



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Υδατοκαλλιέργειες» -

«Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδροβίων Οργανισμών»

ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

“ Προκαταρκτική μελέτη αξιοποίησης μυδάλευρου και νωπών μυδιών για την διατροφή του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*)”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ

Αναγνωστίδης Ακριβός

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**Αγγελίδης Παναγιώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής
Κτηνιατρική Σχολή
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης**

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ 2012



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM

“Aquaculture” – “Aquatic Animal Health”

IN COLLABORATION WITH

THE DEPARTMENT OF AQUACULTURE & FISHERIES, TEI OF EPIRUS

Thesis:

**“ Preliminary study on the use of mussel meal and
fresh *mussels* for the feeding of sea bass
(*Dicentrarchus labrax*)”**

POSTGRADUATE STUDENT

Anagnostidis Akrivos

SUPERVISOR

Angelidis Panagiotis, Associate Professor

School of Veterinary Medicine

Aristotle University of Thessaloniki

IGOUMENITSA 2012

στη Μαρία και στο μικρό άγγελο που δεν γνώρισα ποτέ...

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η έρευνα των εναλλακτικών διαθέσιμων πηγών τροφής για τη διατροφή του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*). Η παραγωγή του λαβρακιού έχει αυξηθεί θεαματικά κατά την τελευταία δεκαετία τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες Μεσογειακές χώρες. Τα κυριότερα συστατικά των ιχθυοτροφών με τις οποίες τρέφονται τα ψάρια της ιχθυοκαλλιέργειας είναι τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια.

Τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια παράγονται από την επεξεργασία (άλεσμα) ορισμένων ειδών πελαγικών ψαριών. Τα χαρακτηριστικά αυτών των ψαριών είναι: δεν ενδείκνυνται για ανθρώπινη κατανάλωση, κυρίως λόγω του μικρού τους μεγέθους και της σκληρής σάρκας τους, σχηματίζουν τεράστιους πληθυσμούς, πολλαπλασιάζονται πολύ γρήγορα και σε μεγάλους αριθμούς, μεγαλώνουν ταχύτατα και έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Η προβλεπόμενη παγκόσμια ανάγκη ιχθύων για την παρασκευή ιχθυαλεύρων μέσα στα επόμενα χρόνια αναμένεται να είναι αυξημένη, βάση του FAO η παραγωγή από την ιχθυοκαλλιέργεια αυξάνεται κάθε χρόνο περίπου 10%. Μείωσή της χρησιμοποιούμενης ποσότητας των ιχθυαλεύρων στις ιχθυοτροφές μπορεί να επιτευχθεί μόνο κατόπιν σωστής αντικαταστάσεως (μικρού ή μεγάλου ποσοστού) των ιχθυαλεύρων με κατάλληλες και μικρότερου κόστους ζωοτροφές φυτικής ή ζωικής προελεύσεως.

Στην παρούσα μελέτη, επιλέχθηκε σαν εναλλακτική λύση στο παραπάνω πρόβλημα η διερεύνηση της χρήσης του μυδιού *Mytilus galloprovincialis*, το οποίο παράγεται σε μεγάλη αφθονία στην Ευρώπη. Πιθανή χρησιμοποίηση των μυδιών σε ιχθυοτροφές θα μπορούσε να αποτελέσει εναλλακτική διέξοδο διάθεσής τους, κυρίως σε περιόδους μειωμένης ζήτησης.

Στο πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν 800 λαβράκια αρχικού βάρους (Μ.Ο. ± SD) $3,86 \pm 0,2$ g (n = 35), τα οποία προήλθαν από Ιχθυογεννητικό Σταθμό της περιοχής της Ηγουμενίτσας. Πριν την έναρξη του πειράματος τα ψάρια ζυγίστηκαν και διανεμήθηκαν τυχαία σε 8 δεξαμενές, 100 ψάρια ανά δεξαμενή. Τα ψάρια δυο δεξαμενών ελάμβαναν ως τροφή σύμπηκτα εμπορίου (μάρτυρες), τα ψάρια τριών άλλων δεξαμενών ελάμβαναν μυδάλευρο με σύμπηκτα εμπορίου και τέλος τα ψάρια των λοιπών τριών δεξαμενών ελάμβαναν μύδια νωπά αναμεμιγμένα με σύμπηκτα εμπορίου. Οι πειραματικές τροφές των ψαριών παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο.

Για την παρακολούθηση της αύξησης του βάρους των ψαριών, τα ψάρια όλων των δεξαμενών ζυγίστηκαν ατομικά, ένα και δύο μήνες μετά την έναρξη της χορήγησης των τριών πειραματικών σιτηρεσίων. Υπολογίστηκε ο δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής, ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης, ο δείκτης αποτελεσματικότητας πρωτεΐνης και το βάρος της ξηρής χορηγούμενης τροφής ανά ψάρι. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση βάρους στα λαβράκια τα οποία τρέφονταν με νωπά μύδια και μυδάλευρο σε σχέση με τα λαβράκια που τρέφονταν μόνο με σύμπηκτα εμπορίου. Όμως ο δείκτης μετατρεψιμότητας ήταν καλύτερος στην ομάδα των ψαριών που ελάμβανε και νωπά μύδια.

ABSTRACT

The purpose of this study was the investigation of alternative sources of raw materials for feeding sea bass (*Dicentrarchus labrax*). The production of seabass has grown steadily over the last decade. The main ingredients for the commercial feeds used in aquaculture was fishmeal and fish oil.

Fishmeal and fish oil derive after processing (grinding) certain species of pelagic fish. These species of fish are unsuitable for human consumption, mainly because of their small size and tough flesh. They form huge populations, multiply very quickly and in large numbers, they grow rapidly and they are short lived. The estimated global fish for fishmeal production in the next years will increase, and possible reduction will be achieved only when proper replacement of fishmeal in the diets with appropriate and less expensive plant or animal raw materials. In this study, is achieved mussels *Mytilus galloprovincialis* were mixed to feeds with commercial feeds. Potential use of mussels in fish could provide alternative uses, mainly in periods of reduced demand for them.

For the experiment for the mussels we used sea bass initial weight (mean \pm SD) $3,86 \pm 0,2$ g, (n = 35) which came from a hatchery at Igoumenitsa. Before the experiment 800 fish were weighed and distributed randomly into 8 tanks, 100 fish/tank. Three groups of fish were formed, according to their diets. In particular, the fish were fed with: mussel meal mixed with commercial pellets (group 1), fresh mussels mixed with commercial pellets (group 2) and commercial pellets (group 3). The experimental fish feeds prepared in the laboratory.

After the start of the experiment all the fish were individually weighed at the end of the first and the second month. For this experimental rearing, the feed conversion ratio, the specific growth rate, the efficiency ratio of protein and the weight of the dry food administered per fish.

Between the three groups, no statistically significant difference in the weight gain was observed, although the conversion ratio was better in the group of fish which were fed with fresh mussels.

Θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Παναγιώτη Αγγελίδη Αναπληρωτή Καθηγητή, Διευθυντή του Εργαστηρίου Ιχθυολογίας της Κτηνιατρικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, για το θέμα της παρούσας διπλωματικής που μου πρότεινε, την προθυμία του να τεθεί επιβλέπων και την άψογη συνεργασία μας καθ' όλη την πορεία συγγραφής της.

Στον κ. Ιωάννη Βάτσο Λέκτορα του Εργαστηρίου Ιχθυολογίας της Κτηνιατρικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες για την καθοδήγηση και την υποστήριξη του καθ' όλη την διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας διπλωματικής. τη διαρκή υποστήριξη στην προσπάθειά μου, τη βιβλιογραφία που μου παρείχε, τις ώρες που μου αφιέρωσε και το φιλικό κλίμα που δημιούργησε.

Παράλληλα, εκφράζω ευχαριστίες στις Μαρία και Βαρβάρα, οι οποίες με στήριξαν σημαντικά κατά τη διάρκεια του πειράματος και σε όσους βοήθησαν αλλά και αυτούς που έβαλαν εμπόδια για να ολοκληρωθεί.

Ολοκληρώνοντας, ευχαριστώ τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική στήριξη που μου παρείχαν, καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Διατροφή των ιχθύων	1
1.2 Ιχθυάλευρο και ιχθυέλαιο ως βασική τροφή στις υδατοκαλλιέργειες	2
1.3 Μύδι <i>Mytilus galloprovincialis</i>	11
1.4 Τα μύδια ως πηγή πρωτεϊνών σε ζωοτροφές	14
1.5 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του λαβρακιού (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	16
1.6 Στοιχεία διατροφής του λαβρακιού	17
1.7 Σκοπός - στόχος	18
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	20
2.1 Ψάρια – συνθήκες εκτροφής	20
2.2 Πειραματικές τροφές	23
2.3 Εκτίμηση διατροφικών δεικτών	24
2.4 Στατιστική επεξεργασία	25
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
3.1 Παράμετροι ποιότητας νερού	26
3.2 Αναλύσεις τροφών και πρώτων υλών	29
3.3. Εκτίμηση διατροφικών δεικτών	30
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	37
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	40
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	41

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Διατροφή των ιχθύων

Η κατηγοριοποίηση όλων των σχετικών με τη διατροφή παραγόντων, θα μπορούσε να επιτρέψει την ικανοποιητικού επιπέδου μελέτη και αποσαφήνιση των διατροφικών τύπων των ιχθύων (σαρκοφάγοι ιχθύες, παμφάγοι ιχθύες, φυτοφάγοι ιχθύες). Η κατηγοριοποίηση των ιχθύων με βάση τη χημική σύσταση και προέλευση της τροφής τους, αποτελεί εύκολο και πρακτικό τρόπο κατατάξεως τους σε κατηγορίες διατροφικών τύπων.

Σαρκοφάγοι ιχθύες, είναι οι ιχθύες των οποίων η τροφή αποτελείται αποκλειστικά από ζωικής προελεύσεως ιστό, ζωντανών ή και νεκρών οργανισμών. Οι σαρκοφάγοι ιχθύες αποτελούν την πολυπληθέστερη κατηγορία ιχθύων από την άποψη των διαιτητικών απαιτήσεων. Από άποψη του είδους των ζωικών οργανισμών που καταναλώνουν οι σαρκοφάγοι ιχθύες μπορεί να διαχωριστούν σε εκείνους που τρέφονται με ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς, σε εκείνους που τρέφονται με βενθικούς ασπόνδυλους οργανισμούς και σε ιχθύες που τρέφονται με νηκτόν. Υπάρχουν και ιχθείς που τρέφονται με ημιυδρόβιους και χερσαίους οργανισμούς σπονδυλόζωους ή και ασπόνδυλους οργανισμούς και σε ιχθείς με ιδιαίτερα εξειδικευμένες διαιτητικές προτιμήσεις (Παπουτσόγλου, 2008).

Στο διαιτολόγιο των παμφάγων ιχθύων, περιλαμβάνονται ζωικοί αλλά και φυτικοί ιστοί κυρίως υδρόβιας προελεύσεως. Δεν απαντώνται πολλά είδη ιχθύων που τρέφονται κυρίως με σωματίδια οργανικής ύλης που προκύπτουν κατά την αποσύνθεση ζωικών ή φυτικών ιστών. Οι ιχθύες αυτοί χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερες διατροφικές συνήθειες και έχουν την ικανότητα να διαχωρίζουν και να κατακρατούν τις οργανικές από τα ανόργανα συστατικά.

Φυτοφάγοι ιχθύες διατρέφονται σχεδόν αποκλειστικά με ιστούς υδρόβιας ή και υδροχαρούς βλάστησης ή με φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς ή και με οργανικά υλικά. Από οικολογική άποψη, η παρουσία τους κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική, μετέχοντας ενεργά στην τροφική αλυσίδα όλων σχεδόν των υδατοσυλλογών και ιδιαίτερα των σχετικά αβαθών και θερμών νερών.

Κατά τα πρώτα στάδια της ζωής τους εμφανίζουν περισσότερο ομαδική διαβίωση, τρεφόμενα κυρίως με μικρού μεγέθους οργανικά υλικά ή και φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς (Παπουτσόγλου, 2008).

1.2 Ιχθυάλευρο και ιχθυέλαιο ως βασική τροφή στις υδατοκαλλιέργειες

Τα τελευταία χρόνια, γίνεται προσπάθεια στις υδατοκαλλιέργειες, να αντικατασταθεί μέρος της φυσικής τροφής από σύνθετη ιχθυοτροφή καθώς η δεύτερη είναι πιο εύχρηστη και μπορεί να είναι ισορροπημένη με πλούσια σε θρεπτική και ενεργειακή αξία. Κατά τους Τσαούσης & Βυθούλκα, (2011) τα τροχόζωα που χρησιμοποιούνται ως «ζωντανή τροφή» μπορεί να είναι φορείς παθογόνων μικροοργανισμών και να μεταδώσουν ασθένειες στα ψάρια.

Τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια είναι τα κυριότερα συστατικά των ιχθυοτροφών με τα οποία τρέφονται τα ψάρια της ιχθυοκαλλιέργειας. Οι ιχθυοτροφές πρέπει να προσδίδουν στο εκτρεφόμενο ψάρι τις απαραίτητες για την ανάπτυξή του πρωτεΐνες και λίπη. Ως πηγή πρωτεϊνών και λιπών χρησιμοποιούνται τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια.



Εικόνα 1 : Ιχθυάλευρο

www.tr.all.biz

Τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια

παράγονται από την επεξεργασία (άλεσμα - αφυδάτωση) ορισμένων ειδών πελαγικών ψαριών τα οποία αλιεύονται κυρίως στον νότιο Ειρηνικό και βόρειο Ατλαντικό ωκεανό και δεν ενδείκνυται για ανθρώπινη κατανάλωση, κυρίως λόγω του μικρού τους μεγέθους και της σκληρής σάρκας τους. Τα είδη αυτά των ψαριών, σχηματίζουν τεράστιους πληθυσμούς, πολλαπλασιάζονται πολύ γρήγορα και σε μεγάλους αριθμούς, μεγαλώνουν ταχύτατα και έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Αλιεύονται σε μεγάλες ποσότητες και αποτελούν σπουδαιότατη πηγή άριστης ποιότητας πρωτεϊνών και ιχθυελαίου, όχι μόνο για τις ανάγκες της παγκόσμιας ιχθυοκαλλιέργειας αλλά και της λοιπής ζωικής παραγωγής (κτηνοτροφία, πτηνοτροφία).

Εκτιμάται ότι η ετήσια παγκόσμια παραγωγή ιχθυάλευρου είναι περί τα 6,5 εκατομμύρια τόνοι, εκ των οποίων μόνο 2 εκατομμύρια τόνοι καταναλώνονται από την ιχθυοκαλλιέργεια (ΣΕΛΟΝΤΑ, 2011).

Αντίστοιχα, η ετήσια παραγωγή ιχθυελαίου είναι περί τα 1,2 εκατομμύρια τόνοι, εκ των οποίων καταναλώνονται στην ιχθυοκαλλιέργεια περίπου 450.000 τόνοι (ΣΕΛΟΝΤΑ, 2011).

Η καλή γνώση των διαιτητικών απαιτήσεων των ψαριών, σε σχέση με τα απαραίτητα αμινοξέα, είναι αναγκαία προϋπόθεση για την αξιολόγηση της θρεπτικής αξίας μιας πρωτεϊνικής πηγής. Η βελτιστοποίηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης των πρωτεϊνών συμβάλει στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη ισορροπημένων και οικονομικά αποδοτικών ιχθυοτροφών.

Η τροφή των ψαριών συνήθως περιέχει πρωτεΐνες (55%), λίπη (11%), ίνες (3%), μεταλλικά στοιχεία (13%) υδατάνθρακες (8%) και νερό (10%) (Hardy, 1996; Barlow, 2000). Η σύσταση και η μορφή (άλευρο, κόκκοι, pellets) των ιχθυοτροφών προσαρμόζεται ανάλογα με το είδος και την ηλικία του εκτρεφόμενου ψαριού (Hardy, 1996). Σε ιχθύδια των 8 γραμμαρίων (g) η τροφή παρέχεται σε μικρούς

κόκκους ενώ όσο τα ψάρια μεγαλώνουν η τροφή έχει τη μορφή σύμπηκτων. Δηλαδή μορφή κροκέτας διαφόρων μεγεθών. Από 1,5 χιλιοστά έως 4,5 χιλιοστά όταν τα ψάρια ξεπεράσουν το μέγεθος των 100 γραμμαρίων. Τα συστατικά με τα οποία παρασκευάζονται οι ιχθυοτροφές είναι κυρίως ψάρια (ιχθυάλευρα 50%, λίπη ψαριών 7%), φυτά με βάση τη σόγια ή την ελαιοκραμβόπιτα (μέχρι 25%), το σιτάρι (μέχρι και 20%) και μικροοργανισμοί όπως σακχαρομύκητες. Οι σακχαρομύκητες έχουν την μορφή μαγιάς για την παροχή των απαραίτητων βιταμινών (Hardy, 1996). Επίσης οι ιχθυοτροφές μπορεί να περιέχουν θαλάσσιο ζωοπλαγκτόν (zooplankton) και γαρίδες (krill) (Moren et al, 2006).

Είναι γνωστό ότι η υδατοκαλλιέργεια είναι ο πιο γρήγορα αυξανόμενος τομέας της ζωικής παραγωγής παγκοσμίως. Η αειφόρος ανάπτυξη αυτού του κλάδου της ζωικής παραγωγής απαιτεί ταυτόχρονα και την αυξανόμενη παραγωγή των πρώτων υλών των ιχθυοτροφών που είναι κυρίως ψάρια κατώτερης ποιότητας. Η αυξανόμενη παραγωγή της τροφής ψαριών απαιτεί και την αύξηση των πρώτων υλών, κυρίως των πηγών πρωτεΐνης.

Ιστορικά, το ιχθυάλευρο, ως τροφή, είναι η πιο διαδεδομένη πηγή πρωτεϊνών για τα μονογαστρικά ζώα. Η παγκόσμια παραγωγή ιχθυαλεύρου, μεταξύ της δεκαετίας του '60 και τη δεκαετία του '80, έφτασε στα 6 - 7 εκατομμύρια (περίπου τόνους). Σήμερα η παραγωγή είναι σχετικά σταθερή σε περίπου 6.000.000 τόνους ιχθυάλευρων και 1.000.000 τόνου ιχθυελαίου ανά έτος. Το κύριο τμήμα προέρχεται από την αλιεία. Τα υποπροϊόντα από την βιομηχανία επεξεργασίας ιχθυρών αποτελούν το 15-20% της παγκόσμιας παραγωγής των θαλασσιών πρώτων υλών (BioMar, 2011).

Για το σκοπό αυτό αλιεύονται ετησίως 25 - 30 εκατομμύρια τόνοι ψαριών (4 – 5 κιλιά ψαριών, παράγουν ένα κιλό ιχθυάλευρου - IFFO, 2011).

Η προβλεπόμενη ετήσια αύξηση των αναγκών σε ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια (για την παρασκευή ιχθυοτροφών) μέχρι το 2010 ήταν της τάξεως του 1,1% ετησίως και προβλέπεται να είναι περίπου 0,5% ετησίως από το 2010 έως το 2015. Η μεγαλύτερη αύξηση προβλέπεται να παρατηρηθεί στις αναπτυσσόμενες χώρες (περίπου 2,6% - 1,4%) (Παπουτσόγλου, 2008). Η προβλεπόμενη παγκόσμια ανάγκη ιχθύων για την παρασκευή ιχθυαλεύρων και ιχθυελαίων, κατά το 2015, θα είναι της τάξεως των 45 εκατομμυρίων τόνων. Η ποσότητα αυτή των ιχθυαλεύρων και ιχθυελαίων αναμένεται να συμβάλει στην παρασκευή περίπου 128,6 εκατομμύρια τόνων ξηρών ιχθυοτροφών (με μέσο όρο περιεκτικότητας σε ιχθυάλευρο περίπου 35%). Η κατανάλωση των ιχθυοτροφών αυτών σε οργανωμένες ιχθυοκαλλιέργειες αναμένεται να παράγουν περίπου 72 εκατομμύρια τόνων σαρκοφάγων και παμφάγων ιχθύων σε υπερεντατικά, εντατικά και ημιεντατικά συστήματα εκτροφής (με μέσο όρο συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής περίπου 1,8 (Παπουτσόγλου, 2008).

Είναι γνωστό ότι το κόστος της διατροφής, για σχεδόν όλα τα παραγόμενα είδη ιχθύων σε εντατικά και υπερεντατικά συστήματα παραγωγής είναι περίπου 40% - 45% του συνολικού κόστους παραγωγής (Παπουτσόγλου, 2008). Μείωση του μπορεί να επιτευχθεί μόνο όταν στα καταρτιζόμενα σιτηρέσια, αντικατασταθούν τα ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια με άλλες κατάλληλες και μικρότερου κόστους ζωοτροφές φυτικής ή ζωικής προελεύσεως.

Οι ιχθυοτροφές πρέπει να προσδίδουν στο εκτρεφόμενο ψάρι τις απαραίτητες για την ανάπτυξή τους θρεπτικές ουσίες. Η αλιευτική παραγωγή δεν αναμένεται να αυξηθεί, συνεπώς η αυξανόμενη ζήτηση για ιχθυηρά θα πρέπει να ικανοποιηθεί από την επέκταση της παραγωγής των ψαριών και των λοιπών εκτρεφόμενων υδρόβιων οργανισμών μέσω της υδατοκαλλιέργειας. Ως σύνολο η αλιεία και η υδατοκαλλιέργεια παρείχαν, το 2005, περίπου 142 εκατομμύρια τόνους ψαριών για

ανθρώπινη κατανάλωση. Η υδατοκαλλιέργεια συμμετείχε κατά 43% (FAO). Τελευταία η παραγωγή των υδατοκαλλιεργειών αυξήθηκε, αποτελώντας σχεδόν το 50% των υδρόβιων προϊόντων που αφορούν την ανθρώπινη κατανάλωση ιχθύων (FAO).

Η αύξηση της θερμοκρασίας στα επιφανειακά νερά επηρέασε την κατανομή και την αφθονία των ιχθυαποθεμάτων πελαγικών ψαριών, τα οποία χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία ιχθυαλεύρων και ιχθυελαίων για ανθρώπινη κατανάλωση ή για κατανάλωση από τα ζώα.. Το φαινόμενο αυτό προκάλεσε τη μετακίνηση των ιχθυοπληθυσμών των ψαριών βορειότερα, σε πιο κρύα νερά και η αλιευτική παραγωγή που προοριζόταν για την παραγωγή ιχθυαλεύρου και ιχθυελαίου, μειώθηκε κατά 40% και 25% αντίστοιχα στο πρώτο έτος μελέτης του φαινομένου (1998 - 1999). Η μείωση αυτή προκάλεσε αναταράξεις στο χώρο της τοπικής βιομηχανίας παρασκευής ιχθυοτροφών (Παπακωνσταντίνου, 2008). Λόγο της μείωσης των αποθεμάτων και της αύξησης της τιμής των προϊόντων τους, δημιουργήθηκε η ανάγκη αντικατάστασης των ιχθυαλεύρων στα σιτηρέσια ιχθυοτροφών από χαμηλότερου κόστους πρωτεϊνούχες πρώτες ύλες ζωικής ή φυτικής προελεύσεως, του υδρόβιου ή του χερσαίου περιβάλλοντος (Παπουτσόγλου, 2008).

Οι προσπάθειες αντικατάστασης των ιχθυαλεύρων, στα σιτηρέσια των ιχθύων θα πρέπει να καταλήγουν στην επιλογή ζωοτροφών οι οποίες δεν θα προκαλούν προβλήματα δυσπεψίας ή έλλειψη απαραίτητων για τον οργανισμό ουσιών και στοιχείων. Σε αντίθετη περίπτωση παρατηρούνται φαινόμενα λιπώδους εκφύλισης του ηπατικού ιστού ή και δυσμενή επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα των ιχθύων (Spisni et al, 1998).

Επιβάλλεται η κατάρτισης των σιτηρεσίων των ιχθύων να επιτελείται όχι μόνο με βάση τις θρεπτικές και ενεργειακές τους ανάγκες και με βάση το κόστος των

παραγόμενων ιχθυοτροφών αλλά και με βαθιά γνώση των διατροφικών απαιτήσεων των ιχθύων. Ιδιαίτερος θα πρέπει να γνωρίζει διατροφολόγος τις ουσίες εκείνες που η έλλειψή τους θα μπορούσε να προκαλέσει στα ψάρια ποικίλης έντασης καταπόνηση (stress) (Παπουτσόγλου, 2008).

Η αύξηση της παραγωγής εκτρεφόμενων ιχθύων μπορεί να είναι αειφόρος μόνο με ταυτόχρονη αειφόρο αύξηση της παραγωγής ιχθυοτροφών. Η παγκόσμια παραγωγή ιχθυάλευρων παρέμεινε σχετικά στάσιμη κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες. Παράλληλα δεν υπάρχουν στοιχεία που να δείχνουν ότι αυτή θα αυξηθεί στο μέλλον (INVE, 2011). Θα πρέπει λοιπόν να βρεθούν εναλλακτικές πηγές πρωτεϊνών. Οι φυτικές πρωτεΐνες έχουν τη δυνατότητα να αντικαταστήσουν μερικώς τα πρωτεϊνικά γεύματα των ψαριών. Έλαιο σόγιας και πρωτεΐνες σόγιας, είναι σημαντικά στη διατροφή των ψαριών αλλά και των υπόλοιπων εκτρεφόμενων ζώων (INVE, 2011). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η χρήση της σόγιας συνδέεται με σοβαρές μορφολογικές αλλοιώσεις σε ορισμένα εσωτερικά όργανα, ειδικά το έντερο, όπως για παράδειγμα στην σολομό Ατλαντικού (*Salmo salar L.*) (Baeverfjord και Krogdahl, 1996) και τσιπούρας (*Sparus aurata*) (Bonaldo et al, 2008). Επιπλέον, υπάρχουν προβλήματα, με την απορρόφηση πρωτεϊνών και αμινοξέων και ορισμένες ελλείψεις οξέων (κυρίως μεθειονίνη) (Tibaldi et al, 2006, Bonaldo et al, 2008). Προηγούμενες μελέτες σχετικά με το λαβράκι έχουν δείξει ότι το επίπεδο της αντικατάστασης ιχθυαλεύρου από σογιάλευρο θα πρέπει να είναι εντός του εύρους των 15-40%. Ανάλογα με τη μέθοδο επεξεργασίας, τα υψηλότερα επίπεδα της αντικατάστασης μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της απόδοσης της ανάπτυξης (Tibaldi et al, 2006).

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία των πρωτεϊνών στη διατροφή των ψαριών και λαμβάνοντας υπόψη το πλαίσιο της έρευνας για τις εναλλακτικές λύσεις για το ιχθυάλευρο, σχεδιάστηκε η παρούσα μελέτη. Στόχος της ήταν η διερεύνηση της

χρήσης των μυδιών της Μεσογείου (*Mytilus galloprovincialis*) στη διατροφή του εκτρεφόμενου λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*). Το μύδι *Mytilus galloprovincialis* έχει ήδη ερευνηθεί ως βασική τροφή για πουλερικά με πολύ καλά αποτελέσματα και μάλιστα στη οργανική διατροφή τους (Jönsson, 2009).

Η σάρκα του μυδιού θα μπορούσε πιθανώς να αντικαταστήσει το ιχθυάλευρο που χρησιμοποιείται σήμερα στις βιολογικές (οργανικές) εκτροφές ιχθύων ή άλλων ζώων. Έρευνες (Jönsson, 2009) έδειξαν ότι τα μύδια μπορούν να είναι μια καλή και υψηλής ποιότητας πρωτεϊνική πηγή για τα πουλερικά και ότι μπορούν να αντικαταστήσουν εξίσου καλά το ιχθυάλευρο στις οργανικές διατροφές για τις ωσότρες όρνιθες και τα κοτόπουλα. Η καλλιέργεια μυδιών στη θάλασσα αποτελεί μια μοναδική διαδικασία κατά την οποία τα μύδια αξιοποιούν τις θρεπτικές ουσίες του νερού (κυτταρικές ή και διαλυμένες). Κατά συνέπεια, τα μύδια θα μπορούσαν αφενός να είναι μια πολύ καλή τροφή με υψηλή θρεπτική αξία και αφετέρου να συμβάλουν στην απομάκρυνση αζωτούχων ουσιών από το θαλάσσιο περιβάλλον (Jönsson, 2009). Αξίζει να σημειωθεί ότι για την παραγωγή των μυδιών δεν απαιτείται τροφή εμπορίου ή άλλου είδους τροφής που παρασκευάζεται από τον άνθρωπο.

Η Ελλάδα είναι μια από τις πιο παραγωγικές χώρες όσο αναφορά στην παραγωγή του μυδιού *Mytilus galloprovincialis*. Κυρίως οι περιοχές του Δέλτα Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα. Στο Θερμαϊκό κόλπο παράγεται το 90% των μυδιών της χώρας μας. Στην θαλάσσια περιοχή των εκβολών του Αξιού παράγεται σχεδόν το 60% της εθνικής παραγωγής. Στην περιοχή αυτή του Δέλτα, ανέκαθεν ασκείται η παραδοσιακή αλιεία και η οστρεοκαλλιέργεια - ειδικότερα μονοκαλλιέργεια - μύδια, με καλά αποτελέσματα και καλές προοπτικές. Στην περιοχή της Χαλάστρας, που είναι και η περιοχή από όπου προέρχονται τα μύδια της παρούσας μελέτης οι αλιείς μυδοτρόφοι ανέρχονται σε 110 άτομα (Δήμος Δέλτα, 2011).

Τα δίθυρα μαλάκια (οστρακοειδή) στα οποία ανήκουν και τα μύδια, είναι διηθηματοφάγοι οργανισμοί. Έχουν παγκόσμια εξάπλωση και ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην οικολογία των θαλάσσιων βιοκοινωνιών. Ο γρήγορος ρυθμός αύξησης και η θρεπτική αξία των οστρακοειδών αποτέλεσαν σημαντικά κίνητρα για την καλλιέργειά τους. Στη χώρα μας, ο Θερμαϊκός Κόλπος είναι η σημαντικότερη περιοχή παραγωγής και αλιείας οστρακοειδών, τόσο καλλιεργούμενων μυδιών όσο και άλλων ειδών (κυρίως κυδώνια, χάβαρα, γυαλιστερές). Η μυδοκαλλιέργεια στην περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου είναι μία επικερδής δραστηριότητα που αναπτύχθηκε τα τελευταία 30 χρόνια.

Η ετήσια παραγωγή εκτιμάται σε περίπου 30.000 τόνους μύδια, που αποτελεί και το 90% της ελληνικής παραγωγής. Η καλλιέργεια είναι εκτατικού τύπου με δύο μεθόδους: της πλωτής (long line) και της πασσαλωτής καλλιέργειας. Σήμερα, στις εκβολές του Αξιού ποταμού υπάρχουν περισσότερες από 80 καλλιέργειες πασσαλωτές και 350 πλωτές. Η μυδοπαραγωγή είναι ομαδοποιημένη και τη χωρίζουμε σε τρία τμήματα: εκβολή Αξιού στα όρια του Δήμου Χαλάστρας, εκβολή Λουδία στα όρια του Δήμου Αξιού και δυτικά της εκβολής του Αλιάκμονα στις ακτές της Πιερίας (Salomons, 2004).

Η μυδοκαλλιέργεια εξαρτάται από την παροχή γλυκού νερού των ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα. Τα υδροδυναμικά ρεύματα του κόλπου της Θεσσαλονίκης καθορίζουν το ρυθμό αυτοκαθαρισμού της θαλάσσιας αυτής περιοχής (Galinou-Mitsoudi et al, 2006). Η μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων που φέρνουν τα ποτάμια στον Θερμαϊκό κόλπο επηρεάζει την ανάπτυξη των μυδιών, με αποτέλεσμα στην περιοχή αυτή τα μύδια να αναπτύσσονται πολύ γρήγορα και να δίνουν μια σημαντική παραγωγή.

Το είδος που εκτρέφεται είναι το *Mytilus galloprovincialis*. Είναι είδος ενδημικό της Ανατολικής Μεσογείου, Αδριατικής και Μαύρης θάλασσας. Συναντάται σε όλες τις θάλασσες του κόσμου είτε γιατί έχει εισαχθεί εκεί για καλλιέργεια είτε γιατί έχει μεταφερθεί εκεί με τα καράβια κι έχει ευδοκιμήσει. Συγκαταλέγεται στους 100 «χειρότερους παγκόσμιους εισβολείς» (Φ.Δ.Δ., 2011), καθώς όταν εγκαθίσταται σε περιοχές όπου δεν είναι ενδημικό, εκτοπίζει τα τοπικά είδη μυδιών. Καλλιεργείται εμπορικά σε μεγάλη κλίμακα στην Ιαπωνία και την Κίνα, ενώ τη μεγαλύτερη παραγωγή στην Ευρώπη την κάνει η Ισπανία.

Τρέφεται με φυτοπλαγκτόν που διηθεί (φιλτράρει) μέσα από τα βράγχιά του και με θρεπτικές ουσίες διαλυμένες στο νερό. Προτιμά θαλάσσιες περιοχές με έντονη κίνηση υδάτινων μαζών, όπου υπάρχει αφθονία θρεπτικών υλικών και μεγαλύτερη πυκνότητα φυτοπλαγκτού. Ένα μύδι μήκους 5 εκατοστών μπορεί να φιλτράρει έως και 5 λίτρα νερού την ώρα (Φ.Δ.Δ., 2011).

1.3 Μύδι *Mytilus galloprovincialis*

Συστηματική κατάταξη: *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

Βασίλειο: Ζώα (Animalia)

Φύλο: Mollusca

Κλάση: Bivalvia

Οικογένεια: Mytilidae

Γένος: *Mytilus*

Είδος: *Mytilus galloprovincialis*



Εικόνα 2: *Mytilus galloprovincialis*
(www.fish.gov)

Εξωτερικά χαρακτηριστικά του μυδιού *Mytilus galloprovincialis*: είναι λείο με λεπτές συγκεκριμένες γραμμές αύξησης, σε χρωματισμούς σκούρο μπλε, σχεδόν μαύρο – ιώδες. Οι δύο θύρες είναι σχεδόν τριγωνικές και αποστρογγυλεμένο στο οπίσθιο άκρος του. Έχει δύο όστρακα (κελύφη ή θύρες εξ ου και δίθυρο) σχετικά λεπτά, επιμήκη, τριγωνικά και συμμετρικά (ισόθυρο). Ο ελαστικός σύνδεσμος είναι

επιμήκης εσωτερικός, το κλείθρο έχει 3 – 5 μικρά λεπτά δόντια. Τα αποτυπώματα προσαγωγών μυών είναι άνισα, αφού το πρόσθιο είναι πολύ μικρότερο του οπίσθιου με χαρακτηριστικό μελανό χρώμα. Οι εσωτερικοί χρωματισμοί του μυδιού είναι: περιφερειακά μελανόχρωμο, κεντρικά υπόλευκο, σταχτόχρωμο, μαργαρώδες με ιριδισμούς (Γαληνού-Μητσούδη κ.α., 2007).

Η μορφή του κελύφους ποικίλλει ανά περιοχή. Τείνει επίσης να γίνει μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα είδη της ίδιας οικογένειας, μέχρι 15 cm, αν και το χαρακτηριστικό του μέγεθος είναι από 5 – 8cm.

Το *M. galloprovincialis* μπορεί να βρεθεί από εκτεθειμένες βραχώδεις περιοχές μέχρι και σε αμμώδεις ακτογραμμές. Σε αντίθεση με άλλα είδη εμφανίζει μεγάλη ανοχή στον έντονο υδροδυναμισμό και στις επιδράσεις τις παλίρροιας (Carlton, 1992).

Στοιχεία της οικολογίας του *Mytilus galloprovincialis*: Συναντάτε σε υπόστρωμα σκληρό ή μαλακό, είναι επιβενθικό και ο βιότοπος στον οποίο διαβιεί είναι λιμάνια, βραχώδεις ακτές, προσκολλημένο σε πέτρες και άλλα στερεά αντικείμενα (π.χ. ύφαλα σκαφών, σκοινιά, άγκυρες). Το βάθος κατανομής του είναι μεσοπαραλιακή και υποπαραλιακή ζώνη μικρότερου βάθους από (< 100 m) και γεωγραφικά το βρίσκουμε στην Ελλάδα, στη Μεσόγειο, στη Μαύρη θάλασσα όπως και σ' όλο τον κόσμο.

Στοιχεία βιολογίας του *Mytilus galloprovincialis*: Μέγιστο μήκος μυδιού 15,0 cm, μέγιστη ηλικία 20 έτη, είναι γονοχωριστικό είδος με αναλογία φύλων 1 θηλυκό άτομο προς 1 αρσενικό, σπάνια μπορεί να εμφανιστεί και ερμαφροδιτισμός (1 : 1.000). Η πρώτη ηλικία αναπαραγωγής τους είναι πριν τους 6 μήνες ζωής τους. Το μέγεθός των μυδιών κατά την περίοδο αναπαραγωγής τους, της πρώτης

αναπαραγωγής τους είναι μικρότερο από 0,6cm, η απόλυτη γονιμότητά του είναι 107 αβγά, γοναδική δραστηριότητα σχεδόν όλων τον χρόνο και οι περίοδοι αναπαραγωγής του είναι από τον Ιανουάριο – Μάρτιο, τον Μάιο και από τον Οκτώβριο έως τον Δεκέμβριο.

Νομοθεσία σχετική με το *Mytilus galloprovincialis*: Το ελάχιστο επιτρεπόμενο μέγεθος αλίευσης του μυδιού, βάση της ισχύουσας νομοθεσίας, είναι 5,0 cm. Η περίοδος προστασίας για την αναπαραγωγή του είναι από 1 Νοεμβρίου έως 31 Μαρτίου, τα επιτρεπόμενα αλιευτικά εργαλεία που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την αλιεία τους είναι η καταδυτική συσκευή, ο αργαλειός και η τσουγκράνα (Γαληνού-Μητσούδη κ.α., 2007). Το μύδι τελευταία δεν αλιεύεται διότι η παραγωγή από τη μυδοκαλλιέργεια καλύπτει πλήρως τη ζήτηση.

Τα δίθυρα μαλάκια (οστρακοειδή) είναι διηθηματοφάγοι οργανισμοί με παγκόσμια εξάπλωση και με ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην οικολογία των θαλάσσιων βιοκοινωνιών. Ο γρήγορος ρυθμός αύξησης και η μεγάλη θρεπτική αξία των οστρακοειδών αποτέλεσαν σημαντικά κίνητρα για την καλλιέργειά τους. Στη χώρα μας, ο Θερμαϊκός Κόλπος είναι η σημαντικότερη περιοχή παραγωγής και αλιείας Οστρακοειδών.

Με βάση τα στοιχεία του έτους 2005 (Eurostat 2008) η παγκόσμια παραγωγή μυδιών είναι περίπου 1.800.000tn, εκ των οποίων περίπου 100.000tn αποτελούν την παραγωγή του μεσογειακού μυδιού *Mytilus galloprovincialis*. Η ίδια πηγή αναφέρει ότι η συνολική ευρωπαϊκή παραγωγή *Mytilus galloprovincialis* είναι λίγο μικρότερη από 100.000tn, και η Ελλάδα παρουσιάζει το 1/5 της ευρωπαϊκής παραγωγής.

Η Ελληνική παραγωγή μυδιών άρχισε να αυξάνει από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, δηλαδή μια εικοσαετία αργότερα από ότι στην Ευρώπη (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007). Από τους 30.000 τόνους μυδιών που αποτελούν την ελληνική παραγωγή το 80 - 90% της παραγωγής αυτής εξάγεται κυρίως, στην Ιταλία και τη Γαλλία. Η αξία της παραγωγής στην περιοχή του Θερμαϊκός Κόλπου είναι 10 εκατομμύρια ευρώ ετησίως (Zanou & Anagnostou, 2001; Karageorgis et al, 2004) και απασχολούνται περίπου 1.000 άτομα στις μονάδες.



Εικόνα 3: Μυδοκαλλιέργεια
(www.axiosdelta.gr)

Τα μύδια λόγω της υψηλής περιεκτικότητας της σάρκας τους σε λευκώματα, αποτελούν σημαντική πηγή τροφής τόσο για τους υδρόβιους οργανισμούς, όσο και για τον άνθρωπο. Η θρεπτική τους αξία και ο γρήγορος ρυθμός ανάπτυξής τους καθιστούν πολύ καλούς οργανισμούς για καλλιέργεια (Αντωνιάδου, 2003).

1.4 Τα μύδια ως πηγή πρωτεϊνών σε ζωοτροφές

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία των πρωτεϊνών και των αμινοξέα στη διατροφή των ψαριών, σχεδιάσαμε την παρούσα έρευνα για να διερευνηθεί η δυνατότητα χρήσης των μυδιών *Mytilus galloprovincialis* (μεσογειακό μύδι) στη διατροφή του λαβρακιού. Το μύδι *Mytilus galloprovincialis* έχει ήδη ερευνηθεί ως βασική τροφή για πουλερικά στην βιολογική (οργανική) διατροφή τους με πολύ καλά αποτελέσματα και να θεωρείται ότι το μύδι μπορεί να αντικαταστήσει το ιχθυάλευρο που χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα.

Ένα μύδι περιέχει 79 - 83 % υγρασία, 11 - 13% πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας, 2,0 - 2,3% υδατάνθρακες, 1,5 - 1,8% λίπος, και 0,35% μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ενώσεις (Metaxatou, 1998; Vasakakou et al, 2003). Αποτελεί τροφή χαμηλής περιεκτικότητας σε λίπη και χοληστερόλη (King et al, 1990; Holland et al,

1994; Vasakakou et al, 2003). Η σάρκα του έχει υψηλή αναλογία λιπαρού οξέος $\omega 3/\omega 6$ με αποτέλεσμα όταν καταναλώνεται από τον άνθρωπο να ωφελεί τον οργανισμό του. Η αύξηση της συγκέντρωσης των $\omega 3$ λιπαρών οξέων στο αίμα συμβάλλει στη χαμηλή εμφάνιση καρδιαγγειακών ασθενειών και μειώνει τη θνησιμότητα από αρτηριοσκλήρυνση και καρδιακές παθήσεις (Kinsella, 1986; Ackman, 1995; Vasakakou et al, 2003). Η ποσότητα της σάρκας αποτελεί το 25% του συνολικού βάρους του μυδιού από το οποίο το μισό αποτελείται από πρωτεΐνες (Miletic, 1991). Υψηλής ποιότητας μύδια με μήκος θηρών 6 – 7 cm περιέχουν σάρκα που ανέρχεται σε 25 - 30 % του βάρους τους.

Από τις αρχές της άνοιξης μέχρι και το φθινόπωρο η άνοδος της θερμοκρασίας ευνοεί την ανάπτυξη του μυδιού με αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους του και την απόκτηση των ειδικών οργανοληπτικών του ιδιοτήτων.

Το γλυκογόνο και άλλοι πολυσακχαρίτες όπως: η γλυκόζη, μαλτόζη, μαλτοτριόζη και μαλτοτετραόζη απαντώνται στο ηπατοπάγκρεας του μυδιού. Η ολική ποσότητα των πολυσακχαρίτων ανέρχεται περίπου στο 13,6 % (Bussani, 1983) σε ξηρή ουσία, ενώ οι ολικές πρωτεΐνες κυμαίνονται σε ποσοστό 42,7 % και το λίπος 9,61 % σε ξηρή ουσία (Miletic, 1991).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης του μυδιού (*Mytilis galloprovincialis*) στη διατροφή των λαβρακιών.



Εικόνα 4 : Δεξαμενές πειραματικής εκτροφής ψαριών

1.5 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*)

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ

Η συστηματική κατάταξη του Λαβρακιού είναι η εξής :

Ομοταξία : OSTEICTHYES

Υφομοταξία : ACTINOPTERYGII

Τάξη : PERSIFORMES

Υπόταξη : PERCOIDEI

Οικογένεια : SERRANIDAE

Γένος : *DICENTRARCHUS*

Είδος : *LABRAX*



Εικόνα 5 : Λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*)
(www.21food.com)

Εντοπίζεται στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού, στη Μεσόγειο και στη Μαύρη θάλασσα. Προτιμά να ζει σε υφάλμυρα, παράκτια ύδατα, σε εκβολές ποταμών και λιμνοθάλασσες.

Το φθινόπωρο επιστρέφει στην ανοικτή θάλασσα για αναπαραγωγή, ενώ για όλο το χειμώνα παραμένει στα βαθιά νερά. Η αναπαραγωγική περίοδος τοποθετείται μεταξύ τέλους Οκτωβρίου και αρχών Μαρτίου, συνήθως τον Ιανουάριο όταν η θερμοκρασία του νερού είναι 11°-19°C. Η επώαση των αυγών συνήθως γίνεται σε θερμοκρασία 13°C. Τα αυγά είναι πελαγικά με διάμετρο 1,18 mm και χρόνο εκκόλαψης 4,67 ημέρες στη θερμοκρασία των 13°C. (θερμοημέρες). Ο χρόνος διπλασιασμού ενός άγριου πληθυσμού θεωρείται ότι είναι 1,4 έως 4,4 χρόνια. Τα νεαρά ψάρια σχηματίζουν ομάδες σε αντίθεση με τα ενήλικα που ζουν μεμονωμένα (Χατζηγιαννακέρη & Χρηστάκου, 2011). Το λαβράκι είναι είδος σαρκοφάγο και εξαιρετικά αδηφάγο. Χαρακτηρίζεται από την παρουσία καλά αναπτυγμένων δοντιών που χρησιμεύουν για την αρπαγή και τη συγκράτηση της τροφής.

Είναι είδος με μεγάλο εύρος επιβίωσης σε θερμοκρασίες 2° - 35°C, είναι ευρύαλο (με δυνατότητα προσαρμογής των μεγάλων ατόμων και σε γλυκά νερά), και προτιμά να κινείται σε νερά με pH 7,8 - 8,3. Προτιμά τα καλά οξυγονωμένα νερά. Ως θερμοκρασία βέλτιστης ανάπτυξης θεωρείται αυτή των 22°C. Το μέγιστο μέγεθος που μπορούν να αποκτήσουν τα λαβράκια είναι 103 cm, μέγιστο βάρος 12 kg και μέγιστη ηλικία 15 χρόνια (Χατζηγιαννακέρη & Χρηστάκου, 2011).

1.6 Στοιχεία διατροφής του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*)

Το Λαβράκι ανήκει στην κατηγορία «άρπαγες» και τρέφεται με σχετικά μεγάλου μεγέθους κινούμενους οργανισμούς. Η διατροφή του είναι ευκαιριακή (μεγάλο πλήθος ειδών από τα επιφανειακά νερά έως τα μεσόνερα και τον πυθμένα), ενώ η εξαιρετική αδηφαγία του δεν το εμποδίζει να αρπάξει όποια τροφή βρεθεί μπροστά του ακόμη και αν έχει ήδη καταναλώσει μεγάλη ποσότητα άλλης τροφής. Τη βασική του τροφή αποτελούν τα ψάρια και τα καβούρια (δεκάποδα βραγχίουρα καρκινοειδή), οι γαρίδες (δεκάποδα μακρύουρα καρκινοειδή), ενώ μικρότερης σημασίας είναι οι δακτυλιοσκώληκες και τα μαλάκια. Καθώς αυξάνει η ηλικία αυξάνουν και οι προτιμήσεις του για καβούρια και ψάρια ενώ τα πολύ μεγάλα (>68cm) τείνουν προς λίγα και μεγάλα ψάρια (Χατζηγιαννακέρη & Χρηστάκου, 2011).

Σε άτομα μικρότερα από 40 cm η διατροφή αποτελείται κατά 70 - 80 % από αμφίποδα και κατά 20-30% από διάφορες προνύμφες εντόμων (χειρονομίδες), ενώ τα άτομα με μέγεθος μεγαλύτερο από 40cm, διατρέφονται κατά 80% από ψάρια και κατά 20% από καρκινοειδή και μαλάκια.

Το λαβράκι είναι θηρευτής που κυνηγά ατομικά στο επιφανειακό υδάτινο στρώμα, επιτιθέμενο στη λεία του από κάτω, και αφού την επιλέξει (ώστε να ταιριάζει στις διαστάσεις του στόματος του) επιτίθεται, την αρπάζει και φεύγει (Χώτος & Ρογδάκης, 1992).

1.7 Σκοπός - στόχος

Ως πηγή πρωτεϊνών για τη διατροφή του λαβρακιού στις εμπορικές τροφές χρησιμοποιείται κυρίως το ιχθυάλευρο. Τελευταία, κυρίως λόγω της μειωμένης διαθεσιμότητας του ιχθυαλεύρου, αλλά και της αύξησης της τιμής του, διερευνάται η δυνατότητα χρησιμοποίησης άλλων πηγών πρωτεϊνών, κυρίως φυτικής προέλευσης. Η Ελλάδα παράγει περίπου 30000 τόνους μυδιού κάθε χρόνο (agrotypus, 2006). Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής εξάγεται. Πολλές φορές όμως παρατηρείται το φαινόμενο ένα μεγάλο μέρος της παραγωγής να παραμένει αδιάθετο. Λόγω του προβλήματος της διάθεσης των μυδιών, που κάποιες χρονιές παρατηρείται, οι μυδοκαλλιεργητές ενδιαφέρονται και διερευνούν εναλλακτικούς τρόπους διάθεσης του προϊόντος τους. Σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) στη διατροφή του λαβρακιού ως μυδάλευρο ή ως νωπό μύδι, αντικαθιστώντας μερικώς το ιχθυάλευρο. Προηγούμενες μελέτες έχουν ήδη δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα σε σχέση με την χρήση του μυδάλευρου στη διατροφή άλλων ζώων (Jönsson & Elwinger, 2009; Kikuchi & Furuta, 2009), μιας και η περιεκτικότητά του σε υψηλής αξίας πρωτεΐνες και απαραίτητα αμινοξέα είναι ιδιαίτερα υψηλή (Jönsson & Elwinger, 2009). Στη παρούσα μελέτη, εκτιμήθηκαν διάφοροι διατροφικοί δείκτες με στόχο να μελετηθεί η επίδραση των πειραματικών σιτηρεσίων στην αύξηση, στην πρόσληψη της τροφής, αλλά και στην αξιοποίησή της από το εκτρεφόμενο λαβράκι.

2. ΨΑΡΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

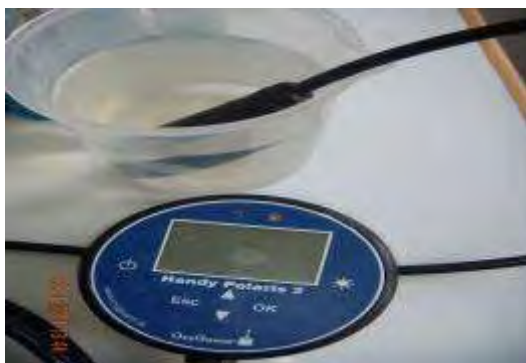
2.1 Ψάρια – συνθήκες εκτροφής

Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν 800 λαβράκια (*Dicentrarchus labrax*), των οποίων η προμήθεια έγινε από Ιχθυογεννητικό σταθμό της περιοχής της Ηγουμενίτσας. Τα ψάρια μετά την παραλαβή τους, ζυγίστηκαν ατομικά και χωρίστηκαν ισάριθμα και τυχαία σε 8 δεξαμενές όγκου 500 λίτρων έκαστη. Τα ψάρια αφέθηκαν να εγκλιματιστούν σε αυτές τις δεξαμενές για μια εβδομάδα πριν αρχίσει η διαδικασία του πειράματος.

Οι τρεις πειραματικές ομάδες που σχηματίστηκαν ήταν: Ομάδα Α (περιελάμβανε 3 δεξαμενές με 100 λαβράκια έκαστη): διατροφή με εμπορική τροφή στην οποία αναμίχθηκαν νωπά μύδια (μετά από ομογενοποίηση) σε αναλογία 300 g μύδια ανά Kg τροφής εμπορίου (Inicio plus 401, Biomar). Ομάδα Β (περιελάμβανε 3 δεξαμενές με 100 λαβράκια έκαστη) διατροφή με εμπορική τροφή στην οποία αναμίχθηκε μυδάλευρο σε αναλογία 50 g μυδάλευρο ανά 700 g τροφής εμπορίου (Inicio plus 401, Biomar). Ομάδα Γ (περιελάμβανε 2 δεξαμενές με 100 λαβράκια έκαστη): διατροφή με εμπορική τροφή (Inicio plus 401, Biomar). Οι πειραματικές τροφές των ομάδων Β και Γ είχαν παρόμοιο ποσοστό ολικής πρωτεΐνης (περίπου 58%) ενώ η τροφή της ομάδας Α ελαφρώς χαμηλότερο (περίπου 56 %) (Πίνακας 1). Η ποσότητα της τροφής που διανέμονταν στα ψάρια καθημερινά υπολογίστηκε με βάση ένα προκαταρκτικό πείραμα. Υπολογίστηκε στο προκαταρκτικό αυτό πείραμα η μέγιστη ποσότητα εμπορικής τροφής που μπορούν να καταναλώσουν τα λαβράκια κάτω από τις συγκεκριμένες πειραματικές συνθήκες.

Στο πείραμα αυτό δόθηκε για 6 μέρες τόση ποσότητα τροφής ώστε τα ψάρια να την έχουν καταναλώσει χωρίς να υπάρχει περίσσια τροφής στη δεξαμενή.

Κατά την διάρκεια της προσαρμογής αλλά και μετέπειτα παρατηρήθηκε η συμπεριφορά των ψαριών και έγινε καθημερινή μέτρηση των παραμέτρων του νερού (οξυγόνο, pH, θερμοκρασία, αλατότητα) με τα ειδικά όργανα μέτρησης. Το οξυγόνο και η θερμοκρασία μετρήθηκαν με το OxyGuard Handy Polaris 2, η αλατότητα μετρήθηκε με το αλατόμετρο Atago, το pH μετρήθηκε με τη συσκευή Wissenschaftlich Technische Werkstätten και η περιεκτικότητα του νερού σε αμμωνία μετρήθηκε με kit Wave, NH₃ NH₄ Check- Ammoniac- Ammonio. Το νερό που υπήρχε στις δεξαμενές ήταν θαλασσινό (S 35‰), ενώ παρέχονταν συνεχής αερισμός και γινόταν καθημερινή ανανέωση του νερού της τάξης του 50% νερού της κάθε δεξαμενής. Παράλληλα το νερό ανακυκλοφορούσε με αντλία Boyu submersible filter. Σε κάθε κύκλο της ανακυκλοφορίας που διαρκούσε περίπου 30 λεπτά (ρυθμός ανακυκλοφορίας δυο φορές ανά ώρα) το νερό περνούσε από πλαστικό βιολογικό φίλτρο 10 λίτρων με βιολογικό υλικό 150m²/m³ και από σύστημα διήθησης (σπόγγο) για να κατακρατούνται τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια που περιείχε. Η φωτοπερίοδος που εφαρμόστηκε κατά τη διάρκεια του πειραματισμού ήταν 16 ώρες φώς και 8 σκοτάδι. Οι δεξαμενές καθαρίζονταν καθημερινώς με ένα σιφόνι που απορροφούσε και απομάκρυνε τα περιττώματα που παρέμεναν επί του πυθμένα των δεξαμενών μετά την αλλαγή του νερού.



Εικόνα 6 : Οξυγονόμετρο



Εικόνα 7 : Αλατόμετρο



Εικόνα 8 : Όργανο μέτρησης του pH



Εικόνα 9 : Κιτ μέτρησης

Μετά το πέρας της μίας εβδομάδας προσαρμογής στο νέο περιβάλλον και την ολοκλήρωση του προκαταρκτικού πειράματος διατροφής, πραγματοποιήθηκε η πρώτη ζύγιση ώστε να είναι γνωστό το αρχικό βάρος των ψαριών. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για το ζύγισμα ήταν η ακόλουθη: αρχικά, σε κάθε δεξαμενή μειώθηκε η στάθμη του νερού και στη συνέχεια το κάθε λαβράκι συλλαμβάνονταν με μια απόχη, με τρόπο ώστε να μην προκληθεί έντονη καταπόνηση. Στη συνέχεια το κάθε λαβράκι ζυγίζονταν και καταγραφόταν το βάρος του.



Εικόνα 10 : Ζύγισμα λαβρακιού



Εικόνα 11 : Κατεψυγμένη σάρκα μυδιών



Εικόνα 12 : Διαχωρισμός της σάρκας του μυδιού από το κέλυφος του.

Τα μύδια που χρησιμοποιήθηκαν για την πειραματική εκτροφή, προέρχονταν ευγενικά από το Εργαστήριο αποκελύφωσης μυδιών του κ. Τσιάρα Αλέξανδρου στη Χαλάστρα Θεσσαλονίκης. Γινόταν προμήθεια μόνο σάρκας αφού πρώτα αφαιρέθηκε το κέλυφός των μυδιών στο εργαστήριο αποκελύφωσης. Κατά την διαδικασία του πειραματισμού, η μισή ποσότητα της σάρκας των μυδιών αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη σε θερμοκρασία $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ και τα υπόλοιπα αποξηράθηκαν σε ειδικό κλίβανο του Εργαστηρίου Διατροφής της Κτηνιατρικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου σε θερμοκρασία $71\text{ }^{\circ}\text{C}$ για 4 ημέρες, έπειτα αλέσθηκαν σε ειδικό μύλο του ίδιου Εργαστηρίου Διατροφής και τοποθετήθηκαν σε έναν γυάλινο περιέκτη, αεροστεγώς κλεισμένο, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος να απορροφήσει η τροφή υγρασία. Το μυδάλευρο συντηρούνταν υπό ψύξη έως την ενσωμάτωσή του στην τροφή.

2.2 Πειραματικές τροφές

Η σίτιση των ψαριών της κάθε δεξαμενής γινόταν σε 2 γεύματα ημερησίως, 6 μέρες την εβδομάδα, για χρονικό διάστημα 2 μηνών.



Οι τροφές παρασκευάζονταν

Εικόνα 13 : πειραματικές τροφές

καθημερινά σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία:

Νωπά μύδια: Οι δεξαμενές των οποίων τα ψάρια έπρεπε να ταιστούν με νωπά μύδια ήταν οι δεξαμενές 1, 2 και 3. Τα μύδια πρώτα αποκελυφώθηκαν και τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη στους $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Σε κάθε τείσμα, η απαιτούμενη ποσότητα της κατεψυγμένης σάρκας των μυδιών αφαιρούνταν από την κατάψυξη και αφήνονταν να αποψυχθούν για ένα μικρό χρονικό διάστημα (δύο ώρες) και στη συνέχεια

τοποθετούνταν μέσα σε ειδικό ηλεκτρικό αναμίκτη - κόφτη και ομογενοποιούνταν. Τέλος τοποθετούνταν μέσα σε κυπελάκια μαζί με την ποσότητα από σύμπηκτα που απαιτούνταν και αναμιγνύονταν ώστε να γίνουν μια ενιαία μάζα.

Μυδάλευρο (μύδι σε σκόνη): Οι δεξαμενές των οποίων τα ψάρια έπρεπε να ταϊστούν με σκόνη μυδιών ήταν οι δεξαμενές 6, 7 και 8. Η διαδικασία αυτή απαιτούσε πρώτα να αποκελυφωθούν τα μύδια, να τοποθετηθούν απλωμένα σε ένα δίσκο και στη συνέχεια να μεταφερθούν σε ένα ειδικό κλίβανο για αποξήρανση. Η αποξήρανση διαρκούσε 4 ημέρες στους 71 °C. Μετά το πέραν της 4ης ημέρας τα μύδια αφαιρούνταν από το φούρνο και μεταφέρονταν σε ένα μύλο του Εργαστηρίου Διατροφής της Κτηνιατρικής σχολής για να αλεσθούν και να παραχθεί το μυδάλευρο. Τέλος τοποθετούνταν σε αεροστεγή βάζα και συντηρούνταν στο ψυγείο.

Σύμπηκτα: Τα σύμπηκτα ήταν μια εμπορική τροφή από μια εταιρεία παραγωγής ιχθυοτροφών. Σε αυτήν την περίπτωση δεν χρειαζόταν κάποιος περεταίρω χειρισμός.

Η σύνθεση από δείγματα τροφής, νωπά μύδια με σύμπηκτα, μυδάλευρο με σύμπηκτα και σύμπηκτα (pellets), αναλύθηκε από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών στο Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών και με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν φτιάχτηκαν τα σιτηρέσια.

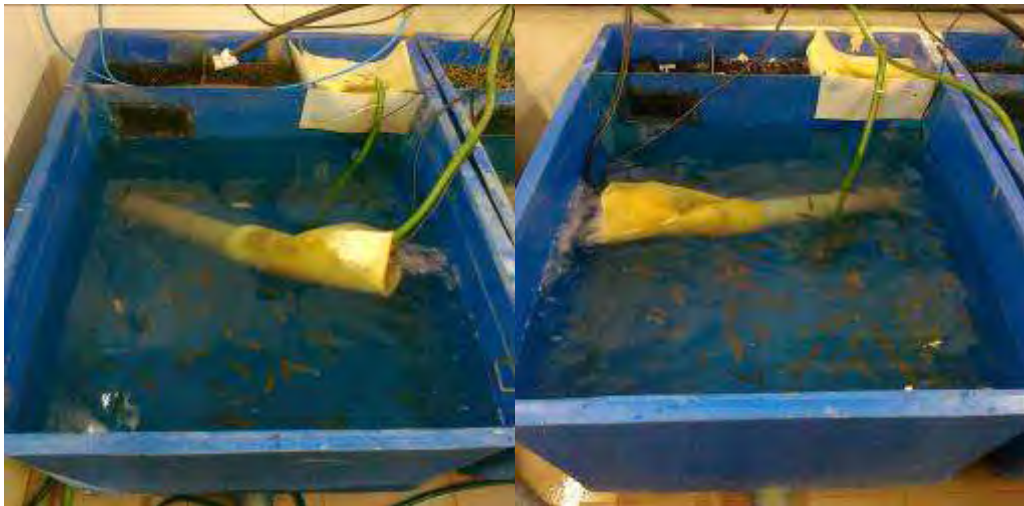
2.3 Εκτίμηση διατροφικών δεικτών

Οι διατροφικοί δείκτες που εκτιμήθηκαν είναι:

- Διαφορά βάρους WG (weight gain), $WG = \text{τελικό βάρους} - \text{αρχικό βάρους}$
- Δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής FCR (Feed conversion ratio), $FCR = \frac{\text{Ποσότητα χορηγούμενης τροφής (Ξ.Β.)}}{\text{Αύξηση βάρους ψαριών}}$
- Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης SGR (Specific growth rate), $SGR = \left[\frac{\ln \text{βάρους τελικό} - \ln \text{βάρους αρχικό}}{\text{ημέρες}} \right] * 100$
- Δείκτης αποτελεσματικότητας πρωτεΐνης PER (Protein efficiency ratio), $PER = \frac{\text{Αύξηση βάρους ψαριού}}{\text{πρωτεΐνη που προσλάμβανε το ψάρι}}$
- Σύνολο πρόσληψης τροφής TFI (Total feed intake), $TFI = \frac{\text{βάρους ξηρής χορηγούμενης τροφής}}{\text{ψάρι}}$

2.4 Στατιστική επεξεργασία

Κάθε δεξαμενή θεωρείτο ως πειραματική μονάδα και τα ψάρια που υπήρχαν στο πείραμα αντιπροσώπευαν τις μονάδες του δείγματος. Όλα τα δεδομένα από τις επιμέρους μετρήσεις ελέγχθηκαν για την ομαλότητα και την ομοιογένεια της διακύμανσης πριν υποβληθούν σε one – way ANOVA χρησιμοποιώντας τις δοκιμές Kolmogorov - Smirnov και Levene, αντίστοιχα. Οι δεξαμενές 4 και 5 που ταΐζονταν με σύμπηκτα (pellets) χρησιμοποιήθηκαν για σύγκριση (μάρτυρες). Σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας τη δοκιμή του Tukey. Το επίπεδο της σημαντικότητας ορίστηκε στο $P = 0.05$. Όλες οι στατιστικές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποίησαν το λογισμικό SPSS ver 16.

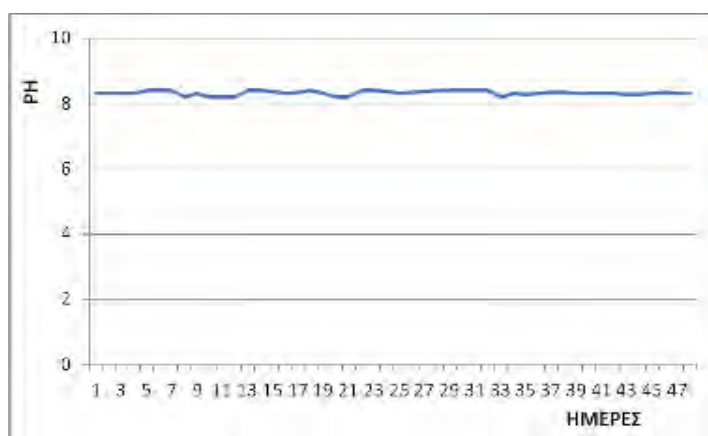


Εικόνα 14 : Δεξαμενές πειραματικής εκτροφής λαβρακιών (*Dicentrarchus labrax*)

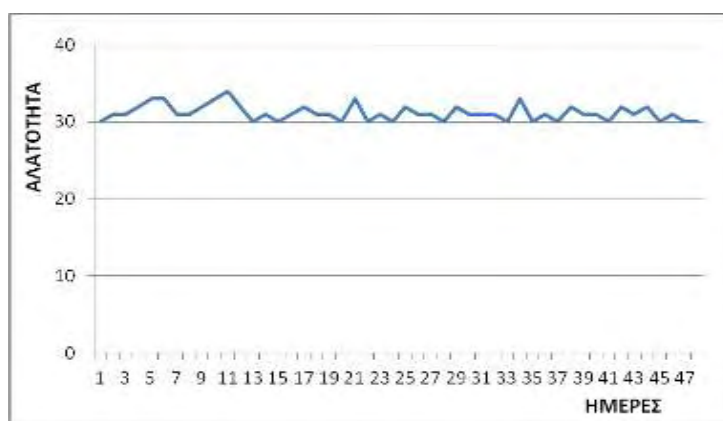
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Παράμετροι ποιότητας νερού

Το οξυγόνο κυμαίνονταν από 4,9 – 5,4 mg/l, η θερμοκρασία από 20 – 23 °C, η αλατότητα από 30 – 35‰, το pH από 8,2 – 8,4 και η περιεκτικότητα του νερού σε ολική αμμωνία ήταν περίπου 0,1 mg/l. Επειδή η αλατότητα και το pH ήταν παρόμοια σε όλες τις δεξαμενές, παρατήθεται μόνο ένα διάγραμμα που αναφέρεται και στις 8 δεξαμενές του πειράματος. Τα διαγράμματα παρουσιάζονται στις εικόνες 15 – 16.

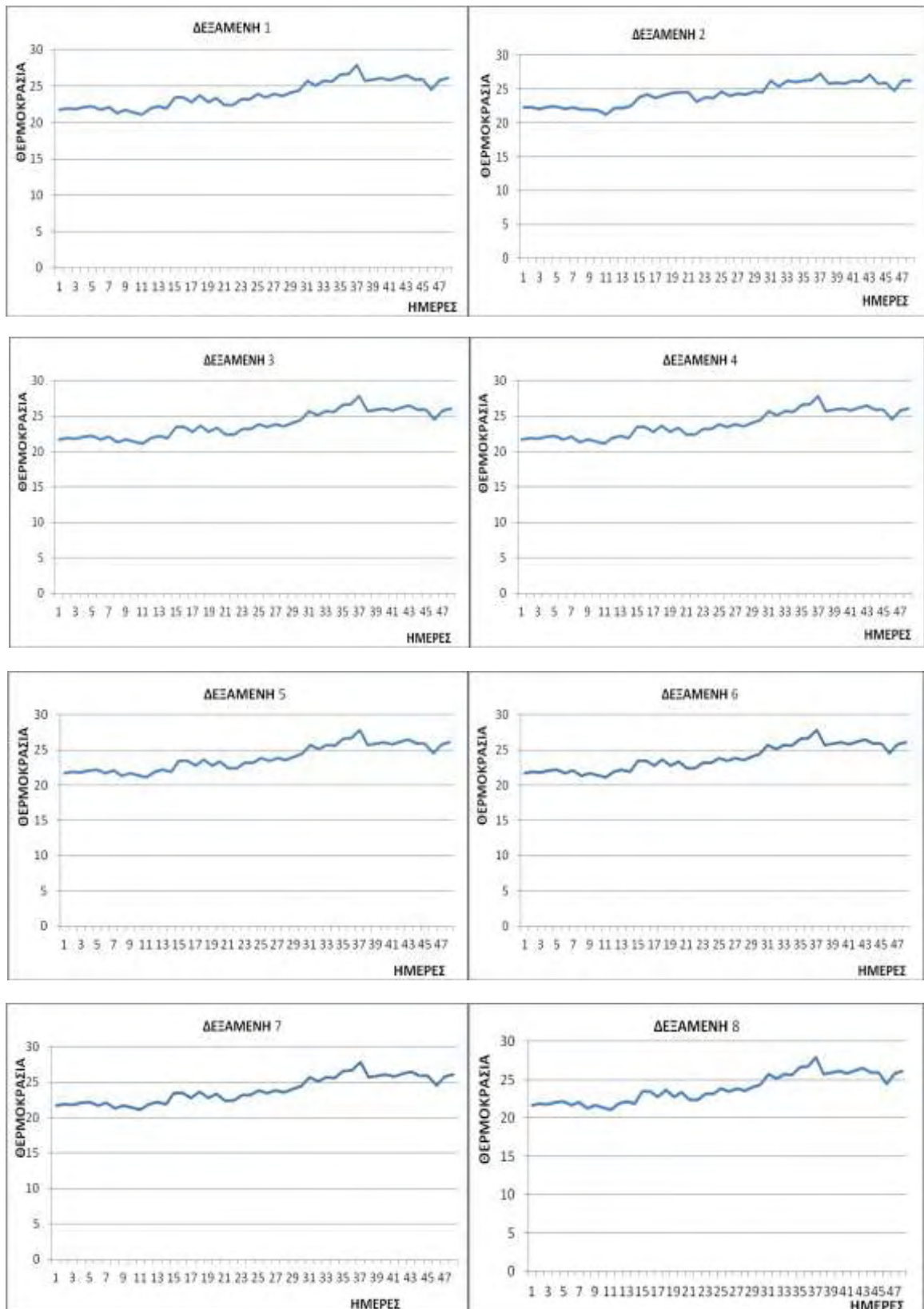


Εικόνα 15 : Μεταβολή του pH κατά την διάρκεια της πειραματικής περιόδου.

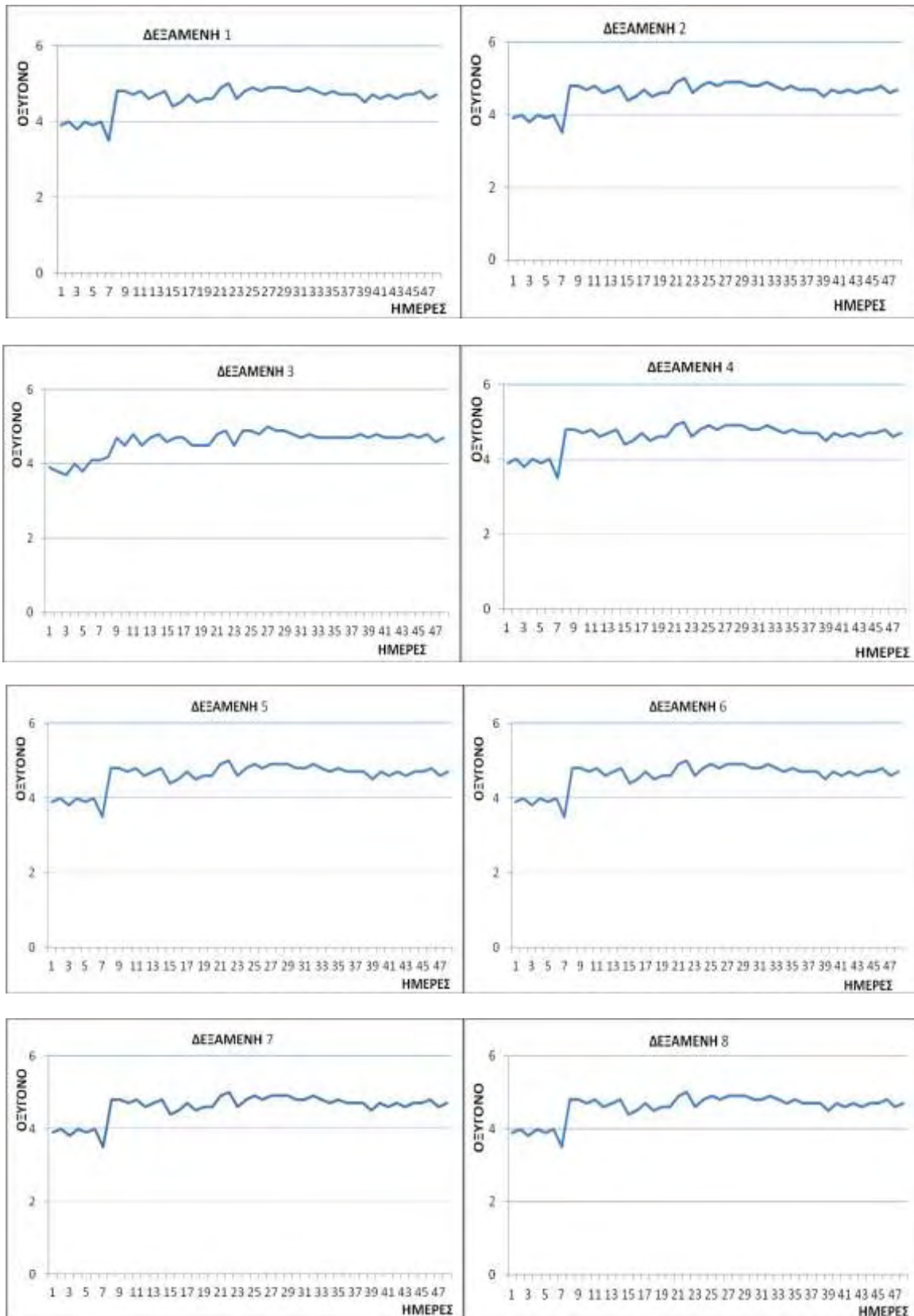


Εικόνα 16 : Μεταβολή της αλατότητας κατά την διάρκεια της πειραματικής περιόδου

Εικόνα 17 : Μεταβολή της θερμοκρασίας ανα δεξαμενή κατά την διάρκεια της πειραματικής περιόδου.



Εικόνα 18 : Μεταβολή της τιμής του διαλυμένου οξυγόνου ανα δεξαμενή κατά την διάρκεια της πειραματικής περιόδου.



3.2 Αναλύσεις τροφών και πρώτων υλών

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δειγμάτων της τροφής και των πρώτων υλών (μυδάλευρο και νωπά μύδια) παρουσιάζονται στον πίνακα 1:

Πίνακας 1: Ανάλυση πρώτων υλών και πειραματικών τροφών.

Παρατηρήσεις	Υγρασία % (Μ.Ο)	Τέφρα % Ξηρού Βάρους (Μ.Ο)	Ολικά Λίπη % ΕΒ (Μ.Ο)	Πρωτεΐνες % ΕΒ (Μ.Ο)	Υδατάνθρακες % ΕΒ (Μ.Ο.)	Λίπη + Πρωτεΐνες + Τέφρα (ΕΒ) % (ΜΟ)
Μυδάλευρο	8,40	8,32	9,17	58,58	23,39	75,30
Εμπορική τροφή και μυδάλευρο	6,92	11,84	18,18	58,49	11,49	87,25
Εμπορική Τροφή	5,33	11,80	20,85	58,02	9,33	89,56
Νωπή σάρκα μυδιών και Εμπορική τροφή	30	11,95	17,30	56,46	14,29	84,57
Νωπή σάρκα μυδιών	87,67	12,33	9,02	52,82	25,83	74,17

3.3. Εκτίμηση διατροφικών δεικτών

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής εκτροφής δεν παρατηρήθηκε καμία θνησιμότητα στα ψάρια. Η εκτροφή των ψαριών έγινε χωρίς προβλήματα και στη συμπεριφορά των ψαριών δεν παρατηρήθηκε κάτι μη φυσιολογικό. Οι πίνακες 4, 5 και 6 παρουσιάζουν τις ατομικές μετρήσεις των 30 ψαριών ανά δεξαμενή που λήφθηκαν κατά την πρώτη (πριν την εκκίνηση της πειραματικής εκτροφής), τη δεύτερη και την τρίτη (τελική) ζύγιση.

Τον πρώτο μήνα το μέσο βάρος των λαβρακιών στην ομάδα Α όπου ταΐζονταν με νωπό μύδι και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου) αυξήθηκε από 3,7 σε 15,58 g, στην ομάδα Β όπου ταΐζονταν με μυδάλευρο (σκόνη από μύδι) και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου) αυξήθηκε από 4,1 σε 17,1 g ενώ στην ομάδα Γ όπου ταΐζονταν μόνο με σύμπηκτα (τροφή εμπορίου) αυξήθηκε από 3,8 σε 17,2 g. Σε αντίθεση με τον πρώτο μήνα όπου το μέσο βάρος των ψαριών σε όλες τις ομάδες σχεδόν τετραπλασιάστηκε, τον δεύτερο μήνα το μέσο βάρος των ψαριών στην ομάδα Α αυξήθηκε από 15,58 σε 29,1 g, στην ομάδα Β από 17,1 σε 32,3 g και στην ομάδα Γ από 17,2 σε 32,9 g.

Στον πρώτο μήνα παρατηρήθηκε ότι τα ψάρια στις ομάδες Β και Γ αύξησαν ελαφρώς περισσότερο το βάρος τους (WG) σε σχέση με τα ψάρια της ομάδας Α, αυτό παρατηρήθηκε και στη ζύγιση στο τέλος του δεύτερου μήνα. Το FCR ήταν στατιστικά καλύτερο (χαμηλότερο) στην ομάδα Α ($0,85 \pm 0,1$), όπως και το PER ($0,02 \pm 0,003$) (υψηλότερο) ενώ το SGR και το TFI είναι ελαφρώς μειωμένο ($45,06 \pm 5,1$ και $9,85 \pm 1,29$ αντίστοιχα) από τις ομάδες Β και Γ. Στον δεύτερο μήνα οι δείκτες αξιολόγησης παρουσίασαν τις ίδιες τάσεις με τον πρώτο μήνα. Όλοι οι δείκτες φαίνονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 2. Σύνολο τροφής που καταναλώθηκε ημερησίως (g) κατά τον πρώτο μήνα εκτροφής

ΗΜΕΡΑ	ΟΜΑΔΑ Α				ΟΜΑΔΑ Β				ΟΜΑΔΑ Γ		
	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			Μ.Ο.	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			Μ.Ο.	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ		Μ.Ο.
	1	2	3		6	7	8		4	5	
1	32,61	39,13	30,91	34,22	22,70	19,04	28,83	23,52	40,04	25,30	32,67
2	32,61	39,13	28,57	33,43	32,09	29,22	34,17	31,83	25,30	32,09	28,70
3	30,13	41,87	26,61	32,87	29,87	45,78	29,35	35,00	29,74	32,74	31,24
4	35,09	57,26	30,52	40,96	39,13	52,96	39,00	43,70	40,17	38,87	39,52
5	43,70	59,48	51,13	51,43	49,30	55,43	53,87	52,87	55,17	51,91	53,54
6	46,70	61,30	56,48	54,83	61,57	62,35	60,39	61,43	61,96	55,04	58,50
7											
8	47,09	61,70	56,87	55,22	61,83	62,61	60,65	61,70	62,22	55,30	58,76
9	47,48	62,09	57,26	55,61	62,09	62,87	60,91	61,96	62,48	55,57	59,02
10	47,87	62,48	57,65	56,00	62,35	63,13	61,17	62,22	62,74	55,83	59,28
11	48,26	62,87	58,04	56,39	62,61	63,39	61,43	62,48	63,00	56,09	59,54
12	48,65	63,26	58,43	56,78	62,87	63,65	61,70	62,74	63,26	56,35	59,80
13	49,04	63,65	58,83	57,17	63,13	63,91	61,96	63,00	63,52	56,61	60,07
14											
15	49,43	64,04	59,22	57,57	63,39	64,17	62,22	63,26	63,78	56,87	60,33
16	49,83	64,43	59,61	57,96	63,65	64,43	62,48	63,52	64,04	57,13	60,59
17	50,22	64,83	60,00	58,35	63,91	64,70	62,74	63,78	64,30	57,39	60,85
18	50,61	65,22	60,39	58,74	64,17	64,96	63,00	64,04	64,57	57,65	61,11
19	51,00	65,61	60,78	59,13	64,43	65,22	63,26	64,30	64,83	57,91	61,37
20	51,39	66,00	61,17	59,52	64,70	65,48	63,52	64,57	65,09	58,17	61,63
21											
22	49,43	64,04	59,22	57,57	63,39	64,17	62,22	63,26	63,78	56,87	60,33
23	49,83	64,43	59,61	57,96	63,65	64,43	62,48	63,52	64,04	57,13	60,59
24	50,22	64,83	60,00	58,35	63,91	64,70	62,74	63,78	64,30	57,39	60,85
25	50,61	65,22	60,39	58,74	64,17	64,96	63,00	64,04	64,57	57,65	61,11
26	51,00	65,61	60,78	59,13	64,43	65,22	63,26	64,30	64,83	57,91	61,37
27	51,39	66,00	61,17	59,52	64,70	65,48	63,52	64,57	65,09	58,17	61,63
28											
29	51,78	66,39	61,57	59,91	64,96	65,74	63,78	64,83	65,35	58,43	61,89
30	52,17	66,78	61,96	60,30	65,22	66,00	64,04	65,09	65,61	58,70	62,15
Σύνολο	1218,13	1587,65	1417,17	1407,65	1508,22	1554,00	1495,70	1519,30	1533,78	1379,09	1456,43

Μ.Ο : Μέσος Όρος

Στην Ομάδα Α τα λαβράκια ταΐζονταν με νοπό μύδι και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου)

Στην Ομάδα Β τα λαβράκια ταΐζονταν με μυδάλευρο (σκόνη από μύδι) και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Στην Ομάδα Γ τα λαβράκια ταΐζονταν μόνο με σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Πίνακας 3. Σύνολο τροφής που καταναλώθηκε ημερησίως (g) κατά το δεύτερο μήνα.

ΗΜΕΡΑ	ΟΜΑΔΑ Α				ΟΜΑΔΑ Β				ΟΜΑΔΑ Γ		
	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			Μ.Ο.	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			Μ.Ο.	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ		Μ.Ο.
	1	2	3		6	7	8		4	5	
1	52,57	67,17	62,35	60,70	65,48	66,26	64,30	65,35	65,87	58,96	62,41
2	52,96	67,57	62,74	61,09	65,74	66,52	64,57	65,61	66,13	59,22	62,67
3											
4	53,35	67,96	63,13	61,48	66,00	66,78	64,83	65,87	66,39	59,48	62,93
5	53,74	68,35	63,52	61,87	66,26	67,04	65,09	66,13	66,65	59,74	63,20
6	54,13	68,74	63,91	62,26	66,52	67,30	65,35	66,39	66,91	60,00	63,46
7	54,52	69,13	64,30	62,65	66,78	67,57	65,61	66,65	67,17	60,26	63,72
8	54,91	69,52	64,70	63,04	67,04	67,83	65,87	66,91	67,43	60,52	63,98
9	55,30	69,91	65,09	63,43	67,30	68,09	66,13	67,17	67,70	60,78	64,24
10											
11	55,70	70,30	65,48	63,83	67,57	68,35	66,39	67,43	67,96	61,04	64,50
12	56,09	70,70	65,87	64,22	67,83	68,61	66,65	67,70	68,22	61,30	64,76
13	56,48	71,09	66,26	64,61	68,09	68,87	66,91	67,96	68,48	61,57	65,02
14	56,87	71,48	66,65	65,00	68,35	69,13	67,17	68,22	68,74	61,83	65,28
15	57,26	71,87	67,04	65,39	68,61	69,39	67,43	68,48	69,00	62,09	65,54
16	57,65	72,26	67,43	65,78	68,87	69,65	67,70	68,74	69,26	62,35	65,80
17											
18	58,04	72,65	67,83	66,17	69,13	69,91	67,96	69,00	69,52	62,61	66,07
19	58,43	73,04	68,22	66,57	69,39	70,17	68,22	69,26	69,78	62,87	66,33
20	58,83	73,43	68,61	66,96	69,65	70,43	68,48	69,52	70,04	63,13	66,59
21	59,22	73,83	69,00	67,35	69,91	70,70	68,74	69,78	70,30	63,39	66,85
22	59,61	74,22	69,39	67,74	70,17	70,96	69,00	70,04	70,57	63,65	67,11
23	60,00	74,61	69,78	68,13	70,43	71,22	69,26	70,30	70,83	63,91	67,37
24											
25	60,39	75,00	70,17	68,52	70,70	71,48	69,52	70,57	71,09	64,17	67,63
26	60,78	75,39	70,57	68,91	70,96	71,74	69,78	70,83	71,35	64,43	67,89
27	61,17	75,78	70,96	69,30	71,22	72,00	70,04	71,09	71,61	64,70	68,15
28	61,57	76,17	71,35	69,70	71,48	72,26	70,30	71,35	71,87	64,96	68,41
29	61,96	76,57	71,74	70,09	71,74	72,52	70,57	71,61	72,13	65,22	68,67
30	62,35	76,96	72,13	70,48	72,00	72,78	70,83	71,87	72,39	65,48	68,93
Σύνολο	1493,87	1873,70	1748,22	1705,26	1787,22	1807,57	1756,70	1783,83	1797,39	1617,65	1707,52

Μ.Ο. : Μέσος Όρος,

Στην Ομάδα Α τα λαβράκια ταΐζονταν με νωπό μύδι και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου)

Στην Ομάδα Β τα λαβράκια ταΐζονταν με μυδάλευρο (σκόνη από μύδι) και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Στην Ομάδα Γ τα λαβράκια ταΐζονταν μόνο με σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Πίνακας 4. Αρχική ζύγιση

	ΟΜΑΔΑ Α			ΟΜΑΔΑ Β			ΟΜΑΔΑ Γ	
α/α Ψαριών	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ	
	1	2	3	6	7	8	4	5
1	5,3	3,5	3,6	4,2	3,9	3,9	3,6	3,6
2	3,9	3,6	2,9	4,1	4,2	4,7	4,7	3,5
3	3,2	3,8	3,8	3,9	4,1	4,2	3,6	3,5
4	3,8	4,1	2,6	4,4	4,2	4,2	4,2	4,2
5	3,5	3,6	3,9	4,8	4,2	4,2	3,6	3,8
6	4,1	3,8	3,9	4,1	4,2	5,1	4,7	3,3
7	3,6	3,5	3,6	3,9	4,4	4,8	3,8	3,8
8	4,2	3,5	4,1	4,2	5,0	4,2	3,9	3,6
9	4,1	3,6	3,8	4,2	4,1	4,4	3,9	3,8
10	3,8	3,8	3,6	4,2	3,9	4,7	3,8	3,5
11	4,1	3,6	3,9	3,9	4,1	3,9	3,9	3,9
12	3,8	3,8	3,8	3,9	4,5	4,2	4,2	3,6
13	3,9	3,8	4,4	4,7	4,2	4,8	3,8	3,6
14	3,8	3,5	3,9	4,2	4,4	3,5	4,2	4,2
15	4,2	3,8	4,2	4,1	3,9	4,5	3,5	3,5
16	4,5	3,9	3,8	4,1	3,6	3,8	3,9	3,9
17	3,9	3,5	3,6	3,8	4,2	4,5	3,6	3,8
18	3,6	3,5	3,2	3,5	3,8	4,4	3,2	3,6
19	3,5	3,5	3,9	3,6	4,1	4,1	4,2	4,1
20	3,9	3,3	3,5	4,4	3,6	4,8	3,8	3,6
21	4,7	3,8	3,3	3,2	3,9	4,2	4,1	3,5
22	4,2	3,6	3,8	3,8	4,4	4,2	3,2	4,2
23	4,7	3,5	3,5	3,3	4,5	3,9	3,5	3,5
24	6,6	3,8	3,9	3,6	3,6	4,8	3,9	3,8
25	3,6	3,3	3,6	3,5	3,9	4,1	3,6	3,2
26	3,2	3,5	3,8	3,8	3,8	3,5	3,8	3,9
27	3,9	3,2	3,3	4,2	4,1	3,2	4,4	3,5
28	3,5	3,5	3,9	4,1	4,4	3,8	3,6	3,8
29	3,3	3,6	3,2	3,6	3,8	3,6	3,9	3,9
30	3,6	3,8	3,5	3,9	3,5	4,2	3,8	3,6
M.O. ± SD	4 ± 0,67	3,6 ± 0,19	3,6 ± 0,37	4 ± 0,37	4,1 ± 0,32	4,2 ± 0,46	3,8 ± 0,36	3,7 ± 0,26
M.O. ± SD	3,7 ± 0,48			4,1 ± 0,39			3,8 ± 0,32	

M.O : Μέσος Όρος, STDEV (SD): τυπική απόκλιση του MO.

Στην Ομάδα Α τα λαβράκια ταΐζονταν με ναπό μύδι και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Στην Ομάδα Β τα λαβράκια ταΐζονταν με μυδάλευρο (σκόνη από μύδι) και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Στην Ομάδα Γ τα λαβράκια ταΐζονταν μόνο με σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Πίνακας 5. Δεύτερη ζύγιση

	ΟΜΑΔΑ Α			ΟΜΑΔΑ Β			ΟΜΑΔΑ Γ	
α/α Ψαριών	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ	
	1	2	3	6	7	8	4	5
1	15,5	15,9	18,4	11,1	20,3	18,1	17,6	14,5
2	16,1	14,6	16,7	11,4	14,9	19,3	15,2	20,2
3	15,5	14,1	13,3	15,1	17,8	13,6	18,7	17,7
4	16,4	14,8	19,4	14,9	15,1	15,8	17,4	19,7
5	13,8	12,3	13,7	10,6	13,4	19,6	15,7	16,3
6	15,5	17,5	19,8	16,1	14,9	12,5	21,6	17,1
7	11,5	17,8	17	14,2	14,7	11,7	20,2	15,3
8	13,8	16	14,7	14,9	16,4	19,1	19,7	16,6
9	15,9	14,9	14,2	18,1	16,5	18,5	9,7	15,5
10	13,2	13,5	16	11,4	17,6	16,9	14,3	15,2
11	20,1	18,4	14	17,3	15,1	14,9	16	16,4
12	12,5	15,5	17,1	11,8	16,2	14	18,6	17,4
13	14,5	12,3	15,9	17	17	20	14,6	17,8
14	10,7	20	18,6	19,4	16	16,1	17,2	17,5
15	14,5	22,5	16,3	13,4	14,2	13,4	22,9	21,1
16	13,2	20	13,7	17,3	16,8	17	13,8	17
17	15	13,7	19,4	15	16,2	9,2	15,3	20,6
18	18,2	17,1	18	15,7	18,4	17	16,1	18,1
19	16,6	20	16,8	17,1	15	15,7	17,2	15,6
20	17,4	16	16,6	14	14,8	11,8	15,1	8,6
21	16,5	14,7	16	12,9	14	13,3	17,6	18,2
22	14,5	13,3	17	17,6	14,1	12,7	17,3	17,9
23	20	16,2	1,5	12,3	15	14,2	16,8	18,5
24	13	14,6	17,3	19,6	14,7	16,1	15,9	18,3
25	13,3	12,9	16,8	15,1	19,9	15,9	18,9	19,4
26	15,1	14,2	19,8	20,1	12	17,3	20	19,8
27	15,8	20,1	15,7	15,6	20,2	12,9	17,8	16,7
28	16,4	13,2	13,2	17	21,4	15,4	18,5	15,9
29	15,8	12,2	14,5	12,2	12,8	16,6	19,2	13,9
30	16,1	12	14,3	12,3	13,3	15,9	19,1	17,5
M.O. ± SD	15,21 ± 2,11	15,67 ± 2,74	15,85 ± 3,29	15,01 ± 2,64	20,81 ± 2,63	15,48 ± 2,58	17,26 ± 2,54	17,14 ± 2,37
M.O. ± SD	15,58 ± 0,33			17,1 ± 3,22			17,2 ± 0,08	

M.O. : Μέσος Όρος, STDEV (SD): τυπική απόκλιση του ΜΟ.

Στην Ομάδα Α τα λαβράκια ταΐζονταν με νωπό μύδι και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Στην Ομάδα Β τα λαβράκια ταΐζονταν με μυδάλευρο (σκόνη από μύδι) και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Στην Ομάδα Γ τα λαβράκια ταΐζονταν μόνο με σύμπηκτα (τροφή εμπορίου).

Πίνακας 6. Τελική ζύγιση

	ΟΜΑΔΑ Α			ΟΜΑΔΑ Β			ΟΜΑΔΑ Γ	
α/α Ψαριών	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ			ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ	
	1	2	3	6	7	8	4	5
1	29,8	33,7	24,4	25,9	44,6	31,9	30,6	37,7
2	41,4	28,2	35,8	33,4	31,1	33,5	32,5	22,5
3	34,6	26,0	23,6	22,4	34,8	36,1	22,9	39,7
4	31,7	24,4	29,8	19,6	26,4	29,0	39,4	28,5
5	34,6	25,4	18,0	28,2	30,4	39,7	20,7	39,1
6	25,9	35,9	31,6	33,4	30,6	34,8	32,6	33,9
7	27,0	34,3	34,4	44,1	39,5	41,6	24,3	27,6
8	31,8	26,8	33,6	33,5	34,1	20,2	33,7	28,3
9	37,7	24,7	23,4	24,8	39,1	27,7	39,4	36,4
10	31,9	32,8	22,4	22,1	38,0	41,2	32,8	26,0
11	32,9	28,9	26,8	24,7	37,8	28,5	28,0	37,1
12	22,4	32,5	19,3	15,9	35,9	45,0	42,9	29,4
13	31,1	24,8	34,9	21,6	49,5	33,9	33,7	35,6
14	28,4	25,3	29,0	31,2	37,1	29,8	32,6	32,9
15	27,8	23,2	30,2	28,3	40,4	27,7	30,8	43,3
16	30,7	30,1	30,7	28,3	21,7	23,4	38,0	32,9
17	34,2	19,1	33,6	43,2	20,7	36,1	33,3	33,9
18	31,2	31,3	25,1	39,7	45,9	24,3	27,3	35,6
19	21,4	29,6	23,8	36,9	29,1	34,7	35,1	43,0
20	21,7	28,4	33,8	29,0	49,8	25,9	24,6	29,9
21	42,5	31,7	35,0	29,5	31,6	21,5	35,6	41,1
22	32,3	31,9	37,6	27,3	28,3	26,0	25,7	33,9
23	23,4	23,2	30,0	30,6	47,6	28,2	27,4	26,4
24	26,4	22,1	36,1	30,6	30,4	35,6	35,1	34,8
25	32,4	30,0	30,4	29,5	21,6	20,9	31,7	30,8
26	29,3	27,7	28,8	38,0	29,4	34,5	36,9	29,8
27	30,5	31,8	27,1	23,4	40,7	31,3	34,5	30,0
28	24,4	27,6	27,5	26,7	44,1	29,9	40,6	38,4
29	34,2	26,8	20,9	45,1	36,7	30,6	39,8	25,7
30	31,3	23,2	27,8	38,5	31,9	43,2	28,9	37,7
M.O. ± SD	30,5 ± 5,15	28 ± 4,08	28,8 ± 528	30,2 ± 7,32	35,3 ± 7,98	31,6 ± 6,6	32,4 ± 5,57	33,4 ± 5,39
M.O. ± SD	29,1 ± 4,92			32,3 ± 7,56			32,9 ± 5,46	

M.O. : Μέσος Όρος, STDEV (SD): τυπική απόκλιση του ΜΟ.

Στην Ομάδα Α τα λαβράκια ταΐζονταν με νωπό μύδι και σύμπληκτα (τροφή εμπορίου).

Στην Ομάδα Β τα λαβράκια ταΐζονταν με μυδάλευρο (σκόνη από μύδι) και σύμπληκτα (τροφή εμπορίου).

Στην Ομάδα Γ τα λαβράκια ταΐζονταν μόνο με σύμπληκτα (τροφή εμπορίου).

Πίνακας 7. Διατροφικοί δείκτες αύξησης. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο των δεξαμενών ανά ομάδα \pm SD (τυπική απόκλιση). ^a ^β δείχνουν στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις τρεις ομάδες. Στις τιμές που δεν υπάρχουν εκθέτες δεν υπάρχουν στατιστικές διαφορές.

	ΟΜΑΔΑ Α	ΟΜΑΔΑ Β	ΟΜΑΔΑ Γ
1^{ος} μήνας			
M.O. Αρχικού βάρους	3,7 \pm 0,48	4,1 \pm 0,39	3,8 \pm 0,32
M.O. Τελικού βάρους	15,58 \pm 0,33	17,1 \pm 3,22	17,2 \pm 0,08
WG	11,88 \pm 0,64	13 \pm 3,4	13,4 \pm 0,24
FCR	0,82 \pm 0,11 ^a	1,08 \pm 0,02 ^β	1,02 \pm 0,07 ^β
SGR	39,6 \pm 1,78	43,33 \pm 5,74	44,66 \pm 0,07
PER	0,02 \pm 0,002	0,015 \pm 0,003	0,016 \pm 0,001
TFI	9,85 \pm 1,29	14,13 \pm 0,28	13,78 \pm 1,03
2ος μήνας			
M.O. Αρχικού βάρους	15,58 \pm 0,33	17,1 \pm 3,22	17,2 \pm 0,08
M.O. Τελικού βάρους	29,1 \pm 4,92	32,3 \pm 7,56	32,9 \pm 5,46
WG	13,52 \pm 2,62	15,2 \pm 5,39	15,7 \pm 2,77
FCR	0,88 \pm 0,1	1,08 \pm 0,01	1,02 \pm 0,07
SGR	45,06 \pm 5,1	50,6 \pm 2,67	52,33 \pm 2,71
PER	0,02 \pm 0,004	0,015 \pm 0,001	0,01 \pm 0,002
TFI	11,93 \pm 1,35	16,6 \pm 0,23	16,16 \pm 1,2
Συνολική περίοδος			
M.O. Αρχικού βάρους	3,7 \pm 0,48	4,1 \pm 0,39	3,8 \pm 0,32
M.O. Τελικού βάρους	29,1 \pm 4,92	32,3 \pm 7,56	32,9 \pm 5,46
WG	25,4 \pm 2,7	28,2 \pm 3,9	29,1 \pm 2,89
FCR	0,85 \pm 0,1	1,08 \pm 0,01	1,02 \pm 0,07
SGR	84,6 \pm 3,46	94 \pm 8,74	97 \pm 2,78
PER	0,02 \pm 0,003	0,015 \pm 0,001	0,016 \pm 0,001
TFI	21,78 \pm 2,63	31,07 \pm 0,35	29,95 \pm 2,23

WG (weight gain), Διαφορά βάρους = αρχικό βάρους – τελικό βάρους.

FCR (Feed conversion ratio) = Ποσότητα χορηγούμενης τροφής (Ξ.Β.) / Διαφορά βάρους ψαριών

SGR (Specific growth rate) = $[(\ln \text{βάρους}_{\text{τελικό}} - \ln \text{βάρους}_{\text{αρχικό}}) / \text{ημέρες}] * 100$

PER (Protein efficiency ratio) = Αύξηση βάρους ψαριού / πρωτεΐνη που προσλάμβανε το ψάρι

TFI (Total feed intake) = βάρους ξηρής χορηγούμενης τροφής / ψάρι

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα ιχθυάλευρα είναι τα κυριότερα συστατικά των ιχθυοτροφών. Οι ιχθυοτροφές πρέπει να προσδίδουν στο εκτρεφόμενο ψάρι τα απαραίτητα για την ανάπτυξή του θρεπτικά συστατικά. Τα ιχθυάλευρα χρησιμοποιούνται ως πηγή πρωτεϊνών. Η γνώση των διαιτητικών απαιτήσεων των ψαριών για τα απαραίτητα αμινοξέα, είναι αναγκαία προϋπόθεση για την αξιολόγηση της θρεπτικής αξίας μιας πρωτεϊνικής πηγής και γενικότερα για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ισορροπημένων και οικονομικά αποδοτικών ιχθυοτροφών, μέσω της βελτιστοποίησης της αξιοποίησης της πρωτεΐνης.

Σε γενικές γραμμές, η τροφή των ψαριών συνήθως περιέχει πρωτεΐνες (55%), λίπη (11%), ίνες (3%), μεταλλικά στοιχεία (13%), υδατάνθρακες (8%) και νερό (10%) (Hardy, 1996; Barlow, 2000).

Τα λαβράκια απαιτούν στα σιτηρέσιά τους πρωτεΐνη από 40 έως 60% ανάλογα βέβαια με τη πεπτικότητά της και με το ενεργειακό περιεχόμενο του σιτηρεσίου (Dias et al, 2003). Οι ανάγκες των λαβρακιών σε πρωτεΐνες εξαρτάται επίσης και από το στάδιο ανάπτυξής τους. Τα νεαρά ιχθύδια απαιτούν τροφές με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες καλής ποιότητας και υψηλής πεπτικότητας. Αυτή η αυξημένη ανάγκη σε πρωτεΐνες, σε σύγκριση με άλλα είδη ψαριών, οδηγεί σε αύξηση του κόστους της παραγωγής των ιχθυοτροφών και σε ελαφρώς αυξημένες επιπτώσεις στο περιβάλλον, κυρίως μέσω της υψηλής έκκρισης αμμωνιακού αζώτου από τα ψάρια.

Τα υλικά από τα οποία παρασκευάζονται οι ιχθυοτροφές είναι: ιχθυάλευρα (περίπου 50%), λίπη ψαριών (περίπου 7%) και φυτά, κυρίως σόγια ή ελαιοκραμβόπιτα (μέχρι 25%). Η σόγια ενσωματώνεται στην ιχθυοτροφή με την

μορφή σογιάλευρου ή συμπυκνώματος πρωτεϊνών σόγιας. Μπορεί να ενσωματωθεί και αλεσμένο σιτάρι (μέχρι και 20%). Διάφοροι μικροοργανισμοί, όπως σακχαρομύκητες με τη μορφή μαγιάς, χρησιμοποιούνται για την παροχή των απαραίτητων βιταμινών στην τροφή. Επίσης για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιούνται και άλευρα υποπροϊόντων επεξεργασίας ψαριών, πρωτεΐνες ελαιοκράμβης και πρωτεϊνικές συμπυκνώσεις που παράγονται από σιτάρι (Hardy, 1996), θαλάσσιο ζωοπλαγκτόν (zooplankton) και γαρίδες (krill) (Moren et al, 2006).

Τα ζωντανά μύδια (ολόκληρα με τα κελύφη τους) περιέχουν περίπου 79 - 83 % υγρασία, 11 – 13 % πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας, 2,0 - 2,3 % υδατάνθρακες, 1,5 - 1,8 % λίπος, και 0,35 % μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ενώσεις (Metaxatou, 1998; Vasakakou et al., 2003). Αποτελούν τροφή χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και χοληστερόλη (King et al, 1990; Holland et al, 1994; Vasakakou et al, 2003). Η σάρκα τους έχει υψηλή αναλογία λιπαρού οξέος ω3/ω6 με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας. Τα βασικά αμινοξέα της σάρκας των μυδιών είναι η βαλίνη, η μεθειονίνη, η ισολευκίνη, η λευκίνη, η τρυπτοφάνη, η φαινυλαλανίνη, η αργινίνη, η θρεονίνη, η λυσίνη και η ιστιδίνη, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των ψαριών (Babarro et al, 2010).

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η δυνατότητα αξιοποίησης των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) στη διατροφή του λαβρακιού ως μυδάλευρο ή ως νωπό μύδι, αντικαθιστώντας μερικώς το ιχθυάλευρο, όπως για παράδειγμα έχει ήδη επιχειρηθεί σε άλλα εκτρεφόμενα είδη ζώων, κυρίως τα κοτόπουλα (Jönsson, 2009).

Κατά τη διάρκεια του παρόντος πειραματισμού οι φυσικοχημικές παράμετροι του νερού, που αποτελούν δείκτες της ποιότητας του νερού, κυμάνθηκαν σε ικανοποιητικά επίπεδα σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον των ψαριών και έτσι δεν

υπήρχε μεγάλο διάστημα προσαρμογής των ψαριών, αλλά και δεν παρατηρήθηκε θνησιμότητα κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Κατά την διαδικασία του πειράματος δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά στην αύξηση βάρους των λαβρακιών στις διάφορες ομάδες που ελάμβαναν τα διαφορετικά σιτηρέσια. Επίσης ο δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR) ήταν χαμηλός σε όλες τις ομάδες, κάτι που γενικά είναι χαρακτηριστικό για ψάρια αυτής της ηλικίας. Ο FCR ήταν στατιστικά καλύτερος στην Α ομάδα που ελάμβανε και νωπά μύδια με την τροφή της. Φαίνεται τα ψάρια αυτά να αξιοποιούσαν καλύτερα την τροφή τους όπως άλλωστε δηλώνει και ο αυξημένος δείκτης PER (δείκτης αποτελεσματικότητας πρωτεΐνης) που παρατηρήθηκε.

Όπως φάνηκε από την εκτίμηση της ποσότητας τροφής που κατανάλωσε η κάθε ομάδα, δεν παρατηρήθηκε κάποια ιδιαίτερη προτίμηση των ψαριών προς το νωπό μύδι. Όμως καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε ότι κατά το χρόνο της διανομής της τροφής στις δεξαμενές τα ψάρια έδειχναν μεγάλο ενδιαφέρον για την τροφή με τα νωπά μύδια. Το ενδιαφέρον αυτό εκδηλώνονταν με έντονη κινητικότητα μόλις άρχιζε η λήψη του κάθε γεύματος (προσωπική διαπίστωση). Αυτό θα μπορούσε να δικαιολογηθεί εν μέρη λόγω του ότι το νωπό μύδι κάνει πιο εύγευστη την τροφή για τα ψάρια (Polat & Beklevik, 1998) και έτσι τα προσελκύει και μπορεί να καταναλώνουν και μεγαλύτερη ποσότητα. Θα μπορούσε ίσως να ενσωματώνονται μικρές ποσότητες νωπών μυδιών ή των σχετικών παραγόντων τους στις εμπορικές τροφές, ως παράγοντες προσέλκησης των ψαριών στις εμπορικές τροφές.

Σε σχέση με την χρήση νωπών μυδιών ως τροφή για τα εκτρεφόμενα ψάρια, θα πρέπει να αναφερθούν και τα προβλήματα που διαπιστώσαμε. Το νερό των δεξαμενών στις οποίες προσθέτονταν νωπά μύδια θόλωνε πιο γρήγορα, σε σχέση με

αυτό των άλλων δεξαμενών. Επίσης, η χρήση νωπών και ακατέργαστων πρώτων υλών μπορεί να βοηθήσει στην εξάπλωση παθογόνων για τα ψάρια μικροοργανισμών, μιας και τα μύδια μπορούν, μέσω της διήθησης του θαλασσινού νερού να βιοσυσσωρεύσουν πολλούς μικροοργανισμούς στη σάρκα τους.

Σε ότι αφορά τη Β ομάδα η οποία ταΐζονταν με μυδάλευρο (σκόνη από μύδι) και σύμπηκτα (τροφή εμπορίου), δεν παρουσίασε ιδιαίτερες διαφορές σε όλους του διατροφικούς δείκτες που εξετάστηκαν σε σχέση με την ομάδα Γ, η οποία ταΐζονταν μόνο με σύμπηκτα (τροφή εμπορίου). Παρατηρήθηκε κάποιο αυξημένο ενδιαφέρον από τα ψάρια, το οποίο εκδηλώνονταν με ελαφρώς μεγαλύτερη κινητικότητα μόλις άρχιζε η λήψη του κάθε γεύματος σε σχέση με την ομάδα Γ, αλλά όχι τόσο έντονη όσο στην ομάδα Α.

Τα μύδια θα μπορούσαν αφενός να είναι μια καλή τροφή με υψηλή θρεπτική αξία και αφετέρου θα μπορούσαν να βοηθήσουν και το περιβάλλον διότι η εξαίλιση των μυδιών από τη θάλασσα ουσιαστικά είναι εξαγωγή αζωτούχων ενώσεων από το θαλάσσιο περιβάλλον (Jönsson, 2009; Ευαγγέλου και Αγγελίδης, 2011). Όπως είναι γνωστό τα μύδια παράγονται χωρίς διανομή τροφής από τον άνθρωπο. Κατακρατούν την τροφή τους από το θαλασσινό νερό. Μια πιθανή συγκαλλιέργεια μυδιών με λαβράκια θα ήταν μια καλή πρόταση στις μονάδες εκτροφής ψαριών, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν οι ίδιες τα καλλιεργούμενα μύδια ως εδώδιμα προϊόντα για τον άνθρωπο ή/και για τα ζώα. Επιπλέον, η παραγωγή μυδιών συμβάλει αποτελεσματικά στην αποκατάσταση του περιβάλλοντος κατά την ανάπτυξή τους, καθώς φιλτράρουν το θαλασσινό νερό αποτελεσματικά τη θάλασσα μέσω της διήθησης του θαλασσινού νερού. Η ολοκληρωμένη αυτή πολυκαλλιέργεια εφαρμόζεται στις εκτροφές του σολομού κυρίως στις δυτικές ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού στον Καναδά (Chopin et al, 2008).

Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε ότι η τροφή με τα νωπά μύδια είχε τον καλύτερο δείκτη FCR. Πιθανότατα τα ψάρια να χρησιμοποιούν καλύτερα τις πρωτεΐνες των νωπών μυδιών. Μελλοντικά θα μπορούσαν να γίνουν εργασίες μελετώντας διαφορετικές αναλογίες στην παρασκευή της τροφής. Μια άλλη κατεύθυνση θα μπορούσε να είναι οι διαφορετικοί τρόποι ενσωμάτωσης των μυδιών με την εμπορική τροφή όπως η ενσωμάτωση των μυδιών με τις υπόλοιπες πρώτες ύλες της εμπορικής τροφής κατά το στάδιο ανάμιξης των πρώτων υλών. Ενδιαφέρον θα ήταν να μελετηθούν διαφορετικά ποσοστά ενσωμάτωσης σε σχέση με την υποκατάσταση μέρους του ιχθυάλευρου. Επίσης σε ερευνητικό επίπεδο, θα μπορούσε να μελετηθεί η ενσωμάτωση τμημάτων του σώματος των μυδιών και όχι ολόκληρο το σώμα, γιατί πιθανότατα κάποια μέρη του σώματος να συγκεντρώνουν περισσότερα θρεπτικά συστατικά τα οποία είναι χρήσιμα στους οργανισμούς οι οποίοι θα τα καταναλώσουν.

Συνεχίζοντας την έρευνα, θα μπορούσε να δοθεί το συγκεκριμένο σιτηρέσιο σε διαφορετικά μεγέθη ψαριών για να παρατηρηθεί και εκεί το κατά πόσο βοηθάει η χρήση μυδιών στο σιτηρέσιο. Να μελετηθεί το πόσο μπορεί να βοηθήσει γεννήτορες, αλλά και η ποιότητα των αυγών.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Ο πειραματισμός έδειξε ότι όταν νωπά μύδια ενσωματοθούν στην ιχθυοτροφή τότε βοηθάνε στην καλύτερη πρόσληψη της τροφής από τα ψάρια. Τα νωπά μύδια κάνει πιο εύγευστη την τροφή για τα ψάρια.
- Το μύδι αποτελεί ένα δυνητικό τρόφιμο για τη τροφή των ψαριών, το οποίο μπορεί ίσως να αντικαταστήσει μερικώς ή ολικώς το ιχθυάλευρο.
- Μια πρόταση εκμετάλλευσης των μυδιών είναι η συγκαλλιέργειά τους με ψάρια, έτσι μπορεί να υπάρχει παραγωγή μυδιών από την ιχθυοκαλλιέργεια για δικιά της χρήση.
- Θα ήταν πολύ ενδιαφέρον εάν στο μέλλον γινόταν μια οικονομοτεχνική ανάλυση της πρότασης αντικατάστασης του ιχθυάλευρου με μυδάλευρο. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης θα μπορούσαν να είναι θετικά, αν οι τιμές της αγοράς των μυδιών αλλά και του κόστους μετατροπής τους σε μυδάλευρο είναι κατώτερα από αυτά που ισχύουν για το ιχθυάλευρο.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αντωνιάδου Χ., 2003. Δομή των συνευρέσεων του σκληρού υποστρώματος της κατώτερης υποπαραλιακής ζώνης στο Β. Αιγαίο. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιολογίας Α.Π.Θ., 274 σελίδες.

Γαληνού-Μητσούδη Σ., Βλαχάβας Γ., Μπαρδάκης Γ. & Παρασκευόπουλος Κ., 2007. Εγχειρίδιο αναγνώρισης οστράκων, εμπορικά και προστατευόμενα είδη. Υπουργείο αγροτικής ανάπτυξης & τροφίμων, ΕΠ.ΑΛ. 2000-2006, σελ 94. Α.Τ.Ε.Ι.Θ., τμήμα Τ.Α.Υ., Ν Μουδανιά.

Δήμος Δέλτα 2011, Δημοτικό διαμέρισμα Χαλάστρας, οικονομικές δραστηριότητες.
http://www.halastra.gr/index.php?option=com_content&task=category§ionid=26&id=17&Itemid=30

Ευαγγέλου, Γ. και Αγγελίδης Π., 2011. ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΟΣΤΡΑΚΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ. 4ο ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΛΙΕΙΑΣ (9-11/6/2011 Βόλος)

Παπακωνσταντίνου Κ., 24-10-2008 Green Belt - Πράσινη Ζώνη Διευθυντής Ινστιτούτου Θαλασσιών Βιολογικών Πόρων.
<http://www.greenbelt.gr/gr/solutions.php?action=view&id=22>

Παπουτσόγλου Ε. Σωφρόνιος, 2008. Διατροφή ιχθύων ,εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. , Αθήνα 2008, σελ. 32-34, 824-846

Σελόντα, 2011. Εταιρία παραγωγής αλιευμάτων, selonda.gr.
http://www.selonda.gr/selonda.php?show=common/faq.ecm&lft=lft_faq_gr.ecm#6

Τσαούσης Γ., Βυθούλκα Μ., 2011. fishportal.gr. Πύλη για την αλιεία.
http://www.fishportal.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=84&Itemid=36

Φάμελλος Σ., Κρεστενίτης Ι., Γεωργιάδης Γ., 2006. Θερμαϊκός Κόλπος - Πολυπαραμετρικότητα, αξίες και απόθεμα. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας

Φορέας Διαχείρισης Δέλτα Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα 20/08/2011.
<http://www.axiosdelta.grB1/tabid/468/language/el-GR/Default.aspx> Φ.Δ.Δ.

Χατζηγιαννακέρη Π., Χρηστάκου Π. 27/08/2011. Fishportal: κάλυψη των θεμάτων της αλιείας με την ευρεία της έννοια.
http://www.fishportal.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=85

Χώτος Γ., και Ρογδάκης Ι., 1992. Υδατοκαλλιέργειες Ευρύαλων Ψαριών. Λαβράκι και Τσιπούρα. Τεχνικές της Αναπαραγωγής και Πάχυνσης. ΙΩΝ, Περιστερί. σελ.29.

Ackman R. G., 1995. Composition and nutritive value of fish and shellfish lipids. In "Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability". A. Ruiter (Ed.). Cab International, Wallingford, UK. 117.

Agrotypos. gr, Εβδομαδιαία ηλεκτρονική εφημερίδα αγροτικής ενημέρωσης, Τεύχος 84. <http://www.agrotypos.gr/index.asp?mod=articles&id=11145>

ASA-IM 2008. BASS trial Determine optimal levels of fishmeal/fish oil replacement with soy products (soybean meal, soybean oil and soy protein concentrate) in practical feeds for European seabass (*Dicentrarchus labrax*).

Babarro M. F. Jose, María José Fernández Reiriz, Uxío Labarta, José Luis Garrido, 2010. Variability of the total free amino acid (TFAA) pool in *Mytilus galloprovincialis* cultured on a raft system. Effect of body size. Instituto de Investigaciones Marinas CSIC, Eduardo Cabello 6, 36208 Vigo, Spain

Backonja M., Miletic V., 1991. Responses of neurons in the rat ventrolateral orbital cortex to phasic and tonic nociceptive stimulation. *BrainRes* 557:353–355.

Baeverfjord, G., Kroghdal, Å., 1996. *Salmo salar* distal intestine: a comparison with the intestine of fasted fish. *J. Fish Dis.* 19, 375–387.

Barlow S., 2000. Fishmeal and fish oil. *The Advocate*, 3, 85-88.

BioMar Hellenic ABEEI, εταιρεία παραγωγής ιχθυοτροφών, 25 – 9 – 2011

<http://www.biomar.com/el/BioMar-Greece/Environment/Sustainability/>

Bonaldo A., Roem A.J, Fagioli P., Pecchini A., Cipollini I., Gatta P.P. 2008. Influence of dietary levels of soybean meal on the performance and gut histology of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture Research* 39, 970-978.

Bussani, M., 1983. Guida pratica di miticultura. Edagricole. 231 pp.

Carlton, J. T., 1992. Introduced marine and estuarine mollusks of North America: an end-of-the-20th-century perspective. *Journal of Shellfish Research.* 11 (2): 489-505.

Chopin, T., Robinson, S. M. C., , Troell, M., Neori A., Buschmann, A. H., Fang J., 2008. Multitrophic Integration for Sustainable Marine Aquaculture. In: Sven Erik Jorgensen and Brian D. Fath (Editor-in-Chief), *Ecological Engineering*. Vol. [3] of *Encyclopedia of Ecology*, 5 vols. pp. [2463-2475] Oxford: Elsevier

Dias J., Arzel J., Aguirre P., Corraze G., Kaushik S., 2003. Growth and hepatic acetyl coenzyme-A carboxylase activity are affected by dietary protein level in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Comp. Bioch. and Phy. Part B* 135, 183–196.

Galinou–Mitsoudi S., A. Moriki, D. Petridis, Y. Savvidis, X. Dimitriadis, C. Koutitas & L. Alvanou., 2007. Spatial fluctuation of the quality of the mussels from longline cultures in terms of environmental, biological and culturists operation parameters. *Mesaep* (abstract)

Galinou-Mitsoudi S., Y.Savvidis, X. Dimitriadis, 2006. Interaction between mussel culture and hydrodynamics : a preliminary study in the gulfs of Thessaloniki and Thermaikos ; Greece. *Journal of Biological Research* 6: 139 – 145.

Hardy R. W., 1996. Canola meal in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) production diets. *Can. J. fish. Aquat. Sci.* 40, 281-286.

Holland B., Welch A.A., Unwin I.D., Buss D.H., Paul A.A., Southgate DAT., 1994. “The Composition of Foods”. 5th ed. McCance and Widdowsons (Ed.). p.214. The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Cambridge.

International Fishmeal and Fish Oil Organisation (IFFO), 25/08/2011, <http://www.iffonet>

INVE - advanced solutions for animal rearing 15 – 10 – 2011. ASA-IM 2008 BASS trial TRIAL REPORT : SEABASS, Caditec Testing S.L. Determine optimal levels of fishmeal/fish oil replacement with soy products (soybean meal, soybean oil and soy protein concentrate) in practical feeds for European seabass (*Dicentrarchus labrax*).
http://www.soyaqua.org/sites/default/files/reports/fishmealandfishoilreplacemeneuropeanseabass_1.pdf

Jönsson L. and Elwinger K., 2009. Mussel meal as a replacement for fish meal in feeds for organic poultry-a pilot short-term study. *Acta Agriculturae Scand, section A*, 59, 22-27.

Karageorgis A. P., Skourtos M. S., Kapsimalis V., Kontogianni A. D., Skoulikidis, N.Th., Pagou K., Nikolaidis N.P., Drakopoulou P., Zanou B., Karamanos H., Levkov Z., Anagnostou Ch., 2004. An integrated approach to watershed management within the DPSIR framework: Axios River catchment and Thermaikos Gulf. *Regional Environmental Change*, SpringerXVerlag, 2004

Kikuchi K. and Furuta T., 2009. Use of Defatted Soybean Meal and Blue Mussel Meat as Substitute for Fish Meal in the Diet of Tiger Puffer, *Takifugu rubripes*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(4), 472-482.

King I., Childs M.T., Dorsett C., Ostrander J.G., Monsen E.R., 1990. Shellfish. Proximate composition, minerals, fatty acid and sterols. *J. Amer. Diet. Assoc.* 90:677.

Kinsella E. J., 1986. Food components with potential therapeutic benefits: The nX3 polyunsaturated fatty acids offish oils. *Food Technol.* 40:146.

Kochras D., L. Kokokiris, S. Galinou-Mitsoudi, 2000. Lack of integrated coastal zone management in Thermaikos Gulf area. COASTMAN WORKING PAPER N°9

Lotta Jönsson, 2010-12-20. Mussel meal in poultry diets – with focus on organic production. <http://www.slu.se/en/faculties/vh/departments/department-of-animal-nutrition-and-management/research/finished-projects/mussel-meal-in-poultry-diets-with-focus-on-organic-production/>

Metaxatou A., 1998. The mussels. In “Proceedings of 1st Balkan Congress on AquicXcultures”. Thessaloniki, Greece. 12X15 September. 87 p.

Moren M., Opstad M.H.G. Berntssen J.- L. Z. Infante and Hamre K., 2006. An optimum level of vitamin A supplements for Atlantic halibut juveniles. *Aquaculture* 235, 587-599.

Polat A, Beklevik G., 1998. The Importance of Betaine and Some Attractive Substances as Fish Feed Additives [M]//Brufau J, Tacon A. *Feed Manufacturing in the Mediterranean Region: Recent Advances in Research and Technology*. Spain: CIHEAM, 217-220.

Salomons W., 2004. European Catchments: catchment changes and their impact on the coast Institute for Environmental Studies pp 61.

Spisni, E., Tugnoli, M., Ponticelli, A., Mordenti, T., Tomasi, V., 1998. Hepatic steatosis in artificially fed marine teleosts. *J. Fish Dis.* 21, 177–184.

Tibaldi, E., Hakim, Y., Uni, Z., Tulli, F., de Francesco, M., Luzzana, U., Harpaz, S., 2006. Effects of the partial substitution of dietary fish meal by differently processed soybean meals on growth performance, nutrient digestibility and activity of intestinal brush border enzymes in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aqua.* 261, 182-193.

Vasakou A., Varelzis K., Bloukas J.G., 2003. Effect of sodium lactate and potassium sorbate on quality characteristics and shelf – life of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* meat during chilled storage in pouches with water *Ital. J. Food Sci.* n. 3, 2003, vol. 15, 359 – 360 pp.

Zanou B, Anagnostou Ch., 2001. Integrated management in the drainage basin of the Thermaikos Gulf (NWXAegean Sea) methodological steps and proposed measures, according to the winXwin policy. *Europ. Water Manage*, 4(6): 33–42