

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ

“ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΕΓΕΘΩΝ ΣΕ ΙΧΘΥΔΙΑ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ
Sparus aurata”

Πτυχιακή διατριβή του φοιτητή Χαραλαμπίου Ορφέα

Τριμελής Επιτροπή:
Π. Παναγιωτάκη, Λέκτορας (Επιβλέπουσα)
Α.Ι. Θεοδώρου, Καθηγητής
Στ. Τζώρτζιος, Αν. Καθηγητής

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΑΜΟΕΠΙΣΤΗΜΟΝΟΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»
Αριθ. Εισ. 1841/1
Ημερ. Εισ. 25-09-2003



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

Αριθ. Εισ.: 1841/1
Ημερ. Εισ.: 25-09-2003
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ
2001
ΧΑΡ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070267

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε κατά τα ακαδημαϊκά έτη 1999-2000 και 2000-2001. Το πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού παραγωγής ευρύαλων ψαριών του ομίλου εταιριών 'Νηρέας' στο νομό Φωκίδας στην περιοχή Χιλιαδού Δωρίδας κοντά στη Ναύπακτο.

Προλογίζοντας την εργασία αυτή θεωρώ απαραίτητο να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς:

Τον Όμιλο εταιριών 'Νηρέας' στο πρόσωπο του διευθυντή παραγωγής του Ιχθυογεννητικού Σταθμού αξιότιμου κ. Α. Σμπούκη για την παροχή της πολύτιμης συνεργασίας του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όπως τη διάθεση του χώρου, τη συνδρομή του ως προς την απαραίτητη υλικοτεχνική υποδομή για το πείραμα (δεξαμενές, ιχθύδια τσιπούρας, τροφής κλπ), αλλά και για το ενδιαφέρον με το οποίο περιέβαλε την όλη προσπάθεια. Να σημειωθεί ότι η συνεργασία αυτή είχε αρχικά ξεκινήσει με την εκεί διεξαγωγή της πρακτικής μου άσκησης το καλοκαίρι του 1998.

Τη Λέκτορα κα Π. Παναγιωτάκη, η οποία συνέβαλε τα μέγιστα συμμετέχοντας στην ανάθεση του θέματος και υποστηρίζοντας όλα τα στάδια της παρούσας διατριβής με ενδιαφέρον και υπομονή.

Τον Καθηγητή κ. Α. Θεοδώρου και τον Αν. Καθηγητή κ. Στ. Τζώρτζιο οι οποίοι συμπαραστάθηκαν περιβάλλοντας με ενδιαφέρον την όλη προσπάθεια.

Την οικογένεια και τους φίλους μου οι οποίοι με στήριξαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου με οποιονδήποτε τρόπο μπορούσε ο καθένας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	9
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	11
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	17
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	19

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια του 20^{ου} αιώνα παρατηρήθηκε μια ραγδαία ανάπτυξη στον τομέα των θαλάσσιων ιχθυοκαλλιεργειών, με σκοπό την εύρεση νέων πηγών τροφής υψηλής πρωτεϊνικής αξίας και χαμηλού κόστους. Έτσι σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα σημειώθηκε μεγάλη αύξηση της τεχνογνωσίας σ' αυτόν τον τομέα της πρωτογενούς παραγωγής.

Η συμμετοχή των προϊόντων υδατοκαλλιέργειας στην παγκόσμια παραγωγή αλιευμάτων είναι ανοδική. Συγκεκριμένα η συνολική παγκόσμια παραγωγή αλιευμάτων (ιχθυηρά και όστρακα) εκτιμάται για το 1995 στα 112,9 εκατομμύρια μετρικούς τόνους, ενώ η συμμετοχή των προϊόντων υδατοκαλλιέργειας σ' αυτά ανέρχεται σε 20 εκατομμύρια μετρικούς τόνους, δηλαδή 18,5%, ενώ το 1989 ήταν μόλις 11,7%.

Αξιοσημείωτο είναι ότι η ετήσια αύξηση της υδατοκαλλιεργητικής παραγωγής για την περίοδο 1984-1995 ήταν 10%, όταν για την παραγωγή κρέατος ήταν 3% και για την αλιευτική μόλις 1,6% (FAO, 1997).

Σημαντική, όμως, είναι και η ανάπτυξη του κλάδου των ιχθυοκαλλιεργειών στη χώρα μας την τελευταία εικοσαετία, ιδιαίτερα με την μορφή της εντατικής καλλιέργειας' οδηγώντας έτσι στην κατάκτηση της ευρωπαϊκής πρωτιάς και αποτελώντας το μοναδικό ελληνικό κλάδο, που πετυχαίνει κάτι τέτοιο.

Όσον αφορά τη χώρα μας η ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών έχει προσφέρει σημαντικά :

- Στην ενίσχυση του ακαθάριστου προϊόντος της αλιείας.
- Στο ενεργητικό εμπορικό ισοζύγιο ιχθυηρών (με υποκατάσταση των εισαγωγών και επιπροσθέτως δίνοντας έμφαση στον εξαγωγικό προσανατολισμό του κλάδου).
- Στη δημιουργία απασχόλησης, κύρια σε απομακρυσμένες από τα αστικά κέντρα περιοχές.

- Στην εδραίωση εθνικής τεχνογνωσίας.
- Στην προσφορά ψαριών υψηλής πρωτεϊνικής αξίας σε προσιτές τιμές .

Παραθέτοντας κάποια ενδεικτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιιεργειών στην Ελλάδα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι οι ελληνικές ιχθυοκαλλιέργειες παράγουν το 50% και πλέον της ευρωπαϊκής παραγωγής σε τσιπούρα και λαβράκι αποτελώντας τις πιο οργανωμένες επιχειρήσεις του κλάδου στην Ευρώπη, ενώ επεκτείνονται σε χώρες της Αφρικής, της Μ.Ανατολής και της Ασίας. Ήδη μέχρι σήμερα δραστηριοποιούνται 220 περίπου επιχειρήσεις στον κλάδο με πλωτούς κλωβούς. Η παραγωγή γόνου στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς τσιπούρας και λαβρακιού ανήλθε το 1998 στα 140,5 εκατομμύρια ιχθύδια. Ενώ για την ίδια χρονιά και σύμφωνα με επίσημα στοιχεία η παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού στην πάχυνση ανήλθε στους 33.000 τόνους, ποσότητα υπερδιπλάσια από την παραγωγή των υπόλοιπων ευρωπαϊκών χωρών μαζί (Papoutsoglou, 2000).

Παράλληλα όμως με την ανάπτυξη των υδατοκαλλιιεργειών παγκοσμίως διαπιστώθηκαν διάφορα προβλήματα άρρηκτα συνδεδεμένα με τη φύση και την πρακτική εφαρμογή του κλάδου. Ένα από αυτά είναι η σημαντική παραλλακτικότητα στο μέγεθος ιχθυδίων ίδιας ηλικίας στους σταθμούς παραγωγής τους, η οποία μεγαλώνει όσο προχωρά η εκτροφή των ιχθύων, με αποτέλεσμα την ανομοιομορφία μεγέθους μεταξύ των ομάδων αυτών. Αυτό προκαλεί προβλήματα στον παραγωγό με την έννοια της επιπλέον χορήγησης τροφής στα μικρότερα μεγέθη έως ότου αποκτήσουν το εμπορεύσιμο μέγεθος, με παράλληλη επιμήκυνση του χρόνου εκτροφής, άρα τη μακρόχρονη χρήση των εγκαταστάσεων, την επιπλέον απασχόληση του προσωπικού, την καθυστέρηση εισροής χρημάτων στην επιχείρηση και τελικά την αύξηση του κόστους παραγωγής με ταυτόχρονη μείωση της ανταγωνιστικότητας του προϊόντος στη αγορά.

Το πρόβλημα αυτό απασχολεί την εκτροφή των ιχθύων, και διαπιστώνεται και στην εκτροφή τσιπούρας-λαβρακιού. Αξίζει να σημειωθεί, ότι δε λύνεται με άπαξ μεταχείριση, αφού απαιτούνται διαλογές των ιχθύων σε κλάσεις μεγέθους από τον ιχθυογεννητικό σταθμό μέχρι το τέλος της πάχυνσης. Συχνά μέχρι τα ψάρια να αποκτήσουν το εμπορεύσιμο μέγεθος υπόκεινται σε 3-4 διαλογές.

Το φαινόμενο αυτό της ανομοιομορφίας των μεγεθών στα ιχθύδια παρατηρήθηκε και περιγράφηκε αρχικά από τους Nakamura και Kasahara το 1955 οι οποίοι το ονόμασαν 'Tobi-Koi phenomenon'. Έχει αναφερθεί επίσης και ως 'Size hierarchy effect' (ιεράρχηση μεγεθών) από τη Brown το 1957 και ως 'growth depensation' (διαφοροποίηση ανάπτυξης) από τον Ricker το 1958.

Οι γενετικοί παράγοντες, το μέγεθος του αυγού, οι κοινωνικές σχέσεις μεταξύ των ατόμων της ίδιας ομάδας (συχνά σχέσεις υπεροχής-υποτέλειας), οι συνθήκες εκτροφής π.χ. ιχθυοπυκνότητα, η ανομοιομορφη κατανάλωση τροφής, η άνιση αξιοποίηση της τροφικής ενέργειας, καθώς και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες κατά την εκτροφή έχουν θεωρηθεί ως αιτίες της διαφοροποίησης του ρυθμού ανάπτυξης μεταξύ των ιχθύων και κατά συνέπεια της εμφάνισης του φαινομένου της παραλλακτικότητας των μεγεθών σε ομάδες αυτών.

Οι γενετικοί παράγοντες έχουν θεωρηθεί υπεύθυνοι για την εμφάνιση διαφορετικών ρυθμών ανάπτυξης μεταξύ των ιχθύων από πολλούς ερευνητές. Ο Magnuson το 1962 υπέθεσε ότι οι γενετικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ατόμων και ο ανταγωνισμός για την εξασφάλιση της τροφής συντελούσαν στην αύξηση της παραλλακτικότητας μεγέθους για το είδος *Oryzias latipes*. Ο Nagoshi (1967) πρότεινε τις διαφορετικές δραστηριότητες σαν ένα πιθανό μηχανισμό για τη διαφοροποίηση των ρυθμών αύξησης μεταξύ των

ατόμων. Οι Eaton & Farley (1974) έδειξαν ότι η διασπορά μεγεθών στο zebrafish *Brachydanio rerio* μειωνόταν όταν παρείχαν τροφή σε απεριόριστη ποσότητα και υπέθεσαν ότι οι γενετικές διαφορές μπορούν να διαδραματίσουν κάποιο ρόλο στην ανομοιομορφία των μεγεθών, μόνο όμως όταν η παροχή τροφής είναι περιορισμένη. Οι Jobling & Reinshes (1987) θεώρησαν τους γενετικούς παράγοντες ως την κύρια παράμετρο για τους αργούς ρυθμούς ανάπτυξης του Arctic char, ενώ και η προέλευση των ιχθυδίων επιδρά στο ρυθμό ανάπτυξης (Panagiotaki and Geffen, 1992, Chambers & Leggett, 1996, De March, 1997, Παναγιωτάκη και Εξαδάκτυλος 2000)

Οι Chambers & Leggett (1996) δέχτηκαν ότι στα θαλάσσια είδη οι μητέρες επηρεάζουν τη σχέση μέγεθος αυγού-συμπεριφορά ιχθυδίου, ενώ ο φαινότυπος των ιχθυδίων επηρεάζει την βιοενεργητική τους και την οικολογία τους.

Οι κοινωνικές σχέσεις μεταξύ των ατόμων της ίδιας ομάδας, σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες, διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στην παραλλακτικότητα των μεγεθών σ' αυτές (Koebele, 1985, Jobling, 1995, De March, 1997, Oliveira & Almada, 1996). Τα ψάρια συχνά αντιδρούν διαφορετικά μέσα στις ομάδες από ότι όταν αυτά βρίσκονται ξεχωριστά σε ατομικές δεξαμενές (Yamagishi, 1962). Οι Nakamura & Kasahara το 1957 παρατήρησαν μικρή ανάπτυξη της διασποράς μεγέθους σε άτομα ιριδίζουσας πέστροφας που μεγάλωσαν σε ατομικές δεξαμενές. Όμως ο Magnuson το 1962 κατέγραψε μια αισθητή αύξηση διασποράς μεγέθους στο είδος *Oryzias latipes* σε άτομα που εκτρέφονταν σε ατομικές δεξαμενές. Οι Allee *et al.* (1948), Magnuson (1962), Nagoshi (1967), Fenderson *et al.* (1968) και Barlow (1975) έχουν αναφέρει θετικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ κοινωνικών σχέσεων υπεροχής-υποτέλειας, κατανάλωσης τροφής και ρυθμού ανάπτυξης. Ο Allen (1972) έδειξε ότι

τα πρώτα στην ιεραρχία (κυρίαρχα) ψάρια μπορούν ουσιαστικά να “ελέγξουν” την τροφή και θεώρησε ότι οι μειωμένοι ρυθμοί ανάπτυξης είναι αποτέλεσμα της κατανάλωσης ενέργειας σε “άσκοπες κινήσεις” αντί για ανάπτυξη. Ο Elliot (1990) δέχτηκε τις σχέσεις υπεροχής-υποτέλειας ως αιτία της ανομοιόμορφης κατανομής της τροφικής ενέργειας.

Εχει αποδειχθεί επίσης ότι οι συνθήκες εκτροφής επιδρούν στη διαφοροποίηση των ρυθμών ανάπτυξης μεταξύ των ιχθύων της ίδιας ομάδας (Efthimiou *et al.*, 1994, Goldan *et al.*, 1997, Goldan *et al.*, 1998, Wagner *et al.*, 1996). Οι Nakamura και Kasahara (1956) έδειξαν ότι το μέγεθος της τροφής μπορεί να αποτελέσει το έναυσμα για τη δημιουργία διαφορών στο ρυθμό ανάπτυξης. Ο χρόνος έναρξης της εξωγενούς διατροφής στα ιχθύδια (Panagiotaki, 1992, Παναγιωτάκη & Geffen 1994), η ανομοιόμορφη κατανάλωση τροφής και η άνιση αξιοποίηση της τροφικής ενέργειας αξιολογούνται από πολλούς ερευνητές ως αίτια της παραλλακτικότητας των μεγεθών μεταξύ ατόμων της ίδιας ομάδας (Jobling, 1995). Η δυσανάλογη κατανάλωση τροφής θεωρήθηκε ότι είναι ο κυρίαρχος μηχανισμός που ευθυνόταν για το φαινόμενο της ιεράρχησης μεγεθών σε νεαρά άτομα *Tilapia zillii* στα πειράματα του Koebele (1985), αλλά και σε άτομα πέστροφας και σολωμού (Li & Brocksen, 1977, Juell *et al.*, 1994).

Από όλους τους παράγοντες που θεωρήθηκαν ως υπεύθυνοι για τη δημιουργία της παραλλακτικότητας μεγεθών, οι διαφορές στους ρυθμούς ανάπτυξης μεταξύ των ατόμων ήταν η παράμετρος στην οποία φάνηκε να επικεντρώνεται το ενδιαφέρον των ερευνητών.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετασθεί η επίδραση της διαλογής σε κλάσεις μεγέθους (ομοιογενείς και μικτές ομάδες ως προς το βάρος) α) στους ρυθμούς ανάπτυξης και β) στην εξέλιξη του ρυθμού παραλλακτικότητας για ιχθύδια τσιπούρας (*Sparus aurata*).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα διεξήχθη το καλοκαίρι του 1999 κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες στον ιχθυογεννητικό σταθμό του Ομίλου Εταιρειών “Νηρέας” στη Χιλιαδού Δωρίδας (Νομός Φωκίδας). Η διάρκεια του πειράματος ήταν 40 μέρες (3 Αυγούστου έως 14 Σεπτεμβρίου).

Οι δεξαμενές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν από καθαρό, λευκό PVC, κυλινδρικού σχήματος, χωρητικότητας 18L η κάθε μία, τοποθετημένες σε εξωτερικό χώρο των εγκαταστάσεων προπάχυνσης του ιχθυογεννητικού σταθμού, κάτω από σκίαστρο και μακριά από έντονους θορύβους και εξωγενείς παράγοντες καταπόνησης. Η διάταξη τους δίνεται στο Σχήμα 1. Στο στόμιο των δεξαμενών τοποθετήθηκαν ειδικές απορροές υπερχειλίσης, ενώ ο καθαρισμός τους γίνονταν με σιφωνισμό.

Η παροχή νερού και οξυγόνου στις δεξαμενές γίνονταν από έναν κεντρικό αγωγό, ενώ το νερό εμπλουτιζόταν με πρόσθετο καθαρό οξυγόνο στον κύριο αγωγό τροφοδοσίας της προπάχυνσης. Το σύστημα κυκλοφορίας του νερού ήταν ανοικτό.

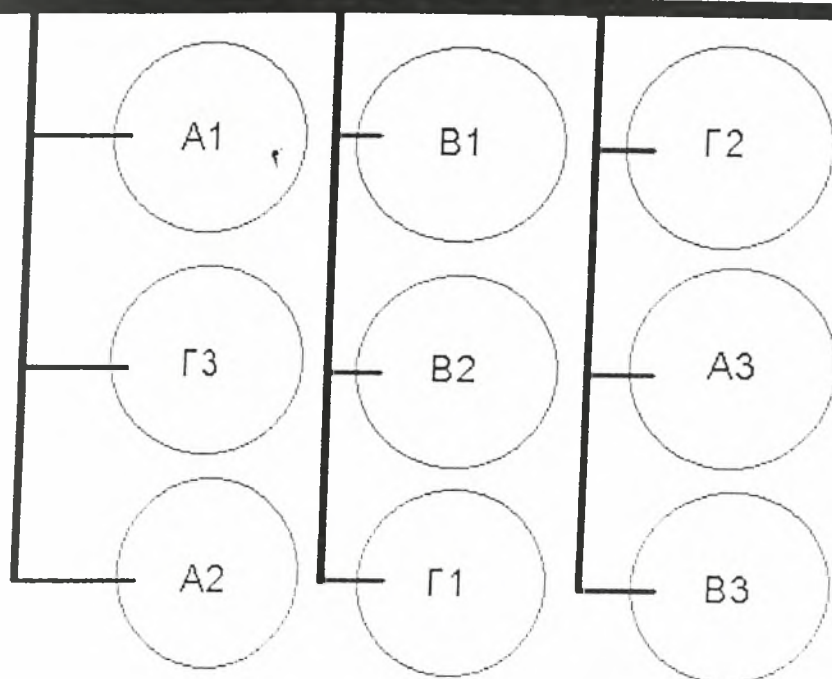
Για την διατροφή των ιχθυδίων χρησιμοποιήθηκαν συμπυκνώματα (pellets) γνωστού εμπορικού οίκου με την παρακάτω σύνθεση: πρωτεΐνη 56%, λίπος 10%, τέφρα 10%, υγρασία 9%, ινώδεις ουσίες 1,5%, βιτ. Α 20000IU, βιτ. D3 2000IU, βιτ. C 500 mg/kg, βιτ. E 200 mg/kg.

Σ’ όλη τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιούνταν καθημερινές μετρήσεις θερμοκρασίας και οξυγόνου.

Μετρήσεις μήκους και βάρους πραγματοποιούνταν κάθε δέκα μέρες με χρήση χάρακα και ζυγού ακριβείας αντίστοιχα, καθώς και κατάλληλου αναισθητικού (φαινοξυαιθυλο-αλκοόλη). Τα ψάρια μετά από κάθε χειρισμό ανένηπταν και επέστρεφαν στις δεξαμενές τους.

Θνησιμότητες δεν παρατηρήθηκαν καθ’ όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Κεντρική γραμμή παροχής νερού και οξυγόνου



Σχήμα 1. Κάτοψη της διάταξης των πειραματικών δεξαμενών.

Πειραματικός σχεδιασμός

Για τη διεξαγωγή του πειράματος εφαρμόστηκαν τρεις μεταχειρίσεις με ίσες ιχθυοπυκνότητες ($1,7 \text{ kg/m}^3$). Για τη μεταχείριση Α (ομοιογενής ομάδα μικρών ατόμων) σε κάθε δεξαμενή τοποθετήθηκαν 30 ψάρια του 1gr, για την μεταχείριση Β (ομοιογενής ομάδα μεγάλων ατόμων) σε κάθε δεξαμενή τοποθετήθηκαν 10 ψάρια των 3gr και για τη μεταχείριση Γ τοποθετήθηκαν σε κάθε δεξαμενή 15 ψάρια του 1gr και 5 ψάρια των 3 gr. Κάθε μεταχείριση εφαρμόστηκε σε 3 επαναλήψεις.

Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τα προγράμματα Minitab και Excell και χρησιμοποιήθηκαν τα εξής tests: ANOVA, ANCOVA, Tuckey test, t-test (Zar, 1984).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η εξέλιξη των τιμών της θερμοκρασίας και του διαλυμένου οξυγόνου του νερού δίνονται στα Σχήματα 2 και 3. Η θερμοκρασία στις πειραματικές δεξαμενές κυμάνθηκε μεταξύ 22 και 27 °C, ενώ τα επίπεδα του οξυγόνου από 5 έως 8 mgr/l.

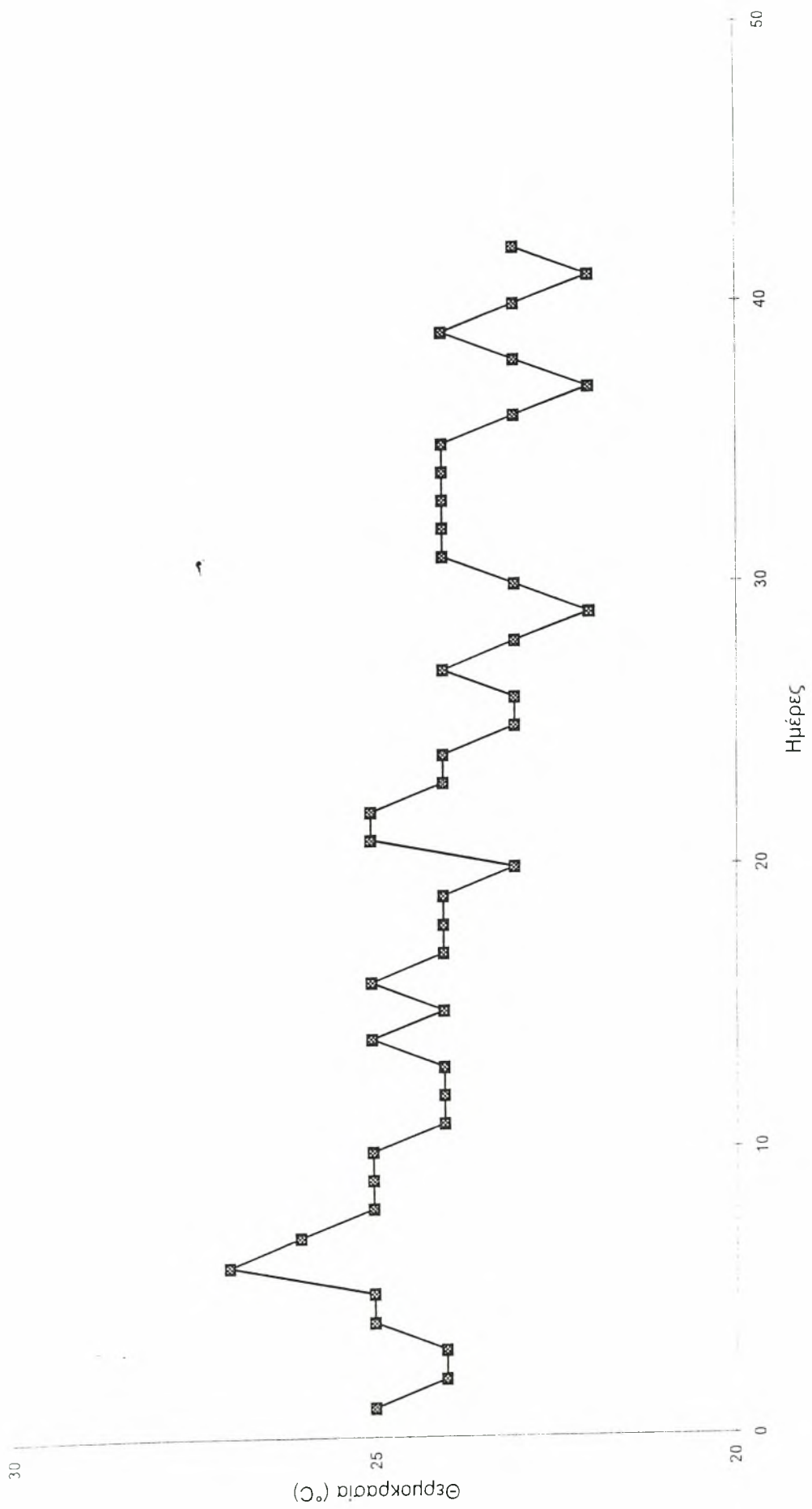
Η εξέλιξη του βάρους και του μήκους των ιχθυδίων εκφράστηκε με γραμμικές εξισώσεις της μορφής $Y = a + bX$ (όπου b ο ρυθμός αύξησης), προκειμένου να γίνει σύγκριση των ρυθμών αύξησης των ιχθυδίων για όλη την διάρκεια του πειράματος και φαίνονται στους Πίνακες 1 και 2.

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της εξέλιξης του βάρους και του μήκους δίνονται στα Σχήματα 4 και 5.

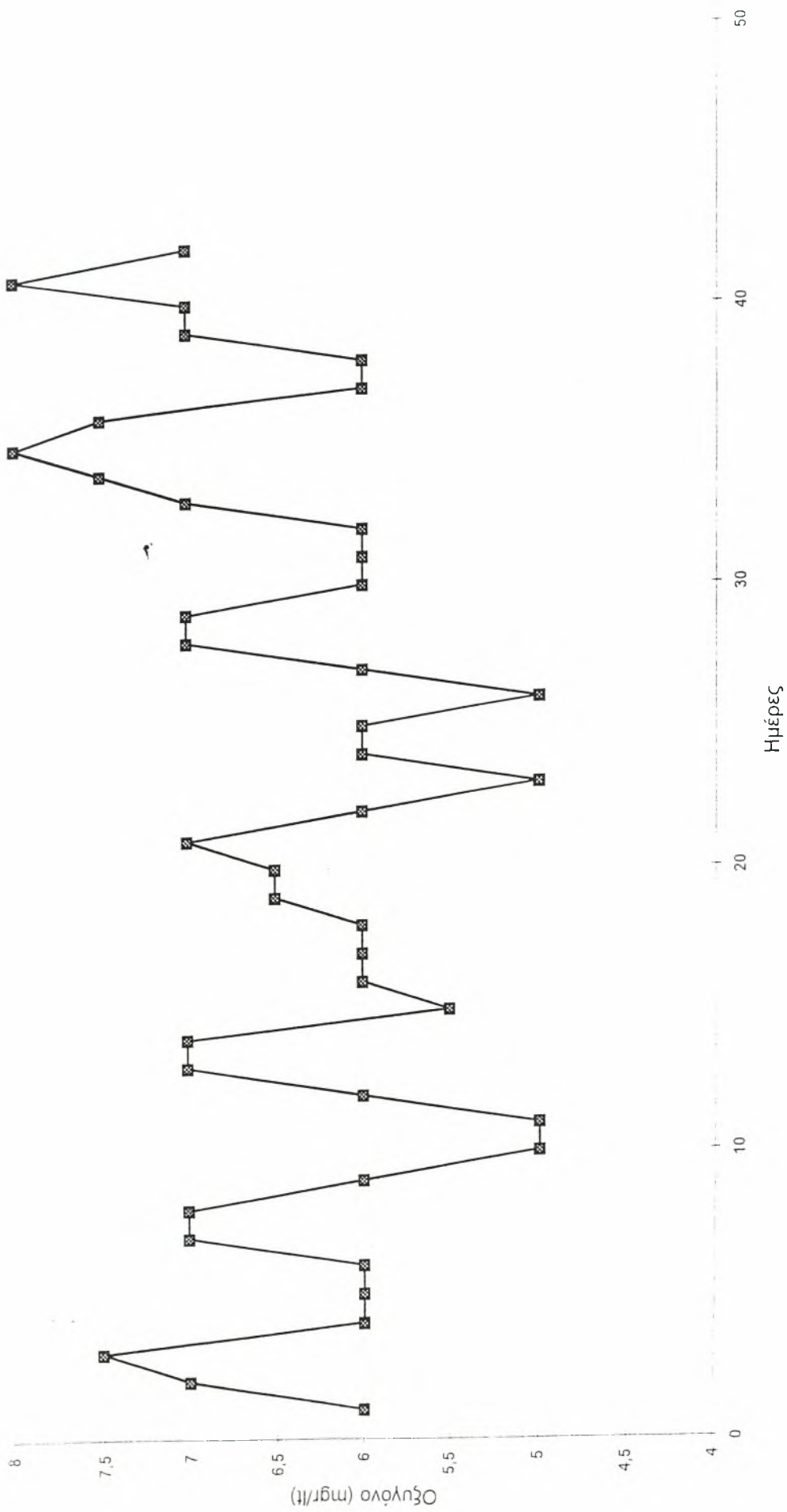
Οι μέσοι ρυθμοί αύξησης των ιχθυδίων όσον αφορά το βάρος διέφεραν μεταξύ των ομάδων A, B, Γ (ANCOVA , $F=62,47$ $df=2,899$ $P<0,001$), ενώ η ομάδα B παρουσίαζε τον μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης, σχεδόν διπλάσιο από την ομάδα A. Ακόμη οι ομάδες διέφεραν μεταξύ τους ανά δύο (TUCKEY TEST, $q_{AvsB}=31$ $q_{Bvs\Gamma}=22,3$ $q_{\Gamma vs A}=13$ $q_{0,05,3,894}=3,314$). Εξετάζοντας την παράμετρο του μήκους παρατηρήθηκε ότι οι μέσοι ρυθμοί αύξησης του μήκους των ιχθυδίων διέφεραν μεταξύ των ομάδων A, B, Γ (ANCOVA , $F=0,84$ $df=2,899$ $P>0,05$).

Η ομάδα Γ, που περιελάμβανε ιχθύδια και των δύο μεγεθών παρουσίασε αύξηση μικρότερη της ομάδας B και μεγαλύτερη της ομάδας A. Έτσι περιγράφηκε ξεχωριστά, για πιο ακριβή αποτελέσματα, η γραμμική εξίσωση της αύξησης των μεγάλων και μικρών ιχθυδίων της ομάδας αυτής. Τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες 3 και 4.

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της εξέλιξης του βάρους και του μήκους των μικρών και μεγάλων ατόμων της ομάδας Γ δίνονται στα Σχήματα 6 και 7.



Σχήμα 2: Εξέλιξη των τιμών της θερμοκρασίας στη διάρκεια του πειράματος.



Σχήμα 3: Εξέλιξη των τιμών του οξυγόνου στη διάρκεια του πειράματος.

Οι μέσοι ρυθμοί αύξησης του βάρους των ιχθυδίων διέφεραν μεταξύ των μεγάλων και μικρών ατόμων της ομάδας Γ ($t=14$, $t_{0,05,300}=3,314$), και πιο συγκεκριμένα τα μεγαλύτερα ιχθύδια αυξάνονταν με διπλάσια ταχύτητα. Αντίθετα οι μέσοι ρυθμοί αύξησης του μήκους των ιχθυδίων δεν διέφεραν μεταξύ των μεγάλων και μικρών ατόμων της ομάδας Γ ($t=0,7$, $t_{0,05,300}=3,314$).

Η σύγκριση των ρυθμών αύξησης του βάρους των μεγάλων και μικρών ιχθυδίων της ετερογενούς ομάδας Γ με τους αντίστοιχους των ιχθυδίων των ομογενών ομάδων Β και Α έδειξε ότι οι μέσοι ρυθμοί αύξησης των μικρών ατόμων της Γ ομάδας δεν διέφεραν από αυτούς της Α (0,008 gr/ημέρα), ενώ το ίδιο συνέβη και μεταξύ των μεγάλων ατόμων της ομάδας Γ και αυτών της Β ($t=1$, $t_{0,05,225}=3,314$).

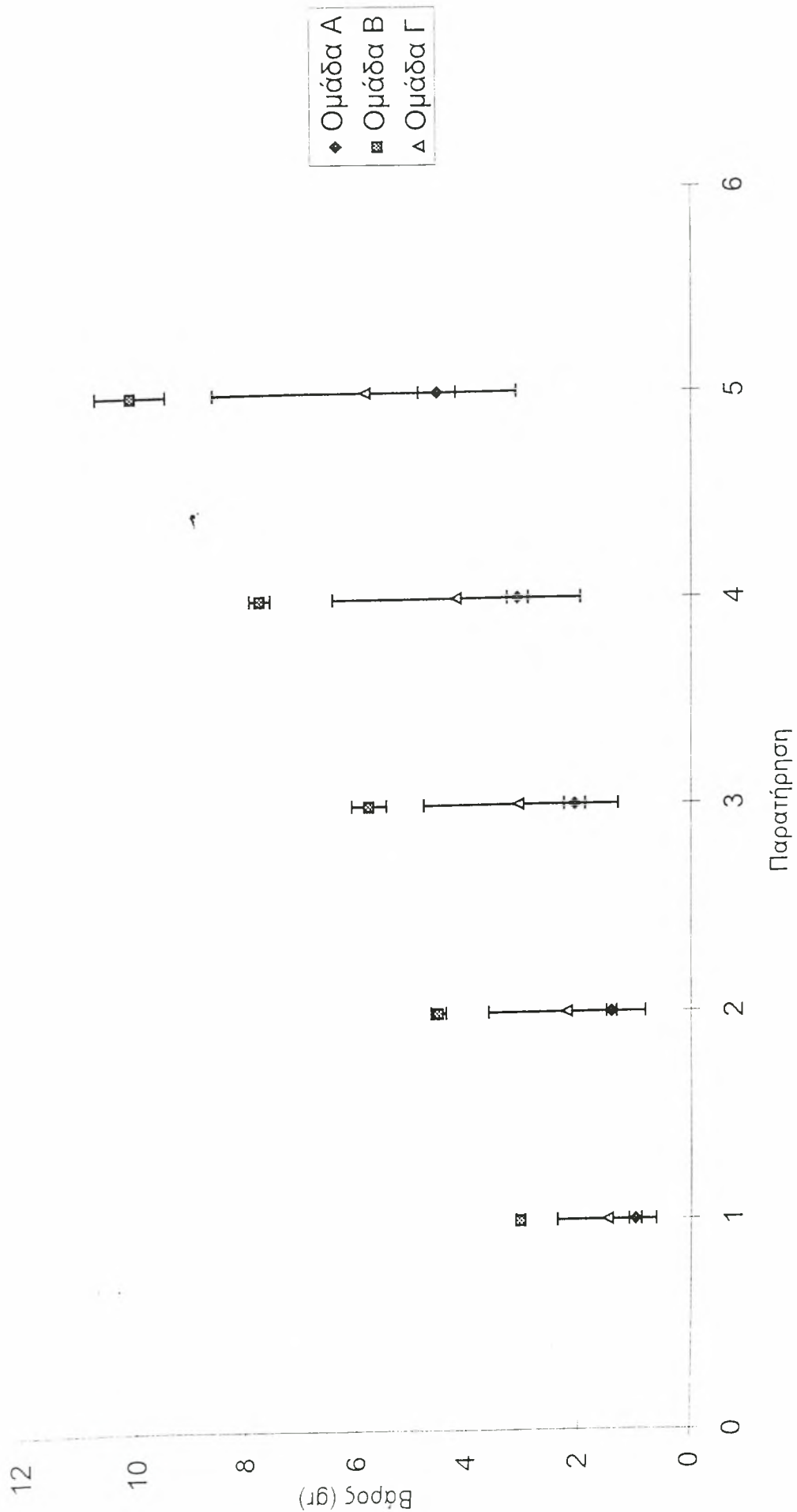
Πίνακας 1: Περιγραφή της εξέλιξης του βάρους των τριών πειραματικών ομάδων (Y:Βάρος (gr), X: ημέρες)

ΟΜΑΔΑ	ΕΞΙΣΩΣΗ	r^2	N	P<
A	$Y=0,61+0,08X$	0,92	450	0,001
B	$Y=2,62+0,173X$	0,96	150	0,001
Γ	$Y=1,159+0,106X$	0,38	300	0,001

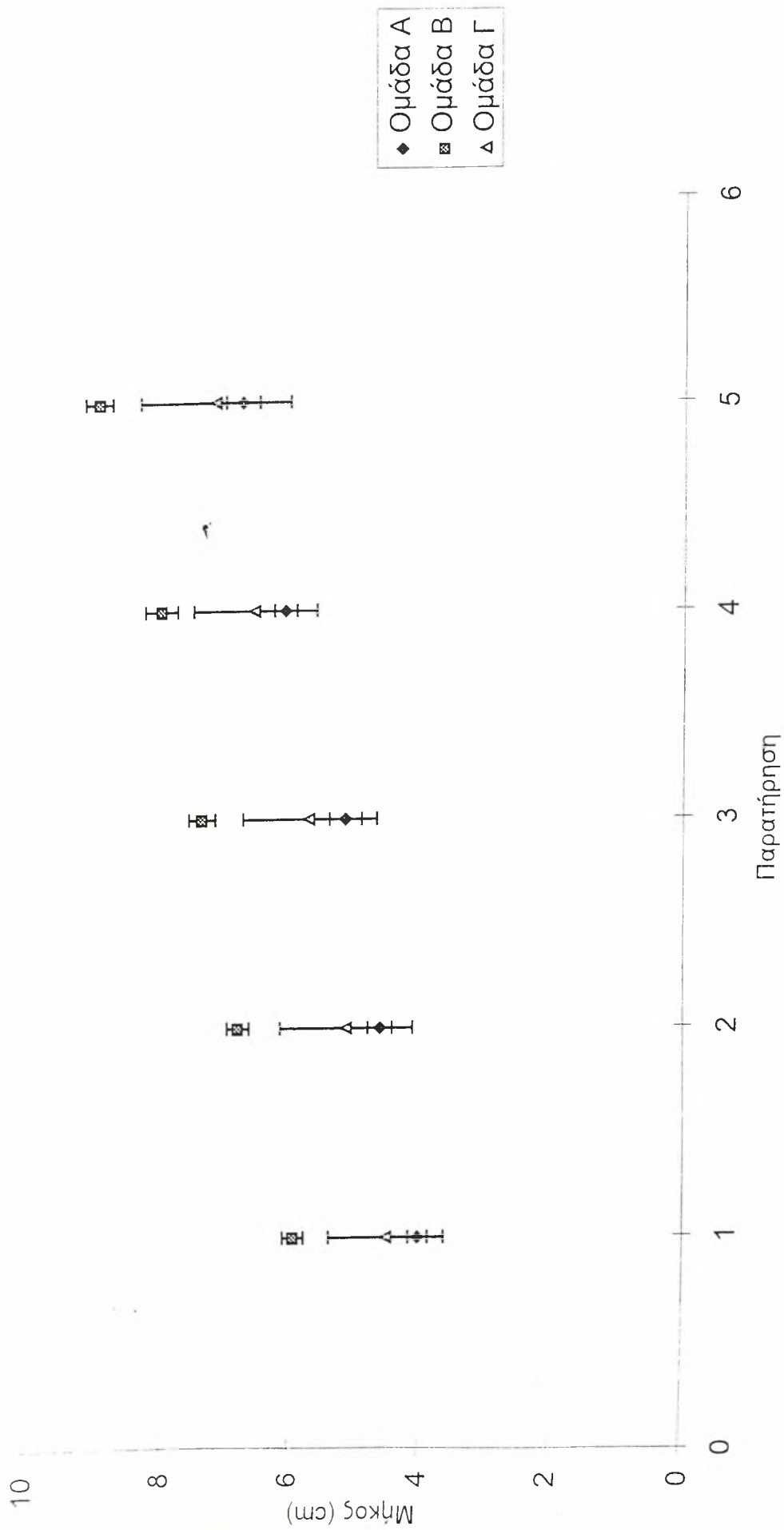
†

Πίνακας 2: Περιγραφή της εξέλιξης του μήκους των τριών πειραματικών ομάδων (Y:μήκος (cm), X:ημέρες)

ΟΜΑΔΑ	ΕΞΙΣΩΣΗ	r^2	N	P<
A	$Y=3,87+0,067X$	0,94	450	0,001
B	$Y=5,86+0,071X$	0,95	150	0,001
Γ	$Y=4,39+0,065X$	0,45	300	0,001



Σχήμα 4 : Εξέλιξη του μέσου όρου του βάρους ($\bar{x} \pm$ τυπική απόκλιση) για όλες τις ομάδες



Σχήμα 5 : Εξέλιξη του μέσου όρου του μήκους ($\bar{x} \pm$ τυπική απόκλιση) για όλες τις ομάδες

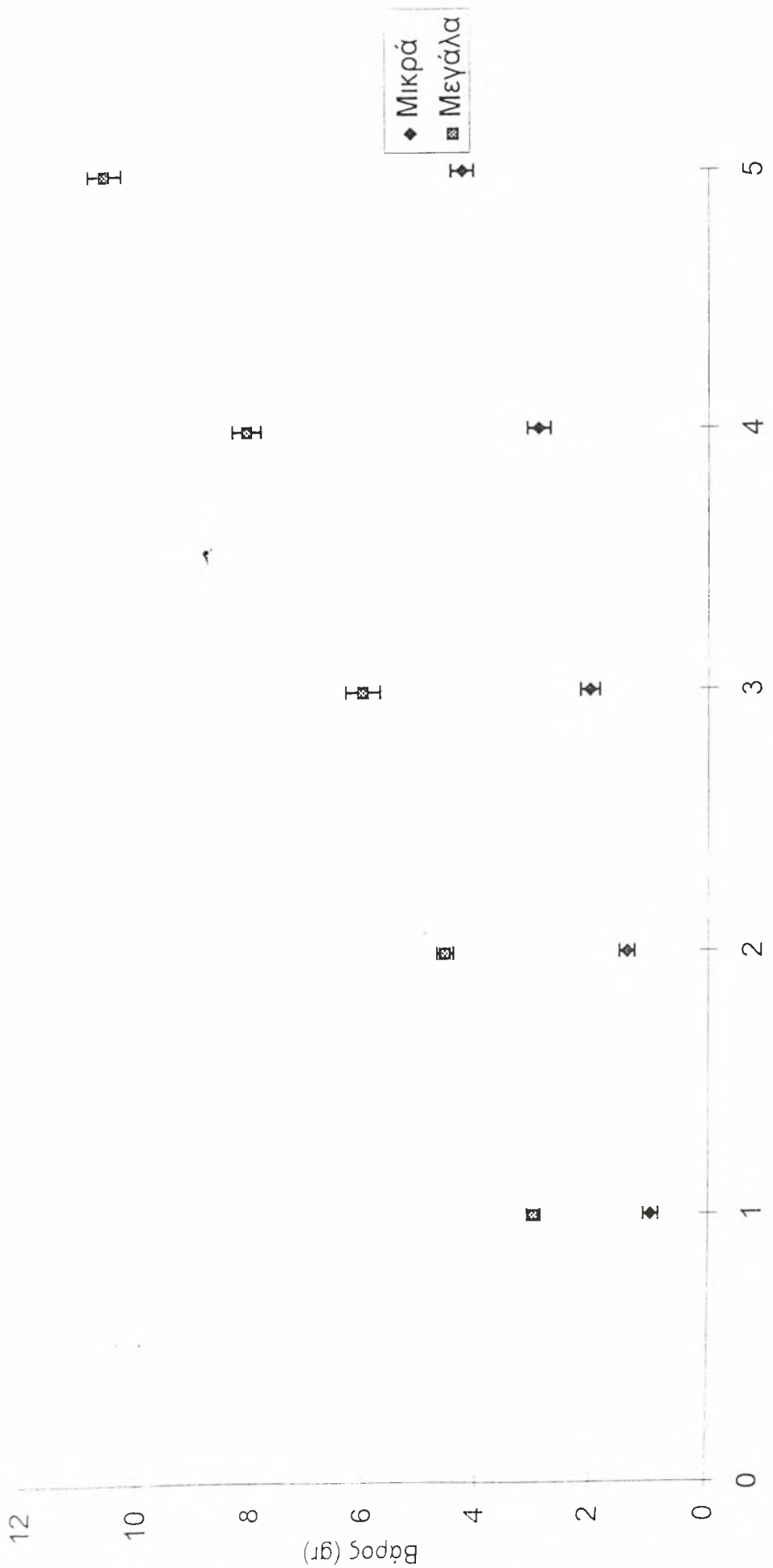
Πίνακας 3: Περιγραφή της εξέλιξης του βάρους των μικρών και των μεγάλων ατόμων της ομάδας Γ (Y:βάρος (gr), X:ημέρες)

	ΕΞΙΣΩΣΗ	r^2	N	P<
ΜΕΓΑΛΑ	$Y=2,61+0,185X$	0,98	75	0,001
ΜΙΚΡΑ	$Y=0,677+0,08X$	0,94	225	0,001

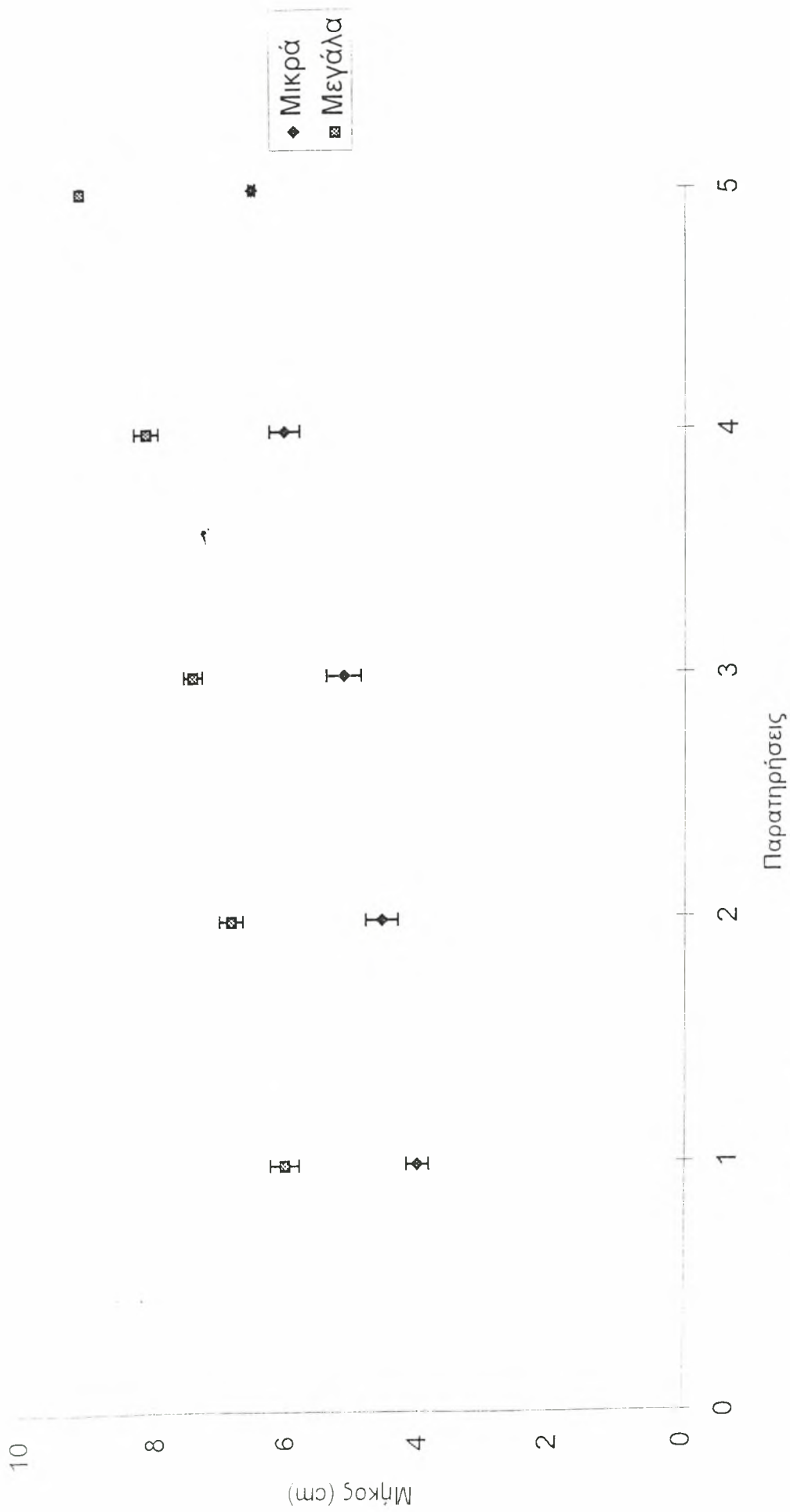


Πίνακας 4: Περιγραφή της εξέλιξης του μήκους των μικρών και των μεγάλων ατόμων της ομάδας Γ (Y:μήκος (cm), X:ημέρες)

	ΕΞΙΣΩΣΗ	r^2	N	P<
ΜΕΓΑΛΑ	$Y=5,89+0,074X$	0,96	75	0,001
ΜΙΚΡΑ	$Y=3,89+0,062X$	0,93	225	0,001



Σχήμα 6 : Εξέλιξη του μέσου όρου του βάρους ($\bar{x} \pm$ τυπική απόκλιση) των μικρών και μεγάλων ιχθυιδίων της ομάδας Γ.

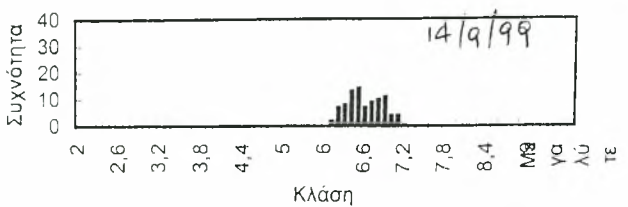
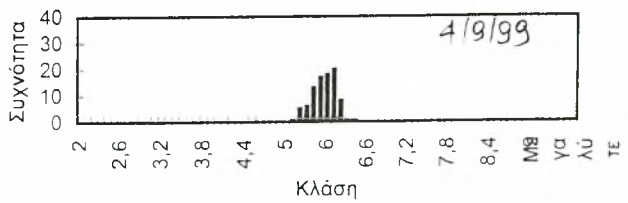
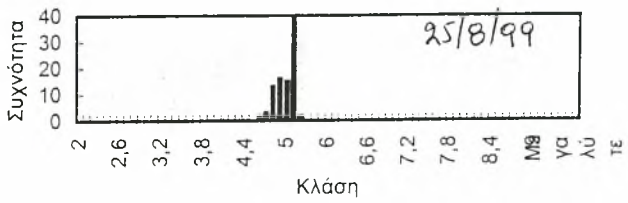
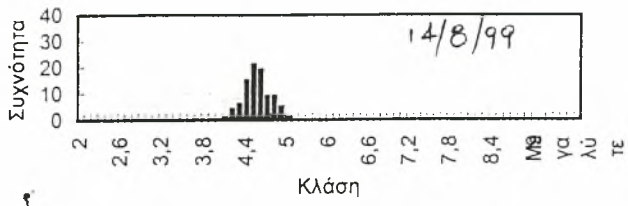
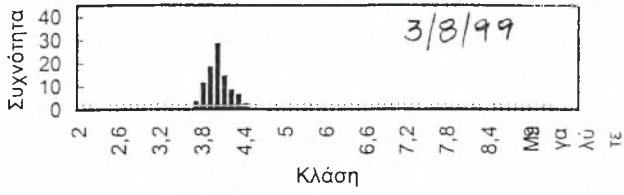


Σχήμα 7 : Εξέλιξη του μέσου όρου του μήκους ($\bar{x} \pm$ τυπική απόκλιση) των μικρών και των μεγάλων ιχθυδίων της ομάδας Γ.

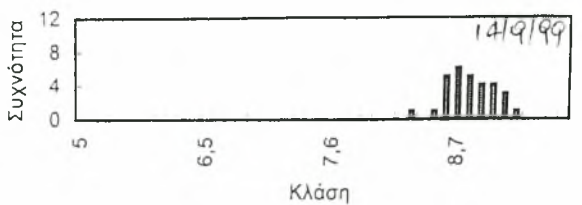
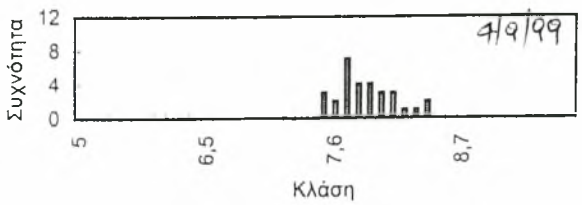
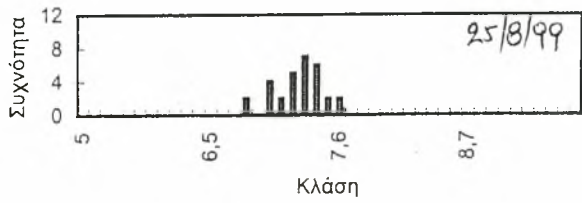
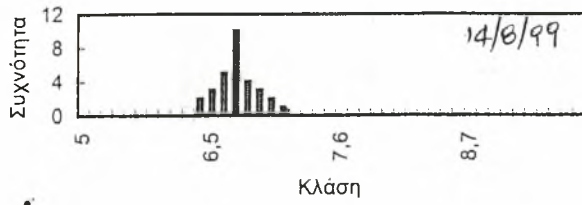
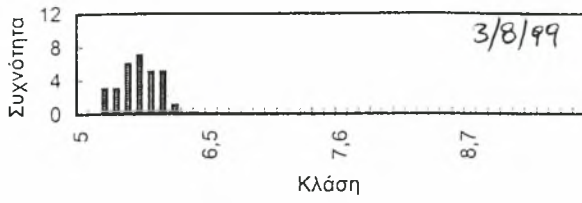
Τα ιστογράμματα συχνότητων του μήκους για τις τρεις πειραματικές ομάδες σε όλη τη διάρκεια του πειράματος φαίνονται στα Σχήματα 8, 9 και 10. Η παραλλακτικότητα των μεγεθών εξελίχθηκε σε όλες τις ομάδες ανεξάρτητα από το αρχικό βάρος των ιχθυδίων ή τη σύνθεση της ομάδος (ομοιογενής ή μικτή).

Η εξέλιξη της τυπικής απόκλισης του μέσου βάρους για όλες τις ομάδες σε σχέση με τον χρόνο παρουσιάζεται στο Σχήμα 11 και περιγράφεται με γραμμικές εξισώσεις στον Πίνακα 5 ($Y=a+bX$, όπου Y : τυπική απόκλιση βάρους κάθε δείγματος, a : τυπική απόκλιση την ημέρα έναρξης του πειράματος, b : συντελεστής συµμεταβολής, μέσος ρυθμός παραλλακτικότητας βάρους και X : ημέρες). Η μεταβολή του μέσου ρυθμού παραλλακτικότητας ανάμεσα στις τρεις ομάδες διέφερε με στατιστικά σημαντικές διαφορές (ANCOVA, $F=207,93$, $df=2,9$, $P<0,001$). Η μεγαλύτερη μεταβολή παρατηρήθηκε στην ομάδα με την μικτή σύνθεση μεγεθών, κάτι που οφείλεται στην ταχύτερη αύξηση των μεγάλων ατόμων που περιελάμβανε (Πίνακας 3)

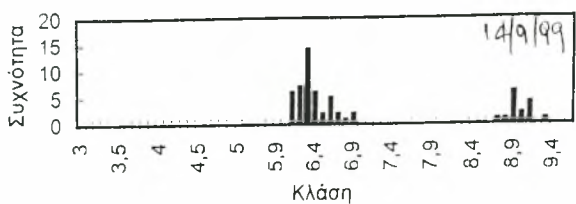
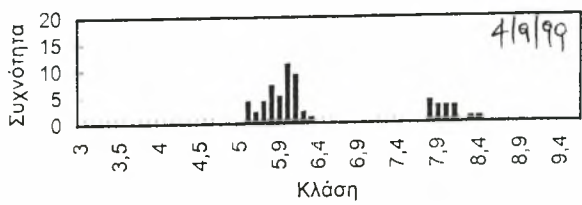
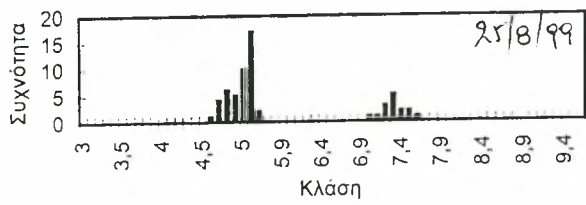
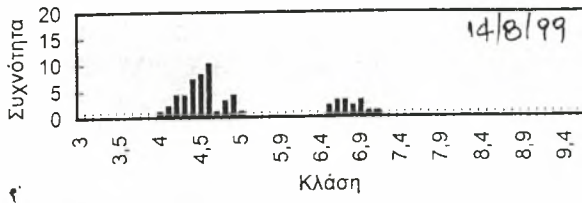
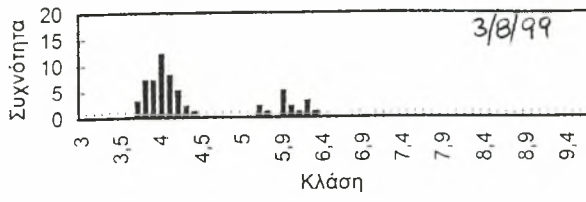
Η σχέση του μέσου ρυθμού παραλλακτικότητας και του ρυθμού αύξησης των ιχθυδίων διαγράφεται με ανοδικές τάσεις, όπως φαίνεται στο Σχήμα 12. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένδειξη εξάρτησης της παραλλακτικότητας από τον ρυθμό αύξησης : τα ταχύτερα αυξανόμενα άτομα οδηγούν στην διεύρυνση της παραλλακτικότητας των μεγεθών.



Σχήμα 8. Ιστογράμματα συχνοτήτων μήκους της ομάδας Α.



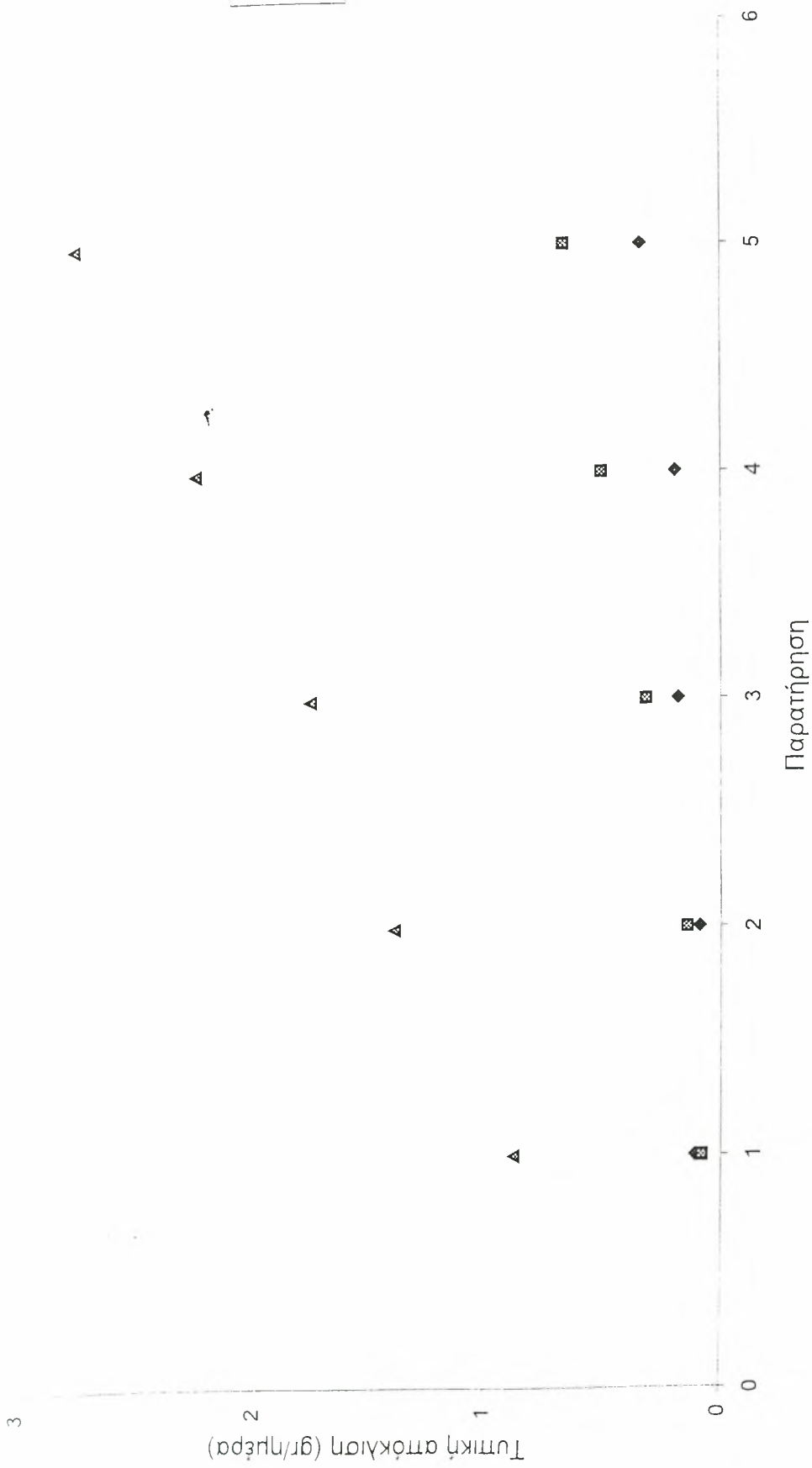
Σχήμα 9. Ιστογράμματα συχνότητων μήκους της ομάδας Β.



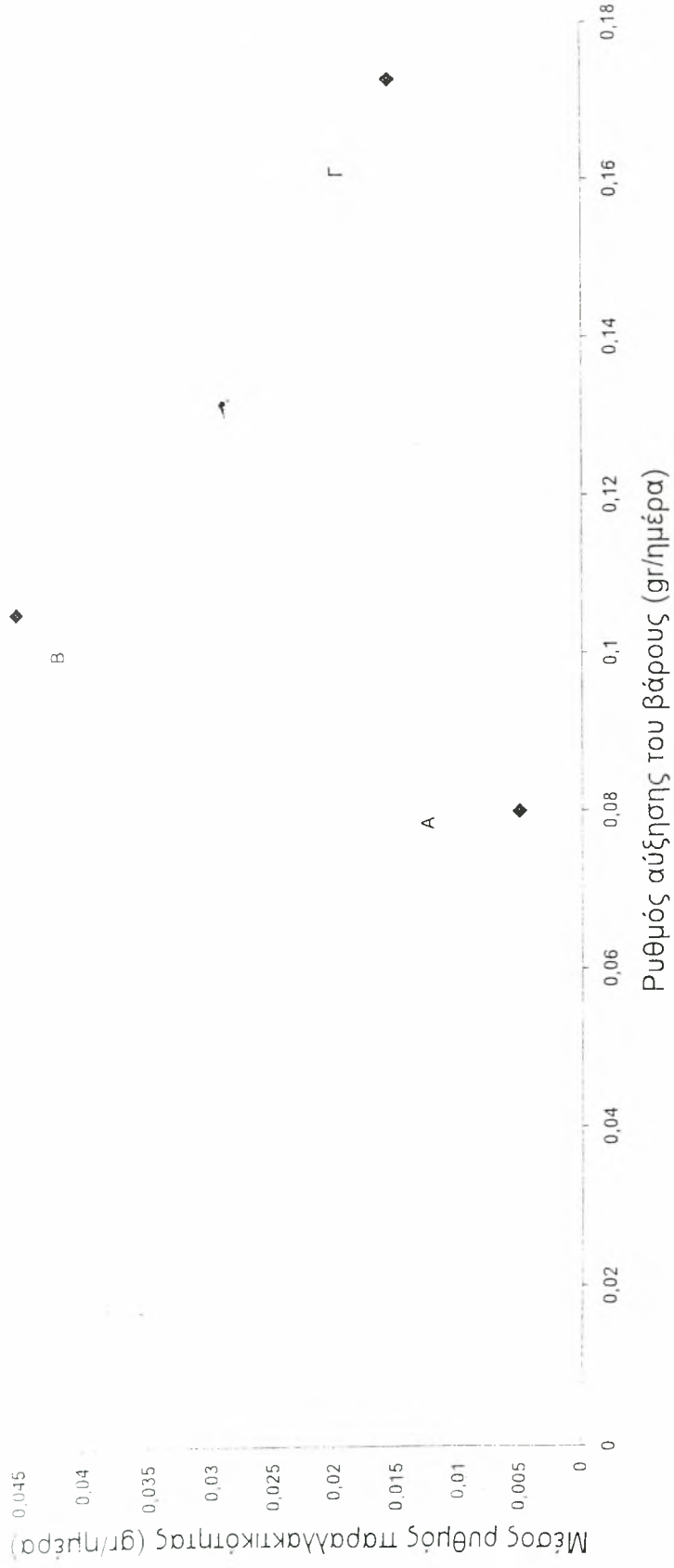
Σχήμα 10. Ιστογράμματα συχνοτήτων μήκους της ομάδας Γ.

Πίνακας 5. Εξέλιξη της τυπικής απόκλισης του μέσου βάρους των τριών πειραματικών ομάδων (Y:τυπική απόκλιση, X:ημέρες).

ΟΜΑΔΑ	ΕΞΙΣΩΣΗ	r^2	n	P<
A	$Y=0,067+0,005X$	0,83	5	0,05
B	$Y=0,028+0,015X$	0,98	5	0,001
Γ	$Y=0,845+0,045X$	0,99	5	0,001



Σχήμα 11. Εξέλιξη της τυπικής απόκλισης του βάρους για όλες τις ομάδες.



Σχήμα 12. Σχέση μέσου ρυθμού παραλλακτικότητας και ρυθμού αύξησης του βάρους για όλες τις ομάδες.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι επιστήμονες εδώ και δεκαετίες προσπαθούν να μελετήσουν και να εξηγήσουν το φαινόμενο των διαφορετικών ρυθμών ανάπτυξης μεταξύ ιχθύων ίσης ηλικίας και τη σημαντική παραλλακτικότητα μεγέθους, που εμφανίζεται μεταξύ αυτών.

Οι Magnuson (1962), Yamagishi *et al.* (1974), Nagoshi (1967) έδειξαν ότι ο ανταγωνισμός μέσα σ' ένα είδος οδηγεί σε εδραίωση κοινωνικής ιεραρχίας και έτσι σε άνιση κατανομή της τροφής και διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης. Αποτέλεσμα είναι η αύξηση της διαφοροποίησης των μεγεθών μεταξύ των ατόμων και η ενίσχυση των ήδη υπάρχοντων σχέσεων υπεροχής-υποτέλειας.

Ο Koebele (1985) δέχεται ότι η πρόσληψη τροφής από τα υποτελή ιχθύδια του είδους *Tilapia zillii* περιορίζεται από τα υπερέχοντα άτομα και από τις αλλαγές διαφόρων νευροφυσιολογικών παραγόντων αυτών. Οι Jobling και Reinsnes (1987) θεώρησαν τους γενετικούς παράγοντες υπεύθυνους για τους διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης. Ο Elliot (1990) έδειξε ότι οι σχέσεις υπεροχής-υποτέλειας ευθύνονται για το μη ομοιόμορφο μοίρασμα της τροφικής ενέργειας μεταξύ των ιχθύων. Ο Jobling (1995) δέχεται ότι οι διαφορετικοί ρυθμοί ανάπτυξης των ιχθύων δηλώνουν τροφικό ανταγωνισμό, ιδιαίτερα όταν η παροχή τροφής είναι περιορισμένη και ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο περιορισμός αυτός τόσο μεγαλύτερη είναι η παραλλακτικότητα μεγέθους. Οι Chambers και Leggett (1996) υποστηρίζουν ότι οι ρυθμοί ανάπτυξης των ιχθυδίων επηρεάζονται από τη βιοενεργητική κατάσταση των λαρβών και τον φαινότυπο τους. Ο De March (1997) έδειξε ότι μεταξύ των ατόμων του είδους *Salvelinus alpinus* οι σχέσεις κοινωνικής ιεραρχίας είναι ισχυρές και επιδρούν στην ανάπτυξη τους μέσω γενετικών οδών.

Τα αποτελέσματα της δικής μας εργασίας έδειξαν ότι τα ιχθύδια της ομοιογενούς ομάδας Β, με το μεγαλύτερο αρχικό βάρος αναπτύχθηκαν ταχύτερα από αυτά της μικτής ομάδας Γ και της ομάδας Α, με το μικρότερο αρχικό βάρος όσον αφορά αυτή τη παράμετρο. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τους Strand και Øiestad (1997) οι οποίοι έδειξαν ότι τα ιχθύδια του είδους *Scophthalmus maximus*, που ταξινομήθηκαν σε ομάδες μικρών, μεγάλων και ανάμικτων ατόμων δεν παρουσίασαν επίδραση της διαλογής στην παραγωγή βιομάζας και στη παραλλακτικότητα μεγέθους. Ακόμη σε αντίθεση έρχεται με τους Baardvik και Jobling (1990), οι οποίοι έδειξαν ότι τα άτομα του είδους *Salvelinus alpinus*, που αναπτύχθηκαν σε μικτές ομάδες μεγέθους είχαν καλύτερη ανάπτυξη από αυτά που ανήκαν σε ομογενείς ομάδες, λόγω των αλληλεπιδράσεων μέσα στις τελευταίες.

Επιπλέον από τα δικά μας αποτελέσματα γίνεται φανερό ότι τα μεγαλύτερα ιχθύδια της ομάδας Γ αναπτύχθηκαν ταχύτερα, όσον αφορά το βάρος, από τα μικρότερα άτομα αυτής, ενώ οι ρυθμοί ανάπτυξης των μεγάλων και μικρών ιχθυδίων της μικτής ομάδας δεν διαφέρουν από αυτούς των αντίστοιχου μεγέθους ατόμων των δύο ομοιογενών ομάδων.

Τα παραπάνω αποτελέσματα πιθανόν οφείλονται στην ύπαρξη κοινωνικής ιεραρχίας δηλ. σχέσεων υπεροχής-υποτέλειας μεταξύ των ιχθυδίων διαφορετικού μεγέθους, οι οποίες οδηγούν σε άνιση κατανομή της προσφερόμενης τροφής. Ακόμη οι διαφορετικοί ρυθμοί ανάπτυξης πιθανόν είναι αποτέλεσμα γενετικών παραγόντων

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allee, W.C., Greenberg, B., Rosenthal, G.M., Frank, P., 1948. Some effects of social organization on growth in the green sunfish, *Lepomis cyanellus*. Journal of Experimental Zoology, 108, 1-19.
- Allen, K.O., 1972. *The anemonfishes: Their classification and biology*. T.F.H. Publications, Neptune City. 288pp
- Baardvik, B.M., Jobling, M., 1990. Effect of size-sorting on biomass gain and individual growth rates in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L.. Aquaculture, 90, 11-16.
- Barlow, G.W., 1975. A comparison of feeding, spacing and aggression in color morphs of the Midas cichlid. I. Food continuously present. Behaviour, 54, 72-96.
- Brown, M.E., 1957. Experimental studies on growth. I.: Brown, M. E., *The Physiology of Fishes* I. Academic Press. New York, 361-400.
- Chambers, R.C., Leggett, W.C., 1996. Maternal influences on variation in egg sizes in temperate marine fishes. American Zoology, 36, 180-196.
- De March, B.G.E., 1997. Social and genetic determinants of size variation in tanks of Nauyuk, Norwegian and hybrid Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), Aquaculture Research, 28, 305-315.
- Eaton, R.C., Farley, R.D., 1974. Growth and reduction of depensation of zebrafish, *Brachydanio rerio*, reared in the laboratory. Copeia, 204-209.
- Efthimiou, St., Divanach, P., Rosenthal, H., 1994. Growth, food conversion and agonistic behaviour in common dentex (*Dentex dentex*) juveniles fed on pelleted moist and dry diets. Aquatic Living Resources, 7, 267-275.
- Elliot, J.M., 1990. Mechanisms responsible for population regulation in young migratory trout, *Salmo trutta*. II. Fish growth and size variation. Journal of Animal Ecology, 59, 171-185.
- FAO, 1997. Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Department, FAO Fisheries Circular, 886, Rev. 1, FAO, Rome, 163.
- Fenderson, O.C., Evenhart, W.H., Myth, K.M., 1968. Comparative agonistic and feeding behaviour of hatchery-reared and wild salmon in aquaria. Journal of Fisheries Research Board of Canada, 25, 1-14.
- Goldan, O., Popper, D., Karplus, I., 1997. Management of size variation in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*): I. Particle size and frequency of feeding dry and live food. Aquaculture, 152, 181-190.

Goldan, O., Popper, D., Kolkovski, S., Karplus, I., 1998. Management of size variation in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*): II Dry food type and live/dry food ratio. *Aquaculture*, 165, 3/4, 313-320.

Jobling, M., Reinsnes, T.G., 1987. Effect of sorting on size-frequency distributions and growth of Arctic charr *Salvelinus alpinus*. *Aquaculture*, 60, 27-31.

Jobling, M., 1994. *Fish bioenergetics*. Chapman and Hall, London.

Jobling, M., 1995. Simple indices for the assessment of the influences of social environment on growth performance, exemplified by studies on Arctic charr. *Aquaculture International*, 3, 60-65.

Juell J.E., Bjordal A., Ferno A., Huse I., 1994. Effect of feeding intensity on food intake and growth of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in sea cages. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25, 453-464.

Koebele, B.P., 1985. Growth and size hierarchy effect : an experimental assessment of three proposed mechanisms : activity differences , disproportional food acquisition, physiological stress. *Environmental Biology of Fishes*, 12, 181-188.

Magnuson, J.J., 1962. An analysis of aggressive behaviour, growth , and space in medakas (*Oryzias latipes*) . *Canadian Journal of Zoology*, 40, 313-363.

Nagoshi, M. 1967. Experiments on the effects of size hierarchy upon the growth of guppy (*Lebistes reticulatus*). *Journal of Faculty of Fisheries Perfection University of Mie*, 7, 165-189.

Nakamura, N., Kasahara, S., 1955. A study on the phenomenon of the Tobi-Koi or shoot carp. I. On the earlier stage at which the shoot carp appears. *Bulletin of Japanese Society and Scientific Fisheries*, 21, 73-76.

Nakamura, N., Kasahara, S., 1957. A study on the phenomenon of the Tobi-Koi or the shoot carp. III. On the result of culturing the modal group and the growth of carp fry reared individually. *Bulletin of Japanese Society and Scientific Fisheries*, 22, 674-678.

Oliveira, F.R., Almada, C.V., 1996. On the (In)stability of Dominance Hierarchies in the Cichlid Fish *Oreochromis mossambicus*. *Aggressive Behaviour*, 22, 37-45.

Panagiotaki, 1992. The development of size variation in flatfish larvae. Ph.D. Thesis, University of Liverpool

Panagiotaki, P., Geffen, A.J., 1992. Parental effects on size variation in fish larvae. *Journal of Fish Biology*, 41, 37-42

Παναγιωτάκη Π, P., 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.

Παναγιωτάκη Π., Εξαδάκτυλος, Α., 2000. Εξέλιξη παραλλακτικότητας μεγεθών στο πλατύψαρο *Solea solea* L.: Επίδραση ιχθυοπυκνότητας και προέλευσης. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων, 239-242, Μεσολόγγι 20-23 Ιανουαρίου.

Papoutsoglou, S.E., 2000. Monitoring and regulation of marine aquaculture in Greece: licensing, regulatory control and monitoring guidelines and procedures. Journal of Applied Ichthyology, 16, 167-171.

Ricker, W.E., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada, 119, 300.

Strants, H.K., Øiestad, V., 1997. Growth and the effect of grading, of turbot in a shallow raceway system. Aquaculture International, 5, 397-406.

Wagner, J.E., Routledge, M.D., Intelmann, S.S., 1996. Assessment of Demand Feeder Spacing on Hatchery Performance, Fin Condition and Size Variation on Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. Journal of the World Aquaculture Society, 27/1, 130-136.

Yamagishi, H., Maruyama, T., Mashiko, 1974. Social relation in a small experimental population of *Odontobus obscurus* as related to individual growth and food intake. Oecologia, 17, 187-202.

Yamagishi, H., 1962. Growth relation in some experimental populations of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, with special reference to social relations among individuals. Japanese Journal of Ecology, 12, 43-53.

Zar, H.J., 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall International Editions.

