

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ & ΑΛΙΕΙΑΣ

**ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ
ΑΡΙΣΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ
Puntazzo puntazzo
(Sparidae family)**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:
ΜΑΡΙΝΟΥ Α. ΜΑΙΡΗ
ΦΙΩΤΑΚΗ Π. ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:
Δρ. ΠΑΡΠΟΥΡΑ ΑΛΚΗΣΤΙΣ
Επιστημονικός συνεργάτης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 1998

Ευκρίνεζα
Παρπούρα



Δρ. Αλκήστις Παρπούρα

‘Μελέτη το παν’

Κλεόβουλος

Αφιερώνεται στους γονείς μας και τα αδέρφια μας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας συνέβαλαν πολλοί στους οποίους οι συγγραφείς θα ήθελαν να απευθύνουν ευχαριστίες.

Θερμές ευχαριστίες στην επιχείρηση θαλασσοκαλλιιεργειών: «ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΣΤΑΚΟΥ-ΡΗΓΑΣ ΠΑΡΠΟΥΡΑΣ», για τη διάθεση των πειραματικών εγκαταστάσεων και την παροχή υλικών, προκειμένου να διεξαχθεί η έρευνα αυτή.

Επίσης θερμές ευχαριστίες προς τον ιχθυογεννητικό σταθμό RIO PESCA, για την προμήθεια του γόνου του είδους *Puntazzo puntazzo*.

Ευχαριστίες στον Πρόεδρο του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου κ. Βελτισία Θεόδωρο και τον Προϊστάμενο του Τμήματος Ιχθυοκομίας & Αλιείας κ. Χώτο Γεώργιο, οι οποίοι συντέλεσαν στη μεταφορά των ιχθυδίων από το ιχθυογεννητικό σταθμό στις πειραματικές εγκαταστάσεις.

Θερμά ευχαριστώ τους κκ. Μάρτινο Αναστάσιο και το γιο του Ζώη για τη μεταφορά μας στις εγκαταστάσεις των Υδατοκαλλιιεργειών Αστακού.

Πολλά και θερμά ευχαριστώ στο συνάδελφο και φίλο Μουτάφη Ιωάννη για τη βοήθεια και την τεχνική υποστήριξη που μας παρείχε σε φάση της επεξεργασίας των αποτελεσμάτων.

Επίσης ευχαριστίες στις συνάδελφους και φίλες Μελά Μαρίνα και Τζεμανάκη Όλγα για τη βοήθειά τους στην ανεύρεση βιβλιογραφικών πηγών.

Ιδιαίτερη αναφορά θα έπρεπε να γίνει στην συνάδελφο και φίλη Λαυρεντάκη Μαριάνθη για την αμέριστη συμπαράσταση και τη βοήθεια που μας παρείχε, καθώς η συμβολή της ήταν καθοριστική για την πορεία του όλου έργου.

Τέλος, θα θέλαμε να απευθύνουμε ειδικές ευχαριστίες στην εισηγήτρια τη διπλωματικής αυτής εργασίας και καθηγήτριά μας Παρπούρα Άλκηστις για την καθοδήγησή της και τις χρήσιμες υποδείξεις της κατά την πορεία της όλης μελέτης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	i
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	vi

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	1
--------------------	---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ *Puntazzo puntazzo* (Gmelin, 1784)

1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2
2. ΕΞΑΠΛΩΣΗ	2
3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	3
4. ΒΙΟΛΟΓΙΑ	3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1. ΓΕΝΙΚΑ	4
2. ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	4
2.1 Πρωτεΐνες	4
2.2 Λίπη	7
2.3 Υδατάνθρακες	8
3. ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	8
4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ	9
5. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ: ΡΥΘΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	10
5.1 Γενικά	10
5.2 Κανονικός μεταβολισμός	11
5.3 Σταθερός μεταβολισμός	11
5.4 Ενεργός μεταβολισμός	11
5.5 Τροφικός μεταβολισμός	12
6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΡΟΦΗΣ	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΥΞΗΣΗ Ή ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ:

ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΥΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΡΟΠΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ	14
2. ΣΧΕΣΗ ΔΙΑΙΤΑΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΨΑΡΙΟΥ	14
2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	17
2.1 Καμψύλη ανάπτυξης (Wt-t)	17

2.2. Καμπύλη αύξησης-τροφής G-R	18
2.2 Επίδραση μερικών περιβαλλοντικών παραγόντων στην αύξηση	20
2.2.1 Θερμοκρασία	20
2.2.2 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ποσοστό ανάπτυξης (G_{max} , G_{opt} , G_{starv})	21
2.2.3 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ποσοστό τροφής (R_{max} , R_{opt} , R_{starv})	22
2.2.4 Επίδραση του μεγέθους στην καμπύλη G-R	23
2.2.5 Επίδραση του βάρους των ψαριών στο ρυθμό αύξησης	23
2.2.6 Διακόμωση της αύξησης (G) κατά τη διάρκεια του έτους	24
4. ΚΑΘΑΡΗ ΚΑΙ ΟΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ	25

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
-ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	28
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ	28
2.1 Περί ιχθυοκλωβών	28
3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ	29
3.1 Κλωβοί	29
3.2 Προέλευση ιχθυδίων και μέθοδος μεταφοράς	30
3.3 Διαχείριση ιχθύων κατά την περίοδο εγκλιματισμού	31
3.4 Διαχείριση ιχθύων κατά τη πειραματική περίοδο	33
3.4.1 Ζύγιση	33
3.5 Καθορισμός ποσότητας κορεσμού	36
4. ΤΥΠΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ	38

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ	39
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ:	40
2.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατά εβδομάδα εκτροφής	40
2.2.1 Διάστημα Α	40
2.2.2 Διάστημα Β	43
2.2.3 Διάστημα Γ	47
2.2.4 Διάστημα Δ	51
3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ	55
4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	60

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	65
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	71
ABSTRACT	72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	74

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ	ΣΕΛ.
Πίνακας 1: Διαιτητικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνη κατά είδος.	3
Πίνακας 2: Αποτελέσματα των ζυγίσεων.	35
Πίνακας 3: Οι ποσότητες της τροφής που δίνονταν καθημερινά.	36
Πίνακας 4: Ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγούνταν την 3η εβδομάδα.	37
Πίνακας 5: Ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγούνταν την 4η εβδομάδα.	37
Πίνακας 6: Θνησιμότητα.	39
Πίνακας 7: Αποτελέσματα της εβδομάδας εκτροφής Α	40
Πίνακας 8: Αποτελέσματα εβδομάδας εκτροφής Β.	43
Πίνακας 9: Αποτελέσματα εβδομάδας εκτροφής Γ.	47
Πίνακας 10: Αποτελέσματα εβδομάδας εκτροφής Δ.	51
Πίνακας 11: Αποτελέσματα για όλο το διάστημα εκτροφής.	57
Πίνακας 12: Μέσα βάρη ψαριών κατά την αρχική ζύγιση.	60
Πίνακας 13: Μέσα βάρη ψαριών κατά την τελική ζύγιση.	60
Πίνακας 14: Εξισώσεις συσχέτισης απόδοσης (K) και ποσοστού σιτηρεσίου (R), όπως επίσης του ειδικού ρυθμού αύξησης (G) και ποσοστού σιτηρεσίου (R), για όλο το διάστημα της εκτροφής.	62
Πίνακας 15: Εξισώσεις συσχέτισης απόδοσης (K) και ποσοστού σιτηρεσίου (R), όπως επίσης του ειδικού ρυθμού αύξησης (G) και ποσοστού σιτηρεσίου (R), για την τρίτη εβδομάδα εκτροφής.	62
Πίνακας 16: Η ποσότητα της πρωτεΐνης (σε g) που δόθηκε σε κάθε κλωβό κατά τη διάρκεια της εκτροφής.	69

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ	ΣΕΛ.
Διάγραμμα Θ1: Η επιφανειακή θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια της εκτροφής.	27
Διάγραμμα Α1: Αρχικό και τελικό βάρος των ιχθυδίων κατά την εβδομάδα εκτροφής (Α).	41
Διάγραμμα Α2: Τελικό βάρος των ιχθυδίων στην εβδομάδα εκτροφής Α.	41
Διάγραμμα Α3: Απόδοση τροφής στην εβδομάδα εκτροφής Α.	42
Διάγραμμα Α4: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Α.	42
Διάγραμμα Β1: Αρχικό και τελικό βάρος των ιχθυδίων κατά την εβδομάδα εκτροφής (Β).	45
Διάγραμμα Β2: Τελικό βάρος των ιχθυδίων στην εβδομάδα εκτροφής Β.	45
Διάγραμμα Β3: Απόδοση τροφής στην εβδομάδα εκτροφής Β.	46
Διάγραμμα Β4: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Β.	46
Διάγραμμα Γ1: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Γ.	49
Διάγραμμα Γ2: Τελικό βάρος των ιχθυδίων στην εβδομάδα εκτροφής Γ.	49
Διάγραμμα Γ3: Απόδοση τροφής στην εβδομάδα εκτροφής Γ.	50
Διάγραμμα Γ4: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Γ.	50
Διάγραμμα Δ1: Αρχικό και τελικό βάρος των ιχθυδίων κατά την εβδομάδα εκτροφής (Δ).	53
Διάγραμμα Δ2: Τελικό βάρος των ιχθυδίων στην εβδομάδα εκτροφής Δ.	53
Διάγραμμα Δ3: Απόδοση τροφής στην εβδομάδα εκτροφής Δ.	54
Διάγραμμα Δ4: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Δ.	54
Διάγραμμα Σ1: Αύξηση βάρους για όλη την περίοδο εκτροφής για κάθε διάστημα ξεχωριστά.	56
Διάγραμμα Σ2: Απόδοση της τροφής για όλη την περίοδο εκτροφής για κάθε διάστημα ξεχωριστά.	56
Διάγραμμα Σ3: Ειδικός ρυθμός αύξησης για όλη την περίοδο εκτροφής για κάθε διάστημα ξεχωριστά.	57
Διάγραμμα Ο1: Ολικός ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την περίοδο της εκτροφής	58
Διάγραμμα Ο2: Ολική αύξηση κατά την περίοδο εκτροφής.	59
Διάγραμμα Ο3: Ολική απόδοση της τροφής κατά την περίοδο εκτροφής.	59
Διάγραμμα Μ1: Ειδικός ρυθμός αύξησης συναρτήσει του ποσοστού σιτηρεσίου (%).	63
Διάγραμμα Μ2: Απόδοση της τροφής συναρτήσει του ποσοστού σιτηρεσίου (%).	63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ	ΣΕΛ.
Εικ. 1: Απεικόνιση του είδους <i>Puntazzo puntazzo</i> (κν. μυτάκι).	3
Εικ. 2: (Α) Στην εικόνα αυτή φαίνεται η σχέση μεταξύ ρυθμού ανάπτυξης (G) και σιτηρεσίου (R), όπου εκφράζονται επί τις % του ξηρού σωματικού βάρους/ημέρα. Οι διακεκομμένες γραμμές είναι οι εφαιπτόμενες στις καμπύλες a, b και τα βέλη υποδηλώνουν τη θέση του άριστου σιτηρεσίου. (Β) Στην εικόνα αυτή φαίνονται οι καμπύλες απόδοσης ($G/R \times 100\%$) με τη μέγιστη απόδοση (K_{max}) και βέλη που δείχνουν αντίστοιχα τις θέσεις του R_{opt} . Το σημείο της καμπύλης a στη (Β) από το ελάχιστο στο μέγιστο σιτηρέσιο είναι το K-line του Paloheimo and Dickie (1966) (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	15
Εικ. 3: Η γενική σχέση μεταξύ της ενέργειας που διοχετεύεται στην ανάπτυξη και αυτής που καταναλώνεται στον ολικό μεταβολισμό σύμφωνα με το μέγεθος (σολομός <i>Onchorhynchus nerka</i>). Η αναλογία της ενέργειας που ενέχεται στα δύο συστήματα (ανάπτυξη: μεταβολισμός), μεταβάλλονται από >1,0 στα 10g, σε <1,0 πάνω από τα 10g, γεγονός στο οποίο οφείλεται η μείωση της απόδοσης της τροφής σύμφωνα με την αύξηση του μεγέθους (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	16
Εικ. 4: Α) Η γενικευμένη καμπύλη ανάπτυξης για ένα ψάρι κάτω από σταθερές περιβαλλοντολογικές συνθήκες. Β) Μετατροπή της καμπύλης χρησιμοποιώντας λογαριθμική κλίμακα για το βάρος. Οι τεθλασμένες γραμμές δείχνουν ποια θα ήταν η ανάπτυξη αν το δεδομένο ποσοστό ανάπτυξης διατηρούνταν (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	18
Εικ. 5: (Α) Ειδικός ρυθμός αύξησης του <i>Onchorhynchus nerka</i> (M.B.=13g) σε σχέση με τη διατροφή στους 10°C. (Β) Η καμπύλη του συντελεστή μετατρεψιμότητας C με το R στις ίδιες συνθήκες (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	18
Εικ. 6: Η επίδραση τη θερμοκρασίας πάνω στην καμπύλη G-R για το σολομό <i>Onchorhynchus nerka</i> (M.B.=13g) (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	20
Εικ. 7: Σχέση των διάφορων ποσοστών ανάπτυξης (G_{max} , G_{opt} , G_{starv}) συναρτήσει της θερμοκρασίας (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	21
Εικ. 8: Σχέση των διάφορων επιπέδων του R συναρτήσει της θερμοκρασίας (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	22
Εικ. 9: Η επίδραση του μεγέθους του ψαριού στη καμπύλη G-R για τρία διαφορετικά μεγέθη σολομού <i>Onchorhynchus nerka</i> (5g, 15g, 50g). Τα σημεία που βρίσκονται μέσα σε κύκλο δείχνουν τα G_{max} και R_{max} για κάθε βάρος (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	23
Εικ. 10: Η σχέση του ρυθμού αύξησης συναρτήσει του βάρους για τρία είδη Salmonidae (pink salmon, sockeye salmon, brook trout) (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).	23

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οι υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα κατέχουν την πρώτη θέση στην παραγωγή ευρύαλων ψαριών -κυρίως στην παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού- και είναι πλέον καιρός να εμπλουτιστεί η αγορά και με άλλα είδη ψαριών. Η παρούσα εργασία ασχολείται με ένα συγκεκριμένο είδος της οικογένειας Sparidae, το *Puntazzo puntazzo* (κν. μυτάκι).

Για τους καλλιεργητές, το ενδιαφέρον είναι μεγάλο και αφορά στην εμπορικότητα του είδους αυτού, αφού τα τελευταία δέκα χρόνια έχει αυξηθεί η παραγωγή τους. Αλλά και οι ερευνητές συλλέγουν πληροφορίες όσον αφορά στη βιολογία και την ηθολογία του είδους *Puntazzo puntazzo*.

Η εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα ενός πειράματος που πραγματοποιήθηκε με σκοπό τον καθορισμό της ημερήσιας ποσότητας σιτηρεσίου που πρέπει να χορηγηθεί στο ψάρι, ώστε να έχει την καλύτερη δυνατή ανάπτυξη. Άλλωστε είναι γνωστό ότι σε μία σύγχρονη, εντατικής εκτροφής ιχθυοτροφική επιχείρηση, η παραγωγικότητα και το κέρδος στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην απόδοση της ποσότητας τροφής. Αυτές αποτελούν το 30-40% των εξόδων μιας ιχθυοτροφικής επιχείρησης γεγονός που δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στο εγχείρημα αυτό.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΤΟΥ *Puntazzo puntazzo* (Gmelin, 1784)

1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Το είδος *Puntazzo puntazzo* (κν. μυτάκι ή σουβλομύτης ή χιόνα) ανήκει στην οικογένεια *Sparidae*, η οποία περιλαμβάνει 100 περίπου είδη, 24 από τα οποία απαντώνται στον ελληνικό χώρο (Ondrias, 1971; Χριστοδουλοπούλου και Αθανασόπουλος, 1992).

Η ακριβής συστηματική κατάταξη του *Puntazzo puntazzo* είναι η εξής:

Τάξη: Perciformes

Οικογένεια: Sparidae

Γένος: *Puntazzo*

Είδος: *Puntazzo puntazzo*

Περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Gmelin (1789) ο οποίος του έδωσε την ονομασία *Sparus puntazzo*. Είναι συνώνυμο με τα είδη (Papaconstantinou, 1988): *Sparus acutirostris* Delaroché, 1809; *Charax puntazzo* Valenciennes, 1830; *Sargus puntazzo* Steindachner, 1867; *Puntazzo puntazzo* Fowler, 1936; *Diplodus puntazzo* Bauchot and Hureau, 1986.

2. ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Απαντάται στη Μεσόγειο και τον Ανατολικό Ατλαντικό.

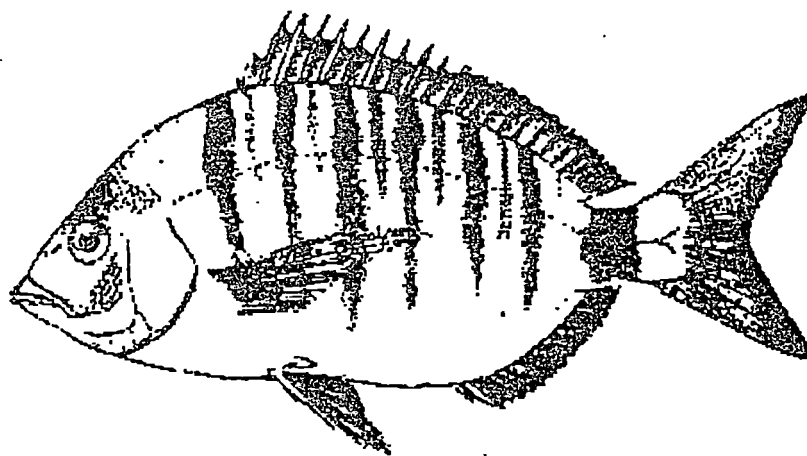
Στις ελληνικές θάλασσες έχει παρατηρηθεί από πολλούς ερευνητές στο Αιγαίο: Κυκλάδες, Τήνος, στα Δωδεκάνησα: Ρόδος, στο Β. Αιγαίο: Αλεξανδρούπολη, Καβάλα, στο Σαρωνικό Κόλπο, στον Ευβοϊκό και τον Πατραϊκό Κόλπο, τη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου και στον Παγασητικό Κόλπο (Papaconstantinou, 1988).

3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Το μυτάκι έχει σώμα ωσειδές και το μήκος του κυμαίνεται μεταξύ 30-45cm (Χριστοδουλοπούλου και Αθανασόπουλος, 1992; Κριμπένη, 1994; Παρπούρα, 1998) (Εικ. 1). Έχει ρύγχος οξύληκτο και προτεταμένο, στόμα αρκετά μικρό που φέρει 8 ισχυρά δόντια σε κάθε γνάθο, τα οποία είναι αιχμηρά και κεκλιμένα προς τα εμπρός (Κριμπένη, 1994). Το ανώτερο προφίλ του κεφαλιού εμφανίζει κοίλωμα. Η πλευρική γραμμή καλύπτεται από 50-60 λέπια, είναι καλά σχηματισμένη και συνεχής που φθάνει μέχρι τη βάση του ουραίου πτερυγίου. Για το ραχιαίο είναι: D X-XI/13-14, για το εδρικό είναι: A III/12. Το ουραίο πτερόγιο είναι περισσότερο ή λιγότερο διχλωτό. Τα λέπια είναι κυκλοειδή και κτενοειδή.

Οι βραγχιακές άκανθες είναι πολύ κοντές και κυμαίνονται μεταξύ 7-10.

Το χρώμα είναι γκρι-ασημί με 7-10 μαύρες και κάθετες λωρίδες. Στον ουραίο μίσχο υπάρχει μία μαύρη κηλίδα. Τα πτερύγια είναι γκρι ενώ τα θωρακικά και τα κοιλιακά πτερύγια εμφανίζουν μαύρη άκρη.



Puntazzo puntazzo (GMELIN, 1789)

Εικ. 1: Απεικόνιση του είδους *Puntazzo puntazzo* (κν. μυτάκι).

4. ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Κατά την περίοδο της αναπαραγωγής (Σεπτέμβριος-Νοέμβριος), το ανώτερο τμήμα του κεφαλιού γίνεται γκρι-μπλέ. Στην περιοχή που βρίσκεται

κοντά στα μάτια, εμφανίζεται μια έντονη καφέ λωρίδα, λεπτή μπροστά και φαρδιά προς τα πίσω (Luther and Fiedler, 1982).

Έχει αναφερθεί ότι το ενήλικο μυτάκι περιλαμβάνει στη διατροφή του σημαντικό ποσοστό φυτικής ύλης (Luther and Fiedler, 1982). Μελέτη που έγινε στο στομαχικό περιεχόμενο νεαρών ατόμων *Putnizzo puntazzo*, ηλικιακής κλάσης 0+ και έδειξε: 91% κωπήποδα και οι υπόλοιπες ταξινομικές ομάδες ήταν 4,3% αμφίποδα, 3,9% οστρακώδη, 0,4% πολύχαιτοι και 0,3% νηματώδεις (Cecares et al., 1984).

Έρευνα που διεξήχθη σε είδη της οικογένειας Spariadae και Serranidae και αφορούσε σε συγκριτικές παρατηρήσεις στις λιποπρωτεΐνες του πλάσματος του αίματος, έδειξε ότι τα πλωρικά τυφλά στο μυτάκι είναι 7-8 και ο λόγος μήκος εντέρου/σωματικό βάρος είναι 21,7+/-25, σε αντίθεση με την τσιπούρα που εμφάνισε 4 πλωρικά τυφλά και λόγο μήκος εντέρου/σωματικό βάρος 18,5+/-1,4 (Santulli et al., 1991). Το γεγονός αυτό υποδεικνύει το φυτοφάγο-παμφάγο χαρακτήρα του ψαριού αυτού.

Επίσης οι διαφορές που παρατηρούνται στην ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των λιποπρωτεϊνών καθορίζονται από τις διατροφικές συνήθειες, τόσο στην απορρόφηση των λιπών όσο και στο ρυθμό της διαδικασίας ωρίμανσης των λιποπρωτεϊνών (Santulli et al., 1991).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα ψάρια όπως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί, προσαρμόζονται στους νόμους της θερμοδυναμικής. Η ύλη και η ενέργεια είναι μετατρέψιμες, αλλά ποτέ δεν καταστρέφονται. Τα ψάρια κερδίζουν ύλη και ενέργεια μέσα από την τροφή και χάνουν την απορροφημένη ενέργεια και ύλη ως αποτέλεσμα του καταβολισμού (η οποία ενέργεια χρησιμοποιείται για συντήρηση και δραστηριότητα) και της επεξεργασίας των προϊόντων αναπαραγωγής.

Η μάζα του σώματος για να διατηρηθεί, πρέπει η ενέργεια του σιτηρεσίου να είναι ίση με την ενέργεια που χάνεται για συντήρηση και δραστηριότητα. Όταν οι εξωγενείς πηγές υπερβαίνουν αυτές τις ανάγκες, η αύξηση μπορεί να προέλθει από την κατάθεση της ύλης η οποία για τα ψάρια είναι οι μεγαλοπρωτεΐνες. Η ενέργεια επίσης, είναι προμηθευτής της αύξησης ως χημική ενέργεια και είναι δεσμευμένη στις πρωτεΐνες, το λίπος και τους υδατάνθρακες. Αν η ενέργεια διατροφής είναι ανεπαρκής να καλύψει τον καταβολισμό, η ανάπτυξη κάποιων οργάνων του σώματος και η σύνθεση μπορεί να επέρχεται από τη δαπάνη (ενδογενή) εσωτερικών πηγών (Brett and Groves, 1979).

2. ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν το κύριο οργανικό συστατικό των ιστών των ψαριών καλύπτοντας περίπου το 65-75% του συνολικού ξηρού βάρους (Παρπούρα, 1995).

Η παρουσία των πρωτεϊνών στην τροφή των περισσότερων ψαριών, θεωρείται απαραίτητη περισσότερο από τους υδατάνθρακες και τα λίπη. Το απεκκριτικό σύστημα των ψαριών είναι από τα πλέον αποτελεσματικά στην αποβολή του άχρηστου αζώτου που προκύπτει από τον καταβολισμό των πρωτεϊνών. Η ενέργεια των πρωτεϊνών που μεταβολίζεται στα ψάρια είναι περίπου 4,5kcal/g, και είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη των θηλαστικών και των πτηνών (Παπουτσόγλου, 1985).

Οι πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης είναι πιο πεπτές στα ψάρια από αυτές που είναι φυτικής προέλευσης. Για το λόγο αυτόν, το ιχθυάλευρο εκτιμάται καλύτερα από άλλες πηγές πρωτεϊνών όπως οι πρωτεΐνες δημητριακών ή μονοκύτταρων οργανισμών. Το ιχθυάλευρο είναι υψηλής βιολογικής αξίας για την πλειονότητα των ειδών για το λόγο αυτό αποτελεί υψηλό ποσοστό στις δίαιτες στην εντατική εκτροφή ψαριών (Παρπούρα, 1998).

Διαφορετικές είναι οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνες στα διάφορα είδη ψαριών. Ο προσδιορισμός της ποσότητας της πρωτεΐνης είναι απαραίτητη και δύσκολη διαδικασία (Πιν. 1).

Πίνακας 1: Διαιτητικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνη κατά είδος.

ΕΙΔΗ	ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ
Γατόψαρο (<i>Ictalurus punctatus</i>)	32-36%
Σολομός coho (<i>Onchorhynchus kisutsch</i>)	40%
Κοινός κυπρίνος (<i>Cyprinus carpio</i>)	31%
Τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i>)	40%
Ιαπωνικό χέλι (<i>Anguilla japonicus</i>)	44,5%
Ιριδίζουσα Πέστροφα (<i>Salmo gairdneri</i>)	40%
Τιλάπια (<i>Tilapia aurea, fry</i>)	56%

Πηγή: Τροποποίηση από Παρπούρα (1995).

Οι πρωτεΐνες είναι η κύρια πηγή αμινοξέων στα ψάρια. Τα αμινοξέα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή νέων πρωτεϊνών ή για την αντικατάσταση

των ήδη υπαρχόντων. Από τα 23 γνωστά αμινοξέα, τα ψάρια χρειάζονται 10 από αυτά που είναι τα εξής: αργινίνη, ιστιδίνη, ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλαλανίνη, θρεονίνη, τρυπτοφάνη και βαλίνη. Τα αμινοξέα αυτά χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά ποσοστά μέσα σε μια διαίτα, λαμβάνοντας υπ' όψη την αλληλεξάρτηση που έχουν μεταξύ τους, προκειμένου να δράσουν μεταξύ τους σωστά (Παπουτσόγλου, 1985).

Όταν σε μια διαίτα το χορηγούμενο ποσοστό πρωτεΐνης είναι μικρότερο από τις πρωτεϊνικές ανάγκες του ψαριού, το αποτέλεσμα είναι απώλεια βάρους ή καθόλου ανάπτυξη, επειδή αυτές θα χρησιμοποιηθούν για να καλύψουν ζωτικές λειτουργίες.

2.2 Λίπη

Τα λίπη είναι συστατικά που παρέχουν ενέργεια στα σαρκοφάγα ψάρια όπου εμφανίζονται στα κυτταρικά τοιχώματα προσφέροντας δομικό έργο. Τα λιπαρά οξέα αποτελούν τις δομικές μονάδες των λιπών όπου διακρίνονται σε κορεσμένα και ακόρεστα. Ορισμένα ακόρεστα λιπαρά οξέα δεν συντίθεται από τα ψάρια και χρειάζεται να ληφθούν από την τροφή. Αυτά ονομάζονται απαραίτητα και είναι της σειράς $\omega 6$ και $\omega 3$ (Παπουτσόγλου, 1985). Τα θαλασσινά ψάρια απαιτούν αποκλειστικά $\omega 3$ λιπαρά οξέα και μάλιστα αυτά με μακριές ανθρακικές αλυσίδες $C_{20}-C_{22}$, δηλαδή τα $20:5\omega 3$ και $22:6\omega 3$. Το μειονέκτημα των $\omega 3$ λιπαρών οξέων και αυτών με τους πολλαπλούς διπλούς δεσμούς μακριάς ανθρακικής αλυσίδας είναι ότι οξειδώνονται πολύ εύκολα παρουσία ατμοσφαιρικού αέρα που έχει ως αποτέλεσμα η τροφή να γίνεται τοξική για τα ψάρια ή ως αποτέλεσμα τη δέσμευση άλλων θρεπτικών συστατικών της τροφής. Για το λόγο αυτόν χρησιμοποιούνται στις τροφές αντιοξειδωτικές ουσίες όπως η βιταμίνη E.

Η ικανότητα του σώματος να χρησιμοποιεί το λίπος κάποιες φορές έχει ως αποτέλεσμα τον υποβιβασμό των υδατανθράκων και των πρωτεϊνών. Έτσι λοιπόν το ποσοστό των λιπών στην τροφή κυμαίνεται μεταξύ 10-20% ώστε να υπάρχει άριστη χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών (Brett and Groves, 1979).

2.3 Υδατάνθρακες

Υπάρχουν μερικές ποσοτικές διαφορές μεταξύ της πηγής ενέργειας της διατροφής στα ψάρια και στα χερσαία θηλαστικά. Σε αντίθεση με τα χερσαία ζώα, τα ψάρια χρησιμοποιούν ελάχιστα στη διαίτά τους, υδατάνθρακες. Το ακατέργαστο άμυλο είναι 30-40% εύπεπτο στα σαλμονοειδή και στο εύπεπτο τμήμα της τροφής φαίνεται έντονα η ελάττωσή του, όταν το επίπεδο των υδατανθράκων υπερβαίνει το 25% του σιτηρεσίου. Τα περισσότερα παμφάγα ή χορτοφάγα είδη όπως τα γατόψαρα και οι κυπρίνοι, έχουν υψηλή ικανότητα χρήσης των υδατανθράκων.

Ακόμη και σε ένα χορτοφάγο ψάρι όπως είναι ο χορτοφάγος κυπρίνος, η κύρια διαθέσιμη εύπεπτη ενέργεια στη διαίτα είναι στην πρωτεΐνη και σε απλούς υδατάνθρακες (δισακχαρίτες, πολυσακχαρίτες) (Brett and Groves, 1979).

3. ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο Phillips (1969) προσδιόρισε τις θερμιδικές τιμές στο διαιτολόγιο πρωτεΐνης, υδατάνθρακα και λίπους, όπου φαίνεται μια εκτίμηση της διαθέσιμης ενέργειας του σιτηρεσίου της πέστροφας βασικά για τη σύνθεση τροφής. Στον προσδιορισμό της θερμιδικής αξίας (caloric values) λαμβάνει μέρος ο μέσος όρος για την πεπτικότητα των συστατικών, μαζί με την απώλεια ενέργειας της μη κοπρώδους εκκρίσεως αλλά και η αύξηση της θερμότητας εκτιμάται ως μεταβολιζόμενη ενέργεια παρά ως καθαρή ενέργεια. Η τιμή που δίνεται για το λίπος και τους υδατάνθρακες είναι ολική ενέργεια (9,45kcal/g για λίπος και 4,0kcal/g για ακατέργαστο άμυλο) που τροποποιείται μόνο από την πεπτικότητα (0,85 για το λίπος και 0,4 για τους υδατάνθρακες). Το αποτέλεσμα της μεταβολιζόμενης ενέργειας είναι 8,0 kcal/g για το λίπος και 1,6 kcal/g για τους υδατάνθρακες στο διαιτολόγιο. Η επόμενη τιμή δεν είναι βάσιμη για επεξεργασμένο άμυλο το οποίο προσεγγιστικά είναι 80% εύπεπτο για την πέστροφα (Nose, 1967), όπου στη μεταβολιζόμενη ενέργεια είναι γύρω στις 3,3 kcal/g. Η τιμή του Phillips είναι 3,9 kcal/g διαθέσιμης ενέργειας του μέσου όρου

εύπεπτων παραγόντων στα 0,9 και 1,3 από την ολική ενέργεια της εύπεπτης πρωτεΐνης (5,66 kcal/g).

Το ποσό της φυσιολογικής διαθέσιμης ενέργειας στα ψάρια για τη σύνθεση σώματος από υδατάνθρακες, λίπη και πρωτεΐνες είναι περίπου 4,10, 9,45 και 4,80 kcal/g κατά αντιστοιχία. Η διαθέσιμη ενέργεια από τις πρωτεΐνες για τα θαλάσσια είδη που εκκρίνουν ένα σημαντικό ποσό οξειδίου της τριμεθυλαμίνης (ΟΤΜΑ), θα μπορούσε να είναι λιγότερη. Η μέση μεταβολιζόμενη ενέργεια των συστατικών της διαίτας για τα σαλμονοειδή στο γλυκό νερό είναι 1,6, 8,0 και 4,2 kcal/g για το ακατέργαστο άμυλο, το λίπος και της πρωτεΐνης αντίστοιχα (Phillips, 1969). Η τιμή για το κατεργασμένο άμυλο που δαπανάται για τα σαλμονοειδή ή για το ακατέργαστο άμυλο που καταναλώνεται από τα χορτοφάγα ψάρια είναι 3,3 kcal/g.

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Από τη στιγμή που τα βιολογικά συστήματα συμβαδίζουν με τους νόμους της θερμοδυναμικής, όλη η ενέργεια που ενσωματώνεται (ingested) (I) από ένα ψάρι, πρέπει να μετατραπεί από μια μορφή σε μία άλλη μέσω του μεταβολισμού (M), της αύξησης (G) και της απέκκρισης (E), όπου:

$$I = M + G + E$$

Ο ολικός μεταβολισμός (M), μπορεί να διαιρεθεί σε πολλά επίπεδα, που είναι τα εξής:

Σταθερός μεταβολισμός (Standard metabolism) (M_S),

Κανονικός μεταβολισμός (Routine metabolism) (M_R),

Τροφικός μεταβολισμός (Feeding metabolism) (M_F), και

Ενεργός μεταβολισμός (Active metabolism) (M_A).

Επομένως, ο ολικός μεταβολισμός εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$M = M_S + aM_R - S + bM_F - S + cM_A - S$$

όπου οι σταθερές a , b και c έχουν εφαρμογή στην εκτίμηση της ώρας κατά τη διάρκεια της μέρας στην οποία εμφανίζεται ο τροφικός μεταβολισμός, ο ενεργός μεταβολισμός και ο κανονικός μεταβολισμός. Ο προσδιορισμός κάθε υποκατάστατου βοηθά σε μια εκτίμηση του μεταβολισμού. Ένας παρόμοιος τρόπος ανάπτυξης, μπορεί να συμπεριλάβει ένα συνθετικό που σχετίζεται με την παραγωγή γαμετών (G_G) για να προστεθεί στη σωματική αύξηση, η γενική αύξηση του ψαριού (G_S), όπου:

$$G = G_G + G_S$$

Τελικά, η απέκκριση (E) έχει ως συστατικά κυρίως περιττώματα (E_r), ουρία και αμμωνία (E_o) και ένα μικρό ποσό από βλέννα και επιδερμικά κύτταρα (E_s).

Όταν όλα συσχετιστούν (τοποθετηθούν μαζί):

$$I = (M_S + aM_R - S + bM_F - S + cM_A - S) + (G_G + G_S) + (E_r + E_o + E_s)$$

Κάθε ένα απ' αυτά τα συστατικά έχουν υπολογισθεί (εκτός από την E_s), μαζί με το εύρος των τιμών και των διακυμάνσεων που αναμένονται ειδικότερα από τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών παραγόντων.

5. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ: ΡΥΘΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

5.1 Γενικά

Μέσα από την αναζήτηση της τροφής, είναι η ικανοποίηση των απαιτήσεων του ψαριού για συντήρηση, προτού επιτευχθεί η οποιοδήποτε αποθήκευση ενέργειας ή σωματική αύξηση. Στα πλαίσια αυτής της ανάγκης, μεγαλύτερη προτεραιότητα θα πρέπει να δοθεί στον βασικό μεταβολισμό (basal metabolism). Ο βασικός μεταβολισμός είναι ο ελάχιστος ρυθμός της ενεργειακής δαπάνης που κρατάει έναν οργανισμό ζωντανό.

Είναι γνωστό ότι οι μεταβολικοί ρυθμοί των ψυχρόαιμων χορδωτών είναι 10-30 φορές μικρότεροι από αυτούς των θηλαστικών και 100 φορές χαμηλότεροι από αυτούς των μικρών πουλιών του ίδιου βάρους. Στα ψάρια η κίνηση και η μετακίνηση είναι δαπανηρή μεταβολικά. Γι αυτό σε χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης, τα ψάρια μπορούν να αντέξουν μεγάλες περιόδους πείνας, και παύσουν τη λήψη τροφής για πολλές μέρες όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες αλλάξουν (κάθετες και οριζόντιες μεταναστεύσεις), ή αν κατά τύχη τους στερηθεί η τροφή. Αυτό φαίνεται από την όχι και τόσο σπάνια έλλειψη υπολειμμάτων πεπτικού υλικού σε όλο το μήκος εντέρου του ψαριού (Brett and Groves, 1979).

5.2 Κανονικός μεταβολισμός

Κανονικός μεταβολισμός είναι ο συνήθης ρυθμός δαπανούμενης ενέργειας για ομαλή κολύμβηση.

Είναι δύσκολο να υπολογιστεί διότι υπάρχει δυσχέρεια στη μέτρηση της ενέργειας που δαπανά το ψάρι όταν αυτό βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας (Brett, 1979).

5.3 Σταθερός μεταβολισμός

Σταθερός μεταβολισμός είναι ο ελάχιστος ρυθμός δαπανούμενης ενέργειας για να κρατηθεί ένας οργανισμός ζωντανός. Εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το μέγεθος (Αλεξανδρόπουλος, 1992).

5.4 Ενεργός μεταβολισμός

Ενεργός μεταβολισμός είναι η μέγιστη δαπάνη ενέργειας ενός οργανισμού η οποία προκύπτει από δραστηριότητες του οργανισμού κατά την κίνηση, όπως είναι η μετακίνηση, η επίθεση, η διαφυγή και η μετανάστευση (Brett, 1979).

Κατά την κολύμβηση η απαιτήσεις για οξυγόνο αυξάνονται από τη συστολή του μυϊκού ιστού του ψαριού. Το αναπνευστικό και κυκλοφορικό σύστημα επιβαρύνονται και καλούνται να παρέχουν την απαραίτητη ποσότητα οξυγόνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κόπωσης.

5.5 Τροφικός μεταβολισμός

Τροφικός μεταβολισμός είναι η ενέργεια που δαπανάται από έναν οργανισμό κατά τη διάρκεια της πέψης, την απορρόφηση και τη μεταφορά των θρεπτικών ουσιών, καθώς επίσης και η ενέργεια που καταβάλλεται για να αποβληθούν από τον οργανισμό τα προϊόντα του καταβολισμού. Εξαρτάται από την ποσότητα της τροφής που προσλαμβάνει ο οργανισμός (Παπουτσόγλου, 1985).

6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΡΟΦΗΣ

Τα ψάρια, όπως και τα άλλα ζώα, φροντίζουν να ικανοποιούν τις ενεργειακές τους απαιτήσεις (Rozin and Mayer, 1961). Θεωρώντας μια επαρκή ισορροπία των συστατικών της διατροφής, το ψάρι μπορεί να αντισταθμίσει μια χαμηλή ενεργειακά πυκνότητα τροφής (θερμίδες/γραμμάριο) τρώγοντας περισσότερο σιτηρέσιο. Αυτού του είδους η αντιστάθμιση συμβαίνει κάτω από το όριο της φυσιολογικής χωρητικότητας ενός εντέρου.

Η αύξηση βάρους μπορεί να είναι παρόμοια μεταξύ ομάδων των ψαριών, αλλά το ψάρι της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας απαιτεί λιγότερο τάισμα ανά μονάδα αύξησης. Από τότε που τα ψάρια λαμβάνουν σιτηρέσιο υψηλής ενεργειακής πυκνότητας μεγαλώνουν σε μεγαλύτερο ρυθμό. Αυτές οι αναφορές για τη πέστροφα έχουν γραφτεί από τον Phillips and Brockway (1959) και Ringrose (1971).

Ο Brett (1979), έχει αναφέρει ότι και οι δύο ρυθμοί μεταβολισμού και η μέγιστη λήψη τροφής του σολομού sockeye λαμβάνει αυξημένη ισοθερμιδική διαίτα σε αυξημένη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αυτό το υψηλό ενεργειακό

σιτηρέσιο είναι σημαντικό στην υποστήριξη της μέγιστης ανάπτυξης και ισορροπίας σε υψηλή θερμοκρασία.

Αυτά αναφέρονται από την εκτροφή σολωμού chinook σε υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος. Σε αυτήν την περίπτωση, το πιο επιτυχημένο σιτηρέσιο είναι αυτό που παρέχει πολλά λιπαρά, είναι δηλαδή, υψηλής ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΥΞΗΣΗ Ή ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ: ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΡΟΠΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Η καθαρή ενέργεια που παράγεται από την τροφή (μεταβολιζόμενη ενέργεια μείον την αύξηση θερμότητας) είναι διαθέσιμη για όλους τους συμπληρωματικούς τύπους του μεταβολισμού και της δραστηριότητας οι οποίες κύριες μορφές -κολύμηση, διατήρηση και αύξηση- δημιουργούν μεγάλες απαιτήσεις.

Η αύξηση αποτελεί μια από τις περίπλοκες δραστηριότητες του οργανισμού, ενώ μπορεί εύκολα να υπολογιστεί. Εκφράζεται ως το καθαρό αποτέλεσμα μιας σειράς από διαδικασίες συμπεριφοράς, αλλά και φυσιολογίας, αρχίζοντας πρωταρχικά από την πρόσληψη της τροφής (αποτέλεσμα της συμπεριφοράς της όρεξης) και καταλήγοντας στην απόθεση ζωικών συστατικών.

Σε αντίθεση με άλλες δραστηριότητες όπως είναι η κολύμηση, η αύξηση επηρεάζεται από βιοτικούς παράγοντες (κατανάλωση τροφής, πέψη κ.α.), σε συνδυασμό πάντοτε με αβιοτικούς παράγοντες (Παρπούρα, 1998).

2. ΣΧΕΣΗ ΔΙΑΙΤΑΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΨΑΡΙΟΥ

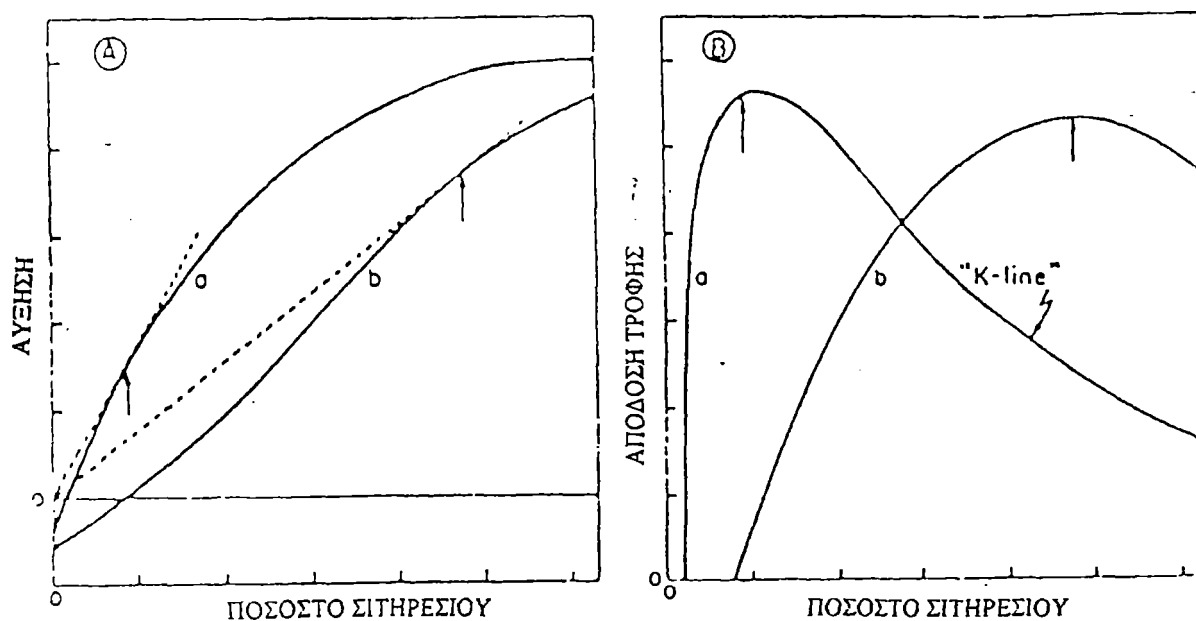
Σε όλες τις περιπτώσεις που έχουν καταγραφεί, όσο υψηλότερο είναι το σιτηρέσιο τόσο υψηλότερος είναι ο ρυθμός αύξησης. Μόνο ο κυπρίνος (*Cyprinus carpio*) φαίνεται να έχει ελαττωμένο ρυθμό στο μέγιστο σιτηρέσιο (Huiman, 1974, 1976). Το παραπάνω χρησιμεύει στην περιγραφή του 'glutton effect' (αποτέλεσμα κορεσμού) των υψηλών σιτηρεσίων κατά το οποίο η

ικανότητα χρήσης της τροφής είναι κατά πολύ λιγότερη από το σημείο που προσδιορίζει το άριστο σιτηρέσιο (R_{opt}).

Η θέση του βέλτιστου σιτηρεσίου (R_{opt}) στην καμπύλη G-R, κυμαίνεται μεταξύ ενός χαμηλού σιτηρεσίου και ενός υψηλού σιτηρεσίου ανάλογα με το είδος και τις περιβαλλοντικές συνθήκες και ειδικότερα την επίδραση της θερμοκρασίας (Elliot, 1976).

Οι δύο περιπτώσεις των μεγάλων διαφορών φαίνονται στην εικόνα 2(A).

Η σχέση μετατροπής- απόδοσης, φαίνεται στην Εικόνα 2(B).

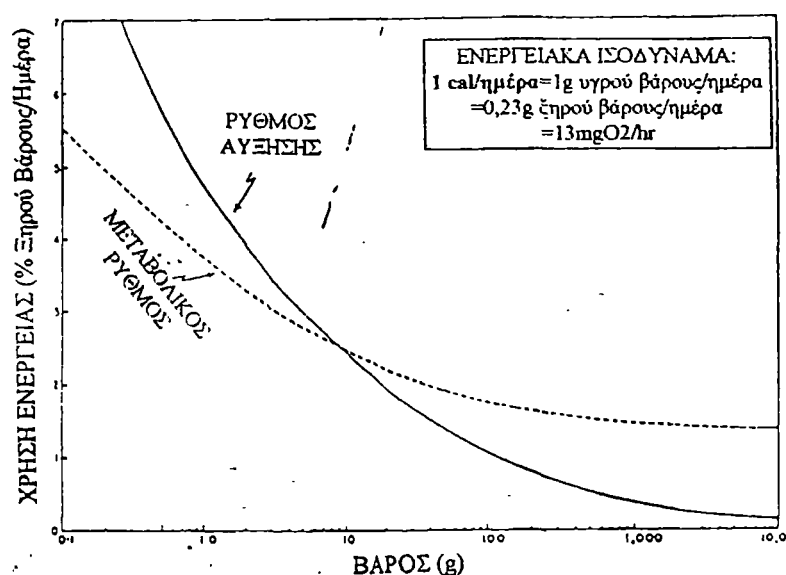


Εικ. 2: (A) Στην εικόνα αυτή φαίνεται η σχέση μεταξύ ρυθμού ανάπτυξης (G) και σιτηρεσίου (R), όπου εκφράζονται επί τις % του ξηρού σωματικού βάρους/ημέρα. Οι διακεκομμένες γραμμές είναι οι εφαιπτόμενες στις καμπύλες a, b και τα βέλη υποδηλώνουν τη θέση του άριστου σιτηρεσίου. (B) Στην εικόνα αυτή φαίνονται οι καμπύλες απόδοσης ($G/R \times 100\%$) με τη μέγιστη απόδοση (K_{max}) και βέλη που δείχνουν αντίστοιχα τις θέσεις του R_{opt} . Το σημείο της καμπύλης a στη (B) από το ελάχιστο στο μέγιστο σιτηρέσιο είναι το K-line του Paloheimo and Dickie (1966) (Τροποποίηση από Κρορύδας και συν., 1992).

Στην πρώτη περίπτωση (καμπύλη a) μία μακριά και καλώς προσδιορισμένη μείωση στην απόδοση συνοδεύει την αύξηση του σιτηρεσίου πέρα από το R_{opt} , ενώ στη δεύτερη περίπτωση (καμπύλη b) μπορεί να υπάρχει μικρή έως μηδενική μείωση της απόδοσης σε κάθε σημείο όσο το σιτηρέσιο αυξάνεται. Σε αυτό το μοντέλο διακύμανσης οφείλονται οι αντιδράσεις ως προς το κατά πόσον η απόδοση μεταβάλλεται με σιτηρέσιο, η επονομαζόμενη K-line των Paloheimo and Dickie (1966) που εφαρμόζεται σε περιπτώσεις στις οποίες

οι καμπύλες μοιάζουν με τον τύπο a (Εικ. 3). Το K αναφέρεται στην μικτή απόδοση (K_1). Το K δίνει να μειώνεται εκθετικά με την αύξηση του σιτηρεσίου.

Ο σχετικός ρυθμός αύξησης είναι μεγαλύτερος στα μικρότερα μεγέθη. Υπάρχουν μερικές εξαιρέσεις σε αυτές τις αρχές οι οποίες μπορεί να συμβούν στο πρώτο τάισμα των λαρβικών σταδίων και των νεαρών ιχθυδίων, όπου μαθαίνεται η διατροφική συμπεριφορά και το πεπτικό σύστημα μπορεί να μην διαφοροποιηθεί πλήρως ή το νεαρό ιχθύδιο να μην έχει απορροφήσει πλήρως τη λέκιθο. Όταν καθοριστεί μια μέγιστη διατροφή, οι ρυθμοί της αύξησης μπορούν να φτάσουν στο 8-10% σωματικού βάρους/ημέρα, όπως στο νεαρό σολομό ο οποίος απαιτεί ρυθμό διατροφής 25-30% ανά ημέρα.



Εικ. 3: Η γενική σχέση μεταξύ της ενέργειας που διοχετεύεται στην ανάπτυξη και αυτής που καταναλώνεται στον ολικό μεταβολισμό σύμφωνα με το μέγεθος (σολομός *Onchorhynchus nerka*). Η αναλογία της ενέργειας που ενέχεται στα δύο συστήματα (ανάπτυξη: μεταβολισμός), μεταβάλλονται από $>1,0$ στα 10g, σε $<1,0$ πάνω από τα 10g, γεγονός στο οποίο οφείλεται η μείωση της απόδοσης της τροφής σύμφωνα με την αύξηση του μεγέθους (Τροποποίηση από Κρορύδας και συν., 1992).

Κατά τη διατροφή με μέγιστο σιτηρέσιο σε νεαρό στάδιο στο οποίο ο ρυθμός στον οποίο τα ψάρια μπορούν να συσσωρεύσουν θερμίδες στο σώμα τους υπερβαίνει το ρυθμό με τον οποίο ο μεταβολισμός καταναλώνει θερμίδες. Και οι δύο ρυθμοί είναι σχετικά υψηλοί αρχικά. Με την αύξηση του μεγέθους και της ηλικίας αυτοί οι δύο σχετικοί ρυθμοί μειώνονται αλλά με διαφορετικές κλίσεις ώστε σταδιακά ο ρυθμός της δαπανώμενης ενέργειας κατά τον

μεταβολισμό είναι σημαντικά υψηλότερη από την σχετική ικανότητα συσσωρεύσεις ενέργειας. Αυτή η βασική η περίσταση είναι η βασική αιτία για τη μείωση της ικανότητας μετατροπής που συνοδεύει την αύξηση του μεγέθους, το οποίο θα μπορούσε να πλησίαση στο μηδέν καθώς το μέγεθος θα έφτανε ένα μέγιστο όριο.

3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

3.1 Καμπύλη ανάπτυξης (Wt-t)

Η ανάπτυξη κάθε οργανισμού αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία στην κατά την οποία ο αριθμός των κυττάρων και η έντασή τους αυξάνεται (Εικ. 4). Έχοντας ως δεδομένο την αφθονία της τροφής η ανάπτυξη ακολουθεί εκθετική άνοδο. Η άνοδος αυτή συνεχώς επιβραδύνεται καθώς αυξάνεται το μέγεθος και η ηλικία.

$$W = a * e^{gt}$$

όπου:

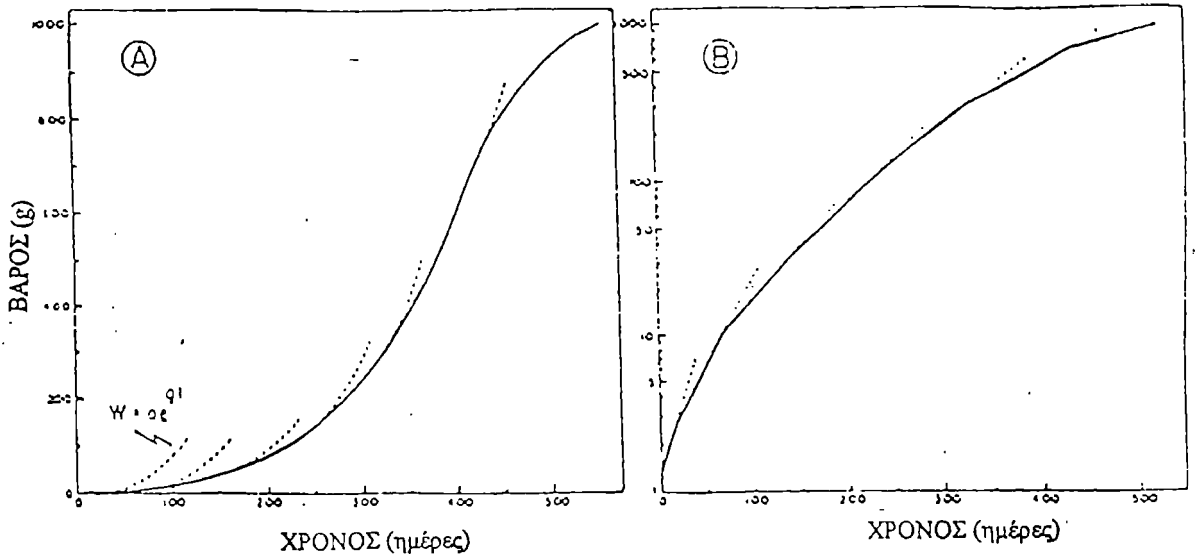
W: το βάρος του οργανισμού

a, g: σταθερές

t: χρόνος

Το ποσοστό ανάπτυξης μειώνεται σημαντικά καθώς ο οργανισμός πλησιάζει στην ωρίμανση, δηλαδή στο μέγιστο μέγεθός του (Brett, 1979).

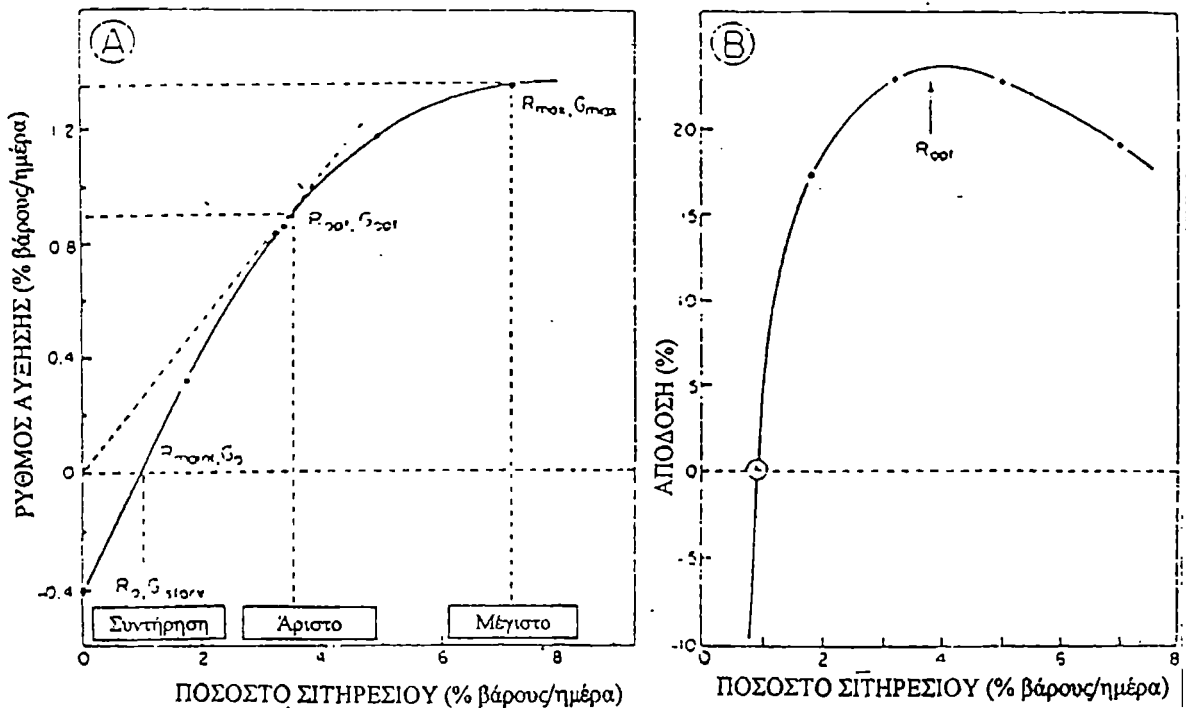
Στις υδατοκαλλιέργειες η εκτροφής συνήθως γίνεται μέχρι το σημείο καμψής της σιγμοειδούς καμπύλης, δηλαδή όταν το απόλυτο ποσοστό αύξησης είναι το μέγιστο.



Εικ. 4: Α) Η γενικευμένη καμπύλη ανάπτυξης για ένα ψάρι κάτω από σταθερές περιβαλλοντολογικές συνθήκες. Β) Μετατροπή της καμπύλης χρησιμοποιώντας λογαριθμική κλίμακα για το βάρος. Οι τεθλασμένες γραμμές δείχνουν ποια θα ήταν η ανάπτυξη αν το δεδομένο ποσοστό ανάπτυξης διατηρούνταν (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).

3.2. Καμπύλη αύξησης-τροφής G-R

Σε όλες τις περιπτώσεις έχει βρεθεί ότι η αύξηση της μερίδας της τροφής, συνοδεύεται από την άνοδο του ρυθμού αύξησης (G). Η σχέση αυτή απεικονίζεται στην εικόνα 5(A) και χαρακτηρίζεται ως καμπύλη αύξησης-τροφής G-R.



Εικ. 5: (Α) Ειδικός ρυθμός αύξησης του *Onchorhynchus nerka* (M.B.=13g) σε σχέση με τη διατροφή στους 10°C. (Β) Η καμπύλη του συντελεστή μετατρεψιμότητας C με το R στις ίδιες συνθήκες (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).

Αρχίζοντας από σιτηρέσιο μηδέν (R_0) η καμπύλη G-R ανέρχεται από μία ελάχιστη αρνητική τιμή αύξησης (G_{starv}) και τέμνει τον άξονα X στο σημείο G_0 που αντιστοιχεί στην τροφή συντήρησης R_{maint} . Ύστερα συνεχίζει την άνοδο μέχρι το σημείο που η ευθεία αρχίζει να καμπυλώνει και το οποίο βρίσκεται από την εφαπτομένη που διέρχεται από το σημείο τομής των αξόνων X και Y. Το σημείο αυτό αντιστοιχεί στην άριστα ενδεικνυόμενη ποσότητα τροφής R_{opt} που παρέχει και την άριστα αναμενόμενη απόδοση G_{opt} . Με αυξανόμενη τη διατροφή η καμπύλη G-R καμπυλώνει πολύ περισσότερο και φτάνει μια ασύμπτωτη μέγιστης αύξησης G_{max} στο σημείο που η αντιστοιχεί η μέγιστη ωφέλιμη τροφή R_{max} . Όταν ο ρυθμός αύξησης αντικατασταθεί από τον συντελεστή μετατρεψιμότητας C, τότε η σχέση διαφοροποιείται όπως φαίνεται στην εικόνα 5(B). Στο σημείο R_{maint} (ποσότητα τροφής για συντήρηση) το C είναι 0, ενώ στο σημείο R_{opt} , το C βρίσκεται στην κορυφή του θόλου και είναι μέγιστο (C_{max}). Το τμήμα της καμπύλης C-R από το R_{opt} και μετά πιστεύεται ότι ακολουθεί μια λογαριθμική πτώση με αυξανόμενο ποσοστό λήψης τροφής καθημερινά σύμφωνα με τη συνάρτηση:

$$C + a * e^{-b \cdot R}$$

όπου:

C: ο συντελεστής μετατρεψιμότητας

a, b: μεταβλητές

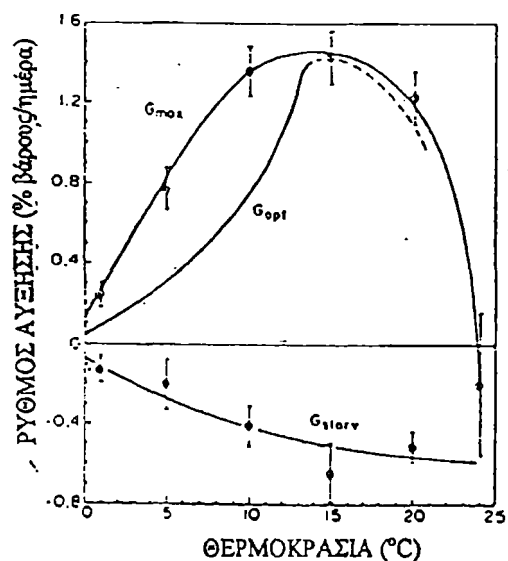
R: ποσοστό τροφής

Αν η τιμή του C είναι μέγιστη με τροφή R_{opt} , τότε αυτή θα είναι μικρότερη όταν η τροφή έχει τιμή R_{max} . Αρχικά η καμπύλη G-R ήταν τμήμα κύκλου. Αργότερα βρέθηκε να ταιριάζει πιο πολύ με μία ημιτονοειδή καμπύλη η οποία μείωσε σημαντικά τα επιμέρους λάθη (Κρορούδας και συν., 1992).

3.2 Επίδραση μερικών περιβαλλοντικών παραγόντων στην αύξηση

3.2.1 Θερμοκρασία

Κάθε είδος ψαριού έχει ένα άριστο εύρος θερμοκρασίας στο οποίο παρουσιάζει μέγιστη τιμή ο συντελεστής μετατρεψιμότητας. Πάνω ή κάτω από την άριστη θερμοκρασία, παρουσιάζονται σημαντικές μεταβολές στην καμπύλη G-R στο είδος *Onchorhynchus nerka* (Εικ. 6).



Εικ. 6: Η επίδραση τη θερμοκρασίας πάνω στην καμπύλη G-R για το σολομό *Onchorhynchus nerka* (M.B.=13g) (Τροποποίηση από Κρορύδας και συν., 1992).

Σε μια σχετικά χαμηλή θερμοκρασία (5°C) η καμπύλη είναι τείνει προς τα αριστερά λόγω χαμηλής Gstarv και μικρό Rmaint και αυξάνει σε μια ανοιχτή καμπύλη προς μία ευρεία κορυφή με χαμηλή ημερήσια απαίτηση σε τροφή και γενικά με χαμηλό ποσοστό ανάπτυξης.

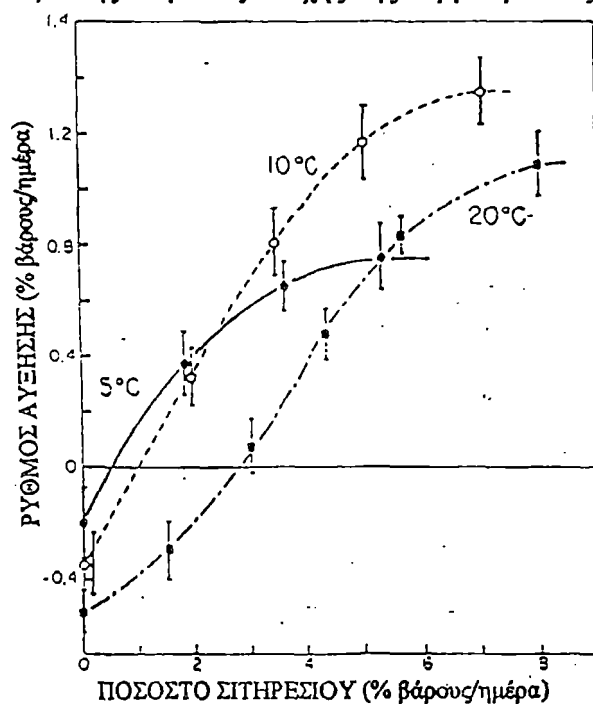
Καθώς η θερμοκρασία αυξάνει 10°C η καμπύλη μετακινείται προς τα δεξιά και αυξάνει προσεγγίζοντας τις βέλτιστες θερμικές συνθήκες και συνεπώς Gmax. Οι απαιτήσεις για Rmaint είναι μεγαλύτερες. Υψηλότερες θερμοκρασίες από τη βέλτιστη επιφέρουν μεγαλύτερη μετατόπιση προς τα προς τα δεξιά, καθώς το κόστος διατήρησης αυξάνει αρκετά συνοδευόμενο από μια

χαμηλότερη G_{max} άσχετα με την αύξηση το R_{maint} . Στο σημείο αυτό η μετατρεψιμότητα έχει αρχίσει να μειώνεται. Η γενική μορφή της καμπύλης $G-R$ εμφανίζεται να μετατοπίζεται προοδευτικά από μια απλή ελλειψοειδή στις χαμηλές θερμοκρασίες, προς μία σιγμοειδή στις υψηλές θερμοκρασίες (Κρορούδας και συν., 1992).

3.2.2 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ποσοστό ανάπτυξης (G_{max} , G_{opt} , G_{starv})

Σχεδόν όλα τα είδη στη μικρή τους ηλικία παρουσιάζουν γρήγορη αύξηση στο δείκτη G_{max} καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται ξεπερνώντας από τη βέλτιστη θερμοκρασία και πέφτοντας κατακόρυφα στην πορεία, καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες γίνονται δυσμενείς.

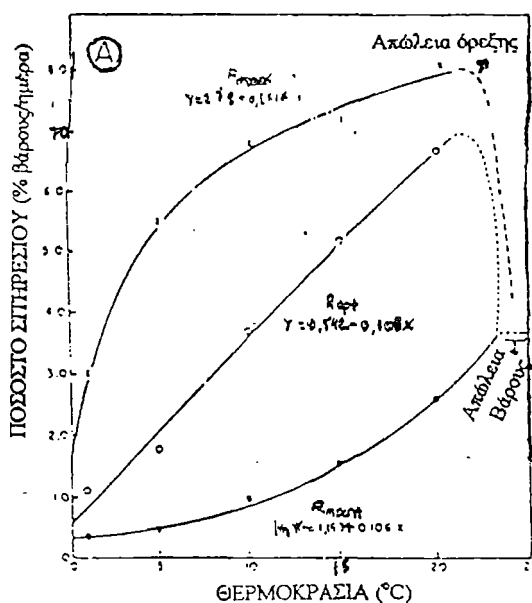
Το G_{opt} βρέθηκε να αυξάνεται σταθερά από μια θέση πολύ πιο κάτω του G_{max} σε χαμηλές θερμοκρασίες, προς μια άλλη σχεδόν εφαπτομένη του G_{max} σε υψηλές θερμοκρασίες. Το ποσοστό τροφής διατήρησης (R_{maint}), με αυξανόμενη θερμοκρασία προκαλεί την προσέγγιση της G_{max} από την G_{opt} , στο υψηλότερο άκρο της κλίμακας ανοχής της θερμοκρασίας (Εικ. 7).



Εικ. 7: Σχέση των διάφορων ποσοστών ανάπτυξης (G_{max} , G_{opt} , G_{starv}) συναρτήσει της θερμοκρασίας (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).

3.2.3 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ποσοστό τροφής (R_{max} , R_{opt} , R_{starv})

Με την αύξηση της θερμοκρασίας το R_{max} ανέρχεται ακολουθώντας μια κυρτή καμπύλη φτάνοντας σε ένα μέγιστο (Εικ. 8). Πέρα από αυτό το μέγιστο η καμπύλη κλίνει προς τα κάτω αντανακλώντας την απώλεια όρεξης, η οποία μπορεί να συμβεί σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία.

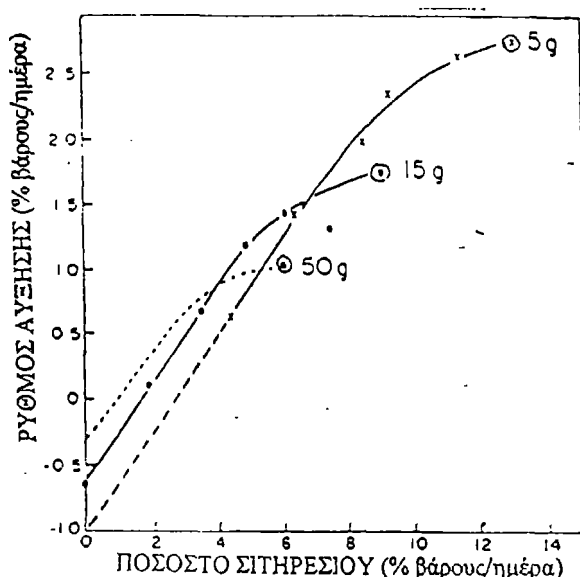


Εικ. 8: Σχέση των διάφορων επιπέδων του R συναρτήσει της θερμοκρασίας (Τροποποίηση από Κρορύδας και συν., 1992).

Το R_{opt} με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και αυτό σχεδόν γραμμικά, φτάνοντας επίσης ένα μέγιστο κάτω από το μέγιστο του R_{max} , στο οποίο κλίνει απότομα προς τα κάτω λόγω της απώλειας όρεξης στις υψηλές θερμοκρασίες. Το R_{maint} παρουσιάζει μικρή μεταβολή σε χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ στην αύξηση της θερμοκρασίας το R_{maint} εμφανίζει εκθετική αύξηση.

3.2.4 Επίδραση του μεγέθους στην καμπύλη G-R

Η κλίση της κάθε καμπύλης G-R βρέθηκε να αυξάνεται με την αύξηση του βάρους. Τότε το R_{\max} ελαττώνεται και ο βαθμός απώλειας του βάρους επίσης παρουσιάζει ελάττωση, καθώς το μέγεθος αυξάνεται. Πορίσματα από μελέτες σε είδη σολομού απέδειξαν ότι με την αύξηση του βάρους, παρατηρείται μετατόπιση της καμπύλης G-R προς τα κάτω και προς τα αριστερά (Εικ. 9).

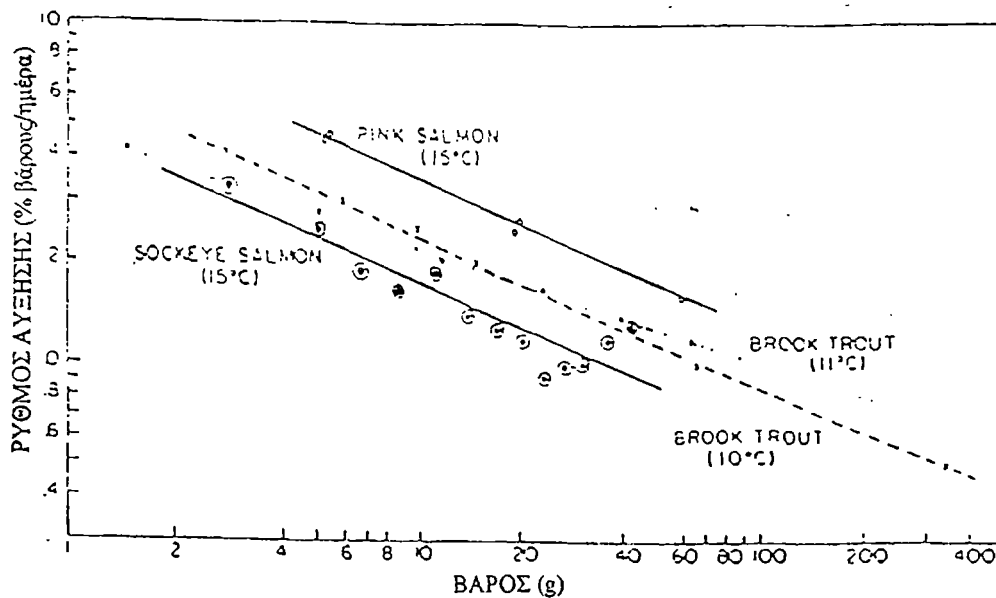


Εικ. 9: Η επίδραση του μεγέθους του ψαριού στη καμπύλη G-R για τρία διαφορετικά μεγέθη σολομού *Onchorhynchus nerka* (5g, 15g, 50g). Τα σημεία που βρίσκονται μέσα σε κύκλο δείχνουν τα G_{\max} και R_{\max} για κάθε βάρος (Τροποποίηση από Κρορούδας και συν., 1992).

3.2.5 Επίδραση του βάρους των ψαριών στο ρυθμό αύξησης

Αν ο λογάριθμος του ρυθμού ανάπτυξης (G) είναι σχεδιασμένος σε σχέση με το λογάριθμο του βάρους (Wt σε g), τότε παρατηρείται ότι ο ρυθμός ανάπτυξης μειώνεται ομοιόμορφα και σχεδόν γραμμικά (Εικ. 10).

Γενικά η κλίση του μειωμένου ρυθμού αύξησης με το μέγεθος, εξαρτάται από τη θερμοκρασία και όσο η θερμοκρασία πλησιάζει στο βέλτιστο για την αύξηση του οργανισμού, τόσο μικρότερη είναι η κλίση.



Εικ. 10: Η σχέση του ρυθμού αύξησης συναρτήσει του βάρους για τρία είδη Salmonidae (pink salmon, sockeye salmon, brook trout) (Τροποποίηση από Κρορύδας και συν., 1992).

3.2.6 Διακύμανση της αύξησης (G) κατά τη διάρκεια του έτους

Η αύξηση στα ψάρια παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις καθώς η θερμοκρασία επιδρά πάνω σε αυτή άμεσα.

Έτσι, το φθινόπωρο με την πτώση της θερμοκρασίας παρατηρείται ελάττωση της αύξησης, η οποία φτάνει στην μικρότερη τιμή της τον χειμώνα, όπου η θερμοκρασία εμφανίζει και αυτή χαμηλές τιμές (Κρορύδας και συν., 1992). Αυτό συμβαίνει διότι οι μεταβολικοί ρυθμοί των ψαριών επιβραδύνονται κατά τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν.

Την άνοιξη, καθώς η θερμοκρασία ανέρχεται ο ρυθμός αύξησης εμφανίζει άνοδο ο οποίος αγγίζει το βέλτιστο για την ανάπτυξη του οργανισμού. Αυτό συμβαίνει διότι με την άνοδο της θερμοκρασίας επιταχύνεται ο μεταβολισμός των ψαριών.

4. ΚΑΘΑΡΗ ΚΑΙ ΟΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ

Πιθανώς ο πλέον απλός δείκτης της επάρκειας της διαίτας, του επιπέδου σιτηρεσίου, του σταδίου της υγείας και της καταλληλότητας του περιβάλλοντος για τους οργανισμούς είναι η αποδοτικότητα της μετατροπής:

$$K_1 = (G/R) \times 100\%$$

Ο ρυθμός αύξησης (G) και το σιτηρέσιο (R) μπορούν εύκολα να εκφραστούν ως υγρό βάρος, ξηρό βάρος ή θερμιδική χωρητικότητα. Το υγρό βάρος είναι το μόνο κατάλληλο όταν η υγρασία μετατραπεί και στην τροφή και στα ψάρια να είναι περίπου τα ίδια. Το ξηρό βάρος διαφοροποιείται από τις θερμίδες σύμφωνα με τις εποχές και το επίπεδο του σιτηρεσίου (αν η μετατροπή είναι σύνθετη) επιφέρει κέρδος στο βάρος, αύξηση ή ελάττωση σχετικά με το επίπεδο λίπους στα ψάρια (Huisman, 1974). Η καθαρή απόδοση μετατροπής εκφράζεται από τη μετατροπή της τροφής σε σάρκα του ψαριού, όταν έχουν καλυφθεί οι βασικές ανάγκες μεταβολισμού συντήρησης.

$$K_2 = (G/R - R_{\text{maint}}) \times 100\%$$

Οι μετρήσεις που εξαρτώνται από την ακρίβεια της διατήρησης του σιτηρεσίου δεν ολοκληρώνονται πάντα με επιτυχία. Γι αυτό είναι χρήσιμο ο καταμερισμός της ενέργειας των θρεπτικών συστατικών να είναι επαρκής, διαφορετικά αυτή η διαδικασία καθορίζεται με δυσκολία, προσθέτοντας πολλά στην αναγνώριση της υφής για τη μικτή απόδοση.

Πολλές μελέτες για την αύξηση περιέχουν ερμηνείες για τη μικτή απόδοση μετατροπής. Για τα νεαρά ψάρια που είναι στην ωριμότητα, μικτή απόδοση κυμαίνεται μεταξύ 10-35% και εξαρτάται από το μέγεθος, την ηλικία, τη διαίτα, το σιτηρέσιο και από περιβαλλοντικές συνθήκες (Pandian, 1967; Yoshida, 1970; Chensney and Estevez, 1976). Η υψηλότερη απόδοση συνδυάζεται με την μετατροπή της λεκίθου στην πρώιμη ανάπτυξη, π.χ. στα σαλμονοειδή 65-70% (Marr, 1966) και 75-80% στις σαρδέλες (Lasker, 1962).

Για τη θερμιδική ισοδυναμία έχουν καταγραφεί τιμές όπως για παράδειγμα 55% για ιχθύδια 1-2g του σολομού *Onchorhynchus kisutch* που τρέφονταν με ζωντανές λάρβες μυγών στους 8-14°C, 52% για ανώριμα άτομα κιχλίδων που τρέφονταν με ολιγόχαιτους στους 28°C (Warren and Davis, 1967) και 60% για σκουμπρί 3,8g που τρέφονταν με πολτοποιημένη αντσούγια στους 15°C (Hatanaka and Takahashi, 1956). Τα φυτοφάγα ψάρια βρίσκονται χαρακτηριστικά στην κατώτερη πλευρά της απόδοσης (10-20%), διότι δεν πέπτουν μεγάλο τμήμα της τροφής που λαμβάνουν κατά τη συνήθη διατροφή τους (Welch, 1986).

Ο Stanley (1974a, b), αναφέρει για τον χορτοφάγο κυπρίνο που τρέφεται με πράσινα φύκη ότι φτάνει σε απόδοση 40% ή περισσότερο ως αποτέλεσμα ενός χαμηλού ρυθμού μεταβολισμού (Stanley and Jones, 1976).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

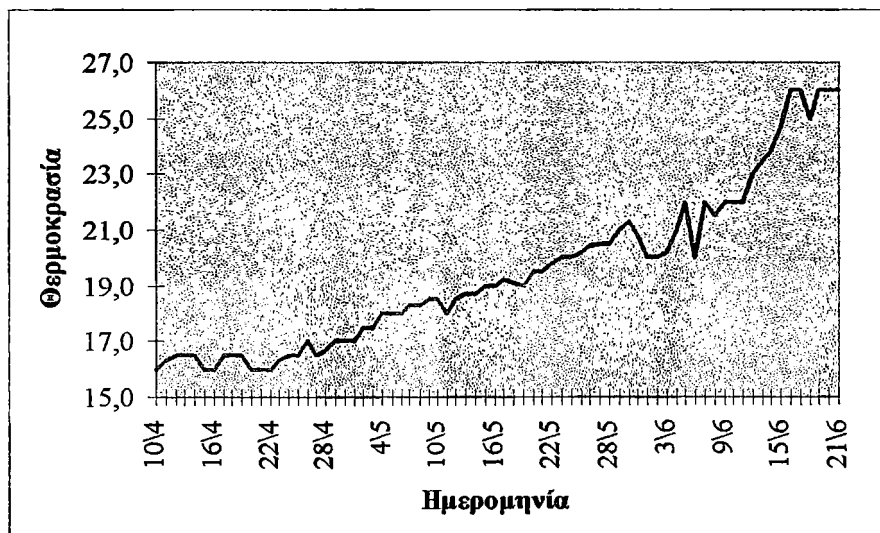
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ - ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η έρευνα διεξήχθη κατά το χρονικό διάστημα Απριλίου-Ιουνίου 1997.

Οι πειραματικές εγκαταστάσεις στις οποίες πραγματοποιήθηκε η έρευνα βρίσκονται στη θαλάσσια περιοχή Άγιος Παντελεήμονας Αστακού Αιτωλοακαρνανίας, στον όρμο Μοσχάτου και σε βάθος νερού 18-20m.

Η αλατότητα στην περιοχή αυτή είναι 38‰. Τα θαλάσσια ρεύματα που επικρατούν στην περιοχή βοηθούν στη συνεχή ανανέωση του νερού και φτάνουν τα 10m/min. Η επιφανειακή θερμοκρασία του νερού κυμάνθηκε από 16°C έως και 26°C (Διαγρ. Υ1).



Διάγραμμα Θ1: Η επιφανειακή θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

2.1 Περί ιχθυοκλωβών

Ένας ιχθυοκλωβός αποτελείται από δύο τμήματα (Χώτος και Ρογδάκης, 1992): α) Το σύστημα επίπλευσης και β) Το σκελετό του κλωβού.

Το σύστημα επίπλευσης αποτελείται από πλωτήρες πάνω στους οποίους στηρίζεται ο σκελετός του κλωβού, έτσι ώστε όλο το σύστημα να επιπλέει. Για πλωτήρες χρησιμοποιείται υλικό με μικρό ειδικό βάρος και μεγάλη άνωση όπως διογκωμένη πολυστερίνη (φελιζόλ). Το υλικό κατασκευής του κλωβού είναι το ξύλο που είναι κατάλληλα κατεργασμένο με χημικές ουσίες οι οποίες δίνουν μεγαλύτερη αντοχή στο θαλασσινό νερό.

Για την αγκύρωση του συστήματος των κλωβών χρησιμοποιούνται ειδικές άγκυρες ή τσιμεντένια τεμάχια. Τα τεμάχια αυτά συνδέονται με ακραίους πλωτήρες με αλυσίδα. Από τους πλωτήρες αυτούς συγκρατείται τελικά όλο το σύστημα κλωβών με σχοινιά.

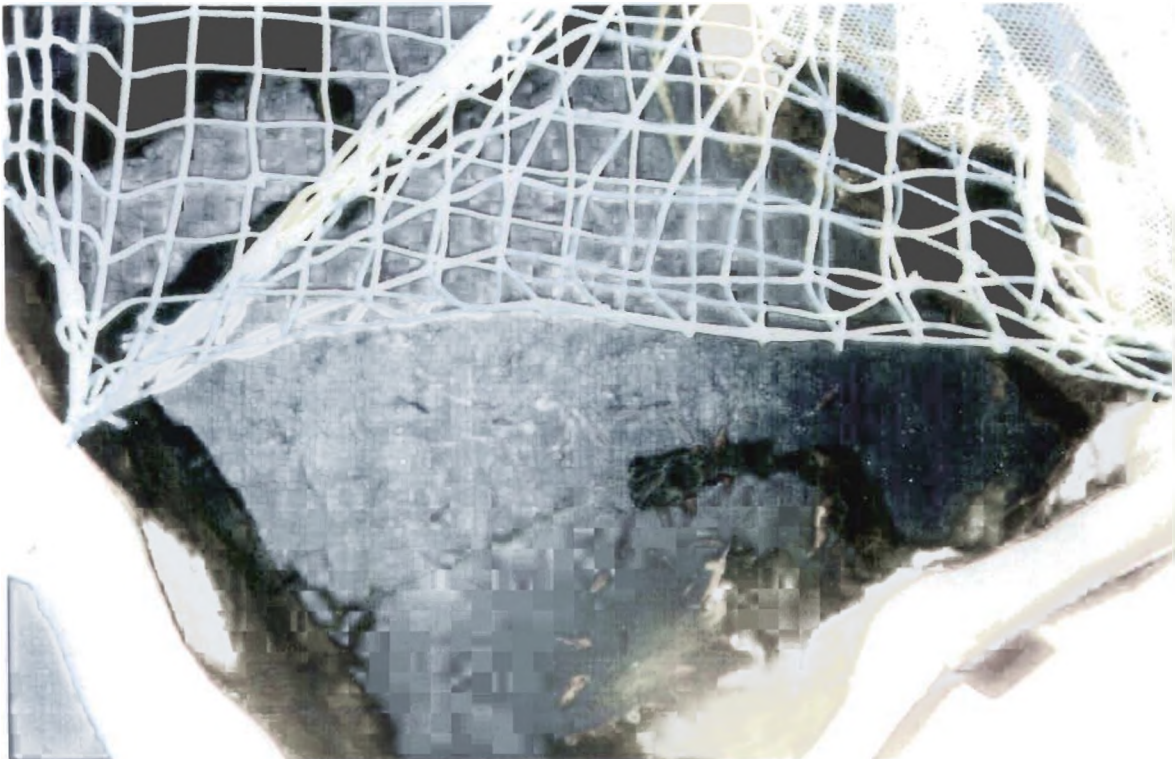
Το σύστημα συνδεσμολογίας πρέπει να είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε η εγκατάσταση να είναι σταθερή, να μην παρασύρεται από τα θαλάσσια ρεύματα ή τον ισχυρό κυματισμό, να παρουσιάζει ελαστικότητα ώστε να απορροφώνται οι κραδασμοί και να παραμένει στην επιφάνεια, ανεξάρτητα από τη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας (Χώτος και Ρογδάκης, 1992).

Τα δίχτυα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν νάλον, χωρίς κόμπους και με άνοιγμα ματιού 5mm, ανάλογο του μεγέθους του μεγέθους των εκτρεφόμενων ψαριών (Εικ. 11).



Εικ. 11: Ένα από τα δίχτυα που χρησιμοποιήθηκαν.

Τα δίχτυα κρέμονται από ειδικές υποδοχές του κλωβού (συνήθως καρφιά) και διατηρούν το σχήμα τους με τη βοήθεια τεσσάρων βαρών τα οποία τοποθετούνται στις τέσσερις γωνίες του πυθμένα. Για την προστασία των εκτρεφόμενων ψαριών από τα υδρόβια πτηνά χρησιμοποιούνται δίχτυα προστασίας τα οποία καλύπτουν τους κλωβούς (αντιαρπακτικά δίχτυα) (Εικ. 12).



Εικ. 12: Στην εικόνα αυτή φαίνονται τα δίχτυα προστασίας (αντιαρπακτικά δίχτυα) που χρησιμοποιούνται για την προστασία των ιχθυιδίων από τα υδρόβια πτηνά.

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

3.1 Κλωβοί

Το σχήμα του κλωβού που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της μελέτης, ήταν τετράγωνου σχήματος, με διαστάσεις 5×6m, ο οποίος έχει διαιρεθεί σε 18 μικρότερα τμήματα διαστάσεων 1×1,2×1m. Είχε ενσωματωμένους διαδρόμους, δύο διαδρόμους στις δύο απέναντι πλευρές και δύο μικρότερους ενδιάμεσα (Εικ. 13).

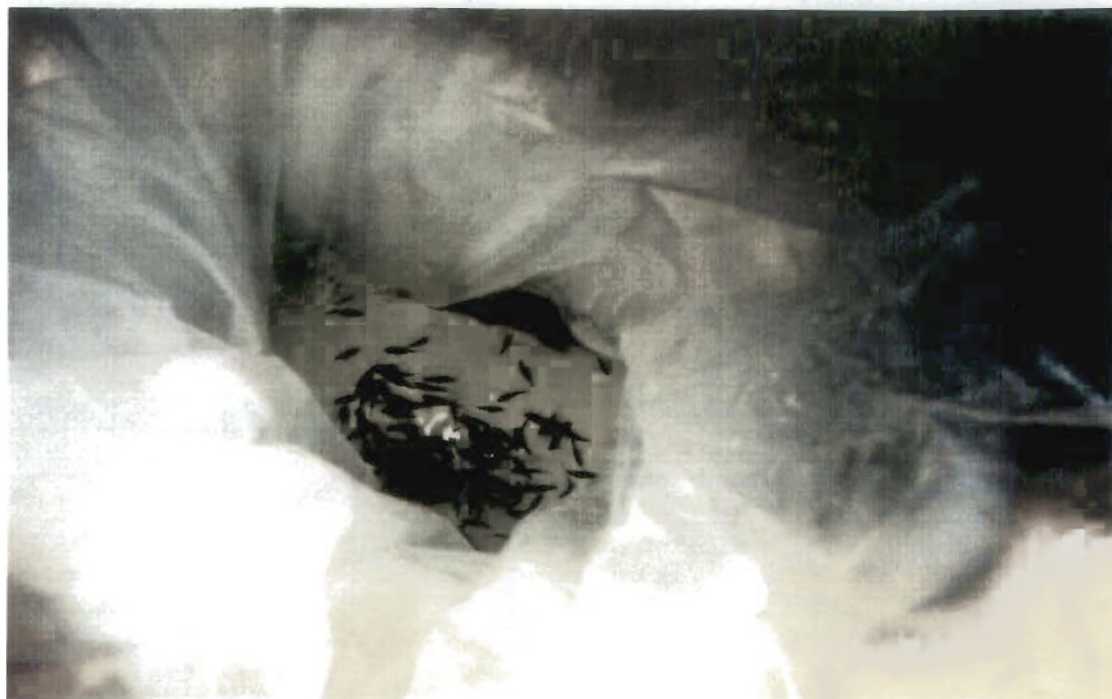


Εικ. 13: Οι εγκαταστάσεις εκτροφής.

3.2 Προέλευση ιχθυδίων και μέθοδος μεταφοράς

Τα ιχθυδία που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από τον ιχθυογεννητικό σταθμό Δυτικής Ελλάδας Rio-Pesca (Μανάγουλη Φωκίδος). Ο αριθμός των ιχθυδίων ήταν 300, τα οποία μεταφέρθηκαν σε δύο χάρτινα κιβώτια (life-pack) που στο εσωτερικό τους έχουν φελιζόλ.

Τα ιχθυδία βρίσκονταν μέσα σε ειδικές διπλές σακούλες (Εικ. 14). Ο αριθμός που μπορεί να τοποθετηθεί κάθε φορά σε μια σακούλα εξαρτάται από το μέγεθος και από τη χρονική διάρκεια της μεταφοράς. Έτσι λοιπόν επειδή η χρονική διάρκεια της μεταφοράς ήταν μικρή σε κάθε σακούλα βρισκόταν 150 ιχθυδία μέσου βάρους 0,5g. Οι σακούλες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κατασκευασμένες από λεπτό, μαλακό και διαυγές φύλλο πολυαιθυλενίου.



Εικ. 14: Εικόνα που δείχνει τα ιχθυΐδια μέσα στο life-pack.

Αφού τοποθετήθηκαν τα ιχθυΐδια στις σακούλες εισήχθηκε σ' αυτές ένας συγκεκριμένος όγκος οξυγόνου, ώστε τα ψάρια να έχουν διαθέσιμο οξυγόνο καθ' όλη τη διάρκεια της μεταφοράς. Στη συνέχεια οι σακούλες δέθηκαν στην άνω άκρη τους με πλαστικό αυτοκόλλητο, με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μη διαφεύγει το οξυγόνο.

Οι σακούλες στην πορεία τοποθετήθηκαν μέσα σε κιβώτια. Το κιβώτιο κρατά κάθε φορά τη σακούλα στην επιθυμητή θέση, κάνοντας εύκολη τη μετακίνηση, καθώς επίσης εξασφαλίζει και τη θερμική μόνωση αυτών.

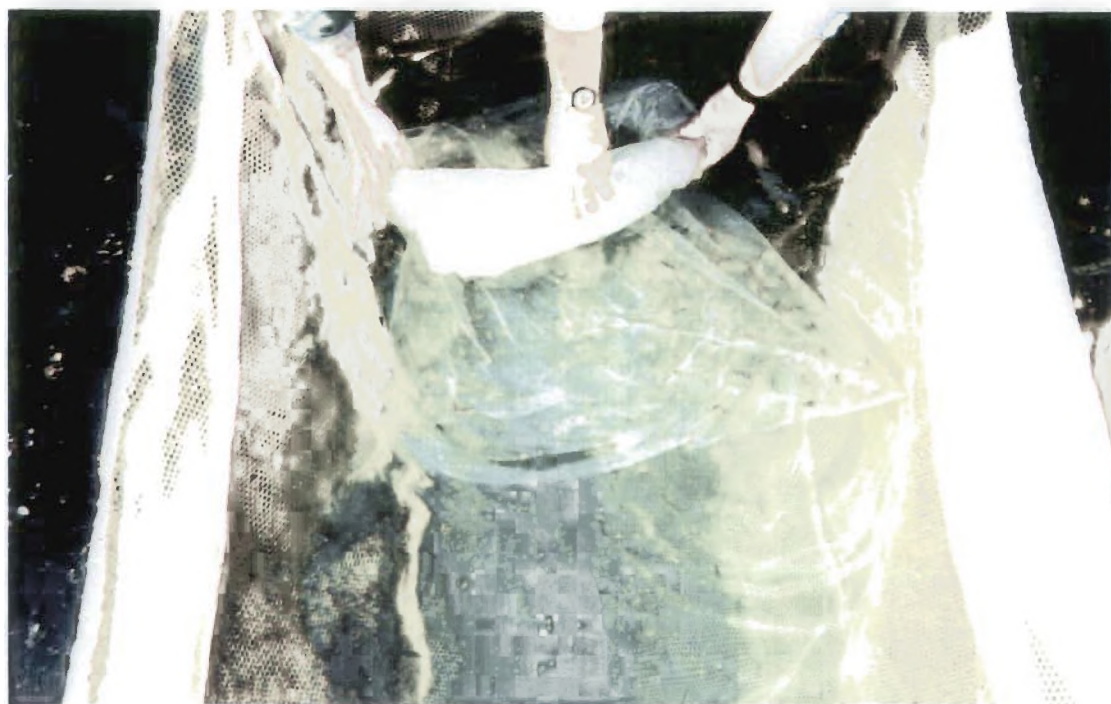
3.3 Διαχείριση ιχθύων κατά την περίοδο εγκλιματισμού

Τα ιχθυΐδια τοποθετήθηκαν αρχικά σε έναν ιχθυοκλωβό που, όπως προαναφέρθηκε, ήταν τετράγωνου σχήματος διαστάσεων 5×6m, ο οποίος είχε διαιρεθεί σε 18 μικρότερα τμήματα διαστάσεων 1×1,2×1m. (Εικ. 15).

Σε τέσσερα από τα τμήματα αυτά τοποθετήθηκαν από 25 ιχθυΐδια.

Η χορήγηση της τροφής γινόταν κάθε σαράντα-πέντε λεπτά με μια ώρα, ενώ η ποσότητα της τροφής που χορηγούνταν ήταν τόση ώστε τα ιχθυΐδια να φθάνουν σε σημείο κορεσμού (*ad-libitum*). Αυτό έγινε για να παρακολουθηθεί η

διάθεση των ιχθυδίων για λήψη τροφής καθώς επίσης και για να προσδιοριστεί αργότερα το ποσοστό κορεσμού.



Εικ. 15: Τα ιχθυδία τοποθετούνται στον κλωβό.

Η τροφή που χρησιμοποιήθηκε ήταν βιομηχανοποιημένη εμπορική τροφή με σύσταση: πρωτεΐνες 55%, λίπη 12%, κυτταρίνη 10%, υγρασία 10% και τέφρα 10%.

Χρειάστηκε κάποιο χρονικό διάστημα -περίπου δύο εβδομάδες- έτσι ώστε τα ψάρια να εγκλιματιστούν, καθώς επίσης και να αποκτήσουν το κατάλληλο βάρος που απαιτούνταν για την έναρξη της έρευνας.

Στο διάστημα αυτό, παράλληλα με τη διατροφή γινόταν σε καθημερινή βάση:

- α) μέτρηση της θερμοκρασίας,
- β) ζύγιση και καταγραφή τυχόν νεκρών ιχθυδίων που υπήρχαν,
- γ) παρατήρηση της συμπεριφοράς τους έναντι των αλλαγών των κλιματολογικών συνθηκών,
- δ) της ανταπόκρισής τους στην χορηγούμενη τροφή και
- ε) των σχέσεων που ανέπτυσαν μεταξύ τους.

3.4 Διαχείριση ιχθύων κατά τη πειραματική περίοδο

3.4.1 Ζύγιση

Με το πέρας της περιόδου εγκλιματισμού, έγινε και η πρώτη ζύγιση.

Η ζύγιση των ιχθυδίων πραγματοποιήθηκε με προζυγισμένο δοχείο τύπου beaker, το οποίο περιείχε νερό, σε μηχανικό ζυγό ακριβείας 0,1g, αφού προηγουμένως αυτά είχαν αναισθητοποιηθεί (Εικ. 16).



Εικ. 16: Η ζύγιση των ιχθυδίων σε ζυγό ακριβείας 0,1g

Το αναισθητικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν η κουϊναλδίνη (quinaldine), αραιωμένη σε ακετόνη, σε αναλογία 1:100. Η κουϊναλδίνη προτιμήθηκε μεταξύ άλλων αναισθητικών, επειδή ανήκει στα πλέον μαλακά αναισθητικά. Με την αναισθητοποίηση αποφεύγεται η ταλαιπωρία, η αγωνία (stress) των ιχθυδίων και οι μικροτραυματισμοί, λόγω των συσπάσεών τους μέσα στα δοχεία μεταφοράς. Η αναλογία αραιώσης του αναισθητικού μέσα στο νερό ήταν 2ppm (Εικ. 17 α, β).

Τα ψάρια ζυγίζονταν ανά πέντε κάθε φορά, εκτός από την πρώτη ζύγιση στο τέλος της οποίας τα ψάρια ζυγίστηκαν ανά 15 ή 20, διότι παρατηρήθηκε ακανόνιστη κίνηση του βραγχιακού επικαλύμματος λόγω έλλειψης οξυγόνου και έπρεπε να μεταφερθούν σε καλά οξυγονωμένο νερό πριν επέλθει ο θάνατος. Έτσι τα ψάρια μεταφέρονταν στον κλωβό που ανήκαν (Εικ. 18).



Εικ. 17 α, β: Τα ψάρια τοποθετούνται στα δοχεία με το αναισθητικό.



Εικ. 18: Τα ψάρια μεταφέρονται πίσω στον κλωβό.

Η ζύγιση έδινε το συνολικό βάρος των ψαριών και στη συνέχεια κατέστη εφικτός ο υπολογισμός του μέσου βάρους των ψαριών. Το μέσο βάρος που υπολογίστηκε ήταν 1,25g.

Ταυτόχρονα με τη ζύγιση διαχωρίζονταν τα ψάρια με σκελετικές δυσμορφίες.

Τα αποτελέσματα των ζυγίσεων περιγράφονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα των ζυγίσεων.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Αριθμός ψαριών	25	25	25	25
Μέσο βάρος (g)	3,996	3,792	3,784	3,844
Ολική βιομάζα (g)	100	95	95	96
Τυπική απόκλιση	1,6	1,7	1,6	1,7

3.5 Καθορισμός ποσότητας κορεσμού

Ακολούθησε ένα δεύτερο χρονικό διάστημα διάρκειας ενός μήνα, όπου τα ψάρια ταΐζονταν μέχρι κορεσμού και η τροφή που καταναλώναν υπολογίζονταν σε καθημερινή βάση.

Έτσι λοιπόν, προσδιορίστηκε η μέγιστη ποσότητα της τροφής που τα ψάρια μπορούν να καταναλώσουν καθημερινά. Τις πρώτες 20 ημέρες τα ψάρια καταναλώναν 20g τροφής κατά μέσο όρο καθημερινά.

Επίσης, καθορίστηκε το ποσοστό κορεσμού 2,5% και διαχωρίστηκαν τα ψάρια σε τέσσερις ομάδες, κάθε μια από τις οποίες είχε το δικό της ποσοστό σιτηρεσίου.

Έτσι, ο πρώτος κλωβός είχε ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 2,5% (ποσοστό κορεσμού), ο δεύτερος 1,9% (2/3 του ποσοστού κορεσμού), ο τρίτος 1,3% (1/2 του ποσοστού κορεσμού) και ο τέταρτος 0,7% (1/4 του ποσοστού κορεσμού). Τα ποσοστά αυτά που χρησιμοποιήθηκαν βρίσκονται σε συμφωνία με άλλες μελέτες, ούτως ώστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων να είναι συγκρίσιμα (Klaoudatos and Apostolopoulos, 1986).

Η συχνότητα γευμάτων ήταν τέσσερα ημερησίως και οι ώρες χορήγησής τους συγκεκριμένες: 9πμ, 11πμ, 1μμ, 3μμ.

Η ποσότητα της τροφής που δίνονταν καθημερινά καταγράφεται στον παρακάτω πίνακα 3.

Πίνακας 3: Οι ποσότητες της τροφής που δίνονταν καθημερινά.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Ποσοστό σιτηρεσίου (%)	2,5	1,9	1,3	0,7
Ημερήσιο ποσό σιτηρεσίου (g)	2,5	1,9	1,3	0,7

Τα ψάρια λοιπόν ταΐζονταν καθημερινά για μία εβδομάδα με τη συγκεκριμένη ποσότητα που ενδεικνύονταν στις συγκεκριμένες ώρες.

Το τέλος της πρώτης εβδομάδας πραγματοποιήθηκε η δεύτερη ζύγιση. Στην τρίτη ημέρα της δεύτερης εβδομάδας αυξήθηκε η παροχή της τροφής στον

1^ο και τον 2^ο κλωβό κατά 0,1g και 0,2g αντίστοιχα, υιοθετώντας ότι το μέσο βάρος των ιχθυδίων έχει αυξηθεί κατά 0,2g (από την απόδοση τροφής).

Την τρίτη εβδομάδα αναπροσαρμόστηκε η τροφή στην ανάλογη βιομάζα (Πιν. 4).

Πίνακας 4: Ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγούνταν την 3^η εβδομάδα.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Ημερήσια ποσότητα σιτηρεσίου (g)	3	2	1,3	0,7

Στα μέσα της ίδιας εβδομάδα, αυξήθηκε η παροχή της τροφής στον 1^ο και το 2^ο κλωβό κατά 0,3 και 0,2g αντίστοιχα, ενώ πραγματοποιήθηκε και η τρίτη ζύγιση (Πιν. 5).

Πίνακας 5: Ημερήσια ποσότητα τροφής που χορηγούνταν την 4^η εβδομάδα.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Ημερήσια ποσότητα σιτηρεσίου (g)	3,8	2,5	1,5	0,8

Με το πέρας και αυτής της εβδομάδας, πραγματοποιήθηκε η τέταρτη ζύγιση.

4. ΤΥΠΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη αυτή είναι οι εξής:

4.1 Ειδικός αυξητικός ρυθμός (g)

Ο ειδικός αυξητικός ρυθμός είναι η επί τις % αύξηση του βάρους και δίνεται από τον τύπο:

$$g = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{\Delta t} \times 100$$

όπου:

W_1 : Το μέσο βάρος στην αρχή του χρονικού διαστήματος Δt .

W_2 : Το τελικό μέσο βάρος που αποκτήθηκε μετά από χρόνο Δt από την πρώτη δειγματοληψία.

Δt : Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο δειγματοληψιών σε ημέρες.

4.2 Απόδοση τροφής (K)

Αποτελεί την ικανότητα των ψαριών να μετατρέπουν την τροφή σε σάρκα. Δίνεται από τον τύπο:

$$M = \frac{F}{W_i - W_o} \quad \text{άρα: } k = \frac{1}{M}$$

όπου:

F : Η ποσότητα της τροφής που καταναλώθηκε μεταξύ δύο δειγματοληψιών.

W_o : Η βιομάζα των ψαριών στην πρώτη δειγματοληψία.

W_i : Η βιομάζα των ψαριών στη δεύτερη δειγματοληψία.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

Κατά διάρκεια της μελέτης παρατηρήθηκε θνησιμότητα στα διάφορα στάδια του χειρισμού και εκτροφής των ιχθυδίων η οποία και υπολογίστηκε (Πιν. 6).

Κατά τη μεταφορά παρατηρήθηκε θνησιμότητα 5,94% και κατά την περίοδο του εγκλιματισμού 7,068% (Πιν.6). Το μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας παρατηρήθηκε κατά την περίοδο καθορισμού του ποσοστού κορεσμού, που ήταν 12,83%.

Κατά την πειραματική περίοδο παρατηρήθηκε τους κλωβούς 1, 2 και 3, θνησιμότητα 4% ενώ στον κλωβό 4,0% (Πιν. 1).

Πίνακας. 6: Θνησιμότητα.

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ	
ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ	5,94%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΓΛΕΙΣΜΟΥ	7,068%
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΚΟΡΕΣΜΟΥ	12,83%
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	
ΚΛΩΒΟΣ 1	4%
ΚΛΩΒΟΣ 2	4%
ΚΛΩΒΟΣ 3	4%
ΚΛΩΒΟΣ 4	0%

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ:

2.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατά εβδομάδα εκτροφής

2.2.1 Διάστημα Α

Εβδομάδα εκτροφής Α

Ημέρες εκτροφής: 7

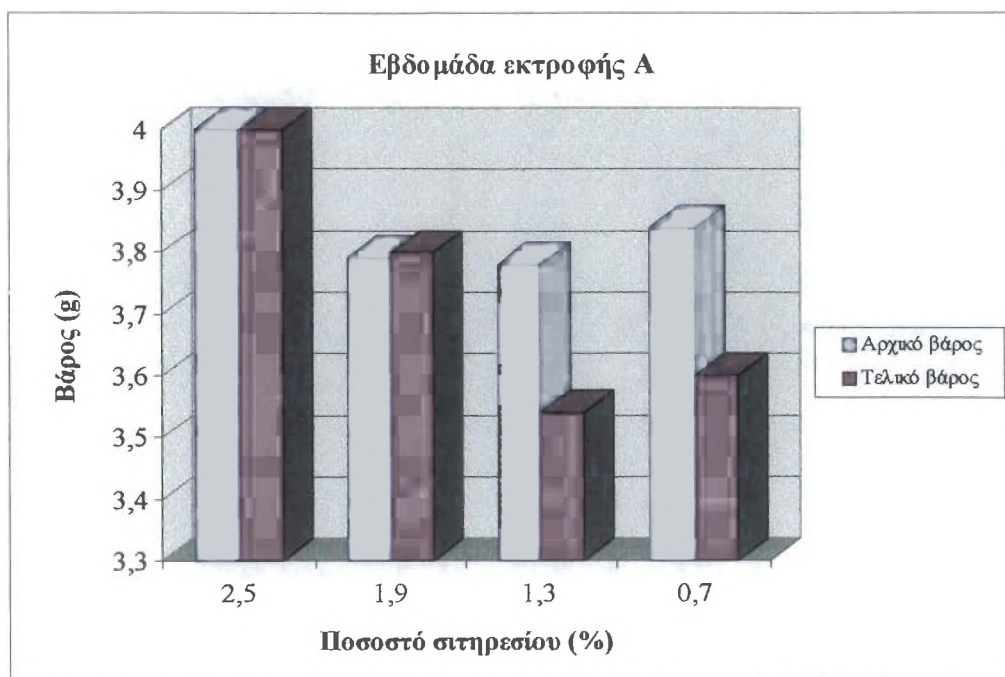
Παρατηρούμε ότι κατά την πρώτη εβδομάδα εκτροφής στο ποσοστό σιτηρεσίου 2,5% ότι το βάρος των ιχθυδίων δεν έχει αλλάξει, ενώ για ποσοστό σιτηρεσίου 1,9%, το τελικό βάρος έχει αυξηθεί ελάχιστα (Πιν. 7, Διαγρ. Α1, Α2). Για ποσοστά σιτηρεσίου 1,3% και 0,7% το τελικό βάρος των ιχθυδίων εμφανίζει αισθητή μείωση (Πιν. 7, Διαγρ. Α1, Α2).

Πίνακας 7: Αποτελέσματα της εβδομάδας εκτροφής Α

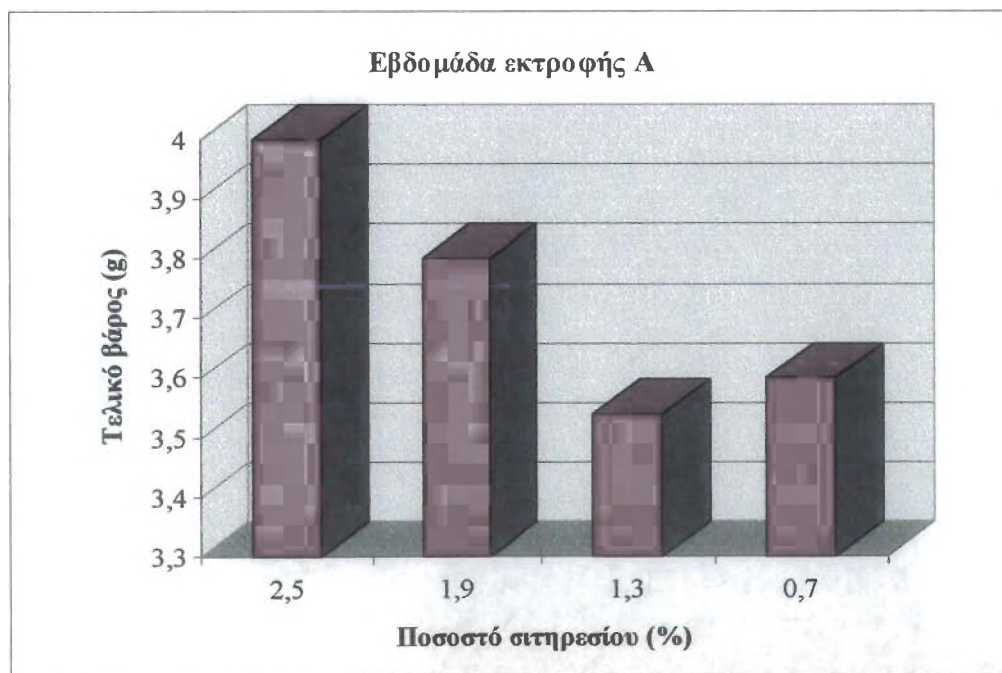
Κλωβός	1	2	3	4
Ποσοστό σιτηρεσίου (%)	2,5	1,9	1,3	0,7
Αριθμός ατόμων	24	24	24	25
Αρχικό βάρος (g)	4	3,792	3,784	3,844
Τελικό βάρος (g)	4	3,808	3,541	3,6
Κατανάλωση τροφής	15,3	12,5	8,1	4,9
Απόδοση Τροφής (Κ)	-198	-118,76	-27,26	-26,14
Ειδικός ρυθμός αύξησης (G)	0,0	0,06	-0,948	-0,936

Η απόδοση της τροφής παρουσιάζει αρνητικές τιμές σε όλα τα επίπεδα σιτηρεσίου (Πιν. 7, Διαγρ. Α3). Παρατηρείται ότι τα ιχθύδια που λάμβαναν ποσοστό 2,5% παρουσίασαν τη μικρότερη απόδοση σε σχέση με τα ιχθύδια των υπόλοιπων ποσοστών σιτηρεσίων (Πιν. 7, Διαγρ. Α3). Ενώ η καλύτερη εκμετάλλευση της τροφής παρατηρήθηκε από τα ιχθύδια που λάμβαναν ποσοστό σιτηρεσίου 1,3% και 0,7% (Πιν. 7, Διαγρ. Α3).

Ο ειδικός ρυθμός αύξησης παρουσιάζει μηδενική τιμή για το ποσοστό σιτηρεσίου 2,5% (Πιν. 7, Διαγρ. Α4). Απεναντίας, ο ειδικός ρυθμός αυξάνεται για ποσοστό σιτηρεσίου 1,9% (Πιν. 7, Διαγρ. Α4), ενώ παρουσιάζει μείωση για τα ποσοστά 1,3% και 0,7% (Πιν. 7, Διαγρ. Α4).

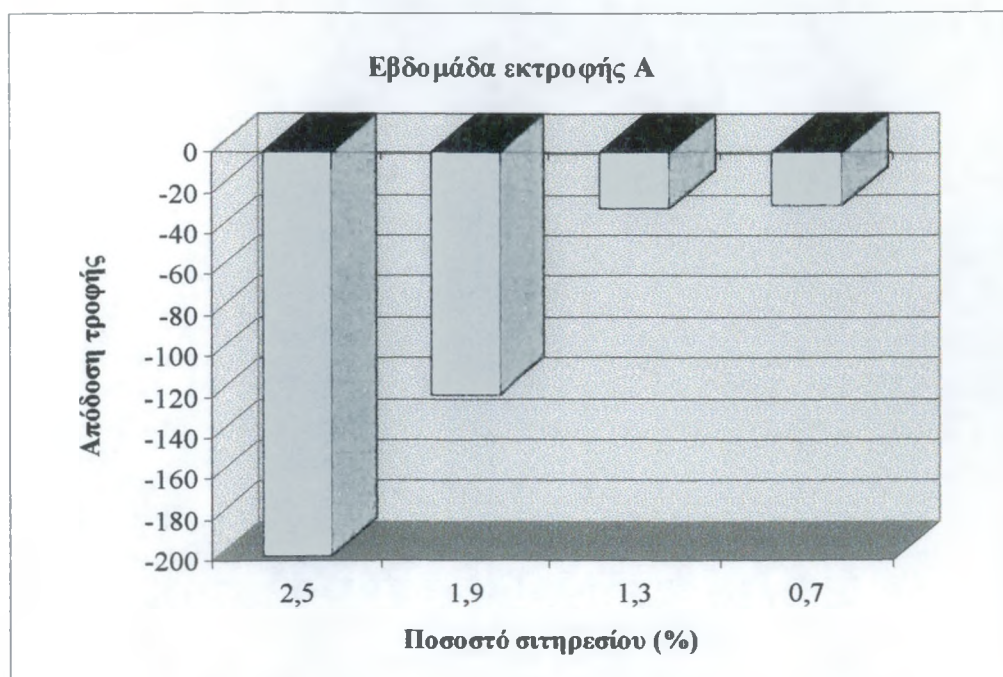


Διάγραμμα Α1: Αρχικό και τελικό βάρος των ιχθυδίων κατά την εβδομάδα εκτροφής (Α).

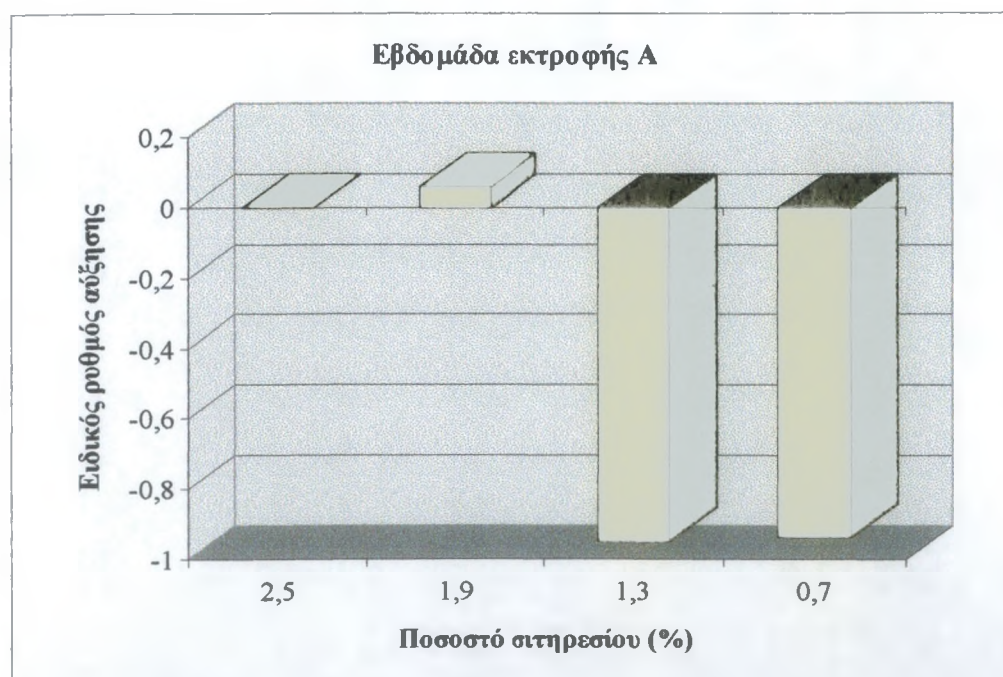


Διάγραμμα Α2: Τελικό βάρος των ιχθυδίων στην εβδομάδα εκτροφής Α.





Διάγραμμα Α3: Απόδοση τροφής στην εβδομάδα εκτροφής Α.



Διάγραμμα Α4: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Α.

2.2.2 Διάστημα Β

Εβδομάδα εκτροφής Β

Ημέρες εκτροφής: 7

Κατά τη δεύτερη εβδομάδα εκτροφής, παρατηρείται ότι το τελικό βάρος έχει αυξηθεί για όλα τα χορηγούμενα ποσοστά σιτηρεσίων (Πιν. 8, Διαγρ. Β1, Β2). Η αύξηση αυτή παρατηρείται εντονότερη στα χορηγούμενα ποσοστά σιτηρεσίων 2,5% και 1,9%, σε σχέση με τα υπόλοιπα ποσοστά (Πιν. 8, Διαγρ. Β1).

Πίνακας 8: Αποτελέσματα εβδομάδας εκτροφής Β.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Ποσοστό σιτηρεσίου (%)	2,5	1,9	1,3	0,7
Αριθμός ατόμων	24	24	24	25
Αρχικό βάρος (g)	4,0	3,808	3,541	3,6
Τελικό βάρος (g)	4,958	4,487	4,166	4,0
Κατανάλωση Τροφής	15,4	11,6	7,2	4,2
Απόδοση τροφής (Κ)	149,47	140,8	208,3	238
Ειδικός ρυθμός αύξησης (G)	3,06	2,34	2,32	1,5

Για την απόδοση της τροφής παρατηρείται μεγαλύτερη τιμή στα ποσοστά 1,3% και 0,7%, ενώ για τα ποσοστά 2,5% και 1,9% παρατηρείται μικρότερη εκμετάλλευση της τροφής.

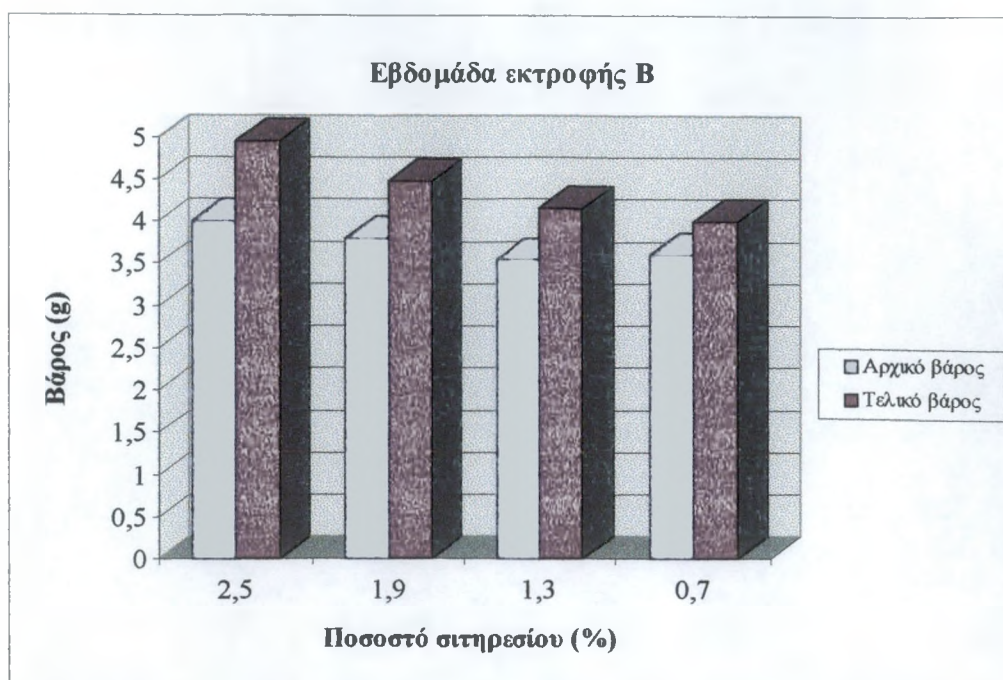
Ο ειδικός ρυθμός αύξησης είναι μεγαλύτερος για το ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 2,5%, μικρότερος για το ποσοστό 0,7% και για τα ποσοστά 1,9% και 1,3% παρατηρούνται ενδιάμεσες τιμές (Πιν. 8, Διαγρ. Β4).

Έτσι λοιπόν, παρατηρείται ότι στην εβδομάδα αυτή την καλύτερη αύξηση βάρους την παρουσιάζει το χορηγούμενο ποσοστό σιτηρεσίου 2,5% (Πιν. 8, Διαγρ. Β1), όπως επίσης παρουσιάζει και καλύτερο ειδικό ρυθμό αύξησης (Πιν. 8, Διαγρ. Β4).

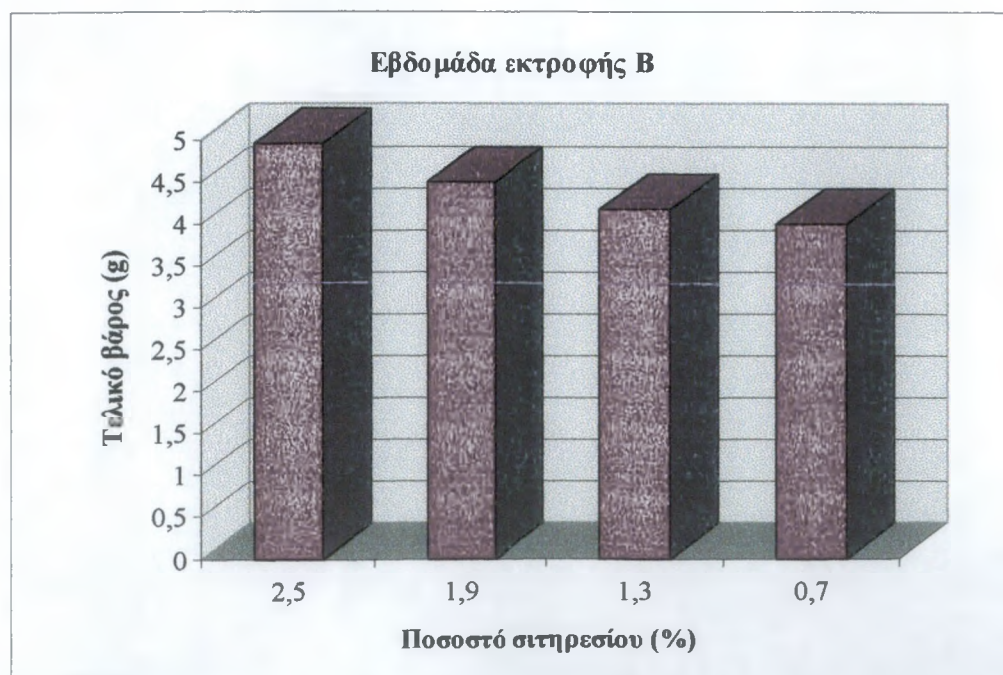
Η απόδοσή του όμως είναι η τρίτη καλύτερη τιμή (Πιν. 8, Διαγρ. Β3). Το χορηγούμενο ποσοστό σιτηρεσίου 1,9% παρουσιάζει καλή αύξηση βάρους (Πιν. 8, Διαγρ. Β1) και την χαμηλότερη απόδοση τροφής (Πιν. 8, Διαγρ. Β3), ενώ ο

ειδικός ρυθμός αύξησης βρίσκεται στα ίδια επίπεδα με το χορηγούμενο ποσοστό σιτηρεσίου 1,3% (Πιν. 8, Διαγρ. B4).

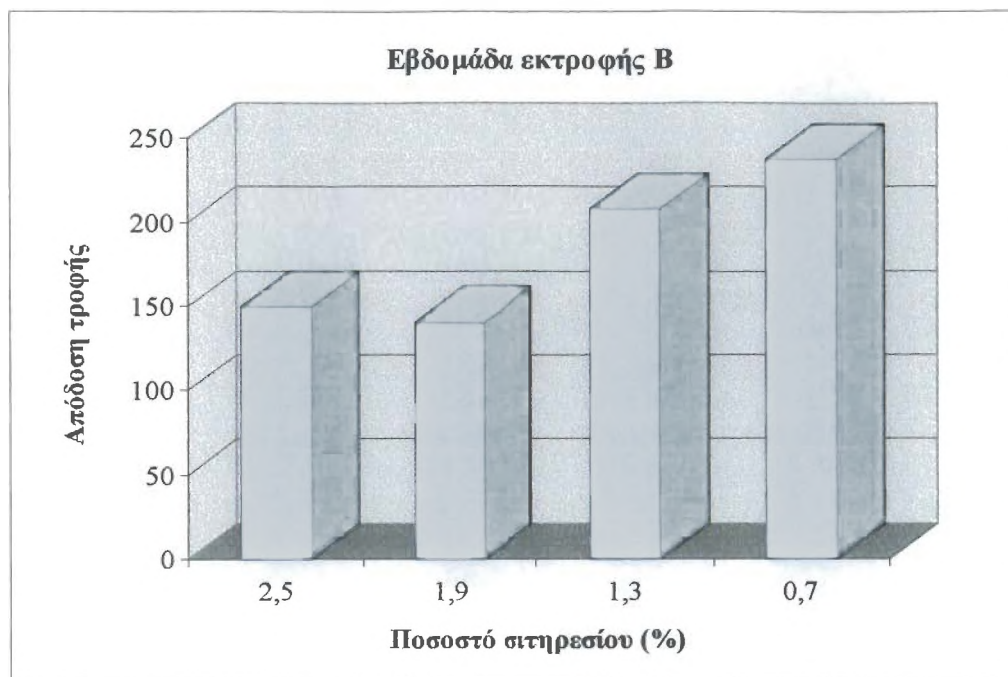
Τα ψάρια που τρέφονται με ποσοστό σιτηρεσίου 0,7% του βάρους τους είχαν την καλύτερη απόδοση τροφής (Διαγρ. B3), ενώ παρουσίασαν τη χαμηλότερη τιμή για τον ειδικό ρυθμό αύξησης (Διαγρ. B4) και για την αύξηση του βάρους τους (Διαγρ. B1).



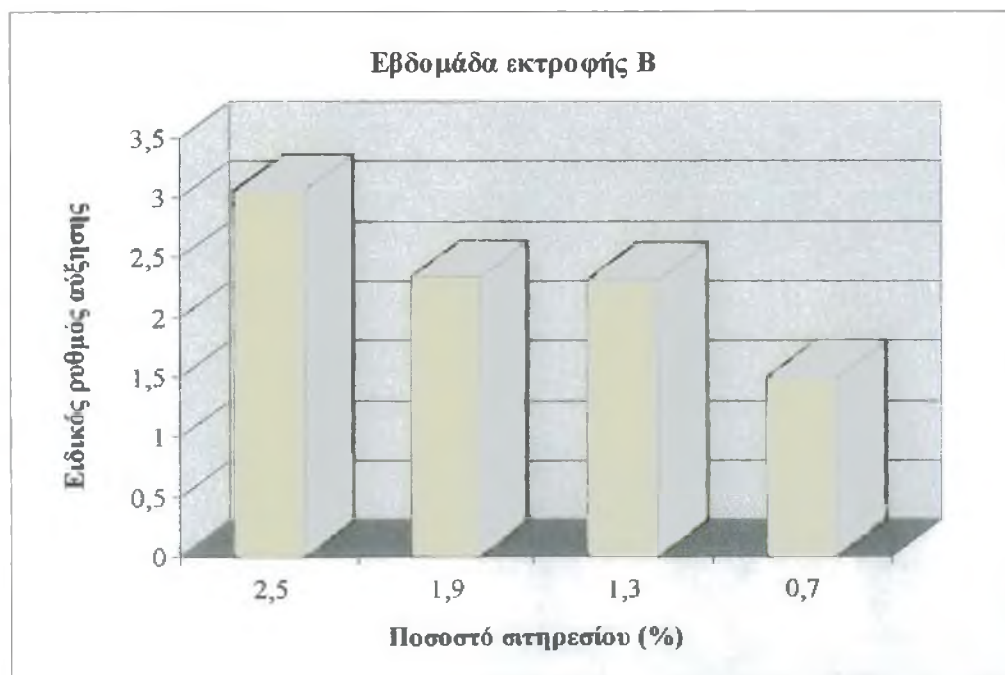
Διάγραμμα Β1: Αρχικό και τελικό βάρος των ιχθυδίων κατά την εβδομάδα εκτροφής (Β).



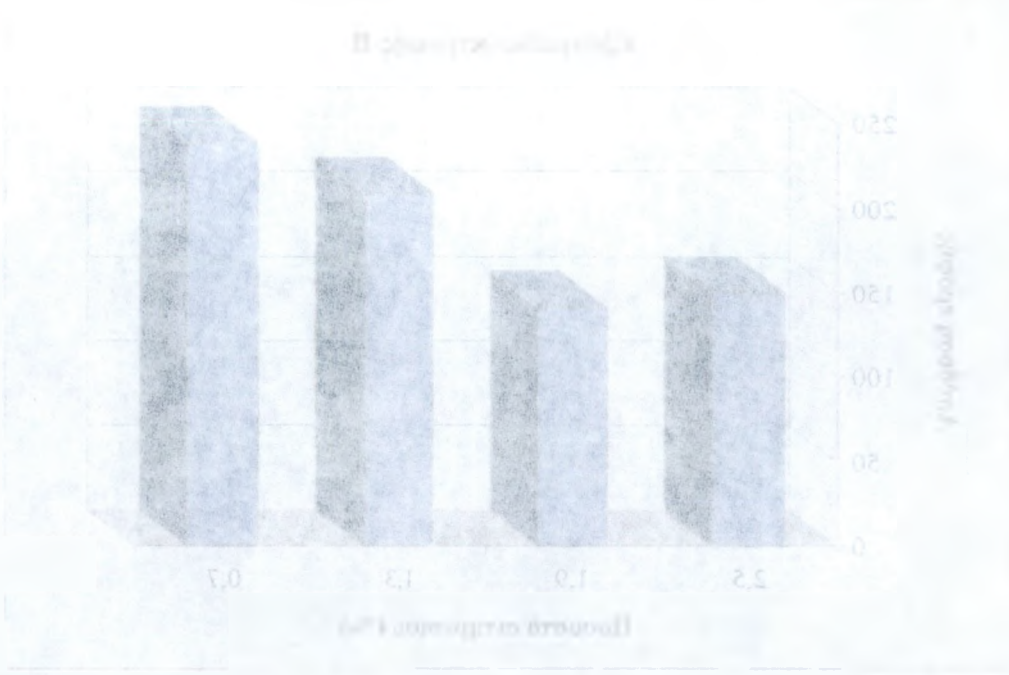
Διάγραμμα Β2: Τελικό βάρος των ιχθυδίων στην εβδομάδα εκτροφής Β.



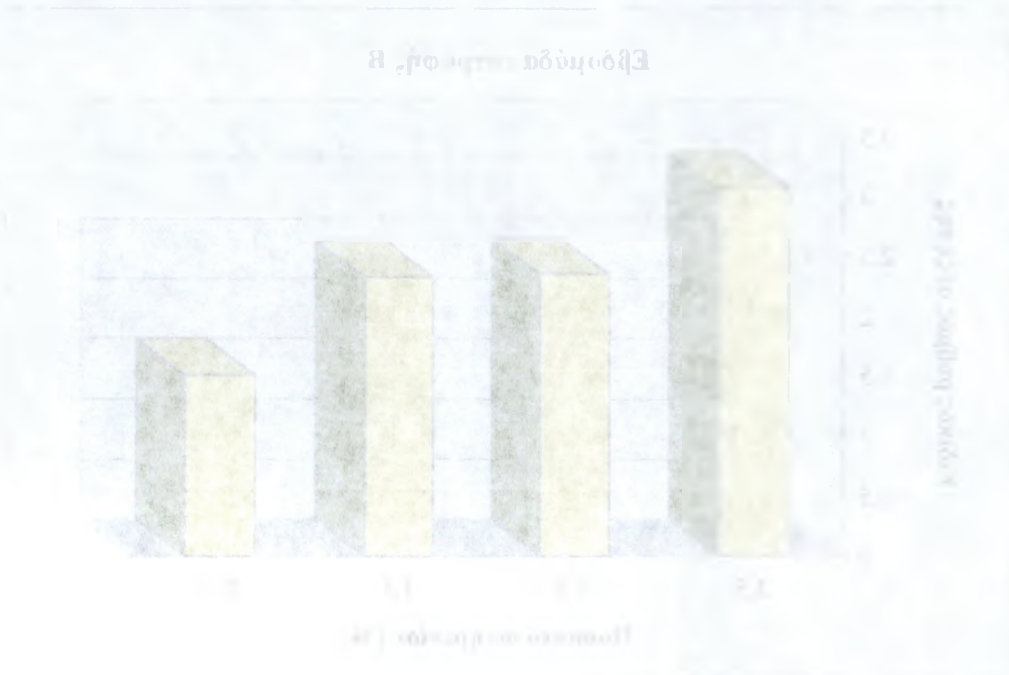
Διάγραμμα Β3: Απόδοση τροφής στην εβδομάδα εκτροφής Β.



Διάγραμμα Β4: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Β.



Γράφημα III: Ακρόσημο κέρδους στην εβδόμη περίοδο B.



Γράφημα IV: Κέρδη ανά μονάδα στην εβδόμη περίοδο B.

2.2.3 Διάστημα Γ

Εβδομάδα εκτροφής Γ

Ημέρες εκτροφής: 7

Στη διάρκεια της τρίτης εβδομάδας εκτροφής, παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση του τελικού βάρους για το ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 2,5%, ενώ η παρατηρούμενη αύξηση για το ποσοστό 1,9% είναι μικρότερη (Πιν. 9, Διαγρ. Γ1). Στα χορηγούμενα σιτηρέσια 1,3% και 1,7%, η αύξηση είναι ελάχιστη (Πιν. 9, Διαγρ. Γ1).

Η απόδοση της τροφής είναι μικρότερη για ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 2,5% (Πιν. 9, Διαγρ. Γ3), ενώ τα ποσοστά 1,9% και 1,3% παρουσιάζουν παρόμοια μεταξύ τους απόδοση (Πιν. 9, Διαγρ. Γ3). Την καλύτερη απόδοση τροφής την παρουσιάζει το ποσοστό σιτηρεσίου 0,7% (Πιν. 9, Διαγρ. Γ3).

Πίνακας 9: Αποτελέσματα εβδομάδας εκτροφής Γ.

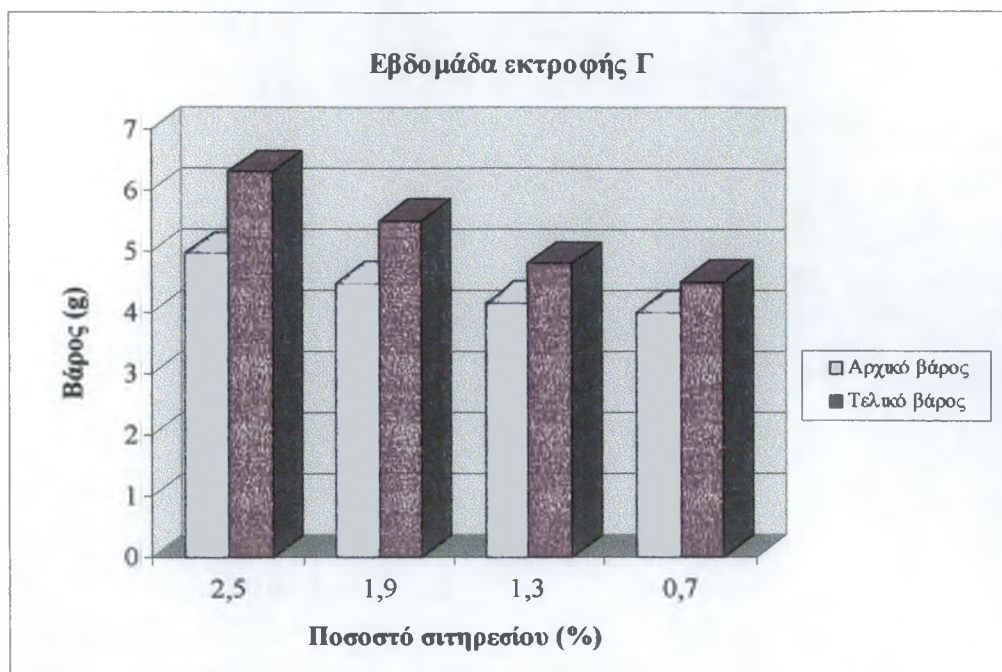
ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Ποσοστό σιτηρεσίου (%)	2,5	1,9	1,3	0,7
Αριθμός ατόμων	24	24	24	25
Αρχικό βάρος (g)	4,958	4,487	4,166	4
Τελικό βάρος (g)	6,292	5,479	4,83	4,46
Κατανάλωση τροφής	21,9	14,9	9,1	4,9
Απόδοση Τροφής (Κ)	146,1	159,7	176	234,7
Ειδικός ρυθμός αύξησης (G)	3,4	2,853	2,112	1,55

Ο ειδικός ρυθμός αύξησης εμφανίζεται να μειώνεται όσο μειώνεται το χορηγούμενο επίπεδο σιτηρεσίου από 2,5% προς το 0,7% του βάρους των ψαριών (Διαγρ. Γ4).

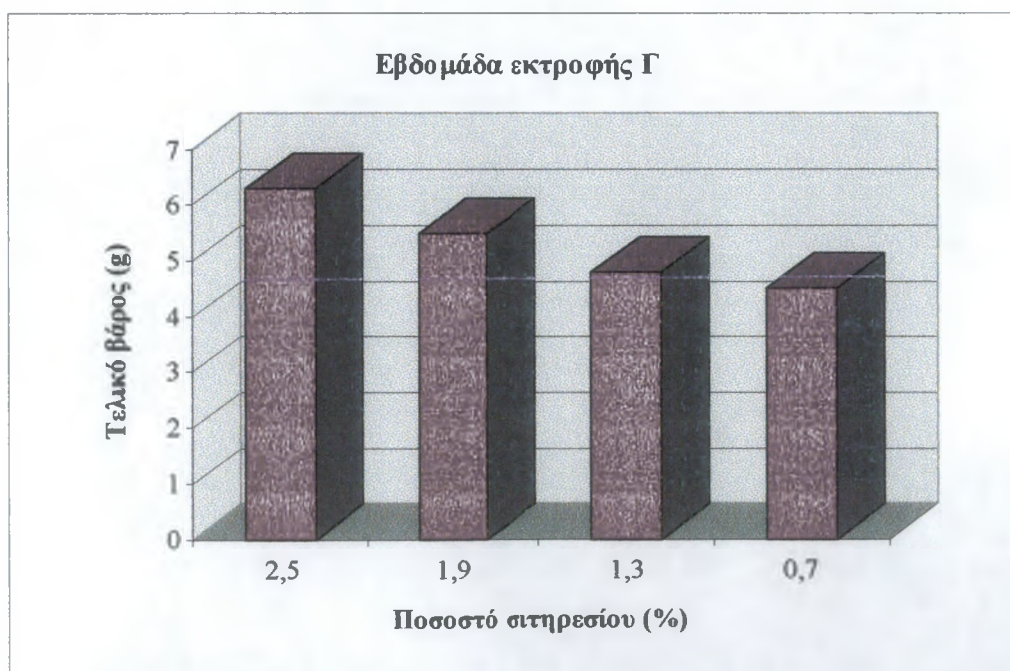
Στην εβδομάδα αυτή παρατηρείται μια αντίστροφη σχέση μεταξύ του ειδικού ρυθμού αύξησης (Διαγρ. Γ4) και της απόδοσης της τροφής. Έτσι τα ψάρια που τρέφονται με επίπεδο σιτηρεσίου 2,5%, είχαν την καλύτερη αύξηση (Διαγρ. Γ1), αλλά και τη χαμηλότερη απόδοση της τροφής (Διαγρ. Γ3). Στα ψάρια που χορηγούνταν επίπεδο τροφής 1,9% του βάρους τους, είχαν την

αμέσως καλύτερη τιμή αύξησης, άρα και ειδικό ρυθμό αύξησης, ενώ παρουσίασαν τη δεύτερη χαμηλότερη τιμή απόδοσης (Διαγρ. Γ2). Το χορηγούμενο ποσοστό 1,3%, δεν παρουσιάζει μεγάλη διαφορά στην απόδοση της τροφής από το χορηγούμενο ποσοστό 1,9% (Διαγρ. Γ2) και ο ειδικός αυξητικός ρυθμός του έχει μικρότερη τιμή από το ποσοστό 1,9%.

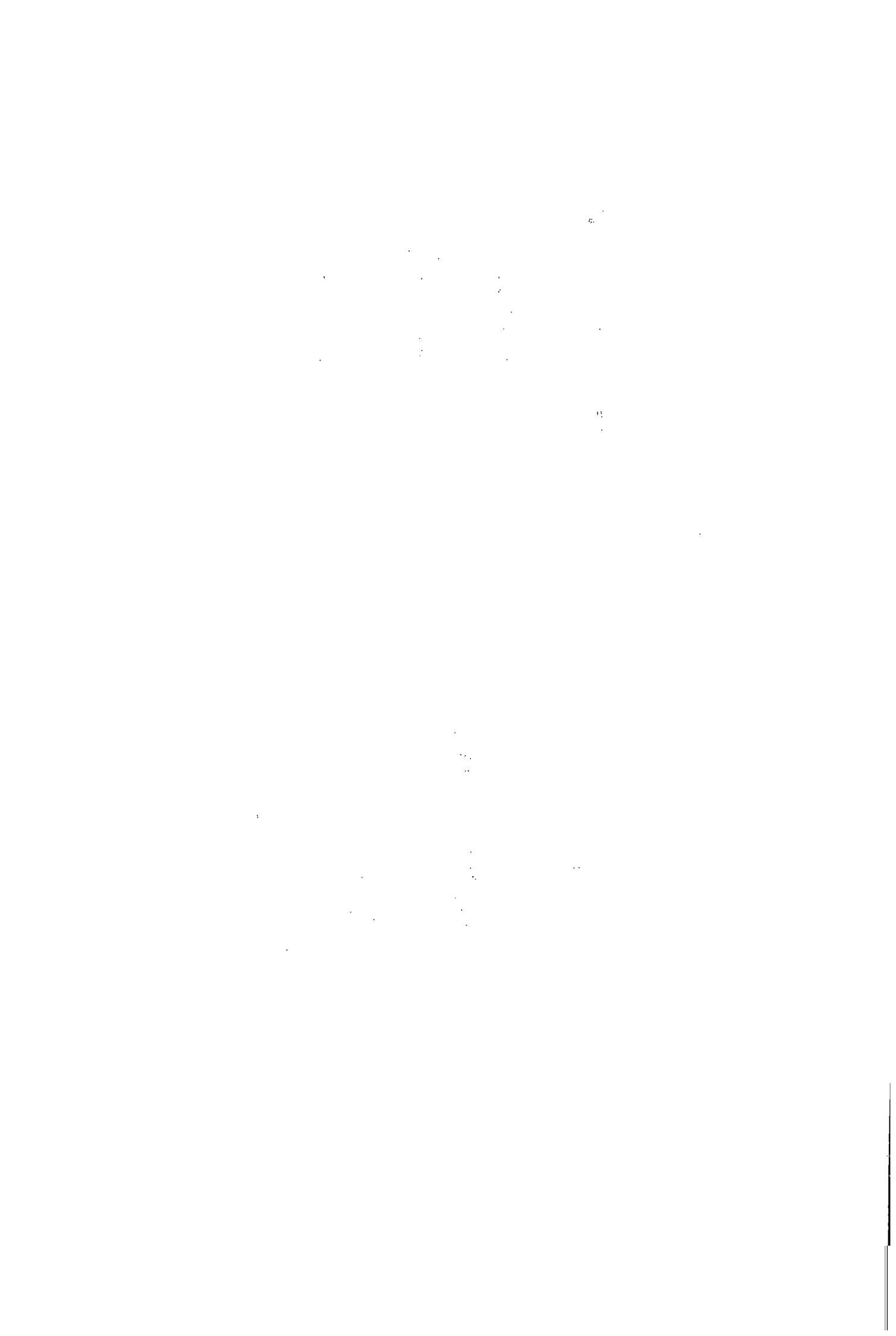
Η καλύτερη απόδοση τροφής παρουσιάζεται στα ψάρια που τρέφονταν με ποσοστό σιτηρεσίου 0,7% (Διαγρ. Γ3), ενώ η αύξηση βάρους και ο ειδικός ρυθμός αύξησης παρουσιάζεται να έχει για αυτό το ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου, τις χαμηλότερες τιμές (Διαγρ. Γ1, Γ4).

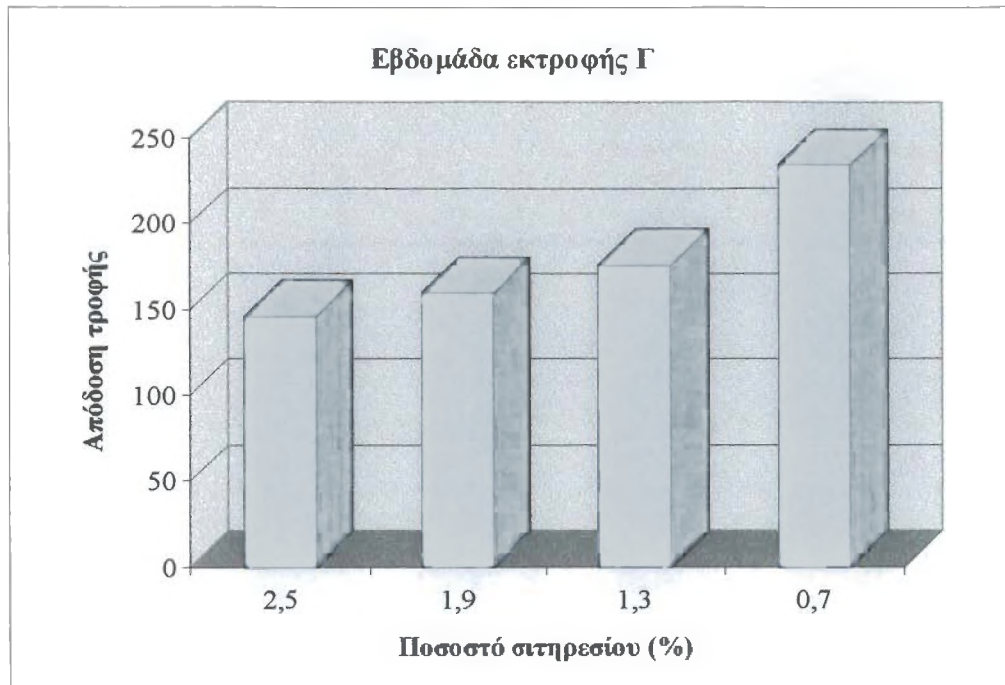


Διάγραμμα Γ1: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Γ.

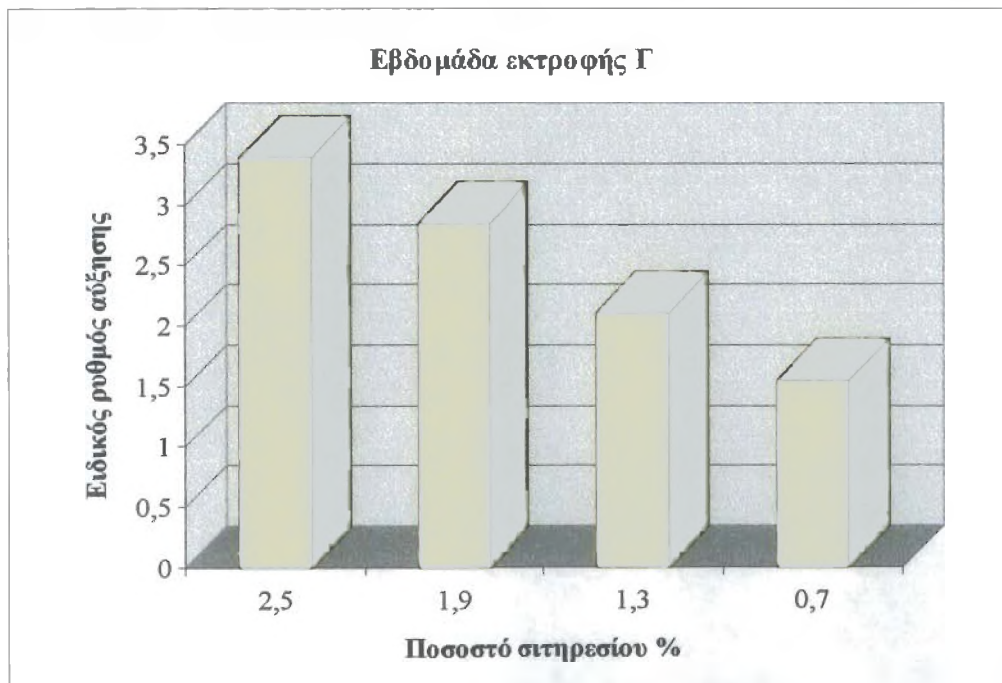


Διάγραμμα Γ2: Τελικό βάρος των ιχθυδίων στην εβδομάδα εκτροφής Γ.



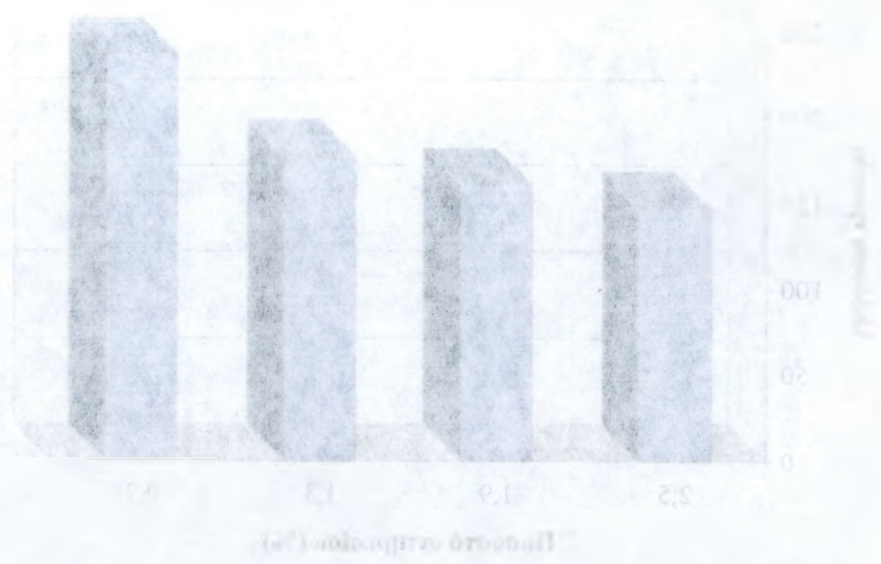


Διάγραμμα Γ3: Απόδοση τροφής στην εβδομάδα εκτροφής Γ.



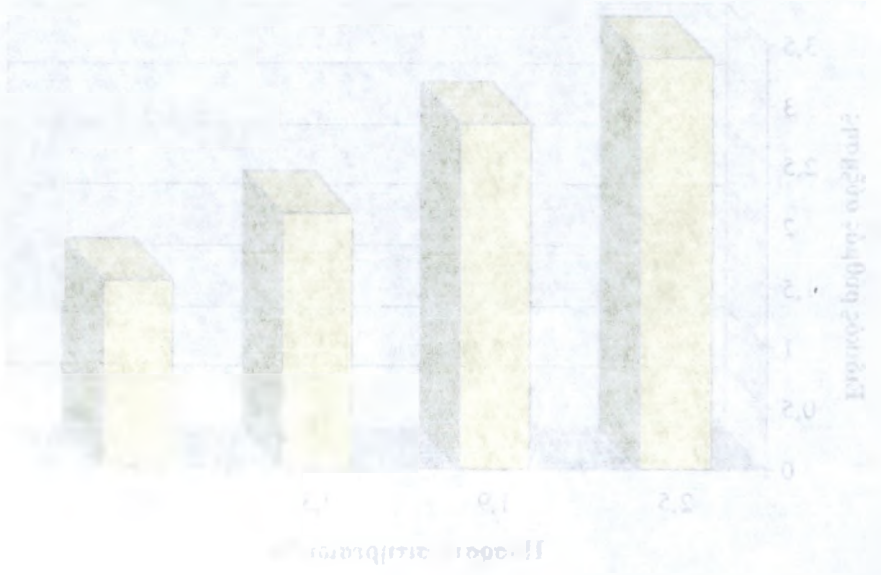
Διάγραμμα Γ4: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Γ.

Επιχειρησιακό I



Ποσοστό Ε.Ε. Ακόμα και μικρότερο ποσοστό επίδοσης I.

Επιχειρησιακό II



Ποσοστό Ε.Ε. Ακόμα και μικρότερο ποσοστό επίδοσης II.

2.2.4 Διάστημα Δ

Εβδομάδα εκτροφής Δ

Ημέρες εκτροφής: 4

Η τέταρτη εβδομάδα εκτροφής και τελευταία των πειραματικών παρατηρήσεων, είναι η πλέον καθοριστική, διότι οι διαφορές στις τιμές είναι πιο έντονες για κάθε χορηγούμενο ποσοστό σιτηρεσίου και τα αποτελέσματα πιο ξεκάθαρα. Μέσω αυτών των αποτελεσμάτων είναι εφικτό να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την τάση για αύξηση των ιχθυδίων και καλύτερη εκμετάλλευση της τροφής από αυτά.

Στο στάδιο αυτό της εκτροφής παρατηρήθηκε παρόμοια σχεδόν αύξηση για τα ποσοστά χορηγούμενου σιτηρεσίου 2,5% και 1,9% (Πιν. 10, Διαγρ. Δ1). Μικρότερη αύξηση παρουσίασε το επόμενο ποσοστό και μικρότερη ακόμη το ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 0,7% (Πιν. 10, Διαγρ. Δ1).

Πίνακας 10: Αποτελέσματα εβδομάδας εκτροφής Δ.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Ποσοστό σιτηρεσίου %	2,5	1,9	1,3	0,7
Αριθμός ατόμων	24,0	24,0	24,0	25,0
Αρχικό βάρος (g)	6,292	5,479	4,83	4,46
Τελικό βάρος (g)	7,083	6,69	5,69	4,848
Κατανάλωση τροφής	15,2	10,0	6,0	3,2
Απόδοση τροφής (k)	125,0	293,04	343,6	303,9
Ειδικός ρυθμός αύξησης (G)	2,96	4,99	4,09	2,08

Όσον αφορά στην απόδοση της τροφής, παρουσιάζεται να είναι αυξημένη στα 1,3% και 1,9% (Πιν. 50, Διαγρ. Δ3), ενώ κατά πολύ μειωμένη εμφανίζεται στο ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 2,5% (Πιν. 10, Διαγρ. Δ3). Η απόδοση της τροφής βρίσκεται στα ίδια επίπεδα για τα ποσοστά 1,9% και 0,7% (Πιν. 10, Διαγρ. Δ3).

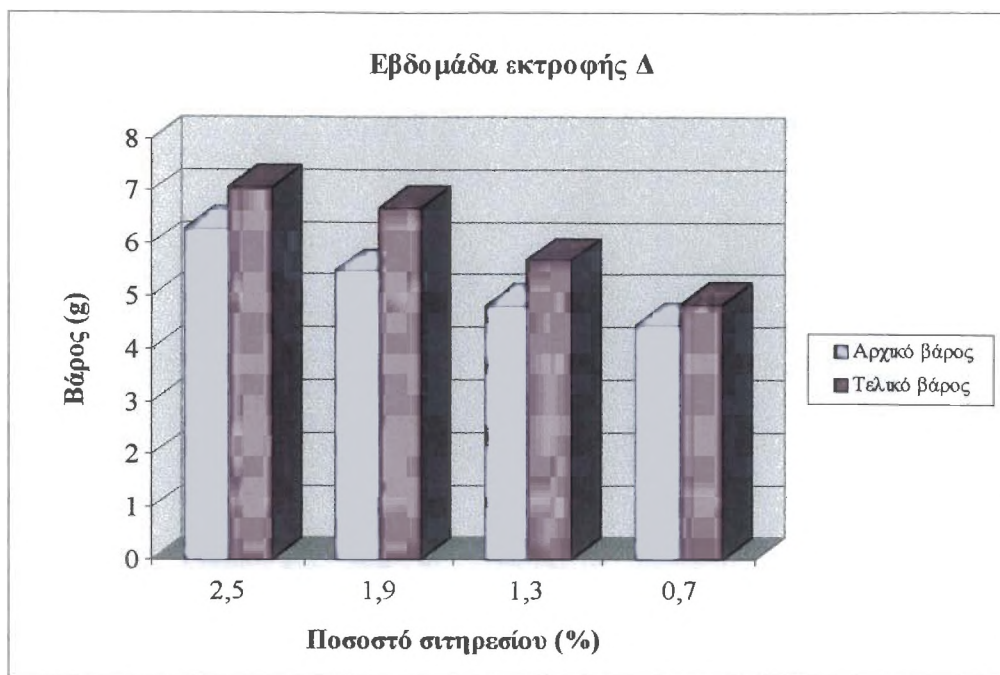
Ο ειδικός ρυθμός αύξησης παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή του στο χορηγούμενο ποσοστό σιτηρεσίου 0,7% και τη μεγαλύτερη στο ποσοστό 1,9%

(Πιν. 10, Διαγρ. Δ4), ενώ τα ποσοστά 1,3% και 2,5% κυμαίνονται σε ενδιάμεσες τιμές (Πιν. 10, Διαγρ. Δ4).

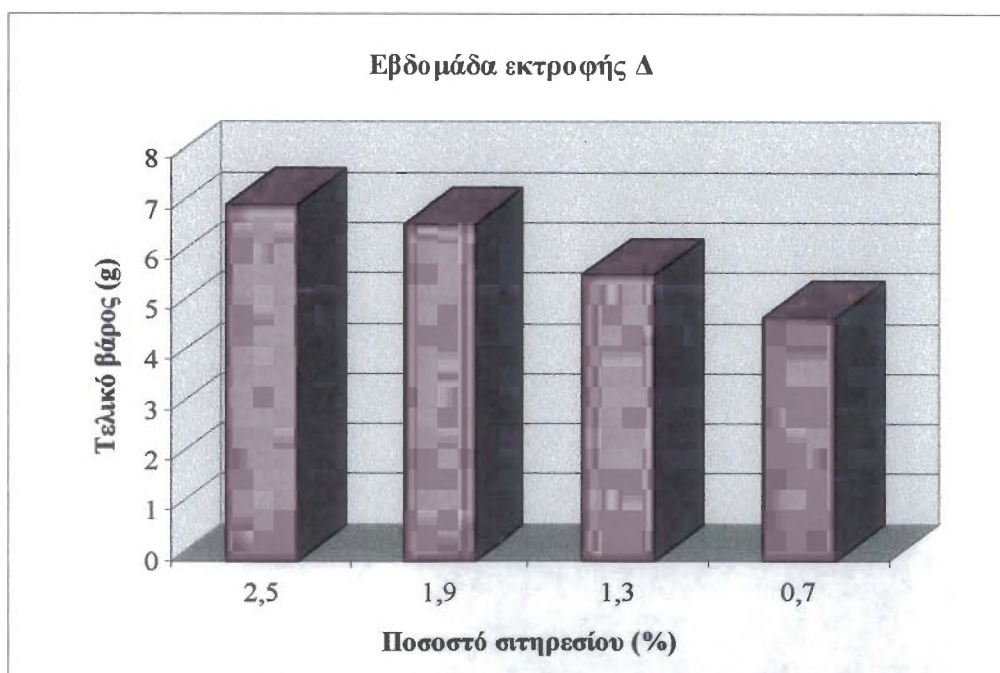
Στο διάστημα αυτής της εβδομάδας παρατηρείται ότι τον καλύτερο ειδικό ρυθμό αύξησης, όπως επίσης και την καλύτερη τιμή στην απόδοση της τροφής παρουσιάζουν τα ποσοστά σιτηρεσίων 1,9% και 1,3%. Το 1,9% παρουσιάζει χαμηλότερη απόδοση τροφής, αλλά όχι με μεγάλη διαφορά από το ποσοστό 1,3% (Διαγρ. Δ3, Δ4). Η διαφορά στην απόδοση τροφής μεταξύ των επιπέδων 1,9% και 1,3% δε φαίνεται να είναι στατιστικά σημαντική (Διαγρ. Δ3, Δ4).

Το ποσοστό 2,5% έχει την χαμηλότερη τιμή στην απόδοση της τροφής αλλά και ο ειδικός ρυθμός αύξησης για το ίδιο ποσοστό έχει χαμηλή τιμή (Διαγρ. Δ4).

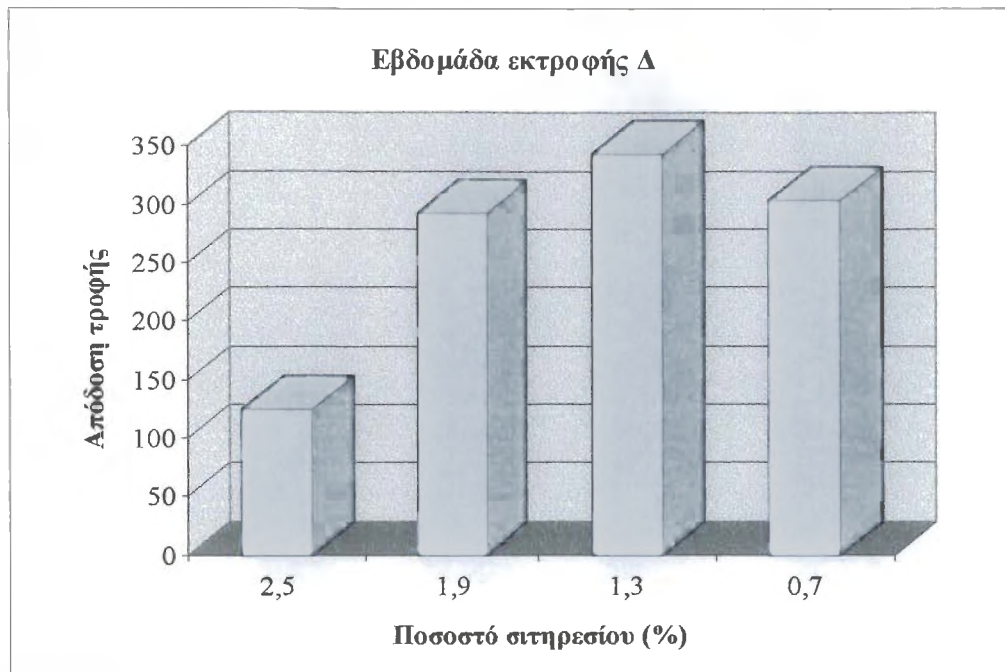
Ο χαμηλότερος ειδικός ρυθμός αύξησης παρουσιάζεται για το χορηγούμενο ποσοστό 0,7%, ενώ η απόδοση της τροφής είναι στα ίδια περίπου επίπεδα με το χορηγούμενο ποσοστό σιτηρεσίου 1,9% (Διαγρ. Δ3, Δ4).



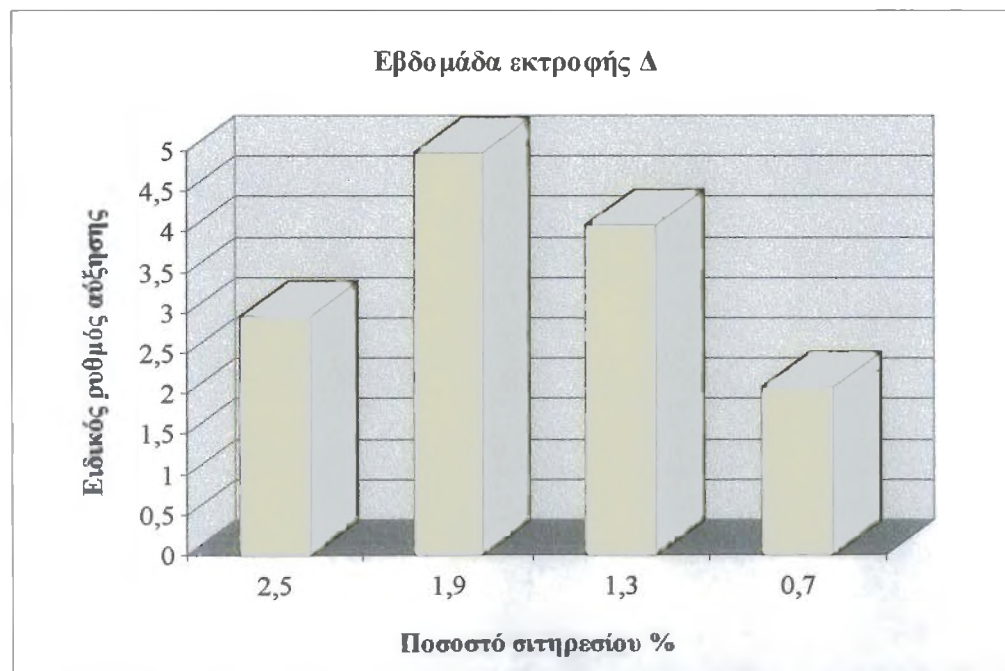
Διάγραμμα Δ1: Αρχικό και τελικό βάρος των ιχθυδίων κατά την εβδομάδα εκτροφής (Δ).



Διάγραμμα Δ2: Τελικό βάρος των ιχθυδίων στην εβδομάδα εκτροφής Δ.



Διάγραμμα Δ3: Απόδοση τροφής στην εβδομάδα εκτροφής Δ.

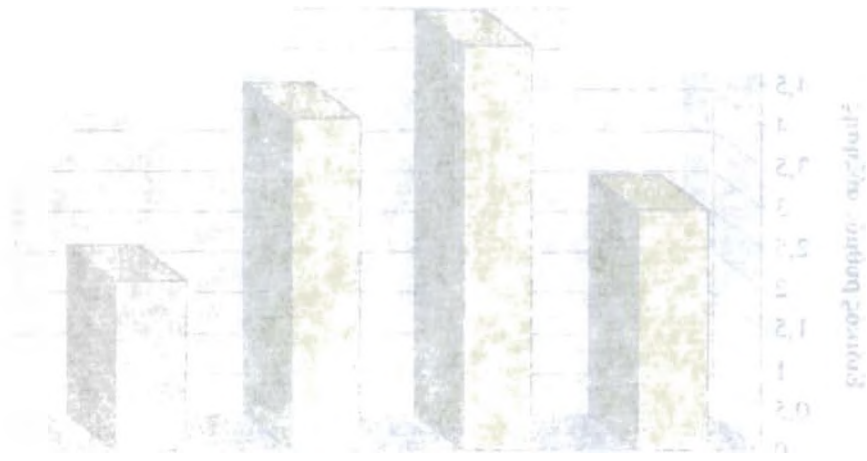


Διάγραμμα Δ4: Ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την εβδομάδα εκτροφής Δ.



Σχήμα 23: Απόδοση τριπλής στην εξάτμιση νερού (%)

Σχήμα 24: Εξάτμιση νερού (%)



Σχήμα 24: Εξάτμιση νερού (%)

Σχήμα 25: Απόδοση τριπλής στην εξάτμιση νερού (%)

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ

Την πρώτη εβδομάδα τα αποτελέσματα για την απόδοση τροφής είναι αρνητικά για όλα τα ποσοστά χορηγούμενων σιτηρεσίων (Διαγρ. Σ2). Τα ψάρια λοιπόν δεν αφομοίωσαν την τροφή και δεν τη μετέτρεψαν σε σάρκα. Η αύξηση και ο ειδικός ρυθμός αύξησης παρουσίασαν αρνητικές τιμές για όλα τα ποσοστά σιτηρεσίων (Διαγρ. Σ1, Σ3).

Κατά τη δεύτερη εβδομάδα παρατηρείται ότι η αύξηση του βάρους μειώνεται από το επίπεδο σιτηρεσίου 2,5% προς το ποσοστό σιτηρεσίου 0,7% (Διαγρ. Σ1).

Ο ειδικός ρυθμός αύξησης παρουσιάζει την καλύτερη τιμή για το επίπεδο σιτηρεσίου 2,5% (Διαγρ. Σ3). Τα ποσοστά 1,9% και 1,3% βρίσκονται στα ίδια επίπεδα με μεσαίες τιμές ενώ τη χαμηλότερη τιμή παρουσιάζει το ποσοστό 0,7% (Διαγρ. Σ3). Ο ειδικός ρυθμός αύξησης λοιπόν, μειώνεται όσο μειώνεται το επίπεδο του σιτηρεσίου, ενώ αντίθετα, η απόδοση της τροφής αυξάνεται με τη μείωση του επιπέδου διατροφής (Διαγρ. Σ2).

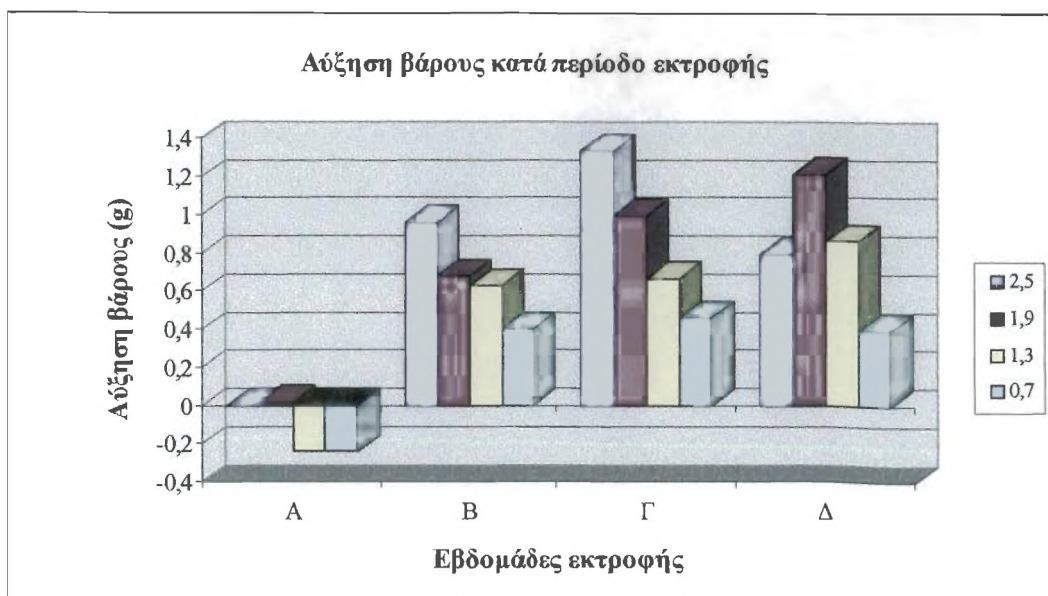
Όμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται και την τρίτη εβδομάδα. Έτσι λοιπόν το χορηγούμενο ποσοστό 2,5% παρουσιάζει το μεγαλύτερο ειδικό ρυθμό αύξησης (Διαγρ. Σ3), αλλά και τη χαμηλότερη απόδοση της τροφής. Τα ψάρια δεν εκμεταλλεύονται όλη την ποσότητα της τροφής που λαμβάνουν και κατά συνέπεια δεν τη μετατρέπουν σε σάρκα.

Τα ψάρια για ποσοστό σιτηρεσίου 0,7% του βάρους τους παρουσιάζουν την καλύτερη απόδοση τροφής ενώ έχουν και την μικρότερη αύξηση. Σε ενδιάμεσες τιμές βρίσκονται τα ποσοστά 1,3% και 1,9%.

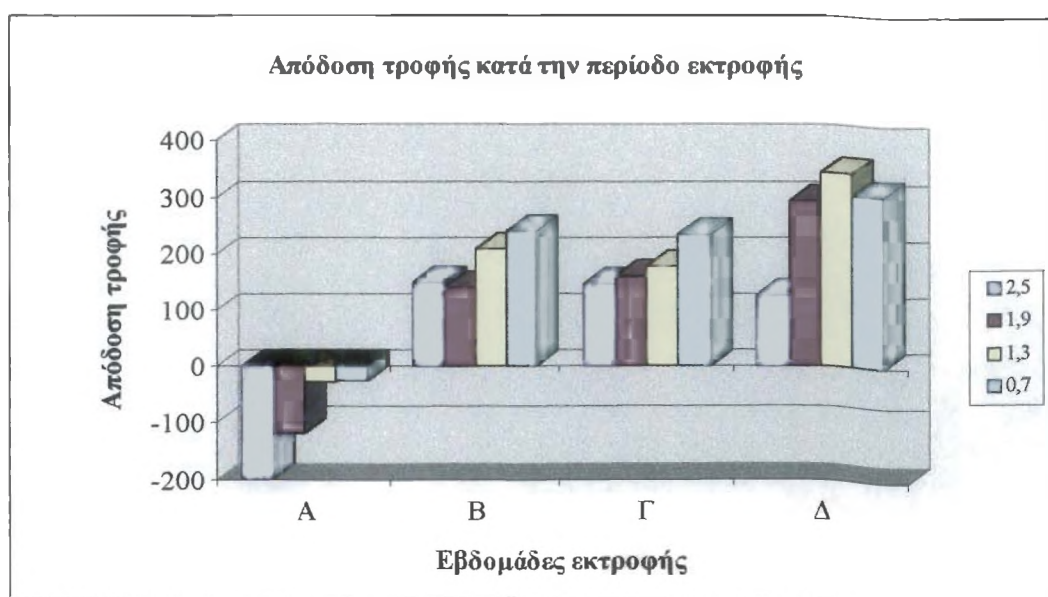
Η εβδομάδα που ακολουθεί, η τέταρτη, είναι πιο καθοριστική. Τα ιχθύδια έχουν αυξήσει το βάρος τους, οι διαφορές στις τιμές των αποτελεσμάτων είναι πιο έντονες άρα μπορούμε πιο καλά να μιλήσουμε για τις τάσεις των ιχθυδίων απέναντι στην διατροφή τους.

Έτσι λοιπόν συγκριτικά μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα ιχθύδια για επίπεδο σιτηρεσίου 1,9% και 1,3% παρουσιάζουν τις καλύτερες τιμές για την αύξηση, τον ειδικό ρυθμό αύξησης και την απόδοση της τροφής (Διαγρ. Σ1, Σ2,

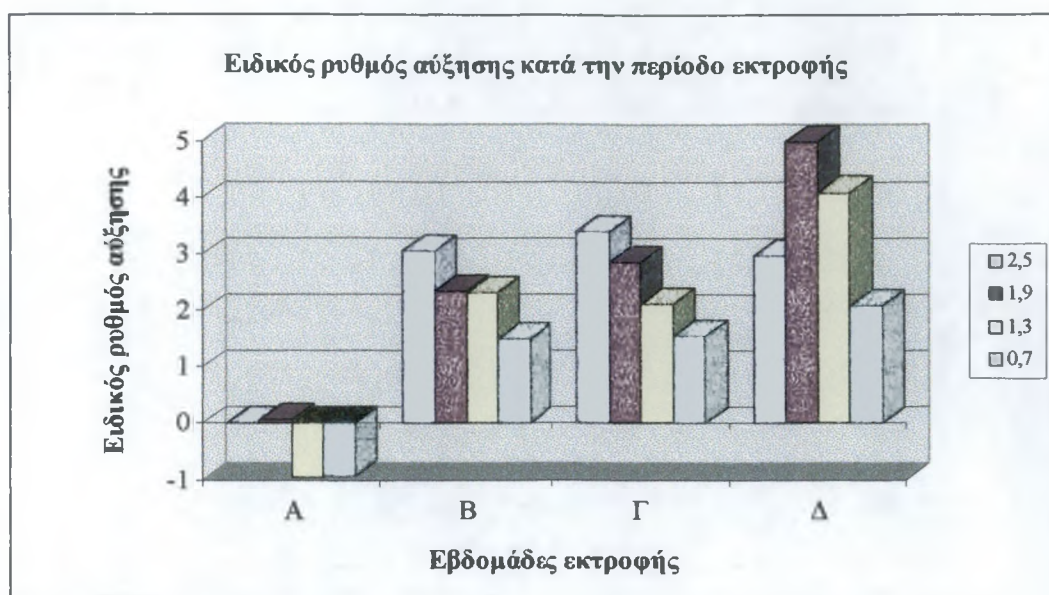
Σ3). Η χαμηλότερη απόδοση τροφής παρουσιάζεται για τα ψάρια που λαμβάνουν επίπεδο σιτηρεσίου 2,5% (Διαγρ. Σ2). Το ποσοστό σιτηρεσίου 0,7% έχει καλή τιμή για την απόδοση ενώ ο ειδικός ρυθμός αύξησης είναι χαμηλός (Διαγρ. Σ2, Σ3).



Διάγραμμα Σ1: Αύξηση βάρους για όλη την περίοδο εκτροφής για κάθε διάστημα ξεχωριστά.



Διάγραμμα Σ2: Απόδοση της τροφής για όλη την περίοδο εκτροφής για κάθε διάστημα ξεχωριστά.



Διάγραμμα Σ3: Ειδικός ρυθμός αύξησης για όλη την περίοδο εκτροφής για κάθε διάστημα ξεχωριστά.

Μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα προκύπτει από την εκτίμηση των αποτελεσμάτων για όλο το διάστημα της εκτροφής συνολικά πράγμα που επιτυγχάνεται με την μελέτη των τιμών για όλο το διάστημα εκτροφής για κάθε επίπεδο σιτηρεσίου (Πιν. 11).

Πίνακας 11: Αποτελέσματα για όλο το διάστημα εκτροφής.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Ποσοστό σιτηρεσίου (%)	2,5	1,9	1,3	0,7
Ολικός ειδικός ρυθμός αύξησης (%)	2,38	2,36	1,7	0,97
Ολική απόδοση τροφής	102,0	142,0	150,0	152,12
Ολική αύξηση βάρους (g)	3,083	2,898	1,906	1,004
Ολική ποσότητα τροφής	67,8	49,0	30,5	16,5

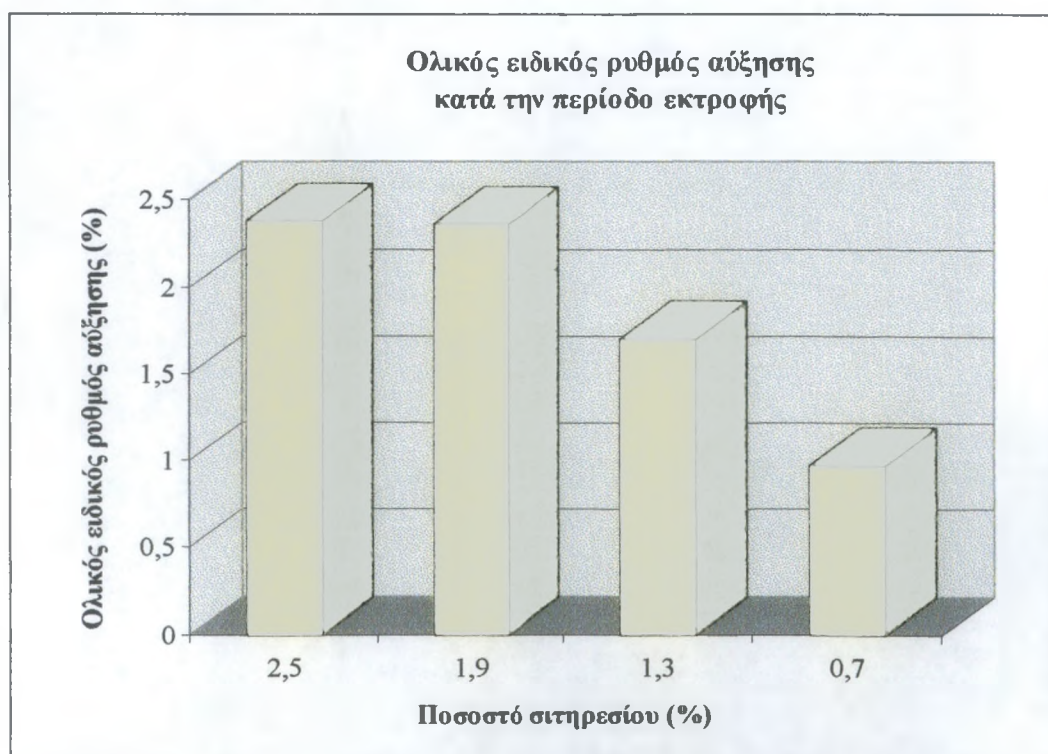
Στα διαγράμματα που παρατίθενται, φαίνονται συνολικά τα διαστήματα εκτροφής, όπου παρατηρείται ότι παρόλο που τα ψάρια του ποσοστού σιτηρεσίου 2,5% έχουν λάβει μεγαλύτερη ποσότητα τροφής, παρουσιάζουν ειδικό ρυθμό αύξησης και αύξηση σε ίδια περίπου επίπεδα με τα ψάρια του ποσοστού 1,9% (Διαγρ. Ο1, Ο2).

Η απόδοση της τροφής για το επίπεδο σιτηρεσίου 2,5% παρατηρείται ότι παρουσιάζει τη χαμηλότερη τιμή (Διαγρ. Ο3).

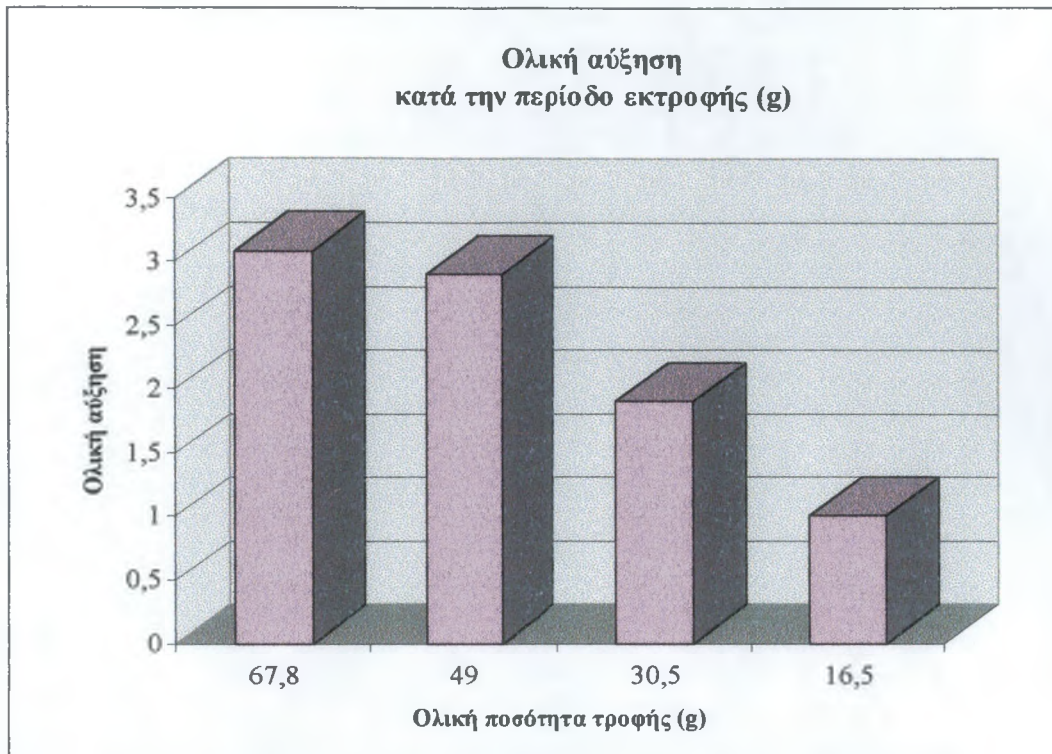
Το ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 1,3% παρουσιάζει υψηλή απόδοση τροφής και κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα με το ποσοστό 0,7%, ενώ ο ειδικός ρυθμός αύξησης παρουσιάζει τη χαμηλότερη τιμή για το ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 0,7% (Διαγρ. Ο1, Ο3). Έτσι λοιπόν, τα ψάρια για ποσοστό χορηγούμενου σιτηρεσίου 0,7% παρουσιάζουν υψηλές τιμές απόδοσης της τροφής, αλλά οι τιμές του ειδικού ρυθμού αύξησης και η αύξησή τους, είναι χαμηλές (Διαγρ. Ο1, Ο2, Ο3).

Τα ψάρια για ποσοστό σιτηρεσίου 2,5% παρουσιάζουν μεγάλη τιμή ειδικού ρυθμού αύξησης, αλλά η απόδοσης της τροφής παρουσιάζεται να έχει τη χαμηλότερη τιμή (Διαγρ. Ο1, Ο3).

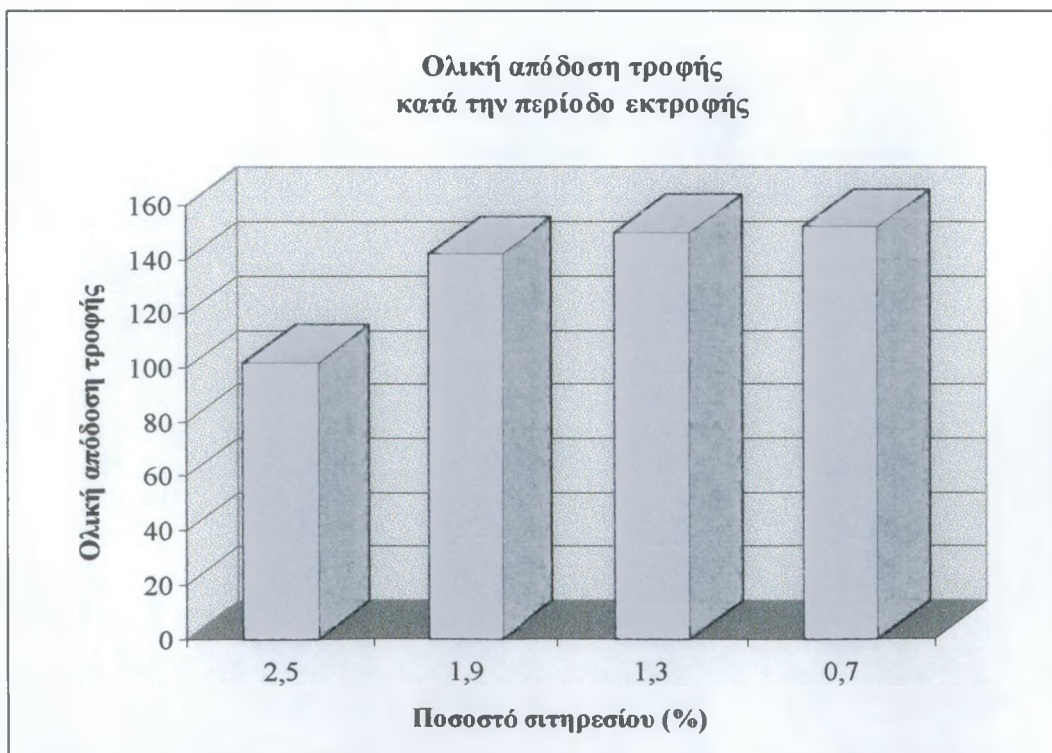
Τα ψάρια για ποσοστά χορηγούμενου σιτηρεσίου 1,9% και 1,3% έχουν παρόμοιες τιμές στην απόδοση της τροφής, ενώ την καλύτερη τιμή στον ειδικό ρυθμό αύξησης παρουσιάζουν τα ιχθύδια για ποσοστό σιτηρεσίου 1,9% του βάρους τους (Διαγρ. Ο1, Ο3).



Διάγραμμα Ο1: Ολικός ειδικός ρυθμός αύξησης κατά την περίοδο της εκτροφής

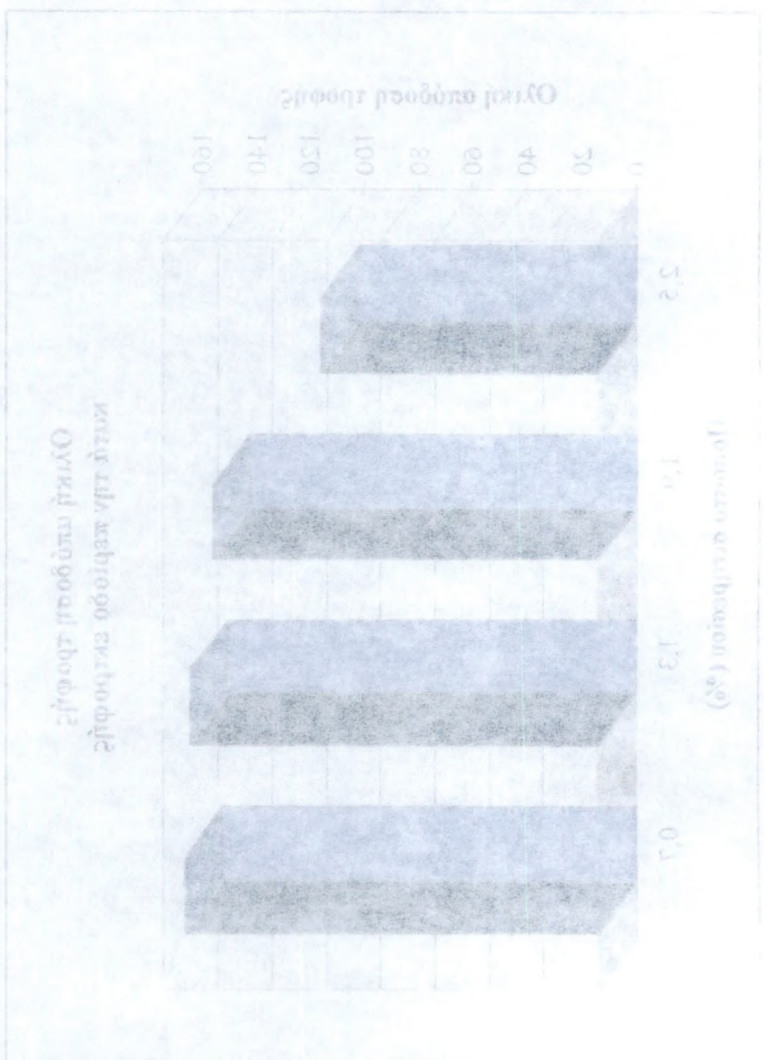


Διάγραμμα Ο2: Ολική αύξηση κατά την περίοδο εκτροφής.



Διάγραμμα Ο3: Ολική απόδοση της τροφής κατά την περίοδο εκτροφής.

Σχήμα 03: Ογκή εισροών ΔΕΣ εφοδίες κατά την κερύοο εκτροφής.



4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Για τη στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση της διακύμανσης των τιμών (ANOVA) και στη συνέχεια με το κριτήριο LSD, ερευνήθηκαν οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων. Επίσης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης (μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων) για την εξέταση του βαθμού συσχέτισης μεταξύ των αποτελεσμάτων του ειδικού ρυθμού αύξησης και της αύξησης, με το επίπεδο σιτηρεσίου.

Έτσι λοιπόν, μετά από την εφαρμογή της ANOVA στην αρχική ζύγιση των ψαριών και εφαρμόζοντας το κριτήριο LSD παρατηρείται ότι τα μέσα βάρη των ψαριών δε διαφέρουν στατιστικά (Πιν. 12).

Πίνακας 12: Μέσα βάρη ψαριών κατά την αρχική ζύγιση.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ ΜΕΣΩΝ
Αρχικό	3,99	3,79	3,77	3,84	
Μέσο Βάρος	α	α	α	α	0,164

Οι τιμές στην ίδια γραμμή που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά ($P>0,05$), σύμφωνα με το κριτήριο LSD.

Εφαρμόζοντας πάλι ANOVA και το κριτήριο LSD στην τελική μέτρηση βάρους των ιχθυδίων, φάνηκε ότι τα ψάρια του κλωβού 1 διέφεραν από τα ψάρια των κλωβών 3 και 4, ενώ τα ψάρια του κλωβού 2 διέφεραν από τα ψάρια του κλωβού 4 (Πιν. 13, Διαγρ. Κ1).

Πίνακας 13: Μέσα βάρη ψαριών κατά την τελική ζύγιση.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4	ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ ΜΕΣΩΝ
Τελικό	7,02	6,38	5,3	4,89	
Μέσο Βάρος	γ	βγ	αβ	α	0,25

Οι τιμές στην ίδια γραμμή που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν σημαντικά ($P>0,05$), σύμφωνα με το κριτήριο LSD.

Μέσω της γραμμικής παλινδρόμησης με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, πραγματοποιήθηκε η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Εφαρμόζοντας την καμπύλη της γραμμικής παλινδρόμησης στα αποτελέσματα του ειδικού ρυθμού αύξησης έχουμε τις εξισώσεις που το μαθηματικό τους μοντέλο είναι της μορφής:

$$Y = a + bx$$

όπου: **a, b**: σταθερές

Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει κάθε φορά ο συντελεστής συσχέτισης να είναι υψηλός ώστε να επιτρέπει την πρόβλεψη της τιμής των παραμέτρων μέσα στα όρια πειραματικών αποτελεσμάτων.

Στον πίνακα 14 φαίνονται οι εξισώσεις για όλο το διάστημα εκτροφής, ενώ στον πίνακα 15 υπάρχουν οι εξισώσεις για την Τρίτη εβδομάδα εκτροφής η οποία εμφανίζεται ως η πιο αντιπροσωπευτική.

Πίνακας 14: Εξισώσεις συσχέτισης απόδοσης (K) και ποσοστού σιτηρεσίου (R), όπως επίσης του ειδικού ρυθμού αύξησης (G) και ποσοστού σιτηρεσίου (R), για όλο το διάστημα της εκτροφής.

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ	r ²
K = 178 - 26,39R	76,14%
G = 0,5485 + 0,815R	89,37%

Πίνακας 15: Εξισώσεις συσχέτισης απόδοσης (K) και ποσοστού σιτηρεσίου (R), όπως επίσης του ειδικού ρυθμού αύξησης (G) και ποσοστού σιτηρεσίου (R), για την τρίτη εβδομάδα εκτροφής.

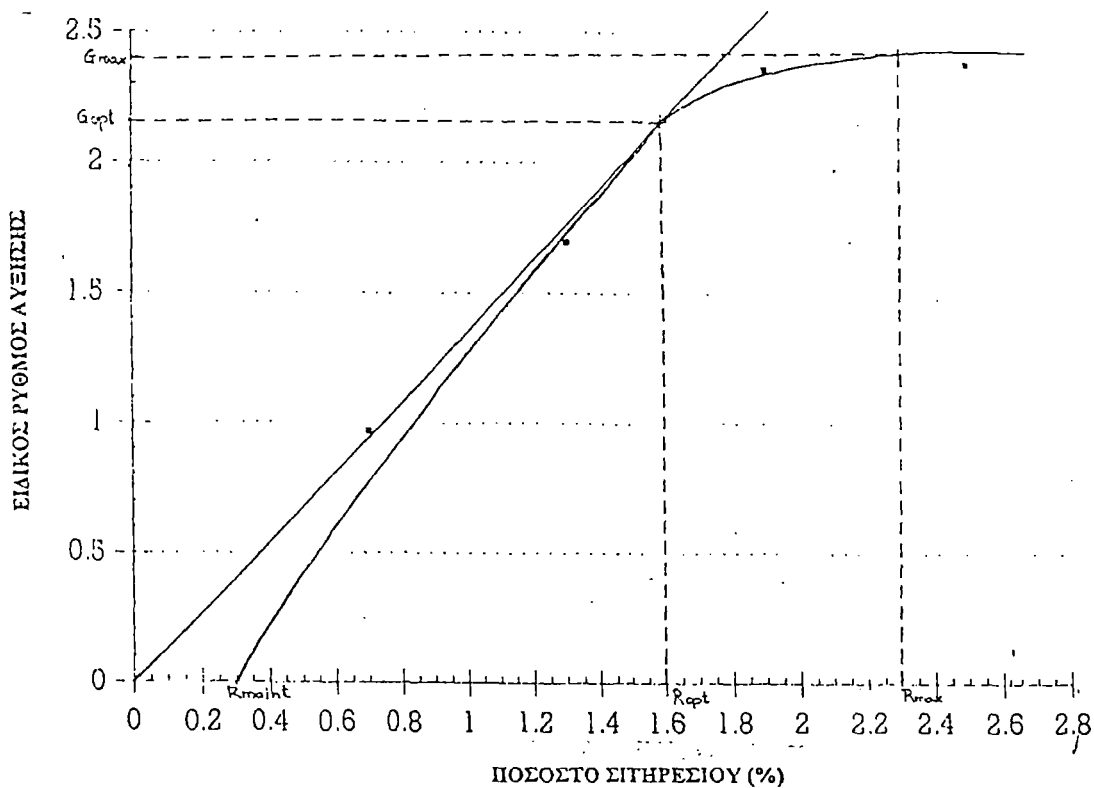
ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ	r ²
K = 254,35 - 47,01R	87,14%
G = 0,8 + 1,04R	99,65%

Παρατηρείται ότι ο συντελεστής είναι χαμηλός. Αυτό είναι αναμενόμενο γιατί στα επίπεδα σιτηρεσίου πέραν του άριστου (Ropt), η σχέση του

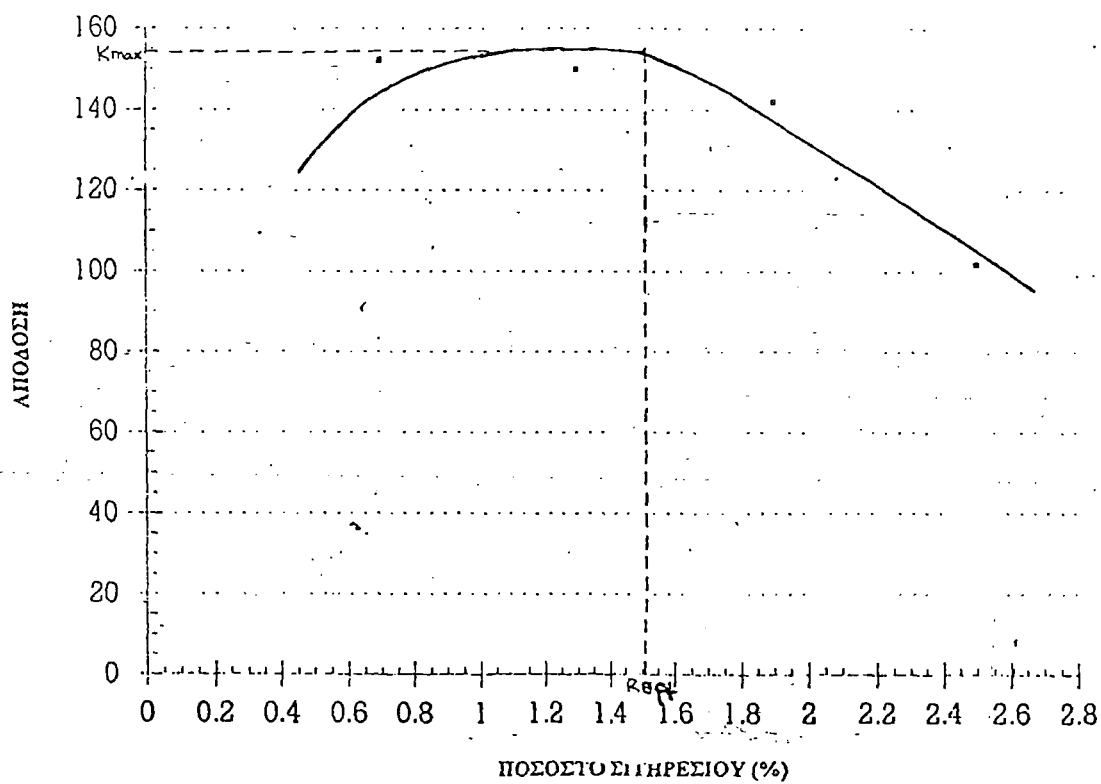
συντελεστού αύξησης ή απόδοση της τροφής και επιπέδου σιτηρεσίου δεν ακολουθεί γραμμική σχέση.

Γραφικά λοιπόν υπολογίζουμε τα σημεία που έχουμε μέγιστη ανάπτυξη συναρτήσει του ποσοστού εκτροφής καθώς και τη μέγιστη απόδοση της τροφής (Διάγρ. 1, 2).

Η καμπύλη διέρχεται από μια ελάχιστη αρνητική τιμή (G_{starv}) που είναι $-0,38\%$, όπου αντιστοιχεί σε σιτηρέσιο 0 (R_0). Η τιμή $-0,38\%$ σημαίνει ότι $0,38\%$ του σωματικού βάρους των ψαριών χάνεται όταν τα ψάρια είναι χωρίς τροφή. Η καμπύλη τέμνει τον άξονα X στο σημείο $0,3\%$ (R_{maint}), που αντιστοιχεί σε μηδενική αύξηση (G_0). Έπειτα η καμπύλη συνεχίζει την άνοδο μέχρι το μέγιστο επίπεδο και στη συνέχεια κάμπτεται. Το σημείο αυτό βρίσκεται στην τομή με την εφαπτομένη που διέρχεται από το σημείο τομής των αξόνων X και Y. Το σημείο αυτό αντιστοιχεί στην άριστα ενδεικνυόμενη ποσότητα τροφής (R_{optim}) που είναι $1,6\%$, όπου υπάρχει η άριστα αναμενόμενη αύξηση (G_{opt}) $2,15\%$.



Διάγραμμα M1: Ειδικός ρυθμός αύξησης συναρτήσει του ποσοστού σιτηρεσίου (%).



Διάγραμμα M2: Απόδοση της τροφής συναρτήσει του ποσοστού σιτηρεσίου (%).

Το σημείο όπου εμφανίζεται η μέγιστη τιμή αύξησης (G_{max}) 2,4g, αντιστοιχεί στο μέγιστο επίπεδο τροφής (R_{max}) 2,3%.

Πέρα από αυτή την τιμή, η αύξηση της τροφής οδηγεί σε σταθερές ή μειωμένες τιμές αύξησης.

Υπολογίζοντας την άριστα ενδεικνυόμενη ποσότητα τροφής (R_{optim}), από το διάγραμμα 2, βλέπουμε ότι η τιμή είναι πολύ κοντά (1,55%) με αυτή που υπολογίστηκε από το διάγραμμα 1 (1,6%). Επίσης, από το διάγραμμα 2 μπορούμε να υπολογίσουμε τη μέγιστη απόδοση της τροφής (K_{max}) που είναι 155%.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως υποστηρίζει ο Brown (1957) η πορεία της ανάπτυξης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η τροφή, η θερμοκρασία, το φως, η ηλικία, η πυκνότητα (πληθυσμός). Ανάμεσα σε αυτούς τους παράγοντες η κατανάλωση της τροφής έχει πιθανόν την πιο ισχυρή επίδραση στην ανάπτυξη των ψαριών.

Άμεση σχέση με την κατανάλωση της τροφής έχει και ο ειδικός ρυθμός αύξησης όπου εκφράζει την επί τοις εκατό αύξηση του βάρους ανά ημέρα και η απόδοση της τροφής που αποτελεί την ικανότητα των ψαριών να μετατρέπουν την τροφή σε σάρκα. Πρέπει λοιπόν κάθε φορά να ελέγχεται αυτό το ζεύγος τιμών σε συμφωνία με την κατανάλωση της τροφής.

Οι Marais and Kissil (1979) παρατήρησαν ποσοστό κατανάλωσης τροφής 1,5-1,7% του σωματικού βάρους των ιχθυδίων για ψάρια τσιπούρας *Sparus aurata* μεγέθους 43,7g, ενώ για το ίδιο είδος ο Kalogeropoulos (1992), παρατήρησε ειδικό ρυθμό αύξησης 1,53% για μέγεθος ψαριών 1-2g,

Για το είδος *Colossoma macropomum* οι Merola and Contelmo (1987) παρατήρησαν σε ψάρια με αρχικό βάρος 30,3g, ότι τα ψάρια που τράφηκαν σε περίσσεια, με επίπεδο σιτηρεσίου 2,6% του σωματικού τους βάρους, ο ειδικός αριθμός αύξησης κυμάνθηκε στο 1,12%.

Σε πειράματα που έγιναν πάνω στο μυτάκι, ο ειδικός ρυθμός αύξησης κυμάνθηκε στο 2,65% για αρχικό βάρος 3,9g, ενώ η κατανάλωση της τροφής κυμάνθηκε γύρω από το 1,68% του σωματικού βάρους των ιχθυδίων (Παρπούρα, 1998).

Η ανάπτυξη εξαρτάται από τα μέγεθος υποστηρίζει ο Brett (1979) και αυτό επιβεβαιώνεται από τους διαφορετικούς ρυθμούς αύξησης που παρατηρούνται κάθε φορά, ανάλογα με το μέγεθος των ψαριών.

Στις μετρήσεις που έγιναν στα πλαίσια του πειραματικού μέρους της παρούσας εργασίας, τα ψάρια που είχαν την καλύτερη αύξηση άρα και καλύτερο ειδικό ρυθμό αύξησης, είναι τα ψάρια των κλωβών 1 και 2, όπου είχαν ειδικό ρυθμό αύξησης 2,38% και 2,36% αντίστοιχα. Η απόδοση της τροφής όμως είναι 102 και 142 αντίστοιχα. Άρα την καλύτερη απόδοση

φαίνεται να έχει ο κλωβός 3, αφού η απόδοση της τροφής είναι 150 και ο ειδικός ρυθμός αύξησης είναι 1,906%. Έτσι λοιπόν, το επίπεδο του σιτηρεσίου που ικανοποιεί τις ανάγκες των ιχθυδίων για αύξηση δεν είναι η ποσότητα έως κορεσμού (2,5%), αφού η απόδοση της τροφής είναι μικρή (102), ούτε και το επίπεδο σιτηρεσίου 0,7% ικανοποιεί τις διατροφικές ανάγκες για αύξηση, αφού ο ειδικός ρυθμός αύξησης είναι μικρός (1%).

Έτσι λοιπόν οι δύο ενδιάμεσες τιμές για επίπεδο σιτηρεσίου 1,9 και 1,3% του σωματικού βάρους των ιχθυδίων αποτελούν τα ποσοστά που μας δίνουν τα καλύτερα αποτελέσματα και οι τιμές των μετρήσεων σύμφωνα με το στατιστικό κριτήριο LSD, δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

Δεν είναι δυνατή η όποια γενίκευση των αποτελεσμάτων αυτών για όλα τα μεγέθη ψαριών αυτού του είδους, αφού το χρονικό διάστημα, στα πλαίσια του οποίου πραγματοποιήθηκε το πείραμα, ήταν μικρό σε εύρος και τα ιχθύδια μικρά σε μέγεθος.

Παρατηρείται ότι ο ειδικός ρυθμός αύξησης ελαττώνεται σύμφωνα με το μέγεθος-ηλικία του ψαριού, Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Divanach (1993), έδειξε ότι ο ειδικός ρυθμός αύξησης κυμάνθηκε από 2,31% έως 0,4%, ενώ το μέσο βάρος των ιχθυδίων κυμάνθηκε από 1,51g έως 330g, ενώ τα ψάρια τρέφονταν σε περίσσεια. Στο παραπάνω πείραμα έλαβε μέρος και το συγγενικό στο είδος με το μυτάκι, η τσιπούρα *Sparus aurata* όπου παρουσίασε τιμές αύξησης 2,54 έως 0,4% για ανάλογο μέγεθος ψαριών. Παρατηρούνται επομένως, τιμές παραπλήσιες στην αύξηση στα δύο αυτά είδη, γεγονός που μας παροτρύνει να κάνουμε συγκρίσεις μεταξύ αυτών των δύο ειδών.

Σε πείραμα άλλωστε που πραγματοποιήθηκε στο Mar Menor σε τρία είδη μεταξύ των οποίων αυτά η τσιπούρα *Sparus aurata* και το μυτάκι *Puntazzo puntazzo*, οι ρυθμοί αύξησης και η απόδοση κυμάνθηκαν σε ικανοποιητικά επίπεδα και οι τιμές ήταν παρόμοιες. Μελέτη των Kladouatos and Apostolopoulos (1986), πάνω στην τσιπούρα *Sparus aurata* μεγέθους 75gr, έκφρασε την σχέση μεταξύ του ειδικού ρυθμού αύξησης και του επιπέδου σιτηρεσίου από μία καμπύλη όπου υπολόγισε ότι όταν το σιτηρέσιο (διατροφής) είναι μηδέν ο ειδικός ρυθμός αύξησης είναι -0,44% δηλαδή το ψάρι χάνει

καθημερινά 0,44gr σάρκας. Ένω το ποσό της τροφής όπου το βάρος του ιχθυδίου παραμένει σταθερό R_{maint} είναι 2,077%.

Όπως έχει προαναφερθεί, τα ψάρια που δεν ταΐζονταν καθόλου ($R=0$), ο ειδικός ρυθμός αύξησης είναι -0,38%. Δηλαδή τα ψάρια χάνουν 0,38% βάρους καθημερινά, όταν δεν ταΐζονται, ενώ το σιτηρέσιο όπου τα ψάρια διατηρούν το βάρος τους είναι 0,3% του σωματικού βάρους.

Αυτό όμως που κάθε φορά έχει σημασία να υπολογίζεται στα σιτηρέσια είναι η άριστα αναμενόμενη ποσότητα τροφής (R_{opt}), που παρέχεται και την άριστη αναμενόμενη αύξηση.

Συνήθως στις εντατικές εκτροφές χορηγείται περισσότερη τροφή απ' ότι χρειάζονται τα ψάρια. Υπολογίζοντας κάθε φορά την άριστη ενδεικνυόμενη ποσότητα τροφής, γίνεται μεγάλη οικονομία στην τροφή. Εκτός της οικονομίας της τροφής με μια ορθολογική διαχείριση της αποφεύγεται και η επιβάρυνση στο πεδίο εκτροφής και γενικότερα στο περιβάλλον (καθαρότερο νερό εκτροφής: περισσότερο διαθέσιμο διαλυμένο οξυγόνο) (Παρπούρα, 1995).

Επίσης, προβλήματα στην ποιότητα των ψαριών δημιουργούνται από την υπερκατανάλωση της τροφής, όπως είναι η λιπώδης εκφύλιση του ήπατος (Βορεινάκης, 1996) ή η αύξηση λίπους στην περιτοναϊκή κοιλότητα (Αλεξανδρόπουλος, 1992).

Στο πείραμα του οποίου τα αποτελέσματα κατατίθενται στην παρούσα διπλωματική εργασία, η άριστη ποσότητα τροφής είναι το επίπεδο σιτηρεσίου 1,6% του σωματικού βάρους των ιχθυδίων, μια τιμή που κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών σιτηρεσίου 1,9% και 1,3%, που επιλέχθηκαν να χορηγηθούν στα πλαίσια των πειραματικών παρατηρήσεων.

Η απόδοση της τροφής κυμάνθηκε σε καλά επίπεδα (γύρω στο 150), ερχόμενη σε συμφωνία με άλλα πειραματικά δεδομένα, όπου σε τόσο μικρό μέγεθος, η απόδοση της τροφής ξεπερνάει το 100%.

Σημειώνεται σε αυτό το σημείο, ότι ο όρος απόδοση τροφής χρησιμοποιείται με την εμπορική της έννοια, δηλαδή απόδοση τροφής σε ξηρό βάρος προς απόκτηση ζώντος βάρους ψαριού.

Η μάζα του σώματος για να διατηρηθεί πρέπει η ενέργεια του σιτηρεσίου να είναι ίση με την ενέργεια που χάνεται για συντήρηση και δραστηριότητα. Όταν το σιτηρέσιο καλύπτει τις ανάγκες αυτές, η αύξηση έχει άμεση προτεραιότητα (Brett and Groves, 1979).

Στα μη εγκλιματισμένα ιχθύδια προτεραιότητα δίνεται στην ηθολογία, κίνηση, αντιμετώπιση εχθρών, οργάνωση της ομάδας στη δεξαμενή παρά σε άλλες δραστηριότητες όπως είναι η διατροφή (Κονίδης, 1992). Επίσης, σύμφωνα με τον Refstie (1977) η περίοδος της αλλαγής περιβάλλοντος χαρακτηρίζεται από κινήσεις οργάνωσης της ομάδας των ψαριών και κοινωνικής ιεραρχίας παρά ζωτικών λειτουργιών.

Διαπιστώνεται ότι την εβδομάδα εκτροφής A, η αύξηση και κατά συνέπεια ο ειδικός ρυθμός αύξησης έχουν αρνητικές τιμές. Προφανώς η ενέργεια της τροφής που κατανάλωναν δεν μπορούσε να ικανοποιήσει τις αυξημένες ανάγκες του μεταβολισμού των ψαριών, ώστε αυτά να αντεπεξέλθουν στις συνθήκες εγκλιματισμού και διαχείρισης κατά την εβδομάδα αυτή.

Την ίδια εβδομάδα, τα ψάρια είχαν χωριστεί σε 4 κλωβούς και η αλλαγή του χώρου διαβίωσης είχε ως αποτέλεσμα τα ψάρια να ενοχληθούν, να προσπαθούν να κυριαρχήσουν στο χώρο τους και να τον οριοθετήσουν, παραμελώντας τις βασικές τους ανάγκες. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο στα ψάρια των κλωβών 3 και 4, όπου η τροφή είναι επίσης περιοριστικός παράγοντας (ποσοστό σιτηρεσίου για τον κλωβό 3: 1,3% του βάρους των ψαριών και για τον κλωβό 4:0,7%).

Έχει βρεθεί ότι η αύξηση της ημερήσιας ποσότητας της τροφής συνοδεύεται και από άνοδο του ρυθμού αύξησης (G) (Brett and Groves, 1979), όταν αυτή είναι περιορισμένη. Όταν όμως ξεπεραστεί η άριστη τιμή επιπέδου σιτηρεσίου R_{opt} , δε δίνει η αύξηση της τροφής την αντίστοιχη αύξηση στη μάζα του σώματος.

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι τα ιχθύδια του κλωβού 1, έλαβαν τροφή 67,8g συνολικά και είχαν αύξηση 3,08%, ενώ τα ψάρια του κλωβού 2, έλαβαν 49g τροφής και είχαν αύξηση 2,898%. Έτσι, παρ' όλο που η διαφορά στην ποσότητα της τροφής είναι μεγάλη, η αύξηση δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Η μέγιστη ποσότητα τροφής R_{max} που μπορεί να δεχθεί ένα ψάρι, μέχρι την πλήρωση του στομάχου, είναι 2,3% του σωματικού του βάρους, ενώ στην παρούσα μελέτη προσδιορίστηκε η μέγιστη ποσότητα 2,5% του σωματικού βάρους των ιχθυδίων που κατανάλωναν καθημερινά. Η τροφή που λάμβαναν τα ιχθύδια πέραν της άριστης ποσότητας της τροφής R_{opt} 1,6% του σωματικού τους βάρους, αποβάλλονταν σε μεγάλο ποσοστό στα περιττώματα.

Αυτό εξηγείται με το φαινόμενο της «περίστασης». Κατά το φαινόμενο αυτό το συχνό τάισμα και πέρα από την άριστη ποσότητα τροφής, προκαλεί τη συμπίεση της τροφής έξω από τον πεπτικό σωλήνα του ψαριού προτού ολοκληρωθεί η πέψη, γεγονός που εξηγεί και την πτώση της μετατρεψιμότητας (Divanach et al., 1986; Κονίδης, 1992). Έτσι λοιπόν, τα ψάρια που δέχονται το ποσοστό σιτηρεσίου έως κορεσμού, παρ' όλο που λαμβάνουν μεγαλύτερη ποσότητα τροφής, η απόδοση έχει την μικρότερη τιμή ενώ η αύξηση του βάρους των ψαριών δε διαφέρει στατιστικά.

Κάτω από καθορισμένες συνθήκες η μέγιστη ανάπτυξη εξαρτάται από τη συγκέντρωση της πρωτεΐνης στη διατροφή (Alexis et al., 1986) και για τον λόγο αυτόν η συγκέντρωση της σε ένα σιτηρέσιο θα πρέπει κάθε φορά να λαμβάνεται υπόψη. Η ολική πρωτεΐνη (g) που δόθηκε ανά κλωβό στη διάρκεια της εκτροφής των ιχθυδίων *Puntazzo puntazzo* φαίνεται στον πίνακα 16.

Πίνακας 16: Η ποσότητα της πρωτεΐνης (σε g) που δόθηκε σε κάθε κλωβό κατά τη διάρκεια της εκτροφής.

ΚΛΩΒΟΣ	1	2	3	4
Ποσοστό σιτηρεσίου (%)	2,5	1,9	1,3	0,7
Ποσότητα πρωτεΐνης (g)	37,29	26,95	16,775	9,075

Η πρωτεΐνη που δόθηκε στα ιχθύδια ακολουθεί μια διαβάθμιση από ένα επίπεδο 37,29g σε ένα χαμηλότερο επίπεδο 9,07g. Σε σχέση με τα αποτελέσματα στην αύξηση και στην απόδοση της τροφής, τα ψάρια που έχουν δεχθεί ενδιάμεσες τιμές πρωτεΐνης είχαν και τις καλύτερες τιμές στην ανάπτυξη και στην απόδοση της τροφής.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων βρίσκονται σε συμφωνία με άλλες μελέτες πάνω στη σχέση ποσοστών πρωτεΐνης και ανάπτυξης διαφόρων ειδών ψαριών.

Έτσι λοιπόν η έρευνα που έγινε πάνω στην τσιπούρα από τις Hidalgo and Alliot (1988), πραγματοποιείται τέσσερις ομάδες σιτηρεσιών στους 20°C. Οι τέσσερις ομάδες ακολουθούν μια διαβάθμιση στην πρωτεΐνη 60-30%. Η άριστη αξιοποίηση της τροφής που παρατηρείται είναι στη διατροφή με σιτηρέσια περιεκτικότητας 40% σε πρωτεΐνη. Έτσι και εδώ οι ανάγκες των ψαριών ικανοποιούνται με επίπεδο πρωτεΐνης χαμηλότερο από το μέγιστο.

Παρόμοια έρευνα πραγματοποιήθηκε από τις Alexis et al. (1986), πάνω στην πέστροφα (*Salmo gairdneri*). Χρησιμοποιήθηκαν 8 διαφορετικά μείγματα τροφής τα οποία περιείχαν δύο επίπεδα πρωτεΐνης: 40 και 49%. Εφαρμόστηκαν 4 δίαιτες διαφορετικού ενεργειακού περιεχομένου σε πέστροφες του 1g. Η συγκράτηση της ενέργειας μειώθηκε σημαντικά με υψηλό επίπεδο διαιτητικής πρωτεΐνης, δείχνοντας ένα χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης σε υψηλό επίπεδο πρωτεΐνης.

Θα πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι στην παρούσα έρευνα χορηγήθηκε στα ψάρια σιτηρέσια περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη 55%. Τα ψάρια που έλαβαν περισσότερη ποσότητα τροφής, άρα και περισσότερη ποσότητα διαιτητικής πρωτεΐνης (ποσοστό σιτηρεσίου 2,5%), εμφάνισαν τον ίδιο ρυθμό ανάπτυξης με τα ψάρια που έλαβαν λιγότερη ποσότητα τροφής, επομένως λιγότερη ποσότητα διαιτητικής πρωτεΐνης (ποσοστό σιτηρεσίου 1,9%).

Συμπερασματικά λοιπόν θα μπορούσε να ειπωθεί ότι το είδος *Puntazzo puntazzo* (μντάκι) απαιτεί επίπεδο σιτηρεσίου 1,6% του σωματικού του βάρους για μέγιστη ανάπτυξη και αξιοποίηση της τροφής σε μέση θερμοκρασία εκτροφής 22°C και μέγεθος ψαριού 4-8g.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να υπολογιστεί η άριστη ποσότητα χορηγούμενου σιτηρεσίου που απαιτείται για να επιτευχθεί η μέγιστη αύξηση των ιχθυδίων, αλλά και να πραγματοποιηθεί η καλύτερη εκμετάλλευση της τροφής από τα ιχθύδια.

Έγινε πειραματική εκτροφή σε νεαρά ιχθύδια του είδους *Puntazzo puntazzo* (κν. μυτάκι) από αρχικό βάρος 1,25g έως τελικό περίπου 8g.

Κατά τη διάρκεια της εκτροφής χορηγήθηκαν σε καθημερινή βάση, ποσοστά σιτηρεσίου 2,5%, 1,9%, 1,3% και 0,7% του σωματικού βάρους, σε ισάριθμες ομάδες ψαριών των 25 ατόμων. Στα ψάρια αυτά χορηγούνταν 4 γεύματα ημερησίως.

Διαπιστώθηκε ότι το άριστο επίπεδο χορηγούμενου σιτηρεσίου (Ropt) κυμαίνεται μεταξύ των ποσοστών σιτηρεσίου 1,9-1,3% του σωματικού βάρους των ψαριών (γραφικά υπολογίστηκε 1,6%), όπου ο ειδικός ρυθμός αύξησης παρουσίασε την τιμή 2,36% (γραφικά υπολογίστηκε 2,15%), ενώ η απόδοση ξεπέρασε το 100%.

ABSTRACT

The aim of the study was to estimate the optimum ration (R_{opt}) for optimum growth of fingerlings of *Puntazzo puntazzo* (Sparidae family) as well as for best feed conversion rate.

Experiments with groups of 25 fingerlings of initial weight 1,25g took place in sea cages. The four rations tested were 2,5%, 1,9%, 1,3% and 0,7% of wet body weight. The fingerlings were given 4 meals daily.

The R_{pot} was between 1,9%-1,3% of wet body weight (graphically calculated 1,6%), where the specific growth rate was 2,36% (graphically calculated 2,15%) and the feed efficiency (commercial) was over 100%.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Αλεξανδρόπουλος, Ι.** (1992) Μελέτη της σχέσης αύξηση ψαριού- Ποσοστό σιτηρεσίου σε τσιπούρες ιχθυοκλωβών, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Μεσολόγγι
- **Alexis, M. N., Theochari, V., and Paparaskeva-Papoutsoglou, E.** (1986) Effect of diet composition and protein level on growth, body composition, haemological characteristics and cost of production of rain bow trout (*Salmo gairneri*), *Aquaculture*, Vol. 58, pp.75-85.
- **Βορεινάκης, Θ.,** (1996) Ιχθυοπαθολογία ΙΙ, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Μεσολόγγι, 128σελ.
- **Βορεινάκης, Θ.,** (1996) Παθολογία ευρύαλων ψαριών, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Μεσολόγγι, 19σελ.
- **Bermudez, L., Garsia, B., Gomez, O., Rosique, M. J., and Faraco, F.** (1989) First results of the on growing in cages of *Sparus aurata*, *Puntazzo puntazzo* and *Lithognathus mormyrus* in the Mar Menor (Murcia, S. E. Spain), European Aquaculture Society, Special publication, No. 10, pp. 27-28.
- **Brett, J. R.** (1979) Environmental factors and growth *In* Fish physiology, Vol. III (W. S. Hoar, D. J. Randall and J. R. Brett) Academic Press New York, New York, pp.599-675. (όπως αναφέρεται στους Κρορύδας και συν., 1992)
- **Brett, J. R. and Groves, T. D. D.** (1979) Physiological energetics *In* Fish physiology, Vol. VIII (Eds. W. S.Hoar, D. J. Randall and J. R. Brett), Academic Press Inc. New York, NY, pp. 279-352
- **Brown, M. E.** (1957) Experimental studies of growth *In* Physiology of fishes (M. E. Brown ed.), Vol. I, pp. 361-400, Academic Press Inc. New York, NY (όπως αναφέρεται στους Kλαουδάτος and Apostolopoulos, 1986)
- **Cecares-Martinez, C., Cadena-Roa, M. and Metailler, R.** (1984) Nutritional requirements of turbot (*Scophthalmus maximus*): A preliminary study of protein and lipid utilization. *J. World Maricul. Soc.* Vol. 15, pp.191-202 (όπως αναφέρεται στη Παρπούρα, 1998)

- **Chesney, E. J., Jr. and Estevez, G. I.** (1976) Energetics of winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) fed the polyhaete, *Nereis virens*, under experimental conditions, *Trans. Am. Fish. Soc.*, Vol. 105, pp.592-595. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Divanach, P., Kentouri, M., Charalampakis, G., Pouget, F., and Sterioti, A.** (1993) Comparison of growth performance of six Mediterranean fish species reared under intensive farming conditions in Crete (Greece) in raceways with the use of self feeders, Production environment and quality, Bordeaux Aquaculture 1992, G. Barnabe and P. Kestemont (Eds), European Aquaculture Society, Chent, Belgium, Special Publication, No. 10, pp. 285-297.
- **Elliot, J. M.** (1976) The energetics of feeding, metabolism and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to body weight water temperature and ration size, *J. Anim. Ecol.*, Vol. 45, pp.923-948. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Hatanaka, M. and Takahashi, M.**(1956) Utilization of food by mackerel *Pneumatophorus japonicus*, *Tohoku J. Agric. Res.*, Vol. 7, pp.51-57. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Hidalgo, F. and Alliot, E.** (1988) Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*, *Aquaculture*, Vol. 72, pp.115-129.
- **Huisman, E. A.** (1974) A study on optimal rearing conditions for carp(*Cyprinus carpio* L.), Ph. D, Thesis, Agricult. Univ. Wageningen. (Spec. Publ., Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Utrecht.) (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Huisman, E. A.** (1976) Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for *Cyprinus carpio* ., and rainbow trout *almo gairneri* Richardson, *Aquaculture*, Vol. 9, pp.259-273. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Kalogeropoulos, N., Alexis, M. N. and Henderson, R. J.** (1992) Effects of dietary soybean and cod-liver oil levels on growth and body composition of gilthead bream (*Sparus aurata*), *Aquaculture*, Vol. Pp.293-308. (όπως αναφέρεται στη Παρπούρα, 1998)

- **Κονίδης, Α.** (1992) Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην ανάπτυξη των ιχθυδίων της τσιπούρας *Sparus auratus* (Linnaeus, 1758), καλλιεργούμενων υπό ελεγχόμενες συνθήκες, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 134σελ.
- **Κριμπένη, Αικ.,** (1994) Στοιχεία βιολογίας ιχθύων θαλάσσης, Οστεϊχθύες-Χονδριχθύες, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Μεσολόγγι, 128σελ.
- **Κρορούδας, Ε., Μανίκαρου, Κ. και Σταματέλλος, Σ.** (1992) Υπολογισμός του σιτηρεσίου σε μονάδα εκτροφής τσιπούρας *Sparus aurata* και ο ρόλος του στην τεχνική διαχείριση αυτής, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Μεσολόγγι
- **Klaoudatos, S. and Apostolopoulos, J.** (1986) Feed intake, growth maintenance and food conversion efficiency in the gilthead sea bream (*Sparus aurata*), *Aquaculture*, Vol. 51, pp.217-224.
- **Lasker, R.** (1962) Efficiency and rate of yolk utilization by developing embryos larvae of the Pacific sardine *Sardinops caerulea* (Girard), *J. Fish, Res. Board. Can.*, Vol. 19, pp.867-875. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Luther, W and Fiedler, K.** (1982) Guide de la faune sous marine des cotes Mediterraneennes (Ed.) De la Chaux et Niestle, Neuchatel, Suisse et Paris, 270p. (όπως αναφέρεται στη Παρπούρα, 1998)
- **Marais, J. F. K. and Kissil, G.** (1979) The influence of energy level on the feed intake, growth, food conversion and body composition of *Sparus aurata*, *Aquaculture*, Vol. 17, pp.203-219.
- **Marr, D. H. A.** (1966) Influence of temperature on the efficiency of growth of salmonid embryos, *Nature (London)*, Vol. 212, pp.957-959. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Merola, N. and Contelmo, O. A.** (1987) Growth, feed conversion and mortality of cage-reared tambaqui, *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels, *Aquaculture*, Vol. 66, pp.223-233.

- **Nose, T.** (1967) On the metabolic fecal nitrogen in young rainbow trout, *Bull. Freshwater Fish Res. Lab.*, Vol. 17, pp.97-106. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Ondrias, J. C.** (1971) A list of the fresh and sea water fishes of Greece, *Practica of the Institute and Fishing Research, Period C, Vol. Xa*, Athens, pp.23-95.
- Παπουτσόγλου, Σ. Ε., (1985) Εισαγωγή στις υδατοκαλλιέργειες, Τόμος Α', Εκδόσεις Καραμπελόπουλος, Αθήνα, 595σελ.
- **Παρπούρα, Α. Χ.** (1995) Ρύπανση υδατίνων μαζών, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Μεσολόγγι, 43σελ.
- **Παρπούρα, Α. Χ.** (1998) Διαιτητικές απαιτήσεις του είδους *Puntazzo puntazzo*, επίδραση των συνθηκών εκτροφής (σύσταση σιτηρεσίου και θερμοκρασία) στην ανάπτυξη του και τη σύσταση των ιστών του, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 354σελ.
- **Pandian, T. J.** (1967a) Food intake, absorption and conversion in the fish *Ophiocephalus striatus*, *Helgol. Wiss. Meeresunters*, Vol. 15, pp.637-647. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Pandian, T. J.** (1967b) Intake, digestion, absorption and conversion of food in the fishes *Megalops cyprinoides* and *Ophiocephalus striatus*, *Mar. Biol.*, Vol. 1, pp.16-32. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Paloheimo, J. E. and Dickie, L. M.**, (1966) Food and growth of fishes, III. Relations among food, body size, and growth efficiency, *J. Fish. Res. Board Can.*, Vol. 23, pp.1209-1248. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Papaconstantinou, C.** (1988) Fauna Graeciae IV Check-list of marine fishes of Greece, National Center for Marine Research, Hellenic Zoological Society, Athens, pp.257.
- **Phillips, A. M. and Brockway, D.R.** (1959) Dietary calories and the production of trout in hatcheries, *Progr. Fish. Culturist*, Vol. 21, pp.3-16 (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)

- **Phillips, A. M., Jr** (1969) Nutrition, digestion and energy utilization. *In* Fish Physiology (W. S. Hoar and D. J. Randall. Eds), Vol. 1, pp.351-432, Academic Press, New York. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Refstie, T.** (1977) Effect of density on growth and survival of rainbow trout, *Aquaculture*, Vol. 11, pp.329-334.
- **Ringrose, R. C.** (1971).Calorie-to-protein ratio for brook trout (*Salvelinus fontinalis*), *J. Fish. Res. Board Can.*, Vol. 28,pp. 1113-1117. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Rozin, P. and Mayer, J.** (1961) Regulation of blood intake in the goldfish, *Am. J. Physiol.*, Vol. 201, pp.968-974. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Santulli, A., Cusenza, L., Modica, A. Curatolo, A. and D' Amelio, V.** (1991) Fish plasma lipoproteins- Comparative observationw in Serranides and Sparides, *Biochem. Physiol.*, Vol. 99B, No. 2, pp.251-255. (όπως αναφέρεται στους Παρπούρα, 1998)
- **Stanley, J. G.** (1974a) Energy balance of white amur fed *Egeria, Hyacinth Control J.*, Vol. 12, pp.62-66. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Stanley, J. G.** (1974b) Nitrogen and phosphorus balance grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, fed elodea, *Egeria densa*, *Trans. Am. Fish. Soc.*, Vol. 103, pp.587-592. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Stanley, J. G. and Jones, J. B.** (1976) Feeding algae to fish, *Aquaculture*, Vol. 7, pp.219-223. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Warren, C. E. and Davis, G. E.** (1967) Laboratory studies on the feeding bioenergetics and growth of fishes, *In* The biological basis of freshwater fish production (S. D. Gerking, ed.), pp.175-214, Blackwell, Oxford. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Welch, H. E.** (1968) Relationships between assimilation efficiencies and growth efficiencies for aquatic consumers, *Ecology*, Vol. 49, pp.755-759. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)
- **Χριστοδουλοπούλου, Ρ. και Αθανασόπουλος, Β.** Ψάρια των Ελληνικών Υδάτων, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Μεσολόγγι, 222σελ.

- **Χώτος, Γ. και Ρογδάκης, Ι.** (1992) Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών, λαυράκι και τσιπούρα, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, 451σελ.
- **Yoshida, Y.** (1970) Studies on the efficiency of food conversion to fish body growth, III, Total uptake of food and the efficiency of total food conversion, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, Vol. 36, pp.914-916. (όπως αναφέρεται στους Brett and Groves, 1979)