

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ-ΓΟΝΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΜΗΚΟΣ
ΤΩΝ ΙΧΘΥΔΙΩΝ-ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ
ΜΕΓΕΘΩΝ ΣΕ ΝΕΑΡΑ ΙΧΘΥΔΙΑ ΣΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΟΥ ΛΕΚΙΘΙΚΟΥ
ΣΑΚΟΥ

Επιμέλεια: Γεώργιος Αθ. Φλέρης



Βόλος 1996



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 816/1
Ημερ. Εισ.: 14-10-2003
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΓΦΖΠ
1996
ΦΛΕ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



00400007034 1

Περιεχόμενα

A. Εισαγωγή	2
B. Ποσοτική γενετική στην εκτροφή των ψαριών: Ανασκόπηση	4
B.1 Επιλογή των καθαρών σειρών για εκτροφή	5
B.2 Επιλογή μέσα σε πληθυσμούς	7
B.3 Εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων	10
B.4 Ανάπτυξη	11
B.5 Μετατρεψιμότητα της τροφής	14
B.6 Αναπαραγωγική λειτουργία	15
B.7 Αντοχή στις ασθένειες	16
B.8 Επιβίωση και ανοχή	18
B.9 Εσωτερικές διασταυρώσεις των ειδών	20
B.10 Εσωτερικές διασταυρώσεις καθαρών σειρών	22
B.11 Σχολιασμός στην ανασκόπηση	23
Γ. Γονικές επιδράσεις στην παραλλακτικότητα του μεγέθους νεαρών ιχθυδίων ψαριών	27
Γ.1 Πειραματικός σχεδιασμός	28
Γ.1.1. Πειραματικός κύκλος 1989	28
Γ.1.2. Πειραματικός κύκλος 1990	29
Γ.2 Αποτελέσματα	31
Γ.2.1. Πειραματικός κύκλος 1989	31
Γ.2.2. Πειραματικός κύκλος 1990	32
Γ.3 Συζήτηση	33
Δ. Βιβλιογραφία	36
Ε. Παράρτημα	46

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από ζωοτεχνικής άποψης, επιλογή, καλείται η από τον άνθρωπο 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 απ' ότι τα λοιπά άτομα του πληθυσμού.

Σε αντιστοιχία ένας από τους σκοπούς της επιστήμης των Υδατοκαλλιεργειών είναι η παραγωγή βελτιωμένων ψαριών που εξασφαλίζουν την καλύτερη αξιοποίηση των προσφερόμενων ιχθυοτροφών κάτω από τις επικρατούσες οικολογικές και οικονομοτεχνικές συνθήκες κάθε περιοχής. Ο επιδιωκόμενος βαθμός βελτιώσεως των ψαριών είναι σχετικός και εξαρτάται, εκτός των άλλων, από τις συνθήκες υγιεινής, το μοντέλο διαχείρισης, τις συνθήκες διαθέσεως και εμπορίας του προϊόντος, τη δομή των ιχθυοκαλλιεργητικών μονάδων, τη δυνατότητα χρησιμοποίησεως εξειδικευμένου προσωπικού, τη δραστηριοποίηση και τεχνολογική υποδομή των ιχθυοτροφικών οργανώσεων και των κρατικών φορέων, καθώς και το γενικότερο προσανατολισμό της ιχθυοκαλλιεργητικής πολιτικής. Η εκτροφή όμως σε μια περιοχή, βελτιωμένων ψαριών που δεν είναι προσαρμοσμένα στις κλιματικές συνθήκες, είναι ευαίσθητα σε ασθένειες, δεν μπορούν να εκμεταλλευτούν τις υπάρχουσες συνθήκες ή που απαιτούν προωθημένα τεχνολογικά μέσα τα οποία δεν είναι διαθέσιμα, είναι από πριν καταδικασμένη σε αποτυχία και προπάντων υπεύθυνη για δυσμενείς οικονομικές επιπτώσεις.

Οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την καλή, αποδοτική και αποτελεσματική λειτουργία κυρίως των μονάδων πάχυνσης και σπάνια επιδέχεται μεταβολών. Η καλή ποιότητα νερού αποτελεί όμως,

πρωταρχικό βελτιωτικό συντελεστή στη προώθηση του σημαντικού αυτού τομέα της πρωτογενούς παραγωγής στη χώρα μας. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες λοιπόν δεν μπορούν παρά να στηρίξουν δευτερογενώς την εκτροφή βελτιωμένων ειδών ψαριών. Εφόσον, δηλαδή, συντρέχουν οι απαραίτητες οικολογικές και οικονομοτεχνικές προϋποθέσεις για βελτιωμένη ιχθυοκαλλιεργητική παραγωγή, τότε και μόνον είναι δυνατή η ευδοκίμηση ενός βελτιωμένου είδους σε συνθήκες εντατικής εκτροφής. Άλλο πλεονέκτημα της εφαρμογής προγραμμάτων γενετικής βελτιώσεως¹ είναι η δυνατότητα σωστού προσανατολισμού και διορθωτικών επεμβάσεων ως προς την κατεύθυνση της ποσοτικής και ποιοτικής παραγωγής των ιχθυηρών. Επομένως, κάτω από επιδεχόμενες βελτιώσεως ιχθυοκαλλιεργητικές συνθήκες, η προώθηση της παραγωγικότητας στην παραγωγή ιχθυηρών προϋποθέτει την ταυτόχρονη βελτίωση του γενετικού υλικού και των συνθηκών εκτροφής των ψαριών.

Η γενετική βελτίωση που αποσκοπεί στην παραγωγή γρήγορα αναπτυσσόμενων ατόμων, καλής ποιότητας έχει να επιδείξει ικανοποιητικότερα αποτελέσματα στο χώρο της ευρύτερης Ζωικής Παραγωγής. Ωστόσο, για τα ψάρια πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω της βιολογίας τους, της φυσιολογίας της αναπαραγωγής τους αλλά και λόγω του γεγονότος ότι πρόκειται για νέο αντικείμενο στην εντατική παραγωγή (ιδιαίτερα τα θαλασσινά είδη), η έρευνα δεν έχει προχωρήσει σε θεαματικά προς το παρόν αποτελέσματα. Η παρούσα εργασία έχει σαν στόχο τη συγκέντρωση βασικών βιβλιογραφικών αναφορών πάνω στο θέμα της γενετικής βελτίωσης των ψαριών και στην παρουσίαση προκαταρκτικών αποτελεσμάτων που αφορούν στην επίδραση διασταυρώσεων γεννητόρων στο μήκος των παραγομένων ιχθυδίων, αλλά και στη διασπορά του μήκους γύρω από τον μέσο όρο.

B. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ² ΣΤΗΝ ΕΚΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιήθηκε αύξηση της ερευνητικής δραστηριότητας στον τομέα της ποσοτικής γενετικής² στην εκτροφή των ψαριών, και ειδικότερα στον τομέα της εκτροφής των σαλμονιδών εφόσον καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό στον τομέα της εκτροφής των ψαριών σε χώρες όπως η Μ. Βρετανία και η Νορβηγία. Η παρούσα ανασκόπηση καλύπτει όλες τις όψεις της άμεσης ή έμμεσης επίδρασης της ποσοτικής γενετικής στην βελτίωση της αποδοτικότητας των εμπορικά εκτρεφόμενων ειδών ψαριών.

Η εντατική εκτροφή των ζωικών οργανισμών μόνο τελευταία έχει εφαρμοστεί στο τομέα των υδατοκαλλιεργειών, γι' αυτό δεν έχει ευρέως διερευνηθεί. Η έρευνα της ποσοτικής γενετικής στα ψάρια, βασικά έχει περιοριστεί σε αυτά της οικογένειας των σαλμονιδών (Βόρεια Αμερική, Νορβηγία, και Γαλλία), καθώς και σε ορισμένα είδη κυπρίνου (Ισραήλ και πρώην χώρες της Σοβιετικής Ένωσης). Το εμπορικό ενδιαφέρον στα προγράμματα αναπαραγωγής επισκιάζεται από συνεχόμενες προσπάθειες για την βελτίωση - αριστοποίηση των τεχνικών εκτροφής και ορισμένες εταιρίες πειραματίζονται σε οτιδήποτε άλλο, παρά στη μαζική επιλογή³.

Η παρούσα ανασκόπηση περιορίζεται στη παρουσίαση των αποτελεσμάτων που σχετίζονται με τη γενετική βελτίωση των εκτρεφόμενων ειδών που παρουσιάζουν εμπορικό ενδιαφέρον .

Στο κείμενο της παρούσας εργασίας οι επεξηγήσεις των χρησιμοποιούμενων όρων (σημειωμένοι με εκθέτη) δίνονται στο Παράρτημα.

B.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΘΑΡΩΝ ΣΕΙΡΩΝ⁴ ΓΙΑ ΕΚΤΡΟΦΗ

Ο Wilkins (1981) αναφέρεται διεξοδικά στο θέμα της επιλογής των υπό εκτροφή ψαριών. Υποστηρίζει ότι περισσότερη έμφαση πρέπει να δίνεται στην αναγκαιότητα για πραγματοποίηση σύγχρονων συγκρίσεων μεταξύ των προς επιλογή ειδών όσον αφορά τα χαρακτηριστικά τους, που συγκεντρώνουν εμπορικό ενδιαφέρον για την εκτροφή τους κάτω από εντατικές συνθήκες.

Έχουν καταγραφεί διαφορές στην απόδοση μεταξύ καθαρών σειρών του ίδιου είδους. Ο Chevassus (1976) έχει εκτιμήσει τον συντελεστή παραλλακτικότητας στο μέσο βάρος ιχθυδίων ιριδίζουσας πέστροφας διαφόρων καθαρών σειρών σε 20%. Οι Refstie & Steine (1978) αναφέρουν γενετικής φύσεως παραλλακτικότητα στο μήκος και βάρος σε 32 καθαρές σειρές Ατλαντικού σολομού μετά το τέλος της φάσης διαβίωσης στα γλυκά νερά. Επίσης οι Gunnes & Gjerdem (1978) αναφέρουν γενετικής φύσεως παραλλακτικότητα, στην ανάπτυξη σε 37 Νορβηγικές καθαρές σειρές σολομού του Ατλαντικού, διάρκειας 2 ετών σε θάλασσα. Διαφορές μεταξύ καθαρών σειρών έχουν επίσης αναφερθεί όσον αφορά την αντίσταση σε ασθένειες (Gjerdem & Aulstad, 1974, στον Ατλαντικό σολομό, Hines et al., 1974 στο κοινό κυπρίνο), στο μέγεθος των αυγών, στην ποσότητα και τον αριθμό των αυγών, και τον αριθμό των αυγών ανά 100gr ζώντος βάρους (Gall, 1975) στην ιριδίζουσα πέστροφα.

Η αξιολόγηση των καθαρών σειρών και της επιλογής των καλύτερων για την εκτροφή μπορεί να είναι ισοδύναμη με αρκετά χρόνια προσπάθειας για επιλογή μέσα από την ίδια καθαρή σειρά. Ακόμη περισσότερο, η γενετική απόκριση στην επιλογή

μεταξύ καθαρών σειρών μπορεί να προβλεφθεί με μεγαλύτερη σιγουριά από αυτή της απόκρισης στην επιλογή διά μέσου της καθαρής σειράς.

Παρ'όλα αυτά, διαφαίνεται η ανάγκη για ευρύτερη σπουδή των μοντέλων ανάπτυξης και αναπαραγωγής για την επιλογή των καθαρών σειρών, που ανταποκρίνονται σε «ιδανικά» συστήματα παραγωγής. Π.χ. Η παραγωγή «εκτός εποχής» ψαριών για κατανάλωση μπορεί να είναι πιο αποδοτική εμπορικά από την αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης κατά κάποιο ποσοστό.

Η αλληλεπίδραση γενοτύπου-περιβάλλοντος μπορεί να είναι σημαντικότερος παράγοντας στην επιλογή των καθαρών σειρών για εκτροφή, σε αρκετά σημεία, κάτω από μεταβαλλόμενες συνθήκες. Οι Moan et al., (1975) απέδειξαν ότι ο ρόλος της φυλής, μέσω και των επιδράσεων του περιβάλλοντος στη διαμόρφωση του ρυθμού αναπτύξεως του κυπρίνου, είναι αρκετά σημαντικός, ώστε να δεικνύει την ανάγκη ύπαρξης κατάλληλης μέριμνας για την επιλογή μεταξύ μεγάλου εύρους διαφορετικών καθαρών σειρών για την εκτροφή κάτω από μη δοκιμασμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι Klupp et al., (1978) αναφέρουν γενετική συσχέτιση της τάξης του 0,67 μεταξύ της ανάπτυξης σε τεχνητή λίμνη και αυτής σε κλωβούς για 3 καθαρές σειρές ιριδιζουσας πέστροφας και των διασταυρώσεών τους. Αυτό πρέπει να ερμηνευτεί με προσοχή, διότι κοινές περιβαλλοντικές συνθήκες μεταξύ των κλωβών δίνουν λαβή για εμφανή ανάμιξη αλληλοεπίδρασης. Οι Gunnes & Gjerdem (1978) αναφέρουν ότι, παρά τις μεγάλες περιβαλλοντικές διαφορές μεταξύ εκτροφών, οι αλληλοεπιδράσεις μεταξύ εκτροφών και καθαρών σειρών Ατλαντικού σολομού δεν ήταν επαρκείς για να δικαιολογήσουν την αποδοχή μιας ενιαίας εθνικής πολιτικής στην επιλογή καθαρών σειρών στη Νορβηγία.

B.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΣΑ ΣΕ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ

Στα ψάρια οι απόγονοι ατόμων αρσενικών ή θηλυκών σπάνια είναι λιγότεροι από 1000 για κάθε ωοτοκία. Με τη γονιμοποίηση να λαμβάνει χώρα τεχνητά ο αριθμός των οικογενειών γνήσιων ομοθαλών αδερφών, καθοριζόμενος και από πρακτικά όρια μπορεί να γίνει ισοδύναμος της παραγωγής του αριθμού των θηλυκών και των αρσενικών που είναι έτοιμα για αναπαραγωγή. Αυτός ο τύπος αναπαραγωγικής δομής μπορεί να φανεί χρήσιμος στον υπολογισμό της διακύμανσης της γενετικής κυριαρχίας και η ακρίβεια της επιλογής μπορεί να αυξηθεί στηριζόμενη στις επιπλέον πληροφορίες, που είναι διαθέσιμες από τους ετεροθαλείς αδερφούς που έχουν κοινή μητέρα. Το τελευταίο αυτό χαρακτηριστικό δεν έχει ακόμα αξιοποιηθεί σε προγράμματα επιλογής.

Οι συνεπαγόμενες πολύ υψηλές γονιμότητες έχουν συνεισφέρει στη διαμόρφωση κλίματος αισιοδοξίας για την αξία της επιλογής στα ψάρια (Purdom, 1972a; Gjerdem, 1975, 1976b). Παρ' όλα αυτά πρέπει να λάβουμε υπόψη τα παρακάτω:

α) Η χρήση μικρού αριθμού ατόμων στην αναπαραγωγική διαδικασία (όπως συχνά εφαρμόζεται στηριζόμενη στην υψηλή γονιμότητα), δίνουν βάση στην πιθανότητα-προοπτική της αιμομειξίας⁵. Οι Allendorf και Utter (1979) κατέληξαν ότι η αιμομειξία είναι η αιτία της μείωσης της παραλλακτικότητας σε ένα αριθμό πολυμορφικών γονιδιακών τόπων⁶, σε πληθυσμό ιριδίζουσας πέστροφας. Ο Gall 1969 διαπίστωσε ότι ο ρυθμός θνησιμότητας σε ιχθύδια ιριδίζουσας πέστροφας αυξάνει κατά την αιμομεικτική διασταύρωση. Ο Kincaid (1976 a) αναφέρει ότι η προκληθείσα μείωση του βάρους της πέστροφας λόγω αιμομεικτικής πίεσεως ήταν της τάξης του 36,% (συντελεστής αιμομειξίας $F=0,25$ και της τάξης του 65,4% με $F=0,375$), όπως

φαίνεται στο πίνακα I. Δίνοντας παρόμοια αποτελέσματα (1976b) ο Kincaid δείχνει ότι η σχέση μεταξύ αιμομεικτικής πίεσης και του συντελεστή αιμομειξίας⁷ είναι σχεδόν γραμμική για βάρη, σε διάφορα στάδια μεγαλύτερα των 150 ημερών και πιθανότατα μη γραμμική για την επιβίωση των μικρών ιχθυδίων. Η εκκολαπτική ικανότητα δεν επηρεάζεται κατά την αιμομειξία. Οι Gjerde et al., (1983) αναφέρουν μια σχεδόν γραμμική σχέση μεταξύ αιμομεικτικής πίεσης και του συντελεστή αιμομειξίας για βάρη ιριδίζουσας πέστροφας σε διάστημα εκτροφής 2,5 χρόνων στη θάλασσα. Η αιμομεικτική πίεση ήταν 11,3% για $F=0,25$, 19,9% για $F=0,375$ και 27,0% για $F=0,5$. Σε εμπορικού ενδιαφέροντος επίπεδο, αυτό είναι ένα πρόβλημα, που απαιτεί συνεργασία μεταξύ των παραγωγών ώστε να επιτραπεί η μετανάστευση γενετικού υλικού κάτω από υγιεινές συνθήκες και εάν είναι δυνατόν, με αποφυγή κλειστής αιμομειξίας από οικογένειες με εξακριβωμένες ατομικότητες.

β) Ο Aitken (1934) έδειξε ότι η γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ ενός πληθυσμού μειώνεται μέσω αύξησης της εντάσεως⁸ της επιλογής. Το όριο της απόκρισης στην επιλογή μεγιστοποιείται επιλέγοντας περίπου το 50% των ατόμων για αιμομεικτική διασταύρωση (Robertson, 1960). Το παραπάνω επεξηγεί τον κίνδυνο στην επιλογή περισσότερων γενεών για ένα χαρακτηριστικό κάτω από πολύ υψηλές εντάσεις, που είναι εφικτές στα ψάρια. Ο Eisen (1981) αναφέρει τα όρια της επιλογής με λεπτομέρειες.

γ) Κάτω από φυσικές συνθήκες ένα πολύ μικρό ποσοστό νεαρών ιχθυδίων επιζεί, ώστε να συνεισφέρουν στην επόμενη γενιά. Τούτο υποδηλώνει ότι σταθεροποιώντας την επιλογή στα ψάρια, ενδεχομένως είναι πολύ πιο σημαντικό για τη διατήρηση των ιδανικών γενοτύπων από ότι στα θηλαστικά και τα πουλερικά (παραδείγματα από Mettler & Gregg, 1969). Κάτω από συνθήκες εγκλιματισμού και επιλογής για παραγωγικά χαρακτηριστικά, η αιμομειξία τείνει να μειώσει την

προσαρμοστική ικανότητα των οργανισμών στο περιβάλλον. Δεν υπάρχει, όμως, πειραματική απόδειξη του ότι το παραπάνω είναι σημαντικός παράγοντας για τα είδη που εξημερώθηκαν τα τελευταία χρόνια.

Ένα σημαντικό πρόβλημα στο εγχείρημα κατάρτισης προγράμματος επιλογής είναι ότι τα νεαρά ιχθύδια δεν μπορούν να «μαρκαριστούν» έως ότου φτάσουν σε ορισμένο μέγεθος. Επομένως γνήσιες οικογένειες ομοθαλών αδερφών πρέπει να διατηρούνται ξεχωριστά έως το στάδιο του μαρκαρίσματος (τουλάχιστον 6 μήνες για τις σαλμονίδες) εάν υπάρχει οικογενειακό αρχείο για να χρησιμοποιηθεί. Περιορισμένη λύση σ' αυτό το πρόβλημα δίδεται από τους Moan et al., (1976) οι οποίοι προτείνουν τη χρήση βιοχημικού πολυμορφισμού για να «μαρκάρουν» οικογένειες έτσι ώστε κάποια ανάμιξη των πληθυσμών να εξαλείφεται όταν η γονιμοποίηση έχει ολοκληρωθεί. Οι Moan et al., (1976) δηλώνουν με επιφύλαξη ότι χωρίς τη χρήση γενετικών «μαρκαριστών», καμία σοβαρή δουλειά στην αναπαραγωγή των ψαριών, εκτός από στοιχειώδη απλής μορφής μαζική επιλογή, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί. Ο Wilkins (1981) αποδέχεται την παραπάνω άποψη σε μια συζήτησή του σχετικά με την γενετική στις υδατοκαλλιέργειες.

Η χρήση των βιοχημικών «μαρκαριστών» στερείται πιθανής αξίας για τα είδη τα οποία πρέπει να ωτοκήσουν φυσικά. Η ανάγκη της επιλογής πληθυσμών για τη βελτίωση και τη σταθεροποίηση ειδικών γενετικών «μαρκαριστών» μπορεί να διευκολύνει τη προσπάθεια επιλογής για παραγωγικού ενδιαφέροντος χαρακτηριστικά και όπως οι Moan et al., (1976) διαπιστώνουν, οι βιοχημικές τεχνικές απαιτούν χρόνο και έξοδα.

B.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Ο υπολογισμός των γενετικών παραμέτρων για οικονομικού ενδιαφέροντος χαρακτηριστικά έχει αρχίσει να γίνεται δυνατός από αναλύσεις γνήσιων ομοθαλών αδερφών στα δημοφιλή είδη ψαριών. Η αξία τέτοιων εκτιμήσεων ώστε να προβλεφθεί η απόκριση στην επιλογή βασίζεται σε 3 παράγοντες:

α) Οι εκτιμήσεις που βασίζονται ή σε γνήσιες οικογένειες ομοθαλών αδερφών ή στο συστατικό της παραλλακτικότητας που διαμορφώνεται από τη μητέρα, είναι επηρεασμένες από το κοινό περιβάλλον και τις κυριαρχικές επιδράσεις. Συνεπώς τέτοιες εκτιμήσεις έχουν αποκλειστεί από αυτή εδώ την ενότητα. Ακόμη και όταν οι εκτιμήσεις βασίζονται στο κομμάτι της παραλλακτικότητας που διαμορφώνεται από το πατέρα, μπορούν να αλλοιωθούν από συστηματικές περιβαλλοντικές επιδράσεις (για παράδειγμα οι αρσενικοί γεννήτορες διαφέρουν ως προς την ημερομηνία κατά την οποία είναι δυνατή η λήψη σπέρματος) ή όταν η γονιμοποίηση των αυγών γίνεται ανεξέλεγκτα.

β) Τα χρησιμοποιούμενα γενετικά μοντέλα υποθέτουν μια απλή πρόσθετη σχέση μεταξύ γενετικών και περιβαλλοντικών επιδράσεων και αμελητέες επιστατικές επιδράσεις (Falconer, 1981). Η παρουσία κλιμακωτών και επιστατικών⁹ επιδράσεων, μπορεί με αυτό το τρόπο, να επηρεάζει την ακρίβεια των προβλέψεων.

γ) Επιδράσεις εσφαλμένων δειγμάτων εμφανίζονται και στην εκτίμηση παραμέτρων, αλλά και στην επιλογή των υπό αναπαραγωγή ψαριών.

Προβλεπόμενες αποκρίσεις στην επιλογή συνήθως οδηγούν σε υπερεκτίμηση, πιθανώς, επειδή πολλές μεροληπτικές (bias) πηγές επιφέρουν υπερεκτίμηση των συντελεστών κληρονομησιμότητας¹⁰. Παραδείγματα μπορούν να βρεθούν τόσο για

ακριβείς (Turner & Young, 1969; chapter 11) όσο και για ανακριβείς προβλέψεις. Οι προβλέψεις που βασίζονται στην εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων και αναφέρονται σ' αυτή την εργασία θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι πιθανές υψηλές εντάσεις επιλογής μπορεί να μην είναι πραγματοποιήσιμες, ώστε να αρμόζουν σε προβλήματα όπως χαμηλά ποσοστά αναπαραγωγικής ωρίμανσης (ετοιμότητας) και άπουσία συγχρονισμού αναπαραγωγικής ωρίμανσης¹¹ σε αρσενικούς και θηλυκούς γεννήτορες.

B.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Ο πίνακας II παρουσιάζει μερικές εκτιμήσεις συντελεστών κληρονομησιμότητας και συντελεστών παραλλακτικότητας των υπό ανάπτυξη χαρακτηριστικών. Στις σαλμονίδες εμφανίζεται μια γενική τάση, για αύξηση των συντελεστών κληρονομησιμότητας του βάρους με την ηλικία. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μια περιορισμένη μητρική επίδραση, όπως διαπιστώθηκε σε χαρακτηριστικά επιβίωσης για υβρίδια¹² (*Salvelinus fontinalis* x *S. namaycush*), από τον Ayles (1974).

Οι εκτιμήσεις των συντελεστών κληρονομησιμότητας του βάρους, μετά το στάδιο των νεαρών ιχθυδίων, κατά προσέγγιση εμφανίζουν μέσο όρο της τάξης του 20% στην ιριδίζουσα πέστροφα και του 30% στον σολομό του Ατλαντικού. Επίσης ο πειραματικός σχεδιασμός αφορά μόνο 2 και 3 βαθμούς ελευθερίας για τις πατρικές επιδράσεις στην ανάλυση της παραλλακτικότητας όσον αφορά 2 καθαρές σειρές. Υπολογίζεται προσεγγιστικά μια τριπλάσια υποεκτίμηση των τυπικών σφαλμάτων που σημειώνονται.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

Εκτιμώμενοι συντελεστές κληρονομησιμότητας (h^2), τυπικά σφάλματα (S.E. h^2) και οι συντελεστές παραλλακτικότητας για βασικά παραγωγικά χαρακτηριστικά σε ψάρια. Όλοι οι συντελεστές κληρονομησιμότητας έχουν εκτιμηθεί από τα συστατικά της παραλλακτικότητας που οφείλονται στον πατέρα και προκύπτουν από την ανάλυση γνήσιων ομοθαλών αδερφών, εκτός αυτών που είναι μαρκαρισμένα (d), και όπου η παραλλακτικότητα βασίζεται στη μητέρα.

ΕΙΔΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ	h^2 (%)	S.E. (h^2) (%) *	C.V (%)	ΠΗΓΗ
Ιριδίζουσα πέστροφα	βάρος μετά από 150 ημέρες	9	10	30	Aulstad et al., (1972)
Ιριδίζουσα πέστροφα	βάρος μετά από 140 ημέρες	6	(NS:P>5%)	52	Refstie (1980)
Ιριδίζουσα πέστροφα	βάρος νεαρών ιχθυοδίων	5-18(d)	10	40	Chevassus (1976)
Ιριδίζουσα πέστροφα	βάρος μετά από 280 ημέρες	29	20	33	Aulstad et al. (1972)
Ιριδίζουσα πέστροφα	βάρος μετά από 2,5 χρόνια	17	(P<5%)	36	Gunnes & Gjedrem (1981)
Ιριδίζουσα πέστροφα	βάρος μετά από 2,5 χρόνια	21	10	30	Gjerde (1981a)
Ιριδίζουσα πέστροφα	βάρος 2 χρόνια μετά τη πρώτη ωτοκία	21(d)	5	23	Gall (1975)
Σολομός του Ατλαντικού	βάρος 190 ημέρες μετά τη πρώτη λήψη τροφής	8	(P<5%)	78	Refstie & Steine (1978)
Σολομός του Ατλαντικού	βάρος 3,5 χρόνια πριν τη πρώτη ωτοκία	31	(P<1%)	30	Gunnes & Gjedrem (1978)
Σολομός του Ατλαντικού	βάρος 3,5 χρόνια πριν τη πρώτη ωτοκία	37	11	28	Gjerde (1981a)
Ιριδίζουσα πέστροφα	μήκος μετά από 150 ημέρες	16	14	12	Aulstad et al. (1972)
Ιριδίζουσα πέστροφα	μήκος μετά από 140 ημέρες	20	(NS:P>5%)	17	Refstie (1980)
Ιριδίζουσα πέστροφα	μήκος μετά από 280 ημέρες	37	23	12	Aulstad et al. (1972)

Συνέχεια Πίνακα II

ΕΙΔΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ	h^2 (%)	S.E. (h^2) (%) *	C.V (%)	ΠΗΓΗ
Ιριδίζουσα πέστροφα	μήκος μετά από 2,5 χρόνια	23	(P<5%)	12	Gunnes & Gjedrem (1981)
Ιριδίζουσα πέστροφα	μήκος μετά από 2,5 χρόνια	16	10	7	Gjerde (1981a)
Σολομός του Ατλαντικού	μήκος 190 ημέρες μετά τη πρώτη λήψη τροφής	12	(P<5%)	26	Refstie & Steine (1978)
Σολομός του Ατλαντικού	μήκος 3,5 χρόνια πριν τη πρώτη ωοτοκία	28	(P<5%)	10	Gunnes & Gjedrem (1978)
Σολομός του Ατλαντικού	μήκος 3,5 χρόνια πριν τη πρώτη ωοτοκία	26	10	9	Gjerde (1981a)
Γατόψαρο	βάρος μετά από 48 εβδομάδες (θηλυκά)	27	37	27	El-Ibiary & Joyce (1978)
Γατόψαρο	βάρος μετά από 48 εβδομάδες (αρσενικά)	52	42	24	El-Ibiary & Joyce (1978)
Τιλάπια	μήκος μετά από 90 ημέρες	6	6	8	Tave & Smitherman (1980)
Τιλάπια	βάρος μετά από 90 ημέρες	4	6	27	Tave & Smitherman (1980)

*Μερικοί ερευνητές σημειώνουν τη σημαντικότητα του πατρικού μέσου τετραγώνου αντί του τυπικού σφάλματος του εκτιμούμενου συντελεστή κληρονομησιμότητας.

Ο Gjedrem (1975) χρησιμοποίησε εκτιμήσεις συντελεστών κληρονομησιμότητας (20%), συντελεστού παραλλακτικότητας (40%), ένταση επιλογής (2,66 τυπικές αποκλίσεις) και διάστημα γενεών (3 χρόνια) για να προβλέψει μια βελτίωση, 7% στην ανάπτυξη ανά χρόνο, μέσω ενός υποθετικού προγράμματος επιλογής στην ιριδίζουσα πέστροφα. Αυτό συγκρίνεται ευνοϊκά με τις αναμενόμενες αποκρίσεις στην επιλογή σε άλλα εξημερωμένα ζώα.

Ο ρυθμός ανάπτυξης ιχθυδίων Ατλαντικού σολομού είναι σημαντικής σπουδαιότητας διότι σχετίζεται στενά με το ποσοστό των ψαριών τα οποία στην ηλικία του ενός έτους μετακινούνται από τα γλυκά στα αλμυρά νερά. Ο σολομός του Ατλαντικού, πρώτα καθίσταται ανεκτικός στο θαλασσινό νερό στην νεαρή ηλικία, και το στάδιο στο οποίο αυτό πραγματοποιείται, εμφανίζει μεγάλη επίδραση στην παραγωγική αποδοτικότητα.

Κάτω από φυσικές συνθήκες η μετακίνηση από τα γλυκά στα αλμυρά νερά του Ατλαντικού σολομού λαμβάνει χώρα εποχιακά στα 2, 3 ή περισσότερα χρόνια της ζωής του. Οπουδήποτε ο σολομός εκτρέφεται, περνάει στα αλμυρά νερά (μετάβαση) σε ένα χρόνο ή σε δύο χρόνια. Η ικανότητα να μετακινείται από τα γλυκά στα αλμυρά νερά κατά το πρώτο χρόνο της ζωής του, είναι ένα πολύ επιθυμητό χαρακτηριστικό αν και άτομα που μεταβαίνουν στα αλμυρά νερά στο δεύτερο χρόνο ζωής παρουσιάζουν λίγο καλύτερη ανάπτυξη από τα συνομήλικά τους τα οποία πέρασαν στα αλμυρά νερά το προηγούμενο χρόνο.

Σε ιχθύδια σολομού έχουν παρατηρηθεί μη κωδωνοειδείς (κανονικές) κατανομές του βάρους (Thorpe, 1977). Οι Refstie et al., (1977b) έχουν εκτιμήσει την κληρονομησιμότητα της ικανότητας μετάβασης των νεαρών ιχθυδίων σολομού στο πρώτο χρόνο να είναι της τάξης του 0,06. Παρ' όλα αυτά, οι δεξαμενές των γεννητόρων φαίνεται να επηρεάζουν τη σημειούμενη πατρική x μητρική

αλληλοεπίδραση (υποδηλώνει ανάμιξη κυριαρχικής γενετικής παραλλακτικότητας). Η διάμετρος των αυγών δεν συσχετίζεται με την μετάβαση στα αλμυρά νερά κατά το πρώτο χρόνο (Thorpe, 1977), αλλά παραδόξως η αρχική ιχθυοπυκνότητα είναι θετικά συσχετιζόμενη με αυτό το χαρακτηριστικό ($R=0.03-0.27$) (Refstie et al., 1977b).

Αρχικά είχε αποδειχτεί ότι χαμηλοί συντελεστές κληρονομησιμότητας στην ανάπτυξη του κυπρίνου αναπαριστούν ένα επιλεκτικό πλατώ το οποίο προήλθε από μια μακρά περίοδο μαζικής επιλογής (Moan & Wohlfarth, 1973). Ωστόσο το παραπάνω δε μπορεί να είναι ο λόγος για τους εμφανιζόμενους χαμηλούς συντελεστές κληρονομησιμότητας στα υβρίδια *Pleuronectes platessa* x *Platichthys flesus luscus* (Purdom, 1976). Η επαναληπτικότητα των μηνιαίων μεταβολών στο μήκος των ατομικά εκτρεφόμενων *Pleuronectes platessa* x *Platichthys flesus luscus* υβριδίων ήταν 8%, επιδεικνύοντας μια χαμηλή κληρονομησιμότητα για την ανάπτυξη του μήκους, παρά την απουσία επιδράσεων ανταγωνισμού. Στη βιβλιογραφία δεν αναφέρονται στοιχεία ώστε να γίνει εκτίμηση των συντελεστών κληρονομησιμότητας από αρχεία πληθυσμών για πλατύψαρα

Και στο σολομό του Ατλαντικού αλλά και στην ιριδίζουσα πέστροφα η γενετική συσχέτιση μεταξύ βάρους και μήκους, σε διάφορα ηλικιακά στάδια είναι σταθερά σχεδόν ταυτόσημη (Refstie & Steine, 1978; Gunnes & Gjedrem, 1978; Refstie, 1980; Gunnes & Gjedrem, 1981). Αν και το μήκος είναι γενικά σε μεγαλύτερο βαθμό κληρονομήσιμο από ότι το βάρος (βλέπε πίνακα ΙΙ), η συσχετιζόμενη γενετική απόκριση στο βάρος που οφείλεται σε επιλογή ως προς το μήκος αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από ότι η κατευθείαν απόκριση στην επιλογή του βάρους ως επιθυμητού χαρακτηριστικού.

Ένα σημαντικό πρόβλημα στη βιομηχανία του σολομού του Ατλαντικού στη Σκωτία και στην Ιρλανδία είναι η μεγάλη αναλογία (περίπου 30%) των ξεχωριστών

ατόμων, που καλούνται «grilse» και τα οποία ωριμάζουν γενετικά μόνο μετά από ένα χρόνο ζωής στη θάλασσα. Οι Naevdal et al., (1978) παρατήρησαν διαφορές μεταξύ των καθαρών γραμμών⁴ στην αναλογία των σολομών που ωριμάζουν κατά τη διάρκεια του δεύτερου χρόνου εκτροφής στη θάλασσα και ο Gjerde (1981a), αναφέρει ότι η υποκειμενική ωριμότητα η οποία σημειώνεται στα ψάρια εμπορεύσιμου μεγέθους παρουσιάζει υψηλή παραλλακτικότητα (C.V.=35%) και υψηλή κληρονομησιμότητα ($h^2 = 42 \pm 9\%$) δηλώνοντας ότι επιλογή για τη μείωση της αναλογίας των «grilse» μπορεί να στεφθεί με επιτυχία.

B5. ΜΕΤΑΤΡΕΨΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ (Food Conversion Efficiency, FCE)

Είναι ένα χαρακτηριστικό βασικής οικονομικής σπουδαιότητας σε κάθε σύστημα ζωικής παραγωγής. Έως πρόσφατα δεν υπήρχαν πληροφορίες πληθυσμών όσον αφορά την FCE κατάλληλες για γενετική ανάλυση. Αυτό οφείλεται στις δυσκολίες που απορρέουν από την κατευθείαν εκτίμηση της καταναλισκόμενης τροφής σε μεγάλη κλίμακα. Ο Kinghon (1983) αναφέρει την ανάπτυξη ενός συστήματος ταυτόχρονης εκτίμησης της καταναλισκόμενης τροφής σε 33 δεξαμενές διαμέσου εκτίμησης της μεταβολιζόμενης ενέργειας (μέσω του καταναλισκόμενου οξυγόνου) και της ενέργειας που αξιοποιείται για ανάπτυξη. Ο Kinghon (1983) συμπεραίνει ότι η FCE σε νεαρά άτομα ιριδίζουσας πέστροφας είναι σε μικρότερο βαθμό κληρονομήσιμη (μέσοι συντελεστές κληρονομησιμότητας της οικογένειας $= 3 \pm 10\%$ και ο συντελεστής παραλλακτικότητας 8,3%).

Οι Edwards et al., (1977) και οι Refstie και Austreng, (1981) έδειξαν μη σημαντικότητα στην αλληλεπίδραση οικογένεια x σιτηρέσιο σε πειράματα που αφορούσαν ιριδίζουσες πέστροφες οι οποίες διατρέφονταν με διάφορα επίπεδα

υδατανθράκων. Αυτό φανερώνει ότι η επιλογή για την ιδιαίτερη δυνατότητα της αξιοποίησης φθηνότερης, υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες, τροφής θα στεφθεί με μικρή επιτυχία.

B.6 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Ο Gall, (1975) παρουσίασε εκτιμήσεις μερικών γενετικών παραμέτρων σχετικών της αναπαραγωγής στην ιριδίζουσα πέστροφα. Ο πίνακας III εμφανίζει τους συντελεστές κληρονομησιμότητας των και τις συσχετίσεις μεταξύ σωματικού βάρους, των θηλυκών γεννητόρων, του μεγέθους των αυγών, του αριθμού των αυγών, της ποσότητας των αυγών και τον αριθμό των αυγών ανά 100 gr σωματικού βάρους του γεννήτορα. Όλες οι εκτιμήσεις πηγάζουν από γνήσιες οικογένειες ομοθαλών αδερφών και γι αυτό τα συστατικά της παραλλακτικότητας και της συνδιακύμανσης παρουσιάζονται επηρεασμένα. Οι συντελεστές παραλλακτικότητας για τα πέντε χαρακτηριστικά κυμαίνονται από 18% έως 30%. Οι Gall και Gross (1978), περιγράφουν ένα παρόμοιο πείραμα, που αφορά 3 πληθυσμούς ιριδίζουσας πέστροφας. Τα αποτελέσματα είναι επίσης πανομοιότυπα με την εξαίρεση ότι οι εκτιμήσεις των συντελεστών κληρονομησιμότητας ήταν γενικά υψηλότερες (0,32-0,50) και η γενετική συσχέτιση μεταξύ μεγέθους των αυγών και του αριθμού των αυγών ήταν της τάξης του -0,18.

Οι Gall και Gross (1978), συμπέραναν ότι η επιλογή για το σωματικό βάρος μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μια συσχετιζόμενη αύξηση της παραγωγής αυγών. Εντούτοις, η αναμενόμενη μείωση στο μέγεθος των αυγών μπορεί να μην είναι επιθυμητή, ειδικά όταν οι συνθήκες εκκόλαψης είναι μη ευνοϊκές.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

Γενετικές παράμετροι σχετικές με την αναπαραγωγή στην ιριδίζουσα πέστροφα

(Gall, 1975)

	Σ.Β.	Μ.Α	Α.Α.	Ο.Α.	Α/Β
Σ.Β.	0,21± 0,05	-0,46± 0,13	0,39± 0,14	0,56± 0,11	-0,61± 0,1
Μ.Α.	0,19	0,20± 0,05	0,09± 0,17	-0,55± 0,12	0,47± 0,13
Α.Α.	0,35	0,15	0,19± 0,06	0,77± 0,07	0,41± 0,14
Ο.Α.	0,43	-0,45	0,78	0,20± 0,05	-
Α/Β	-0,50	0,26	0,51	-	0,20± 0,05

Σ.Ε.- σωματικό βάρος γεννήτορα, **Μ.Α.**- μέγεθος αυγών, **Α.Α.** - αριθμός αυγών, **Ο.Α.**- όγκος αυγών, **Α/Β**- αριθμός αυγών ανά 100 gr σωματικού βάρους.

Οι τιμές στην κύρια διαγώνιο είναι οι συντελεστές κληρονομησιμότητας, οι τιμές πάνω από τη κύρια διαγώνιο είναι οι γενετικές συσχετίσεις και οι τιμές κάτω από τη κύρια διαγώνιο είναι οι φαινοτυπικές συσχετίσεις.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι εξαιτίας του σχετικά χαμηλού κόστους της συντήρησης των γεννητόρων (βλέπε συζήτηση) η οικονομική σπουδαιότητα των χαρακτηριστικών της ωοτοκίας είναι χαμηλή συγκρινόμενη με αυτή της ανάπτυξης έως το τελικό προϊόν, στα περισσότερα συστήματα εκτροφής. Ακόμη, πιθανόν να δημιουργηθούν προβλήματα κατά την εφαρμογή προγραμμάτων επιλογής ως προς τα χαρακτηριστικά ωοτοκίας, που οφείλονται στις διαφορές μεταξύ των ημερών που γίνεται το «στύψιμο¹³» των γεννητόρων για τη λήψη αυγών και σπέρματος και την ανάγκη να ληφθούν οι τελικές αποφάσεις για την επιλογή κατά την διάρκεια του «στυψίματος».

B.7 ANTOXH STIS ASΘENEIEΣ

Με την αύξηση των εκτροφών ψαριών τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε μια αύξηση στην ποικιλότητα και τη συχνότητα εμφάνισης των ασθενειών. Αυστηροί κανόνες υγιεινής τηρούνται από τους παραγωγούς και η σχετική νομοθεσία καθίσταται δραστική.

Διαφορές μεταξύ των καθαρών σειρών ως προς την αντοχή στις ασθένειες fish pox¹⁴ και swim bladder¹⁵, που παρατηρούνται στο κυπρίνο (Hines et al., 1974). Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η ευαισθησία και στις δύο αυτές ασθένειες ελέγχεται από υποστατικούς γενετικούς παράγοντες.

Οι Amend και Nelson (1976) αναφέρουν σημαντική παραλλακτικότητα μεταξύ γνήσιων οικογενειών ομοθαλών αδερφών, (στις σαλμονίδες), ως προς την αντοχή κατά του ιού που προκαλεί την μολυσματική αιμοποιητική νέκρωση. Οι Gjerdem και Aulstad (1974) εκτιμούν το συντελεστή κληρονομησιμότητας της αντοχής για την ασθένεια της δονακίωσης (vibriosis) στο σολομό του Ατλαντικού σε $12\% \pm 6\%$. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας των μέσων όρων των οικογενειών για αυτό το

χαρακτηριστικό πλησιάζει το 100%. Παρόλον ότι η τιμή αυτή τείνει να αυξηθεί λόγω της μετάδοσης της ασθένειας μεταξύ των ψαριών, πολύ υψηλό διαφορικό¹⁶ επιλογής φαίνεται να μπορεί να επιτευχθεί. Ο Ayles (1974) αναφέρει μία τιμή συντελεστού κληρονομησιμότητας οικογενειακών μέσων όρων της τάξης του $76\% \pm 28\%$ για την αντοχή στην blue sac disease, σε υβρίδια που προκύπτουν από τη διασταύρωση *Salvelinus fontinalis* x *S. namaycush*. Όμως, το παραπάνω εμφανίζεται υπερεκτιμημένο (διπλάσιο) εξαιτίας της χρήσης γενετικών μοντέλων σε ατομικές παρατηρήσεις, παρά σε μέσους όρους που προέρχονται από οικογένειες.

Παρόλα αυτά η ιδανική λύση στο πρόβλημα των ασθενειών θα μπορούσε να είναι η δημιουργία ειδών διαμέσου επιλογής, ανθεκτικών σε περιβάλλον με έντονη μικροβιακή φόρτιση. Φαίνεται όμως ότι στην υλοποίηση της ιδέας αυτής δεν πρόκειται να συμβάλλουν οι παραγωγοί. Εάν κυβερνητικοί οργανισμοί δεν ενδιαφερθούν για την διερεύνηση της παραπάνω δυνατότητας, θα πρέπει να συγκροτηθεί άλλη μέθοδος, όπως διασταυρώσεις με απογονικό έλεγχο, φυσικά, μακριά από τα πεδία εμπορικών εκτροφών.

B.8 ΕΠΙΒΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΟΧΗ

Η αναλογία της διακύμανσης των οικογενειακών μέσων όρων που βασίζεται στις μητρικές επιδράσεις (V_m/V_p) και αφορά στη θνησιμότητα σε υβρίδια, είναι υψηλή για αυγά σε πρώιμο στάδιο εκκόλαψης ($78\% \pm 22\%$), και μειώνεται σε ($68\% \pm 24\%$) για αυγά προχωρημένου σταδίου εκκολάψεως και έως ($40\% \pm 19\%$) για τα νεαρά ιχθύδια (Ayles, 1974). Η υπολειπόμενη παραλλακτικότητα, σε μεγάλο βαθμό οφείλεται σε προσθετικές γενετικές διαφορές (ο συντελεστής κληρονομησιμότητας της θνησιμότητας νεαρών ιχθυδίων ήταν $41\% \pm 18\%$, αλλά υπερεκτιμημένος στο διπλάσιο), οι οποίες σε αυτή την περίπτωση εμφανίζονται να σχετίζονται με την αντοχή στην blue sac disease. Οι Kanis et al., (1976) είχαν εκτιμήσει τον συντελεστή κληρονομησιμότητας της θνησιμότητας για αυγά προχωρημένου σταδίου εκκολάψεως να είναι της τάξης του $5 \pm 11\%$ (σολομός του Ατλαντικού), 15- 20% (ιριδίζουσα πέστροφα) και θνησιμότητα των νεαρών ιχθυδίων 1- 4% (σολομός του Ατλαντικού), και 6 -14% (ιριδίζουσα πέστροφα).

Η οικονομική αξία της βελτιώσεως αυτών των χαρακτηριστικών της θνησιμότητας σε νεαρή ηλικία, μπορεί να μην δικαιώνει τις προσπάθειες επιλογής ενώ, επίσης, το αναλογούμενο κόστος της συντήρησης γεννητόρων είναι χαμηλό συγκρινόμενο με άλλα εξημερωμένα θηλαστικά (βλέπε συζήτηση) και το αναμενόμενο τελικό κέρδος στην ένταση της επιλογής όχι ιδιαίτερα σημαντικό.

Παρόλα αυτά, η θνησιμότητα στα επόμενα στάδια μπορεί να είναι πιο σπουδαία οικονομικά και πιθανώς δικαιούται περισσότερης προσοχής. Αν οι αιτίες, που την προκαλούν μπορούν συνήθως να πιστοποιηθούν ως ασθένειες ή ως κάποιος περιβαλλοντικός παράγοντας είναι περισσότερο αποτελεσματικό να τις εξετάζουμε ειδικά και όχι να γενικεύουμε σε θνησιμότητα επί τοις εκατό.

Σε πείραμα που αφορά απελευθέρωση και σύλληψη εκ νέου «μαρκαρισμένων» σολομών του Ατλαντικού, σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ γνήσιων οικογενειών ομοθαλών αδερφών για τη συχνότητα επανασύλληψης. Αυτό φανερώνει μια πιθανή γενετική παραλλακτικότητα στην ικανότητα της επιστροφής στον ποταμό προέλευσης.

Στην οικογένεια των σαλμονιδών η γενετική παραλλακτικότητα στην ανοχή σε όξινο νερό έχει περιγραφεί μεταξύ καθαρών σειρών (Muniz & Grande, 1974; Edwards & Hjeldnes, 1977; Swarts et al., 1978) και διαμέσου καθαρών σειρών (Robinson et al., 1976; Gjerdem, 1976a). Ο Gjerdem (1976a) δίνει εκτιμήσεις του συντελεστή κληρονομησιμότητας της ανοχής σε όξινο νερό στην καφετιά πέστροφα, που κυμαίνονται από 0,09 έως 0,27. Ο Edwards (1978) περιγράφει ένα Νορβηγικό πρόγραμμα που αφορά επιλογή καθαρής σειράς καφετιάς πέστροφας με υψηλή ανοχή σε χαμηλό pH. Ανάπτυξη σ' αυτόν τον τομέα της έρευνας θα διευρύνει την επιτυχία του εμπλουτισμού με πέστροφες ενός μεγάλου αριθμού Νορβηγικών λιμνών οι οποίες έχουν καταστεί όξινες λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας (Edwards, 1978) και Αμερικάνικων ποταμιών τα οποία έχουν ρυπανθεί από θειικό οξύ προερχόμενο από ανθρακορυχεία (Robinson et al., 1976).

Η εκτροφή σαλμονιδών συχνά περιορίζεται από την παρουσία διάφορων ρυπαντών, χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου, θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και άλλες περιβαλλοντικές επιδράσεις. Έτσι η ανάπτυξη ανεκτικών καθαρών σειρών, μπορεί να διευρύνει σημαντικά το πεδία της παραγωγής. Ωστόσο, σ' αυτό το τομέα έχει γίνει λίγη δουλειά, ενώ κατάλληλα πεδία για εκτροφές παραμένουν ανεκμετάλλευτα.

B.9 ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ

Η μέχρι τώρα ερευνητική δουλειά αποδεικνύει ότι, τεχνητή διασταύρωση για παραγωγή υβριδίων μπορεί να αποδώσει βιώσιμους απογόνους σε είδη ψαριών με αρκετά μακρινή συγγένεια (Kirpichnikov, 1969; Nygren et al., 1972; Ayles, 1974; Refstie & Gjedrem, 1975; Purdom, 1976), παρά την παραλλακτικότητα στον αριθμό των χρωμοσωμάτων τόσο μεταξύ αλλά και διαμέσου των ειδών (Scheel, 1966; Gjedrem et al., 1977).

Οι Refstie & Gjedrem (1975) ανέφεραν υπολογίσιμη ετέρωση¹⁷ στο βάρος μετά από 11 μήνες εκτροφής των απογόνων διασταυρώσεων, μεταξύ γνήσιων ειδών σαλμονιδών (πίνακας IV). Η διασταύρωση αρσενικού σολομού των Άλπεων x θηλυκού σολομού του Ατλαντικού αποδίδει άτομα με υψηλό ρυθμό ανάπτυξης. Παρ' όλα αυτά, η ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της φάσης των ενήλικων ατόμων σε θαλασσινό νερό, δεν κατέληξε σε θεαματικά αποτελέσματα και δεν διαφαίνονται προοπτικές στην εξέλιξη της έρευνας διασταυρώσεων μεταξύ των ειδών (πίνακας V), (Kinghorn, 1983).

Παρά την ετέρωση που σχετίζεται με το μέσο όρο των καθαρών σειρών και η οποία είναι έκδηλη στις διασταυρώσεις μεταξύ ειδών σολομού, η καθαρή σειρά Ατλαντικού σολομού εμφανίζει το καλύτερο βάρος για το τελικό προϊόν. Όπως οποιοδήποτε συνηθισμένο σύστημα διασταυρώσεων απαιτεί τη σταθεροποίηση των καθαρών σειρών των ειδών, το προϊόν της διασταύρωσης θα πρέπει να είναι σημαντικά ανώτερο από τα καλύτερα είδη που είναι διαθέσιμα και γι αυτό η διασταύρωση μεταξύ σολομού των Άλπεων και σολομού του Ατλαντικού θεωρείται ότι στερείται εμπορικής αξίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙV

Βάρη υβριδίων σαλμονιδών ηλικίας 11 μηνών (γραμμάρια) (Refstie and Gjedrem, 1975).

Αρσενικός γονέας	Θηλυκός γονέας				
	Σαλβελίνος	Ποταμίσις πέστροφα	Πέστροφα	Σολομός	
Σαλβελίνος	55,2	58,2	-	96,5	
Ποταμίσις πέστροφα	73,3	41,8	-	7,7	
Πέστροφα	58,3	24,9	31,8	6,1	
Σολομός	70,7	7,3	8,8	30	

ΠΙΝΑΚΑΣ V

Βάρος προϊόντος (κιλά μετά από τέσσερα χρόνια εκτροφής) υβριδίων σαλμονιδών.

(Kinghorn, 1983)

		Θηλυκός γονέας			
Αρσενικός γονέας		Σαλβελίνος	Ποταμίσια πέστροφα	Πέστροφα	Σολομός
	Σαλβελίνος	1,27	1,53	-	3,94
Ποταμίσια πέστροφα	2,07	1,93	-	2,26	
Πέστροφα	1,50	1,27	1,34	-	
Σολομός	2,38	-	-	4,17	

Η ετέρωση για την κληρονομησιμότητα και την επιβίωση σε διασταυρώσεις ειδών σαλμονιδών είναι συνήθως μηδενική ή αρνητική (Refstie & Gjedrem, 1975; Blanc & Chevassus, 1979; Chevassus, 1979). Αυτό μπορεί να οφείλεται στον φτωχό συγχρονισμό¹¹ της αναπαραγωγικής ωριμότητας μεταξύ των ειδών, αλλά το γενικό συμπέρασμα είναι, ότι αυτά τα χαρακτηριστικά δεν μπορούν να βελτιωθούν μέσω διασταυρώσεων ειδών σαλμονιδών.

Οι Ord et al., (1976) έδειξαν μερική κυριαρχία για την αντίσταση στην λοιμώδη αιμορραγική σηψαιμία σε μία διασταύρωση μεταξύ ιριδίζουσας πέστροφας (ευαίσθητη) και σε Κόχο¹⁸ σολομό (ανθεκτικός). Η προσέγγιση με αυτό το τρόπο, στην βελτίωση της αντοχής των πληθυσμών στις ασθένειες μπορεί να γίνει περισσότερο πρακτική από ότι διαμέσου επιλογής. Ο Ihssen (1973) ανέφερε κυριαρχία στην ανοχή στη θερμότητα των απογόνων μιας διασταύρωσης μεταξύ ποταμίσιας πέστροφας και πέστροφας των λιμνών.

Η εμπορικότητα των υβριδίων μπορεί να είναι ένα βασικό πρόβλημα. Τα υβρίδια που προκύπτουν από τη διασταύρωση *Pleuronectes platessa* x *Platichthys flesus luscus* και από τη διασταύρωση *Psetta maxima* x *Scophthalmus rhombus* - τα οποία είναι ευκολότερο να τα αναθρέψουμε από ότι τους γονείς τους (Purdom, 1976)- δεν έχουν ποτέ βρεθεί στον πάγκο των ιχθυοπωλών, και προβάλλουν σημαντικά προβλήματα εμπορικότητας.

B. 10 Εσωτερικές διασταυρώσεις καθαρών σειρών

Σε διασταυρώσεις δύο καθαρών σειρών ιριδίζουσας πέστροφας, ο Gall, (1975) παρατήρησε ετερωτικές επιδράσεις στο σωματικό βάρος των απογόνων, μετά από εκτροφή 2 ετών, της τάξης του (+19%), στον αριθμό των εκκολαπτόμενων αυγών (+9%) και στο μέγεθος των αυγών (-8%). Εξάλλου, ο Gjerde, (1981b) κατέληξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές ετερωτικές επιδράσεις στο βάρος του τελικού προϊόντος (μετά την ολοκλήρωση της παραγωγής), σε απογόνους διασταυρώσεων πέντε καθαρών σειρών σολομού του Ατλαντικού. Οι Wohlfarth et al.,(1975b) παρουσίασαν δεδομένα, που φανερώνουν αξιοσημείωτη ετερωτική δράση στην ανάπτυξη σε διασταύρωση μεταξύ καθαρών σειρών κυπρίνου (πίνακας VI). Στον παραπάνω πίνακα, φαίνεται ότι η καθαρή σειρά Dor- 70 εμφανίζεται σε απόδοση τόσο καλή όσο οι καλύτερες διασταυρώσεις μεταξύ των καθαρών σειρών.

Οι Edwards & Gjedrem, (1978) ανακάλυψαν σημαντική ετερωτική δράση, στην ανοχή στο όξινο νερό, σε απογόνους διασταυρώσεων μεταξύ καθαρών σειρών ποταμίσιας πέστροφας. Η επιβίωση από την αναπαραγωγή έως το στάδιο των νεαρών ιχθυδίων κάτω από όξινες συνθήκες (pH=5.2) ήταν διπλάσια από αυτή μεταξύ των καθαρών σειρών (36% και 18% αντιστοίχως).

ΠΙΝΑΚΑΣ VI

Ακριβές βάρος σε γραμμάρια καθαρών σειρών κυπρίνου και των διασταυρώσεων των καθαρών αυτών σειρών, μετά από χρονική περίοδο ανάπτυξης που ξεκινάει από το βάρος (κατά προσέγγιση) των 25 γραμμαρίων.

Αρσενικός γονέας	Θηλυκός γονέας				
		Big belly	Nasice	Gold	Dor-70
	Big belly	345	515	486	523
	Nasice	-	475	600	597
	Gold	-	-	474	548
	Dor-70	-	-	-	594

B.11 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Το παρόν πεδίο δράσης για τη γενετική βελτίωση των ψαριών μοιάζει να είναι ευνοϊκό σε σύγκριση με το αντίστοιχο για τα εξημερωμένα θηλαστικά και πουλερικά. Οι ρυθμοί ανάπτυξης, χαρακτηριστικών υψηλής οικονομικής αξίας, παρουσιάζουν μεγαλύτερη διακύμανση στα είδη των ψαριών και οι εντάσεις της επιλογής θα πρέπει να είναι πολύ υψηλές. Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτοί οι δύο παράγοντες, αναπληρώνουν τους γενικά χαμηλότερους συντελεστές κληρονομησιμότητας οι οποίοι έχουν βρεθεί. Ακόμη περισσότερο, η προσθετική αξία της χρησιμοποίησης οικογενειακών αρχείων για τους δείκτες της επιλογής, είναι μεγαλύτερη στα ψάρια εξαιτίας των χαμηλότερων συντελεστών κληρονομησιμότητας και το μεγάλο εύρος οικογενειών που αφορούν.

Επιλογή για υψηλό ρυθμό ανάπτυξης μπορεί να έχει αντίθετες επιδράσεις σε μερικά συστήματα παραγωγής ζωικής πρωτεΐνης στα οποία η συσχετιζόμενη απόκριση στο βάρος εμπορεύσιμων ατόμων προκαλεί αύξηση στο κόστος συντήρησης των γεννητόρων. Όμως, αυτός ο παράγοντας είναι ασήμαντος στην ιχθυοκαλλιέργεια και ως εκ τούτου, υψηλοί ρυθμοί ανάπτυξης είναι δυνατόν να επιτευχθούν.

Το βάρος του εμπορεύσιμου προϊόντος είναι συνήθως μεγάλης οικονομικής σπουδαιότητας (η διαμόρφωση όλων των τιμών πωλήσεως βασίζεται στο βάρος του ψαριού). Στις σαλμονίδες η απόκριση στην επιλογή για βελτίωση αυτού του χαρακτηριστικού είναι κατά μέσο όρο (σύνολο των οικογενειών) 3% το χρόνο, τιμή που αντιστοιχεί σε συντελεστή κληρονομησιμότητας 15-20% (Kinghorn, 1983). Η τιμή αυτή είναι μικρότερη από την προβλεπόμενη, παρόλα αυτά είναι αρκετά ικανοποιητική. Είναι γεγονός, ότι περιορισμένης έκτασης έρευνα έχει

πραγματοποιηθεί στο τομέα της αναπαραγωγής για τα υπόλοιπα είδη ψαριών που πρόσφατα έχουν ενταχθεί στις εντατικές εκτροφές. Φαίνεται, όμως, λογικό να υποθέσουμε ότι η απόκριση στην επιλογή μπορεί να είναι επίσης υψηλή σε μερικά από αυτά. Εντούτοις υπάρχει αβεβαιότητα για το αν απαιτούνται ξεκάθαρα παραδείγματα απόκρισης στην επιλογή για εμπορικού ενδιαφέροντος χαρακτηριστικά, πριν επενδυθεί χρόνος και χρήματα σε προγράμματα επιλογής από τις βιομηχανίες των ιχθυοκαλλιεργειών.

Οι τιμές πωλήσεως των εκτρεφόμενων ψαριών στις περισσότερες περιπτώσεις δεν επηρεάζονται από την περιεκτικότητα του προϊόντος σε λίπος. Η κατάσταση, όμως αυτή, μπορεί να αλλάξει δεδομένου ότι η βιομηχανία επεκτείνεται και η αγορά αναπτύσσεται. Σ' αυτόν τον τομέα υπάρχουν ανάγκες μελέτης της γενετικής παραλλακτικότητας στην ποιότητα και στην κατανομή του λίπους και περισσότερο των γενετικών συσχετίσεων με αυτά τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι και το αντικείμενο των προγραμμάτων επιλογής.

Βελτίωση της τεχνικής της γυνογένεσης¹⁹ και της αναστροφής²⁰ του φύλου μπορεί να βοηθήσει στη γρήγορη δημιουργία των γραμμών αναπαραγωγής. Η παραγωγή γεννητόρων, με σχεδόν πανομοιότυπα ατομικά χαρακτηριστικά, για τη χρησιμοποίησή τους σε προγράμματα διασταυρώσεων απαιτεί δύο συνεχόμενες γενεές γυνογένεσης (η γυνογένεση πρέπει να εισάγεται στα αυγά από γυνογενετικά θηλυκά). Τα τεχνικά προβλήματα και η χρονική καθυστέρηση που παρουσιάζονται σ' αυτή τη διαδικασία μπορούν να αιτιολογηθούν μόνο μέσω πολύ δυνατών ετερωτικών επιδράσεων μεταξύ των παραπάνω γεννητόρων, και σαν απόλυτοι όροι αλλά και σε σύγκριση με την απόκριση στην επιλογή, η οποία πρέπει να αναμένεται για την ίδια χρονική περίοδο.

Ο Wilkins, (1981) δηλώνει με επιφύλαξη ότι προσεκτική αξιοποίηση της αιμομειξίας για τη διαμόρφωση καθαρών γραμμών αναπαραγωγής είναι, φυσικά, κοινή διαδικασία βελτίωσης του δυναμικού των γεννητόρων. Στην πραγματικότητα αυτή η προσέγγιση απέτυχε στην αναπαραγωγή των ζώων γεγονός που οφείλεται στην μικρή βιωσιμότητα των αναπαραγόμενων ατόμων και στο χρόνο που απαιτείται για να δημιουργηθούν γραμμές αναπαραγωγής. Η αιμομειξία, μέχρι στιγμής, αξιοποιείται για πειραματικούς σκοπούς σε εξημερωμένα θηλαστικά και πουλερικά - η υπάρχουσα εμπειρία, όμως, δεν πρέπει να αγνοηθεί από τους καλλιεργητές ψαριών. Εκεί που χρειάζεται να επικεντρωθεί το ενδιαφέρον, είναι στη σπουδή της παραλλακτικότητας μεταξύ των διασταυρώσεων των γραμμών αναπαραγωγής. Υπάρχουν ελάχιστες αποδείξεις του ότι τα διασταυρούμενα είδη ή οι καθαρές σειρές μέσα στα είδη έχουν ενδεχομένως εμπορικού ενδιαφέροντος αξία.

Σημειώνεται ότι η σχέση μεταξύ παραλλακτικότητας σε ευκόλως αναγνωρίσιμους γονιδιακούς τόπους και της γενετικής παραλλακτικότητας σε φαινομενικά μη σχετιζόμενα μετρήσιμα χαρακτηριστικά εμπορικής σπουδαιότητας είναι εντελώς υποθετική. Υπάρχουν φανερές ανάγκες ισχυροποίησης αυτής της υπόθεσης.

Οι Moan et al., (1978) περιγράφουν ένα πρόγραμμα για τη γενετική βελτίωση άγριων γεννητόρων μέσω της εισαγωγής γονιδίων από βελτιωμένα είδη, αλλά υποεκτίμησαν την αξία αυτής της διαδικασίας λόγω εσφαλμένης υπόθεσης ότι η αυξανόμενη ετεροζυγωτία πλησιάζει το μηδέν όσο η διασταύρωση εξαπλώνεται (Dickerson, 1969 και Kinghorn, 1982). Οι Moan et al, (1978) συμπεραίνουν ότι ο πολλαπλασιασμός των εισαγόμενων γονιδίων σε ένα τέτοιο πρόγραμμα θα μπορούσε να παρακολουθηθεί με την προσθήκη πολυμορφικών γενετικών «μαρκαριστών». Ο Kinghorn, (1980) ανέπτυξε ένα υπολογιστικό πρόγραμμα για να

προβλέπει την πιο αποδοτική οικονομικά προσέγγιση ενός τέτοιου συγκροτημένου σχεδίου εισαγωγής γονιδίων. Η απελευθέρωση νεαρών ιχθυδίων εξημερωμένων ειδών σαλμονιδών και κυπρίνου δοκιμάζεται ευρέως, αλλά η απόδοσή τους στην άγρια κατάσταση συνήθως είναι υποδεέστερη (Flick & Webster, 1976).

Με το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τον εμπλουτισμό των φυσικών «άγριων» πληθυσμών με απελευθέρωση νεαρών ιχθυδίων, τα οποία γυρνούν ως ενήλικα στα ποτάμια προέλευσης, περισσότερη προσοχή δίδεται σε γενετικές παραμέτρους των χαρακτηριστικών, όπως η μεταναστευτική συμπεριφορά, η ανάπτυξη κάτω από φυσικές συνθήκες και η συχνότητα επιστροφής (Saunders & Bailey, 1980). Με την ανάπτυξη των μεθόδων εκτροφής στις Υδατοκαλλιέργειες, ή την τροποποίηση των ήδη υπάρχοντων, άλλα χαρακτηριστικά λιγότερο συναφή με τη ποσοτική γενετική μπορεί να καταστούν σημαντικά στο μέλλον (Hanson, 1974).

Γ. ΓΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΝΕΑΡΩΝ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

Οι γονικές επιδράσεις στο ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών είναι έντονα αναγνωρίσιμες και συγχωνεύονται δια μέσου της επιλογής και της αναπαραγωγής σε ένα μεγάλο αριθμό βελτιωτικών προγραμμάτων των ιχθυοκαλλιεργειών (Kinghorn, 1983; Dunham et al., 1987). Η αύξηση του ρυθμού αναπτύξεως συχνά έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της κατανομής των μεγεθών μέσα σε μια ομάδα ψαριών με την ίδια ηλικία (Arnason et al., 1992). Προβλήματα μεγάλης έκτασης εμφανίζονται στις λειτουργίες των ιχθυοκαλλιεργειών όταν το μέγεθος των ψαριών είναι πολύ ετερογενές. Τα επίπεδα διατροφής και οι ημερομηνίες ολοκλήρωσης της παραγωγής που καθορίζονται από το μέσο μέγεθος είναι ανακριβείς και επιφέρουν σπατάλη χρόνου, χώρου, κατανάλωσης τροφής και εργατικών χεριών (Ludwing & Tackett, 1991). Συνεχιζόμενη διαλογή των ψαριών απαιτείται ώστε να μειωθεί η παραλλακτικότητα μέσα στις ομάδες και αυτό προϋποθέτει καταπόνηση για τα ψάρια και αυξανόμενη εργασία για το προσωπικό (Schwedler et al., 1990; Arnason et al., 1992).

Γενετικές επιδράσεις στην παραλλακτικότητα του μεγέθους έχουν μετρηθεί συμπτωματικά με την ανάπτυξη, αλλά η συζήτηση για το επί τοις εκατό ποσοστό της παραλλακτικότητας έχει ελαχιστοποιηθεί (Chambers et al., 1989; Arnason et al., 1992). Εξετάστηκε η γονική συνεισφορά στην παραλλακτικότητα του μεγέθους σε λεκιθοφόρα ιχθύδια ρέγγας, *Clupea harengus* L., συγκρίνοντας τις επιδράσεις αναμεμιγμένων και ξεχωριστών γονέων στη βελτίωση της παραλλακτικότητας του μεγέθους των απογόνων. Για να ελεγχθεί η γενετική επίδραση στο βαθμό

παραλλακτικότητας του μήκους σε νεαρά ιχθύδια, πραγματοποιήθηκαν δύο κύκλοι πειραμάτων, το 1989 και το 1990. Τα αποτελέσματα του πειράματος 1990 έχουν ήδη δημοσιευθεί (Panagiotaki and Geffen, 1992), ενώ τα στοιχεία του 1989 δεν είχαν αναλυθεί και αξιολογηθεί μέχρι σήμερα.

Γ.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Οι γονάδες απομακρύνθηκαν με τομή στην κοιλιακή χώρα ενήλικων θηλυκών και αρσενικών ψαριών τα οποία συλλέγησαν στην Ιρλανδική Θάλασσα ανατολικά του Isle of Man (UK) τον Οκτώβριο του 1989 και 1990 και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο.

Γ.1.1. Πειραματικός κύκλος 1989

Το 1989, αυγά από τρία θηλυκά και σπέρμα από τρία αρσενικά χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία όλων των οικογενειών που προέκυπταν από συνδιασμούς (θηλυκά: E, F, G, αρσενικά: 5, 6, και 7) ώστε να προκύψουν οι οικογένειες του πειράματος. Τα αυγά επιστρώθηκαν μαζί ή ξεχωριστά σε γυάλινες παραλληλόγραμμες επιφάνειες (25cmX12cm) οι οποίες βυθίστηκαν σε δεξαμενές οι οποίες περιείχαν, σε μείγμα ή ξεχωριστά, το σπέρμα των αρσενικών. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν οικογένειες των οποίων τα άτομα ήταν ετεροθαλή αδέρφια, είτε από την πλευρά του αρσενικού, είτε από την πλευρά του θηλυκού, σε σχέση με τα άτομα των άλλων οικογενειών ή δεν είχαν καμμία συγγένεια μεταξύ τους. Τα αυγά επώαστηκαν σε 25 l μαύρες δεξαμενές από πολυαιθυλένιο στους $10\pm 1,7^{\circ}\text{C}$. Ο φωτισμός ήταν συνεχής και ο αερισμός επιτεύχθηκε με χρήση αερόλιθων. Η εκκόλαψη ολοκληρώθηκε σε 9 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση. Σε ορισμένες όμως από αυτές τις οικογένειες, η επώαση δεν ολοκληρώθηκε ποτέ, και σε άλλες ο

αριθμός των εκκολαφθέντων ιχθυδίων ήταν τόσο μικρός που κάθε περαιτέρω δειγματοληψία ήταν αδύνατη. Οι οικογένειες αυτές ως εκ τούτου δε συμμετείχαν στο πείραμα.

Τα ιχθύδια των οικογενειών EX7, FX7, GX7, EFGX7, EX567, FX567, GX567, EFGX567 ολοκλήρωσαν το στάδιο του λεκιθικού σάκου και η δειγματοληψία γινόταν για τις ημέρες 1 έως και 9 (πλήρης απορρόφηση λεκιθικού σάκου). Τα ιχθύδια αναισθητοποιούνταν με MS222, μετρούνταν (τυπικό μήκος) στο κοντινότερο 0,01mm και επέστρεφαν στη δεξαμενή τους. Επίσης, μετρήσεις μήκους έγιναν στους δύο άξονες του λεκιθικού σάκου ο οποίος έχει σχήμα ελλειψης (L: μήκος μεγάλου άξονα, H: μήκος μικρού άξονα) και ο όγκος του σάκου υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο: $4/3\pi(L/2)(H/2)^2$ (Blaxter and Hempel, 1966).

Γ.1.2. Πειραματικός κύκλος 1990

Το 1990, το πείραμα επαναλήφθηκε με άλλους γεννήτορες. Αυγά από δύο θηλυκά (F1 και F2) επιστρώθηκαν μαζί ή ξεχωριστά σε γυάλινες παραλληλόγραμμες επιφάνειες (25cmX12cm). Οι παραλληλόγραμμες αυτές επιφάνειες βυθίστηκαν σε δεξαμενές οι οποίες περιείχαν, σε μείγμα ή ξεχωριστά, το σπέρμα δύο αρσενικών (M1 και M2). Οι επόμενες ξεχωριστές ή μεικτές γονικές διασταυρώσεις έγιναν ως εξής: M1XF1, M2XF2, M2XF1, M2XF2, M1M2XF1, M1M2XF2, M1XF1F2, M2XF1F2, και M1M2XF1F2 και τα ξεχωριστά άτομα των οικογενειών ήταν με αυτό το τρόπο, ετεροθαλή αδέρφια, είτε από την πλευρά του αρσενικού, είτε από την πλευρά του θηλυκού, σε σχέση με τα άτομα των άλλων οικογενειών. Τα αυγά επώαστηκαν (όπως και στο πείραμα του 1989) σε 25 l μαύρες δεξαμενές από πολυαιθυλένιο στους $10\pm 1,7^{\circ}\text{C}$ χωρίς συνεχή ροή νερού. Το πενήντα τοις εκατό του θαλασσινού νερού στις δεξαμενές αναπληρωνόταν καθημερινά. Ο φωτισμός ήταν συνεχής και ο

αερισμός επιτεύχθηκε με χρήση αερόλιθων. Η εκκόλαψη ολοκληρώθηκε σε 9 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση. Πρόσφατα εκκολαπτόμενοι ναύπλιοι *Artemia salina* προσφερόταν στα νεαρά ιχθύδια δύο φορές την ημέρα, μετά την απορρόφηση του λεκιθικού σάκκου, από την ημέρα 7 έως την ημέρα 14, στην οποία το πείραμα ολοκληρώθηκε.

Η δειγματοληψία των νεαρών ιχθυδίων ρέγγας γινόταν καθημερινά τις ημέρες 1 έως 7 και η επόμενη δειγματοληψία έγινε την ημέρα 14. Τα ιχθύδια αναισθητοποιούνταν με MS222 και μετρούνταν (τυπικό μήκος) στο κοντινότερο 0,01mm και επέστρεφαν στη δεξαμενή τους. Πραγματοποιήθηκαν, επίσης, μετρήσεις της διαμέτρου των αυγών από όλους τους θηλυκούς γεννήτορες που χρησιμοποιήθηκαν, ώστε να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές στο μέγεθος των αυγών ανάλογα με την προέλευσή τους.

Οι στατιστικές αναλύσεις και για τους δυο πειραματικούς κύκλους, πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας Excel και Minitab Statistical Software (Minitab Inc. 1991). Τα μήκη φυσιολογικά ταξινομήθηκαν γύρω από τους μέσους όρους (N-scores test). Διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των οικογενειών συγκρίθηκαν με ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA). Οι αλλαγές στην παραλλακτικότητα των μηκών περιγράφηκαν σε συνάρτηση με την τυπική απόκλιση των μέσων μηκών και η σχέση ήταν γραμμική. Ο μέσος ρυθμός παραλλακτικότητας περιγράφηκε σαν η κλίση των γραμμικών σχέσεων, και αυτή η μεταβολή συγκρίθηκε μεταξύ των οικογενειών με ANCOVA. Οι γονικές επιρροές ελέγχθηκαν με ανάλυση παραλλακτικότητας (two- way ANOVA) για την αρχική και την τελική κατανομή των μηκών των νεαρών ιχθυδίων.

Γ.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

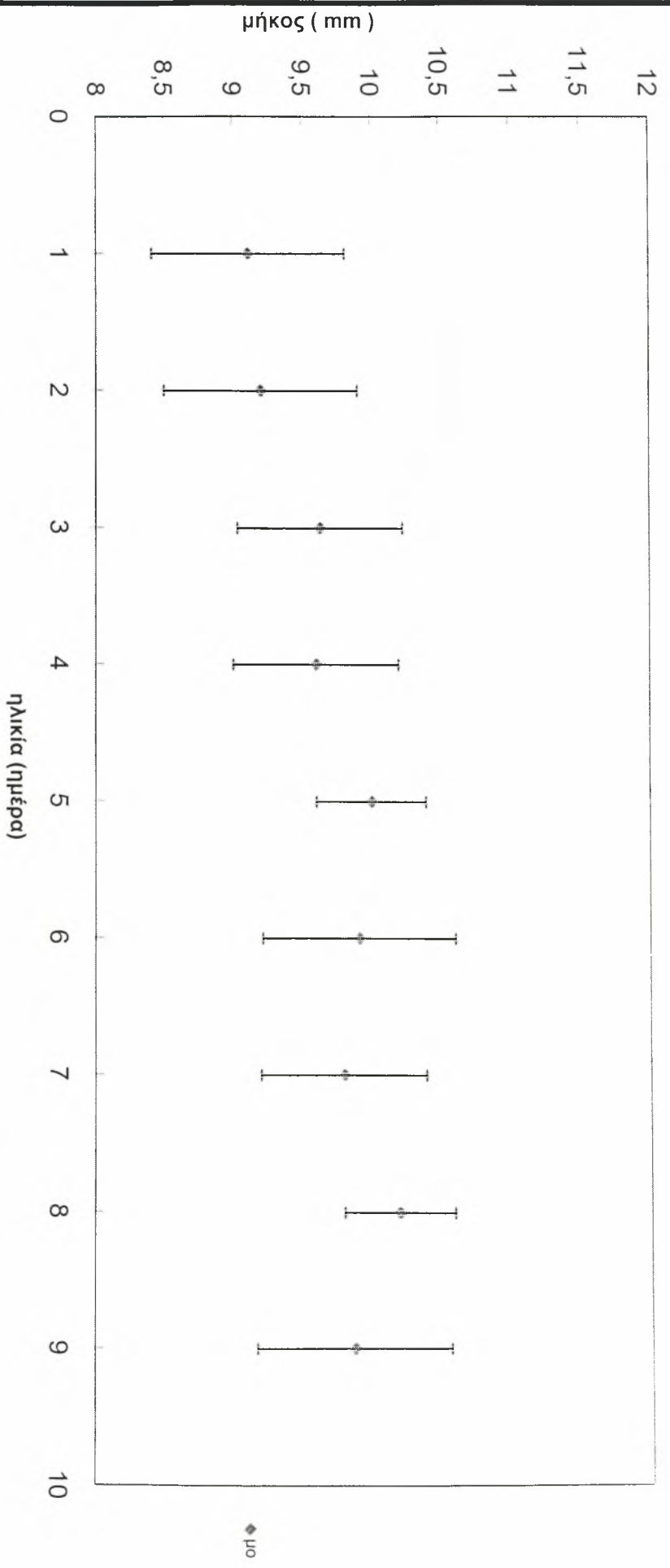
Γ.2.1. Πειραματικός κύκλος 1989

Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη διάμετρο των αυγών γεννητόρων που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματισμό (t-test, $P > 0,05$).

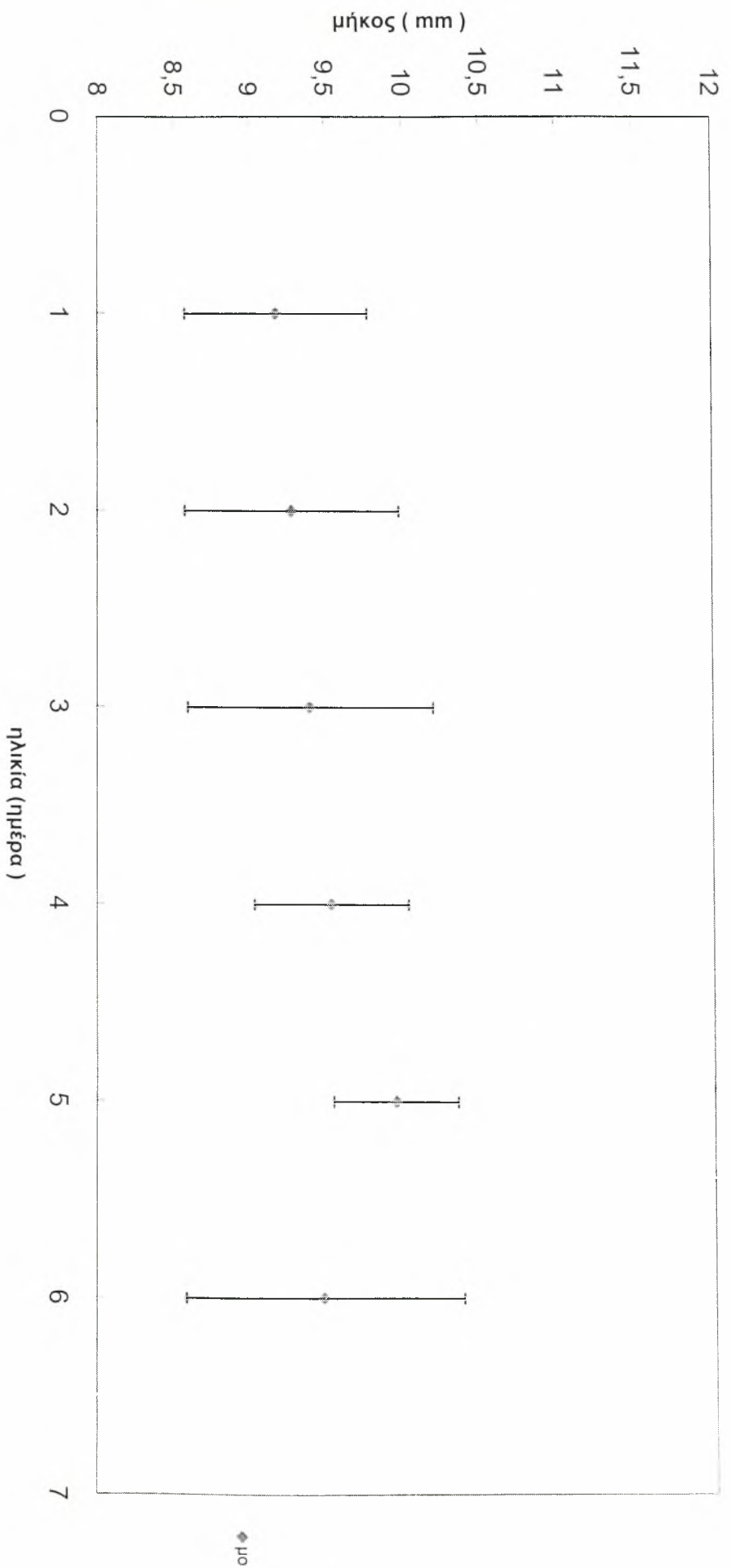
Λόγω υπερχείλισης των δεξαμενών στη διάρκεια της νύχτας, στοιχεία από τις οικογένειες FX7, GX7, EFGX7, FX567, GX567 και EFGX567, απουσιάζουν από τις ημέρες 7, 8, 7, 6, 8 και 7 αντίστοιχα.

Στα σχήματα 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, και 8 φαίνεται η ανάπτυξη των λεκιθοφόρων ιχθυδίων για τη διάρκεια του πειράματος. Η οικογένεια επηρέασε το μήκος των λεκιθοφόρων ιχθυδίων την ημέρα 1, 2, 3, 4, 5, 6 και 7 μετά την εκκόλαψη (one way ANOVA, $F_{H1}=3.64$, $F_{H2}=2.09$, $F_{H3}=2.08$, $F_{H4}=5.61$, $F_{H5}=2.09$, $F_{H6}=2,18$, $F_{H7}=2,8$, $P < 0.05$, αντίστοιχα). Χρησιμοποιώντας την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (ΕΣΔ) οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των οικογενειών για κάθε ημέρα φαίνονται στους πίνακες VII-XIII.

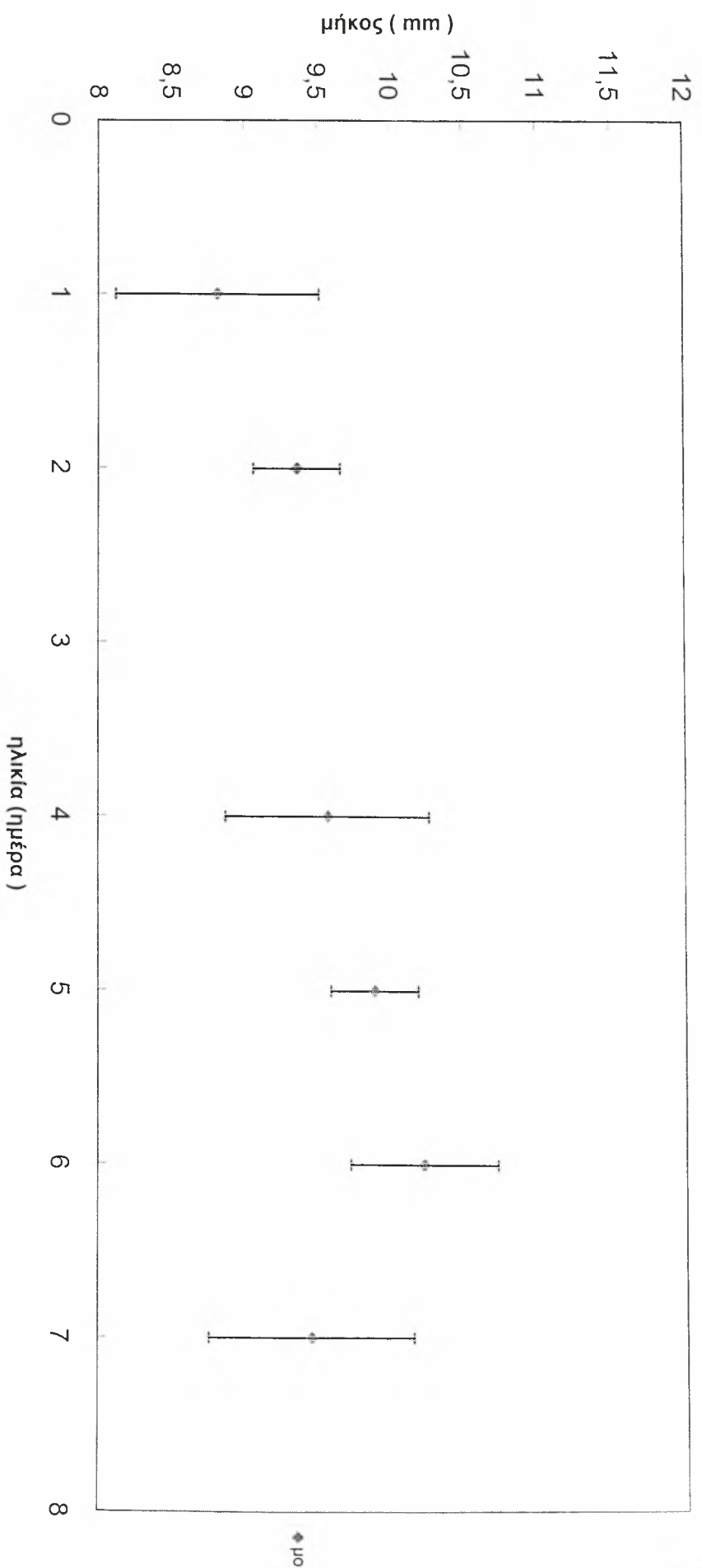
Η σύγκριση μεταξύ των οικογενειών (μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις) για κάθε μέρα δίνεται στα σχήματα 9 έως 13. Η απορρόφηση του όγκου του λεκιθικού σάκου φαίνεται στα σχήματα 14 έως 21.



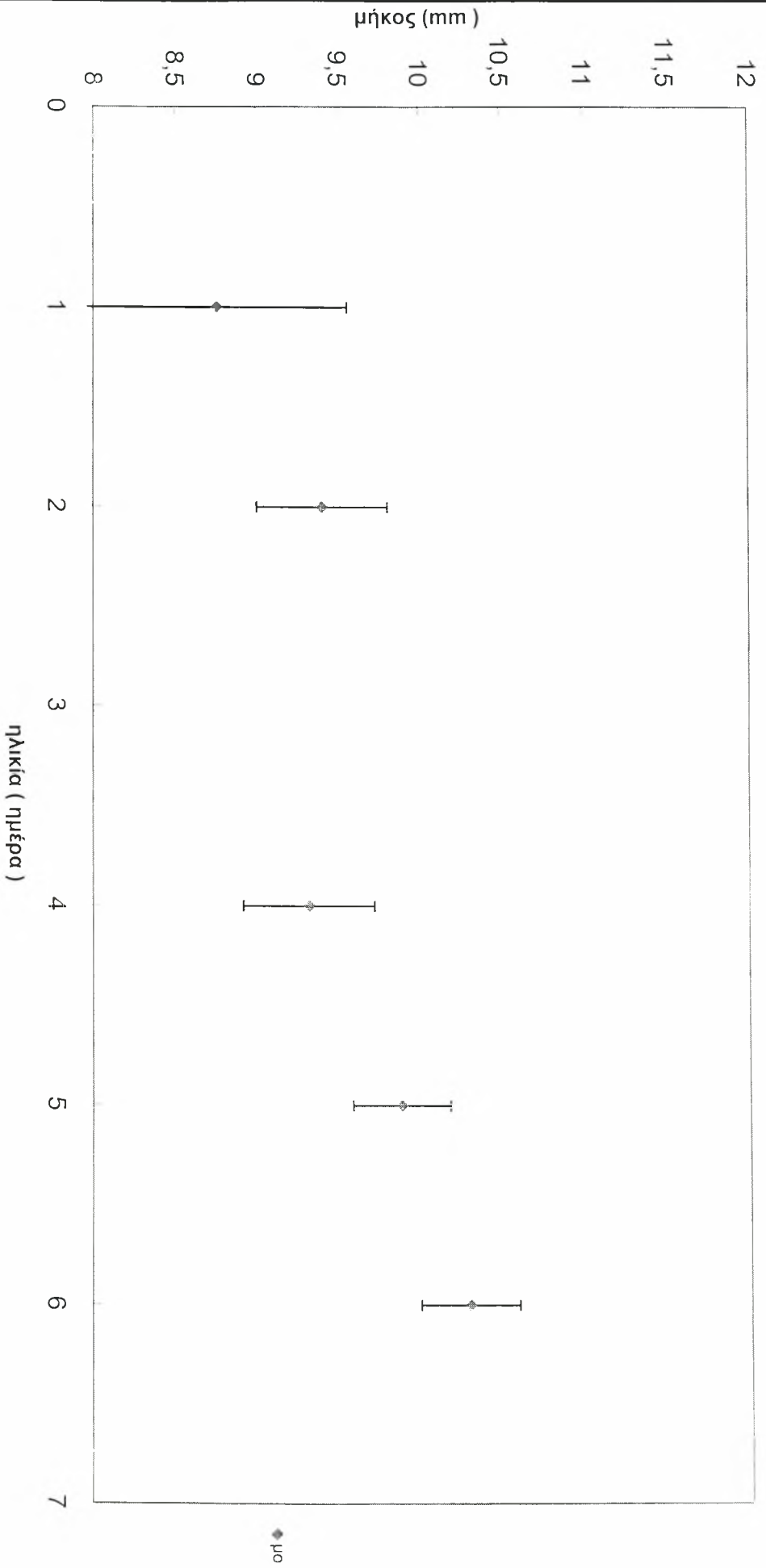
Σχήμα 1: Μεταβολή μήκους Δεκτιβοφόρων ιχθυοδίων (μοστρά), ομάδα E7



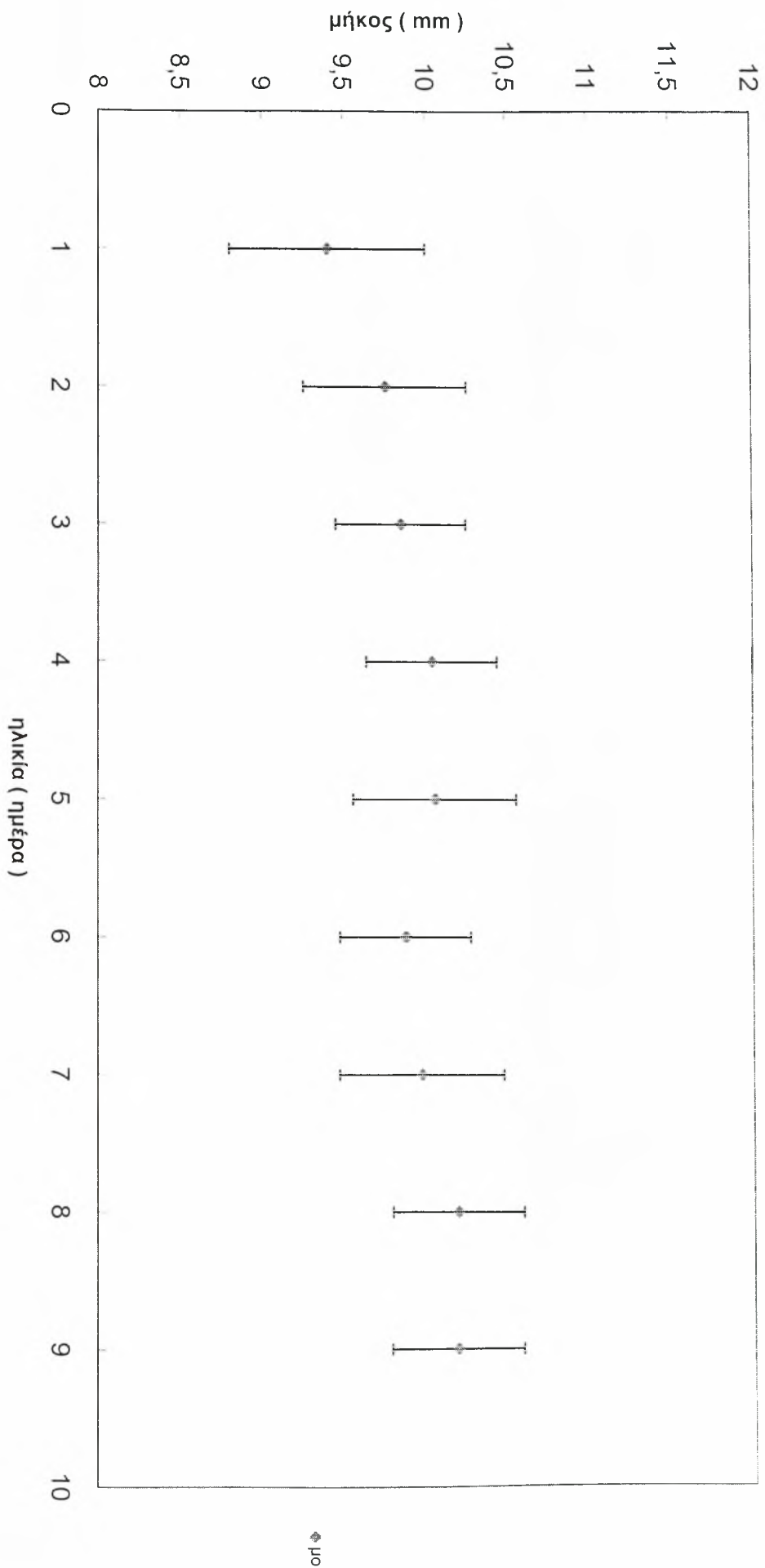
Σχήμα 2 : Μεταβολές μήκους Δεκιθοφόρων ιχθυδίων (μοτ τα), ομάδα F7



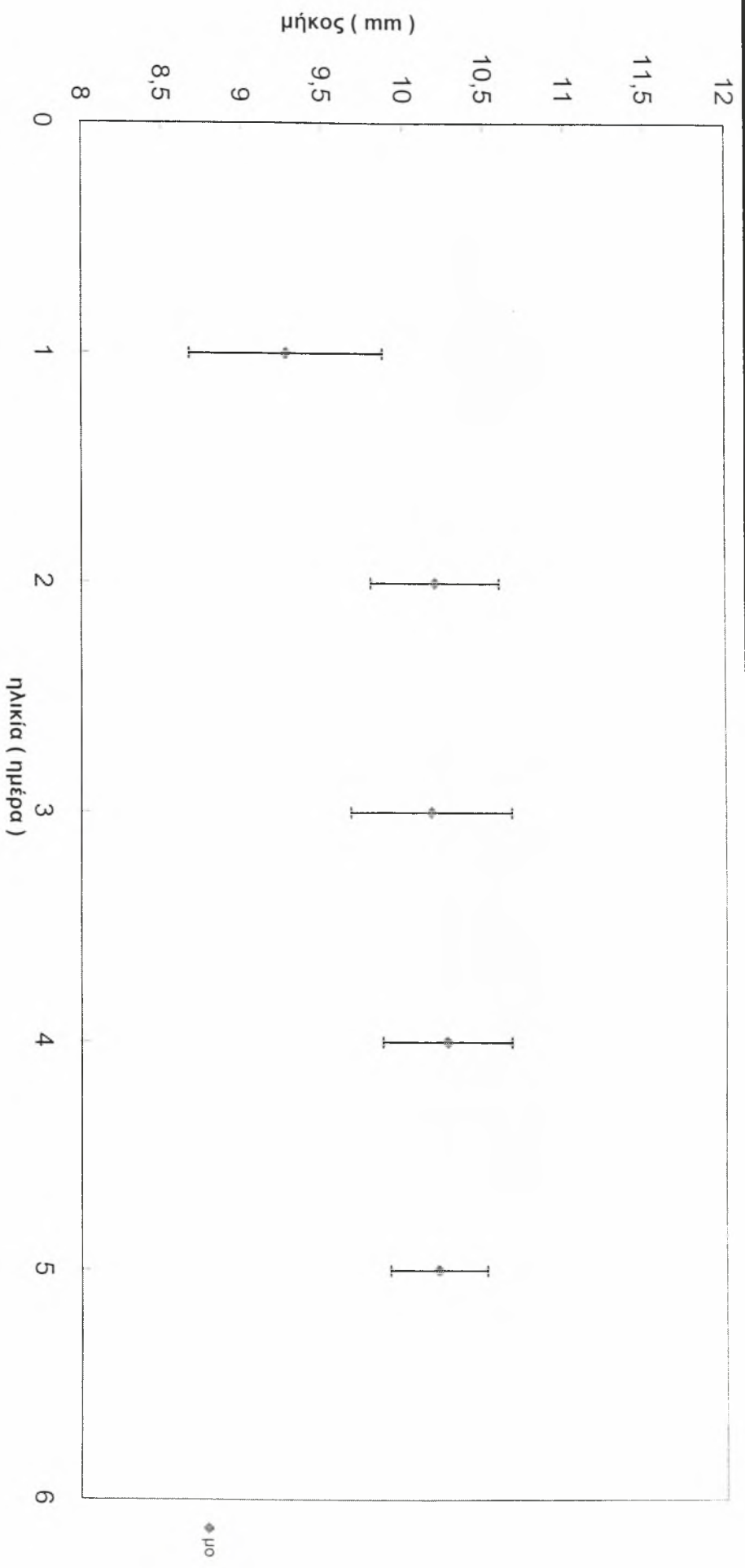
Σχήμα 3: Μεταβολές μήκους λειθοφόρων ιχθυοδίων (μοε τα), ομάδα G7



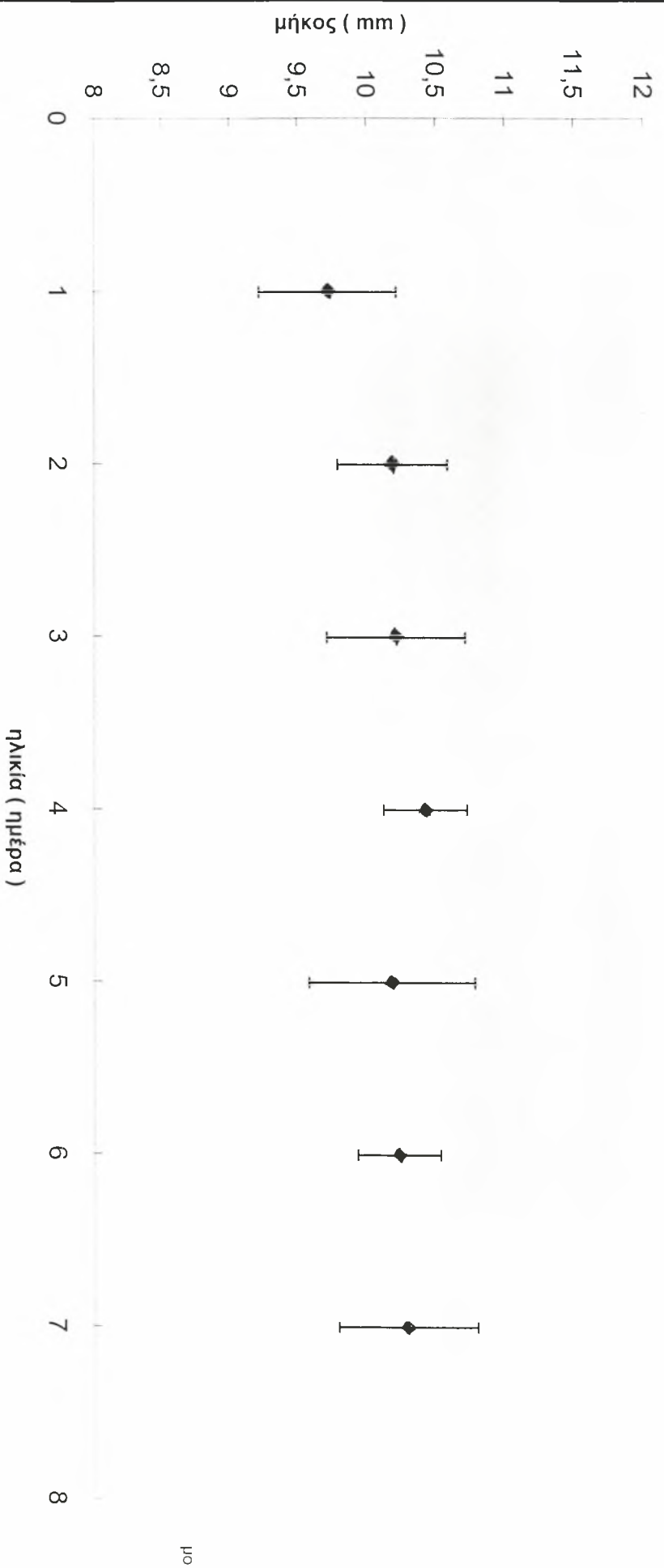
Σχήμα 4 Μεταβολή μήκους λεκιθοφόρων ιχθυοειδών (μσ± τα), ομάδα EFG



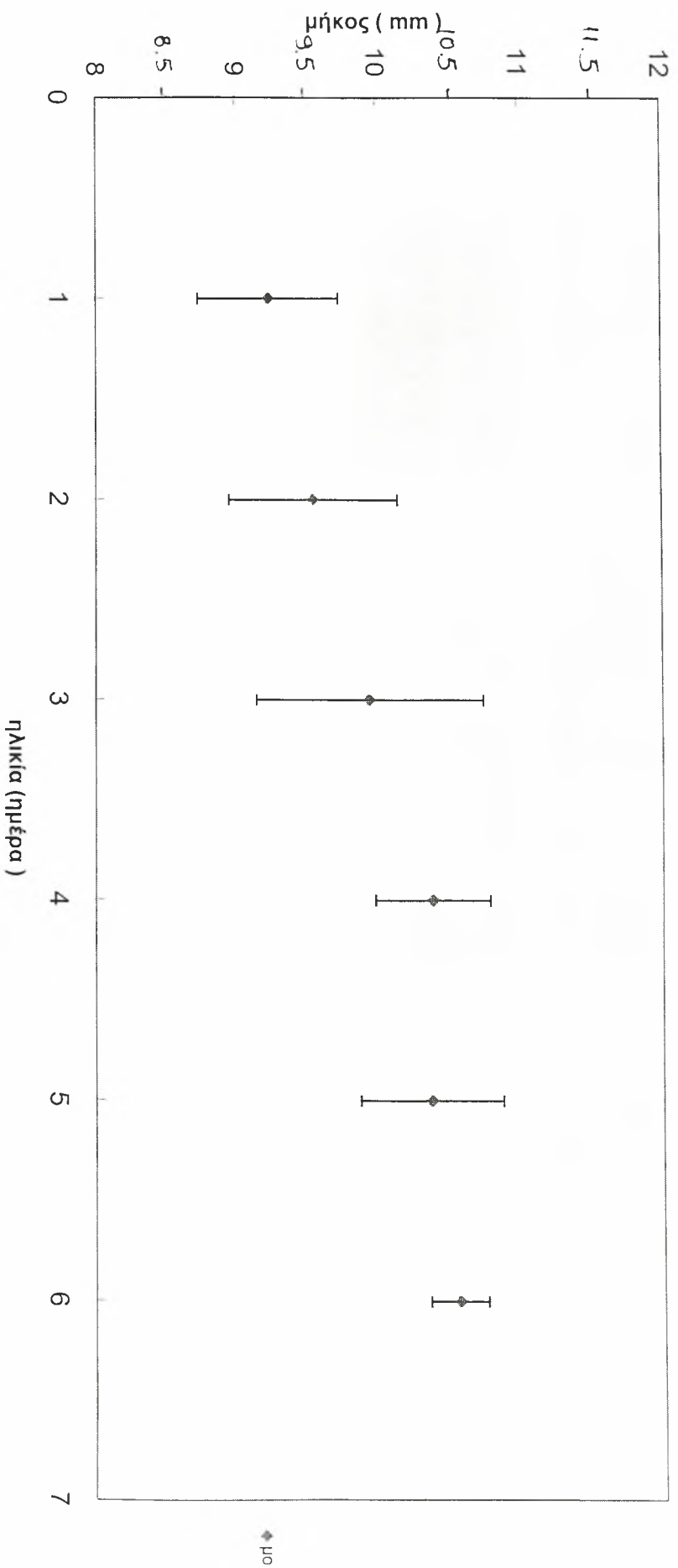
Σχήμα 5: Μεταβολές μήκους Λεκιθοφόρων Ιχθυοειδών (μo ± τα), ομάδα E567



Σχήμα 6: Μεταβολές μήκους Δεκτιθοφόρων Ιχθυοδίων (μο± τα), ομάδα F567



Σχήμα 7: Μεταβολές μήκους Λεκιθοφόρων Ιχθυοδίων (μοστρά), ομάδα G567



Σχήμα 8: Μεταβολές μήκους λεκιθοφόρων ιχθυοδίων (μοτρα), ομάδας EFG567

ΠΙΝΑΚΑΣ VII

Αποτελέσματα στατιστικής επεξεργασίας με χρήση ANOVA 1 στους μέσους όρους μήκους των λεκιθοφόρων ιχθυδίων την ημέρα 1 ($F=3.64$, $P<0.05$)

	E7	F7	G7	EFG7	E567	F567	G567	EFG567
E7							■	
F7							■	
G7					■		■	
EFG7					■	■	■	
E567								
F567							■	
G567								■
EFG567								

Με ■ σημειώνονται οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές (LSD test, $P<0.05$).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΧ

Αποτελέσματα στατιστικής επεξεργασίας με χρήση ANOVA 1 στους μέσους όρους μήκους των λεκιθοφόρων ιχθυδίων την ημέρα 3 ($F=2.08$, $P<0.05$)

	E7	F7	G7	EFG7	E567	F567	G567	EFG567
E7			■			■	■	
F7					■	■	■	■
G7					■	■	■	■
EFG7								
E567								
F567								
G567								
EFG567								

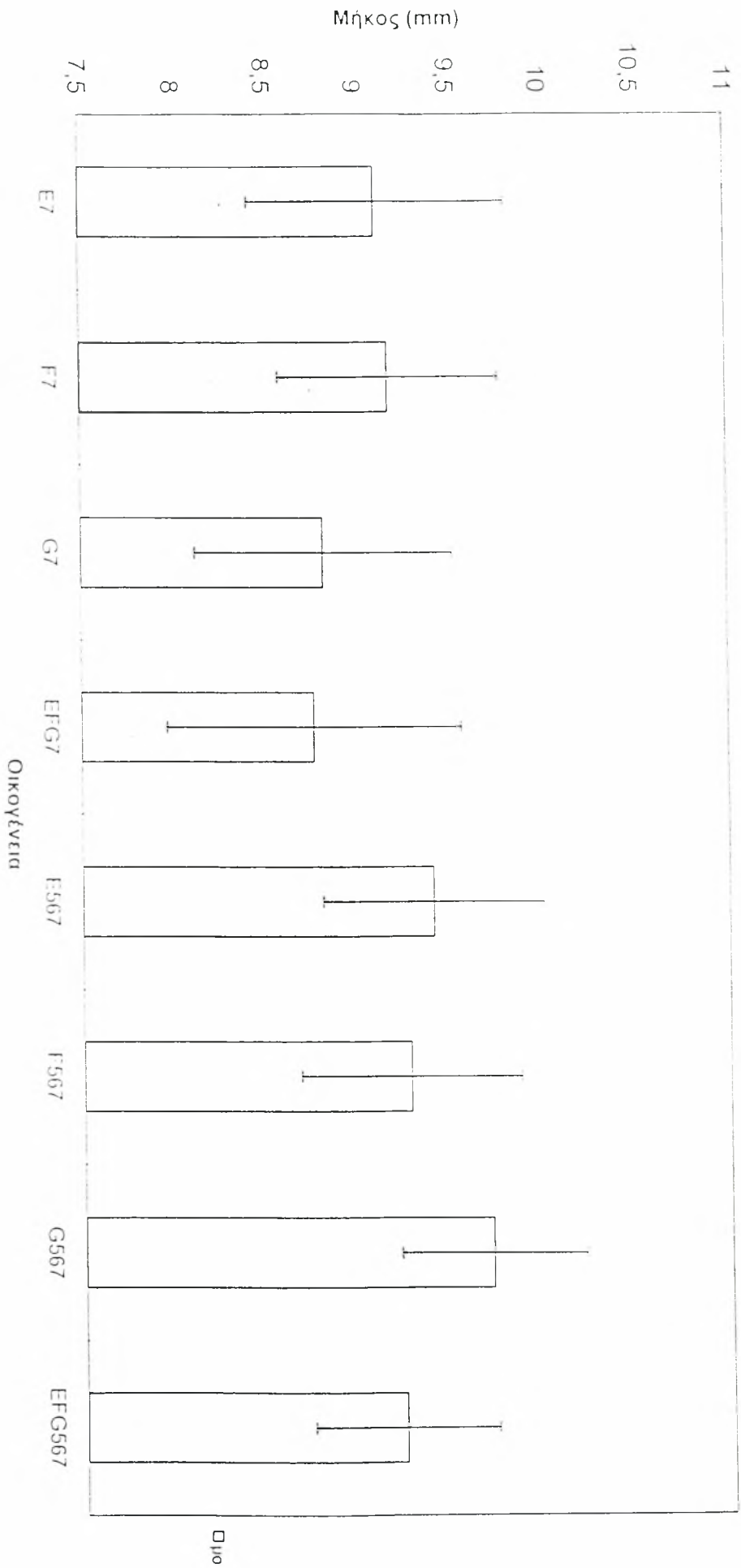
Με ■ σημειώνονται οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές (LSD test, $P<0.05$).

ΠΙΝΑΚΑΣ VIII

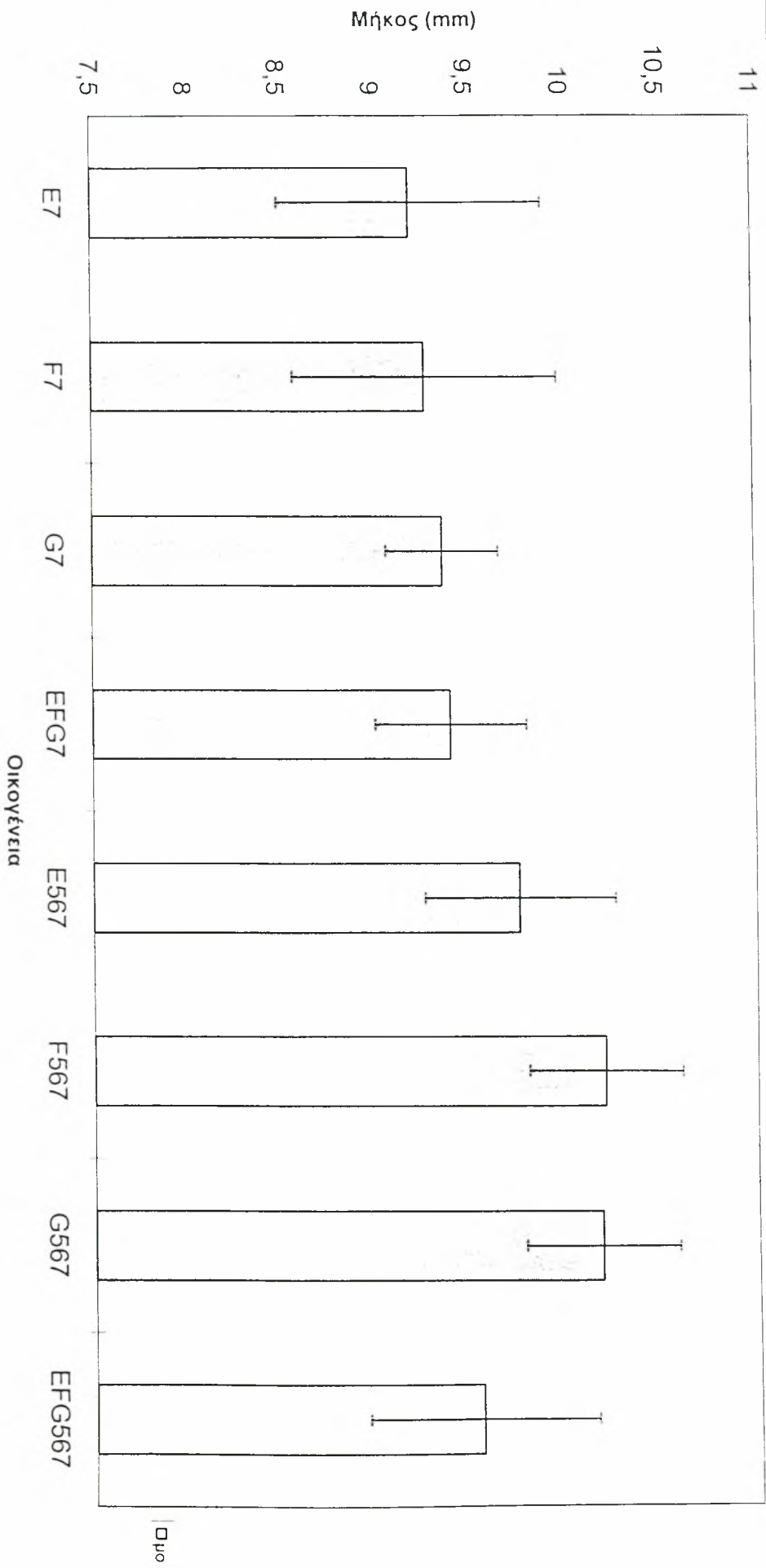
Αποτελέσματα στατιστικής επεξεργασίας με χρήση ANOVA 1 στους μέσους όρους μήκους των λεκιθοφόρων ιχθυδίων την ημέρα 2 ($F=2.09$, $P<0.05$)

	E7	F7	G7	EFG7	E567	F567	G567	EFG567
E7					■	■	■	
F7					■	■		
G7					■	■	■	
EFG7						■	■	
E567						■		
F567							■	
G567								■
EFG567								

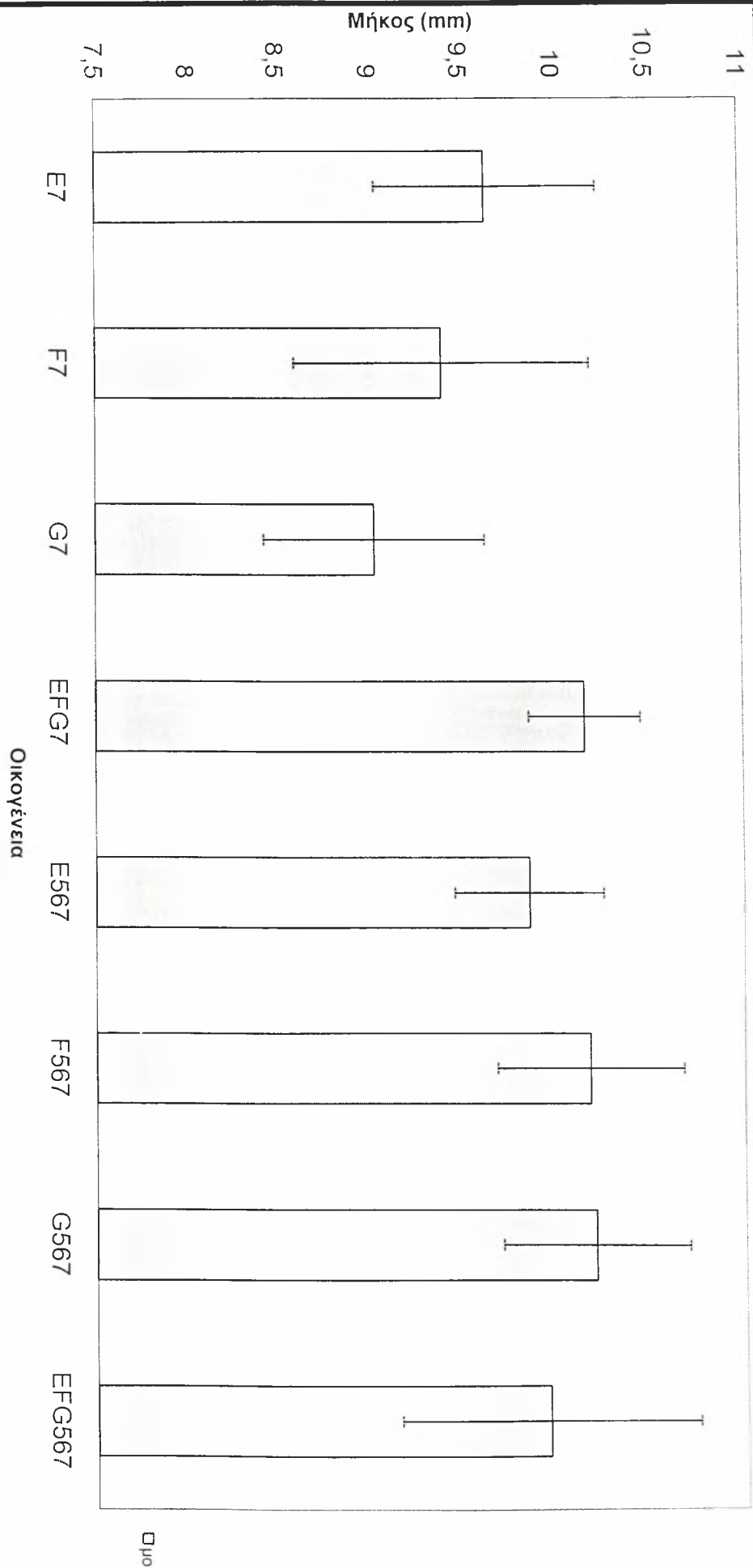
Με ■ σημειώνονται οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές (LSD test, $P<0.05$).



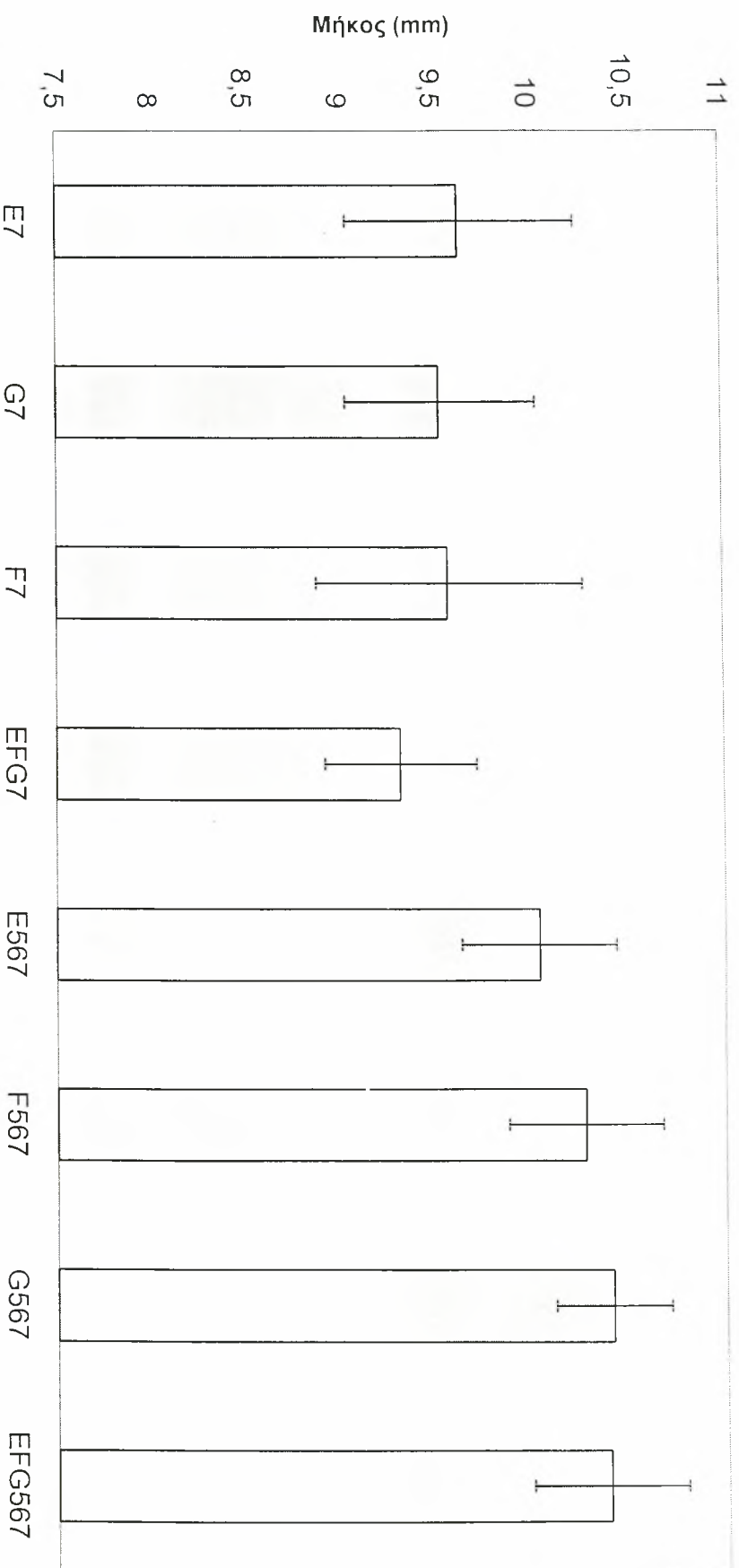
Σχήμα 9: μήκος (μιο ± τα) Δεικιοφύτων ιχθυοδίων 1 μέρα μετά την εκκόλαση



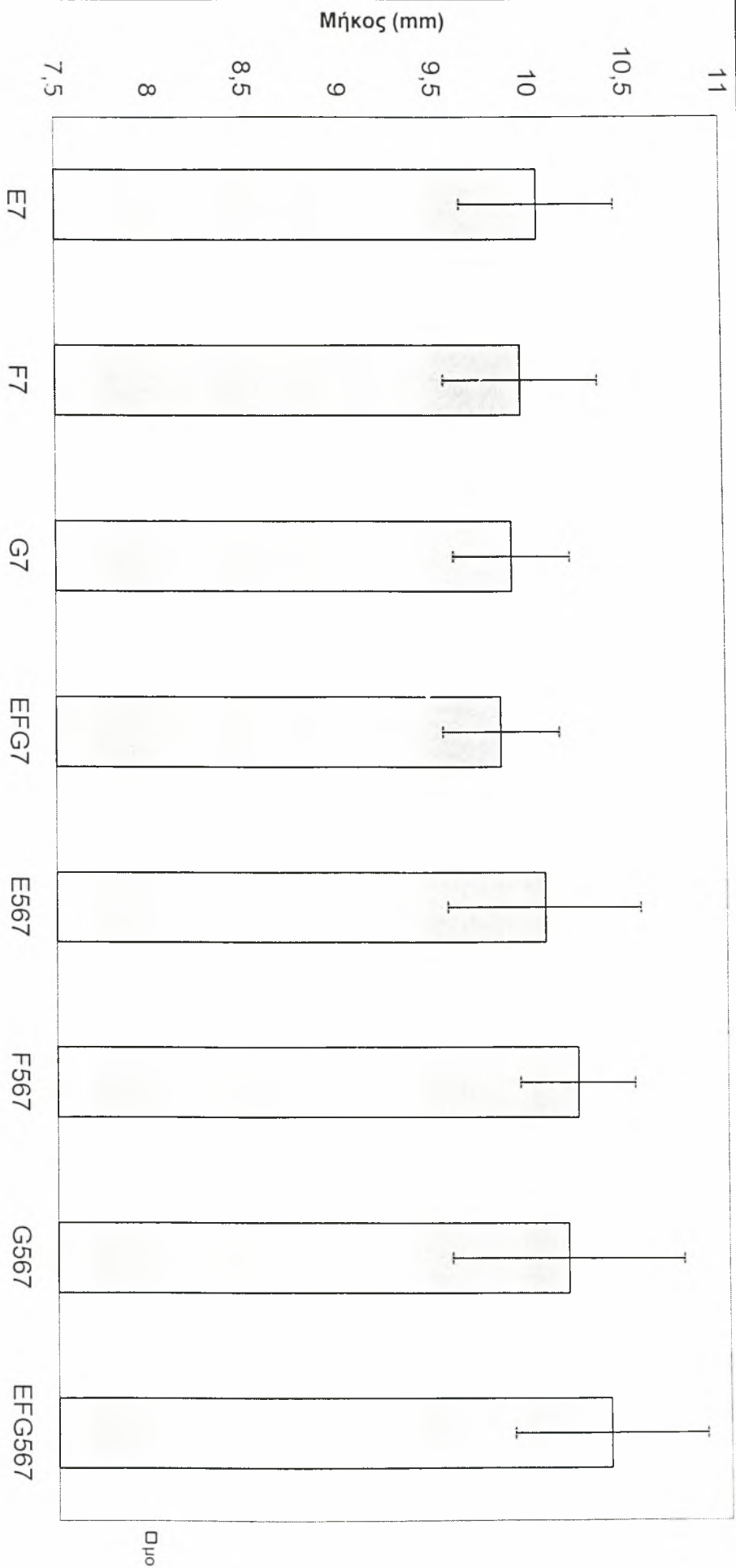
Σχήμα 10: μήκος (μm ± τσ) Δεκιθοφόρων Ιχθυοειδών 2 ημέρες μετά την εκκόλαση



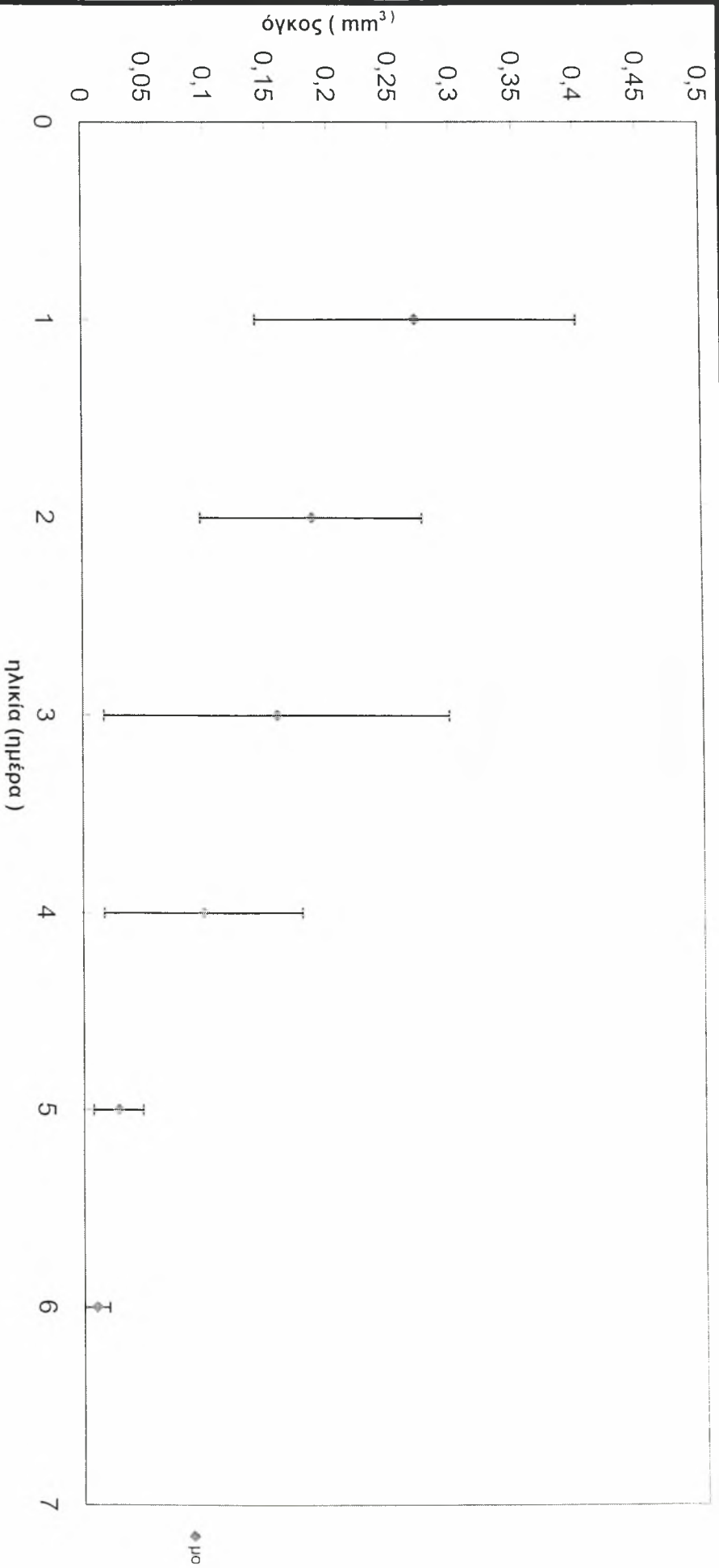
Σχήμα 11: μήκος (µο ± το) λεκιθοφόρων ιχθυοειδών 3 ημέρες μετά την εκκόλαση



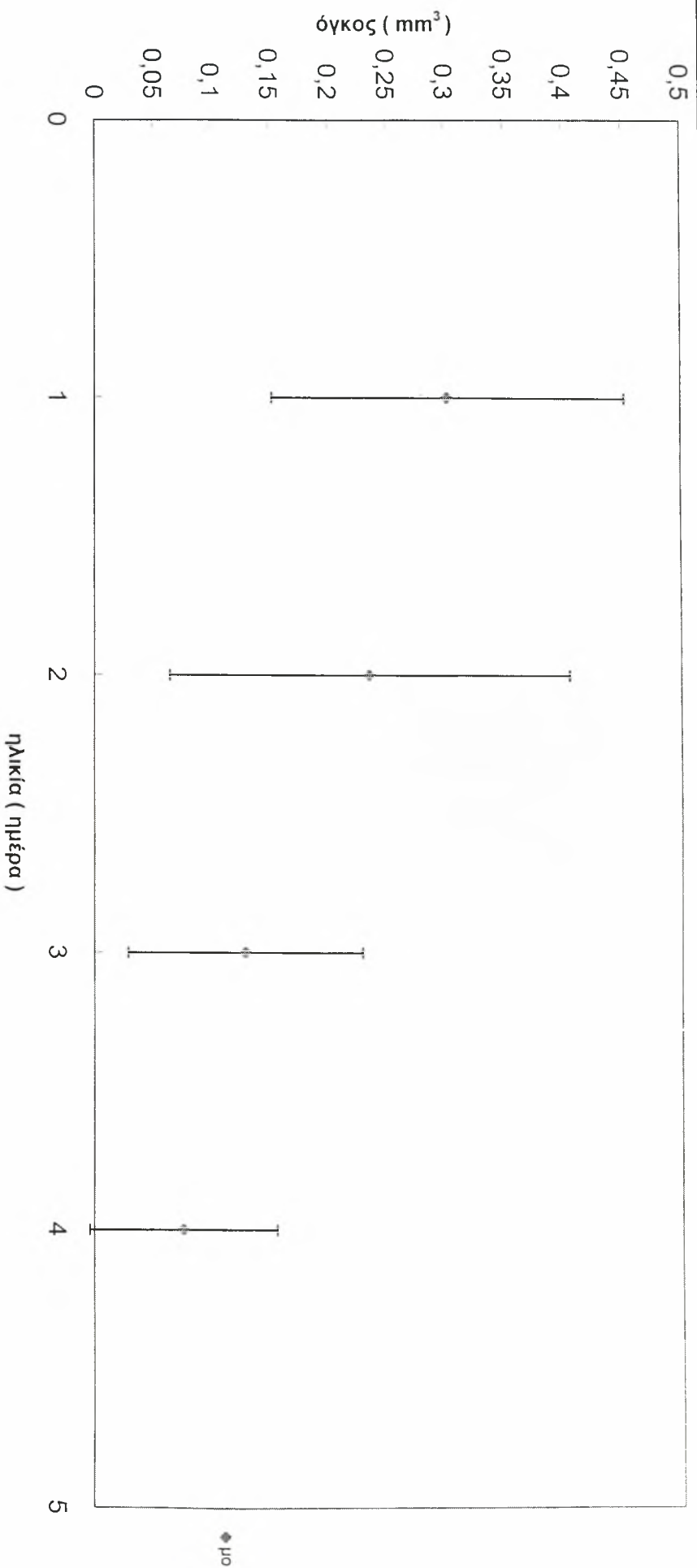
Σχήμα 12: μήκος (μo ± τo) λεκιθοφόρων ιχθυοδίων 4 ημέρες μετά την εκκόλαψη



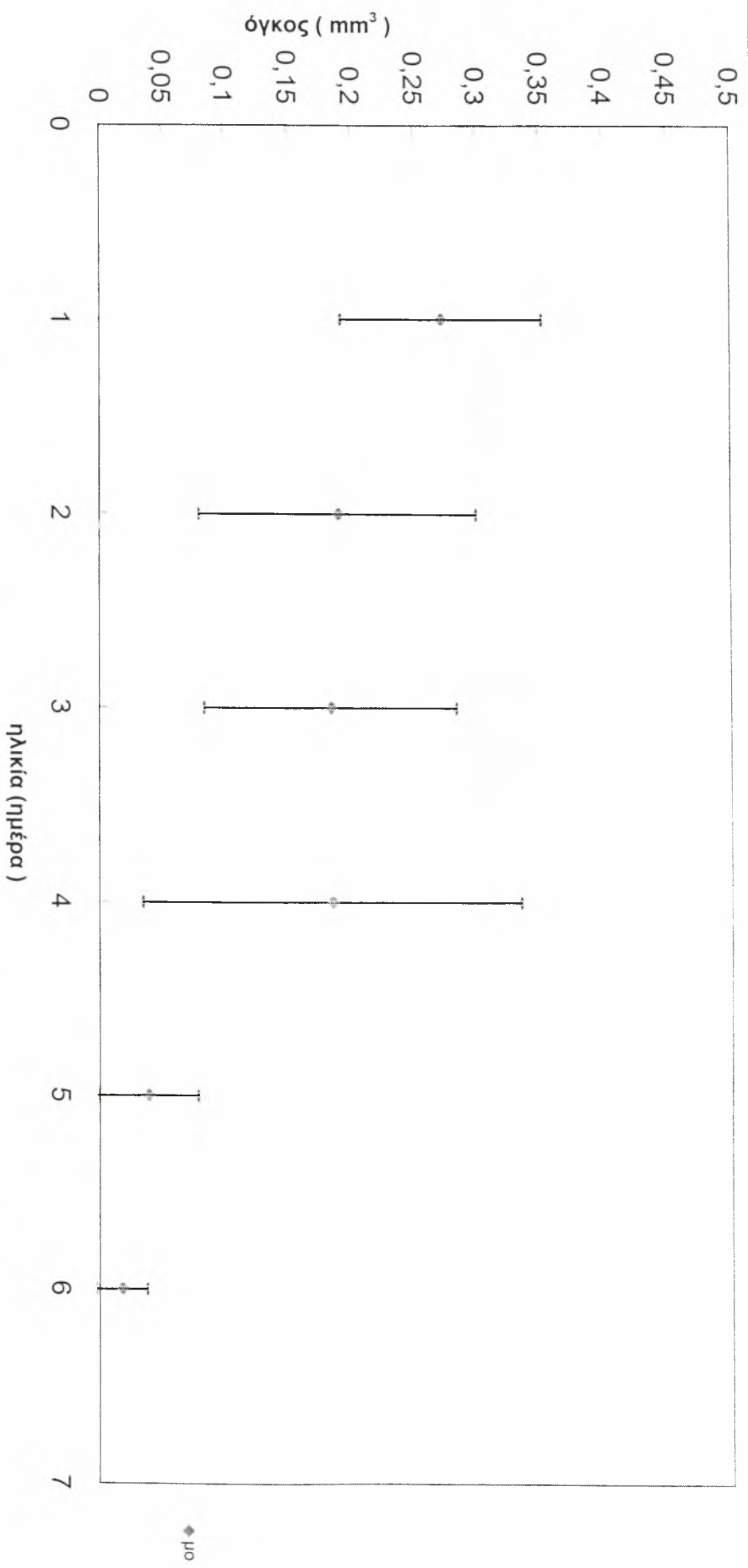
Σχήμα 13: μήκος (μm ± τα) Δεκτιθοφόρων Ιχθυοδίων 5 ημέρες μετά την εκκόλαψη



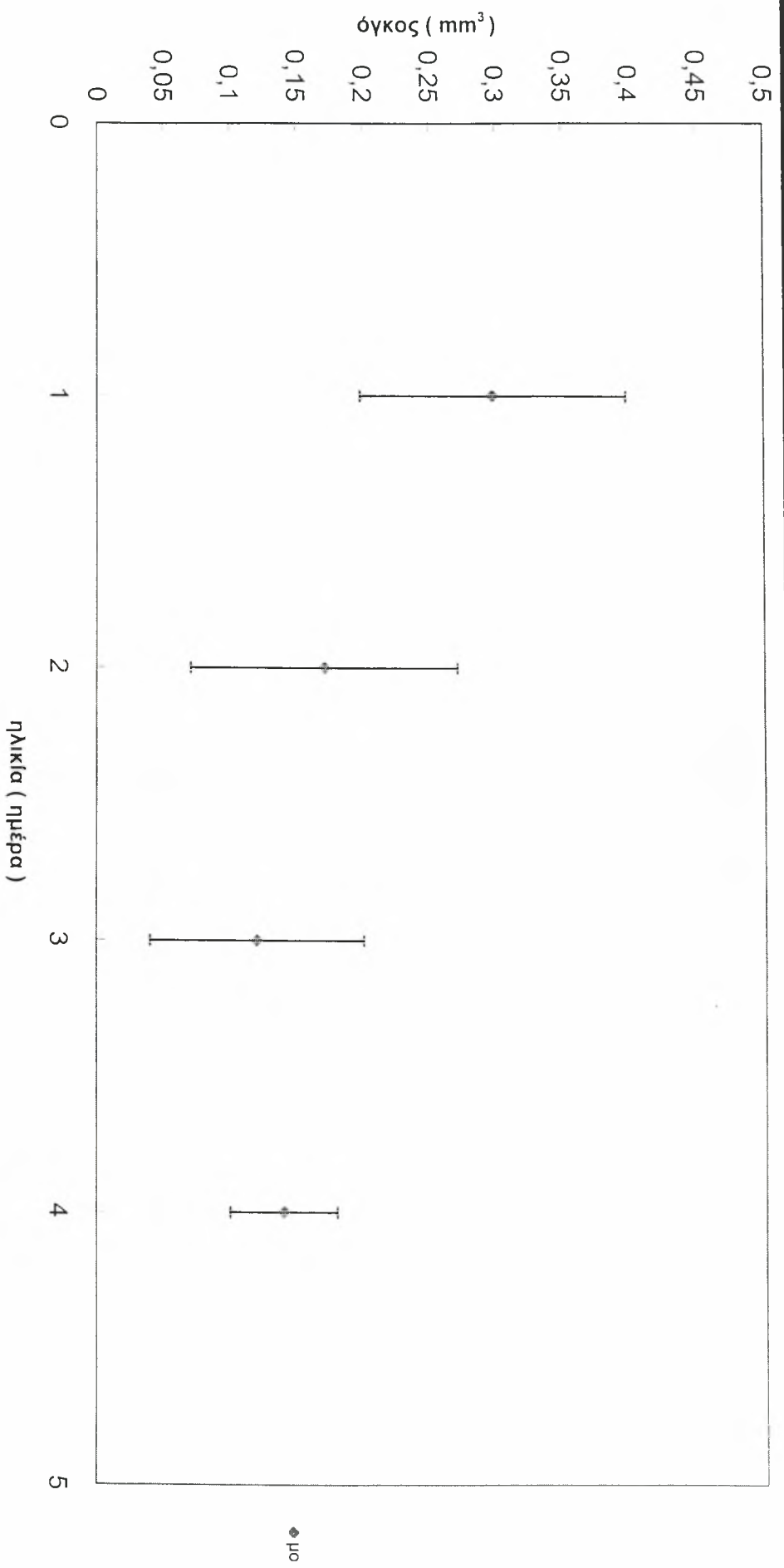
Σχήμα 14: Μεταβολές μέσου όγκου Δεκτικού σάκου Ιχθυοδίων (μo ± τα), ομάδα E7



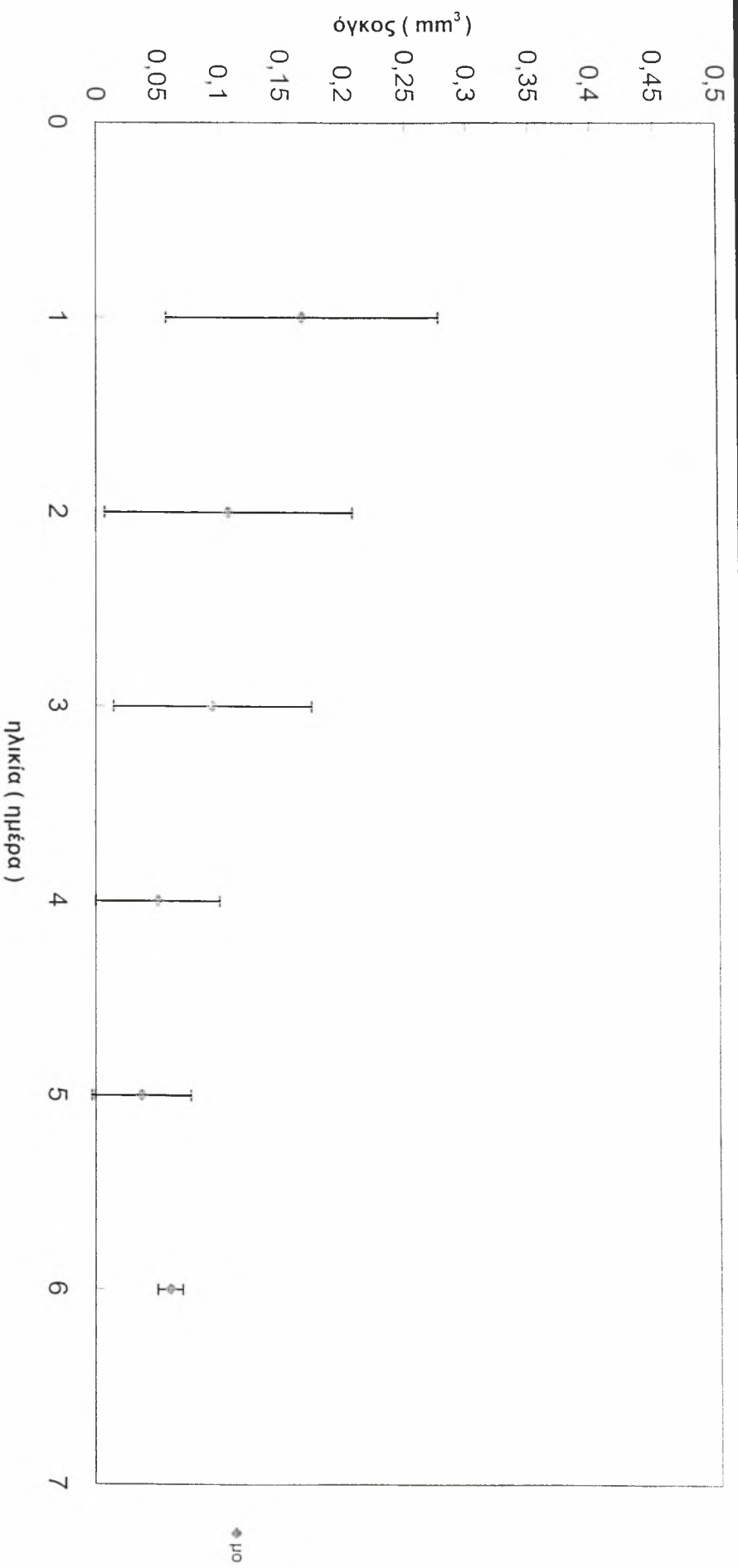
Σχήμα 15: Μεταβολές μέσου όγκου Δεκτιθικού σάκου Ιχθυοδίων (μοίτρα), ομάδα F7



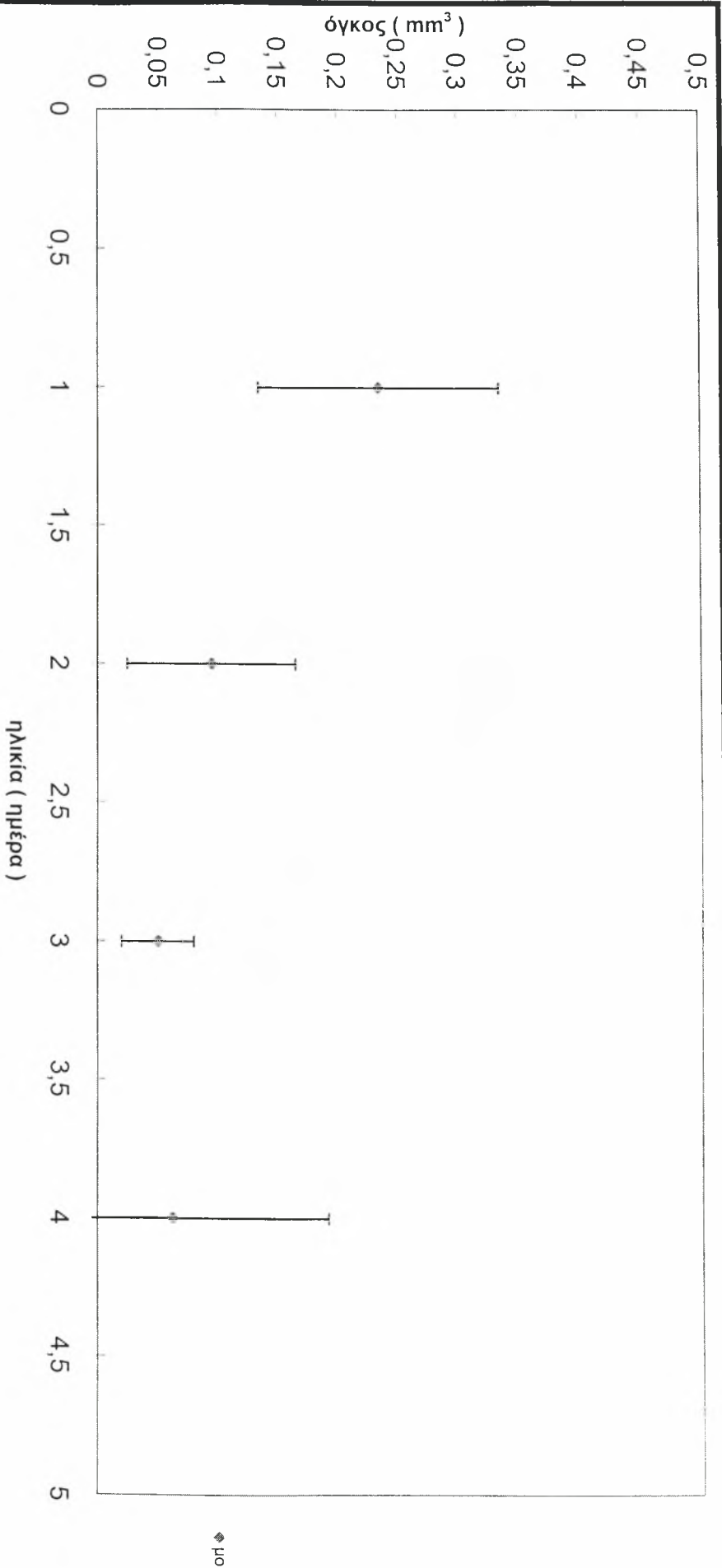
Σχήμα 16: μεταβολές μέσου όγκου λεκιθικού σάκου ιχθυοδίων (μοττα), ομάδα G7



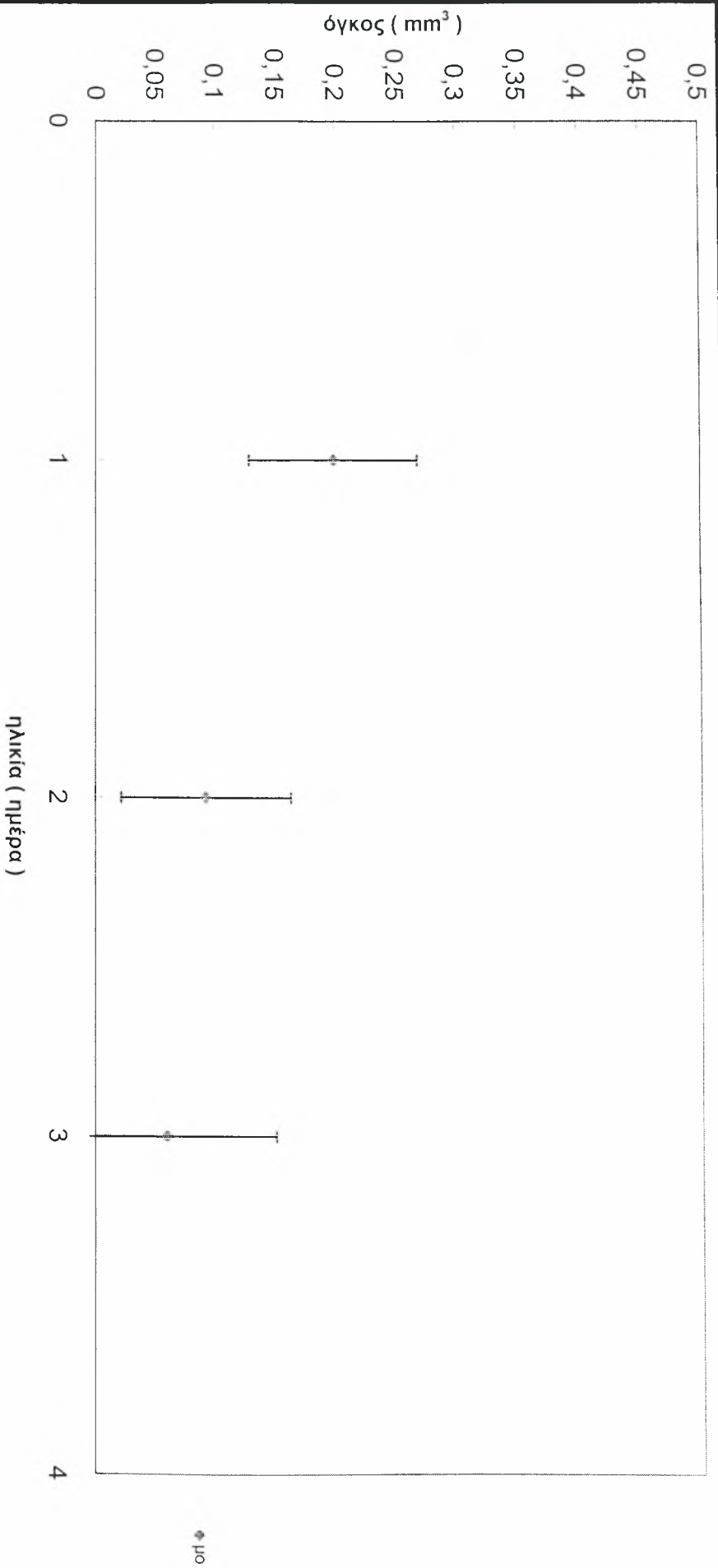
Σχήμα 17: Μεταβολές μέσου όγκου λεκιθικού σάκου ιχθυοδίων (μοῦτρα), ομάδα EFG7



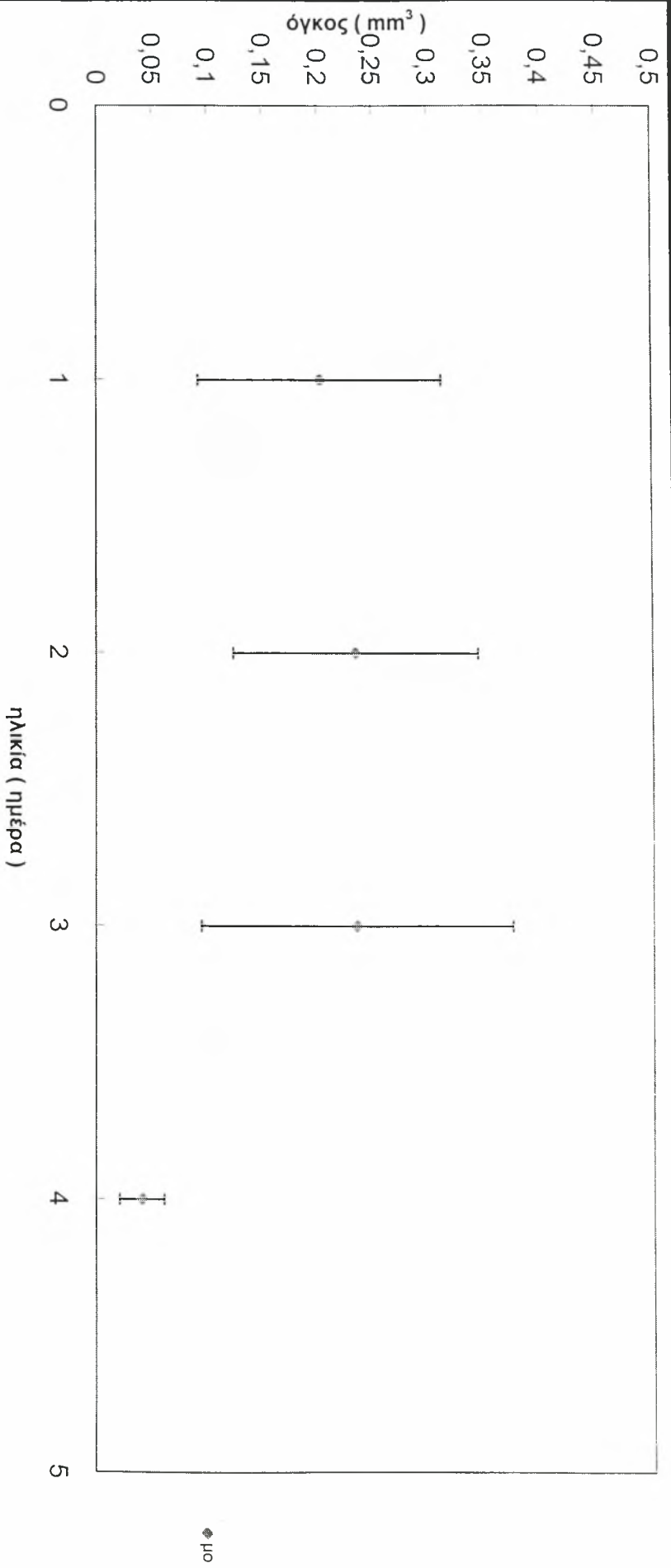
Σχήμα 18:Μεταβολές μέσου όγκου λεκιθικού σάκου ιχθυιδίων (μοίτρα), ομάδα E567



Σχήμα 19: Μεταβολές μέσου όγκου λεκιθικού σάκου ιχθυοδίων (μσ±σ), ομάδα F567



Σχήμα 20: Μεταβολές μέσου όγκου Δερμικού σάκου ιχθυιδίων (μοττα), ομάδα G567



Σχήμα 21: Μεταβολές μέσου όγκου λεκιθικού σάκου ιχθυοδίων (μοττα), ομάδα ΕΠΙ567

Γ.3 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η διάμετρος των αυγών ποικίλλει μεταξύ των θηλυκών ατόμων σε πολλά είδη ψαριών (De Ciechomski, 1966; Knutsen & Tilseth, 1985; Chambers et al., 1989; McEnoy & McEnoy, 1991). Το μέγεθος του αυγού συνήθως σχετίζεται με το μέγεθος του νεαρού ιχθυδίου, που προκύπτει με την εκκόλαψή του (Blaxter & Hempel, 1963; Knutsen & Tilseth, 1985; McEnoy & McEnoy, 1991), και γι αυτό η αυξανόμενη παραλλακτικότητα στο μέγεθος των νεαρών ιχθυδίων, όταν τα αυγά δύο θηλυκών αναμειγνύονται, είναι αναμενόμενη. Παρόλο που η διάμετρος των αυγών που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία οικογενειών δεν ήταν διαφορετική, παρατηρήθηκαν διαφορές στο μέσο ρυθμό παραλλακτικότητας (η αρχική παραλλακτικότητα ήταν μεγαλύτερη). Επίσης η παραλλακτικότητα γύρω από τον μέσο όρο του μήκους αυξανόταν πιο γρήγορα κατά τη διάρκεια της ζωής των νεαρών ιχθυδίων.

Η παραλλακτικότητα των μεγεθών στη ρέγγα δεν επηρεάστηκε από τον αριθμό των γονέων που χρησιμοποιήθηκαν και ξεχωριστά θηλυκά ή αρσενικά άτομα δεν έχουν σημαντική συνεισφορά στην ποικιλομορφία του μεγέθους των απογόνων τους. Εν τούτοις, ο τρόπος μέσω του οποίου η παραλλακτικότητα αναπτύχθηκε δεν ήταν πάντα σταθερός μεταξύ των διασταυρώσεων.

Ο ρυθμός ανάπτυξης έχει καθιερωθεί σαν ένα κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό στα ψάρια (Kinghorn, 1983; Heath & Roff, 1987), υπάρχει όμως, κάποια βάση ώστε να υποθέσουμε ότι η παραλλακτικότητα στους ξεχωριστούς ρυθμούς ανάπτυξης μπορεί να έχει κάποιο γενετικό συστατικό; Σε φυσικές συνθήκες, η παραγωγή των απογόνων με ποικίλλους ρυθμούς ανάπτυξης μπορεί να αποδειχτεί πλεονέκτημα μέσω της αύξησης των ευκαιριών, κάτω από τις οποίες ορισμένα νεαρά άτομα θα

βρεθούν στο κατάλληλο μέγεθος την κατάλληλη στιγμή ώστε να αξιοποιήσουν κάποια πηγή τροφής της οποίας η αφθονία ποικίλλει ετησίως. Εν τούτοις, είναι πιθανό ότι περισσότερο πλεονεκτική στρατηγική για την επιβίωση των νεαρών ατόμων, σε κάθε ιδιαίτερο περιβάλλον, είναι η παραγωγή γρήγορα αναπτυσσόμενων απογόνων, με παράλληλη μείωση της παραλλακτικότητας στο ρυθμό ανάπτυξης (Hunter, 1984; Miller et al., 1991).

Η χαμηλή πυκνότητα των νεαρών ιχθυδίων ψαριών συγκρινόμενη με την τροφή τους, υποθέτει ότι ο συναγωνισμός για την περιορισμένη τροφή δεν θα αποτελούσε πρόβλημα και μεγάλοι αριθμοί ισομεγέθων ξεχωριστών ατόμων πιθανόν να ανταποκρίνονται στο μοντέλο θηρευτής- θήραμα . Ωστόσο, υπάρχει απόδειξη του ότι μεγάλοι μέσοι όροι ανάπτυξης συνοδεύονται και από αυξανόμενη παραλλακτικότητα μεγέθους σε διάφορα στάδια του βιολογικού κύκλου των ψαριών (Chambers et al., 1988; Arnason et al., 1992). Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας, υπάρχει ένδειξη για γονική επίδραση στο μέγεθος των απογόνων. Απαιτείται όμως, περισσότερη έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση, ώστε να εξακριβωθεί ο συνδυασμός των γονέων που δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Το παραπάνω πρέπει να συνδυαστεί και με την επίδραση της διατροφής στα ιχθύδια δεδομένου ότι και οι δύο πειραματικοί κύκλοι επικεντρώθηκαν στο στάδιο των λεκιθοφόρων ιχθυδίων.

Δεν φαίνεται από τα προκαταρκτικά αυτά αποτελέσματα να υπάρχει γονική επίδραση στην παραλλακτικότητα γύρω από το μέσο μήκος. Σε μεγαλύτερης κλίμακας έρευνα θα έπρεπε ωστόσο, να διερευνηθεί και ο παράγοντας της θνησιμότητας. Γι αυτό είναι απίθανο η παραλλακτικότητα να ελεγχθεί μέσω της επιλογής της αναπαραγωγής. Η μείωση της παραλλακτικότητας των μεγεθών γύρω

από το μέσο όρο φαίνεται να είναι δυνατόν να επιτευχθεί με επιδέξιους χειρισμούς των περιβαλλοντολογικών παραγόντων.

Δ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aitken, A.C., 1934. Notes on selection from a multivariate normal population. Proc. Edin. Math. Soc. 4: 106-110
- Allendorf, F.W. and Utter, F.M., 1979. Population genetics. In: W.S. Hoar, D.J. Randell and J.R. Brett (Editors), Fish Physiology 8, Academic Press, New York, NY, pp. 407- 454.
- Amend, D.F. and Nelson, J.R., 1976. Variation in the susceptibility of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* to infectious haemopoetic necrosis virus. J. Fish. Biol., 11: 567- 573.
- Arnason, A.N., M.H. & Hopky, G.E. (1992). Modelling the increase in variance of fish weight. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 2-16.
- Aulstad, D.G., Gjedrem, T. and Skjervold, H., 1972. Genetic and environmental sources of variation in length and weight of rainbow trout (*S. gairdneri*). J. Fish. Res. Board Can., 29: 237- 241.
- Ayles, G.B., 1974. Relative importance of additive genetic and maternal sources of variation in early survival of young splake hybrids (*Salvelinus fontinalis* x *S. namaycush*). J. Fish. Res. Board Can., 31: 1499- 1502.
- Blanc, J.M. and Chevassus, B., 1979. Interspecific hybridisation of salmonid fish. I. Hatching and survival up to the 15th day after hatching in F1 generation hybrids. Aquaculture, 18: 253- 262.
- Blaxter, J.H.S. & Hempel, G. (1963). The influence of egg size on herring larvae, *Clupea harengus* L. Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer 28: 211-240.

- Blaxter, J.H.S. & Hempel, G. (1966). Utilization of yolk by herring larvae. J. Mar. Biol. Ass., UK 46: 219- 234.
- Carlin, B., 1969. Salmon tagging experiments. Laxforskningsinstitutet Meddelande 2- 4, Sverige.
- Chambers, R.C., Legget, W.C. & Brown, J.A. (1988). Variation in and among early life history traits of laboratory-reared winter flounder *Pseudopleuronectes americanus*. Marine Ecology-Progress Series 47: 1- 15.
- Chambers, R.C., Legget, W.C. & Brown, J.A. (1989). Egg size, maternal effects and the correlations between early life history traits of capelin, *Mallotus villosus* : an appraisal at the individual level. Fisheries Bulletin (US) 87: 515- 523.
- Chevassus, B., 1976. Variabilité et héritabilité des performances de croissance chez la truite arc- en-ciel (*Salmo gairdneri* Richardson). Ann. Génét. Sel. Anim., 8: 273- 283.
- Chevassus, B., 1979. Hybridisation in salmonids. Results and perspectives. Aquaculture, 17: 113- 128.
- De Ciechowski, J.D. (1996). Development of the larvae and variation in the size of the eggs of the Argentine anchovy *Engraulis anchoita* Hubbs & Marini. Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer 30: 281-290.
- Dickerson, G.E., 1969. experimental approaches in utilising breed resources. Anim. Breed. Abstr., 37: 191- 202.
- Dunham, R.A., Smitherman, R. O. & Goodman, R . K. (1987). Comparison of mass selection, cross breeding, and hybridization for improving growth of channel catfish. The Progressive Fish Culturist 49: 293-296.
- Edwards, D.j., 1978. Norwegian lake ranching. Fish Farming International, Jyly, pp. 38- 42.

- Edwards, D.j. and Gjedrem, T., 1979. Genetic variation in survival of brovn trout eggs, fry and fingerlings in acid water. S.N.S.F. project, Norway, FR 16/79, 28pp.
- Edwards, D.j. and hjeldnes, S., 1977. Growth and survival of salmonids in waters of different pH. S.N.S.F. project, Norway, FR 10/77, 12pp.
- Edwards, D.j., Austreng, E., Risa, S. and Gjedrem, T., 1977. Carbohydrate in rainbow trout diets. I: Growth of fish of different famillies fed diets containing different amounts of carbohydrate. *Aquaculture*, 11: 31- 38
- Eisen, E.J., 1981. Conclusions from long- term selection experiments with mice. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.*, 97: 305- 319.
- El- Ibiary, H.M. and Joyce, J.A., 1978. Heritability of body size traits, dressing weight and lipid content in channel catfish. *J. Anim. Sci.*, 47: 82- 88.
- Falconer, D.S., 1981. *An introduction to Quantitive Genetics*. 2nd edition. Longman, London and New York, NY, 340 pp.
- Flick, W.A. and Webster, D.A., 1976. Production of wild, domestic and hybrid interstrains of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in natural ponds. *J. Fish. Res. Board Can.*, 33: 1525- 1539.
- Gall, G.A.E., 1969. Quantitive interitance and enviromental response of rainbow trout. In: O.W. Neuhaus and J.E. halver (Editors), *Fish in Research*. Academic Press, New York, NY, pp. 177- 184.
- Gall, G.A.E., 1975. Genetics of reproduction in domesticated rainbow trout. *J. Anim. Sci.*, 40: 19- 28.
- Gall, G.A.E. and Gross, S.J., 1978. A genetic analysis of the performance of three rainbow trout broodstocks. *Aquaculture*, 15: 113- 127.

- Gjedrem, T., 1975. Possibilities for genetic gain in salmonids. *Aquaculture*, 6: 23-29.
- Gjedrem, T., 1976a. Genetic variation in tolerance of brown trout to acid water. S.N.S.F. project, Norway, FR 5/76, 11pp.
- Gjedrem, T., 1976b. Possibilities for genetic improvement in salmonids. *J. Fish. Res. Board Can.*, 33: 1094- 1099.
- Gjedrem, T. and Aulstad, D.G., 1974. Selection experiments with salmon. I. Differences in resistance to vibrio disease of salmon parr (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 3: 51- 59.
- Gjerde, B., 1981a. Genetic variation in production traits of Atlantic salmon and rainbow trout. 32nd Annual Meeting of the European Assosiation for Animal Production, 31 August- 3 September 1981 in Zagreb, Yugoslavia, Paper IV-15.
- Gjerde, B., 1981b. Growth rate and mortality of crosses between strains of Atlantic salmon. 32nd Annual Meeting of the European Assosiation for Animal Production, 31 August- 3 September 1981 in Zagreb, Yugoslavia, Paper IV-16.
- Gjerde, B., Gunnes, K. and Gjedrem, T., 1983. Effect of inbreeding on mortality and growth in rainbow trout. *Aquaculture*.
- Gunnes, K. and Gjedrem, T., 1978. Selection experiments with salmon. IV. Growth of Atlantic salmon during two years in the sea. *Aquaculture*, 15: 19- 23.
- Gunnes, K. and Gjedrem, T., 1981. A genetic analysis of body weight and length in rainbow trout reared in seawater for 18 months. *Aquaculture*, 24: 161- 174.
- Hanson, J.A., 1974. *Open Sea Mariculture*. Dowden, Hutchinson and Ross Inc., Pennsylvania, PA (U.S.A.).

- Heath, D. & Roff, D.A. (1987). Test of genetic differentiation in growth of stunted and nonstunted population of yellow perch and pumpkinseed. Transactions of the American Fisheries Society 116: 98-106.
- Hines, R.S., Wohlfarth, G.W., Moav, R. and Hulata, G., 1974. Genetic differences in susceptibility to two diseases among strains of the common carp. Aquaculture, 3: 187- 197.
- Hunter, J. R. (1984). Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In Marine Fish Larvae (Lasker, R., ed.), pp. 33-47. Seattle: University of Washington Press.
- Ihssen, P., 1973. Inheritance of thermal resistance in hybrids of *Salvelinus fontinalis* and *S. namaycush*. J. Fish. Res. Board Can., 30: 401- 408.
- Kanis, E., Refstie, T. and Gjedrem, T., 1976. A genetic analysis of egg, alevin and fry mortality in salmon, sea trout and rainbow trout. Aquaculture, 8: 259- 268.
- Kincaid, H.L., 1976a. inbreeding in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Board Can., 33:2420- 2426.
- Kincaid, H.L., 1976b. Effects of inbreeding on rainbow trout. Trans. Am. Fish. Soc., 105: 273- 280.
- Kinghorn, B.P., 1980. A model for the optimisation of genetic improvement by the introduction of novel breeds into a native population. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol., 97: 95- 100.
- Kinghorn, B.P., 1981. Quantitive genetics in fish breeding. Ph.D. Thesis. University of Edinburg, pp. 38- 41.
- Kinghorn, B.P., 1982. Genetic effects in crossbreeding. I. Models of Merit. Z. Tierz. Züchtungsbiol., 99: 59- 68.

- Kinghorn, B.P., 1983. A review of quantitative genetics in fish breeding. *Aquaculture* 31: 283-304.
- Kinghorn, B.P., 1983. Genetic variation in food conversion efficiency and growth in rainbow trout. *Aquaculture* 32: 123- 129.
- Kiprichnikov, V.S., 1969. The present state of fish genetics. Genetics, selection and hybridisation of fish. Acad. Sci. U.S.S.R., 269 pp.
- Klupp, R.H., Heil, G. and Pirschner, F., 1978. Effects of interaction between strains and environments on growth traits in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 14: 271- 295.
- Knutsen, G.M. & Tisheth, S., 1985. Growth, development and feeding success of Atlantic cod larvae *Gadus morhua* related to egg size. Transactions of the American Fisheries Society 114: 507- 511.
- Ludwig, G. M. & Tackett, D. L., 1991. Relation between bar grader size and size of striped bass. *The Progressive Fish Culturist* 53: 1528-129.
- McEvoy, L. A. & McEvoy, J., 1991. Size fluctation in the eggs and newly hatched larvae of captive turbot (*Scophthalmus maximus*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 71: 679- 690.
- Mettler, L.E. and Gregg, T.G. 1969. *Population Genetics and Evolytion*. Prentice-Hall, New Jersey, NJ (U.S.A.), 212 pp.
- Miller, J. M., Burke, J. S. & Fitzhugh, G. R., 1991. Early life history patterns of Atlantic North American flatfish: likely (and unlikely) factors controlling recruitment. *Netherlands Journal of Sea Research* 27: 261- 275.
- Minitab Inc., 1991. *Minitab Statistical Software*. State College, PA.
- Moav, R. and Wohlfarth, G.W., 1973. Fish breeding in Israel. In: R. Moav (Editor), *Agricultural Genetics, Selected Topics*. J. Willey, New York, NY, 352 pp.

- Moav, R., Hulata, G. and Wohlfarth, G., 1975. Genetic differences between the Chinese and European races of common carp. I. Analysis of genotype, environment interactions for growth rate. *Heredity*, 34: 323- 340.
- Moav, R., Brody, T., Wohlfarth, G. and Hulata, G., 1976. Applications of electrophoretic genetic markers to fish breeding. I. Advantages and methods. *Aquaculture*, 9: 217- 228.
- Moav, R., Brody, T. and Hulata, G., 1978. Genetic improvement of wild fish populations. *Science*, 201: 1090- 1094.
- Muniz, I. and Grande, M., 1974. A report in S.N.S.F. project, Norway, FR 3/74, 29- 39.
- Naevdal, G., Holm, M., Ingebrigtsen, O. and Moller, D., 1978. variation in age at first spawning in Atlantic salmon. *J. Fish. Res. Board Can.*, 35: 145- 147.
- Nygren, A., Nilsson, B. and Jahnke, M., 1972. cytological studies in Atlantic salmon from Canada, in hybrids between Atlantic salmon from Canada and Sweden and in hybrids between Atlantic salmon and sea trout. *Hereditas*, 70: 295- 306.
- Ord, W.M., Berre, M. and Kinkelin, P., 1976. Viral haemorrhagic septicaemia: comparative susceptibility of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and hybrids (*S.gairdneri* x *Oncorhynchus kisutch*) to experimental infection. *J. Fish. Res. Board Can.*, 33: 1205- 1208.
- Panagiotaki, P. and Geffen, A.G., 1992. Parental effects on size variation in fish larvae. *Journal of Fish Biology*, 41: 37- 42.
- Παπαναστασίου, Δ.Π., 1990. Τεχνολογία και ποιοτικός έλεγχος αλιευμάτων.
- Παπουτσόγλου, Σ.Ε., Βόλος 1994. Πανεπιστημιακές παραδόσεις.
- Πνευματικάτος Γ.Η., 1983. Ιχθυοτροφία και ιχθυοπαθολογία.

- Purdom, C.E., 1972a. Genetics and fish farming. .Lab. Leaflet No. 25, Fisheries Lab., Lowestoft, U.K.
- Purdom, C.E., 1976. Genetic techniques in flatfish culture. J. Fish. Res. Board Can., 33: 1088- 1096.
- Refstie, T., 1980. Genetic and environmental sources of variation in body weight and length of rainbow trout fingerlings. Aquaculture, 19: 351- 357.
- Refstie, T. and Austreng, E., 1981. Carbohydrate in rainbow trout diets. III. Growth and chemixal composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diet. Aquaculture, 25: 35- 49.
- Refstie, T. and Gjedrem, T., 1975. Hybrids between Salmonidae species. Hatchability and growth rate in the fresh water period. Aquaculture, 6:333- 342.
- Refstie, T. and Steine, T.A. and Gjedrem, T., 1977b. Selection experiments with salmon. II. Proportion of Atlantic salmon smoltifying at one year of age. Aquaculture, 10: 231- 242.
- Riddel, B.E., Leggett, W.C. and Saunders, R.L., 1981. Evidence of adaptive polygenic variation between two populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) native to tributaries of the S.W. Miramichi River, N.B. Can. J. fish. Aquat. Sci., 38: 321- 333.
- Roberts, R.J. and Shepherd, C.J., 1986. Handbook of trout and salmon diseases.
- Robertson, A., 1960. A theory of limits in artificial selection. Proc. R. Soc. (B)., 153: 234- 239.
- Robinson, G.D., Dunson, W.A., Wright, J.E. and Mamolitlo, G.E., 1976. Differences in low pH tolerance among strains of brook trout. J. Fish. Biol., 8: 5-17.

- Saunders, R.L. and Bailey, J.K., 1980. The role of genetics in Atlantic salmon management. In: A.E.J. Went (Editor), Atlantic salmon: its Future. Proceedings of 2nd International Atlantic Salmon Symposium, Edinburgh, 1978, pp 182- 200.
- Scheel, J.J., 1966. Taxonomic studies of African and Asian tooth carps (Rivulinae) based on chromosome numbers, haemoglobin patterns, some morphological traits and crossing experiments. Vidensk. Medd. Dan. Naturl. Foren., No. 129, Inst. Genetics, Univ. Copenhagen.
- Schwedler, T. E., Collier, J. A. & Davis, S. A. (1990). Variability of harvest sizes of channel catfish as related to stocking-size variability. The Progressive Fish Culturist 52: 185-188.
- Stansfield, W.D., 1983 Schaum's Outline of Theory and Problems of Genetics
- Swarts, F.A., Dunson, W.A. and Wright, J.E., 1978. Genetic and environmental factors involved in increased resistance of brook trout to sulphuric acid solutions and mine acid polluted waters. Trans. Am. Fish. Soc., 107: 651-677.
- Tave, D. and Smitherman, R.O., 1980. Predicted response to selection for early growth in *Tilapia nilotica*. Trans. Am. Fish. Soc., 109:439- 445.
- Thorpe, J.E., 1977. Bimodal distribution of length of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under artificial rearing conditions. J. Fish. Biol., 11: 175- 184.
- Turner, H.N. and Young, S.S.Y., 1969. Quantitative Genetics in Sheep Breeding. Cornell University Press. NY, 332 pp.
- Wilkins, N.P., 1981. The Rationale and relevance of genetics in aquaculture: An overview. Aquaculture, 22: 209- 228.

Wohlfarth, G., Moav, R., Hulata, G. and Beiles, A., 1975a. Genetic variation in seine escapability of the common carp. *Aquaculture*, 5: 375- 387.

Wohlfarth, G., Moav, R. and Hulata, G., 1975b. Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp. II. Multicharacter variation- a response to the diverse methods of fish cultivation in Europe and China. *Heredity*, 34: 341- 350.

Ζέρβας Ν.Π., 1984. Γενετική και βελτίωση αγροτικών ζώων.

Ε. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Γενετική βελτίωση: μεταβολή της μέσης φαινοτυπικής αξίας των πληθυσμών έτσι ώστε να επιτευχθούν καλύτεροι φαινότυποι για ιδιότητες με οικονομική σημασία (βελτίωση αποδόσεων) αλλά και μεταβίβαση όσο το δυνατό μεγαλύτερου μέρους της κληρονομικής ανωτερότητας από γενεά σε γενεά.
2. Ποσοτική γενετική: τομέας της επιστήμης της γενετικής που ασχολείται με τα ποσοτικά (μη ποιοτικά) χαρακτηριστικά.
3. Μαζική επιλογή: ο πληθυσμός επιλέγεται και αναπαράγεται μαζικά με βάση τις ατομικές επιδώσεις, χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψη οι αποδόσεις των συγγενικών τους ατόμων.
4. Καθαρές σειρές ή γραμμές: είναι υποπληθυσμοί μέσα σε ένα είδος, που προκύπτουν από κλειστή αναπαραγωγή και επιλογή σε μια ομάδα ψαριών, χωρίς ή με αιμομειξία διάφορων εντάσεων, με σκοπό την ενίσχυση και την τυποποίηση ορισμένων γνωρισμάτων ή τη χρησιμοποίησή τους σε σύζευξη με άτομα άλλων γραμμών για την εκμετάλλευση της καλής μεταξύ τους συνδυαστικότητας.
5. Αιμομειξία: ονομάζεται η παραγωγή απογόνων από άτομα που είναι συγγενικά μεταξύ τους. Δύο άτομα είναι συγγενικά, όταν έχουν έναν ή περισσότερους κοινούς προγόνους.
6. Γονιδιακός τόπος: καλείται η ειδική θέση, που κατέχει το γονίδιο πάνω στο χρωμόσωμα.

7. Συντελεστής αιμομειξίας (F): αντιπροσωπεύει το ποσοστό των ετεροζύγων ζευγών γονιδίων, που γίνονται σε κάθε γενεά ομοζύγωτα.
8. Ένταση επιλογής: καθορίζεται από το μέγεθος του διαφορικού¹⁶ της επιλογής (δηλαδή το ποσοστό των ατόμων του πληθυσμού που επιλέγεται και προορίζεται για αναπαραγωγή).
9. Επίσταση: περιλαμβάνει την διαλληλομορφική γονιδιακή καταστολή ή το αποτέλεσμα κάλυψης που έχει ένας γονιδιακός τόπος πάνω στην έκφραση ενός άλλου γονιδιακού τόπου.
10. Συντελεστής κληρομονησιμότητας (h^2): υπολογίζει την αναλογία της φαινοτυπικής παραλλακτικότητας, που οφείλεται σε διαφορές που προκαλούνται από ολόκληρο τον γονότυπο. Ωστόσο με τη στενή του έννοια υπολογίζει το μέρος των φαινοτυπικών διαφορών μεταξύ των αναπαραγόμενων ζώων που αναμένεται να εμφανιστούν στους απογόνους.
11. Συγχρονισμός αναπαραγωγικής ωρίμανσης: βιοτεχνολογική μέθοδος που αποσκοπεί στην εκδήλωση της γεννητικής ωριμότητας εκτός φυσιολογικού κύκλου και επιτυγχάνεται, ανάλογα με την περίπτωση, με κατάλληλη χρήση φωτοπεριοδισμού, ορμονών, ειδικών συνθηκών εκτροφής κλπ.
12. Υβρίδιο: ονομάζεται το προϊόν της σύζευξης μεταξύ ατόμων τα οποία ανήκουν σε διαφορετικά είδη (ο υβριδισμός αποτελεί τον υψηλότερο δυνατό βαθμό ετερομειξίας).
13. «στύψιμο»: τα γεννητικά προϊόντα (αυγά και σπέρμα), εξέρχονται έπειτα από μάλαξη της κοιλιάς των γεννητόρων, όταν αυτοί είναι έτοιμοι για ωοτοκία και εκσπερμάτιση.
14. Fish pox disease: ευλογιά- συνηθισμένη δερματική νόσος του κυπρίνου, που χαρακτηρίζεται από την παρουσία στο δέρμα λευκών εξανθημάτων και μικρών

οιδημάτων, η οποία όμως δεν έχει καμία σχέση με την ευλογία των κατοικιδίων ζώων και του ανθρώπου.

15. Swim bladder (disease): νυκτική κύστη- υδροστατικό όργανο το οποίο χρησιμοποιείται από τα ψάρια για ρύθμιση της πλευστότητας στα διάφορα βάθη. Επίσης μπορεί να λειτουργεί σαν κοίλο όργανο λήψεως πολύ χαμηλών συχνοτήτων. Οποιαδήποτε βλάβη σ' αυτό το όργανο επιφέρει δυσμενή αποτελέσματα στην πλευστική ικανότητα των ψαριών.
16. Διαφορικό επιλογής: καλείται η διαφορά μεταξύ του μέσου όρου των επιλεγέντων ατόμων και του μέσου όρου του αρχικού πληθυσμού. Το μέγεθος του διαφορικού επιλογής μετράει την ένταση της επιλογής.
17. Ετέρωση ή υβριδικό σφρίγος: φαινόμενο που παρατηρείται κατά τη σύζευξη μεταξύ ατόμων, που ανήκουν σε διαφορετικές σειρές ή διαφορετικά είδη ζώων. Οι απόγονοι από τέτοιες συζεύξεις εμφανίζουν κατά το πλείστον αυξημένη γονιμότητα και ποσοστό επιβίωσης, καλύτερη υγεία και αντοχή, καλύτερη εκμετάλλευση των τροφών κλπ. Από τις παραπάνω ιδιότητες μερικές συμβάλλουν με τρόπο ώστε τα υβρίδια ή οι μιγάδες να εμφανίζουν παραγωγικότητα ή απόδοση ανώτερη του μέσου όρου των γονέων. Η ετέρωση εκδηλώνεται σε εντονότερο βαθμό κατά τον υβριδισμό (σύζευξη μεταξύ ειδών) και μετά από διασταύρωση μεταξύ των αιμόμεικτων σειρών.
18. Κόχο σολομός: *Oncorhynchus kisutch*.
19. Γυνογένεση: βιοτεχνολογική μέθοδος που αποσκοπεί στη δημιουργία μόνο θηλυκών ατόμων. Πραγματοποιείται κατά περίπτωση με χρήση αρσενικών ορμονών, ακτινοβολίας κλπ.
20. Αναστροφή φύλου: βιοτεχνολογικές μέθοδοι που αποσκοπούν όχι μόνο σε αντιστροφή των δευτερευόντων φυλετικών χαρακτηριστικών αλλά και στην

παραγωγή πρωτεϊνών φυλετικών χαρακτηριστικών. Το λειτουργικό άτομο που προκύπτει μετά την αντιστροφή (πχ. αρσενικό) εξακολουθεί γενετικά να παραμένει θηλυκό.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ανακουφισμένος, με το τέλος αυτής της εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όσους με ανέχτηκαν τη δύσκολη αυτή περίοδο της συγγραφής της και ιδιαίτερα τους καθηγητές μου κ.κ. Α. Θεοδώρου, Σ. Τζώρτζιο και Π. Παναγιωτάκη για την πολύτιμη συμπαράσταση και βοήθεια που μου προσέφεραν.

Επίσης μέσα από την καρδιά μου, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με στήριξε με τον καλύτερο τρόπο στα χρόνια της φοιτητικής μου ζωής.

ПАРАРТИМА

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΜΗΚΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ 1, (mm)

E7,H1	F7,H1	G7,H1	EFG7,H1	E567,H1	F567,H1	G567,H1	EFG567,H1
9,6	9,4	8,9	9,4	9,1	9,9	9,2	9,3
9,3	10,1	8,8	7,2	8,8	9,3	9,8	9,3
9,6	10,2	9,4	8,3	9,7	9,5	9,7	9,1
9,2	8,5	9,2	8,8	9,5	8,9	9,7	9,5
9,5	9,3	9,1	8,5	10	9,8	10,4	9,4
8,4	9,7	7,2	9,4	9,6	9,6	9,9	9
9,8	8,8	9	9,5	9	9	9,9	10
8,3	8,3	8,9	8,3	10	9,9	9,7	9,8
9,5	9,4		9,4	9	9,2	8,8	9,6
9,9	8,3			9,1	8,9	9,7	9,5
9,3	8,9			10,1	9,1	9,7	9,4
9,4	9,2			8,6	8,9	10	8,4
9,3				9,5	7,7	9,5	8,2
9,7				9,8	8,3	9,8	8,7
9,8				9,7	10,1	8,4	8,6
9,5				9,9	9,3	9,6	9,3
8,9				9	9,3	9,9	9,7
8,8				9,6	8,5	10,4	8,7
8,4				10	10,4	10,3	9,4
9,8				9,6	9,2	9,9	9,8
9,8				8,6	9,1		
9,9				9,4	8,7		
8,7				10	9,7		
8,5				10	10,1		
7,7				8,1	9,6		
7,8				10	9		
9,8				8,7	9,4		
9,1				8,4			
8,7				9,8			
7,4							

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΜΗΚΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ 2 , (mm)

E7, H2	F7,H2	G7,H2	EFG7,H2	E567,H2	F567,H2	G567,H2	EFG567,H2
9,4	9,3	9,3	8,8	9,2	9,7	10,8	8,5
9,6	10,4	10	9,6	9,9	10	9,8	9,4
7,8	8,7	9,3	9,4	9,7	10,4	10,3	9,5
9,1	9,3	9,4	9,3	10,1	10,1	10,1	9,1
8,6	8,5	8,8	9,3	9,9	9,4	9,9	9,8
9	10,2	9,3	10	9,3	10,7		9,6
9	8,8	9,4		10	10,6		9,1
8,9	9,2	9,4		9,7	10		9,5
8,3	9	9,1		9,2	10,9		10,2
9,9	8,6	9,6		10,3	10,6		10,8
9,5	8,7	9,1		10,3	10,4		
9,8	10,6	9,6		9	10,1		
8		9,4		9,4	10,2		
10,2		10		10,5	9,7		
10		8,8		10,2			
9,6		9,3		10			
9,7				9,1			
				9,7			
				10,3			
				9,4			
				9,3			
				9,5			
				9			
				9,9			
				8,9			
				10,1			
				10,2			
				9,3			
				9,9			
				10,5			
				10,1			
				9,7			
				9,8			
				10,2			
				9,9			

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΜΗΚΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ 3, (mm)

E7,H3	F7,H3	G7,H3	EFG7,H3	E567,H3	F567,H3	G567,H3	EFG567.H3
8,6	10,1	9,6	10,2	9,1	10,2	10,3	9,7
10,3	10,4	10,2	9,7	9,5	9,7	10,6	10,4
10,5	9,2	9	10,3	9,9	9,7	9,7	8,6
10	10,2	8,3	10,4	9,9	9,7	9,6	9,3
10,1	9,8	8,2		10,1	10,5	10,4	10,7
9,7	8,8	8,7		9,8	10,2	10,7	8,8
9,5	8,6	9		9,7	10,3	10,7	10,6
9,5	9,2	9,3		10,6	11	9,6	10,6
10,2	8,7	8,3		9,9	10,3		10,5
10,5	9,1	9,2		10,4	9,5		10,8
9,3	9,8	9,2		10	10,8		10,4
10,1	8,4	9,2		10			9,3
9,4	9,4	9,1		10,1			9,6
9,2	10,8			9,9			
9,9	10,4			10,2			
10	7,7			9,7			
8,5	9,4			10,1			
8,9	9,1			8,9			
8,6				10,3			
10,4				9,5			
9,1				10,3			
9,7				9,5			
9,8				9,7			
9,6				9,9			
10,1				10			
9,8				9,5			
8,7				9,6			
9,8				9,7			
				9,6			
				10,4			
				9,4			
				9,9			

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΜΗΚΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ 4 (mm)

E7,H4	F7,H4	G7,H4	EFG7,H4	E567,H4	F567,H4	G567,H4	EFG567,H4
9,4	10,1	10,2	9,4	10,4	10,6	10,4	10,4
9,8	9,4	10,4	9,1	9,7	10,1	10,4	10,6
9,8	9,5	9,4	8,6	10,4	9,2	10,3	10,4
10	10,1	8,6	9,8	10,1	10	10,6	10,5
10	9,1	9,4	9,7	10,3	10,1	10,6	10,3
10,2	9	10,5	9,3	9,9	10,5	9,9	9,9
9,3		9,8		10,4	10,7	10,1	11,1
8,7		9,8		10	10,1	10,4	9,8
9,7		8,9		10,1	10,2	10,7	10,5
9		10,1		10	10,4	10,7	
10,4		8,8		10	10,7		
8,5		8,3		10,2	10,1		
9,3		9,1		9	10,8		
10		9,8		10,1	9,7		
9,8		10,1		10,4	10,4		
10,9		10,5		10,1	10,6		
9,5		9,7		10,4	10,4		
9,8		9,8		10,4			
10,2		8,7		10,1			
8,5				10,4			
				10,1			
				10,1			
				10,2			
				9,3			
				9,8			
				10,1			
				9,3			
				10,2			
				9,5			

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΜΗΚΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ 5 (mm)

E7,H5	F7,H5	G7,H5	EFG7,H5	E567,H5	F567,H5	G567,H5	EFG567,H5
9,9	9,5	10	10	8,9	10,6	10,4	11
9,1	10,3	10,1	10,1	9,9	10,3	10,1	9,8
10,2	10,2	9,5	9,5	10,3	10,3	10,4	10,7
10,2	9,8	10,1	10,1	10,1	10,2	10,8	9,7
10,2		9,7	9,7	10	9,5	9,3	10,5
10,9		9,6	9,6	9,9	10,5	10,4	10,8
9,6		10		10,2	10,3	10,7	10,1
9,8		9,9		10,1	10,3	9,4	10,7
10,2		9,9		10,2	10,3	9,1	10,1
9,8		9,6		10,4	10,1	10,9	
10,2		10,1		10,3	10	10,3	
10,5		9,9		10,5			
10		10,3		10,1			
10,4		9,6		10,3			
9,6		9,6		11			
9,8		10,3		9,6			
9,9		10,1		10,5			
10,5		9,5		10			
		9,9		10,4			
		10,2		10,6			
				10,1			
				9,9			
				9,8			
				10,1			
				9,7			
				10,3			
				10,3			
				9,8			
				10,3			
				10,4			
				9,2			
				10,1			
				10,1			
				10			
				10			
				8,5			

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΜΗΚΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ 6 (mm)

E7,H6	F7,H6	G7,H6	EFG7,H6	E567,H6	G567,H6	EFG567,H6
10,4	9,6	10,7	10,5	10,2	10,2	10,4
10,3	10	10,1	10,1	10,1	10,4	10,5
10,7	10	10	10	10,1	9,9	10,8
9,8	10,2	9	10,9	10,3	10	
9,9	9,3	10,7	10	10,1	10,6	
10,1	7,8	9,6	10,8	10,1		
10,1		9,8	10,2	10,5		
10,6		9,9	10,4	10,6		
10,3		10,4	10,1	10		
9,8		10,3	10,1	9,9		
9,8		10,1	10,2	9,7		
10,2		10,8		10		
10,2		9,9		9,1		
10,1		10,7		9,8		
9,9		10,8		9,8		
9,4		10,9		9,6		
7,1				9,6		
10,1				9,9		
10,6				10,2		
10				9,2		
10,3				9,4		
10				9,7		
10,4				10		
10,7				9		
8,6				8,8		
10				9,7		
9,8				9,8		
9,4				10,2		
9,1				9,9		
9,6				10,2		
				10,2		
				10,2		
				9,7		
				9,4		
				9,7		
				9,7		
				10,1		
				10,5		
				10		

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΜΗΚΟΣ (mm) (ΠΡΩΤΗ ΣΤΗΛΗ) ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ (mm) (ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΤΗΛΗ) ΛΕΚΙΘΙΚΟΥ ΣΑΚΟΥ ΣΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ 1 (H1), 2 (H2), 3 (H3) ΚΑΙ 4 (H4) ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ F7

F7,H2		F7,H2		F7,H3		F7,H4	
1,3	0,6	1,3	0,6	0,8	0,1	0,9	0,2
0,8	0,2	0,8	0,2	1,3	0,6	1	0,4
1,2	0,6	1,2	0,6	1,1	0,5	1,1	0,5
1,4	0,5	1,4	0,5	1	0,2	0,8	0,1
1,2	0,9	1,2	0,9	1	0,7	1,1	0,6
1,1	0,1	1,1	0,1	0,8	0,2	0,7	0,1
1,4	0,6	1,4	0,6	0,9	0,3		
1,3	0,8	1,3	0,8	1	0,5		
1,2	0,6	1,2	0,6	0,9	0,2		
1,4	0,8	1,4	0,8	1,1	0,6		
1,2	0,6	1,2	0,6	1	0,5		
1,1	0,2	1,1	0,2	0,9	0,5		
				1,1	0,5		
				1,3	0,7		

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΜΗΚΟΣ (mm) (ΠΡΩΤΗ ΣΤΗΛΗ) ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ (mm) (ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΤΗΛΗ) ΛΕΚΙΘΙΚΟΥ ΣΑΚΟΥ ΣΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ 1 (H1), 2 (H2), 3 (H3), 4 (H4), 5 (H5) ΚΑΙ 6 (H6) ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ G7

G7,H1		G7,H2		G7,H3		G7,H4		G7,H5		G7,H6	
1,2	0,8	1,2	0,7	1	0,4	1,2	0,9	0,8	0,1	0,8	0,1
1,1	0,5	1	0,4	1	0,1	0,9	0,7	0,5	0,1	0,8	0,4
0,9	0,6	0,8	0,5	1,1	0,7	1,1	0,5	1	0,5	0,6	0,1
1,3	0,6	1,1	0,6	1,2	0,7	1	0,2	0,8	0,3	0,9	0,1
1,3	0,6	1,3	0,7	1,1	0,7	0,7	0,1	1,1	0,5	0,6	0,2
1,3	0,7	0,8	0,1	1,2	0,6	1	0,5	1,1	0,2		
1,3	0,7	1,1	0,6	1,3	0,6	1,1	0,7	0,9	0,3		
1,2	0,7	1	0,4	0,9	0,4	1,3	0,8	1	0,4		
		1,2	0,7	0,9	0,4	0,7	0,5	1	0,3		
		0,9	0,4	0,9	0,6	1	0,5	1,1	0,1		
		1,3	0,7	1	0,7	1,2	0,6	0,9	0,2		
		1,1	0,5	1	0,4	0,9	0,2	0,8	0,1		
		0,9	0,3	1,2	0,7	1	0,6	0,7	0,1		
		1,1	0,5					1,1	0,4		
		1,4	0,7					0,6	0,1		
		1,2	0,7					0,9	0,2		
								0,9	0,1		

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΜΗΚΟΣ (mm) (ΠΡΩΤΗ ΣΤΗΛΗ) ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ (mm) (ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΤΗΛΗ) ΛΕΚΙΘΙΚΟΥ ΣΑΚΟΥ ΣΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ 1 (H1), 2 (H2), 3 (H3), ΚΑΙ 4 (H4), ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ EFG7

EFG7,H1		EFG7,H2		EFG7,H3		EFG7,H4	
0,9	0,6	1,4	0,7	0,9	0,4	1	0,5
1,3	0,7	1,1	0,5	1,2	0,6	1,1	0,6
1,3	0,7	1	0,4	0,9	0,1	0,9	0,6
1,4	0,8	0,8	0,5			0,7	0,5
1,2	0,6	1,3	0,6			0,8	0,6
1,2	0,6	1,1	0,4				
1	0,6						
1,3	0,8						
1,2	0,7						

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΜΗΚΟΣ (mm) (ΠΡΩΤΗ ΣΤΗΛΗ) ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ (mm) (ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΤΗΛΗ) ΛΕΚΙΘΙΚΟΥ ΣΑΚΟΥ ΣΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ 1 (H1), 2 (H2), 3 (H3), 4 (H4), 5 (H5) ΚΑΙ 6 (H6) ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ E567

E567,H1		E567,H2		E567,H3		E567,H4		E567,H5		E567,H6	
1,1	0,4	1,1	0,4	1,2	0,7	1	0,3	1	0,4	0,2	0,1
1,4	0,8	0,9	0,2	1,1	0,4	1	0,3	0,5	0,1	0,5	0,2
1,1	0,5	1	0,5	1,2	0,3	1,1	0,3	0,6	0,1	0,5	0,1
0,9	0,4	0,8	0,1	1,2	0,4	1	0,2	1	0,4	0,6	0,2
1,1	0,4	0,8	0,2	1,1	0,4	0,9	0,1	0,7	0,2		
1	0,3	1,2	0,6	1	0,2	1	0,1				
1,2	0,6	1,1	0,4	1	0,1	1	0,6				
1	0,2	0,7	0,1	0,9	0,1	0,9	0,3				
0,9	0,6	1,2	0,5	1,1	0,5						
1,3	0,6	1	0,1	1	0,3						
1	0,4	1	0,1	1,2	0,6						
1,3	0,8	1	0,6	0,9	0,2						
1,2	0,5	1,2	0,5	1,1	0,4						
1,2	0,4	1	0,2	1,2	0,5						
1	0,3	0,9	0,3	1,1	0,5						
1	0,4	1	0,3	1,1	0,1						
1,3	0,6	1,2	0,6								
1,2	0,6	1,1	0,4								
1,1	0,3	1,1	0,4								
1,1	0,6	1,3	0,7								
1,2	0,5	0,9	0,3								
1,2	0,6	1,1	0,4								
0,9	0,2	1	0,7								
0,9	0,3	0,9	0,2								
1,3	0,7	1,2	0,7								
1,2	0,4	1,1	0,3								
1,3	0,6	1	0,2								
1,2	0,7	1,1	0,7								
1,1	0,6										

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΜΗΚΟΣ (mm) (ΠΡΩΤΗ ΣΤΗΛΗ) ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ (mm) (ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΤΗΛΗ) ΛΕΚΙΘΙΚΟΥ ΣΑΚΟΥ ΣΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ 1 (Η1), 2 (Η2), 3 (Η3) ΚΑΙ 4 (Η4) ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ F567

F567,H1		F567,H2		F567,H3		F567,H4	
1,4	0,4	1,2	0,4	0,9	0,2	1,2	0,2
1,2	0,6	1,2	0,6	1,1	0,4	1,3	0,7
1,1	0,5	1,3	0,3	1,1	0,4	1	0,1
1,4	0,7	1,2	0,4	1	0,2	0,9	0,1
1	0,5	1,2	0,6	1,2	0,2	0,8	0,1
1,2	0,6	1	0,2	1,2	0,3	0,8	0,1
1,3	0,6	1,1	0,2				
1,2	0,5	1,2	0,5				
1,3	0,6	1	0,1				
1,3	0,6	1,3	0,3				
1,3	0,6	1,2	0,1				
1,3	0,6	1,1	0,4				
1,4	0,8	1,1	0,4				
1,3	0,7	1,3	0,5				
1,3	0,4						
1,1	0,4						
1	0,4						
1,3	0,6						
1,2	0,3						
1,4	0,7						
1,3	0,7						
1,2	0,8						
1,3	0,5						
1,3	0,5						
1,2	0,6						
1,3	0,7						
1,4	0,7						

ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΜΗΚΟΣ (mm) (ΠΡΩΤΗ ΣΤΗΛΗ) ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ (mm) (ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΤΗΛΗ) ΛΕΚΙΘΙΚΟΥ ΣΑΚΟΥ ΣΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ 1 (H1), 2 (H2), ΚΑΙ 3 (H3) ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ G567

G567,H1		G567,H2		G567,H3	
1,2	0,7	0,9	0,1	0,9	0,1
1	0,4	1,1	0,5	1,2	0,6
1,3	0,6	0,9	0,3	1,1	0,3
1,1	0,5	1	0,4	0,6	0,1
1,1	0,5	1	0,6	0,9	0,2
1	0,5				
0,9	0,5				
1	0,6				
1,1	0,7				
1,2	0,6				
1,1	0,7				
1	0,6				
1,2	0,5				
1,2	0,6				
1,3	0,7				
1,3	0,6				
1,1	0,6				
1	0,4				
1	0,5				
1	0,7				

ΠΙΝΑΚΑΣ 14:ΜΗΚΟΣ (mm) (ΠΡΩΤΗ ΣΤΗΛΗ) ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ (mm) (ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΤΗΛΗ) ΛΕΚΙΘΙΚΟΥ ΣΑΚΟΥ ΣΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ 1 (H1), 2 (H2), 3 (H3) ΚΑΙ 4 (H4) ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ EFG567

EFG567,H1		EFG567,H2		EFG567,H3		EFG567,H4	
1,4	0,5	1,3	0,6	1	0,6	0,9	0,1
1,5	0,7	1,2	0,7	1,1	0,8	1,1	0,3
1,1	0,6	1,3	0,7	1,3	0,7	1,1	0,3
1,2	0,5	0,8	0,3	0,9	0,1	1,2	0,3
1,2	0,4	1,3	0,6	1,4	0,7		
1,4	0,7	1,3	0,6	1,2	0,5		
1,3	0,4	1,4	0,7				
1,3	0,5	1,1	0,7				
0,9	0,5	1,2	0,3				
1,1	0,5						
1	0,4						
0,9	0,5						
1,3	0,8						
1,4	0,6						
1,1	0,6						
1,3	0,6						
1	0,4						
1,1	0,8						
1,3	0,6						
0,9	0,4						

