

# **Ανάπτυξη μεθόδων αναπαραγωγής και εκτροφής του κρανιού (*Argyrosomus regius*) σαν μέτρο ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας της ιχθυοκαλλιέργειας με την εισαγωγή νέων ειδών (ακρονύμιο ΚΡΑΝΙΟΣ)**



ΕΘΝΙΚΟ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (ΕΣΠΑ) 2007-2013, ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ  
"ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ". ΠΡΑΞΗ I: Συνεργατικά έργα μικρής και μεσαίας κλίμακας



Συντονιστής: Δρ. Κωνσταντίνος Μυλωνάς, Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, Ινστιτούτο Θαλάσσιας  
Βιολογίας, Βιοτεχνολογίας και Υδατοκαλλιέργειών

Διάρκεια: Φεβρουάριος 2011 – Φεβρουάριος 2014

Προϋπολογισμός: 512,100 ευρώ

Εταίροι: ΦΟΡΚΥΣ Α.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας και ΙΡΙΔΑ Α.Ε.



Παρουσίαση αρχικών αποτελεσμάτων από την Ενότητα Εργασίας

## **5. Διατροφή**

Συντονιστής Ενότητας Εργασίας: Δρ. Ελένη Φουντουλάκη, Κύρια Ερευνήτρια, Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων  
Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ).

Συνεργαζόμενοι Ερευνητές: Δρ. Σταύρος Χατζηφώτης, Δρ. Ιωάννης Νέγκας, Δρ. Κρίτων Γρηγοράκης και  
Νίκος Παπαϊωάννου (ΙΡΙΔΑ)

## Εισαγωγή

Ο κρανιός (*Argyrosomus regius*) ανήκει στην οικογένεια των *Sciaenidae* και αποτελεί σαρκοφάγο είδος. Συναντάται στη Μεσόγειο, στη Μαύρη θάλασσα και κατά μήκος των Ευρωπαϊκών ακτών του Ατλαντικού όπου ζει σε παράκτια ύδατα κοντά στο βυθό, καθώς επίσης στην επιφάνεια αλλά και στη μέση της κολόνας του νερού, από τα 15 έως τα 200 μέτρα βάθος. Ο κρανιός είναι ανάδρομο είδος που περνά το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του στη θάλασσα και κατά την αναπαραγωγική περίοδο, τέλος Μαΐου, μεταναστεύει σε εκβολές όπου αναπαράγεται και επιστρέφει στα θαλασσινά νερά κατά την καλοκαιρινή περίοδο, μεταξύ Ιουνίου και Ιουλίου για να τραφεί. Ο κρανιός εγκλιματίζεται εύκολα στην αιχμαλωσία, παρουσιάζοντας υψηλούς ρυθμούς αύξησης, ενώ έχει την ικανότητα να ανέχεται ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών (14-26 °C) και αλατότητας.

Ο γρήγορος ρυθμός ανάπτυξής, η υψηλή απόδοση κατά τη μεταποίηση, η υψηλή διατροφική αξία λόγω του άπαχου και υψηλής ποιότητας κρέατος, η ελκυστική γεύση και οι ποικίλοι τρόποι που μπορεί να

επεξεργαστεί και να μαγειρευτεί το καθιστούν ως ένα από τα καταλληλότερα υποψήφια είδη για τη διαφοροποίηση της Μεσογειακής υδατοκαλλιέργειας, καταλαμβάνοντας την 8η θέση ανάμεσα σε 27 υποψήφια είδη σύμφωνα τη μελέτη των Quèmèner et al., 2002. Η εκτροφή του ζεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του '90 και σήμερα η καλλιέργειά του έχει εξαπλωθεί σε πολλές χώρες της Ευρώπης, όπως στη Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, Ελλάδα και Τουρκία. Μεγαλύτερη ζήτηση της παραγωγής υπάρχει στην Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία ενώ στη Γαλλία είναι πολύ γνωστός από την ελεύθερη αλιεία.

Παρόλο που η παραγωγή του κρανιού αυξάνεται σημαντικά, πολύ λίγη πληροφόρηση υπάρχει σχετικά με τις διατροφικές απαιτήσεις του είδους. Τα μέχρι στιγμής σιτηρέσια που δίνονται στο είδος δεν έχουν διερευνηθεί, αλλά βασίζονται σε εμπειρικές γνώσεις και στα πρωτόκολλα παραγωγής άλλων ειδών. Στη φύση ο κρανιός σε νεαρή ηλικία τρέφεται με μικρά βενθοπελαγικά ψάρια, οστρακοειδή και αρθρόποδα (γαρίδες) ενώ όταν φτάσει τα 30-40 cm τρέφεται με πελαγίσια ψάρια (σαρδέλες, σαφρίδια) και κεφαλόπο-

Πίνακας 1. Σύσταση των σιτηρεσίων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα των απαιτήσεων πρωτεΐνης του κρανιού ( $g kg^{-1}$ ).

Συστατικά	Τροφές			
	1	2	3	4
Ιχθυάλευρο	513.0	569.0	630.0	680.0
Ιχθυέλαιο	134.1	130.2	125.9	122.4
Άμυλο	150.0	150.0	150.0	150.0
Βιταμίνες+				
Μέταλλα	20.0	20.0	20.0	20.0
Αλγινικό άλας	20.0	20.0	20.0	20.0
Κυτταρίνη	162.9	110.8	54.1	7.6
Σύνολο	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0

### Χημική ανάλυση των τροφών(%)

Ολική πρωτεΐνη	39.7	45.0	49.7	53.9
Ολικό λίπος	17.4	17.6	17.5	17.6
Τέφρα	8.1	9.0	10.1	10.7
Υδατάνθρακες	34.8	28.4	22.8	17.8
Ενέργεια (kJ/g)	22.3	22.5	22.6	22.7

δα (Calderon et al., 1997). Ο προσδιορισμός των βασικών διατροφικών απαιτήσεων του κρανιού, ειδικότερα της βέλτιστης αναλογία πρωτεΐνης/λίπους είναι απαραίτητος για τον καταρτισμό ενός ισορροπημένου και εξειδικευμένου σιτηρεσίου για το είδος. Η γνώση των επιδράσεων των θρεπτικών συστατικών στην πεπτικότητα σε σχέση με το λόγο πρωτεΐνης/λίπους στο σιτηρέσιο, συμπληρώνει τη μελέτη των διατροφικών απαιτήσεων του είδους.

Στο πλαίσιο αυτό η μελέτη παρουσιάζει τρεις πειραματικές δοκιμές. Στην πρώτη προσδιορίστηκε το βέλτιστο επίπεδο πρωτεΐνης, στη δεύτερη το βέλτιστο επίπεδο λίπους, στην τρίτη προσδιορίστηκαν οι σχετικοί δείκτες πεπτικότητας με συμπληρωματικές παρατηρήσεις για το πεπτικό σύστημα του κρανιού και το χρόνο γαστρικής εκκένωσης.

### Υλικά και μέθοδοι

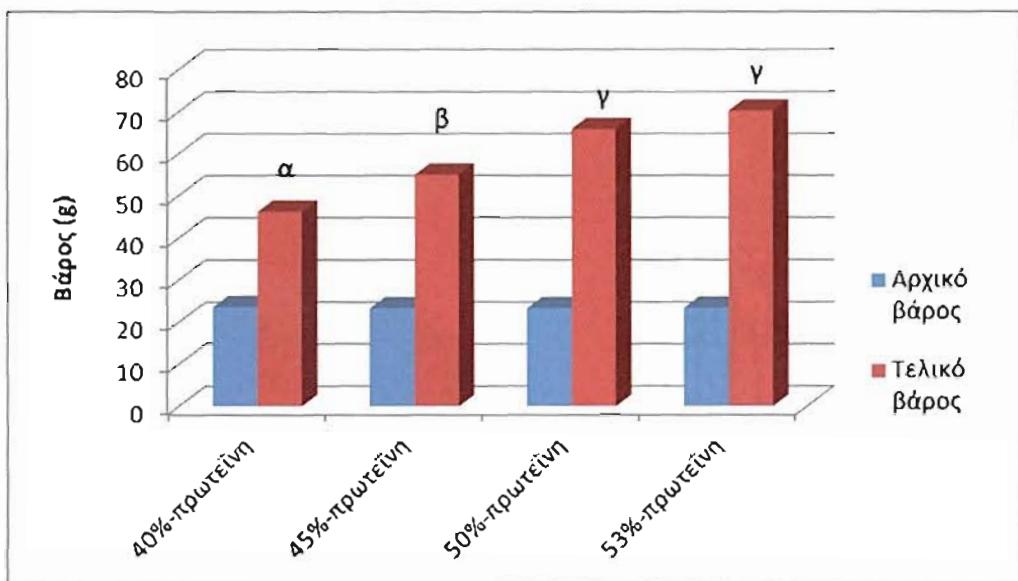
Για τη διερεύνηση των απαιτήσεων του κρανιού σε πρωτεΐνη παρασκευάστηκαν τέσσερα πειραματικά σιτηρέσια, με ποσοστό ολικής πρωτεΐνης (40, 45, 50, 54%) (Πίνακας 1) και σταθερό ποσοστό λίπους κοντά στο 17%. Για τη διερεύνηση των απαιτήσεων σε λίπη,

παρασκευάστηκαν άλλα τέσσερα πειραματικά σιτηρέσια με ποσοστό λίπους (12, 15, 17, 20%) (Πίνακας 2) και σταθερό ποσοστό ολικής πρωτεΐνης 50%. Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ιχθυάλευρο, ιχθυέλαιο, άμυλο, κυππαρίνη και βιταμίνες. Όλα τα σιτηρέσια παρασκευάστηκαν εργαστηριακά ύστερα από ανάμειξη των συστατικών του σιτηρεσίου σε ένα μίξερ ζωατροφών προσθήκη νερού κατά 50% (w/v), και στη συνέχεια μετατροπή σε σύμπικτα από αλεστική μηχανή. Για τον προσδιορισμό της πεπτικότητας σχεδιάστηκαν τρία ισοπρωτεΐνικά σιτηρέσια με διαφορετικό λόγο πρωτεΐνης ενέργειας (πρωτείνη (g)/ενέργεια (kj)) A1 (43/18), A2 (43/20), A3 (43/21), τα οποία περιείχαν 43%, πρωτεΐνη, τρία επίπεδα λίπους 12, 18, 24% και τρία επίπεδα άμυλου 19, 14, 10%, στα οποία προστέθηκε οξείδιο του υπτρίου ως άπεπτος δείκτης. Τα σιτηρέσια παρήχθησαν με τη βοήθεια πειραματικού εξωθητή και η σύσταση τους δίνεται στον Πίνακα 3.

Για τους δύο πρώτους διατροφικούς πειραματισμούς, χρησιμοποιήθηκαν κρανιοί που είχαν παραχθεί στις εγκαταστάσεις του Ινστιτούτου Υδατοκαλλιεργειών, Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών

**Πίνακας 2. Σύσταση των σιτηρεσίων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα των απαιτήσεων διατροφικού λίπους του κρανιού ( $\text{g kg}^{-1}$ ).**

Συστατικά	Τροφές			
	1	2	3	4
Ιχθυάλευρο	652.7	652.7	652.7	652.7
Ιχθυέλαιο	74.3	100.0	126.0	154.3
Άμυλο	149.0	149.0	149.0	149.0
Βιταμίνες+ Μέταλλα	20.0	20.0	20.0	20.0
Αλγινικό άλας	20.0	20.0	20.0	20.0
Κυππαρίνη	84.0	58.3	32.3	4.0
Σύνολο	1000	1000	1000	1000
Χημική ανάλυση των τροφών(%)				
Ολική πρωτεΐνη	50.5	50.8	50.1	50.7
Ολικό λίπος	12.0	14.6	17.2	20.0
Τέφρα	9.8	10.8	10.0	9.7
Υδατάνθρακες	27.7	23.8	22.7	19.6
Ενέργεια ( $\text{kJ g}^{-1}$ )	21.4	21.9	22.5	23.3



**Εικόνα 1.** Επίδραση του ποσοστού της πρωτεΐνης της τροφής στην αύξηση του βάρους. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω στις τιμές δηλώνουν στατιστική σημαντική διαφορά στο επίπεδο  $p < 0,05$ .

(ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε), Κρήτη. Μέχρι την έναρξη των πειραματικών δοκιμών τα ψάρια ταϊζονταν με τροφές λαβρακίου (Skretting, Mozzecane, Ιταλία). Το αρχικό βάρος των ψαριών ήταν 23.4 g και 21.8 g για τα πειράματα διερεύνησης των απαιτήσεων σε πρωτεΐνη και λίπος, αντίστοιχα. Το κάθε σιτηρέσιο δόθηκε σε τρεις πληθυσμούς ψαριών. Τα ψάρια κατανεμήθηκαν με τυχαίο τρόπο σε 24 κυλινδρικές δεξαμενές των 500 λίτρων (430 λίτρα καθαρή χωρητικότητα) με ιχθυοπυκνόπτητα 30 ψαριών ανά δεξαμενή. Πριν από την έναρξη των πειραμάτων, τα ψάρια είχαν εγκλιματισθεί στις πειραματικές συνθήκες (π.χ., μέγεθος δεξαμενής, πυκνόπτητα εκτροφής, δεκτικότητα τροφής κλπ.) για 1 εβδομάδα τρεφόμενα με ένα σιτηρέσιο που περιείχε 17% λίπος και 45% σε πρωτεΐνη. Στις δεξαμενές υπήρχε παροχή θαλασσινού νερού γεώτρησης, θερμοκρασίας 190C, αλατόπτητας 39‰ και ποσοστού ανανέωσης 250% ανά ώρα. Το διαλυμένο οξυγόνου βρισκόταν σε επίπεδο του 70%. Όλες οι δεξαμενές είχαν παρόμοιες συνθήκες φωτισμού. Τα πειράματα εκτελέσθηκαν υπό φυσική φωτοπερίοδο (35 210 N, 25 1600 E) και η διάρκεια τους ήταν 12 εβδομάδες. Η παροχή της

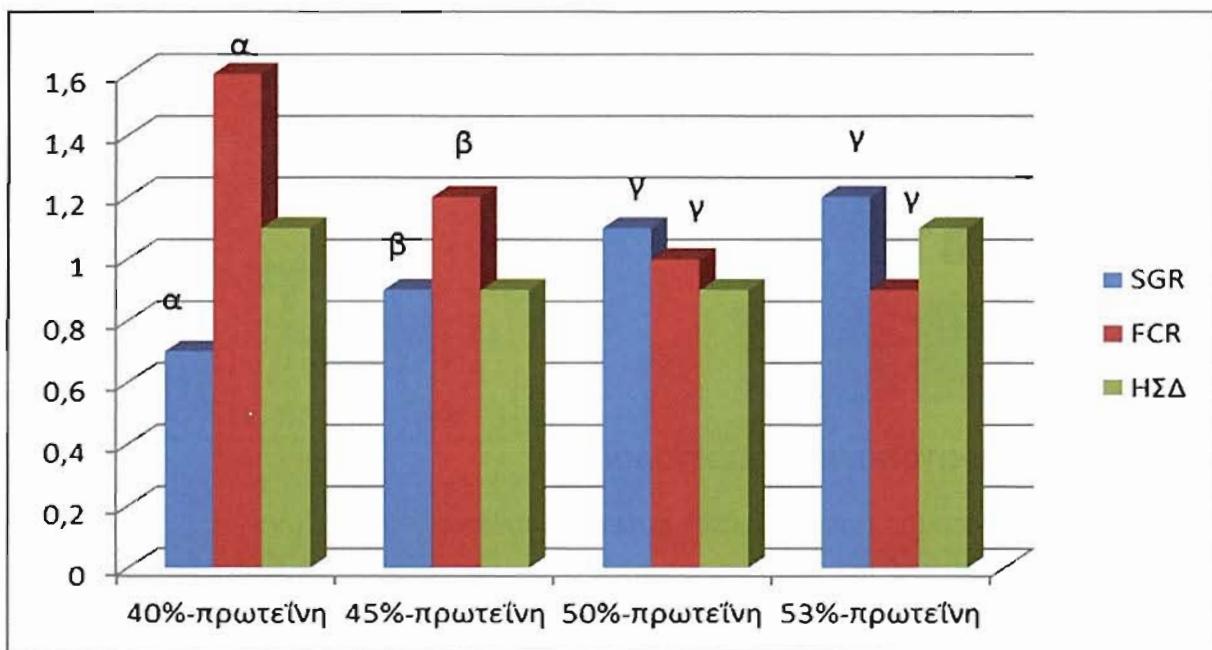
τροφής γινόταν με το χέρι μέχρι οπτικό κορεσμό δύο φορές την ημέρα, για 5 ημέρες την εβδομάδα.

Όλα τα ψάρια ζυγίστηκαν μεμονωμένα, στην αρχή και στο τέλος του πειράματος. Στο τέλος της πειραματικής περιόδου υπολογίστηκαν:

- Ειδικός ρυθμός αύξησης,  $SGR = (In(\text{Αρχικό βάρος}) - In(\text{Τελικό βάρος})) * 100/\text{χρόνος}$
- Συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής,  $FCR = \text{Κατανάλωση τροφής} / \text{Αύξηση βάρους}$
- Ηπατοσωματικός δείκτης,  $HSD = \text{Βάρος συκωτού} * 100 / \text{Βάρος σώματος}$
- Προσδιορίστηκαν: η ολική σύσταση του σώματος των ψαριών και τροφών.

Όλα τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση.

Για την πειραματική δοκιμή της πεπικότητας, άτομα κρανιού μέσου βάρους 110-120 g μεταφέρθηκαν από μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας στις εγκαραστάσεις του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε στην Αθήνα και κατανεμήθηκαν σε 9 κυλινδροκωνικές δεξαμενές των 500 λίτρων, εφοδιασμένες με ειδικές παγίδες σιλικόνης για την συλλογή του περιπωματικού υλικού. Η ιχθυοπυκνότητα



Εικόνα 2. Επίδραση του ποσοστού της πρωτεΐνης της τροφής στη μετατρεψιμότητα της τροφής (FCR), στον ειδικό ρυθμό αύξησης (SGR % ανά ημέρα) και στον ηπατοσωματικό δείκτη (ΗΣΔ % του σωματικού βάρους) του κρανιού. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις τιμές δηλώνουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στο επίπεδο  $p < 0,05$ .

ήταν 15 ψάρια/δεξαμενή (4.1 Kg/m3). Η παροχή νερού ήταν συνεχής, η θερμοκρασία του νερού κυμάνθηκε από 20-25 oC και η φωτοπερίοδος είχε ρυθμιστεί στις 12 ώρες φως, 12 ώρες σκοτάδι. Η ποιότητα του νερού ελέγχονταν περιοδικά ώστε το οξυγόνο να βρίσκεται σε κορεσμό και η ολική αμμωνία μεταξύ 0.02-0.03 mg/l.

Τα ψάρια εγκλιματίστηκαν με τα υπό εξέταση σιτηρέσια για διάστημα δέκα πέντε ημερών. Τα σιτηρέσια δόθηκαν μέχρι κορεσμού, με το χέρι σε ένα γεύμα ημερησίως. Με την λήξη της περιόδου εγκλιματισμού στα υπό εξέταση σιτηρέσια, ακολούθησε συλλογή του περιπωματικού υλικού για διάστημα δεκαπέντε ημερών. Με τη λήξη της συλλογής του περιπωματικού υλικού ακολούθησε δειγματοληψία όλου του πληθυσμού των ψαριών σε τακτούς χρόνους μετά τη χορήγηση της ημερήσιας ποσότητας τροφής για τον προσδιορισμό του χρόνου γαστρικής εικένωσης. Οι χρό-

νοι ήταν 0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 12 και 24 ώρες μετά το τάσμα. Κατά τη δειγματοληψία, πραγματοποιήθηκαν μορφομετρικές μετρήσεις του πεπτικού σωλήνα όλων των ψαριών.

Ο σχετικός δείκτης % πεπτικότητας (Συνολικός Δείκτης Πεπτικότητας Θρεπτικού) του κάθε θρεπτικού συστατικού (πρωτεΐνη, λίπος, άμυλο) υπολογίστηκε, μέσω της διαφοράς της συγκέντρωσης του δείκτη στο σιτηρέσιο και του δείκτη στα περιπτώματα ως ακολούθως:

$$(\%) \text{ Σ.Δ.Π.ΘΡ.} = 100 - [((\% \text{ Ύπριο στο σιτηρέσιο} \\ \div \% \text{ Ύπριο στα περιπτώματα}) * (\% \text{ ΘΡ περιπτωμά-} \\ \text{των}) \div (\% \text{ ΘΡ τροφής})] * 100 ]$$

Όπου, ΘΡ: θρεπτικό συστατικό, (%). Σ.Δ.Π.ΘΡ.: σχετικός δείκτης πεπτικότητας για κάθε θρεπτικό συστατικό (πρωτεΐνη, λίπος, άμυλο). Όλα τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση.

## Αποτελέσματα

### Πειραματικές δοκιμές 1 και 2

Το ποσοστό των πρωτεϊνών στο σιτηρέσιο επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη των ψαριών και την μετατρεψιμότητα του, όπως φαίνεται από τις τιμές των SGR και FCR (Εικόνα 1). Ειδικότερα, το σωματικό βάρος, το SGR και FCR των ψαριών που έλαβαν τα σιτηρέσια περιεκτικότητας 50 και 54% σε πρωτεΐνες ήταν σημαντικά υψηλότερα από εκείνα των ψαριών που τρέφονταν με τα σιτηρέσια περιεκτικότητας 40 ή 45% πρωτεΐνη ( $P < 0.05$ ). Ο ηπατοσωματικός δείκτης δεν επηρεάστηκε από το είδος του σιτηρεσίου. Δεν υπήρξε επίσης μια προφανής επίδραση του λίπους του σιτηρεσίου στην ανάπτυξη του κρανιού (Εικόνα 1). Σε απόλυτες τιμές όμως, τα ψάρια που τρέφονταν με το σιτηρέσιο που περιείχε 17% λίπος παρουσίασαν υψηλότερο σωματικό βάρος και ρυθμό ανάπτυξης σε σύγκριση με τις ομάδες των 12, 14 και 20% λίπους στο σιτηρέσιο. Ωστόσο, λόγω της αυξη-

μένης μεταβλητότητας στο τελικό βάρος του ψαριού, δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση του ποσοστού λίπους του σιτηρεσίου στην αύξηση. Ομοίως, μια σαφής επίδραση του επιπέδου του λίπους στον ηπατοσωματικό δείκτη των ψαριών δεν ήταν εμφανής.

Η ολική σύσταση των σώματος των ψαριών δεν παρουσίασε διαφορές ανάμεσα στις πειραματικές ομάδες ως προς την υγρασία, λίπος, πρωτεΐνη και τέφρα. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

### Πειραματική δοκιμή 3

Από τις μορφομετρικές μετρήσεις παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ βάρους και μήκους ψαριού καθώς και σημαντική επίδραση των διαφορετικών σιτηρεσίων ως προς την αναλογία Πρωτεΐνης/Ενέργειας στο μήκος του εντέρου (Εικόνα 5). Οι συντελεστές πεπικότητας των πειραματικών σιτηρεσίων για όλα τα θρεπτικά συστατικά δίνονται αναλυτικά στο

Πίνακας 3. Σύσταση σιτηρεσίων με διαφορετικό λόγο πρωτεΐνης (g) /ενέργειας (kj) για τον προσδιορισμό της πεπικότητας των θρεπτικών συστατικών στον κρανιό.

Συστατικά	Τροφές		
	A1 (43/18)	A2 (43/20)	A3 (43/21)
Σογιάλευρο	10.0	10.0	10.0
Ιχθυάλευρο	37.0	37.0	37.0
Αλεύρι σταριού	28.5	22.6	16.8
Γλουτένη καλαμποκιού	14.1	15.2	16.5
Ιχθυέλαιο	7.5	11.5	17.0
Βιταμίνες-Μέταλλα	0.3 0.1	0.3 0.1	0.3 0.1
Οξείδιο υπτρίου			
	Ολική σύσταση %		
Υγρασία	9.8	7.2	7.6
Πρωτεΐνη	42.0	43.20	42.6
Λίπος	12.3	18.60	23.9
Άμυλο	19.1	13.80	9.4
Ενέργεια kj/g	18.0 2.3	19.90 2.17	21.1 2.1
Πρωτεΐνη/Ενέργεια			

Πίνακας 4. Επίδραση της σύστασης του σιτηρεσίου στη χημική σύσταση του κρανιού. Οι τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά ( $p < 0.05$ ).

Δίαιτα	Υγρασία	Λίπος	Πρωτεΐνη	Τέφρα
40%-πρωτεΐνη	$75.0 \pm 1.0$ a	$5.4 \pm 0.7$ a	$16.7 \pm 0.3$ a	$4.5 \pm 0.9$ a
45%-πρωτεΐνη	$74.6 \pm 0.7$ a	$5.1 \pm 0.5$ a	$16.1 \pm 0.6$ a	$4.1 \pm 0.3$ a
50%-πρωτεΐνη	73.41.3a	$7.7 \pm 0.7$ b	$15.9 \pm 0.6$ a	$3.9 \pm 0.3$ a
53%-πρωτεΐνη	$74.5 \pm 0.6$ a	$6.6 \pm 0.6$ a	$15.9 \pm 0.8$ a	$4.0 \pm 0.9$ a
12%-λίπος	$75.1 \pm 1.8$ a	$4.1 \pm 1.3$ a	$16.6 \pm 0.4$ a	$3.4 \pm 0.5$ a
14%-λίπος	$76.3 \pm 1.2$ a	$4.6 \pm 0.5$ a	$15.6 \pm 0.7$ a	$3.8 \pm 1.0$ a
17%-λίπος	$75.0 \pm 0.5$ a	$6.6 \pm 1.4$ b	$16.2 \pm 0.5$ a	$3.7 \pm 0.8$ a
20%-λίπος	$73.9 \pm 0.9$ a	$5.8 \pm 1.4$ ab	$16.1 \pm 10.5$ a	$4.5 \pm 1.5$ a

Πίνακας 5. Οι τιμές του συντελεστή πεπτικότητας της πρωτεΐνης και του λίπους ήταν υψηλές σε όλα τα σιτηρέσια, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι τιμές της πεπτικότητας του αμύλου ήταν υψηλές στα σιτηρέσια A2 και A3, ενώ στο σιτηρέσιο A1 ήταν σημαντικά χαμηλότερες.

Η μέτρηση του χρόνου γαστρικής εκκένωσης έδειξε ότι: το στομάχι είχε αδειάσει κατά το ήμισυ μεταξύ της 6ης και της 8ης ώρας από τη λήψη τροφής (Εικόνα 6). Στις 12 ώρες μετά το τάισμα τα ψάρια που λάμβαναν τις τροφές A1 (43/12) και A3 (43/24) είχαν σχεδόν εκκενώσει το στομάχι ενώ στην τροφή A2 (43/18) βρέθηκε σημαντική ποσότητα τροφής. Στις 24 ώρες είχε εκκενωθεί πλήρως το στομάχι και στα τρία σιτηρέσια.

### Συζήτηση

Ο κρανιός είναι ένα νέο είδος για την υδατοκαλλιέργεια και λίγες πληροφορίες υπάρχουν σχετικά το πώς επηρεάζεται ο ρυθμός αύξησης του ψαριού από τα θρεπτικά συστατικά της τροφής. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε σε δεξαμενές σε θερμοκρασία νερού στους 19 °C και τα παρατηρούμενα ποσοστά αύξησης (SGR περίπου 1,2% / ημέρα) είναι συγκρίσιμα με τα άλλα είδη που συνήθως καλλιεργούνται στη Μεσόγειο θάλασσα, πχ το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) και τη τσιπούρα (*Sparus aurata*). Για αυτά τα δύο είδη η απαίτηση σε πρωτεΐνη είναι στο 45-55% της δίαιτας (Company et al. 1999).

Προηγούμενες εργασίες έδειχναν ότι η αύξηση του διαιτητικού λίπους έως και το 17%, βελτιώνει το

βέλτιστη συγκέντρωση της πρωτεΐνης στην τροφή του κρανιού αναμένεται να επηρεαστεί από τη βέλτιστη αναλογία ενέργειας πρωτεΐνης προς ενέργειας λίπους. Η παρατηρούμενη απαίτηση σε πρωτεΐνη του 50% δείχνει ότι ο κρανιός είναι ένα σαρκοφάγο είδος με υψηλή απαίτηση σε πρωτεΐνες, συγκρίσιμο με τα άλλα είδη που συνήθως καλλιεργούνται στη Μεσόγειο θάλασσα, πχ το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) και τη τσιπούρα (*Sparus aurata*). Για αυτά τα δύο είδη η απαίτηση σε πρωτεΐνη είναι στο 45-55% της δίαιτας (Company et al. 1999).

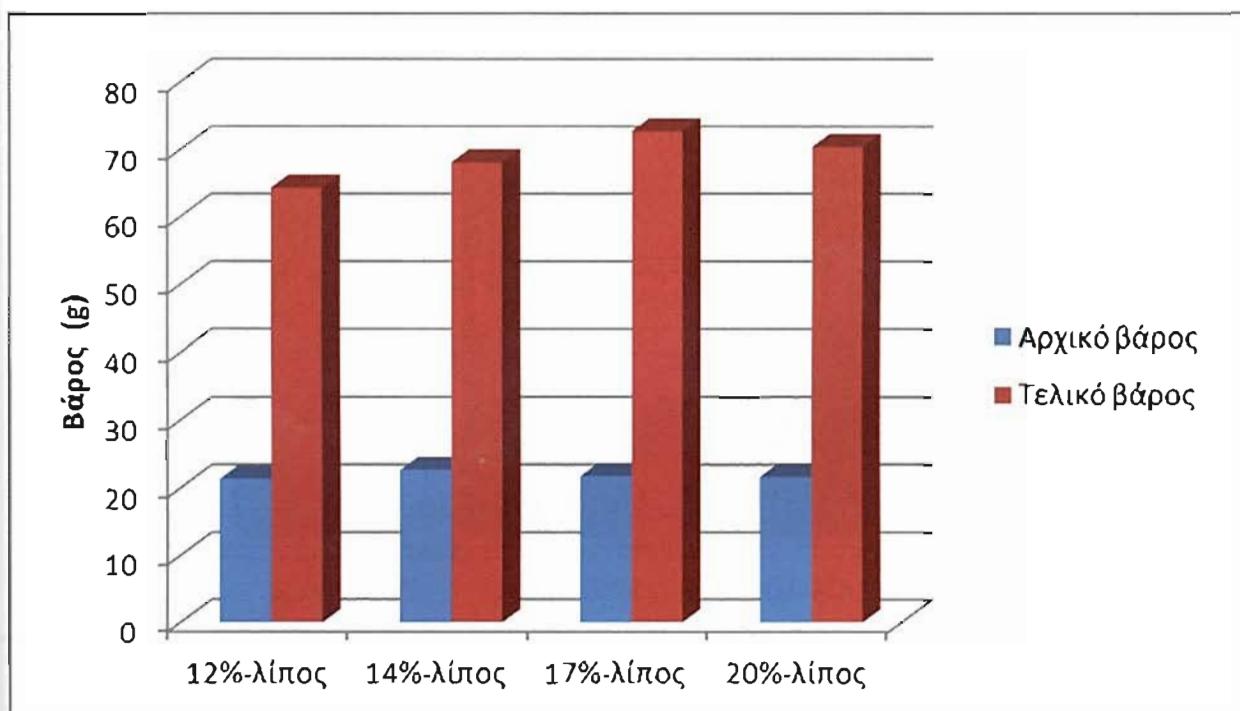
Προηγούμενες εργασίες έδειχναν ότι η αύξηση του

ρυθμό αύξησης του κρανιού (Chatzifotis et al. 2010) μεγέθους 330 g περίπου. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη φαίνεται να υποστηρίζουν αυτή την παρατήρηση και συνάγεται ότι η απαίτηση του κρανιού σε λίπος δεν αλλάζει σε όλο το εύρος βαρών των 20 έως 300 g που έχει διερευνηθεί σε αυτές τις δύο μελέτες. Αντίθετα με την πρωτεΐνη, ο κρανιός δεν απαιτεί υψηλή συγκέντρωση λίπους στο σιτηρέσιο, καθώς η αύξηση του λίπους από τα 17 - 20% δεν είχε ως αποτέλεσμα αλλά και ούτε την αύξηση του ειδικού ρυθμού ανάπτυξης, ούτε τη μετατρεψιμότητα της τροφής. Παρόμοιες παρατηρήσεις έχουν γίνει με άλλα είδη, όπως το ασιατικό λαβράκι (*Lates calcarifer*) και το λευκό λαβράκι (*Atractoscion nobilis*), τα οποία έδειξαν υψηλότερους ρυθμούς αύξησης όταν διατρέφονταν με σιτηρέσια που περιείχαν 17% λίπος, έναντι των 13 ή το 23% λίπους και 19.5 ή 21.5% λίπος, αντιστοίχως (Lopez et al. 2006; Williams et al. 2003).

Σε γενικές γραμμές, η αύξηση του λίπους στην τροφή αυξάνει την αποδοτικότητα των πρωτεΐνών του

σιτηρεσίου, αφού μειώνει την χρήση των πρωτεΐνών για παραγωγή ενέργειας. Πειραματικά δεδομένα για την υποστήριξη του ισχυρισμού αυτού προέρχονται από τον σολομό, *Salmo salar* (Hillestad and Johnsen 1994) και τη συναγρίδα, *Dentex dentex* (Company et al. 1999; Skallie et al. 2004). Ωστόσο αυτός είναι ένας γενικό ισχυρισμός, δεδομένου ότι σε ορισμένες μελέτες στο στακτομυλοκόπι, *Sciaenops ocellatus* (McGoogan and Gatlin 1999; Thoman et al. 1999), λαβράκι και τσιπούρα (Company et al. 1999), η αύξηση της ενεργειακής πυκνότητας αποδείχθηκε ότι έχει μικρή επίπτωση στην αξιοποίηση της πρωτεΐνης. Περαιτέρω αύξηση του λίπους πάνω από το βέλτιστο επίπεδο μπορεί να προκαλέσει μείωση της αύξησης, όπως συνέβη στο στακτομυλοκόπι, *Sciaenops ocellatus* (Daniels and Robinson 1986), στην ιριδίζουσα πέστροφα, *Oncorhynchus mykiss* (Weatherup et al. 1997) και στη συναγρίδα, *Dentex dentex* (Espino et al. 2003).

Όσον αφορά τα άλλα καλλιεργούμενα είδη, η χημική σύσταση του σώματος επηρεάζεται από ενδο-

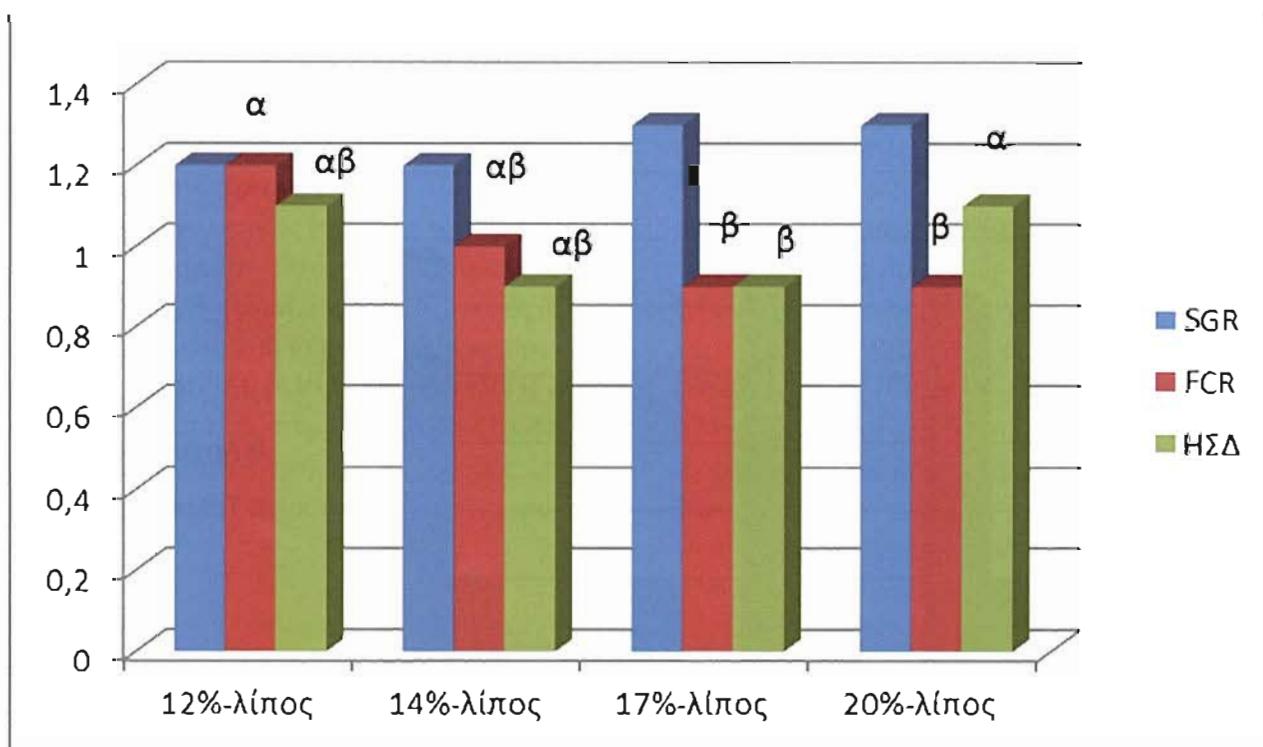


Εικόνα 3. Επίδραση του ποσοστού του λίπους της τροφής στην αύξηση του βάρους.  
Δεν υπήρξε καμμιά στατικά ημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών τροφών ( $p < 0.05$ ).

γενείς παράγοντες, όπως το μέγεθος του ψαριού αλλά και από εξωγενείς παράγοντες, όπως η σύσταση του σιτηρεσίου (Shearer 1994). Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η αύξηση του λίπους στο σιτηρέσιο μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική εναπόθεση λίπους στη σπλαχνική κοιλότητα και στους άλλους ιστούς στο σολομό (Arzel et al. 1994), στην τσιπούρα (Vergara et al. 1996) και στην ιριδίζουσα πέστροφα (Weatherup et al. 1997). Η παρατήρηση αυτή έχει επίσης επιβεβαιωθεί και στον κρανιό. Ψάρια που τρέφονταν με σιτηρέσια χαμηλής αναλογίας πρωτεΐνης/λίπους έδειξαν υψηλότερο ποσοστό μεσεντερικού λίπους και λίπος στο φιλέτο, σε σύγκριση με εκείνα που τρέφονταν με ένα σιτηρέσιο υψηλής αναλογίας πρωτεΐνης/λίπους (Piccolo et al 2008 ). Στην παρούσα μελέτη, το συνολικό λίπος του σώματος των ψαριών που τρέφονταν με 17% λίπος ήταν σημαντικά υψηλότερο σε σύγκριση με εκείνο των ψαριών που

τρέφονταν με χαμηλότερο ποσοστό λίπους. Ομοίως, το συνολικό λίπος σώματος των ψαριών που τρέφονταν με πρωτεΐνη 50% ήταν υψηλότερο σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες. Και στις δύο περιπτώσεις, το υψηλότερο ποσοστό λίπος στο σώμα παρατηρήθηκε στα ψάρια στα οποία εμφάνισαν υψηλότερο ειδικό ρυθμό αύξησης και, κατά συνέπεια, μεγαλύτερο τελικό βάρος σώματος. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν επίσης αναφερθεί για άλλα είδη ψαριών, όπως το λαβράκι (Lanari et al. 1999) και την τσιπούρα (Vergara et al. 1996).

Οι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την πεπικότητα της πρωτεΐνης στα ψάρια αφορούν τη πηγή προέλευσης της, το είδος της, φυτικό ή ζωικό, αλλά και το ποσοστό συμμετοχής της στη τροφή, καθώς και από την επεξεργασία που έχει υποστεί. (Alexis et al., 1985, Nengas et al., 1995, Robaina et al., 1997, Aksnes et al., 1997, Deguara et al., 1997). Στη



**Εικόνα 4.** Επίδραση του ποσοστού του λίπους της τροφής στη μετατρεψιμότητα της τροφής (FCR), στον ειδικό ρυθμό αύξησης (SGR % ανά ημέρα) και στον ηπατοσωματικό δείκτη (ΗΣΔ % του σωματικού βάρους) του κρανιού. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις τιμές δηλώνουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στο επίπεδο  $p < 0,05$ .

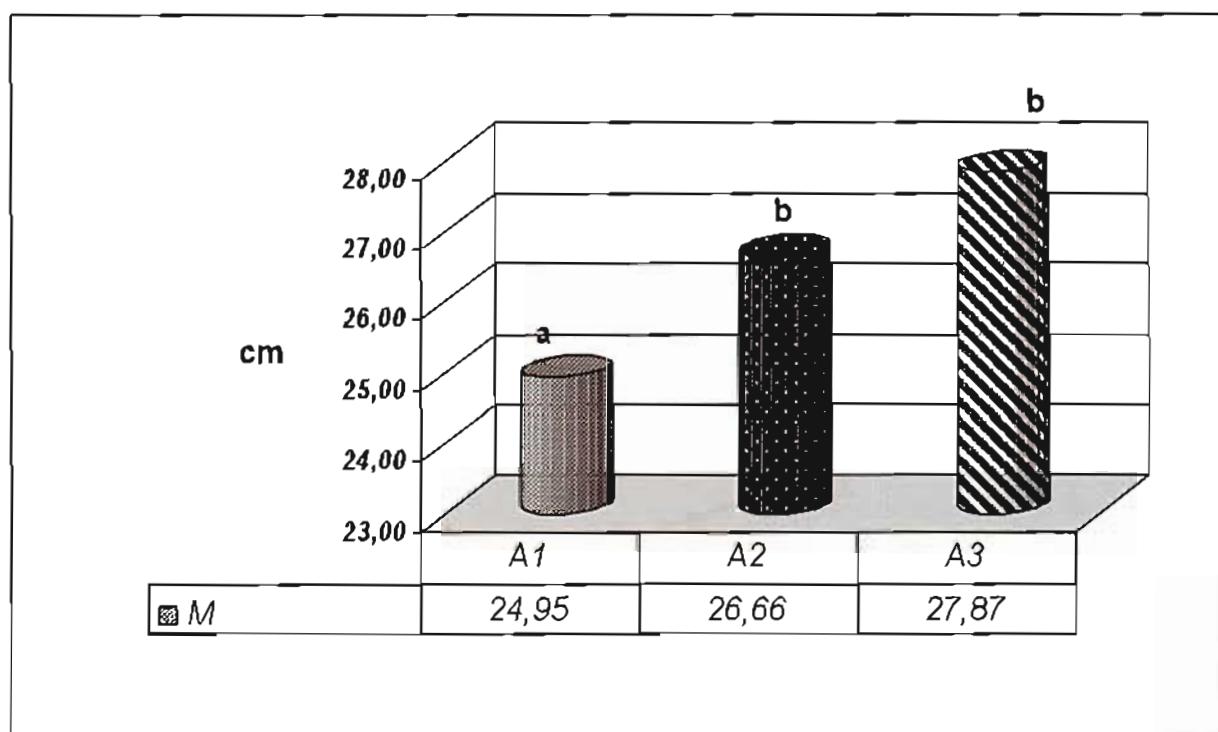
Πίνακας 5. Σχετικοί δείκτες πεπικότητας των πειραματικών σιτηρεσίων διαφορετικής αναλογίας πρωτεΐνης (g) /ενέργειας (kj) (n=3).

	A1 (43/18)	A2 (43/20)	A3 (43/21)
Πρωτεΐνη	94.5±0,24	93.9±0,2	94.4±0,6
Λίπος	97.0±0,21	96.3±0,4	95.9±0,8
Άμυλο	86.1±0,8a	88.2±1.5b	92.5±0,1b

παρούσα μελέτη οι συντελεστές πεπικότητας της πρωτεΐνης ήταν πολύ υψηλοί και στα τρία σιτηρέσια και παρατηρήθηκε ότι δεν επηρεάζονται από το επίπεδο του περιεχόμενο λίπους ή αμύλου στη τροφή σε συμφωνία και με τους Gouveia et al., 1995 στο λαβράκι, αναφορικά με την επίδραση του διαιτητικού αμύλου στην πεπικότητα της πρωτεΐνης.

Η πεπικότητα του λίπους ήταν υψηλή και στα τρία σιτηρέσια και δεν επηρεάστηκε από το επίπεδο των διαιτητικού αμύλου, σε αντίθεση με άλλα είδη σαρκοφάγων ψαριών, όπως του σολαμού και της ταϊπούρας (Fountoulaki et al., 2005, Venou et al., 2003, Aksnes,

1995). Σε αντίθεση, η πεπικότητα των υδατανθράκων ήταν σημαντικά χαμηλότερη στο σιτηρέσιο με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (άμυλο). Σε πολλές μελέτες με άλλα είδη ψαριών έχει αποδειχθεί η αρνητική επίδραση των επιπέδων του διαιτητικού αμύλου στην πεπικότητα του (Kaushik and Medale 1994, Wilson 1994, Fountoulaki et al., 2005). Είναι γνωστό ότι στα σαρκοφάγα ψάρια η πεπικότητα των υδατανθράκων επηρεάζεται: από την πηγή προέλευσης τους, (Bergot 1993), την επεξεργασία που έχουν υποστεί, (Kim and Kaushik, 1992, Podoskina et al., 1997) και το ποσοστό που εμπεριέ-



Εικόνα 5. Μήκος εντέρου κρανιού στα διαφορετικά ως προς την αναλογία πρωτεΐνης/ενέργειας (g/kj) σιτηρέσια. Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις τιμές δηλώνουν στατιστικώς σημαντική διαφορά στο επίπεδο  $p < 0,05$ .

χονται στο σιτηρέσιο (Kausik and Medale, 1994; Wilson, 1994,. Στη παρούσα μελέτη, πηγή αμύλου αποτελούσε το αλεύρι σίτου, το οποίο δεν ήταν επεξεργασμένο όταν ενσωματώθηκε στο σιτηρέσιο. Η διαδικασία παραγωγής σιτηρεσίου με εξώθηση επηρέασε κατά ένα μέρος την επεξεργασία του, καθώς το άμυλο ζελατινοποιήθηκε, όμως παρόλα αυτά το ποσοστό αμύλου στο σιτηρέσιο A1 (19%) ήταν αρκετό για να οδηγήσει σε σημαντικά χαμηλότερη πεπτικότητα. Γενικά, στα θαλασσινά είδη φαριών (λαβράκι - τσιπούρα) έχει αναφερθεί (Lanari et al., 1999; Hemre et al., 1995; Gouveia et al., 1995) ότι η ενσωμάτωση υδατανθράκων όπως η δέξτρινη ή το ζελατινοποιημένο άμυλο δεν πρέπει να ξεπερνά το 20% με 25%.

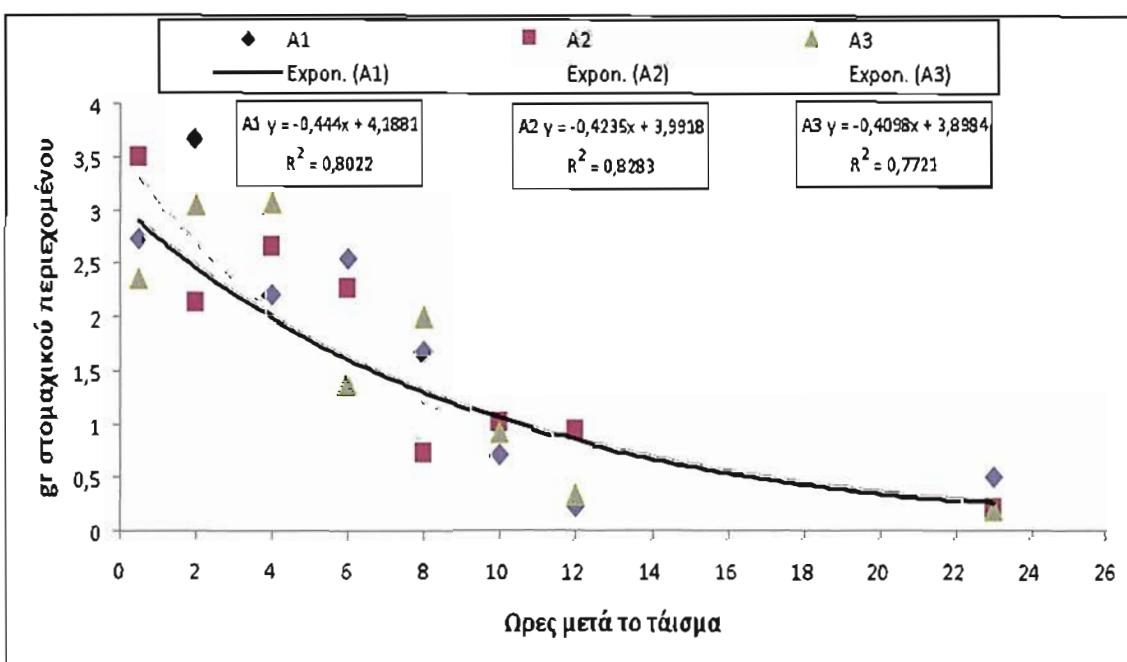
## Συμπεράσματα

Υπό τις συνθήκες του παρόντος πειράματος η διαφορετική σύσταση των σιτηρεσίων ως προς την πρωτεΐνη/ενέργεια δεν επηρέασε την πεπτικότητα της πρωτεΐνης και του λίπους.

Το υψηλότερο ποσοστό αμύλου στη τροφή οδήγησε στη μείωση της πεπτικότητας του υποδηλώνοντας την σαρκοφάγα φύση του κρανιού.

Το μήκος του εντέρου του κρανιού φαίνεται ότι επηρεάζεται και από το λίπος αλλά και από το άμυλο της τροφής.

Εισαγωγή μονάδων στοις άξονες, τίτλοι



Εικόνα 6. Σχηματική παράσταση του χρόνου γαστρικής εκκένωσης

## Βιβλιογραφία

- Aksnes A., 1995. Growth feed efficiency and slaughter quality of salmon, *Salmo salar* L., given feeds with different ratios of carbohydrate and protein. *Aquac. Nutr.* 1, 214-248.
- Alexis, M.N., Papaparaskeva-Papoutsoglou, E. and Theochari, V., 1985. Formulation of practical diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) made by partial or complete substitution of fishmeal by poultry by-products and certain plant by-products. *Aquaculture* 50, 61-73.
- Arzel J, Martinez Lopez FX, Me\_tailler R, Ste\_phan G, Viau M, Gandemer G, Guillaume J (1994) Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. *Aquaculture* 123:361–375
- Bergot, B., 1993. Digestibility of native starches of different botanical origins by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: S.J. Kaushik and P. Luquet (Editors), *Fish Nutrition in Practice*, Biarritz, France, INRA, Paris, pp. 857-865.
- Calder\_n JA, Esteban JC, Carrascosa MA, Ruiz PL, Valera F (1997). Rearing and growth in captivity of a lot of meagre reproducers (*Argyrosomus regius* (A)). VI Congreso Nacional de Acuicultura, Cartagena, Murcia, Spain. Universidad de Murcia, IEO y MAPA. Act., pp. 365-370.
- Chatzifotis S, Panagiotidou M, Papaioannou N, Pavlidis M, Nengas I, Mylonas CC (2010) Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. *Aquaculture* 307:65–70
- Company R, Calduch-Giner JA, Pe\_rez-Sa\_nchez J, Kaushik SJ (1999) Protein sparing effect of dietary lipids in common dentex (*Dentex dentex*): a comparative study with sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquat Living Resour* 12:23–30
- Daniels WH, Robinson EH (1986) Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 53:243–252
- Deguara, S., 1997. Evaluation of different pressed and extruded fish meal based diets on the growth of gilthead sea bream, *Sparus aurata* L. In: Tacon, A., Barusco, B., (Eds.), *Feeding Tomorrow's Fish*, vol. 22. Cashiers Options Méditerranéennes, Institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza, Spain, 123-139
- Espino\_s F, Toma\_s A, Pe\_rez LM, Balasch S, Jover M (2003) Growth of dentex fingerlings (*Dentex dentex*) fed diets containing different levels of protein and lipid. *Aquaculture* 218:479–490
- Fountoulaki, E., Alexis, M.N., Nengas I. & Venou, B., 2005. Effect of diet composition on nutrient digestibility and digestive enzyme levels of gilt-head bream (*Sparus aurata* L.) *Aquaculture research*, 36, 1243-1251.
- Gouveia, A., Oliva-Teles, A., Gomes, E., Peres, M.H., 1995. The effect of two dietary levels of raw and gelatinized starch on growth and food utilization by the European sea bass. In: Castello, I., Orvay, F., Calderer, I., Reig, A. (Eds), Proc of the Fifth National Congress on Aquaculture, Univ. Barcelona, Spain, pp.516-521.
- Hemre, G.I., Sandnes, K., Lie, \_\_\_, Torrisen, O. and Waagb\_\_, R., 1995. Carbohydrate nutrition in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Growth and feed utilization. *Aquac. Res.* 26, 149-154
- Helland SJ, Grisdale-Helland B (1998) Growth, feed utilization and body composition of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets differing in the ratio between the macronutrients. *Aquaculture* 166:49–56
- Kaushik S.J. and Medale, F. 1994. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. *Aquaculture* 124, 81-97
- Kim, J.D. and Kaushik, S.J., 1992. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 106, 161-169.
- Lanari D., Poli B.M., Ballestrazi R., Lupi, P., D'Agaro, E. and Mecatti, M., 1999. The effect of dietary fat and NFE levels on growing European sea bass.

- Growth rate, bodies and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiencies. Aquaculture 179: 351-364
- Lopez LM, Torres AL, Durazo E, Drawbridge M, Bureau DP (2006) Effects of lipid on growth and feed utilization of white seabass (*Atractoscion nobilis*) fingerlings. Aquaculture 253:557-563
- McGoogan BB, Gatlin DM (1999) Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenops ocellatus*: I. Effects of dietary protein and energy levels. Aquaculture 178:333-348
- Nengas I., Alexis M.N., Davies S.J. and Petichakis, G. 1995. An investigation to determine the digestibility coefficients of various raw materials in diets for the gilthead sea bream, *Sparus aurata* (L.) Aquac. Res. 26, 185-194
- Pastor Gracia E, Grau Jofre A, Massuti Pascual E, Sanchez Lamadrid Rey YA (2002) Preliminary results of growth of meagre, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) in sea cages and indoor tanks. Aquaculture Europe/Seafarming, today and tomorrow. EAS/Special publication, Trieste.
- Piccolo G, Bovera F, De Riu N, Marono S, Salati F, Capuccinelli R, Moniello G (2008) Effect of two different protein/fat ratios of the diet on meagre (*Argyrosomus regius*) traits. Ital J Anim Sci 7:363-371
- Podoskina, T.A., Podoskin, A.G. and Bekina, E.N., 1997. Efficiency of utilization of some potato starch modifications by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 152, 235-248.
- Quemener, L., Suquet, M., Mero, D., Gaignon, J.-L., 2002. Selection method of new candidates for finfish aquaculture: the case of the French Atlantic, the Channel and the North Sea coasts. Aquatic Living Resources 15: 293-302,
- Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Socorro, J., Vergara, J.M., Montero, D. and Fernandez-Palacios, H., 1995. Soybean and lupin meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. Aquaculture 130, pp 219-233
- Shearer KD (1994) Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. Aquaculture 119:63-88
- Skalli A, Hidalgo MC, Abella\_n E, Arizcun M, Cardenete G (2004) Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex (*Dentex dentex* L.) at different growth stages. Aquaculture 235:1-11
- Thoman ES, Davis DA, Arnold CR (1999) Evaluation of growout diets with varying protein and energy levels for red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture 176:343-353
- Venou, B., Alexi, M.N., Fountoulaki, E., and Haralabous, J. 2009. Performance factors, body composition and digestion characteristics of gilthead sea bream (*sparus aurata*) fed pelleted or extruded diets. Aquaculture nutrition 15, 390-401.
- Venou, B., Alexis, M.N., Fountoulaki, E., Nengas, I., Apostolopoulou, M., Castritsi-Cathariou, I., 2003. Effect of extrusion of wheat and corn on gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) on growth, nutrient utilization, efficiency, rates of gastric evacuation and digestive enzyme activities. Aquaculture 225, 207-223.
- Vergara JM, Robaina L, Izquierdo MS, De la Higuera M (1996) Protein sparing effect of lipids in diets for fingerlings of gilthead seabream. Fish Sci 62:624-628
- Weatherup RN, McCracken KJ, Foy R, Rice D, McKendry J, Mairs RJ, Hoey R (1997) The effects of dietary fat content on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 151:173-184
- Williams KC, Barlow CG, Rodgers L, Hockings I, Agcopra C, Ruscoe I (2003) Asian seabass *Lates calcarifer* perform well when fed pelleted diets high in protein and lipid. Aquaculture 225:191-206
- Wilson, R.P., 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish. Aquaculture 124, 67-80