δυσμορφίες. Αυγά προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες και γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες τοποθετήθηκαν για εκκόλαψη και στα ιχθύδια έγιναν 2 διαλογές. Εκτιμήθηκε ο ρυθμός αύξησης, το ποσοστό επιβίωσης, η εξέλιξη της παραλλακτικότητας του μέσου βάρους των ιχθυδίων και ο έλεγχος για δυσμορφίες. Τα γενετικά βελτιωμένα ιχθύδια παρουσίασαν μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης και λιγότερες δυσμορφίες, ενώ στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αύξηση παρουσιάστηκαν μόνο στα μεγάλα ιχθύδια που προέκυψαν μετά από τη διαλογή. Το πλεονέκτημα των βελτιωμένων ψαριών ως προς την επιβίωση και τις δυσμορφίες αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα για τους ιχθυοκαλλιεργητές, καθώς μεταφράζεται άμεσα σε οικονομικό όφελος. Η αξιοποίηση γενετικά βελτιωμένων εκτρεφόμενων ειδών στον κλάδο των ιχθυοκαλλιεργειών στη χώρα μας πρόκειται να συντελέσει στην αύξηση του εμπορικού ανταγωνισμού.

**Λέξεις κλειδιά:** ποιότητα αυγών γεννητόρων, γενετικά βελτιωμένα ιχθύδια, κοινά ιχθύδια, ρυθμός αύξησης, ποσοστό επιβίωσης, παραλλακτικότητα, δυσμορφίες.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Βιολογία της τσιπούρας.....	9
1.2 Βιολογικός κύκλος. Ερμαφροδισμός.....	10
1.3 Εντατική εκτροφή τσιπούρας .....	11
1.4 Εκτροφή τσιπούρας στην Ελλάδα και παραγωγή γόνου .....	12
1.5 Προγράμματα επιλογής εκτροφής γεννητόρων.....	15
1.6 Έννοια και σκοπός της επιλογής στη ζωοτεχνία .....	18
1.7 Μέθοδοι επιλογής .....	19
1.8 Σκοπός της διατριβής.....	21
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>22</b>
2.1 Περιοχή μελέτης .....	22
2.2 Πειραματικό υλικό.....	23
2.2.1 Διαχείριση κοινών γεννητόρων.....	23
2.2.2 Παραγωγή και ποιότητα κοινών αυγών .....	27
2.2.3 Παραγωγή και ποιότητα γενετικά βελτιωμένων αυγών .....	29
2.3 Πειραματικές δεξαμενές και χειρισμοί.....	29
2.4 Δίαιτα και πρόγραμμα διατροφής .....	33
2.5 Πειραματικό πρωτόκολλο.....	34
2.5.1 Εκτίμηση της εξέλιξης του ρυθμού αύξησης.....	34
2.5.2 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης.....	36
2.5.3 Ποσοτική εκτίμηση της παραλλακτικότητας του μέσου βάρους των ιχθυδίων.....	36
2.5.4 Έλεγχος δυσμορφιών.....	37

2.6 Στατιστική ανάλυση.....	38
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>39</b>
3.1 Εκκόλαψη αυγών.....	39
3.2 Εδραίωση διατροφής.....	39
3.3 Αναδιάταξη ιχθυδίων σε δεξαμενές μετά τις διαλογές μεγεθών....	41
3.4 Εκτίμηση της εξέλιξης του ρυθμού αύξησης.....	42
3.4.1 Ανάπτυξη ιχθυδίων και εξέλιξη μήκους μέχρι την 1η διαλογή ...	42
3.4.2 Ανάπτυξη ιχθυδίων και εξέλιξη του βάρους στα μεγάλα άτομα μέχρι τη δεύτερη διαλογή.....	45
3.4.3 Ανάπτυξη ιχθυδίων και εξέλιξη του βάρους στα μικρά άτομα μέχρι τη δεύτερη διαλογή.....	47
3.5 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης.....	49
3.5.1 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης μέχρι την πρώτη διαλογή	49
3.5.2 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης μέχρι την δεύτερη διαλογή μεγεθών στα μικρά και στα μεγάλα.....	50
3.6 Ποσοτική εκτίμηση της παραλλακτικότητας του μέσου βάρους των ιχθυδίων.....	52
3.7 Δυσμορφίες.....	54
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>56</b>
4.1 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο την εδραίωση διατροφής.....	57
4.2 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο το ρυθμό ανάπτυξης.....	58
4.3 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο την επιβίωση.....	60

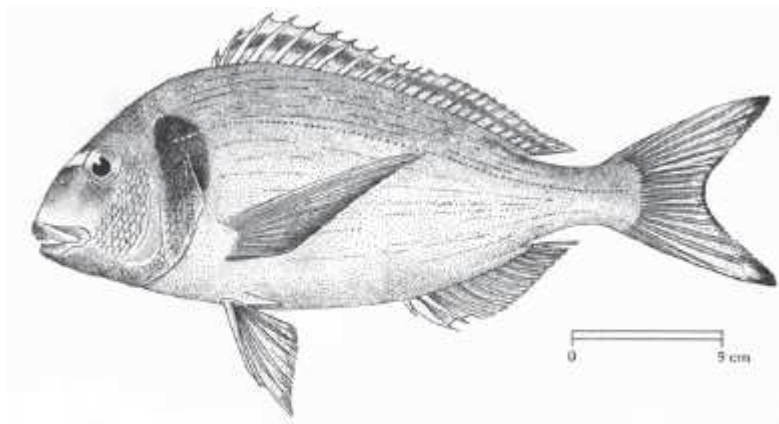


4.4 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο την παραλλακτικότητα.....	61
4.5 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο τις δυσμορφίες.....	62
4.6 Συμπεράσματα.....	63
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>66</b>
<b>6. ABSTRACT.....</b>	<b>75</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

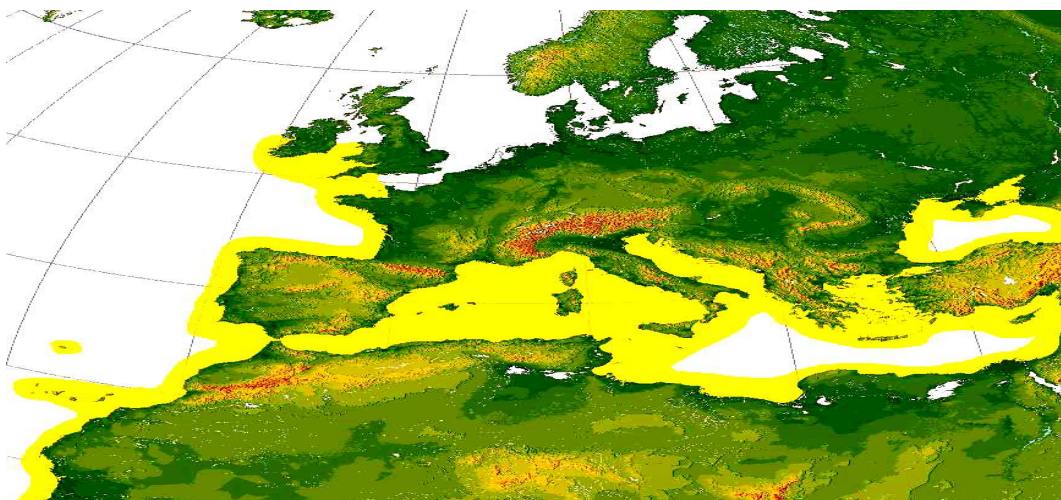
### 1.1 Βιολογία της τσιπούρας (*Sparus aurata*)

Η τσιπούρα (Εικόνα 1.1) ανήκει στην οικογένεια των *Sparidae*, κατανέμεται σε όλο τον ανατολικό Ατλαντικό, από τις Βρετανικές νήσους μέχρι τα στενά του Γιβραλτάρ στο Νότο, το πράσινο Ακρωτήριο και γύρω από τις Κανάριες Νήσους(57<sup>0</sup>B-43<sup>0</sup>N).



**Εικόνα 1.1:** Ενήλικο άτομο τσιπούρας.

Απαντάται επίσης γύρω από την Ερυθρά και τη Μεσόγειο θάλασσα, ενώ πιο σπάνια στα ανατολικά και νοτιοανατολικά τμήματα. Στην Εικόνα 1.2 φαίνεται η γεωγραφική κατανομή του είδους στην Ευρώπη και Βόρεια Αφρική.



**Εικόνα 1.2:** Με το κίτρινο χρωματισμό φαίνεται η κατανομή της τσιπούρας (*S. aurata*). Το είδος απαντάται κυρίως σε παράκτιες περιοχές από τη Μεσόγειο θάλασσα μέχρι τις ακτές του Ατλαντικού και φθάνει έως και τις ακτές της Βρετανίας.

Είναι ευρύθερμο είδος και μέχρι κάποιο βαθμό ευρύαλο. Την άνοιξη απαντάται συχνά σε υφάλμυρα νερά, λιμνοθάλασσες και εκβολές ποταμών και καταλαμβάνει πυθμένες με θαλάσσια φυτά ή άμμο, και τη ζώνη θραύσης των κυμάτων, μέχρι βάθους 30m, μολονότι τα ενήλικα ψάρια μπορεί να βρίσκονται σε βάθη μέχρι και 150m. Τα νεαρά ψάρια σχηματίζουν κοπάδια ενώ τα ενήλικα δείχνουν λιγότερο κοινωνικά. Η τσιπούρα είναι περιστασιακός θηρευτής και έχει ευρεία και διαφοροποιημένη διατροφή. Η ανάλυση του στομαχικού περιεχομένου άγριων ατόμων τσιπούρας αποκαλύπτει ως κύριες διαιτητικές ομάδες καρκινοειδή, μαλάκια, γαστερόποδα, εχινόδερμα ενώ συχνά απαντώνται πολύχαιτοι, φύκη ή και άλλοι τελεόστεοι. Τρέφεται αναζητώντας την τροφή της σε βραχώδεις επιφάνειες, με το μέγεθος των ψαριών να αποτελεί παράγοντα καθορισμού της διατροφής τους. Οι μικρές τσιπούρες (5-9cm μήκος) θηρεύουν ζώα με σχετικά μαλακό σώμα όπως πολύχαιτους και μικρά καρκινοειδή, ενώ τα μεγαλύτερα ψάρια αναζητούν μεγαλύτερη λεία με πιο σκληρά κελύφη όπως δίθυρα και άλλους τελεόστεους.

## **1.2. Βιολογικός κύκλος. Ερμαφροδιτισμός**

Η τσιπούρα εμφανίζει πρωτανδρικό ερμαφροδιτισμό. Στο σύνολο τους τα άτομα ενός πληθυσμού μέχρι το τέλος του 2<sup>ου</sup> έτους λειτουργούν σαν αρσενικά άτομα ενώ μετά από το διάστημα αυτό λαμβάνει χώρα αλλαγή φύλου και τα άτομα αρχίζουν να εμφανίζονται σαν θηλυκά (Zohar *et al.*, 1995). Ωστόσο η σεξουαλική αναστροφή δεν φαίνεται να επηρεάζει το σύνολο των ατόμων αφού μερικά παραμένουν αρσενικά καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Όσον αφορά στους παράγοντες που καθορίζουν αυτή την

αντιστροφή δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις. Ο Ghislin (1969) υποστηρίζει ότι εκτός από την ηλικία είναι πιθανό το βάρος των ψαριών και η διατροφή τους να επηρεάζει το φαινόμενο αυτό. Η αναπαραγωγή της τσιπούρας λαμβάνει χώρα από Οκτώβριο μέχρι Ιανουάριο σε θερμοκρασίες από 13 – 17°C. Τα θηλυκά απελευθερώνουν καθημερινά 20.000 – 30.000 αυγά ανά Kg σωματικού βάρους για χρονικό διάστημα 10-20 ημέρες. Η αναπαραγωγική περίοδος διαρκεί 3 – 4 μήνες.

### 1.3. Εντατική εκτροφή τσιπούρας

Αρχικά η εκτροφή της τσιπούρας στηρίχτηκε στη συλλογή άγριου γόνου και στην πάχυνση του σε λιμνοθάλασσες με παραδοσιακές κυρίως μεθόδους εκτροφής ψαριών ή σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς. Η ανάγκη για μαζική παραγωγή στις αρχές της δεκαετίας του '80 ενέτεινε τις προσπάθειες για βελτιωμένες πρακτικές εντατικής παραγωγής. Οι προσπάθειες μεγάλης κλίμακας παραγωγής γόνου ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980 στη Γαλλία και την Ιταλία ενώ ουσιαστική ανάπτυξη στις τεχνικές επήλθε στις αρχές του 1990 τόσο για την παραγωγή γόνου σε εντατική μορφή όσο και για την εκτροφή του είδους σε κλωβούς πάχυνσης στη θάλασσα (Εικόνα 1.3) μέχρι το εμπορεύσιμο μέγεθος (Moretti *et al.*, 1999). Η συνεχής εξέλιξη των τεχνητών τροφών βελτίωσε τόσο την αύξηση της επιβίωσης όσο και την βελτίωση της ποιότητας του γόνου. Σήμερα ο κλάδος της ιχθυοκαλλιέργειας είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος κλάδος παραγωγής τροφίμων παγκοσμίως με μέσο ρυθμό ανάπτυξης 11% κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Η ανάπτυξη οφείλεται στην αυξανόμενη ζήτηση και στην οικονομικότητα της εκτροφής ψαριών, δεδομένου ότι τα ψάρια έχουν πολύ μεγαλύτερη ικανότητα

εναπόθεσης πρωτεΐνης υψηλής διατροφικής αξίας σε σχέση με τα υπόλοιπα παραγωγικά είδη (Κλαουδάτος 2004).

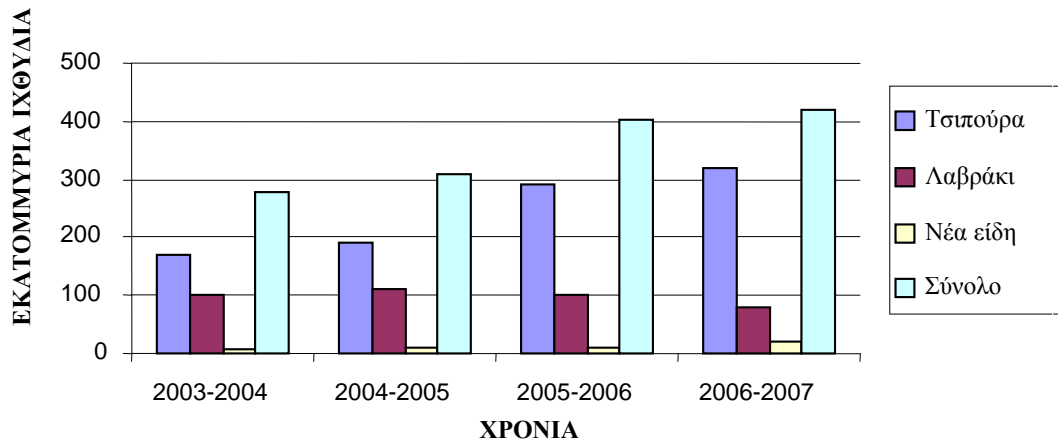


**Εικόνα 1.3.** Σύγχρονη μονάδα εντατικής εκτροφής τσιπούρας σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς.

#### **1.4 Εκτροφή τσιπούρας στην Ελλάδα και παραγωγή γόνου**

Τα κυρίως εκτρεφόμενα είδη στην Ελλάδα είναι η τσιπούρα (*S. aurata*), το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*), ο σαργός (*Diplodus sargus*), το μυτάκι (*Puntazzo puntazzo*), το φαγκρί (*Pagrus pagrus*) και η συναγρίδα (*Dentex dentex*). Τα αποτελέσματα σε παραγωγικό επίπεδο τα τελευταία χρόνια είναι εντυπωσιακά και καθιστούν τη χώρα μας πρώτη στην κόσμο στην παραγωγή ευρύαλων Μεσογειακών ειδών με κυρίαρχα είδη το λαβράκι και την τσιπούρα. Το ψάρι ιχθυοκαλλιέργειας αποτελεί σήμερα το δεύτερο εξαγωγικό προϊόν της χώρας μας μετά το ελαιόλαδο ωστόσο η ολοένα συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση σε πρωτεΐνες σε παγκόσμιο επίπεδο δείχνει ότι σύντομα θα το ξεπεράσει. Φέτος η παραγωγή γόνου σύμφωνα με εκτιμήσεις της INVE

HELLAS S.A. θα ξεπεράσει τα 300 εκατομμύρια ιχθύδια (Εικόνα 1.4) ενώ η παραγωγή τελικού προϊόντος τους 100.000 τόνους.



**Εικόνα 1.4** . Παραγωγή γόνου στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια. Πηγή INVE HELLAS

Σύμφωνα με την Παυλίδου (2007) τα τελευταία χρόνια η παραγωγή γόνου και ιδιαίτερα της τσιπούρας αυξάνεται σταθερά ως αποτέλεσμα της συνεχούς εξέλιξης της τεχνογνωσίας και των μεθόδων που εφαρμόζουν οι ιχθυογεννητικοί σταθμοί (Εικόνα 1.5) που στη χώρα μας φθάνουν για το 2007 τους 28 εκ των οποίων οι 14 (50%) ανήκουν σε δύο μεγάλους ομίλους εταιρειών και παρήγαν περίπου 275 εκατομμύρια γόνου που αντιστοιχεί στο 59% της συνολικής παραγωγής στην Ελλάδα (465 εκατομμύρια γόνου). Άλλοι 4 ιχθυογεννητικοί σταθμοί που ανήκουν σε 3 ομίλους εταιρειών παρήγαν το 26% της συνολικής Ελληνικής παραγωγής. Συνολικά 5 όμιλοι εταιρειών με 18 ιχθυογεννητικούς σταθμούς παρήγαν το 2007 το 85% της συνολικής παραγωγής γόνου στην Ελλάδα (Παυλίδου, 2007). Παράλληλα νέα εξελιγμένα εμπλουτιστικά και σιτηρέσια παράγονται από τις εταιρείες τροφών με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής και την βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Σύμφωνα με την Παυλίδου (2007) οι μέσοι

βραχυπρόθεσμοι στόχοι για τους ιχθυογεννητικούς σταθμούς είναι οι παρακάτω:

- Κόστος ανά άτομο μικρότερο από 6-8 cents €
- Τελική επιβίωση μεγαλύτερη από 60%
- Παραγωγικότητα ανά άτομο ένα εκατομμύριο γόνου
- Ποσοστό δυσμορφιών μικρότερο από 3%
- Σταθεροποίηση δυναμικότητας παραγωγής
- Μέσο βάρος τελικού προϊόντος μεγαλύτερο από 2g
- Σταθερή τιμή πώλησης γόνου μεγαλύτερη από 20 cents €
- Αύξηση παραγωγής νέων ειδών
- Βελτίωση αποδόσεων - Προγράμματα γενετικής βελτίωσης
- Εκσυγχρονισμός τεχνικών και εγκαταστάσεων



**Εικόνα 1.5.** Άποψη σύγχρονου ιχθυογεννητικού σταθμού.

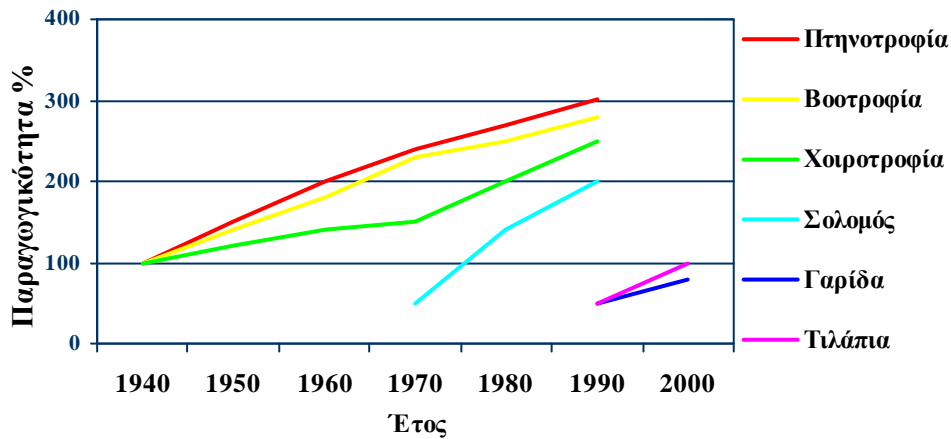
### **1.5 Προγράμματα επιλογής εκτροφής γεννητόρων**

Την ώρα που η αύξηση του πληθυσμού στο πλανήτη μας είναι εντυπωσιακή, η παγκόσμια ιχθυοκαλλιέργεια εξελίσσεται διαρκώς και αναμφίβολα αποτελεί τη λύση στο πρόβλημα εξεύρεσης ζωικής πρωτεΐνης για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών στο τομέα της σίτισης. Τις τελευταίες δεκαετίες σημαντικά βήματα έχουν γίνει στην ιχθυοκαλλιέργεια σε τομείς όπως η διατροφή, η εξέλιξη της τεχνογνωσίας και η οργάνωση και διοίκηση των μονάδων παραγωγής. Ωστόσο μικρή έμφαση έχει δοθεί σε απόψεις που σχετίζονται με την γενετική αναβάθμιση των ειδών που εμπλέκονται. Στις υδατοκαλλιέργειες τα προγράμματα επιλογής δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα. Ένας από τους λόγους είναι η πολυπλοκότητα του αναπαραγωγικού κύκλου των ειδών υδατοκαλλιέργειας και η δυσκολία να κατανοηθεί και να ελεγχθεί απόλυτα σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Σύμφωνα με τον Gjedrem (1997)



λιγότερο από 1% της παγκόσμιας ιχθυοκαλλιέργειας έχει σαν βάση γενετικά βελτιωμένους γεννήτορες.

Τα πρώτα σημαντικά προγράμματα επιλογής για εκτρεφόμενα ζώα εφαρμόστηκαν περίπου το 1930 ακολουθώντας την ανάπτυξη της θεωρητικής βάσης της επιστήμης της ποσοτικής γενετικής. Από τότε η βελτίωση των γνωρισμάτων της παραγωγής είναι αξιοπρόσεκτη. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.6 ο μέσος αριθμός αυγών που γεννάει ετησίως μια κότα αυξάνεται σταθερά από περίπου 120 στη δεκαετία του '40 σε περισσότερο από 320 μέχρι τη μέση δεκαετία του '80, η μέση παραγωγή γάλακτος ανά αγελάδα σε μια γαλακτοπαραγωγική περίοδο 305 ημερών αυξάνεται από περίπου 2.000Kg το 1945 σε περισσότερα από 5.000Kg από το 1980. Η μέση καθημερινή αύξηση βάρους στη βιομηχανία χοίρων έχει αυξηθεί από 450g περίπου το 1960 σε 800g ανά ημέρα στη δεκαετία του '80. Η απόδοση παραγωγής στα εκτρεφόμενα ζώα συνεχίζει να αυξάνεται και δεν υπάρχει κανένα σημάδι που να δείχνει ότι τα επίπεδα κέρδους μειώνονται. Σύμφωνα με τους Barlow (1983) και Michel *et al.* (1982) οι κατ' εκτίμηση κόστος/κέρδος αναλογίες των γενετικών προγραμμάτων στα εκτρεφόμενα ζώα κυμαίνεται περίπου από 1:5 έως 1:50 ανάλογα με τα είδη. Η αύξηση στην παραγωγικότητα έχει οδηγήσει σε μια πολύ καλύτερη χρησιμοποίηση των διαθέσιμων πόρων τροφών και το κόστος παραγωγής έχει μειωθεί εντυπωσιακά. Θα ήταν αδιανόητο στις μέρες μας να χρησιμοποιούνται άγρια αποθέματα για την παραγωγή των ζωικών προϊόντων όπως τα αυγά, το κρέας, το χοιρινό κρέας, το γάλα και το μαλλί. Ωστόσο η κατάσταση σε πολλά είδη υδατοκαλλιέργειας είναι αρκετά διαφορετική.



**Εικόνα 1.6:** Δύναμη της γενετικής στη ζωοτεχνία και αύξηση της παραγωγικότητας στα εκτρεφόμενα ζώα από το 1940. Eknath *et al.* (1991)

Ένα πρόγραμμα γενετικής επιλογής βασίζεται στην επιλογή ατόμων ή και οικογενειών που παρουσιάζουν επιθυμητά χαρακτηριστικά (πχ. ρυθμός ανάπτυξης, ποιότητα κρέατος, αντοχή σε ασθένειες), τα οποία κληροδοτούνται στους απογόνους τους. Απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή ενός προγράμματος επιλογής είναι η συγκέντρωση ενός αρχικού πληθυσμού ατόμων, τα οποία να εμφανίζουν παραλλακτικότητα όσον αφορά στα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν το πρόγραμμα, η ατομική καταγραφή των αποδόσεων τους και η εφαρμογή ενός κατάλληλου προγράμματος διασταυρώσεων. Τα προγράμματα γενετικής επιλογής έχουν δυναμικό χαρακτήρα, καθώς υπάρχει διαρκής βελτίωση των επιθυμητών χαρακτηριστικών από γενιά σε γενιά, αλλά και η δυνατότητα για προσθήκη νέων χαρακτηριστικών προς βελτίωση. Στη χώρα μας οι υδατοκαλλιεργητές στηρίζουν τη παραγωγή τους σε γενετικό υλικό προερχόμενο από άγριους πληθυσμούς το οποίο ανανεώνουν συνήθως από τα δικά τους αποθέματα γεννητόρων.

## 1.6 Έννοια και σκοπός της γενετικής επιλογής στη ζωοτεχνία

Αν θέλαμε να ορίσουμε την έννοια της επιλογής στη ζωοτεχνία, τότε θα λέγαμε πως πρόκειται για τη διατήρηση για αναπαραγωγή και χρησιμοποίηση ως γονέων της επόμενης γενεάς εκείνων των ζώων μιας εκτροφής ή ενός πληθυσμού τα οποία συγκεντρώνουν επιθυμητές για τον εκτροφέα ιδιότητες σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τα υπόλοιπα άτομα (Ζέρβας, 1984). Σκοπός της επιλογής είναι να μεταβάλλει τη μέση φαινοτυπική αξία των πληθυσμών ώστε να πετύχει καλύτερους φαινότυπους για ιδιότητες με οικονομική σημασία (βελτίωση αποδόσεων) και η μεταβίβαση όσο το δυνατό μεγαλύτερου μέρους της κληρονομικής ανωτερότητας από γενεά σε γενεά.

Οι επιθυμητοί στόχοι των προγραμμάτων γενετικής βελτίωσης στα εκτρεφόμενα είδη θα λέγαμε ότι είναι οι παρακάτω:

- Αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης
- Μείωση του (συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής) FCR
- Αντοχή σε ασθένειες
- Ελαχιστοποίηση των δυσμορφιών
- Βελτίωση στην ποιότητα της σάρκας

## 1.7 Μέθοδοι επιλογής

Σύμφωνα με το Ζέρβα (1984) στην κλασική κατάταξη διακρίνουμε τα εξής βασικά είδη επιλογής:

### 1. Ατομική επιλογή (individual selection)

Η ατομική επιλογή αποτελεί το συνηθέστερο και πιο εμπειρικό τρόπο βελτίωσης των ζώων που χρησιμοποιήθηκε ανέκαθεν από κτηνοτρόφους. Βασίζεται στην απόδοση του κάθε ατόμου ξεχωριστά ή στο φαινότυπο του. Το είδος αυτό της επιλογής ονομάζεται και μαζική επιλογή (mass selection) με την έννοια ότι ο πληθυσμός επιλέγεται και αναπαράγεται μαζικά με βάση τις ατομικές επιδόσεις, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι αποδόσεις των συγγενικών τους ατόμων. Αποτελεί διαδεδομένη μέθοδο στη ζωοτεχνία και ιδιαίτερα στις υδατοκαλλιέργειες. Στην ατομική επιλογή δεν ελέγχονται οι συντελεστές αιμομιξίας (μειονέκτημα) ενώ το κύριο χαρακτηριστικό που βελτιώνεται είναι η ανάπτυξη.

### 2. Προγονική επιλογή (Pedigree selection)

Η προγονική επιλογή στηρίζεται σε πληροφορίες για την αξία των γονέων και των προγόνων του επιλεγόμενου ατόμου. Οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να στηρίζονται στις αποδόσεις των προγόνων και όχι να αναφέρονται απλώς σε ονόματα συγγενικών ζώων που εμφανίζονται στα γενεαλογικά στοιχεία του εξεταζόμενου ατόμου.

### 3. Οικογενειακή επιλογή (Family selection)

Οικογενειακή επιλογή ονομάζεται η επιλογή ενός ατόμου όταν βασίζεται στις αποδόσεις αδελφών, ετεροθαλών αδελφών ή των συγγενών του. Η διατήρηση οικογενειών ξεχωριστά για τον έλεγχο των αποδόσεών τους

προϋποθέτει εκτεταμένες εγκαταστάσεις και ως εκ τούτου απαιτεί μεγάλο κόστος.

#### 4. Απογονική επιλογή (Progeny selection)

Πρόκειται για την επιλογή ενός ατόμου όταν βασίζεται στις αποδόσεις των απογόνων του. Η επιλογή αυτή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του απογονικού ελέγχου (progeny test). Κατά συνέπεια ο απογονικός έλεγχος επιδιώκει να καταστήσει την αξιολόγηση των αποδόσεων των απογόνων ενός ατόμου κριτήριο επιλογής του μεταξύ άλλων υποψήφιων γεννητόρων. Τα τελευταία χρόνια ξεκίνησαν αρκετά προγράμματα με παγκόσμια καθιέρωση, βασισμένα σε οικογενειακή επιλογή σε είδη με έντονο ενδιαφέρον για την ιχθυοκαλλιέργεια όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.1

**Πίνακας 2.1:** Προγράμματα βασισμένα σε οικογενειακή επιλογή (ΠΗΓΗ: Akvaforsk Genetic Center).

Είδος	Αριθμός Προγραμμάτων	Χώρα
Σολομός Ατλαντικού	11	Νορβηγία, Χιλή, Καναδάς, Σκοτία, Ιρλανδία, Νησιά Φερόε
Σολομός Κοχο	4	Χιλή, Καναδάς
Ιριδίζουσα πέστροφα	5	Νορβηγία, Δανία, Φιλανδία, Χιλή, Η.Π.Α
Μπακαλιάρος Ατλαντικού	3	Νορβηγία, Ισλανδία
Γατόψαρο	1	Η.Π.Α
Λαβράκι	1	Ελλάδα
Τσιπούρα	1	Ελλάδα
Κυπρίνος	1	Ινδία
Κόκκινη Τιλάπια	1	Εκουαδόρ
Γαρίδα	6	Η.Π.Α, Κολομβία, Ινδία, Κίνα, Ταϊλάνδη
Τιλάπια Νείλου	5	Φιλιππίνες, Βιετνάμ, Μαλαισία

## 1.8 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι ο έλεγχος παραμέτρων (ανάπτυξη, παραλλακτικότητα, επιβίωση, δυσμορφίες) που αποτελούν κριτήρια ελέγχου της ποιότητας αυγών και ιχθυδίων. Συγκεκριμένα, έγινε σύγκριση ποιότητας αυγών και ιχθυδίων τσιπούρας τα οποία προέρχονται από το πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης της KEGO S.A. και της Akvaforsk Genetic Center Νορβηγίας με κοινά που προέρχονται από την εταιρεία ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ σε σημαντικούς για την ιχθυοκαλλιέργεια παράγοντες όπως είναι ο ρυθμός αύξησης, η επιβίωση, η παραλλακτικότητα και οι δυσμορφίες. Η εργασία πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού της εταιρείας ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΒΕΕ όπου συγκρίθηκαν πληθυσμοί προερχόμενοι από κοινούς γεννήτορες και γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες από την ημέρα 0 εκκόλαψης μέχρι και το 1,5g περίπου, οπότε και μεταφέρονται στους κλωβούς εκτροφής στη θάλασσα.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Περιοχή μελέτης

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού της εταιρείας ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΒΕΕ στο Αχλάδι Φθιώτιδας το χρονικό διάστημα από 01/03/2007 έως 15/07/2007 (Εικόνα 2.1). Το πείραμα έγινε κατά τη διάρκεια της παραγωγικής περιόδου που διένυε η εταιρεία χωρίς να επηρεαστεί ο προγραμματισμός της.



**Εικόνα 2.1:** Εξωτερική άποψη ιχθυογεννητικού σταθμού ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΒΕΕ.

Επίσης δε χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον μηχανήματα, εγκαταστάσεις και υλικά πέρα από αυτά που χρησιμοποιεί ο ιχθυογεννητικός σταθμός για την κανονική του λειτουργία.

## 2.2 Πειραματικό υλικό

Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι αυγών τσιπούρας. Αυγά προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες και αυγά προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες. Τα γενετικά βελτιωμένα αυγά προέρχονταν από το πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης της KEGO S.A. ενώ τα κοινά αυγά προέρχονταν από την εταιρεία ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ. Τα αυγά προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες της εταιρείας KEGO αφού συλλέχθησαν μεταφέρθηκαν άμεσα στις εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού μέσα σε ισοθερμικά δοχεία πολυαιθυλενίου τύπου balloons.

### 2.2.1 Διαχείριση κοινών γεννητόρων

Η εταιρεία ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΒΕΕ διατηρεί σε συνθήκες αιχμαλωσίας στις εγκαταστάσεις της αυτή την περίοδο ένα απόθεμα περίπου 1200 γεννητόρων τσιπούρας σε στεγασμένο χώρο (Εικόνα 2.2). Σε 10 δεξαμενές χωρητικότητας 25m<sup>3</sup> η κάθε μια βρίσκονται 120 ψάρια περίπου σε κάθε δεξαμενή και σε αναλογία φύλου αρσενικά : θηλυκά = 2:1.



**Εικόνα 2.2:** Δεξαμενές γεννητόρων τσιπούρας.



Το απόθεμα αυτό είναι ικανό να καλύψει τις ανάγκες της εταιρείας σε απαιτήσεις αυγών ώστε να καλύπτεται η παραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ορισμένες από τις δεξαμενές αυτές βρίσκονται σε φυσική φωτοπερίοδο ενώ άλλες ακολουθούν πρόγραμμα ελεγχόμενης φωτοπεριόδου προκειμένου η ωτοκία και η παραγωγή αυγών να επιτυγχάνεται την επιλεγμένη αναπαραγωγική παραγωγική περίοδο.

Με τη μέθοδο του φωτοπεριοδικού ελέγχου υπάρχει η δυνατότητα να εξασφαλισθεί ωτοκία όλο το χρόνο. Η μέθοδος στηρίζεται στην ομαδοποίηση του αποθέματος γεννητόρων και τη διατήρηση κάθε ομάδας σε χωριστή δεξαμενή με τεχνητό φωτισμό και διάφορες αναλογίες φωτός-σκότους. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται σταδιακά η εντύπωση στα ψάρια ότι βρίσκονται σε εποχή του έτους διαφορετική από την πραγματική. Έτσι κάθε "τεχνητό Οκτώβριο" περιμένουμε έναρξη ωτοκίας μιας δεξαμενής γεννητόρων. Η παροχή του νερού στις δεξαμενές γεννητόρων γίνεται με νερό γεώτρησης, αλατότητας 25psu. Η θερμοκρασία του νερού στις δεξαμενές γεννητόρων είναι σταθερή  $20,5\pm 1^{\circ}\text{C}$  το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εκτός από την περίοδο ωτοκίας. Λίγο πριν την έναρξη ωτοκίας η θερμοκρασία μειώνεται σταδιακά μέχρι τους  $18,5\pm 1^{\circ}\text{C}$  οπότε και ξεκινούν οι ωτοκίες.

Όπως φαίνεται και στο χάρτη ωτοκίας (Πίνακας 2.1) η παραγωγή αυγών ξεκινά τον Οκτώβριο και συνεχίζει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους μέχρι και τα τέλη Ιουλίου. Τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο διακόπτεται η παραγωγική διαδικασία ώστε να γίνουν οι κατάλληλες απολυμάνσεις και συντηρήσεις στις εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού.

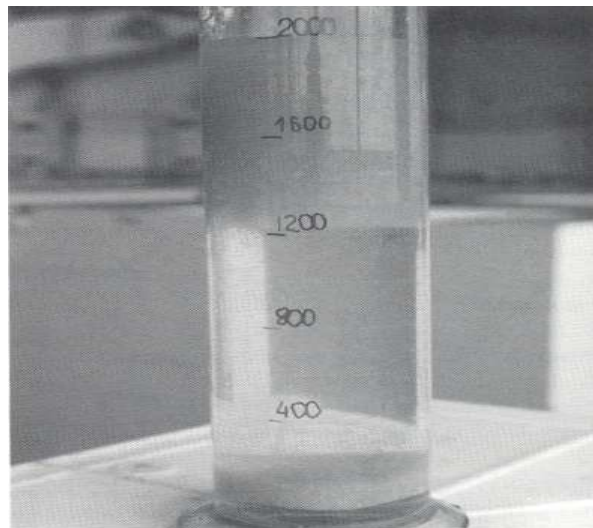
**Πίνακας 2.1:** Χάρτης ωτοκίας κοινών γεννητόρων (Εταιρεία ΔΙΑΣ).

Τσιπούρα	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ
1 GT-1												
2 GT-2												
3 GT-3												
4 GT-4												
5 GT-5												
6 GT-6												
7 GT-7												
8 GT-8												
9 GT-9												
10 GT-10												

Η διατροφή των γεννητόρων στηρίζεται κυρίως σε τεχνητές τροφές τύπου Lansy Breed της εταιρείας INVE Hellas S.A. Η δίαιτα περιλαμβάνει και νωπή τροφή κυρίως καλαμάρι το οποίο χορηγείται σε εβδομαδιαίο πρόγραμμα. Τα αυγά των κοινών γεννητόρων τσιπούρας συλλέγονται καθημερινά από το προσωπικό του ιχθυογεννητικού σταθμού. Τα επιπλέοντα αυγά εξέρχονται από την επιφάνεια της δεξαμενής και καταλήγουν σε ειδικούς συλλέκτες (Εικόνα 2.3) τους οποίους περιβάλλει πλαγκτονικό δίκτυο και αφού διαχωριστούν τα γονιμοποιημένα από τα νεκρά μη γονιμοποιημένα, ζυγίζονται με ζυγαριά ακριβείας (CASH 1000).



**Εικόνα 2.3.:** Συλλέκτης αυγών.



**Εικόνα 2.4.:** Διαχωρισμός αυγών.

Η διαδικασία διαχωρισμού είναι απλή αφού τα νεκρά αυγά βυθίζονται στο πυθμένα ενώ τα βιώσιμα επιπλέουν στην επιφάνεια της στήλης του νερού απ' όπου μπορούν με μια μικρή απόχλη να συλλεγούν (Εικόνα 2.4). Τα καλάθια καθαρίζονται και απολυμαίνονται σε καθημερινή βάση.

Για το πείραμα τα αυγά προήλθαν από τις δεξαμενές γεννητόρων με κωδικό GT6 και GT7 στις οποίες εφαρμόζεται τεχνητή φωτοπερίοδος (Πίνακας 2.1). Η δεξαμενή GT6 περιείχε 151 ψάρια. Από αυτά τα 78 ψάρια ήταν αρσενικά και τα υπόλοιπα θηλυκά. Το αρχικό απόθεμα της δεξαμενής ήταν 159 ψάρια (Οκτώβριος 2004). Για διάφορους λόγους 8 ψάρια απεβίωσαν. Ο διαχωρισμός του φύλου έγινε πριν την εισαγωγή των ψαριών στη δεξαμενή όπως επίσης και έγινε καταγραφή των μορφομετρικών στοιχείων και μαρκάρισμα για να είναι εύκολη η αναγνώριση του φύλου. Η γεννήτορες της δεξαμενής GT6 προέρχονταν από τρεις διαφορετικές εγκαταστάσεις πάχυνσης με κλωβούς και από διαφορετικές γεωγραφικά περιοχές:

♂: 31 TMX GMF ( μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας)

♀: 70 TMX ΔΙΑΣ ( μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας )

♂: 50 TMX ΑΣΤΥΠΑΛΛΑΙΑ ( μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας )

Αντίστοιχα η δεξαμενή GT7 περιέχει 128 ψάρια. Από αυτά τα 82 ψάρια είναι αρσενικά και τα υπόλοιπα θηλυκά. Το αρχικό απόθεμα της δεξαμενής ήταν 132 (Οκτώβριος 2004) από τα οποία 4 απεβίωσαν ψάρια για διάφορους λόγους. Όμοια και στα ψάρια αυτά έγινε καταγραφή των μορφομετρικών στοιχείων και μαρκάρισμα. Οι γεννήτορες της δεξαμενής GT6 προέρχονταν από δύο διαφορετικές πηγές:

♀: 84 TMX ΔΙΑΣ ( μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας )

♂: 44 TMX ΑΣΤΥΠΑΛΛΑΙΑ ( μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας )

### 2.2.2 Παραγωγή και ποιότητα κοινών αυγών

Τα θηλυκά άτομα της τσιπούρας γεννούν κατά μέσο όρο περίπου 50.000 αυγά ανά ημέρα για περίοδο περίπου 4 μηνών (Moretti *et al.*, 1999). Αν θεωρήσουμε ένα ποσοστό γονιμοποίησης γύρω στο 90% και ποσοστό εκκόλαψης 80% τότε κάθε θηλυκό άτομο τσιπούρας μπορεί να μας δώσει περίπου 35.000 εκκολαπτόμενες νύμφες ανά ημέρα. Η τσιπούρα ωτοκεί σχετικά εύκολα σε συνθήκες αιχμαλωσίας είτε βρίσκεται σε φυσική είτε σε τεχνητή φωτοπερίοδο, αρκεί να αποφεύγονται χειρισμοί που καταπονούν τα άτομα και μπορεί να ανακόπτουν την αναπαραγωγική διαδικασία. Η τσιπούρα ωτοκεί μαζικά και για τη φυσική ωτοκία ο ελάχιστος αριθμός ψαριών που απαιτείται είναι 5-7 άτομα (Gorshkov *et al.*, 1997). Η συνολική παραγωγή αυγών από κάθε δεξαμενή ήταν μεγαλύτερη το 2007 σε σχέση με τις δύο προηγούμενες παραγωγικές χρονιές (Πίνακας 2.2). Αυτό μπορεί να αποδοθεί

στο αυξανόμενο μέσο βάρος του αποθέματος αλλά και στον καλύτερο εγκλιματισμό των ψαριών σε καθεστώς τεχνητής φωτοπεριόδου.

**Πίνακας 2.2:** Παραγωγή αυγών από τις δεξαμενές GT6, GT7 τις τρεις τελευταίες περιόδους.

ΕΤΟΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΩΟΤΟΚΙΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ	Μ.Ο. ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΑΒΓΩΝ/ ΗΜΕΡΑ	ΒΙΩΣΙΜΑ ΑΥΓΑ (g)	% ΒΙΩΣΙΜΑ	ΝΕΚΡΑ (g)	% ΝΕΚΡΑ	ΣΥΝΟΛΟ
2003-2004	GT6	22/1-5/4	73	-	-	-	-	-	32.050
	GT7	27/2-28/5	90	-	-	-	-	-	18.055
2004-2005	GT6	10/1- 4/5	76	1.503γρ.	114.265γρ.	84%	22.495γρ.	16%	136.760
	GT7	1/3-29/5	59	1.452γρ.	85.640γρ.	78%	24.050γρ.	22%	109.690
2005-2006	GT6	29/1-1/6	73	1.845γρ.	134.650γρ.	79%	36.680γρ.	21%	171.330
	GT7	3/3- 30/5	62	1.645γρ.	102.000γρ.	81%	24.560γρ.	19%	126.560
2006-2007	GT6	1/2-31/5	70	2.055γρ.	143.830γρ.	76,2%	45.000γρ.	23,8%	188.830
	GT7	28/2-3/6	67	1.729γρ.	115.840γρ.	79,7%	29.585γρ.	20,3%	145.425

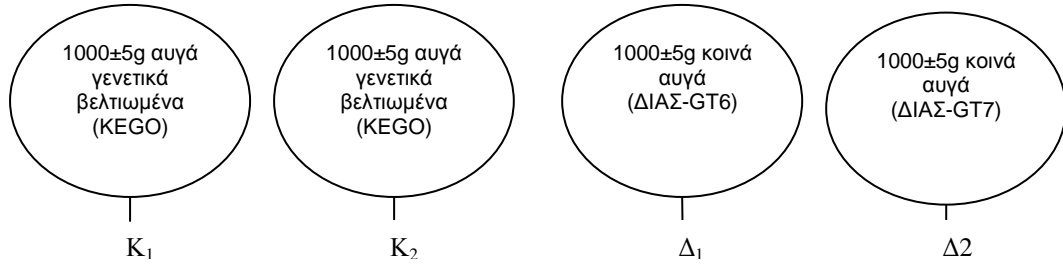
Στην τσιπούρα ο αριθμός βιώσιμων αυγών στη συνολική καθημερινή παραγωγή αυγών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο της ποιότητας των αυγών (Carnevali *et al*, 2000). Τα βιώσιμα αυγά αντιπροσωπεύουν εκείνα τα αυγά που έχουν γονιμοποιηθεί επιτυχώς ενώ τα νεκρά εκείνα που είτε δεν έχουν γονιμοποιηθεί επιτυχώς είτε απεβίωσαν εξαιτίας άλλου παράγοντα όπως για παράδειγμα κακό χειρισμό ή μόλυνση από παθογόνο αίτιο. Σε γενικές γραμμές η ποιότητα των αυγών δείχνει χρόνο με το χρόνο να βελτιώνεται και στις δύο ομάδες γεννητόρων.

### 2.2.3 Παραγωγή και ποιότητα γενετικά βελτιωμένων αυγών

Το 2000 η Akvaforsk Genetic Center Νορβηγίας και η KEGO S.A. ξεκίνησαν συνεργασία σε ένα μεγάλης κλίμακας αναπαραγωγικό πρόγραμμα βασισμένο σε οικογενειακή επιλογή για την τσιπούρα. Ο αρχικός πληθυσμός συλλέχθηκε από διαφορετικά μέρη της Μεσογείου από άγριους πληθυσμούς προκειμένου να διασφαλιστεί η μεγαλύτερη δυνατή γενετική παραλλακτικότητα. Τα προγράμματα είναι σχεδιασμένα για την παραγωγή 50 αμφιθαλών και ετεροθαλών οικογενειών ανά είδος οι οποίες παράγονται με *stripping* σε αρσενικούς και θηλυκούς γεννήτορες. Η γενετική διασύνδεση (genetic crossbreeding) γίνεται με επαναχρησιμοποίηση συγκεκριμένου αριθμού γεννητόρων, έτσι ώστε για την παραγωγή κάθε γενιάς να χρησιμοποιούνται 150 οικογένειες γεννητόρων. Τα προγράμματα εστιάζονται αρχικά στη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης αλλά ο βασισμένος σε οικογένειες σχεδιασμός επιτρέπει στην πορεία την εισαγωγή νέων χαρακτηριστικών με ιδιαίτερη οικονομική σημασία. **2.3 Πειραματικές δεξαμενές και χειρισμοί**

Οι δεξαμενές στις οποίες τοποθετήθηκαν τα αυγά για εκκόλαψη ήταν κυκλικές χωρητικότητας  $10\text{m}^3$  ενώ το υλικό κατασκευής τους ήταν πολυεστέρας. Η παροχή του νερού στις δεξαμενές του εκκολαπτηρίου γινόταν από γεώτρηση με σταθερή θερμοκρασία  $20,5\pm 1^{\circ}\text{C}$  και αλατότητα  $28\pm 3\text{psu}$ . 2.000g γενετικά βελτιωμένα αυγά τοποθετήθηκαν για εκκόλαψη σε δυο δεξαμενές (1.000g στη κάθε μια) τις οποίες για τις ανάγκες της διατριβής ονομάσαμε  $K_1$  και  $K_2$  αντίστοιχα. Ταυτόχρονα, τοποθετήθηκαν για εκκόλαψη 2.000g κοινά αυγά σε δυο νέες δεξαμενές (1.000g στη κάθε μια) τις οποίες για τις ανάγκες του πειράματος ονομάσαμε  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  αντίστοιχα (Εικόνα 2.5 ).

Όλες οι δεξαμενές βρίσκονταν ( $K_1$  και  $K_2$ ,  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$ ) στον ίδιο χώρο, στο τμήμα ανάπτυξης ιχθυδίων του ιχθυογεννητικού σταθμού (Εικόνα 2.6).



**Εικόνα 2.5:** Αναπαράσταση δεξαμενών όπου τοποθετήθηκαν τα αυγά για εκκόλαψη

Σε όλες τις δεξαμενές εκκόλαψης στην έναρξη του πειράματος, η παροχή νερού ήταν σταθερή με ανανέωση  $2\pm 1\%$ , ο αερισμός σχετικά υψηλός ώστε να επιπλέουν και αναδεύονται τα αυγά, η θερμοκρασία σταθερή στους  $20,5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , ο φωτισμός χαμηλός 20-30 Lux ενώ τα επίπεδα δεσμευμένου οξυγόνου  $7,6\pm 0,5\text{mg/l}$ . Στη διάρκεια της επώασης (4 ημέρες) δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές θνησιμότητες.



**Εικόνα 2.6:** Τμήμα νυμφικής εκτροφής ιχθυογεννητικού σταθμού της εταιρείας παραγωγής συμβατικών ιχθυδίων (ΔΙΑΣ).

Την 4<sup>η</sup> ημέρα μετά την εκκόλαψη στα ιχθύδια χορηγήθηκε ζωντανή τροφή, και εκτιμήθηκε η εδραίωση της διατροφής ως εξής: δύο ώρες μετά τη χορήγηση τροφής, με τυχαία δειγματοληψία 100 άτομα από κάθε δεξαμενή ελέγχονταν μετά από αναισθητοποίηση για την ύπαρξη τροφής στον πεπτικό σωλήνα και υπολογιζόνταν το ποσοστό σίτισης. Η διαδικασία αυτή, επαναλαμβάνονταν μετά από κάθε χορήγηση τροφής στις δεξαμενές ακολουθώντας το πρωτόκολλο διατροφής της εταιρείας ΔΙΑΣ δηλαδή 6 μετρήσεις ημερησίως. Την 52<sup>η</sup> ημέρα μετά την εκκόλαψη έγινε διαλογή ιχθυδίων και χωρίστηκαν σε μικρά και μεγάλα. Η επόμενη διαλογή έγινε την 85<sup>η</sup> και 105<sup>η</sup> ημέρα για τα μεγάλα και μικρά ιχθύδια αντίστοιχα.

Μετά την πρώτη διαλογή (52<sup>η</sup> ημέρα), τα ψάρια μεταφέρθηκαν στο τμήμα της προπάχυνσης σε νέες δεξαμενές τσιμεντένιες, σχήματος οβάλ και χωρητικότητας 50m<sup>3</sup> η κάθε μία. Το νερό προερχόταν από γεώτρηση και ήταν θερμοκρασίας 20,5±1<sup>0</sup>C και αλατότητας 28±3psu. Τις δεξαμενές με τα



μικρά ψάρια τις ονομάσαμε για τις ανάγκες του πειράματος  $\Delta_{\mu}$  και  $K_{\mu}$  ενώ αυτές με τα μεγάλα  $\Delta M$  και  $KM$  αντίστοιχα.

Η πρώτη διαλογή έγινε με σχάρα διαλογής πάχους 1,5mm (Εικόνα 2.7) όπου τα ψάρια χωρίστηκαν σε δύο μεγέθη μεγάλα (M) και μικρά ( $\mu$ ). Σε όλα τα μεγάλα άτομα που συμμετείχαν στον παρόντα πειραματισμό (κοινά και γενετικά βελτιωμένα), η δεύτερη διαλογή έγινε την 90<sup>η</sup> ημέρα ενώ στα μικρά την ημέρα 105. Εκεί τα ψάρια χωρίστηκαν σε τρία μεγέθη μεγάλα (M), μεσαία (MΣ) και μικρά ( $\mu$ ) με δύο σχάρες διαλογής πάχους 4 και 4,5mm (Εικόνα 2.8).



**Εικόνα 2.7** Σχάρα διαλογής



**Εικόνα 2.8** Διαλογή μεγεθών

Χειρισμοί ρουτίνας σε καθημερινή βάση ήταν τάϊσμα με ζωντανή τροφή ή σύμπηκτα (κατά περίπτωση), σιφωνισμός για την καθαριότητα του πυθμένα της δεξαμενής και ανανέωση του νερού της δεξαμενής σε ποσοστό 30%. Επίσης γινόταν καθημερινά μακροσκοπικός έλεγχος θνησιμοτήτων. Οι θνησιμότητες που καταγράφηκαν ήταν ασήμαντες και απολύτως συμπτωματικές.

## 2.4 Δίαιτα και πρόγραμμα διατροφής

Οι τέσσερις δεξαμενές που δημιουργήθηκαν ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα διατροφής το οποίο ακολουθεί η εταιρεία ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ. Την 4<sup>η</sup> ημέρα αυξήθηκε σημαντικά η ένταση φωτός στα 200-250 Lux με λάμπες φθορίου 2m μήκους, σε απόσταση 1,5m περίπου από την επιφάνεια νερού κάθε δεξαμενής και διαρκείας φωτός 24 ώρες. Ακολουθώντας το πρωτόκολλο της εταιρείας ΔΙΑΣ της εταιρείας προσθέσαμε φυτοπλαγκτόν *Nannochloropsis* sp. σε υψηλή συγκέντρωση και χορηγήσαμε τροχόζωα *Branchionus plicatilis* σε συγκέντρωση 2-3 τροχόζωα/ml μέχρι και την 22<sup>η</sup> ημέρα όπου μειώθηκε η χορήγηση τους σταδιακά. Από την 20<sup>η</sup> ημέρα ξεκίνησε η χορήγηση *Artemia salina* μέχρι και την 30<sup>η</sup> ημέρα όπου τα ψάρια μεταφέρθηκαν στο τμήμα αποκοπής του ιχθυογεννητικού σταθμού και εκεί σταδιακά ξεκίνησε και η χορήγηση συμπηκτων. Τόσο τα τροχόζωα όσο και η *A. salina* πριν τη χορήγηση τους στις δεξαμενές νυμφικών καλλιεργειών εμπλουτίστηκαν με εμπλουτιστικό Spari selco της εταιρείας INVE για χρονικό διάστημα 12h (Εικόνα 2.9).



**Εικόνα 2.9:** Τροφές και εμπλουστικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ο συνδυασμός *Artemia* και συμπηκτων συνεχίστηκε μέχρι και το τέλος της αποκοπής όπου ακολούθησε αποκλειστικά χορήγηση συμπηκτων μέχρι και το εμπορεύσιμο μέγεθος (2g) σε μεγέθη κόκκου 80-200μ, 200-400μ, 300-500μ, 500-800μ και 800-1200μ. Το πρόγραμμα διατροφής φαίνεται στο Πίνακα 2.3 που ακολουθεί:

**Πίνακας 2.3.** Πρόγραμμα διατροφής που ακολουθήσαμε στο πείραμα.

Ηλικία σε ημέρες	0	4	10	15	20	25	30	40	45	50	60	65	80	90	110	120
Σύμψηκτα																
<i>Nannochloropsis</i> sp.		←	→													
τροχόζωα		←	→													
<i>Artemia</i>				←	→											
Σύμψηκτα τύπου Proton 80-200 μm							←	→								
Proton 200-300 μm							←	→								
Alpha1 300-500 μm											←	→				
Alpha2 500-800 μm												←	→			
Alpha3 800-1200 μm														←	→	

## 2.5 Πειραματικό πρωτόκολλο

### 2.5.1 Εκτίμηση της εξέλιξης του ρυθμού αύξησης

Μετρήθηκαν 100 περίπου άτομα σε κάθε δειγματοληψία, από κάθε πειραματική δεξαμενή  $K_1, K_2, \Delta_1$  και  $\Delta_2$  σε τακτά χρονικά διαστήματα (Εικόνα 2.10). Οι πρώτες μετρήσεις ξεκίνησαν από το πρώτο τάισμα (4<sup>η</sup> ημέρα) όπου έγινε και προσδιορισμός του ποσοστού σίτισης για κάθε δεξαμενή ελέγχοντας σε δείγμα 100 περίπου ατόμων από κάθε δεξαμενή την πληρότητα στομάχου

των ιχθυδίων. Οι μετρήσεις συνεχίστηκαν ανά ημέρα στα πρώτα κρίσιμα στάδια για την επιβίωση της τσιπούρας, σύμφωνα με τον Barnabe (1989), μέχρι την 8<sup>η</sup> ημέρα και από την 16<sup>η</sup> μέχρι την 54<sup>η</sup> ημέρα, ηλικία κατά την οποία συνδέεται με την αποκοπή από τις ζωντανές τροφές και τη μετάβαση στα σύμπηκτα (pellets). Σε όλες τις περιπτώσεις των μετρήσεων, τα ψάρια αναισθητοποιήθηκαν σε διάλυμα φαινοξυαιθανόλης 10%.

Προκειμένου να εκτιμηθεί η εξέλιξη του ρυθμού ανάπτυξης έγιναν μετρήσεις μήκους και βάρους. Αρχικά στα ιχθύδια έγιναν μετρήσεις μήκους χρησιμοποιώντας στερεοσκόπιο στο οποίο ήταν ενσωματωμένη οφθαλμική κλίμακα διαβάθμισης 0,05mm ενώ αργότερα χρησιμοποιήθηκε παχύμετρο διαβάθμισης 0,1mm. Οι μετρήσεις ελήφθησαν από την κορυφή της άνω σιαγόνας ως την απώτατη έκταση της νωτιαίας χορδής (σταθερό μήκος σώματος). Μετά την 52<sup>η</sup> ημέρα οι μετρήσεις μήκους αντικαταστάθηκαν από μετρήσεις βάρους, καθόσον αυτή είναι η καθιερωμένη πρακτική σε επίπεδο παραγωγής στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς. Για τη μέτρηση βάρους χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας (CASH-1000) με 2 δεκαδικά ψηφία (Εικόνα 2.11).



**Εικόνα 2.10** Παρατήρηση και καταγραφή.



**Εικόνα 2.11** Ζυγός ακριβείας, αναισθητικό.

### 2.5.2 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης

Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης έγινε σε κάθε πειραματική δεξαμενή  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  ταυτόχρονα με τις δύο διαλογές (πρώτη διαλογή 52<sup>η</sup> ημέρα και δεύτερη διαλογή την 90<sup>η</sup> ημέρα για τα μεγάλα και την ημέρα 105 για τα μικρά) που πραγματοποιήθηκαν στη διάρκεια του πειράματος. Το ποσοστό επιβίωσης υπολογίστηκε αφού πρώτα έγινε η αναγωγή βάρους και αριθμού αυγών, λαμβάνοντας υπόψιν ότι 1g αντιστοιχεί σε 1000 αυγά:

$$\text{ποσοστό επιβίωσης} = \frac{\text{αριθμός ιχθυδίων που επιβίωσαν}}{\text{αριθμό αυγών ανά στοκάρισμα}} \times 100$$

### 2.5.3 Ποσοτική εκτίμηση της παραλλακτικότητας του μέσου βάρους των ιχθυδίων

Ο υπολογισμός της εξέλιξης παραλλακτικότητας του μέσου βάρους των ιχθυδίων έγινε στις δεξαμενές  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  και  $K_1$  και  $K_2$ . Η εκτίμηση έγινε στο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ των δύο διαλογών (πρώτη διαλογή 52<sup>η</sup> ημέρα και δεύτερη διαλογή την 90<sup>η</sup> ημέρα για τα μεγάλα και την ημέρα 105 για τα μικρά). Η παραλλακτικότητα εκτιμήθηκε σε ένα δείγμα 0,1% επί του συνολικού πληθυσμού σε κάθε δεξαμενή, ποσοστό που θεωρείται ότι είναι αντιπροσωπευτικό του συνόλου του πληθυσμού (Zar, 1996). Η μέτρηση έγινε βάσει του συντελεστή παραλλακτικότητας (Coefficient of Variation) ο οποίος εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) και ισούται με

$$CV = \frac{\tau \cdot \alpha}{\chi} * 100 \quad (\text{Κλαουδάτος, 2006}).$$

#### 2.5.4 Έλεγχος δυσμορφιών

Ο έλεγχος για δυσμορφίες έγινε σε δύο στάδια στις δεξαμενές Δ<sub>1</sub> και Δ<sub>2</sub> και Κ<sub>1</sub> και Κ<sub>2</sub>. Ο πρώτος έλεγχος έγινε σε 100 ψάρια, την 16<sup>η</sup> ημέρα, ημέρα που συνήθως ολοκληρώνεται ο σχηματισμός της νηκτικής κύστης στην τσιπούρα (Χώτος, 1996). Στην περίπτωση αυτή ο έλεγχος έγινε με στερεοσκόπιο στο οποίο ήταν ενσωματωμένη οφθαλμική κλίμακα διαβάθμισης 0,05mm. Ο επόμενος έλεγχος έγινε μακροσκοπικά πριν τη δεύτερη διαλογή την 90<sup>η</sup> ημέρα για τα μεγάλα και την ημέρα 105 για τα μικρά. Στην περίπτωση αυτή ο έλεγχος έγινε σε ένα δείγμα 0,1% επί του συνολικού πληθυσμού σε κάθε δεξαμενή, ποσοστό που θεωρήθηκε αντιπροσωπευτικό για την εκτίμηση του ποσοστού δυσμορφιών. Σε όλες τις περιπτώσεις των μετρήσεων, τα ψάρια αναισθητοποιήθηκαν σε διάλυμα φαινοξυαιθανόλης 10%.

Οι δυσμορφίες που ελέγχθησαν ήταν οι εξής:

- Ελαφρύ μονόπλευρο βραγχιοκάλυμα
- Έντονο μονόπλευρο βραγχιοκάλυμμα
- Μεγάλο βραγχιακό επικάλυμμα
- Στραβό στόμα
- Εξόγκωμα κάτω σιαγόνας
- Μεγάλη προέκταση κάτω σιαγόνας
- Μικρή προέκταση κάτω σιαγόνας
- Κάθετο εμπρός κεφάλι
- Μονόπλευρα τυφλα
- Ελαφρά ραχτικά
- Σύμπτυξη σπονδύλων
- Στραβή ουρά
- Ουρά πινέλο
- Σχηματισμός νηκτικής κύστης
- Ουρά ψαλίδι

## 2.6 Στατιστική ανάλυση.

Για την στατιστική επεξεργασία εφαρμόστηκε η Ανάλυση Συμμεταβολής (ANCOVA) καθώς και το κριτήριο t (paired Student t test) σύμφωνα με τον Zar (1996). Ως επίπεδο σημαντικότητας επελέγη το  $\alpha=0,05$ . Το στατιστικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το SPSS 13 για το λογισμικό Windows.

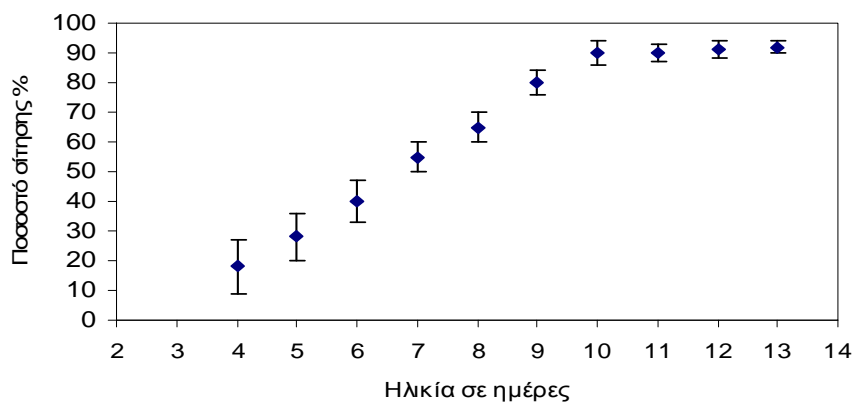
### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Εκκόλαψη αυγών

Η εκκόλαψη πραγματοποιήθηκε ικανοποιητικά σε ποσοστό  $95\pm 0,5\%$  σε όλες τις δεξαμενές. Τα νεκρά αυγά που απομακρύνθηκαν κατά τη διάρκεια της επώασης από όλες τις δεξαμενές ζυγίστηκαν και ήταν περίπου 50g από κάθε δεξαμενή. Συνολικά απομακρύνθηκαν περίπου 100g αυγά προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες και 100g περίπου αυγά προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες.

#### 3.2 Εδραίωση διατροφής

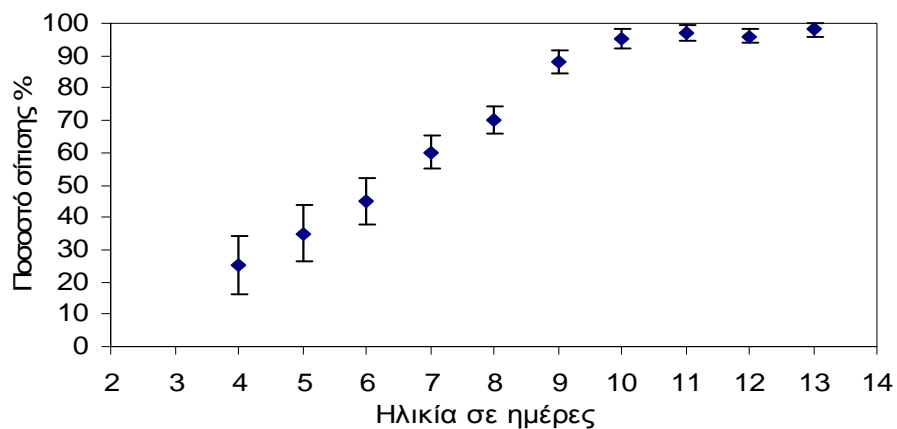
Το πρώτο τάϊσμα και στις δύο ομάδες έγινε την 4<sup>η</sup> ημέρα όπου το μεγαλύτερο ποσοστό ιχθυδίων προσλαμβάνει τροφή εγκαταλείποντας την ενδογενή φάση διατροφής. Ωστόσο, το ποσοστό σίτισης σε όλες τις δεξαμενές παρατηρήθηκε να έχει αυξηθεί από 18% την 4<sup>η</sup> ημέρα μέχρι και 90% την 10<sup>η</sup> ημέρα για τα ιχθύδια προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες (Εικόνα 3.1). Το μέγιστο ποσοστό σίτισης 92% επιτεύχθηκε την 12<sup>η</sup> και 13<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 3.1.** Καθημερινό ποσοστό σίτισης στις δεξαμενές προνυμφών Δ<sub>1</sub> και Δ<sub>2</sub> Ζωντανή τροφή χορηγήθηκε την ημέρα 4 ( $\bar{x} \pm \tau.α.$ ).

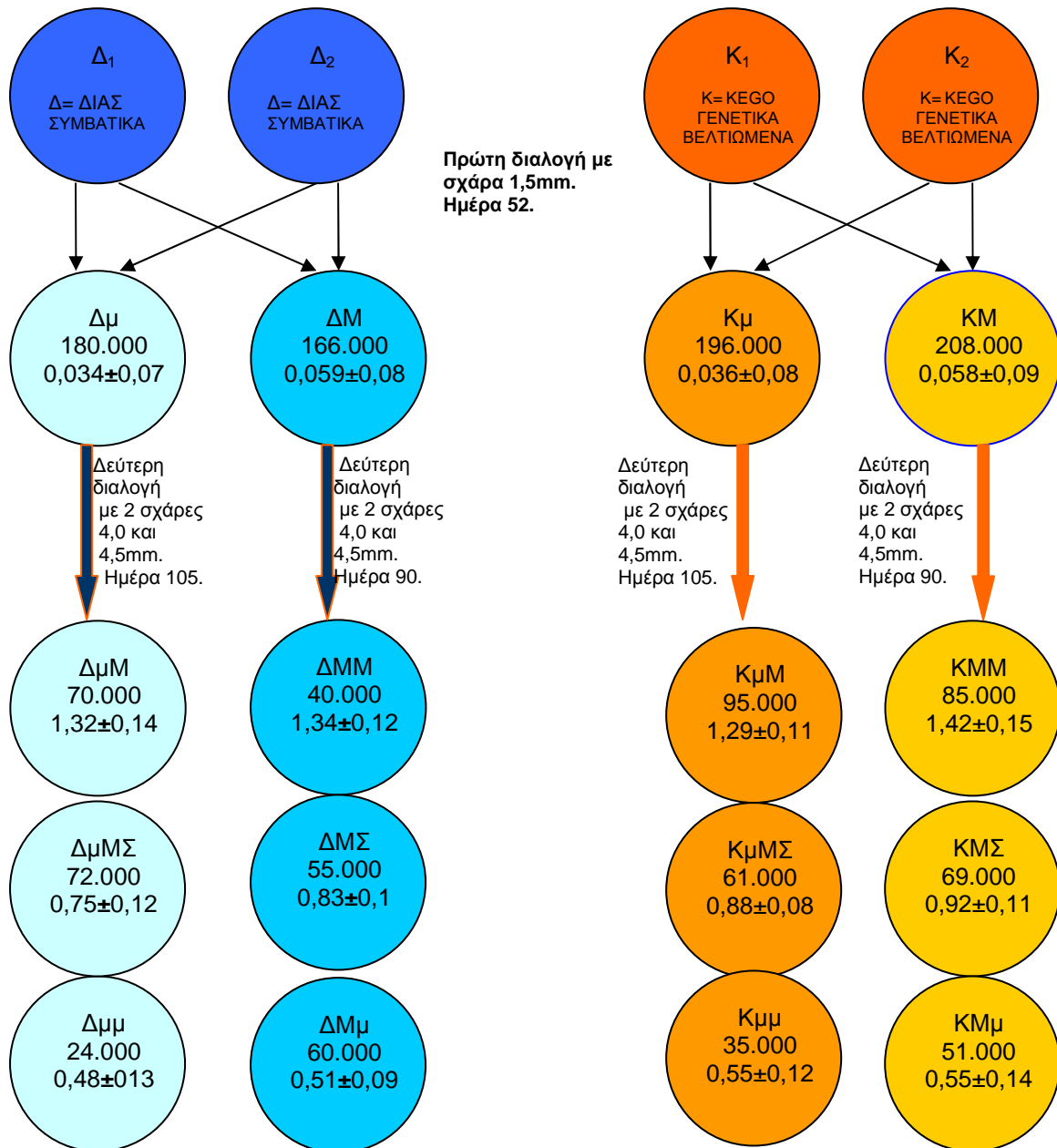


Στα ιχθύδια προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες την 4<sup>η</sup> ημέρα, η σίτιση έφθασε σε ποσοστό 25%, ενώ την 10<sup>η</sup> ημέρα παρατηρήθηκε ποσοστό 95%. Το μέγιστο ποσοστό σημειώθηκε την 13<sup>η</sup> ημέρα (98%) (Εικόνα 3.2).



**Εικόνα 3.2.** Καθημερινό ποσοστό σίτισης στις δεξαμενές προνυμφών  $K_1$  και  $K_2$  Ζωντανή τροφή χορηγήθηκε την ημέρα 4 ( $\bar{x} \pm \tau.α.$ ).

### 3.3 Αναδιάταξη ιχθυδίων σε δεξαμενές μετά τις διαλογές μεγεθών



**Εικόνα 3.3:** Αποτελέσματα πρώτης διαλογής και δεύτερης διαλογής για τις δύο ομάδες, ανάλογα με τη δεξαμενή προέλευσης (μ=μικρά, Μ=μεγάλα και ΜΣ=μεσαία). Δίνονται οι μέσοι όροι βάρους± τυπική απόκλιση:

Δμ: Μικρά κοινά 1<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΔΜ: Μεγάλα κοινά 1<sup>ης</sup> Διαλογής  
 ΔμΜ: μικρά-Μεγάλα 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΔμΜΣ: μικρά-Μεσαία 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 Δμμ: μικρά-μικρά 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΔΜΜ: Μεγάλα-Μεγάλα 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΔΜΣ: Μεγάλα-Μεσαία 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΔΜμ: Μεγάλα-μικρά 2<sup>ης</sup> διαλογής

Κμ: Μικρά γεν. βελτιωμένα 1<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΚΜ: Μεγάλα γεν. βελτιωμένα 1<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΚμΜ: μικρά-Μεγάλα 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΚμΜΣ: μικρά-Μεσαία 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 Κμμ: μικρά-μικρά 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΚΜΜ: Μεγάλα-Μεγάλα 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΚΜΣ: Μεγάλα-Μεσαία 2<sup>ης</sup> διαλογής  
 ΚΜμ: Μεγάλα-μικρά 2<sup>ης</sup> διαλογής

### 3.4 Εκτίμηση της εξέλιξης του ρυθμού αύξησης

#### 3.4.1 Ανάπτυξη ιχθυδίων και εξέλιξη μήκους μέχρι την 1<sup>η</sup> διαλογή

Η ανάπτυξη των κοινών ιχθυδίων στις αρχικές δεξαμενές ( $\Delta_1$  και  $\Delta_2$ ) ήταν παρόμοια και εφόσον δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (one way ANOVA,  $P>0.05$ ) μεταξύ των δυο δεξαμενών τα δεδομένα ομογενοποιήθηκαν. Όμοια δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη των ιχθυδίων προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες μεταξύ των ομάδων  $K_1$  και  $K_2$  (one way ANOVA,  $P>0.05$ ) και ως εκ τούτου ομογενοποιήθηκαν και τα δεδομένα  $K_1$  και  $K_2$ . Η ανάπτυξη του μήκους και στις δύο ομάδες εκφράστηκε με γραμμικές εξισώσεις της μορφής  $Y=\alpha+\beta x$  όπου  $Y$ : το μήκος και  $X$ = ηλικία ιχθυδίων. Η εξίσωση που περιγράφει την εξέλιξη του μήκους για την ομάδα των ψαριών που προέρχονται από κοινούς γεννήτορες είναι:

$$Y = - 0.6709+0.4332X, R^2=0.931$$

ενώ η εξίσωση που περιγράφει την εξέλιξη του μήκους για την ομάδα ιχθυδίων προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες είναι:

$$Y = - 0.8808+0.4332X, R^2=0.917.$$

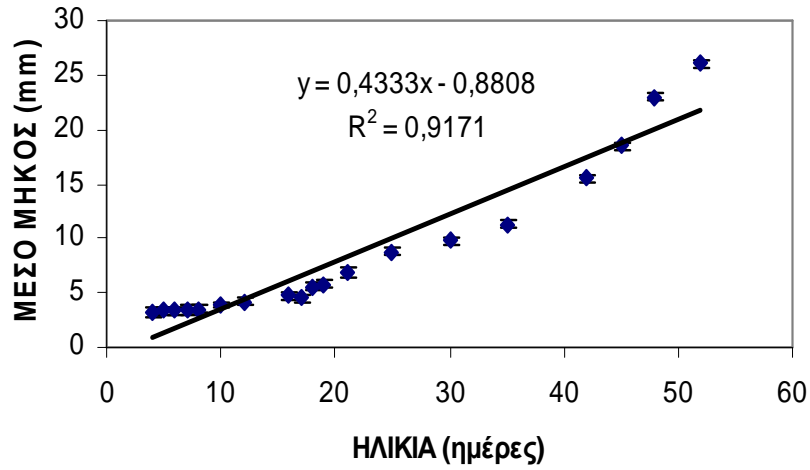
Στους ρυθμούς ανάπτυξης δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές. Αναλυτικά τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες 3.1 και 3.2. Στις Εικόνες 3.4 και 3.5 που ακολουθούν φαίνεται γραφικά η εξέλιξη του μήκους σε σχέση με την ηλικία στις δεξαμενές  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$  και  $K_1$ ,  $K_2$ .

**Πίνακας 3.1:** Εξέλιξη της ανάπτυξης μήκους σε mm των ιχθυδίων προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες. Όπου n=αριθμός ατόμων.

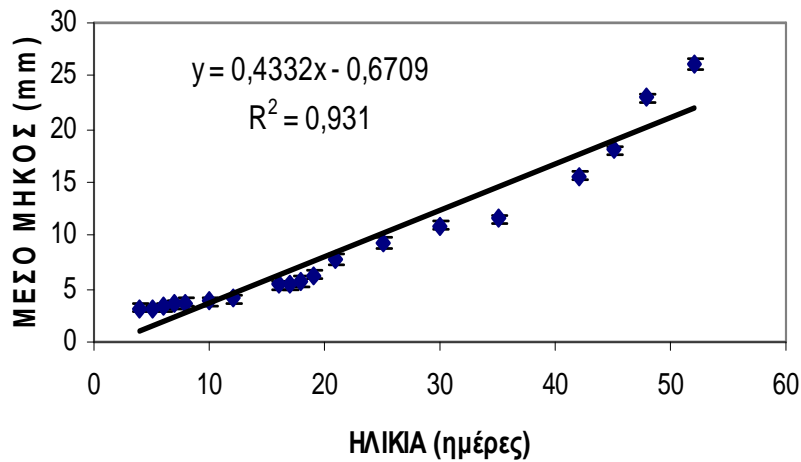
$\Delta_1$ και $\Delta_2$ (Ομογενοποιημένα)		
Ηλικία (ημέρες)	Μήκος ( $\bar{x} \pm \tau.α.$ )	n (αριθμός ατόμων)
4	3,15±0,35	184
5	3,22±0,22	180
6	3,26±0,40	178
7	3,50±0,41	200
8	3,64±0,39	190
10	3,76±0,34	192
12	4,03±0,36	200
16	5,33±0,41	192
17	5,36±0,42	192
18	5,67±0,54	196
19	6,22±0,38	202
21	7,67±0,48	193
25	9,33±0,45	180
30	10,92±0,38	206
35	11,51±0,46	190
42	15,57±0,35	200
45	17,98±0,40	178
48	22,96±0,36	186
52	26,11±0,43	190

**Πίνακας 3.2:** Εξέλιξη της ανάπτυξης μήκους σε mm των ιχθυδίων προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες. Όπου n=αριθμός ατόμων.

$K_1$ και $K_2$ (Ομογενοποιημένα)		
Ηλικία (ημέρες)	Μήκος ( $\bar{x} \pm \tau.α.$ )	n (αριθμός ατόμων)
4	3,24±0,38	178
5	3,34±0,34	190
6	3,33±0,43	206
7	3,42±0,4	178
8	3,49±0,36	200
10	3,90±0,33	192
12	4,22±0,34	196
16	4,72±0,39	184
17	4,56±0,37	186
18	5,54±0,35	180
19	5,80±0,40	192
21	6,86±0,41	204
25	8,75±0,35	194
30	9,76±0,38	178
35	11,31±0,39	172
42	11,55±0,36	190
45	18,51±0,35	204
48	22,97±0,38	210
52	26,00±0,41	204



**Εικόνα 3.4:** Εξέλιξη του μήκους μέχρι την ημέρα 52 για τις ομάδες K<sub>1</sub> και K<sub>2</sub> των ιχθυοδίων προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες. Δίνονται οι μέσοι όροι, η τυπική απόκλιση και η γραμμή τάσης.



**Εικόνα 3.5:** Εξέλιξη του μήκους μέχρι την ημέρα 52 για τις ομάδες Δ<sub>1</sub> και Δ<sub>2</sub> των ιχθυοδίων προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες. Δίνονται οι μέσοι όροι, η τυπική απόκλιση και η γραμμή τάσης.

### 3.4.2. Ανάπτυξη ιχθυδίων και εξέλιξη του βάρους στα μεγάλα άτομα μέχρι τη δεύτερη διαλογή

Μετά την πρώτη διαλογή ακολούθησαν μετρήσεις βάρους σε όλες τις ομάδες μικρών και μεγάλων ατόμων που προέκυψαν. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων στα μεγάλα άτομα φαίνονται αναλυτικά στους Πίνακες 3.5 και 3.6 ενώ η εξέλιξη του βάρους φαίνεται στις Εικόνες 3.6 και 3.7 που ακολουθούν. Η εξέλιξη του βάρους στα μεγάλα άτομα (M) των δεξαμενών ΔM και KM εκφράστηκε με εκθετικές εξισώσεις της μορφής  $Y=aX^b$  όπου Y: το μήκος και X= η ηλικία ιχθυδίων. Η εξίσωση που περιγράφει την εξέλιξη του βάρους για την ομάδα ψαριών προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες είναι:

$$Y=0,02x^{4,8821}, R^2=0,9835, n= 691$$

ενώ η εξίσωση που περιγράφει την εξέλιξη του βάρους για την ομάδα ιχθυδίων προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες:

$$Y=0,01x^{5,0268}, R^2=0,9984, n=662$$

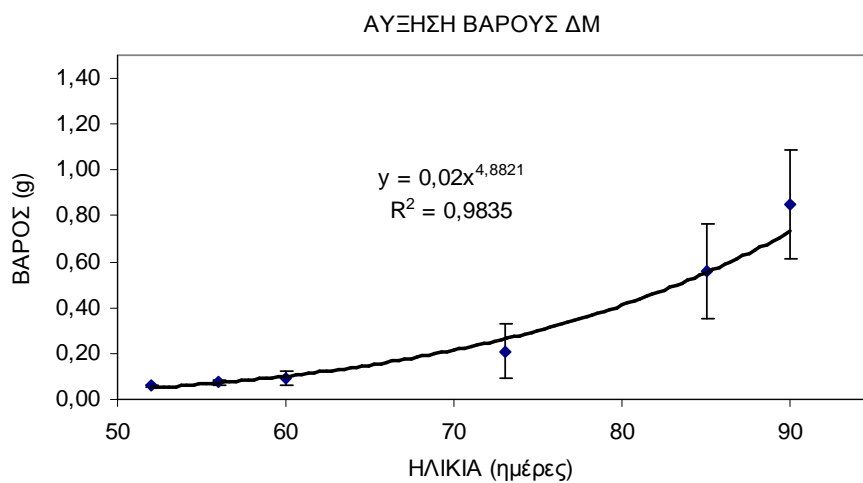
Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στους ρυθμούς αύξησης, ωστόσο τα ιχθύδια προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες την 90<sup>η</sup> ημέρα είναι μεγαλύτερα από τα κοινά ιχθύδια ίδιας ηλικίας με στατιστικά σημαντική διαφορά ( $t= 1,97$ , BE =151,  $P<0,05$ ), (Εικόνες 3.6 και 3.7).

**Πίνακας 3.5:** Εξέλιξη μέσου βάρους ΔM.

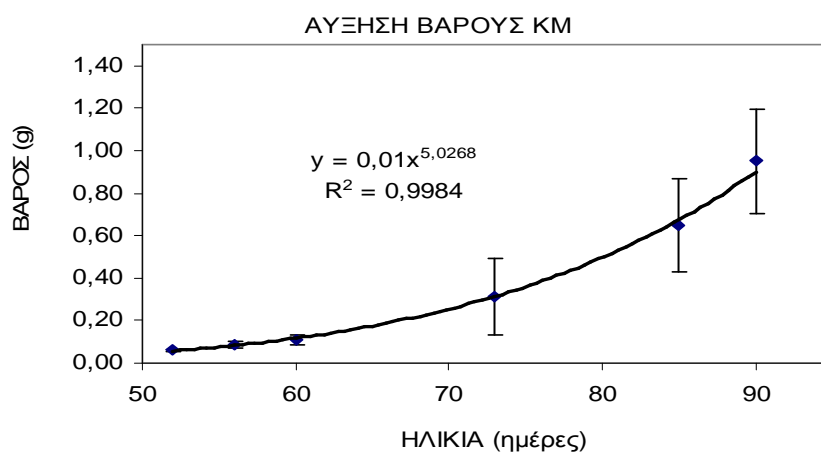
Ηλικία	ΔM	
	Μέσο Βάρος, g( $\bar{x} \pm \tau.α.$ )	n
52	0,058±0,005	115
56	0,073±0,011	124
60	0,092±0,028	110
73	0,21±0,12	118
85	0,56±0,205	108
90	0,851±0,238	116

**Πίνακας 3.6:** Εξέλιξη μέσου βάρους KM.

Ηλικία	KM	
	Μέσο Βάρος, g( $\bar{x} \pm \tau.α.$ )	n
52	0,059±0,004	120
56	0,085±0,016	115
60	0,11±0,026	108
73	0,31±0,18	110
85	0,65±0,22	105
90	0,98±0,247	104



**Εικόνα 3.6:** Εξέλιξη βάρους κοινών ιχθυοειδών ΔΜ μέχρι την δεύτερη διαλογή. Δίνονται οι μέσοι όροι, η τυπική απόκλιση και η γραμμή τάσης.



**Εικόνα 3.7:** Εξέλιξη βάρους ιχθυοειδών προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες ΚΜ μέχρι την δεύτερη διαλογή. Δίνονται οι μέσοι όροι, η τυπική απόκλιση και η γραμμή τάσης.

### 3.4.3 Ανάπτυξη ιχθυδίων και εξέλιξη του βάρους στα μικρά άτομα μέχρι τη δεύτερη διαλογή

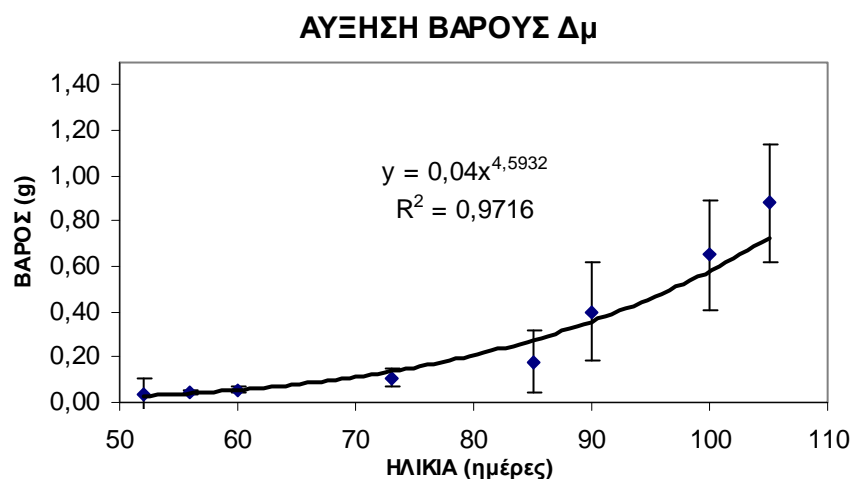
Τα αποτελέσματα εξέλιξης βάρους στα μικρά άτομα φαίνονται αναλυτικά στους Πίνακες 3.7 και 3.8 ενώ η εξέλιξη του βάρους στα μικρά άτομα ( $\mu$ ) των δεξαμενών Δμ και Κμ φαίνεται γραφικά στις Εικόνες 3.8 και 3.9 που ακολουθούν.

**Πίνακας 3.7:** Εξέλιξη μέσου βάρους Δμ.

Ηλικία	Δμ	
	Μέσο Βάρος, g( $\bar{x} \pm \tau.α.$ )	n
52	0,034 $\pm$ 0,068	106
56	0,041 $\pm$ 0,008	109
60	0,057 $\pm$ 0,013	110
73	0,11 $\pm$ 0,039	118
85	0,18 $\pm$ 0,136	121
90	0,42 $\pm$ 0,215	105
100	0,65 $\pm$ 0,24	100
105	0,88 $\pm$ 0,26	102

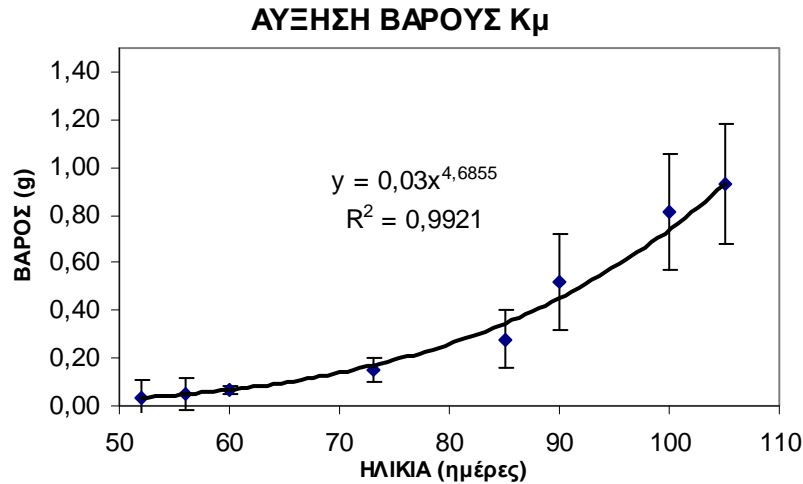
**Πίνακας 3.8:** Εξέλιξη μέσου βάρους Κμ.

Ηλικία	Κμ	
	Μέσο Βάρος, g( $\bar{x} \pm \tau.α.$ )	n
52	0,036 $\pm$ 0,072	110
56	0,051 $\pm$ 0,065	105
60	0,068 $\pm$ 0,014	107
73	0,15 $\pm$ 0,050	120
85	0,28 $\pm$ 0,12	118
90	0,59 $\pm$ 0,204	104
100	0,81 $\pm$ 0,242	108
105	0,93 $\pm$ 0,252	110



**Εικόνα 3.8:** Εξέλιξη βάρους Δμ μέχρι την δεύτερη διαλογή. Δίνονται οι μέσοι όροι, η τυπική απόκλιση και η γραμμή τάσης.





**Εικόνα 3.9:** Εξέλιξη βάρους Κμ μέχρι την δεύτερη διαλογή. Δίνονται οι μέσοι όροι, η τυπική απόκλιση και η γραμμή τάσης.

Στα μικρά άτομα η αύξηση του βάρους και στις δύο ομάδες (κοινά και γενετικά βελτιωμένα) εκφράστηκε με εκθετικές εξισώσεις της μορφής  $Y=aX^b$  όπου Y: μήκος και X= ηλικία ιχθυδίων . Η εξίσωση που περιγράφει την εξέλιξη του βάρους για την ομάδα μικρών ψαριών του ΔΙΑ είναι:

$$Y=4E-10x^{4,5932}, R^2=0,9869, n=871$$

και εξίσωση που περιγράφει την εξέλιξη του βάρους για την ομάδα ψαριών της ΚΕΓΟ είναι:

$$Y=3E-10x^{4,6855}, R^2=0,9716, n=882$$

Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στους ρυθμούς αύξησης, ωστόσο τα προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες ιχθύδια Κ την ημέρα 105 είναι μεγαλύτερα από τα ιχθύδια τα οποία προέρχονται από κοινούς γεννήτορες Δ ίδιας ηλικίας χωρίς αυτό όμως να επιβεβαιώνεται στατιστικά.

### 3.5 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης

#### 3.5.1 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης μέχρι την πρώτη διαλογή

Στον Πίνακα 3.3 φαίνονται τα αποτελέσματα της πρώτης διαλογής ενώ στον Πίνακα 3.4 οι νέες δεξαμενές με τον αριθμό των ιχθυδίων και τα μέσα βάρη που προέκυψαν.

**Πίνακας 3.3:** Αποτελέσματα πρώτης διαλογής την ημέρα 52. Δίνονται οι αριθμοί των ιχθυδίων, μέσο βάρος και τυπική απόκλιση

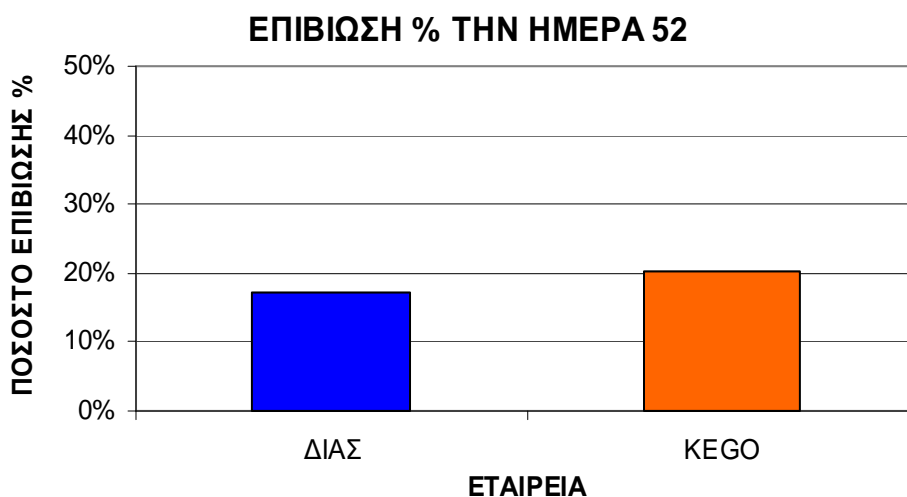
	Μεγάλα	Αριθμός	Μέσο Βάρος	Μικρά	Αριθμός	Βάρος,g(x+t.a)	Σύνολο
<b>K1</b>	KM	130.000	0,061±0,012	Kμ	114.000	0,036±0,008	244.000
<b>K2</b>	KM	78.000	0,053±0,011	Kμ	82.000	0,035±0,007	160.000
<b>Δ1</b>	ΔM	84.000	0,062±0,009	Δμ	100.000	0,033±0,008	184.000
<b>Δ2</b>	ΔM	82.000	0,055±0,010	Δμ	80.000	0,035±0,007	162.000

**Πίνακας 3.4:** Δεξαμενές που προέκυψαν μετά την πρώτη διαλογή την ημέρα 52. Δίνονται οι αριθμοί των ιχθυδίων, μέσο βάρος και τυπική απόκλιση

	Δεξαμενή	Αριθμός	Βάρος,g(x+t.a)
<b>Μικρά από 1,5mm (μ)</b>	Kμ	196.000	0,036±0,008
	Δμ	180.000	0,034±0,007
<b>Μεγάλα από 1,5mm (M)</b>	KM	208.000	0,058±0,009
	ΔM	166.000	0,059±0,008

Μέχρι την 52<sup>η</sup> ημέρα, σύμφωνα με την πρώτη καταμέτρηση των δεξαμενών Δ<sub>1</sub> και Δ<sub>2</sub> προκύπτει ότι συνολικά επιβίωσαν 346.000 κοινά ιχθύδια. Αρχικά τοποθετήθηκαν για εκκόλαψη 2kg αυγά τα οποία αντιστοιχούν σε περίπου 2.000.000 ιχθύδια. Το ποσοστό επιβίωσης που προκύπτει είναι  $346.000/2.000.000 \cdot 100 = 17,3\%$ . Αντίστοιχα για τα προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες ιχθύδια των δεξαμενών K<sub>1</sub> και K<sub>2</sub> το ποσοστό

επιβίωσης είναι  $404.000/2.000.000 \cdot 100 = 20,2\%$ . Όπως φαίνεται από την Εικόνα 3.10 τα προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες αυγά υπερτερούν σε ποσοστό επιβίωσης έναντι των κοινών μέχρι την 52<sup>η</sup> ημέρα χωρίς όμως αυτό να επιβεβαιώνεται και στατιστικά.



**Εικόνα 3.10:** Πρώτη εκτίμηση επιβίωσης ιχθυδίων την ημέρα 52.

### 3.5.2 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης μέχρι την δεύτερη διαλογή μεγεθών στα μικρά και στα μεγάλα

Η δεύτερη διαλογή έγινε την ημέρα 90 για τα μεγάλα και ημέρα 105 για τα μικρά άτομα των δύο ομάδων. Τα αποτελέσματα της δεύτερης διαλογής φαίνονται στον Πίνακα 3.9 που ακολουθεί.

**Πίνακας 3.9.:** Αριθμός, μέσο βάρος και τυπική απόκλιση, μικρών και μεγάλων ιχθυδίων κατά τη δεύτερη διαλογή για κάθε δεξαμενή.

	Μεγάλα (Μ)	Αριθμός	Βάρος, g (χ±τ.α.)	Μεσαία (ΜΣ)	Αριθμός	Βάρος, g(χ±τ.α.)	Μικρά (μ)	Αριθμός	Βάρος, g(χ±τ.α.)
<b>ΔΜ</b>	ΔΜΜ	40.000	1,34±0,12	ΔΜΣ	55.000	0,83±0,1	ΔΜμ	60.000	0,51±0,09
<b>ΚΜ</b>	ΚΜΜ	85.000	1,42±0,15	ΚΜΣ	69.000	0,92±0,11	ΚΜμ	51.000	0,55±0,14
<b>Δμ</b>	ΔμΜ	70.000	1,32±0,14	ΔμΜΣ	72.000	0,75±0,12	Δμμ	24.000	0,48±0,13
<b>Κμ</b>	ΚμΜ	95.000	1,29±0,11	ΚμΜΣ	61.000	0,88±0,08	Κμμ	35.000	0,55±0,12

Μετά τη δεύτερη διαλογή το ποσοστό επιβίωσης και για τις δύο ομάδες διαμορφώνεται ως εξής:

- για την ομάδα του κοινών ιχθυδίων ( $\Delta_1$  και  $\Delta_2$ ) το ποσοστό επιβίωσης που προκύπτει είναι:  $321.000/2.000.000*100=16,05\%$ .
- για την ομάδα των γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων ( $K_1$  και  $K_2$ ) το ποσοστό επιβίωσης που προκύπτει είναι  $396.000/2.000.000*100=19,8\%$  (Εικόνα 3.14).

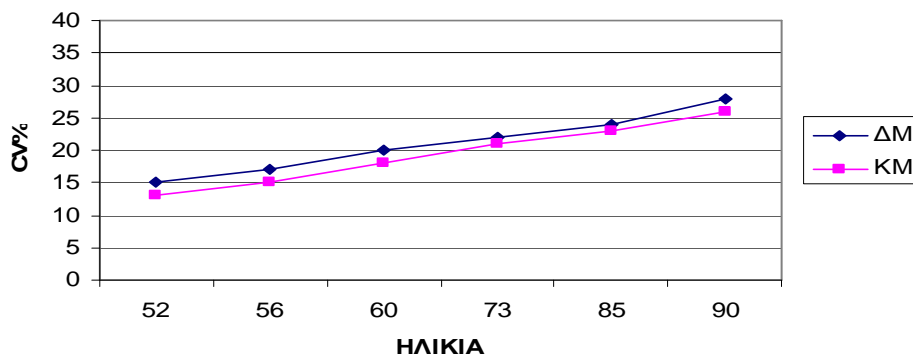


**Εικόνα 3.14:** Εκτίμηση επιβίωσης μετά τη δεύτερη διαλογή.

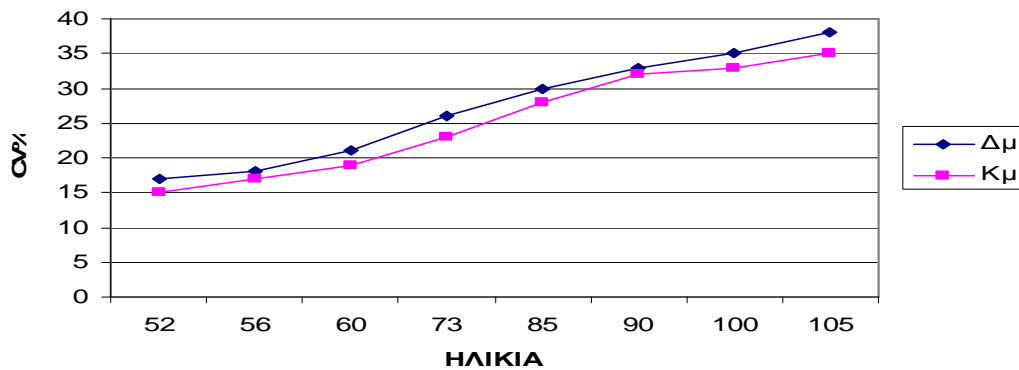
Όπως είναι φανερό, το ποσοστό επιβίωσης των προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες ιχθυδίων είναι αριθμητικά μεγαλύτερο χωρίς όμως αυτή η υπεροχή να επιβεβαιώνεται στατιστικά.

### 3.6 Ποσοτική εκτίμηση της παραλλακτικότητας του μέσου βάρους των ιχθυδίων

Ο έλεγχος του συντελεστή παραλλακτικότητας (CV%) μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε το μέγεθος της παραλλακτικότητας του πληθυσμού και να καθορίσουμε το πότε πρέπει να γίνει διαλογή των μεγεθών. Στην Εικόνα 3.10 φαίνονται τα αποτελέσματα της εξέλιξης παραλλακτικότητας του μέσου βάρους των μεγάλων ιχθυδίων (δεξαμενές ΔΜ και ΚΜ) μέχρι την δεύτερη διαλογή και στην εικόνα 3.11 τα αποτελέσματα της εξέλιξης παραλλακτικότητας του μέσου βάρους των μικρών ατόμων (δεξαμενές Δμ και Κμ). Και στις δύο περιπτώσεις φαίνεται η τάση ανόδου του CV% με την πάροδο του χρόνου.

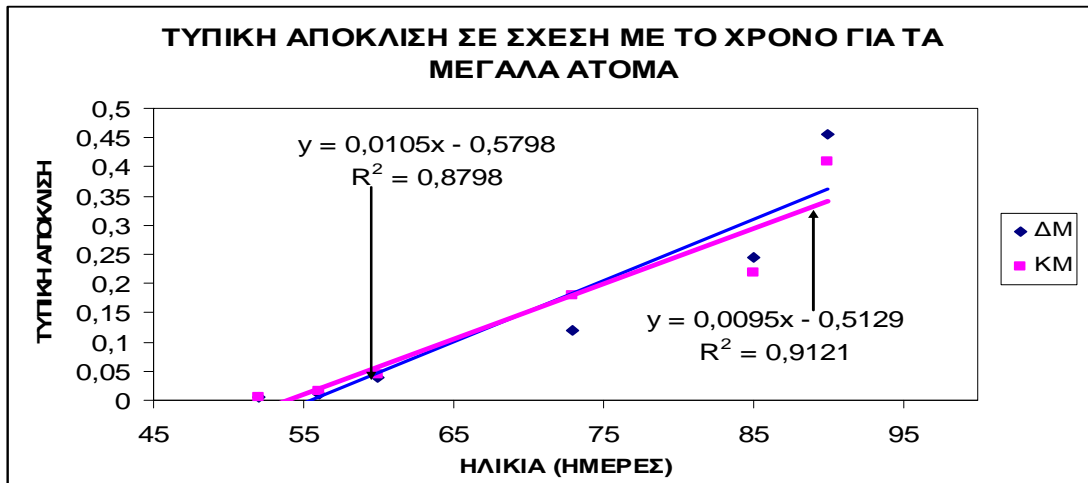


**Εικόνα 3.10:** Εξέλιξη παραλλακτικότητας στα μεγάλα άτομα που προέκυψαν από τη δεύτερη διαλογή και στις δύο ομάδες.

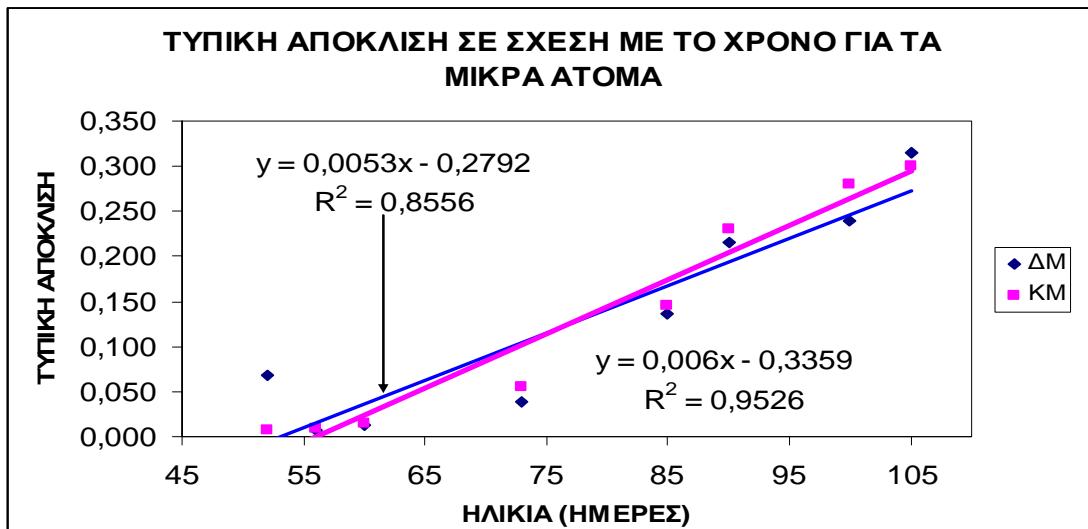


**Εικόνα 3.11:** Εξέλιξη παραλλακτικότητας στα μικρά άτομα που προέκυψαν από τη δεύτερη διαλογή και στις δύο ομάδες.

Για να εκτιμηθεί η ταχύτητα με την οποία τα ατομικά βάρη των ιχθυδίων που προέκυψαν από τη διαλογή (μικρά και μεγάλα), παραλλάσουν γύρω από το μέσο όρο με την πάροδο του χρόνου εξετάσθηκε η σχέση της τυπικής απόκλισης με την ηλικία. Όπως φαίνεται στις εικόνες 3.12 και 3.13 η σχέση αυτή εκφράστηκε γραμμικά και για τις δυο ομάδες.



**Εικόνα 3.12:** Εξέλιξη τυπικής απόκλισης μέσου βάρους μεγάλων ιχθυδίων γενετικά βελτιωμένων και κοινών σε σχέση με το χρόνο.

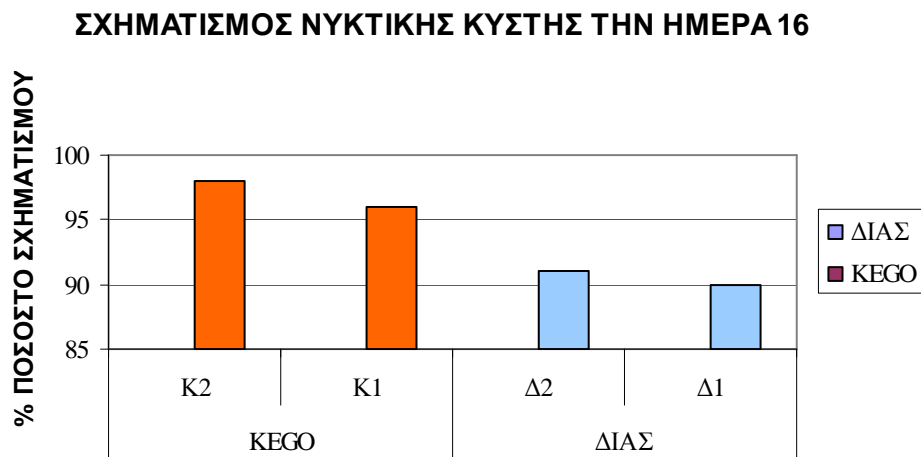


**Εικόνα 3.13:** Εξέλιξη τυπικής απόκλισης μέσου βάρους μικρών ιχθυδίων γενετικά βελτιωμένων και κοινών σε σχέση με το χρόνο.

Συγκρίθηκαν οι κλίσεις των ευθειών που ορίζονται από τα ζεύγη των τιμών της τυπικής απόκλισης και της ηλικίας με το κριτήριο t (Zar, 1996) και διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις κλίσεις των δύο ευθειών.

### 3.7 Δυσμορφίες

Στην Εικόνα 3.14 που ακολουθεί φαίνονται γραφικά τα αποτελέσματα του ελέγχου σχηματισμού νηκτικής κύστης που έγινε στις δύο ομάδες την ημέρα 16. Τα προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες ιχθύδια εμφάνισαν μεγαλύτερα ποσοστά σχηματισμού νηκτικής κύστης έναντι των κοινών ιχθυδίων.



**Εικόνα 3.14:** Ποσοστά σχηματισμού νηκτικής κύστης ιχθυδίων προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες και ιχθυδίων προερχόμενα από κοινούς γεννήτορες .

Το ποσοστό των δυσμορφιών και ο τύπος της δυσμορφίας για τις οποίες ελέγχθηκε κάθε δεξαμενή φαίνονται στον Πίνακα 3.11.

**Πίνακας 3.11:** Αποτελέσματα ελέγχου δυσμορφιών (%).

Δυσμορφίες	Δεξαμενή	ΔΜ	Δμ	ΚΜ	Κμ
ΕΛΑΦΡΥ ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΟ ΒΡΑΓΧΙΟΚΑΛΥΜΑ		0,20	0,40	0,15	0,30
ΕΝΤΟΝΟ ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΟ ΒΡΑΓΧΙΟΚΑΛΥΜΜΑ		1,10	1,40	0,50	1,00
ΜΕΓΑΛΟ ΒΡΑΓΧΙΑΚΟ ΕΠΙΚΑΛΥΜΜΑ					
ΣΤΡΑΒΟ ΣΤΟΜΑ		0,50	0,80	0,40	0,50
ΕΞΟΓΚΩΜΑ ΚΑΤΩ ΣΙΑΓΟΝΑΣ		0,40	0,60	0,60	0,50
ΜΕΓΑΛΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ ΚΑΤΩ ΣΙΑΓΟΝΑΣ		0,60	0,80	0,50	0,60
ΜΙΚΡΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ ΚΑΤΩ ΣΙΑΓΟΝΑΣ			0,30		
ΚΑΘΕΤΟ ΕΜΠΡΟΣ ΚΕΦΑΛΙ		0,30	0,40		0,40
ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΑ ΤΥΦΛΑ				0,40	
ΕΛΑΦΡΑ ΡΑΧΙΤΙΚΑ					
ΣΥΜΠΤΥΞΗ ΣΠΟΝΔΥΛΩΝ		0,80	1,10	0,30	0,80
ΣΤΡΑΒΗ ΟΥΡΑ		0,40	0,50	0,30	0,30
ΟΥΡΑ ΠΙΝΕΛΟ		1,20	1,50	0,70	0,80
ΟΥΡΑ ΨΑΛΙΔΙ					
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΔΥΣΜΟΡΦΙΩΝ (%)</b>		<b>5,00</b>	<b>7,90</b>	<b>3,30</b>	<b>4,90</b>

Από τα συνολικά αποτελέσματα του ελέγχου φαίνεται ότι τα ιχθύδια που προέρχονται από κοινούς γεννήτορες εμφανίζουν συνολικά μεγαλύτερο ποσοστό δυσμορφιών έναντι των προερχόμενα από γενετικά επιλεγμένους γεννήτορες ιχθυδίων.



#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Έχει υπολογισθεί ότι λιγότερο από το 3% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής στις ιχθυοκαλλιέργειες βασίζεται σε γενετικά βελτιωμένα αποθέματα (Gjedrem, 2005). Η Νορβηγία ξεκίνησε την επιλογή σολομού το 1960 αφού διαπιστώθηκε μεγάλη γενετική διακύμανση πολλών χαρακτηριστικών μεταξύ άγριων και εκτρεφόμενων αποθεμάτων προσφέροντας δυνατότητες για βελτίωση. Τότε χρησιμοποιήθηκαν τα σημαντικότερα για την ιχθυοκαλλιέργεια είδη με κριτήριο τα επιθυμητά χαρακτηριστικά για την παραγωγή, ως πληθυσμιακή βάση για ένα εθνικό πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης. Έτσι επήλθε η ανάπτυξη των ειδών σολομού που παρουσίασαν γενετικό όφελος κατά 100% σε σημαντικά χαρακτηριστικά ως προς το ρυθμό αύξησης ή η καθυστέρηση αναπαραγωγικής ωρίμανσης κάποιων ατόμων, έχοντας ως αποτέλεσμα τη βελτίωση παραγωγικών παραμέτρων και τη μείωση του κόστους παραγωγής. Ένα παρόμοιο πρόγραμμα αναπαραγωγής διεξήχθη στις Φιλιππίνες στην τιλάπια και απέδωσε βελτίωση πάνω από 100% στο επίπεδο ανάπτυξης για περισσότερες από δέκα γενιές (Gjedrem, 2005).

Η επιλογή για ταχύτερο ρυθμό ανάπτυξης και στα δύο παραπάνω είδη συνοψίζεται σε όφελος μεγαλύτερο του 10% για κάθε γενιά. Μόνο τα τελευταία δέκα χρόνια η έρευνα της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει επικεντρωθεί στη γενετική ιχθυαποθεμάτων και προγραμμάτων επιλογής στην τσιπούρα και στο λαβράκι της Μεσογείου. Πριν από αυτή την παραγωγή βασίζονταν σε άγρια ιχθυαποθέματα και επιλογή της F1 γενιάς με σχετική παρακολούθηση για την αποφυγή υψηλών συντελεστών ενδογαμίας (inbreeding coefficient). (Sweetman, 2004).

#### 4.1. Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο την εδραίωση διατροφής

Κατά την εκκόλαψη, τα νεαρά ιχθύδια δεν είναι τελείως διαμορφωμένα και δε διαθέτουν ενεργό συμπεριφορά κολύμβησης. Στις πρώτες τρεις έως έξι ημέρες μετά από την εκκόλαψη, και ανάλογα με τη θερμοκρασία νερού, τα νεαρά ιχθύδια στηρίζουν τη διατροφή τους μόνο στα αποθέματα του λεκιθικού σάκου ως πηγή τροφής. Στο τέλος αυτής της περιόδου το νεαρό ψάρι έχει αναπτύξει τα λειτουργικά του όργανα όπως τα μάτια, τα οποία είναι αναγνωρίσιμα στο σκοτάδι από το χρώμα τους, το στόμα το οποίο έχει ανοίξει και την πεπτική οδό, η οποία αν και ατελής, μπορεί να αφομοιώσει τροφή. (Moretti *et al.*, 1991). Η περίοδος απορρόφησης του λεκιθικού σάκου είναι μια κρίσιμη περίοδος στην ανάπτυξη των νεαρών ιχθυδίων και επίσης ένα σημείο όπου οι περιβαλλοντικές παράμετροι μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο (Polo *et al.*, 1991). Ακόμη και σχετικά μικρές διαφορές θερμοκρασίας μέσα στις δεξαμενές θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην ταχύτερη προσρόφηση της λεκίθου άρα και αύξηση με αποτέλεσμα μερικά άτομα να είναι σε θέση να ταϊστούν νωρίτερα από άλλα, με συνέπεια την εμφάνιση της διασποράς μεγεθών γύρω από τον μέσο όρο (Panagiotaki, 1992, Παναγιωτάκη και Geffen 1994). Στο πείραμα μας τα γενετικά βελτιωμένα ιχθύδια φαίνεται την ημέρα 4 (πρώτο ταΐσμα) να εμφανίζουν μεγαλύτερο ποσοστό πλήρωσης στομάχου έναντι των κοινών (24% vs 18%) ενώ την ημέρα 13 όπου επιτυγχάνεται το μέγιστο ποσοστό σίτισης για τις δύο ομάδες, τα γενετικά βελτιωμένα ιχθύδια υπερέχουν (98% vs 92%) που σημαίνει ότι σε αυτά λειτουργούν πιο έντονα οι αναπτυξιακοί παράγοντες όπως η ταχύτητα

της ανάπτυξης πεπτικού σωλήνα, και η υποκίνηση της σίτισης (Valente *et al*, 2001). Πειράματα που αποδεικνύουν τους ισχυρισμούς αυτούς έχουν γίνει σε άλλα είδη όπως στο σολομό (Heath *et al.*, 1999) και στην ιριδίζουσα πέστροφα (Wangila and Dick, 1996).

#### **4.2 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο το ρυθμό ανάπτυξης**

Αντίστοιχα πειράματα σύγκρισης γενετικά επιλεγμένης τσιπούρας σε σχέση με κοινά εκτρεφόμενους πληθυσμούς με σκοπό τη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης δεν αναφέρονται στην βιβλιογραφία τόσο σε συνθήκες ιχθυογεννητικού σταθμού όσο και σε επίπεδο πάχυνσης. Άλλωστε το πρόγραμμα γενετικής επιλογής της KEGO και της AKVAFORSK αποτελεί το πρώτο αναγνωρισμένο πρόγραμμα παγκοσμίως για την τσιπούρα και το λαβράκι. Ωστόσο πολλά πειράματα αναφέρονται στη βιβλιογραφία με σκοπό τη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης σε άλλα εκτρεφόμενα είδη. Οι Kincaid *et al.* (1977) συγκρίνανε ιχθύδια σολομού 147 ημερών με κοινά με σκοπό την αύξηση βάρους και η γενετική πρόοδος που διαπιστώθηκε μετά από τρεις θυγατρικές γενιές ήταν 0,98 g ή 5% αύξηση το χρόνο. Οι Moav and Wohlfarth (1973) σε διάφορα πειράματα γενετικής επιλογής σχετικά με το ρυθμό αύξησης στον κυπρίνο (*Cyprinus carpio*) δεν αναφέρουν ουσιαστικές διαφορές στους ρυθμούς αύξησης σε σχέση με κοινά εκτρεφόμενους πληθυσμούς. Ο Kinghorn (1983a) αναφέροντας τα αποτελέσματα από πειράματα γενετικής επιλογής στο κυπρίνο που έγιναν στο Ισραήλ επίσης δεν αναφέρει σημαντικές διαφορές στους ρυθμούς αύξησης σε σχέση με τα κοινά. Στο σολομό οι Hershberger *et al.* (1990) σε πειράματα που έκαναν σε

απογόνους τέταρτης γενιάς σχετικά με το ρυθμό αύξησης αναφέρουν γενετική πρόοδο 10,1% ανά γενιά σε σχέση με κοινά εκτρεφόμενα ψάρια. Οι Gjerde και Korsvoll (1999) αναφέρουν ταχύτερο ρυθμό αύξησης των γενετικά επιλεγμένων σολομών έναντι των κοινών συνολικά 83,9% μετά από 6 γενιές ή 14% ανά γενιά. Οι Nell *et al.* (1999) και Toro *et al.* (1996) αναφέρουν γενετική πρόοδο 9% και 9-12% αντίστοιχα στη βελτίωση του ρυθμού αύξησης για τα στρείδια. Σημαντικές διαφορές στην αύξηση και στην επιβίωση παρουσιάστηκαν σε γενετικά βελτιωμένα άγρια και εκτρεφόμενα άτομα τσιπούρας από τη δυτική Μεσόγειο (Knibb *et al.* 1993). Αντίθετα, μελέτη με γενετικά βελτιωμένα και κοινά άτομα τιλάπιας (*Oreochromis niloticus*), δεν έδειξε σημαντικές μεταβολές στην αύξηση και στο ρυθμό μεταβολισμού (Shamsuddin *et al.* 1995). Οι Παπαϊωάννου και συν. (2005) παρατήρησαν καλύτερη ανάπτυξη σε γενετικά βελτιωμένα άτομα τσιπούρας από αποθέματα άγριων και εκτρεφόμενων πληθυσμών.

Στο πείραμα μας μέχρι την ημέρα 52 όπου η εξέλιξη του ρυθμού ανάπτυξης εκτιμήθηκε με μετρήσεις μήκους δε φαίνεται να υπάρχει ουσιαστική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες (κοινά και γενετικά βελτιωμένα). Από την ημέρα 52 όπου έγινε η πρώτη διαλογή μεγεθών, οι μετρήσεις μήκους αντικαταστάθηκαν με μετρήσεις βάρους μέχρι την ηλικία που έγινε η δεύτερη διαλογή. Τόσο τα μεγάλα όσο και τα μικρά άτομα της ομάδας ΚΕΓΟ φαίνεται να υπερέχουν σε ρυθμό αύξησης έναντι αυτών της ομάδας ΔΙΑΣ κάτι που ωστόσο δεν επιβεβαιώθηκε στατιστικά για τα μικρά ιχθύδια.

### 4.3 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο την επιβίωση

Σύμφωνα με τους Fjalestad *et al.* (1997) σε πείραμα που έγινε στην ιριδίζουσα πέστροφα συγκρίνοντας τα ποσοστά επιβίωσης ανάμεσα σε γενετικά βελτιωμένα ιχθύδια και κοινά παρατηρήθηκαν υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης για τα γενετικά βελτιωμένα ιχθύδια (διαφορά 12,4%). Οι Nell και Hand (2003) αναφέρουν μείωση της θνησιμότητας σε καλλιέργεια στρειδιών προερχόμενα από πρόγραμμα γενετικής επιλογής ως και 22% μετά από παρέλευση δύο γενεών. Σύμφωνα με τους Gjedrem και Thodesen (2004) το γεγονός αυτό συνδέεται άμεσα με την αυξημένη αντοχή σε ασθένειες που εμφανίζουν τα άτομα που προέρχονται από προγράμματα γενετικής επιλογής.

Στο πείραμα μας την ημέρα 54 έγινε η πρώτη διαλογή και τα ψάρια καταμετρήθηκαν. Από την πρώτη εκτίμηση επιβίωσης φαίνεται ότι η ομάδα της KEGO εμφανίζει μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης έναντι του ΔΙΑ (20,2% vs. 17,3%) κάτι που επιβεβαιώνεται και κατά την δεύτερη καταμέτρηση στην δεύτερη διαλογή ημέρα 85 για τα μεγάλα και ημέρα 105 για τα μικρά 19,8 % vs 16,05%. Τα γενετικά βελτιωμένα ιχθύδια φαίνεται να υπερέχουν σε ποσοστό επιβίωσης έναντι των κοινών κάτι που όμως δεν επιβεβαιώθηκε στατιστικά. Ωστόσο σε οικονομικό επίπεδο η διαφορά αυτή είναι σημαντική αφού αυξάνεται η παραγωγή και ταυτόχρονα μειώνεται το κόστος παραγωγής.

#### 4.4 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο την παραλλακτικότητα

Ουσιαστική παραλλακτικότητα μεγεθών γύρω από το μέσο όρο στους εντατικά εκτρεφόμενους πληθυσμούς τσιπούρας είναι εμφανής ακόμη και στα αρχικά στάδια της περιόδου εκτροφής (Goldan *et al*, 1997). Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται σε πολλά είδη ψαριών και επίσης έχει εντοπισθεί και σε φυσικούς πληθυσμούς. Έτσι σε κάθε πληθυσμό θα λέγαμε ότι υπάρχουν άτομα με ταχείς και βραδείς ρυθμούς αύξησης (Magnuson, 1962 Umino *et al*, 1997). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ένα ποσοστό του πληθυσμού να αυξηθεί πιο γρήγορα με συνέπεια να έχει διαφορετικές απαιτήσεις στη διαχείριση όπως το μέγεθος τροφής που απαιτείται, μεγαλύτερο ρυθμό ανακύκλωσης νερού στη δεξαμενή και φυσικά την αύξηση του κανιβαλισμού (Baardvik and Jobling 1990, Schwedler, 1990, Παναγιωτάκη και συν. 2001). Φυσική συνέπεια αυτής της κατάστασης είναι η διαλογή των μεγεθών η οποία ωστόσο δεν επιλύει το πρόβλημα της παραλλακτικότητας των μεγεθών εφόσον αυτό επανεμφανίζεται. Στο πείραμα μας φαίνεται ότι τόσο τα μεγάλα όσο και τα μικρά άτομα των κοινών ιχθυδίων εμφανίζουν μεγαλύτερο συντελεστή παραλλακτικότητας έναντι των γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων. Είναι αποδεκτό ότι οι ρυθμοί ανάπτυξης, η θνησιμότητα και η διασπορά των μεγεθών γύρω από το μέσο όρο είναι αναπόσπαστα συνδυσασμένα και ότι παρατηρείται συνήθως μικρότερη παραλλακτικότητα μεγεθών σε ομάδες ταχέως αναπτυσσόμενων ψαριών (Panagiotaki, 1992).

#### 4.5 Εκτίμηση της ποιότητας κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων με κριτήριο τις δυσμορφίες

Η εντατική καλλιέργεια τσιπούρας συνδέεται με την εμφάνιση δυσμορφιών. Η αιτία και η πρόοδος τέτοιων σκελετικών δυσμορφιών στα εκτρεφόμενα ψάρια είναι αβέβαιη (Paperna, 1978. Barahona-Fernandes, 1982. Francescon *et al.*, 1988. Santamaria *et al.*, 1994, Koumoundouros 2007). Είναι πιθανό οι δυσμορφίες να προκύπτουν συνεπεία γενετικών και φυσιολογικών παραγόντων, όπως η ανικανότητα σχηματισμού νηκτικής κύστης (Kitajima *et al.*, 1981, Chatain, 1987, Koumoundouros 2007), ενώ άλλες μπορούν να είναι συνέπεια περιβαλλοντικών παραγόντων όπως η διατροφή και η ρύπανση, (Hodson *et al.*, 1980, Weis & Weis, 1989, Hinton *et al.*, 1992). Τα ιχθύδια που παρουσιάζουν τέτοιου είδους ανωμαλίες συνήθως εμφανίζουν μεγάλες θνησιμότητες κατά την πάχυνση ενώ αν επιζήσουν έχουν μικρό ρυθμό ανάπτυξης και γενικώς δεν είναι εμπορεύσιμα. Στην παρούσα εργασία ο πρώτος έλεγχος για το σχηματισμό νηκτικής κύστης έγινε την 16η ημέρα με τα γενετικά βελτιωμένα ιχθύδια να παρουσιάζουν εμφανώς μεγαλύτερα ποσοστά σχηματισμού της. Ο δεύτερος έλεγχος δυσμορφιών (85 ημέρα για τα μεγάλα και 105 ημέρα για τα μικρά) έδειξε συνολικά περισσότερες δυσμορφίες των κοινών ιχθυδίων έναντι των γενετικά βελτιωμένων. Η παρουσία δυσμορφιών που συνήθως σχετίζεται με μικρό ρυθμό ανάπτυξης δε διαφαίνεται στο εν λόγω πείραμα, καθώς οι μετρήσεις έδειξαν ότι τα ψάρια, όχι μόνον αναπτύχθηκαν κανονικά, αλλά οι ρυθμοί αύξησης μεταξύ κοινών και γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ωστόσο, είναι πιθανόν να υπάρχει σχέση

μεταξύ των υψηλών θνησιμοτήτων και δυσμορφιών για την περίπτωση των κοινών ιχθυδίων.

#### 4.6 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προσέγγιση συσχέτισης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών (μορφομετρικά χαρακτηριστικά, αύξηση βάρους, επιβίωση, δυσμορφίες) γενετικά βελτιωμένων και κοινών αυγών από το στάδιο αυτό μέχρι το στάδιο του εμπορεύσιμου μεγέθους των ιχθυδίων από τον ιχθυογεννητικό σταθμό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα γενετικά βελτιωμένα ιχθυδία παρουσίασαν μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης και δυσμορφιών, όπως θα αναμενόταν. Αντίθετα, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αύξηση των ιχθυδίων σε κάποια από τις δύο διαχειρίσεις.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δεν ήταν τα αναμενόμενα όσον αφορά στην αύξηση των γενετικά βελτιωμένων ιχθυδίων, καθώς θα περίμενε κανείς να υπερτερούν συγκριτικά με τα κοινά. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Παπαιωάννου (2008, προσωπική επικοινωνία) η διαφορά υπέρ των γενετικά βελτιωμένων ατόμων τσιπούρας είναι εμφανής στο στάδιο της εκτροφής των ψαριών στους κλωβούς και όχι στον Ιχθυογεννητικό Σταθμό. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες που ενδεχομένως να διερευνηθούν στο μέλλον. Ωστόσο, το πλεονέκτημα των γενετικά βελτιωμένων ψαριών ως προς την επιβίωση και την εξάλειψη των δυσμορφιών αποτελεί σημαντικό όφελος για τους ιχθυοκαλλιεργητές, καθώς μεταφράζεται άμεσα σε οικονομικό όφελος. Στο άμεσο μέλλον οι μεγάλες εταιρείες του κλάδου στη χώρα μας έχουν εντάξει στους στόχους τους την εκτροφή γενετικά



βελτιωμένων ψαριών (Παυλίδου 2008) και η αξιοποίηση αποτελεσμάτων γενετικής βελτίωσης πρόκειται να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα του εμπορικού ανταγωνισμού.

Σε κάθε περίπτωση πρόκειται για ένα ερευνητικό πεδίο που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε συνδυασμό με την ποιοτική γενετική. Η έρευνα στον τομέα αυτό προχωρά με ταχείς ρυθμούς με σκοπό τη βελτίωση των γενετικών τεχνικών με τον ακριβή προσδιορισμό των γονιδίων που ευθύνονται για την έκφραση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών στα ψάρια και την ποσοτικοποίησή τους. Στο μέλλον η γενετική βελτίωση θα αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τον παραγωγό, για τον οποίο θα σημαίνει μείωση στο κόστος παραγωγής. Γι' αυτό λοιπόν είναι σκόπιμο να τεθούν σαφείς ερευνητικοί στόχοι προς αυτή την κατεύθυνση. Οι μελλοντικές κατευθύνσεις της έρευνας στον τομέα αυτό θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν:

- 1.Επιλογή χαρακτηριστικών, πέραν της αύξησης, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με την ποιότητα της σάρκας και την αντοχή σε ασθένειες (Chevassus and Dorson, 1990).

- 2.Επιλογή διαφόρων χαρακτηριστικών χρησιμοποιώντας δείκτες επιλογής και αποτελέσματα απόδοσης από τις προηγούμενες γενιές (Falconer, 1981).

3. Χρήση μεθόδων ακριβείας για την ποσοτικοποίηση των κριτηρίων επιλογής, συμπεριλαμβανομένων των παραγόντων σε μοριακό επίπεδο οι οποίοι εμπλέκονται στην πρόκληση ασθενειών (Knibb *et al.*, 1993).

4. Χρήση διάφορων DNA markers που θα επιτρέπουν τη γενεαλογική ανάλυση και θα εντοπίζουν τις ομάδες γεννητόρων υψηλής παραγωγικής-οικονομικής απόδοσης (Magoulas *et al.*, 1995).

5. Μείωση των διαστημάτων μεταξύ των γενεών με σκοπό να επιταχυνθεί το ποσοστό γενετικής προόδου.

6. Επιλογή αύξησης του ψαριού κάτω από πλήρη εμπορική παραγωγή, ώστε να βελτιστοποιηθεί το εμπορικό κέρδος.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

**Aleandri R., and Knibb W. (1999).** Fish genetics and breeding: perspectives for Mediterranean aquaculture. In, Enne, G and Greppi, GF (Eds) New Species for Mediterranean Aquaculture. Proceedings of the 33rd International Symposium of Societa Italiana per il Progresso della Zootechnica, Alghero 1998. Elsevier, Paris.

**Baardvik and Jobling (1990).** Effect of ze-sorting on biomass gain and individual growth rates in Artic charr , *Salvelinus alpinus L.* Aquaculture, 90:11-16.

**Bartley D.M. (1998).** Genetics and breeding in aquaculture: current status and trends. In, Bartley, D and Basurco, B (Eds) Genetics and Breeding of Mediterranean Aquaculture Species. Proceedings of the Seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), April 1997, CIHEAM, Zaragoza, Spain. pp13-30. Cahier Options Mediterrennes, vol 34.

**Batargias C., Dermitzakis E., Magoulas A., and Zouros E. (1999).** Characterization of six polymorphic microsatellite markers in gilthead seabream, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). Molecular Ecology 8:897-898

**Batargias K. (1998)** Genetics of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Study of microsatellites and their use for the estimation of genetic parameters of growth and other quantitative characters. PhD Thesis, University of Crete (In Greek with English summary).

**Bates M.C., and Tiersch T.R., (1997).** Low-cost computer-assisted image analysis for fisheries research. The Progressive Fish Culturist 59:235-240.

**Bentsen H.B. (1990).** Application of breeding and selection theory on farmed fish. In, Hill, WG. Thompson, R and Woolliams, JA (Eds) Proceedings of the 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 4<sup>th</sup> WCGALP, Edinburgh.

**Carnevali O., Meiri I., Polzenetti V., Cambi A. and Ridolf S. (2000).** *Sparus aurata* eggs : maturation and quality. Proceedings of the 6th International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, Bergen, p312.

**Cedra J.M., Carrillo S., Zanuy J., Ramos and M. de la Higuera. (1994).** Influence of nutritional composition of diet on sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., reproductive performance and egg and larval quality. *Aquaculture* 128: 345-361.

**Chevassus B., and Dorson M. (1990).** Genetics of resistance to disease in fishes. *Aquaculture*, 85:83-107.

**Doyle, RW and Herbinger, CM (1995)** Broodstock improvement strategies based on DNA fingerprinting: examples and cost-benefit analysis. *Aquaculture* 137, 283.

**Dunham R.A. and Brummett R.E. (1999).** Response of two generations of selection to increased body weight in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, compared to hybridization with blue catfish, *I. furcatus*, males. *Journal of Applied Aquaculture* 9:37-45.

**Ekmath A.E. and Doyle R.W. (1990).** Effective population size and rate of inbreeding in aquaculture of Indian major carps. *Aquaculture* 85:293-305.

**Falconer D.S. (1981).** Introduction to Quantitative Genetics. 2nd. edn. Longman, London.

**Gjedrem T. (1983).** Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish. *Aquaculture* 33:51-57.

**Gjedrem T. (1993).** International selective breeding programs: constraints and future prospects. In Main, KL and Reynolds, E (Eds) *Selective Breeding of Fishes in Asia and the United States*, pp.18-30. The Oceanic Institute, Hawaii.

**Gjedrem T. (1997).** Flesh quality improvement in fish through breeding. *Aquaculture International* 5:197-206.

**Gjedrem T. (1998).** Selective Breeding in Aquaculture. *INFOFISH International* 3:44-48.

**Gjedrem T. (2005).** *Selection and Breeding Programs in Aquaculture*. Springer Dordrecht, Berlin, Heidelberg, New York.

**Gjedrem T. Salte R. and Gjoen H.M. (1991).** Genetic variation in susceptibility of Atlantic salmon to Furunculosis. *Aquaculture* 97:1-6.

**Gjerde B. (1993).** Breeding and selection In, Heen, K. Monahan, RL and Utter, F (Eds) *Salmon Aquaculture*, pp.187-208. Fishing News Books, Cambridge USA.

**Gjerde B. and Gjedrem T. (1984).** Estimates of phenotypic and genetic parameters for carcass traits in Atlantic salmon and rainbow trout. *Aquaculture* 36:97-110.

**Gjerde B. and Rye M. (1998).** Design of breeding programmes in aquaculture species: possibilities and constraints. In, Bartley, D and Basurco, B (Eds) *Genetics and Breeding of Mediterranean Aquaculture Species*. Proceedings of the Seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the

Mediterranean (TECAM), April 1997, CIHEAM, Zaragoza, Spain. pp181-192.

Cahier Options Mediterrennes, vol 34.

**Gjerde B. and Schaeffer L.R. (1989).** Body traits in rainbow trout II: estimates of heritabilities and of phenotypic and genetic correlations. *Aquaculture* 80:25-44.

**Gjerde B., Gunnes K. and Gjedrem T. (1983).** Effect of inbreeding on survival and growth in rainbow trout. *Aquaculture* 34:327-332.

**Gorshkov S., Gordin H., Gorshkova G. and Knibb W. (1997).** Reproductive constraints for family selection of the gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Israeli Journal of Aquaculture - Barmidgeh* 49:124-134.

**Gorshkov S., Gorshkova G., Hadami A., Gordin H. and Knibb W. (1998).** Chromosome set manipulation and hybridization experiments in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Israeli Journal of Aquaculture - Barmidgeh* 50:99-110.

**Harel M.A., Tandler G.W., Kissil and Applebaum S.A. (1994).** The kinetics of nutrient incorporation into body tissues of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) females and the subsequent effects on egg composition and egg quality. *British Journal of Nutrition* 72:45-58.

**Kirpichnikov V.S. (1981).** Genetic Basis of Fish Selection. Springer Verlag, Berlin.

**Kissil G.W., Lupatsch I., Elizur A. and Zohar Y. (2001).** Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 200:363-379.

**Kitada S. (1999).** Contribution of hatchery enhancement and comprehensive fishery resource management: from Japanese experience. In, *Marine*

Ranching: Global Perspectives with Emphasis on the Japanese Experience, pp 98-130. FAO Fisheries Circulars, Rome.

**Klaoudatos S. (1989).** Experimental results on reproduction and larval rearing of the species *Sparus aurata*. In N. De Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors and N. Wilkins (eds), Aquaculture a Biotechnology in progress. Vol I: 197-201. Bredene, Belgium.

**Klaoudatos S., N Tsevis & Al. Conides (1990).** Energy Sources during the early larval Development of the European sea bass *Dicentrarchus labrax* (L). Aquaculture 87:361-372.

**Knibb W.R., Gorshkova G. and Gorshkov S. (1997a).** Growth of strains of gilthead seabream *Sparus aurata*. Isreali Journal of Aquaculture - Barmidgeh 49:43-56.

**Knibb W., Gorshkova G. and Gorshkov S. (1997b).** Selection for growth in the gilthead seabream, *Sparus aurata* L. Isreali Journal of Aquaculture - Barmidgeh 49:57-66.

**Knibb W., Gorshkova G., and Gorshkov S. (1998).** Selection and crossbreeding in Mediterranean cultured marine fish. In, Bartley, D and Basurco, B (Eds) Genetics and Breeding of Mediterranean Aquaculture Species. Proceedings of the seminar of the CIHEAM network on technology of aquaculture in the Mediterranean (TECAM), April 1997, CIHEAM, Zaragoza, Spain. pp 47-60, Cahiers Options Mediterrennes, vol 34.

**Knibb W.R., Colorni A., Ankaoua M., Lindell D., Diamant A., and Gordin H. (1993).** Detection and identification of a pathogenic marine mycobacterium from the European sea bass *Dicentrarchus labrax* using PCR and direct

sequencing of 16s rDNA sequences. *Molecular and Marine Biology and Biotechnology*, 2:225-232.

**Koumoundouros G., Oran G., Divanach P., Stefanakis S, and Kentouri M, (1997).** The opercular complex deformity in intensive gilthead seabream (*Sparus aurata*) larviculture. Moment of apparition and description. *Aquaculture* 156:165-177.

**Koumoundouros G., Divanach P. and Kentouri M. (2001).** The effect of rearing conditions on development of saddleback syndrome and caudal fin deformities in *Dentex dentex* L. *Aquaculture* 200:285-304.

**Magoulas A., Sophronides K., Patarnello T., Hatzilaris E. and Zouros E. (1995).** Mitochondrial DNA variation in an experimental stock of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.*, 4:110-116.

**Magoulas A. (1998).** Application of molecular markers to aquaculture and broodstock management with special emphasis on microsatellite DNA. In, Bartley, D and Basurco, B (Eds) *Genetics and Breeding of Mediterranean Aquaculture Species*. Proceedings of the seminar of the CIHEAM network on technology of aquaculture in the Mediterranean (TECAM), April 1997, CIHEAM, Zaragoza, Spain. pp153-168, Cahiers Options Mediterrennes, vol 34.

**Magoulas A., Alarcon J.A., Alvarez M.C., Georgakopoulos A. and Zouros E. (1998a).** Genetic comparison of wild and cultivated populations of the gilthead seabream, *Sparus aurata*, from the Mediterranean and the Atlantic. 3rd European Marine Science and Technology Conference (MAST), Lisbon, 1998. Project Synopses, Vol.6: Fisheries and Aquaculture.



**Magoulas A., Kotoulas G., Batargias K. and Zouros E. (1998b).** Genetic markers in marine biology and aquaculture research: when to use what. In, Agnese, J-F (Ed) Genetics and Aquaculture in Africa, pp67-78. Orstom Editions, Paris.

**Mihelakakis A., Yoshimatsu T. and Tsoikas C. (2001).** Spawning in captivity and early life history of cultured red porgy, *Pagrus pagrus*. Aquaculture 199:333-352.

**Moretti A. Pedini Fernandez-Criado M., Cittolin G. and Guidastrri R. (1999).** Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream, Volume 1. FAO, Rome.

**Panagiotaki P. (1992).** The development of size variation in flatfish larvae Ph. D. Thesis. University of Liverpool.

**Parra G. and Yufera M. (2000).** Feeding, physiology and growth responses in firstfeeding gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae in relation to prey density. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 243:1-15.

**Pascual E. and Yufera M. (1993).** Energy content and chemical composition of gilthead seabream, *Sparus aurata* L., eggs. Aquaculture and Fisheries Management 24:423-429.

**Purdom C. M. (1995).** Genetics and Fish Breeding. Chapman and Hall, 2-6 Boundary Row, London.

**Schwedler T.E., Collier J. A., and Davis S. A. (1990).** Variability of harvest sizes of channel catfish as related to stocking-size variability. Prog. Fish Cult., 52:185-188.

**Shamsuddin M., Focken U., Francis G. and Becker K. (1995).** Growth performance and metabolic rates of genetically improved and conventional

strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), reared individually and fed ad libitum *Aquaculture and Fisheries Management* 44:223-242.

**Schultz F.T. (1986).** Developing a commercial breeding programme. *Aquaculture* 57:65-76.

**Stephanou D. (2000).** Experience of offshore fish farming in Cyprus. In, Muir, J and Basurco, B (Eds) *Mediterranean Offshore Mariculture*. Based on the contents of the advanced course of CIHEAM network on technology of aquaculture in the Mediterranean (TECAM), 1999, Zaragoza, Spain. Serie B no.30: Cahiers Options Mediterraneennes.

**Stergiou K.I. and Karpouzi V.S. (2002).** Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11:217-254.

**Thorland I., Papaioannou N., Kottaras L., Refstie T., Papasolomontos S. and Rye M. (2002).** Family based selection for production traits in Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in Greece (Akvaforsk Genetics Center AS, Sunndalsora, Norway, KEGO S.A., Artaki, Greece).

**Watanabe T. (1993).** Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. *Journal of the World Aquaculture Society* 24:152-161.

**Yufera M., Pascual E., Polo A. and Sarasquete M.C. (1993).** Effect of starvation on the feeding ability of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae at first feeding. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 169:259-272.

**Zar J.H. (1996).** *Biostatistical analysis*, second edition, Prentice Hall, New Jersey.

**Zhao Y., Chen Y. and Brown J.A. (2001).** Impacts of egg and larval size on survival and growth of Atlantic cod under different feeding conditions. *Journal of Fish Biology* 59: 569-581.

**Zohar Y. and Mylonas C. (2001).** Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture* 197:99-136.

**Zohar, Y. Harel, M. Hassain, S and Tandler, A (1995).** Gilthead seabream (*Sparus aurata*) In, Bromage, NR and Roberts, RJ (Eds) *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell Science, Oxford.

#### **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

**Ζέρβας Ν.Π. (1984).** Γενετική και Βελτίωση Αγροτικών Ζώων. Εκδόσεις ΓΙΑΧΟΥΔΗ-ΓΙΑΠΟΥΛΗ, Θεσσαλονίκη.

**Κλαουδάτος Σ. (2006).** Ιχθυογεννητικοί Σταθμοί – Νέα Είδη. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

**Παναγιωτάκη Π. και Geffen, A.J. (1994).** Η επίδραση της θερμοκρασίας και της έναρξης χορήγησης τροφής στην παραλλακτικότητα των μεγεθών σε νεαρά ιχθύδια *Pleuronectes platessa*. *Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης* 19:87-102.

**Χώτος Γ., Ρογδάκης Ι. (1996).** Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών, Εκδόσεις ΙΩΝ.

#### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

**Παυλίδου Π. (2007).** Present status of Mediterranean Fry Production. Final report. <http://www.google/profit policy>

## 6. ABSTRACT

Demand for better production combined with reduction of cost and improvement of the final product's quality in aquaculture, increase the interest for selection and breeding programs in aquaculture species. Therefore, selection and breeding programs in aquaculture are not widely applied, as it usually happens in farm breeding. The purpose of this study is to evaluate the quality of formal and improved eggs, breeders and fish in hatchery conditions, via studying parameters such as growth, size variation, survival and deformities. Both former groups were hatched and fish were graded twice. Growth rate, survival, size variation and deformities were evaluated. Improved fish performed better survival rates and deformities than formal fish, while significant differences on growth rate were mentioned only in large fish group. The advantage of improved fish in survival and deformities is a valuable advantage for fish farmers as they have financial benefit. In conclusion utilization of improved aquaculture species in our country will increase the commercial competition.

**Key words:** breeders egg quality, genetically improved fish, common fish, growth rate, survival rate, variance, deformities.