

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Υδατοκαλλιέργειες» -
«Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδρόβιων Οργανισμών»**

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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

“ Μελέτη της επίδρασης διατροφικών ενζύμων στην απόδοση τροφών με υψηλή συμμετοχή φυτικών πρώτων υλών κατά την εκτροφή ιχθυδίων λαυρακιού *Dicentrarchus labrax*, (Linnaeus, 1758) ”

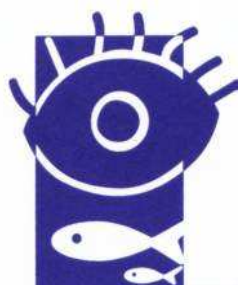
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ

Βλάσιος Τσούτσης

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Ιωάννης Νέγκας

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ 2010



**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:

“ Evaluating the effect of dietary enzyme incorporation complements on performance of diets with high participation of plant ingredients for *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) juveniles ”

POSTGRADUATE STUDENT

Vlasios Tsoutsis

SUPERVISOR

Ioannis Negas

IGOUMENITSA 2010

Αφιέρωση

Στα παιδιά μου Βασίλη και Αλεξάνδρα-Μαρία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ιχθυάλευρα είναι το κυριότερο και το πιο κρίσιμο συστατικό στην παραγωγή ιχθυοτροφών. Το αυξανόμενο κόστος των ιχθυάλευρων έχει ωθήσει τους παρασκευαστές ζωοτροφών στην αναζήτηση για φθηνότερες εναλλακτικές πηγές πρωτεΐνης, όπως οι φυτικές πρωτεΐνες.

Μία εναλλακτική λύση είναι να αντικατασταθούν τα ιχθυάλευρα με φυτικές πρωτεΐνες οι οποίες έχουν συμπληρωθεί με διατροφικά ένζυμα. Η προσθήκη των ενζύμων στις ζωοτροφές μπορεί να βελτιώσει την αξιοποίηση των θρεπτικών ουσιών, μειώνοντας το κόστος των ζωοτροφών και την απέκκριση των θρεπτικών στοιχείων στο περιβάλλον.

Η παρούσα εργασία μελέτησε την επίδραση του συμπληρωματικού διαιτητικού εμπορικού ενζύμου Allzyme™ Vegpro στην απόδοση τροφών με υψηλή συμμετοχή φυτικών συστατικών κατά την εκτροφή ιχθυδίων λαυρακιού *Dicentrarchus labrax*, (Linnaeus, 1758).

720 ιχθύδια λαυρακιού μέσου βάρους 0,7 gr και 85 ημερών τοποθετήθηκαν σε 9 πολυεστερικές κυλινδροκωνικές δεξαμενές των 100 lt και χωρίστηκαν σε 3 ομάδες διαφορετικού σιτηρεσίου. Το πείραμα διήρκησε 62 μέρες. Κατά την διάρκεια του πειράματος έγιναν δειγματοληψίες προκειμένου να καταμετρηθούν οι δείκτες ανάπτυξης των ιχθυδίων: ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής FCR, ο ειδικός ρυθμός αύξησης SGR, ο ειδικός ρυθμός ταΐσματος SFR, συντελεστής εκμετάλλευσης της πρωτεΐνης PER και αξιοποίηση της τροφής FE.

Με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι δείκτες ανάπτυξης που επιλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος, δεν κατέδειξαν καμιά αξιοσημείωτη διαφορά ανάμεσα στα ιχθύδια των τριών γκρουπ όσον αφορά την αύξησή τους, την αξιοποίηση της τροφής και την κατανάλωση της πρωτεΐνης ($P > 0,05$). Αυτό εξηγείται ενδεχομένως λόγω του ότι η αποδοτικότητα του Allzyme™ Vegpro είναι σε άμεση σχέση με την περιεκτικότητά του στην τροφή.

ABSTRACT

Fishmeal is the main and most critical ingredient in aqua feed production. The increasing cost of fishmeal has encouraged feed manufacturers search for cheaper alternative protein sources such as plant proteins.

One alternative is to substitute fishmeal with plant proteins supplemented with exogenous feed enzymes. The use of enzymes in aqua feeds is able to improve the utilization of the nutritional factors, reducing the cost of the feeds and helping reduce the discharge of nutrients into the environment.

The experiment evaluated the effect of dietary supplementation of a multienzyme complex Allzyme™ Vegpro, on the performance of diets with high participation of phytic ingredients for *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) juveniles.

720 juveniles aged 85 days and 0,7 gr average weight were transferred in 9 polyesteric cylinder- conical tanks of 100 lt each. These tanks were separated in 3 different diet groups. The experiment lasted 62 days. Samplings were performed during the experiment in order to estimate growth parameters as FCR, SGR, SFR, PER and FE.

According to the results of the experiment, the estimated growth parameters did not show any significant difference between the three diet groups so far as growth, food utilization and protein consumption is concerned ($P>0,05$). This can be probably be explained due to the fact that the efficiency of Allzyme™ Vegpro is in relation with its participation in the diet.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ιδιαίτερως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γιάννη Νέγκα, Διευθυντή Έρευνας στο Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών του Εθνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών.

Τον προϊστάμενό μου κ. Άγγελο Τριανταφύλλη, και τους συναδέλφους μου κ. Γιώργο Τέφα και κ. Σπύρο Λιόντο για την πολύτιμη βοήθειά τους τόσο κατά το 'στήσιμο' των δεξαμενών αλλά και καθόλη την διεξαγωγή του πειράματος που πραγματοποιήθηκε στον Ιχθυογεννητικό Σταθμό Πρέβεζας.

Τον κ. Παναγάγγελο Δενδρινό, Καθηγητή των Τ.Ε.Ι. Ηπείρου για τις συμβουλές του κατά την διάρκεια του πειράματος.

Τον κ. Γιώργο Άλμπυρο, Γενικό Διευθυντή της ΕΤ.ΑΝ.ΑΜ., που μου παραχώρησε τον τεχνικό εξοπλισμό της εταιρείας για τις ανάγκες του πειράματος.

Ευχαριστίες επίσης οφείλω στην κα. Αγγελική Βασιλάκη Ιχθυολόγο, για την βοήθειά της κατά την διάρκεια των αναλύσεων των δειγμάτων στα εργαστήρια του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. στην Αθήνα.

Τον κ. Ευάγγελο Κατσαούνο M.Sc Ιχθυολόγο Τ.Ε. και τον κ. Χρήστο Κατσαούνο Δρ. Περιβαλλοντικής Χημείας για τις πολύτιμες συμβουλές τους.

Τέλος, μα όχι τελευταία θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την απεριόριστη συμπαράστασή τους καθόλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 7
1.1. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΘΑΛΑΣΣΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	σελ.8
1.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ	σελ.8
1.3. ΛΑΒΡΑΚΙ	σελ.11
1.3.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ	σελ.11
1.3.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	σελ.12
1.3.3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ – ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	σελ.13
1.3.4. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ	σελ.14
1.3.5. ΔΙΑΤΡΟΦΗ	σελ.14
1.3.6. ΕΚΤΡΟΦΗ	σελ.15
1.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	σελ.15
1.4.1. ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΣ	σελ.15
1.4.2. ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ – ΙΧΘΥΕΛΑΙΑ	σελ.17
1.4.2.1.ΤΟΜΕΙΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ – ΙΧΘΥΕΛΑΙΩΝ	σελ.20
1.4.2.2. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ	σελ.21
1.4.2.3. ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ	σελ.24
1.4.2.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ	σελ.26
1.4.2.5. ΛΟΓΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟΥ	σελ.28
1. 5. ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	σελ.29
1.5.1. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	σελ.29
1.5.2. ΦΥΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	σελ.30
1.5.2.1. ΣΟΓΙΑ	σελ.32
1.5.2.2. ΚΡΙΘΑΡΙ	σελ.34
1.5.2.3. ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	σελ.35
1.5.2.4. ΣΙΤΑΡΙ	σελ.36
1.5.2.5. ΜΠΙΖΕΛΙ – ΛΟΥΠΙΝΑ	σελ.37
1.5.2.6. ΥΠΟΠΡΟΙΟΝΤΑ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ	σελ.38

1.5.2.7. ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟΥ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	σελ.39
1.5.3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ	σελ.41
1.5.3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΡΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ	σελ.43
1.6. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	σελ.48
1.6.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	σελ.48
1.6.2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΕΝΖΥΜΟ	σελ.49
1.6. 3. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ALLZYME™ VEGPRO	σελ.50
1.6.3.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	σελ.50
1.6.3.2. ΡΗ	σελ.51
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	σελ.52
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.53
2.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ	σελ.53
2.3. ΕΚΤΡΟΦΗ ΙΧΘΥΩΝ – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	σελ.55
2.4. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	σελ.63
2.5. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	σελ.65
2.5.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	σελ.66
2.5.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ	σελ.67
2.5.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ	σελ.67
2.5.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ	σελ.69
2.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	σελ.70
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ.71
3.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΕΙΣΑ ΤΡΟΦΗ	σελ.72
3.2. ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ	σελ.80
3.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ (FCR)	σελ.89
3.4. ΕΙΔΙΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (SGR)	σελ.91
3.5. ΕΙΔΙΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΤΑΙΣΜΑΤΟΣ (SFR)	σελ.93

3.6. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ (FE)	σελ.95
3.7 ΣΥΣΤΑΣΗ ΙΧΘΥΔΙΩΝ	σελ.99
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ.101
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.106
6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	σελ.115

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΘΑΛΑΣΣΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η ιχθυοκαλλιέργεια αποτελεί έναν από τους πιο δυναμικά αναπτυσσόμενους κλάδους της ελληνικής οικονομίας τα τελευταία είκοσι χρόνια, αναδεικνύοντας την Ελλάδα ως τη μεγαλύτερη παραγωγό χώρα, όσον αφορά την παραγωγή μεσογειακών ευρύαλων ψαριών.

Στην ανάπτυξη του κλάδου συνέβαλαν σημαντικά :

- α) Οι κλιματολογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες της χώρας (17.000 km ακτογραμμής, πολυάριθμοι νήσοι και μικροί κόλποι) που ευνοούν τη καλλιέργεια ευρύαλων ψαριών
- β) Οι επιδοτήσεις που δόθηκαν από το κράτος και τα προγράμματα στήριξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- γ) Η μείωση των αλιευτικών αποθεμάτων και
- δ) Οι περιορισμοί που έχουν επιβληθεί τα τελευταία χρόνια στην αλιεία.

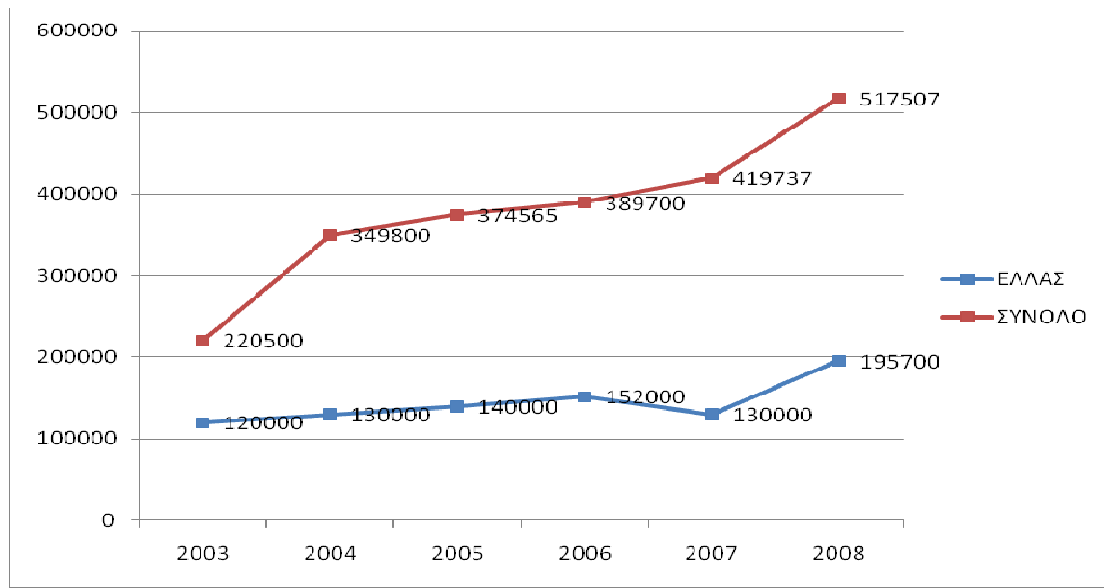
(www.investingreece.gov.gr)

1.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ

Οι εταιρείες του κλάδου προμηθεύονται γόνου κυρίως από την εγχώρια αγορά και πολύ λιγότερο, σε σχέση με παλαιότερα, από το εξωτερικό. Σε αυτό συνέβαλλε σημαντικά η μεγάλη ανάπτυξη που παρουσίασε ο κλάδος των ιχθυοκαλλιεργειών την τελευταία δεκαπενταετία, με αποτέλεσμα να αναπτυχθεί παράλληλα και η εγχώρια παραγωγή γόνου. Το μεγαλύτερο μέρος του παραγόμενου γόνου συνίσταται σε τσιπούρα και λαβράκι (Πίνακας 1, Γράφημα 1).

Πίνακας 1 : Παραγωγή γόνου λαβρακιού (σε ιχθύδια) στην Ελλάδα και στην Ευρώπη (www.aquamedia.org)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ΕΛΛΑΣ	120000	130000	140000	152000	130000	195700
ΣΥΝΟΛΟ	220500	349800	374565	389700	419737	517507



Γράφημα 1. Εξέλιξη της παραγωγής γόνου λαβρακιού (σε ιχθύδια) στην Ελλάδα και στην Ευρώπη τα προηγούμενα χρόνια (www.aquamedia.org)

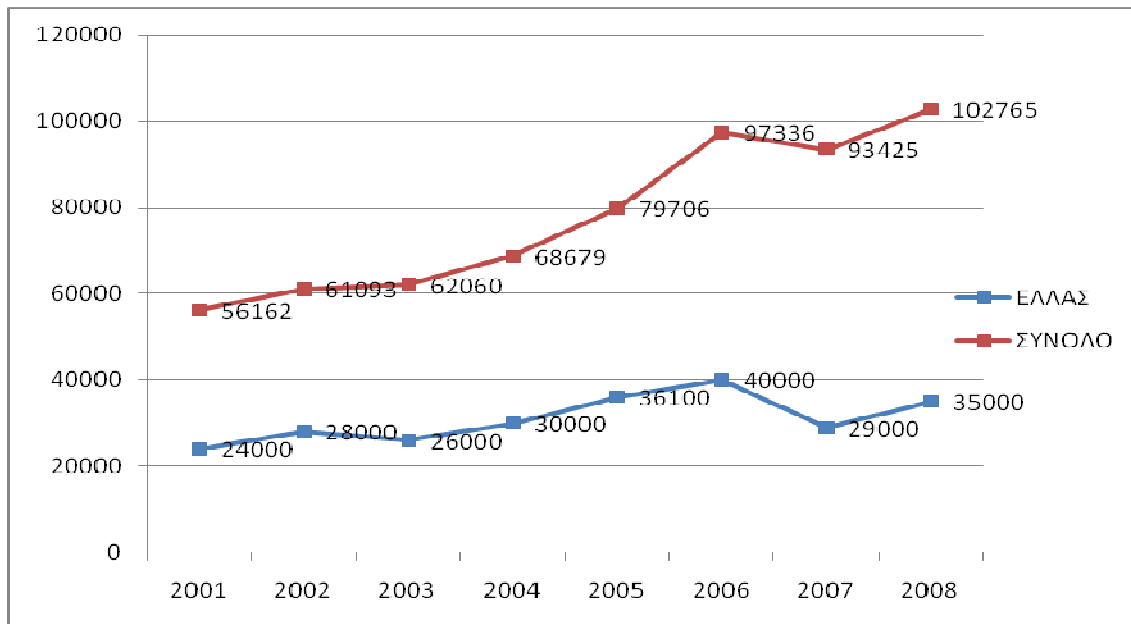
Όσον αφορά την συνολική παραγωγή λαβρακιού αυτή αποτυπώνεται στον Πίνακα 2 και στο αντίστοιχο Γράφημα 2.

Σημειώνεται ότι το λαβράκι έχει ελαφρώς υψηλότερο κόστος παραγωγής από την τσιπούρα, καθώς υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες κατά την παραγωγική του διαδικασία.

Η συνεχής άνοδος της εγχώριας παραγωγής είχε σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθούν συνθήκες υπερπροσφοράς στον κλάδο με ιδιαίτερα αρνητική επίπτωση στις τιμές πώλησης.

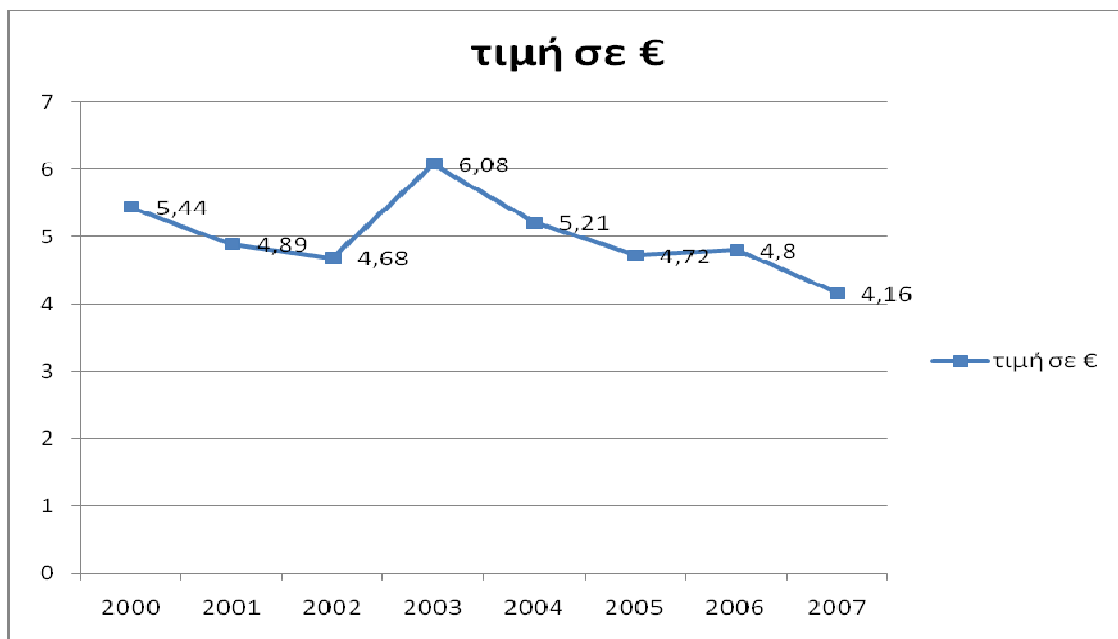
Πίνακας 2. Παραγωγή λαβρακιού (σε τόνους) στην Ελλάδα και στην Ευρώπη (www.aquamedia.org)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ΕΛΛΑΣ	24000	28000	26000	30000	36100	40000	29000	35000
ΣΥΝΟΛΟ	56162	61093	62060	68679	79706	97336	93425	102765



Γράφημα 2. Εξέλιξη της παραγωγής λαβρακιού (σε τόνους) στην Ελλάδα και στην Ευρώπη τα προηγούμενα χρόνια (www.aquamedia.org)

Τέλος, η τελική τιμή πώλησης του λαβρακιού φαίνεται να υφίσταται μια πτώση σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του FEAP. Στη διάρκεια της τελευταίας 10ετίας σημειώθηκαν διακυμάνσεις των τιμών πώλησης, οι οποίες κατά περιόδους ήταν αρκετά έντονες, αλλά η συνολική τάση τους ήταν πτωτική (Γράφημα 3).



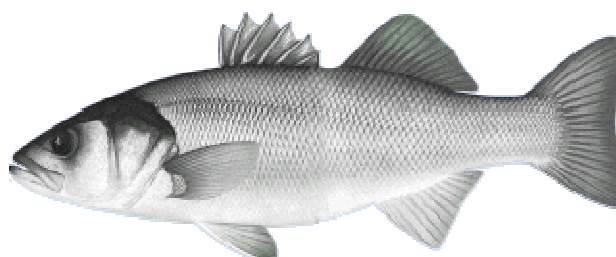
Γράφημα 3. Εξέλιξη της τιμής πώλησης για το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) από το 2000 έως το 2005 (www.aquamedia.org).

1.3. ΛΑΒΡΑΚΙ

Το λαβράκι αποτελεί ένα είδος ψαριού με μεγάλη εμπορική και διατροφική αξία. Τα κοινά ονόματα είναι αρκετά, η επιτυχέστερη ίσως ονομασία είναι στα Γαλλικά «λύκος» διότι πράγματι τα άτομα είναι αδηφάγα σαν λύκοι που καταβροχθίζουν οποιοδήποτε ζωντανό οργανισμό βρεθεί μπροστά τους (Κασπίρης, 1991).

1.3.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Φύλο:	Χορδωτά
Υποφύλο:	Σπονδυλωτά
Ομοταξία:	Ακτινοπτερύγιοι
Υφομοταξία:	Τελεόστεοι
Τάξη:	Περκόμορφα
Υπόταξη:	Περκοειδή
Οικογένεια:	<i>Moronidae</i>
Γένος:	<i>Dicentrarchus</i>



Τα λαβράκια είναι τελεόστεοι ιχθύες. Ανήκουν στην τάξη *Perciformes* και κατατάσσονται πλέον στην οικογένεια *Moronidae*. Παλαιότερες αναφορές τα τοποθετούσαν στην οικογένεια *Serranidae* (Κασπίρης, 2000).

Το γένος *Dicentrarchus* περιλαμβάνει δύο είδη: το *Dicentrarchus labrax* και το *Dicentrarchus punctatus* (Stickney, 2000).

Τα δύο αυτά είδη διαφέρουν στα εξής σημεία (Φωτογραφία 1):

α) Το *D. punctatus* παρουσιάζει σκοτεινές κηλίδες στη ράχη και στα πλευρά, οι οποίες είναι μόνιμες για όλη τη ζωή του. Στο *D. labrax* οι κηλίδες αυτές απουσιάζουν από τα ενήλικα άτομα, ενώ είναι παρούσες κατά το πρώτο και σπάνια κατά το δεύτερο έτος της ζωής του.

β) Τα δόντια της ινιακής περιοχής του ουρανίσκου εξαπλώνονται σε όλη την περιοχή σχηματίζοντας ένα είδος βέλους στο *D. punctatus*, ενώ στο *D. labrax*

υπάρχουν μόνο στο πρόσθιο μέρος του ουρανίσκου και σχηματίζουν ένα ανοικτό U.

γ) Η διάμετρος του ματιού σε σχέση με τη μεσοκογχική απόσταση είναι μεγαλύτερη στο *D. punctatus* από την αντίστοιχη του *D. Labrax* .

(Χώτος και Ρογδάκης, 1992)



Φωτογραφία 1. Αριστερά: *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) και Δεξιά: *Dicentrarchus punctatus* (Bloch, 1792) (www.pictolife.net)

1.3.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Το σώμα είναι λεπτό και έχει επίμηκες σχήμα (Moretti et al., 1999). Το κεφάλι του είναι μακρύ και καλύπτεται από κυκλοειδή λέπια ενώ το βραγχιακό επικάλυμμα έχει οδοντωτό άκρο και 2 ακτίνες (Μίνος, 2000).

Το στόμα του είναι αρκετά μακρύ, ώστε να μπορεί να συλλαμβάνει τα μικρότερα ψάρια και τα διάφορα ασπόνδυλα (Bini, 1973).

Τα δόντια του βρίσκονται στο ρινικό διάφραγμα και σε ημικυκλική διάταξη (Stickney 2000).

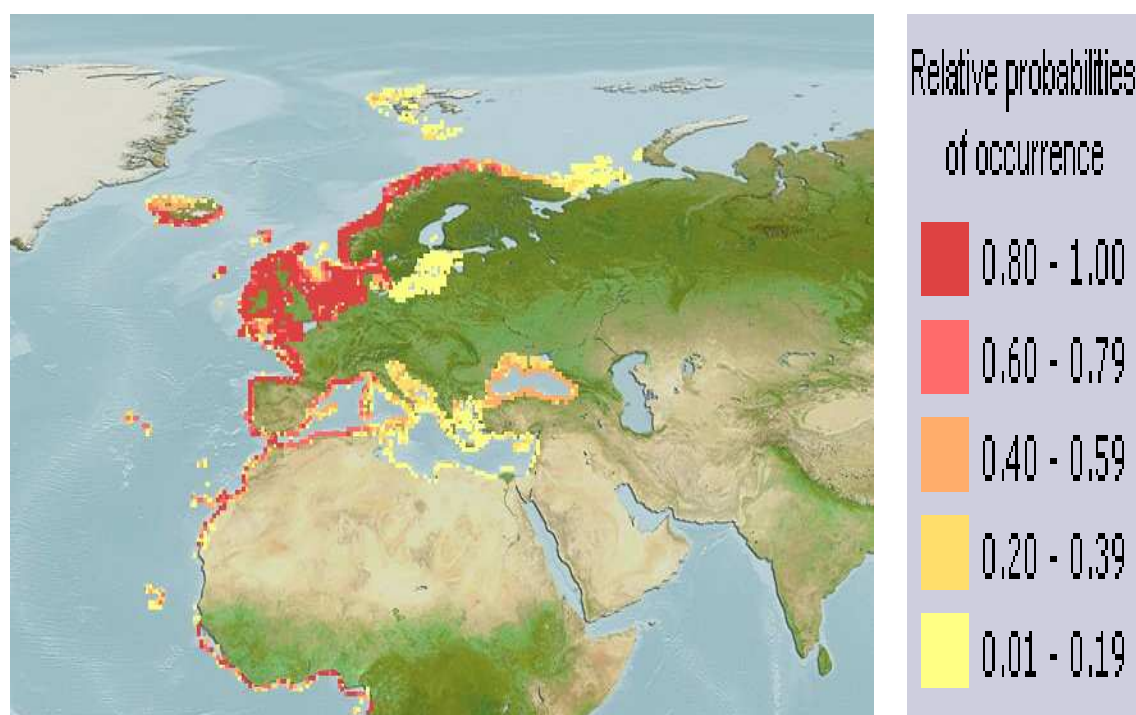
Αποτελείται από D9-11, XI-XII τύπο ραχιαίου και A3,X-XII τύπο εδρικού πτερυγίου, μικρά λέπια, ελαφρώς διχαλωτό ουραίο πτερύγιο και ασημί-γκρι χρώμα. Η πλευρική γραμμή είναι ευδιάκριτη και σκουρόχρωμη με 62-80 κυκλοειδή λέπια (Moretti et al., 1999).

Το σώμα είναι ασημί με ράχη γκριζοπράσινη, περισσότερο ή λιγότερο σκούρα. Το βραγχιακό επικάλυμμα έχει μια σκούρα κηλίδα και στα μικρά άτομα υπάρχουν πολυάριθμες κηλίδες στα πλευρά (www.fao.org) .

Το λαβράκι μπορεί να φτάσει μέγιστο μήκος το 1 μέτρο και βάρος τα 15 κιλά, αν και ψάρια των 0,5 μέτρων και 4 – 6 κιλών έχουν παρατηρηθεί συχνότερα (Coves et al., 1991).

1.3.3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ – ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Το ευρωπαϊκό λαβράκι *Dicentrarchus labrax* παρουσιάζει αρκετά πλατιά εξάπλωση. Το *D. labrax* εξαπλώνεται κατά μήκος των ατλαντικών ακτών, από την Νότια Νορβηγία (60° Β) έως την Δυτική Σαχάρα (30° Ν) καθώς και σε όλη τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα (Wheeler, 1975).



Εικόνα 1. Γεωγραφική κατανομή του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) (www.fishbase.org)

Το λαυράκι είναι κατεξοχήν ευρύαλο και ευρύθερμο είδος. Τα άτομα αυτά εμφανίζουν μια αρκετά ευρεία ανοχή στην διακύμανση της θερμοκρασίας (7 – 30 °C) και την αλατότητα αφού μπορούμε να το συναντήσουμε από τα γλυκά νερά μέχρι και 39 ‰. Κάτω από τους 7 °C σταματάει να τρέφεται, ενώ όταν η θερμοκρασία κατέβει κάτω από τους 2 °C πεθαίνει (Κασπίρης, 1991).

Τα ενήλικα άτομα είναι μοναχικά ενώ αντίθετα τα μικρότερα σε ηλικία άτομα σχηματίζουν κοπάδια.

Από πλευράς βιοτόπου είναι πανταχού παρών: αμμώδης βυθός, βραχώδεις ακτές, κ.α. Το λαβράκι πάντως προτιμάει τα παραγμένα και θολωμένα νερά, όπου αναζητάει την λεία του. Επίσης συναντάται σε όλα τα βάθη, από την επιφάνεια μέχρι τα 100 μ (Tortonese, 1984).

Οι μεταναστεύσεις που πραγματοποιεί, οφείλονται στις μεταβολές της θερμοκρασίας και της αλατότητας κάτω από το πρίσμα της αναζήτησης της τροφής και της αναπαραγωγής (Χώτος και Ρογδάκης 1992).

1.3.4. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Το λαβράκι είναι ένα είδος γονοχωριστικό με εξωτερική γονιμοποίηση και ισχυρό θερμοεξαρτώμενο φυλοκαθορισμό (Κουμουνδούρος et al. 2002).

Στους φυσικούς πληθυσμούς της λεκάνης της Μεσογείου η αναπαραγωγική ωρίμανση λαμβάνει χώρα τους μήνες Σεπτέμβριο-Μάρτιο όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 11-15 °C (Mananos et al., 1997).

Στον Ατλαντικό ωκεανό, η ωρίμανση είναι μετατοπισμένη κατά 2 με 3 μήνες με την θερμοκρασία να βρίσκεται στους 11 – 14 °C (Tortonese, 1984) .

Εντούτοις, η εμβρυική ανάπτυξη μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μεγαλύτερο θερμοκρασιακό εύρος (8-20 °C) (Jennings & Pawson, 1992).

Τα αρσενικά άτομα ωριμάζουν νωρίτερα από ότι τα θηλυκά άτομα. Στην Μεσόγειο, τα ώριμα γεννητικά αρσενικά άτομα βρίσκονται στην ηλικία 2 – 3 ετών ενώ τα θηλυκά 3 – 5 ετών (Carillo et al., 1995).

Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα από τον Ιανουάριο ως τον Μάρτιο. Η ωοτοκία εμφανίζεται στις βραχώδεις παράκτιες περιοχές κοντά στις εκβολές των ποταμών (Hassin et al., 1991).

1.3.5. ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Το λαβράκι τρέφεται με μικρού μεγέθους ψάρια κυρίως αφρόψαρα όπως είναι η σαρδέλα και η αθερίνα καθώς και από διάφορα ασπόνδυλα όπως είναι η γαρίδα, τα μαλάκια και τα καβούρια (El-Shebly, 2009).

1.3.6. ΕΚΤΡΟΦΗ

Το λαβράκι μπορεί να καλλιεργηθεί σε λιμνοθάλασσες (εκτατικό σύστημα εκτροφής), σε χερσαίες δεξαμενές (ημι – εντατικό σύστημα εκτροφής), και σε κλωβούς ανοικτής θάλασσας (εντατικό σύστημα εκτροφής).

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ευρωπαϊκής παραγωγής προκύπτει στους κλωβούς ανοικτής θάλασσας (Basurco, 2001).

Τα ψάρια διατίθενται σε βάρος από περίπου 250 γραμμάρια έως και 1.500 γραμμάρια. Σήμερα, στην Ελλάδα εκτιμάται ότι οι ενεργές μονάδες εκτροφής ανέρχονται σε επίπεδα της τάξεως των 300 μονάδων (βάσει αδειών) (ICAP, 2007).

1.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην ελληνική αλλά και στην παγκόσμια θαλασσοκαλλιέργεια έχουν εξελιχθεί, η γνώση αυξάνεται, η απόδοση των μονάδων βελτιώνεται, το κόστος παραγωγής μειώνεται αλλά και η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος βελτιώνεται, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι απώλειες και οι εταιρείες του κλάδου να επιδιώκουν την βελτιστοποίηση της παραγωγής τους (Shields, 2001) .

Η ραγδαία αύξηση της παραγωγής ιχθύων που προκύπτει από την εκτροφή σε κλωβούς, συνοδεύτηκε με την ταχεία ανάπτυξη της παρασκευής και παραγωγής των ιχθυοτροφών.

1.4.1. ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΣ

Οι ιχθυοτροφές αποτελούν βασική πρώτη ύλη για την ιχθυοκαλλιέργεια. Έχει βρεθεί ότι τη μεγαλύτερη συμβολή στο κόστος παραγωγής μιας μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας, τόσο καθετοποιημένης (παραγωγή γόνου και πάχυνση ψαριών) όσο και μη καθετοποιημένης (πάχυνση ψαριών και προμήθεια γόνου από άλλες εταιρείες του κλάδου) έχουν οι ιχθυοτροφές με ποσοστό που ξεπερνά το 50% (ICAP, 2007).

Τα ψάρια της ιχθυοκαλλιέργειας τρέφονται με τεχνητές ισορροπημένες πλήρεις ιχθυοτροφές που έχουν σύσταση ανάλογη των διατροφικών συνηθειών του κάθε είδους ψαριού στη φύση.

Οι ιχθυοτροφές ανήκουν στην κατηγορία των ξηρών τροφών και παράγονται σε 2 μορφές αναλόγως του μεγέθους του εκτρεφόμενου ψαριού: σύμπηκτων (pellets) για τα μεγαλύτερα μεγέθη και κόκκου (granulated meal) για τις μικρές ηλικίες (Δαμάσκου και Κάμπολης, 1998).

Η σύνθεση της τροφής μπορεί να περιλαμβάνει ιχθυάλευρα, ιχνοστοιχεία, δημητριακά, ιχθυέλαια, φυτικό λίπος, συμπληρώματα σιδήρου και βιταμινών (Πανταζής, 2003).

Η διαδικασία παραγωγής τους περιλαμβάνει την προκατεργασία των ωπών πρώτων υλών, την προσθήκη συστατικών απαραίτητων για την φυσιολογική ανάπτυξη των ψαριών και τέλος αμύλου (starch) για την συγκόλληση των συστατικών μεταξύ τους (Πανταζής, 2003).

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης πλήρων τεχνητών ιχθυοτροφών είναι:

α) παράγονται σε εξειδικευμένες βιομηχανικές εγκαταστάσεις με χρήση σταθερών συνθηκών παραγωγής και πιστοποιημένων πρώτων υλών με αποτέλεσμα να είναι υγειονομικά ασφαλείς

β) διαθέτουν ελεγχόμενα φυσικά χαρακτηριστικά (σχήμα, μέγεθος, πυκνότητα, χρώμα)

και γ) η σύνθεσή τους είναι ελεγχόμενη και άρα έχουν σταθερή και γνωστή διατροφική αξία και οργανοληπτικές ιδιότητες (Gatlin et al., 2007).

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί η παραγωγή τους από τις ελληνικές βιομηχανίες. Παρόλα αυτά, πραγματοποιούνται και εισαγωγές, καθώς η εγχώρια παραγωγή δεν καλύπτει πλήρως τις ανάγκες των εταιριών που ασχολούνται με την ιχθυοκαλλιέργεια (Tacon & Metian, 2008).

Στην Ελλάδα, το 2005, καταναλώθηκαν περίπου 180.000 τόνοι ιχθυοτροφών, ενώ το 2006 καταναλώθηκαν γύρω στους 225.000–250.000 τόνους (Tacon & Metian, 2008).

Επίσης, οι τιμές πώλησής τους είναι παρόμοιες σχεδόν σε όλες τις χώρες της Μεσογείου όπου υπάρχουν εταιρείες ιχθυοκαλλιέργειας, ενώ και τα μεταφορικά κόστη δεν αποτρέπουν τις εισαγωγές και τις εξαγωγές (Tacon & Metian, 2008)

1.4.2. ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ - ΙΧΘΥΕΛΑΙΑ

Το 2008, τα ψάρια που έφτασαν στο πιάτο των καταναλωτών, παγκοσμίως, για πρώτη φορά, προέρχονταν σε μεγαλύτερο ποσοστό από τις ιχθυοκαλλιέργειες (www.fao.org).

Το γεγονός αυτό φανερώνει μια τάση που συνδέεται, άμεσα και έμμεσα, με τα μέτρα για την προστασία των ιχθυαποθεμάτων που λαμβάνονται σε συνδυασμό βέβαια με το ότι οι τιμές των ψαριών ιχθυοκαλλιέργειας είναι έως και τρεις φορές χαμηλότερες από εκείνες των αντίστοιχων ελεύθερης αλιείας. Παρά την αυξανόμενη ζήτηση των ψαριών ιχθυοτροφείου, δεν αυξάνεται αναλόγως η αλιεία των ειδών με τα οποία εκτρέφονται (www.fao.org).

Έτσι, η ποσότητα των λεγόμενων «βιομηχανικών ψαριών» (αντζούγιες, σαρδέλες) που χρησιμοποιούνται για τη παρασκευή ιχθυαλεύρων, παραμένει σταθερή επί δεκαετίες στα 30 εκατομμύρια τόνους (Πίνακας 3).

Τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια παρέχουν μια εξαιρετική πηγή ζωικών πρωτεϊνών, απαραίτητα αμινοξέα, ω – 3 λιπαρά οξέα καθώς και ανόργανα συστατικά και ενέργεια (Hertrampf & Piedad-Pascual, 2000) (Πίνακας 4).

Η απόδοση του ιχθυελαίου είναι μεταβλητή και εξαρτάται από το είδος και την εποχή του έτους όπου τα ψάρια αλιεύονται. Για παράδειγμα η περιεκτικότητα σε έλαια του γαύρου στην Βόρεια Ευρώπη είναι χαμηλή κατά τη διάρκεια του χειμώνα και την εαρινή περίοδο αναπαραγωγής και υψηλότερη στο τέλος του καλοκαιριού (Lasker & Smith, 1977).

Η βιομηχανία παραγωγής ιχθυάλευρου και ιχθυελαίου ξεκίνησε τον 19^ο αιώνα στην Βόρεια Ευρώπη και στη Βόρειο Αμερική (Thomson, 1990).

Παραδοσιακά οι σημαντικότερες πρώτες ύλες ήταν οι θαλάσσιες πρώτες ύλες που προέρχονται από τα πελάγια είδη ψαριών με μικρά οστά, τα οποία αποτελούν επίσης τη φυσική τροφή των ψαριών όπως είναι ο σολομός, η πέστροφα, ο μπακαλιάρος και άλλα σαρκοφάγα είδη ψαριών.

Τα άγρια ψάρια που αλιεύονται για την παραγωγή ιχθυάλευρων είναι κυρίως μικρά, οστεώδη πελαγικά ψάρια για τα οποία υπάρχει μικρή ή καθόλου ζήτηση για ανθρώπινη κατανάλωση. Καθώς δεν υπάρχει άμεση αγορά για αυτά τα πελαγικά ψάρια για ανθρώπινη κατανάλωση, η αποτελεσματικότητα της μετατροπής σε ιχθυάλευρα πρέπει να συγκριθεί με τη μόνη πραγματική εναλλακτική οδό προς την ανθρώπινη κατανάλωση, δηλαδή με το ότι τα

πελαγικά ψάρια τρώγονται από άγρια αρπακτικά ψάρια τα οποία είναι κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση (Γενική Διεύθυνση Έρευνας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, 2005).

Τα είδη αυτά των ψαριών που αλιεύονται σε μεγάλες ποσότητες, σχηματίζουν τεράστιους πληθυσμούς, πολλαπλασιάζονται πολύ γρήγορα και σε μεγάλους αριθμούς, μεγαλώνουν ταχύτατα και έχουν μικρή διάρκεια ζωής.

Η Νότια Αμερική προμηθεύει το μεγαλύτερο μέρος (37% ή 21,5 εκατομμύρια τόνοι) που προορίζονται για την παραγωγή των ιχθυάλευρων και των ιχθυελαίων. Ακολουθεί η Άπω Ανατολή (27%) και η Νοτιοανατολική Ασία με 12%. Όσον αφορά την Ευρώπη, η Ισλανδία, η Δανία και η Νορβηγία αποτελούν τους κυρίως προμηθευτές σε ποσοστό περίπου στο 5% η κάθε μία (Huntington, 2004).

Πίνακας 3. Είδη που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων με την σύστασή τους (Bender, 2006).

ΕΙΔΗ	ΣΥΣΤΑΣΗ
Γαύρος <i>(Engraulis spp.)</i>	Σύνθεση (νωπά) / 100 g: νερό 73 g, 548 kJ (131 kcal), πρωτεΐνη 20 γραμμάρια, λιπαρά 4,8 g (εκ των οποίων 31% κορεσμένα, 29% μονο-ακόρεστα, 49% πολυακόρεστα)
Σκουμπρί <i>(Scombers combrus)</i>	Σύνθεση (νωπά) / 100 g: νερό 63,5 g, 858 kJ (205 kcal), πρωτεΐνη 18,6 g, λίπος 13.9g (εκ των οποίων 27% κορεσμένα, 45% μονοακόρεστα, 27% πολυακόρεστα), χοληστερόλη 70mg, υδαάνθρακες 0 g
Ρέγγα <i>(Clupea harengus)</i>	Σύνθεση ανά 100 g: νερό 72 g, 661 kJ (158 kcal), πρωτεΐνη 18 g, 9 g λίπους (εκ των οποίων 26% κορεσμένα, 47% μονο-ακόρεστα, 27% πολυ-ακόρεστα), χοληστερόλη 60mg, υδαάνθρακες 0 g

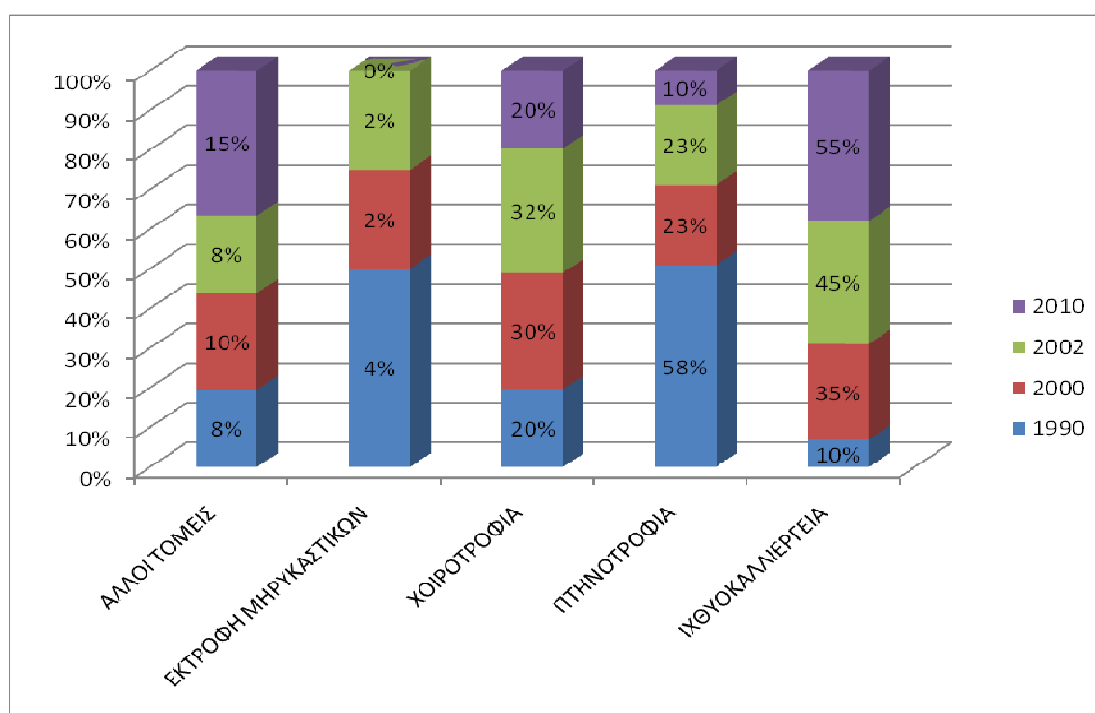
Πίνακας 4. Προμηθευτές και είδη ψαριών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του ευρωπαϊκού ιχθυάλευρου (Huntington, 2004)

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΙΔΗ	%
Νότια Αμερική	Γαύρος <i>(Engraulis spp.)</i>	57%
	Σκουμπρί <i>(Scombers combrus)</i>	7%
	Σαρδέλα <i>(Sardina pilchardus)</i>	2%
Ευρώπη	Καπελάνος <i>(Mallotus villosus)</i>	10%
	Προσφυγάκι <i>(Micromesistius routassou)</i>	7%
	Αμμοδύτης <i>(Ammodytes tobianus)</i>	5%
	Σκουμπρί <i>(Scombers combrus)</i>	3%
	Παπαλίνα <i>(Sprattus sprattus)</i>	2%
	Ρέγγα <i>(Clupea harengus)</i>	1%
	Νορβηγικός σύκος <i>(Trisopterus esmarki)</i>	1%
	Αμερική	Μενάχεν <i>(Brevoortia aurea)</i>
ΣΥΝΟΛΟ		100%

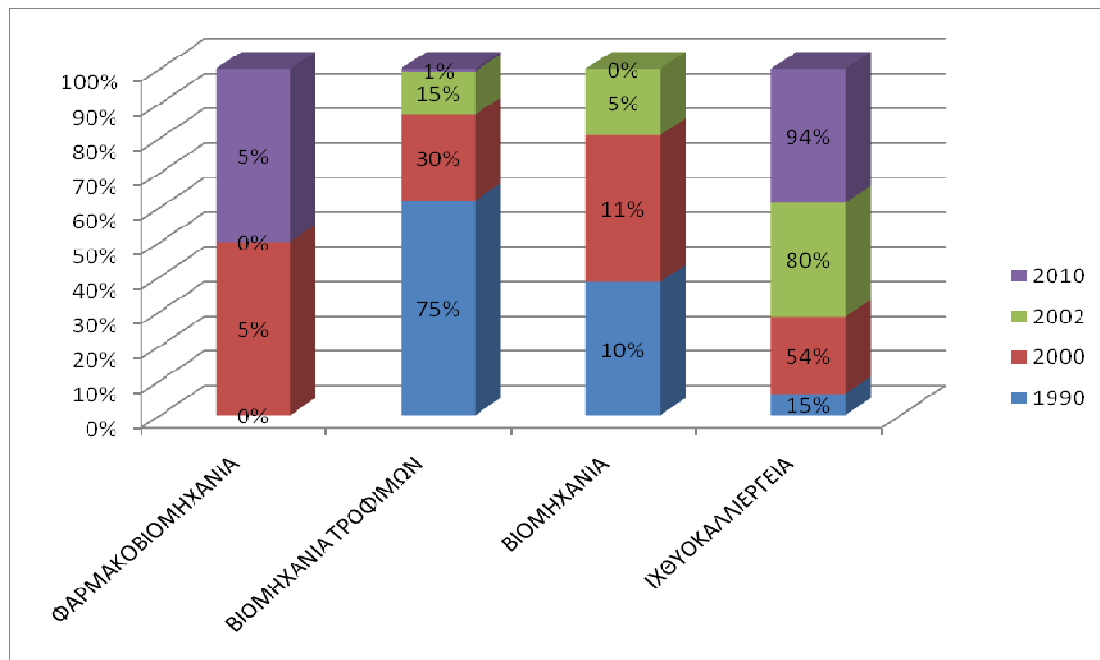
1.4.2.1. ΤΟΜΕΙΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ - ΙΧΘΥΕΛΑΙΩΝ

Στο παρελθόν, τα ιχθυάλευρα χρησιμοποιούνταν για την ορνιθοτροφία και την εκτροφή χοίρων, πρακτική, που σιγά-σιγά εγκαταλείφθηκε. Πολλοί υποστηρίζουν πως η χρήση ιχθυαλεύρων στα ιχθυοτροφεία είναι αποδοτικότερη συγκριτικά με τη χρήση τους στην εκτροφή άλλων ζώων (MARINE AQUACULTURE TASK FORCE, 2007).

Συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι η ετήσια παγκόσμια παραγωγή ιχθυαλεύρου είναι περί τα 6,5 εκατομμύρια τόνοι, εκ των οποίων μόνο 2 εκατομμύρια τόνοι καταναλώνονται από την ιχθυοκαλλιέργεια. Αντιστοίχως, η ετήσια παραγωγή ιχθυελαίου είναι περί τα 1,2 εκατομμύρια τόνοι, εκ των οποίων η ιχθυοκαλλιέργεια καταναλώνει περίπου 450.000 τόνους (Tacon & Metian, 2008).



Γράφημα 4. Διάθεση ιχθυάλευρου σε διάφορους κλάδους τα έτη 1990, 2000, 2002 και 2010 (πρόβλεψη) σύμφωνα με τον IFFO (Παγκόσμιος Οργανισμός Ιχθυάλευρων και Ιχθυελαίων) (www.iffonet)



Γράφημα 5. Διάθεση ιχθυέλαιου σε διάφορους κλάδους τα έτη 1990, 2000, 2002 και 2010 (πρόβλεψη) σύμφωνα με τον IFFO (Παγκόσμιος Οργανισμός Ιχθυάλευρων και Ιχθυελαίων) (www.iffonet)

1.4.2.2. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ

Τα ιχθυάλευρα παρέχουν μια ισορροπημένη ποσότητα όλων των απαραίτητων αμινοξέων, των φωσφολιπιδίων και των λιπαρών οξέων (π.χ., DHA και EPA) και συμβάλουν στην καλύτερη ανάπτυξη, στην αύξηση και στην αναπαραγωγή των προνυμφών και των γεννητόρων. Τα θρεπτικά συστατικά στα ιχθυάλευρα επίσης ισχυροποιούν το ανοσοποιητικό σύστημα.

Ένας άλλος πολύ σημαντικός λόγος για τον οποίο τα ιχθυάλευρα είναι περιζήτητα ως συστατικό στις ιχθυοτροφές είναι ότι περιέχουν ορισμένες ενώσεις που τις κάνουν πιο αποδεκτές και ευχάριστες στη γεύση (εύγευστα). Αυτή η ιδιότητα συμβάλει στην γρήγορη πρόσληψη των ιχθυοτροφών μειώνοντας την διήθηση των θρεπτικών συστατικών. Το γλουταμινικό οξύ είναι μία από τις ενώσεις που προσδίδει γευστικότητα στα ιχθυάλευρα

Τα υψηλής ποιότητας ιχθυάλευρα περιέχουν συνήθως ολικές αζωτούχες ουσίες μεταξύ 60% και 72 % κατά βάρος. Από διατροφικής άποψης, τα ιχθυάλευρα είναι η προτιμώμενη ζωική πρωτεΐνη στη διατροφή των ψαριών. Τα τυπικά σιτηρέσια των ψαριών μπορούν να περιέχουν από 32% έως 45% ολικής πρωτεΐνης κατά βάρος (www.thefishsite.com)

Το Ολικό Πτητικό Άζωτο TVN χρησιμοποιείται ως κριτήριο για την ποιότητα των αλιευμένων ψαριών. Τα κύρια συστατικά του TVN είναι η τριμεθυλαμίνη και η αμμωνία. Η τριμεθυλαμίνη προέρχεται από την βακτηριακή αποσύνθεση ενώ η αμμωνία προέρχεται από τη διάσπαση των αμινοξέων (Haaland and Njaa, 1988).

Οι περισσότερες χώρες παραγωγής κατατάσσουν το τελικό προϊόν σύμφωνα με το TVN της πρώτης ύλης ως εξής:

- **Πρώτης ποιότητας:** ψάρια με TVN < 50 παράγουν την υψηλότερη ποιότητα
- **Δεύτερης ποιότητας:** ψάρια με TVN μεταξύ 50 και 100
- **Τρίτης ποιότητας:** ψάρια άνω των 100 παράγουν την τρίτη ή την χαμηλότερη ζώνη ποιότητας (Huntington, 2004).

Τα DHA και EPA παράγονται κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας από τα μικρά σε μέγεθος φύκια και το ζωοπλαγκτόν, και στην συνέχεια καταναλώνονται από τα ψάρια. Τα Ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια περιέχουν περισσότερα ω-3, από ω-6 οξέα.

Αν και υπάρχει μια απίστευτη σειρά διαθέσιμων προϊόντων από ιχθυάλευρα, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες ποιότητας, οι οποίες αντικατοπτρίζουν γενικά τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους και τη ποιότητα (φρέσκο) της πρώτης ύλης και έχει άμεση σχέση με τις εσωτερικές προδιαγραφές των εταιρειών ιχθυοτροφών.

Τα ευεργετικά αποτελέσματα των λιπιδίων στη διατροφή των ψαριών είναι ιδιαίτερα εμφανή στη δομή και στη λειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών. Η κυτταρική μεμβράνη είναι ένα ημι-διαπερατό και ευέλικτο στρώμα που περιβάλλει κάθε κύτταρο και ελέγχει τη διέλευση των θρεπτικών και άλλων ουσιών μέσα και έξω από το εσωτερικό των κυττάρων. Η κυτταρική μεμβράνη προστατεύει τα κύτταρα και αποτελείται κυρίως από λιπίδια, πρωτεΐνες, και υδατάνθρακες. Λόγω των λιπαρών οξέων που διαθέτουν, τα λιπίδια των κυτταρικών μεμβρανών διατηρούν τη ρευστότητα τους στην μείωση ή στην αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων και των κυττάρων που αντιμετωπίζουν τα ψάρια στα διάφορα βάθη στη στήλη του ύδατος. Τα απαραίτητα λιπαρά οξέα είναι απαραίτητα για τη φυσιολογική ανάπτυξη των προνυμφών, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των ψαριών. Είναι επίσης σημαντικά για τη φυσιολογική ανάπτυξη του δέρματος, του νευρικού

συστήματος, του εγκεφάλου, και την οπτική οξύτητα. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα φαίνεται να βοηθούν το ανοσοποιητικό σύστημα και μειώνουν την αντίδραση στο στρες. Τα Ιχθυάλευρα επίσης περιέχουν πολύτιμα φωσφολιπίδια, λιποδιαλυτές βιταμίνες, και στεροειδείς ορμόνες.

Τα λιπίδια στα ιχθυάλευρα παρέχουν υψηλή περιεκτικότητα ενέργειας στην τροφή. Δεδομένου ότι υπάρχει πολύ μικρή συγκέντρωση υδατανθράκων στα ιχθυάλευρα, το ενεργειακό περιεχόμενο των ιχθυαλεύρων σχετίζεται άμεσα με το ποσοστό των πρωτεϊνών και το έλαιο που περιέχει. Η ποσότητα και η ποιότητα του ελαίου στα ιχθυάλευρα εξαρτώνται από το είδος, την φυσιολογία, το φύλο, την αναπαραγωγική κατάσταση, την ηλικία, τις συνήθειες διατροφής των συλληφθέντων ψαριών καθώς και από την μέθοδο επεξεργασίας (www.thefishsite.com).

Τα λιπίδια στα ιχθυάλευρα και στα ιχθυέλαια αφομοιώνονται εύκολα από όλα τα ζώα και ιδιαίτερα στα ψάρια, στους χοίρους και στις αγελάδες. Σε αυτά τα ζώα η απορρόφηση των λιπιδίων είναι της τάξεως του 90%. Η υψηλή πεπτικότητα των λιπιδίων σημαίνει ότι μπορεί να προσφέρει ωφέλιμη ενέργεια. Εάν μια τροφή δεν παρέχει αρκετή ενέργεια, το ψάρι θα πρέπει να χρησιμοποιήσει την διαθέσιμη πρωτεΐνη για ενέργεια, διαδικασία αρκετά δαπανηρή.

Τα καλής ποιότητας ιχθυάλευρα περιέχουν αντιοξειδωτικές ουσίες, οι οποίες προστίθενται. Για παράδειγμα, τα λιπίδια όπως είναι τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα καταστρέφονται εύκολα όταν εκτεθούν σε οξυγόνο, μια διαδικασία γνωστή ως υπερ-οξειδωση. Η χρήση αντιοξειδωτικών στα ιχθυάλευρα είναι απαραίτητη προκειμένου να σταθεροποιηθεί η ενεργειακή αξία των ιχθυαλεύρων, επειδή υπάρχουν μεγάλες ποσότητες από πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Η τέφρα μιας καλής ποιότητας ιχθυάλευρου κυμαίνεται μεταξύ 17% και 25%. Το ασβέστιο και ο φώσφορος αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της τέφρας του ιχθυάλευρου.

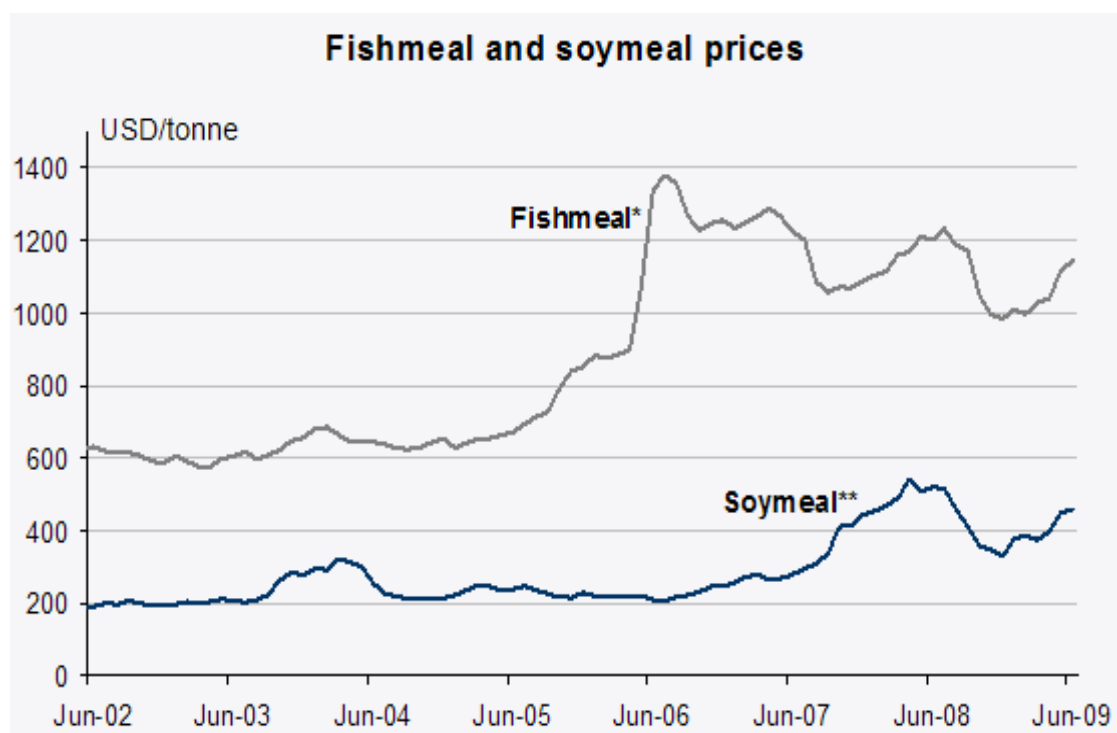
Η περιεκτικότητα των ιχθυαλεύρων σε βιταμίνη επηρεάζεται από την προέλευση και την σύνθεση των ψαριών, από την μέθοδο επεξεργασίας και από την φρεσκότητα των συλληφθέντων για επεξεργασία ιχθύων. Το περιεχόμενο των λιποδιαλυτών βιταμινών στα ιχθυάλευρα είναι σχετικά χαμηλό (www.thefishsite.com).

1.4.2.3. ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ

Δεδομένου ότι τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ως 75% για την παραγωγή ιχθυοτροφών, τυχόν αυξήσεις των τιμών αυτών των πεπερασμένων προϊόντων θα οδηγήσει σε αυξημένο κόστος για την εκμετάλλευση και, συνεπώς, μείωση της αποδοτικότητας (Tacon 2004).

Τα Ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια είναι εμπορεύματα που διακινούνται σε μια παγκόσμια αγορά. Το κόστος αυτού του προϊόντος εξαρτάται από την ποιότητα και την ποσότητα του προϊόντος, καθώς και το κόστος και την διαθεσιμότητα των παρόμοιων προϊόντων, όπως για παράδειγμα είναι τα άλευρα σόγιας και φυτικά έλαια (Tacon 2004).

Η ποσότητα των ιχθυάλευρων και των ιχθυελαιών που παράγονται παγκοσμίως δεν καθορίζεται από τη ζήτηση. Η ποσότητα αυτή ελέγχεται από τις κυβερνήσεις για να διασφαλιστεί ότι οι ψαρότοποι παραμένουν βιώσιμοι (Γενική Διεύθυνση Έρευνας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, 2005).



Γράφημα 6. Εξέλιξη των τιμών ιχθυάλευρου και σογιάλευρου (2002-2009) (www.globefish.org)

Πολλοί, μεταξύ των οποίων και ο FAO, προβλέπουν έλλειψη των ιχθυελαίων εντός της επόμενης δεκαετίας.

Πόσο γρήγορα όμως θα εμφανίσει έλλειψη αυτός ο πόρος εξαρτάται αποκλειστικά από την Κίνα, που είναι σήμερα ο μεγαλύτερος εισαγωγέας ιχθυαλεύρων. Αν αυτό συνεχιστεί αυτή η τάση, θα επηρεάσει σοβαρά την ταχύτητα με την οποία η ζήτηση για θαλάσσιους πόρους θα εξισωθεί με την προσφορά.

Αν σημειωθεί έλλειψη ιχθυαλεύρων, τα μικρής εμπορικής αξίας ψάρια που καταναλώνει ο αναπτυσσόμενος κόσμος θα χρησιμοποιηθούν για τη εκτροφή των καλοθρεμμένων ψαριών του ανεπτυγμένου κόσμου.

Οι συνέπειες της κατάστασης αυτής προβληματίζουν έντονα, γιατί είναι προφανές ότι σε κάποιες περιπτώσεις η παραγωγή της υδατοκαλλιέργειας δεν προστίθεται στην παγκόσμια παραγωγή ψαριών, αλλά φαίνεται και να της αφαιρεί σημαντικές ποσότητες.

Σύμφωνα με τον IFFO (Παγκόσμιος Οργανισμός Ιχθυάλευρων και Ιχθυελαίων) από τα 1000 kg αλιευμένων ψαριών παράγονται 240 kg ιχθυάλευρου και 50 kg ιχθυελαίου.

Όσον αφορά την παραγωγή ιχθυοτροφών για θαλασσινά ψάρια όπως είναι το λαβράκι, παράγονται 480 κιλά τροφής (50% περιεκτικότητα σε ιχθυάλευρο) και 333 kg τροφής (15% περιεκτικότητα σε ιχθυέλαιο).

Έχει υπολογιστεί ότι προσφέροντας 333 kg τροφής παράγονται 151 kg θαλασσινών ψαριών, δηλαδή ο συντελεστής μετατρεψιμότητας (FCR) είναι περίπου στα 2,2.

Επομένως ο συντελεστής FCE (ΒΑΡΟΣ ΑΓΡΙΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ/ ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΨΑΡΙΩΝ) σε αυτήν την περίπτωση είναι:

$$FCE = 1000/151 = 6.6$$

Αυτό σημαίνει ότι τελικά απαιτούνται 6,6 kg άγριων ψαριών για την παραγωγή ενός κιλού εκτρεφόμενου ψαριού.

(MARINE AQUACULTURE TASK FORCE, 2007)

1.4.2.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ

α) Η συνεχής ζήτηση για ζωική πρωτεΐνη

Ο κλάδος της χοιροτροφίας και της ορνιθοτροφίας καταναλώνουν σημαντικό ποσοστό ιχθυάλευρων. Όσον αφορά τους δύο πρώτους κλάδους, προβλέπεται η χρήση των ιχθυάλευρων και του ιχθυελαίου να αυξάνεται καθώς αυξάνεται η συνολική ζήτηση. Ο κλάδος της υδατοκαλλιέργειας φαίνεται να αντιμετωπίζει έντονο ανταγωνισμό όσον αφορά την κατανάλωση των ιχθυάλευρων και του ιχθυελαίου από τους παραπάνω κλάδους. Η ορνιθοτροφία και η χοιροτροφία βασίζονται στα ιχθυάλευρα και σε μικρότερο βαθμό, στο ιχθυέλαιο λόγω της υψηλής ποιότητας που διαθέτουν και προς το παρόν χαμηλό κόστος, σε σχέση με άλλες πρωτεϊνικές πηγές.

Παρόλο που υπάρχει διάθεση για μείωση του κόστους παραγωγής των ζωοτροφών μέσω της μείωσης του ποσοστού του ιχθυελαίου και των ιχθυάλευρων, σε κάποια κρίσιμα στάδια της παραγωγής η δυνατότητα της υποκατάστασης φαίνεται περιορισμένη. Αυτή η κατάσταση φαίνεται να είναι παρόμοια και στο κλάδο της υδατοκαλλιέργειας.

Η παραγωγή όλων των ζωικών πρωτεϊνών επηρεάζεται από την τιμή και την διαθεσιμότητα του ιχθυάλευρου και του ιχθυελαίου. Αυτό προκαλεί σοβαρές επιπτώσεις στη διάθεση των ζωικών πρωτεϊνών για ανθρώπινη κατανάλωση. Δεδομένου ότι η τιμή του ιχθυάλευρου και των ιχθυελαίων αυξάνονται σε σχέση με άλλες πηγές πρωτεΐνης, όπως είναι η σόγια, τόσο ο κλάδος της κτηνοτροφίας όσο και της υδατοκαλλιέργειας τα τελευταία χρόνια προσπαθούν να τα υποκαταστήσουν με άλλες πηγές πρωτεϊνών ώστε να μειωθεί το κόστος παραγωγής χωρίς όμως να αλλοιωθεί η ποιότητα των τροφών (Shamshak and Anderson, 2008).

β) Η συνεχής ανάπτυξη της παγκόσμιας υδατοκαλλιέργειας

Μια σταθερή και αυξανόμενη ανάπτυξη προβλέπεται στον τομέα της υδατοκαλλιέργειας τα επόμενα χρόνια. Η ανάπτυξη αυτή, με την σειρά της, θα προκαλέσει αύξηση της ζήτησης των ιχθυάλευρων και του ιχθυελαίου. Μέσα

στα επόμενα 10 έως 20 χρόνια προβλέπεται μάλιστα να ξεπεράσει την συνολική παραγωγή της ελεύθερης αλιείας.

Η πιο σημαντική ανάπτυξη αναμένεται στις αναπτυσσόμενες χώρες και ειδικότερα, στην Ασία. Ένα σημαντικό τμήμα της ζήτησης για τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια θα προέλθει από την Κίνα, η οποία ήδη παράγει και εισάγει σημαντικές ποσότητες ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων προκειμένου να διατηρήσει την αλιευτική παραγωγή της (Tacon, 2004).

γ) Η μετάβαση των μικρών πελαγικών ψαριών για ανθρώπινη κατανάλωση

Καθώς μειώνεται η παραγωγή ψαριών που προκύπτει από την αλίευση, υπάρχει το ενδεχόμενο αλλαγής στον τελικό προορισμό των αλιευμάτων που συγκεντρώνονται για την βιομηχανική αλιεία. Επί του παρόντος, μεγάλες ποσότητες ψαριών όπως είναι το σκουμπρί και η σαρδέλα διατίθενται για ανθρώπινη κατανάλωση, μειώνοντας έτσι την προσφορά ψαριών που απαιτούνται για την παραγωγή του ιχθυάλευρου και του ιχθυελαίου (Zaldívar, 2004).

δ) Η πρόοδος των υποκατάστατων ιχθυάλευρου και των ιχθυελαίων

Η διαθεσιμότητα και η αποτελεσματικότητα των υποκατάστατων έχει αντίκτυπο στην τιμή των ιχθυαλεύρων και ιχθυελαίου. Οι αυξημένες τιμές των προϊόντων αυτών, έδωσαν σημαντικά ερεθίσματα στην ανάπτυξη εναλλακτικών λύσεων (Shamshak and Anderson, 2008).

ε) Οι περιβαλλοντικές συνθήκες

Η αλλαγή του κλίματος και η επακόλουθη άνοδος της θερμοκρασίας μπορεί να συμβάλλει στην μείωση της παραγωγής που προκύπτει από την αλιεία (Shamshak and Anderson, 2008).

στ) Η αποτελεσματική διαχείριση στην μειωμένη αλιευτική παραγωγή

Χώρες των οποίων οι οικονομίες στηρίζονται και εξαρτώνται από την αλιευτική παραγωγή, έχουν αναγνωρίσει την σημασία της αποτελεσματικής διαχείρισης της αλιευτικής παραγωγής. Έτσι χώρες όπως είναι το Περου και η

Χιλή έχουν καταθέσει και εφαρμόσει διατάξεις για την προστασία των πολύτιμων αποθεμάτων. Η αποτελεσματική διαχείριση θα εξασφαλίσει την βιωσιμότητας των εν λόγω πόρων (Shamshak and Anderson, 2008).

ζ) Οι βελτιώσεις στις τεχνικές εκτροφής

Το ποσοστό των ιχθυάλευρων και των ιχθυελαίων που διατέθηκαν για την παρασκευή ιχθυοτροφών, έχει αλλάξει δραματικά τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Η ανάπτυξη σε συνδυασμό με την βελτίωση της διαχείρισης των εκμεταλλεύσεων και την καλύτερη σύσταση ιχθυοτροφές προκάλεσαν μεγαλύτερους ρυθμούς ανάπτυξης και αποτελεσματικότητας των ιχθυοτροφών (Shamshak and Anderson, 2008).

1.4.2.5. ΛΟΓΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟΥ

Πολλοί είναι αυτοί που πιστεύουν ότι η χρήση των ιχθυάλευρων και του ιχθυελαίου (που προέρχονται από την σύλληψη άγριων ψαριών) για την δημιουργία υψηλής ποιότητας ιχθυοτροφών θα μειωθεί μακροπρόθεσμα. Αυτή η κατάσταση θα οφείλεται πιθανόν σε ποικίλους παράγοντες:

α) Στην μειωμένη κατάσταση που παρατηρείται στα παγκόσμια αποθέματα άγριων ψαριών (Tacon & Metian, 2008).

β) Στην σταδιακή αύξηση της τιμής των μικρών πελαγικών ψαριών τα επόμενα χρόνια, που οφείλεται στην αύξηση του κόστους της αλιείας καθώς και στην αυξανόμενη ζήτηση για ανθρώπινη κατανάλωση ή για διατροφή παραγωγικών ζώων (Zertuche-González et al., 2008).

γ) Στην αύξηση της παγκόσμιας ενέργειας, της επεξεργασίας (συμπεριλαμβανομένου της παραγωγής των ιχθυάλευρων και των ιχθυελαίων) και του κόστους μεταφοράς της ναυτιλίας (Tacon & Metian, 2008).

δ) Στην στάσιμη κατάσταση που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, όσον αφορά την διάθεση ιχθυάλευρων και ιχθυελαίου για εξαγωγή (FAO, 2008).

ε) Ως άμεσο αποτέλεσμα των προαναφερθέντων παγκόσμιων τάσεων, της αύξησης της τιμής των ιχθυάλευρων και των ιχθυελαίων μακροπρόθεσμα και της πίεσης που ασκείται στις βιομηχανίες ιχθυοτροφών για διαιτητικά υποκατάστατα προκειμένου να παραμείνουν κερδοφόρες οι μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας (Deutsch et al., 2007)

και στ) Στην αυξανόμενη πίεση που ασκούν οι κοινωνίες για βελτίωση του ισοζυγίου μεταξύ των ψαριών που προκύπτουν από την ελεύθερη αλιεία και των ψαριών της υδατοκαλλιέργειας (Naylor et al., 2000).

1.5. ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η γενική θέση των ερευνητών και των βιομηχανιών στρέφεται στην αναζήτηση τροφών που θα υποκαταστήσει τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια, γιατί χρειάζεται μεγάλη ποσότητα «κατώτερων» ψαριών για να παραχθεί τέτοιου τύπου ιχθυοτροφή.

Τα εκτρεφόμενα ψάρια έχουν μια διατροφική απαίτηση που υπολογίζεται περίπου στα 40 απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Σε αυτά δεν εκτιμώνται τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια. Τα ιχθυάλευρα και τα ιχθυέλαια τείνουν να είναι τα πιο προσιτά, τα πιο αποδοτικά, και τέλος οι πιο εύπεπτοι μηχανισμοί για την παροχή των βασικών θρεπτικών συστατικών (M A R I N E A Q U A C U L T U R E T A S K F O R C E, 2007).

Από την άλλη, υπάρχουν μελέτες όπου καταδεικνύουν ότι η χρήση ιχθυάλευρων επιφέρει προβλήματα στα εκτρεφόμενα είδη. Για παράδειγμα, δημοσιευμένη έρευνα έδειξε ότι σολομοί ιχθυοτροφείου περιέχουν έως και δεκαπλάσιες συγκεντρώσεις διοξινών και άλλων χλωριωμένων οργανικών ενώσεων και υδραργύρου συγκριτικά με τον σολομό ανοιχτής θάλασσας, γεγονός που οφείλεται στην κατανάλωση των ιχθυάλευρων (Easton et al., 2002) .

Συνεπώς, ο προβληματισμός έγκειται στο κατά πόσο «καθαρά» είναι όλα τα συστατικά που περιέχονται στις τροφές των ψαριών.

Μια από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει σήμερα ο κλάδος της υδατοκαλλιέργειας είναι η εύρεση οικονομικά βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον εναλλακτικών λύσεων για την αντικατάσταση του ιχθυάλευρου και του ιχθυελαίου στις ιχθυοτροφές.

1.5.1. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Ο υψηλός βαθμός μεταβλητότητας που υπάρχει στην ποσότητα και τους τύπους των υλικών που θα αντικαταστήσουν τα ιχθυάλευρα και το ιχθυέλαιο, εξαρτάται από την πρωτεΐνη, την ενέργεια, και τις διατροφικές απαιτήσεις των εκτρεφόμενων ειδών (Gatlin et al., 2007).

Η ενέργεια δεν είναι αφ' αυτής θρεπτικό συστατικό αλλά προκύπτει από σύνολο διεργασιών που παράγουν ενέργεια και έχουν ως αποτέλεσμα την απορρόφηση συγκεκριμένων θρεπτικών στοιχείων (Πανταζής, 2003).

Τα δέκα απαραίτητα αμινοξέα για τα ψάρια είναι η αργινίνη, η ιστιδίνη, η ισολευκίνη, η λευκίνη, η λυσίνη, η μεθειονίνη, η θρεονίνη, η τρυπτοφάνη, η φαινυλαλανίνη και η βαλίνη (Cowe, 1994).

Οι περισσότεροι υδρόβιοι οργανισμοί χαρακτηρίζονται από ειδικές απαιτήσεις σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFAs), ενώ η χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών δεν είναι πάντα αποτελεσματική και επιβάλλει την κατάρτιση σιτηρεσιών υψηλού πρωτεϊνικού επιπέδου (Πανταζής, 2003).

Για να μπορεί να είναι βιώσιμη η αντικατάσταση του ιχθυάλευρου με άλλες πρώτες ύλες, θα πρέπει το υποψήφιο συστατικό να διαθέτει ορισμένα κρίσιμα και βασικά χαρακτηριστικά. Η ευρεία διαθεσιμότητα, η ανταγωνιστική τιμή, η ευκολία χειρισμού καθώς και η δυνατότητα αποθήκευσης και χρήσης είναι τα χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να συνεκτιμώνται (Naylor et al., 2009).

Επιπλέον, το υποψήφιο συστατικό πρέπει να διαθέτει ορισμένα θρεπτικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα είναι τα χαμηλά επίπεδα των ινών, το άμυλο, οι μη διαλυτοί υδατάνθρακες και οι μη θρεπτικές ουσίες. Τέλος, αλλά εξίσου σημαντικό, θα πρέπει να διαθέτει σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, ισχυρό προφίλ αμινοξέων, υψηλή πεπτικότητα και γευστικότητα (Gatlin et al., 2007).

Οι βασικότερες εναλλακτικές ύλες εμφανίζονται να είναι οι φυτικές πρώτες ύλες, τα ζωικά παραπροϊόντα (πτηνάλευρο, κρεατάλευρο, αιματάλευρο, οστεάλευρο) καθώς οι διάφορες πρωτεϊνικές πηγές όπως είναι οι ζύμες και τα φυσικά συμπυκνώματα (Νέγκας, 2008).

1.5.2. ΦΥΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια αντικατάστασης(πειραματική προς το παρόν) του ιχθυάλευρου και του ιχθυελαίου στο σιτηρέσιο των ιχθύων με προϊόντα φυτικής προελεύσεως.

Στις φυτικές πρώτες ύλες υπάγονται η χλωρή και η συντηρημένη φυλλώδης χλωρή νομή, οι γογγυλόριζες, οι κόνδυλοι, οι χυμώδεις καρποί, τα

φύλλα και μικρά κλαδιά των δέντρων, οι καρποί των σιτηρών, τα άχυρα και τα ανεμίδα, οι δασικοί καρποί, τα σπέρματα των ψυχανθών, τα ελαιούχα σπέρματα και τα διάφορα βιομηχανικά υπολείμματα επεξεργασίας φυτικών υλών (Πανταζής, 2003).

Η θρεπτική αξία της φυλλώδους χλωρής νομής εξαρτάται από την ποικιλία του φυτού, την πυκνότητα της σποράς, την ηλικία του φυτού, την ατμοσφαιρική – εδαφική υγρασία, την ατμοσφαιρική θερμοκρασία, την λίπανση των φυτών και τέλος την βοτανική σύνθεση της χλωρίδας (Πανταζής, 2003).

Η δομή των φυτών είναι εντελώς διαφορετική από εκείνη των ζώων. Οι πρωτεΐνες που απομονώνονται από τα φυτά σχετίζονται με τους ολιγοσακχαρίτες και την κυτταρίνη, οι οποίες δεν συνδέονται με τις ζωικές πρωτεΐνες. Η παρουσία των στοιχείων αυτών συμβάλει στην μη αποτελεσματική χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών στις ιχθυοτροφές. Η έλλειψη θρεπτικών αναστολέων ή αντιθρεπτικών παραγόντων στα ιχθυάλευρα κάνει την χρήση του ιχθυάλευρου πιο ελκυστική από τις φυτικές πρωτεΐνες στις ιχθυοτροφές (www.thefishsite.com).

Η ποιότητα των εναλλακτικών συστατικών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το προφίλ των αμινοξέων που διαθέτουν οι πρωτεΐνες τους, την πεπτικότητα των πρωτεϊνών, τη φρεσκάδα των πρώτων υλών, και αποθήκευσή τους. Οι φυτικής προέλευσης πρωτεΐνες, ακόμη και όταν υφίστανται καλή επεξεργασία, δεν είναι συνήθως εύπεπτες όπως είναι των ιχθυάλευρων. Ο ρυθμός ένταξής τους στην διατροφή είναι συχνά περιορισμένος, καθώς οδηγεί σε μείωση των ρυθμών ανάπτυξης και της πρόσληψης της τροφής. Η πεπτικότητα της πρωτεΐνης για τα ιχθυάλευρα κυμαίνεται σταθερά άνω του 95% σε σύγκριση με αυτήν των φυτικών συστατικών που ποικίλλει ανάλογα με το είδος των φυτών (77% έως 96%).

Η συντηρημένη φυλλώδης χλωρή νομή επιτυγχάνεται με ξήρανση είτε με ενσίρωση. Η ξήρανση πραγματοποιείται με τρεις μεθόδους: φυσική, αερορρευματική και τεχνητή ξήρανση ή αφυδάτωση. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ενσίρωση (συντήρηση της χλωρής νομής σε νωπή κατάσταση και με τις μικρότερες δυνατές απώλειες σε ξηρή ουσία και θρεπτικά στοιχεία) είναι ο αποκλεισμός του αέρα, η θερμοκρασία, το pH, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των φυτών (Πανταζής, 2003).

Οι σημαντικότερες φυτικές πρώτες ύλες που εξετάζονται για την αντικατάσταση των ιχθυάλευρων και των ιχθυελαίων στα σιτηρέσια των εκτρεφόμενων ιχθύων είναι :

- α) Σόγια
 - β) Κριθάρι
 - γ) Καλαμπόκι
 - δ) Σιτάρι
 - ε) Μπιζέλια / λούπινα
 - στ) Υποπροϊόντα βαμβακιού
- (Naylor et al., 2009)

1.5.2.1. ΣΟΓΙΑ

Ένα μεγάλο μέρος της παραγωγής της σόγιας χρησιμοποιείται για την εκχύλιση του ελαίου, παράγοντας με αυτόν τον τρόπο μια υψηλής ποιότητας πρωτεΐνη. Έτσι, προκύπτει μια σειρά προϊόντων σόγιας όπως για παράδειγμα είναι το σογιάλευρο (SBM), η συμπυκνωμένη (SPC) και η απομονωμένη (SPI) πρωτεΐνη σόγιας. Το σογιάλευρο που αποτελεί και την κυριότερη παραγόμενη μορφή σόγιας, είναι διαθέσιμο σε συγκεντρώσεις της τάξεως του 44 – 48 % ακατέργαστης πρωτεΐνης (Gatlin et al., 2007).

Τα υποπροϊόντα σπερμάτων σόγιας θεωρούνται από πολλούς ως η οικονομικότερη λύση, παρέχοντας ταυτόχρονα υψηλή περιεκτικότητα ακατέργαστων πρωτεϊνών.

Το σογιάλευρο αποτελεί μια από τις συνηθέστερες πηγές πρωτεΐνης στις ζωοτροφές, γεγονός που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες καθώς και στο ικανοποιητικό προφίλ των αμινοξέων που διαθέτει (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2009).

Εντούτοις, οι μειωμένες συγκεντρώσεις σε ορισμένα απαραίτητα αμινοξέα καθώς και η παρουσία διάφορων παρεμποδιστών πρεωτεασών, καθιστούν δύσκολη την εφαρμογή τους σε μεγαλύτερης κλίμακας παραγωγής ιχθυοτροφών. Οι συγκεντρώσεις των 10 απαραίτητων αμινοξέων και της τυροσίνης είναι κατά κανόνα χαμηλότερες στο σογιάλευρο σε σχέση με το ιχθυάλευρο με μοναδική διαφοροποίηση την συγκέντρωση της κυστίνης που εμφανίζεται να είναι υψηλότερη (Gatlin et al., 2007).

Ανάλογη εικόνα παρουσιάζουν οι ακατέργαστες λιπαρές ουσίες καθώς και η τέφρα. Η συγκέντρωση των υδρογοναθράκων είναι υψηλότερη στο σογιάλευρο σε σχέση με το ιχθυάλευρο. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν με την προσθήκη συμπληρωμάτων όπως για παράδειγμα είναι τα προμίγματα μετάλλων και λιπιδίων(Gatlin et al., 2007).

Οι υδατάνθρακες στην σόγια εμφανίζονται σε μεγάλο ποσοστό ως ολιγοσακχαρίτες όπως για παράδειγμα είναι η σακχαρόζη, η ραφινόζη και η αμυλόζη. Η σακχαρόζη είναι στην διάθεση των υδρόβιων οργανισμών σε αντίθεση με την ραφινόζη και την αμυλόζη που δεν είναι εύπεπτες λόγω της έλλειψης της α – γαλακτοσιδάσης, η οποία είναι αναγκαία για τον μεταβολισμό των σακχάρων αυτών (Gatlin et al., 2007).

Ένα πρόσθετο πρόβλημα είναι η χαμηλή διαθεσιμότητα των κατιόντων μετάλλων και του φωσφόρου, που οφείλεται στο ότι δεσμεύονται σε ή από το φυτικό οξύ. Η προσθήκη του ενζύμου φυτάση στις τροφές έχει δείξει ότι βελτιώνει την διαθεσιμότητα του φωσφόρου (Gatlin et al., 2007).

Τέλος, η διαθεσιμότητα των βιταμινών είναι σπάνια στο σογιάλευρο σε σχέση με το ιχθυάλευρο και για αυτό τον λόγο στις ιχθυοτροφές που παράγονται από σογιάλευρο προστίθεντο βιταμίνες (Gatlin et al., 2007).



Φωτογραφία 2. Σογιάλευρο (www.google.com)

1.5.2.2. ΚΡΙΘΑΡΙ

Το κριθάρι ωριμάζει σε σύντομο χρονικό διάστημα και μπορεί να καλλιεργηθεί τόσο σε αρδευόμενες όσο και σε ξηρές περιοχές.

Το κριθάρι χρησιμοποιείται για την παραγωγή των ζωοτροφών, για την ανθρώπινη διατροφή και για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών. Επίσης, με την προσθήκη του προσφέρει γεύση, γλυκύτητα και χρώμα σε μια ποικιλία από τρόφιμα (Bowman et al., 2001).

Το κριθάρι ως τροφή χρησιμοποιείται είδη σε πολλά ζώα, αλλά δεν έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στις ιχθυοτροφές. Διάφοροι παράγοντες όπως είναι η χαμηλή συγκέντρωση σε πρωτεΐνες, η υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες καθώς και η συγκέντρωση της β – γλυκάνης περιορίζουν την εφαρμογή τους.

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη επηρεάζεται και καθορίζεται από την ποικιλία καθώς και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά την διάρκεια της καλλιέργειας όσο και της αποθήκευσης (Gatlin et al., 2007).



Φωτογραφία 3. Κριθάρι (www.google.com)

1.5.2.3. ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ

Τα σπέρματα του καλαμποκιού διαποτίζονται με νερό θερμοκρασίας 50 ° C και μετά την πάροδο 48 ωρών, στραγγίζονται και αλέθονται για να αποχωριστούν τα φύτρα (έμβρυα). Τα φύτρα στην συνέχεια εκχυλίζονται και έτσι προκύπτει το καλαμποκέλαιο και η καλαμποκόπιτα. Μετά την απομάκρυνση των φύτρων (που αποτελούν το 7% των σπερμάτων) το υπόλειμμα αλέθεται και μεταφέρεται σε νερό και με στράγγισμα ή φυγοκέντρηση απομακρύνονται τα νωπά στέμφυλα και διαχωρίζονται το άλευρο γλουτένης και το άμυλο (Πανταζής, 2003).

Η γλουτένη καλαμποκιού χρησιμοποιείται ευρέως στις ιχθυοτροφές του σολομού και είναι ιδιαίτερα εύπεπτη. Η ανεπάρκεια της λυσίνης καθώς και η περιεκτικότητα της ακατέργαστης πρωτεΐνης που χαρακτηρίζει την γλουτένη καλαμποκιού, έχει σαν αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται σε ποσοστό 20 με 25 % για την παρασκευή των ιχθυοτροφών που ειδικεύονται στο σολομό και στα θαλασσινά ψάρια. Σε γενικές γραμμές τα επίπεδα χρήσεως κυμαίνονται από 10 ως 15 %. Απ' την άλλη, η υπερβολική συγκέντρωση γλουτένης προκαλεί προβλήματα όσον αφορά την ελκυστικότητα της τροφής. (Gatlin et al., 2007).



Φωτογραφία 4. Γλουτένη καλαμποκιού (www.google.com)

1.5.2.4. ΣΙΤΑΡΙ

Το σιτάρι χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή τροφίμων. Επίσης αποτελεί την κύρια πρώτη ύλη για την σίτιση των ζώων συμπεριλαμβανομένου και των ψαριών. Ωστόσο, τα ποσοστά των θρεπτικών συστατικών διαφέρει ανάλογα με τις ποικιλίες του σιταριού που χρησιμοποιούνται καθώς και από τις μεθόδους αύξησης που έχουν εφαρμοστεί. Για παράδειγμα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες μπορεί να κυμαίνεται από 7 ως 16 % (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2009).

Οι φυσικές ιδιότητες του σιταριού σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από την συγκέντρωση της πρωτεΐνης και την περιεκτικότητα σε άμυλο. Μια υψηλής συγκέντρωσης πρωτεΐνη στο σιτάρι συνοδεύεται από χαμηλής περιεκτικότητας σε άμυλο.

Η γλουτένη σίτου είναι μια πολύ εύπεπτη πηγή πρωτεϊνών για την ιριδίζουσα πέστροφα και τον σολομό του Ατλαντικού και βακαλάος του Ατλαντικού. Τα αποτελέσματα πειραμάτων έδειξαν ότι δεν προκαλεί μορφολογικές αλλαγές στο έντερο του σολομού. Η γλουτένη σίτου σε ένα ποσοστό της τάξεως του 50 % των διατροφικών πρωτεϊνών (29% της συνολικής διατροφής) μπορεί να προστεθεί στη διατροφή σολομών χωρίς να μειώσει τις πρωτεΐνες, τα αμινοξέα, το λίπος, αν και η α-αμυλάση στο σιτάρι φαίνεται να μειώνει την περιεκτικότητα του άμυλου (Gatlin et al., 2007) .



Φωτογραφία 5. Γλουτένη σίτου (www.google.com)

1.5.2.5. ΜΠΙΖΕΛΙ - ΛΟΥΠΙΝΑ

Τα μπιζέλια και τα λούπινα ήδη χρησιμοποιούνται σε μικρή κλίμακα ή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή ιχθυοτροφών. Το θρεπτικό προφίλ που παρουσιάζει το μπιζέλι και το λούπινο δείχνει ότι έχουν την προοπτική να αντικαταστήσουν σε μεγάλο ποσοστό την πρωτεΐνη του ιχθυάλευρου στις ιχθυοτροφές (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2009).

Συγκρίνοντάς τα με άλευρα ζωικής προελεύσεως, μπορεί εύκολα κανείς να διαπιστώσει ότι συγκέντρωση της πρωτεΐνης κυμαίνεται σε μέτρια επίπεδα, η συγκέντρωση της λυσίνης και της μεθειονίνης σε οριακά επίπεδα ενώ σε ότι αφορά τους υδατάνθρακες είναι σε πολύ υψηλά επίπεδα.

Στο μπιζέλι, το άμυλο αποτελεί τον κύριο υδατάνθρακα σε αντίθεση με το λούπινο που περιέχει αμελητέες ποσότητες (< 3%). Το λούπινο περιέχει μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες όπως είναι το β - (1,4) – galactan, που αποτελεί και τον κύριο υδατάνθρακα (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2009).

Το μπιζέλι έχει τις δυνατότητες να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική πηγή πρωτεΐνης. Η χρήση στις ζωοτροφές για σαρκοβόρα ψάρια πρέπει να είναι περιορισμένη λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε άμυλο (περίπου το 50% είναι άμυλο) (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2009).



Φωτογραφία 6. Μπιζέλι (www.google.com)

1.5.2.6. ΥΠΟΠΡΟΙΟΝΤΑ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

Τα υποπροϊόντα βαμβακιού αποτελούν την τρίτη κατά βάρος σπορά ψυχανθών (μετά την σόγια και το κραιβέλαιο) που χρησιμοποιούνται σε όλον τον κόσμο. Το βαμβακέλαιο παρουσιάζει μεγάλη δυναμική για ενσωμάτωση πρωτεΐνης στις ιχθυοτροφές λόγω της υψηλής πρωτεϊνικής αξίας που έχει αλλά και του χαμηλού κόστους αγορά (Gatlin et al., 2007)ς.

Σε πείραμα όπου δόθηκε υποπροϊόν βαμβακιού σε διάφορα είδη ψαριών, σε επίπεδα ενσωμάτωσης άνω του 50 % της συνολικής διατροφής τα αποτελέσματα έδειξαν ότι προκάλεσε σημαντική στασιμότητα όσον αφορά την ανάπτυξη. Όταν τα επίπεδα κυμάνθηκαν στο 30 % (που αντικαθιστά το 50 % της πρωτεΐνης του ιχθυάλευρου) διαπιστώθηκε ότι ήταν ανεκτά από τα ιχθύδια της πέστροφας καθώς δεν επηρέασαν την ανάπτυξη, την πεπτικότητα των θρεπτικών στοιχείων καθώς και την διαθεσιμότητα των μετάλλων (Gatlin et al., 2007).

Σε πείραμα διάρκειας 35 μηνών όπου τα επίπεδα ενσωμάτωσης έφθαναν το 59 % της συνολικής διατροφής (πλήρης αντικατάσταση των ιχθυαλεύρων) δεν είχε αρνητική επίπτωση στην ανάπτυξης των ψαριών. Ωστόσο, η γονιμότητα των θηλυκών ατόμων ιριδίζουσας πέστροφας επηρεάστηκε αρνητικά από την πλήρη αντικατάσταση των ιχθυαλεύρων (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2009).



Φωτογραφία 7. Υποπροϊόν βαμβακιού (www.google.com)

1.5.2.7. ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟΥ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Από τις αρχές της δεκαετίας του 90 υπάρχει ένα πλήθος δημοσιευμένων μελετών αντικατάστασης του ιχθυάλευρου στις ιχθυοτροφές με άλλα συστατικά, καλύπτοντας μια ποικιλία διαφορετικών εκτρεφόμενων ειδών. Οι επιπτώσεις της αντικατάστασης σχετίζονται με τις διατροφικές συνήθειες καθώς και από το περιβάλλον που διαβιώνει το κάθε είδος.

Οι Amerio et al. (1989) εξέτασαν τις επιδράσεις της προσθήκης σογιάλευρου στο σιτηρέσιο που είχε υποβληθεί σε διαφορετικά επίπεδα θερμικής επεξεργασίας για λαυράκια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σογιάλευρο αν είναι καλά επεξεργασμένο και συμπληρωμένο με κάποια συστατικά όπως για παράδειγμα είναι τα αμινοξέα, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πιθανό υποκατάστατο της πρωτεΐνης ζωικής προέλευσης για την παρασκευή των ιχθυοτροφών και για τα θαλασσινά ψάρια.

Οι Negas and Alexis (1995) σε πείραμα όπου διεξήγαγαν, διαπίστωσαν ότι η χρησιμοποίηση 20 – 30 % πρωτεΐνης από σογιάλευρο στο σιτηρέσιο ατόμων τσιπούρας δεν προκάλεσε αρνητικές επιδράσεις στην ανάπτυξη.

Οι Aoki et al. (1996) διαπίστωσαν ότι η χορήγηση ή μη ιχθυάλευρου ως διαιτητική πηγή πρωτεΐνης δεν προκάλεσε αλλαγές στην ποιότητα της σάρκας ατόμων φαγκριού.

Οι Boonyaratpalin et al. (1998) μελέτησαν την επίδραση της μερικής αντικατάστασης του ιχθυάλευρου με τροφές αποτελούμενες από διαφορετική συγκέντρωση σογιάλευρου σε άτομα του είδους *Lates sp.*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αν βελτιωθεί η γευστικότητα της τροφής, το 37,5 των πρωτεϊνών από τα ιχθυάλευρα ή το 15 % του ιχθυάλευρου στην τροφή μπορεί να αντικατασταθεί με τα διάφορα προϊόντα του σογιάλευρου.

Οι Smith et al. (1998) σε πείραμα όπου διεξήγαγαν διαπίστωσαν ότι οι πέστροφες που ταϊστήκαν με σιτηρέσια βασισμένα σε φυτικές πρωτεΐνες δεν διέφεραν όσον αφορά την οργανοληπτική ποιότητα της σάρκας σε σχέση με άλλες πέστροφες που τους χορηγήθηκε τροφή με ιχθυάλευρο.

Ανάλογη κατάσταση παρατηρήθηκε και στην ιριδίζουσα πέστροφα ύστερα από χορήγηση σιτηρεσίου που είχε γίνει αντικατάσταση κατά ένα μέρος του ιχθυάλευρου από φυτικά συστατικά (Watanabe et al., 1998)

Οι Regost et al. (1998) δημοσίευσαν αποτελέσματα έρευνας όπου χορηγήθηκε σιτηρέσιο αποτελούμενο κατά ένα μέρος από γλουτένη καλαμποκιού σε άτομα καλκανιού. Παρατήρησαν ότι τα καλκάνια που τρέφονταν με τροφή αποτελούμενη από 20% γλουτένης καλαμποκιού παρουσίαζαν συγκρίσιμες επιδόσεις ανάπτυξης με αυτές των καλκανιών που τους χορηγήθηκε τροφή από ιχθυάλευρο. Η ολική αντικατάσταση των ιχθυάλεурων επηρέασε αρνητικά την ανάπτυξη. Επίσης η πεπτικότητα των θρεπτικών συστατικών και η ενέργεια μειώνονταν με την αύξηση της συγκέντρωσης της γλουτένης. Έτσι, διαπίστωσαν ότι η πρωτεΐνη που προσφέρει η γλουτένη του καλαμποκιού μπορεί να αντικαταστήσει το 1 / 3 των πρωτεϊνών ιχθυάλεου στην διατροφή για το καλκάνι.

Οι Oliva-Teles και Gonçaves (2001) εξέτασαν τα αποτελέσματα της μερικής αντικατάστασης του ιχθυάλεου από μαγιά ζυθοποιίας σε διάφορες συγκεντρώσεις στο σιτηρέσιο για ιχθύδια λαβρακιού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μαγιά μπορεί να αντικαταστήσει το 50 % της πρωτεΐνης των ιχθυάλεурων. Επιπλέον, η ένταξη μέχρι 30% συνέβαλε στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας των ιχθυοτροφών.

Οι Kaushik et al. (2004) διαπίστωσαν ότι δεν υπήρχαν διαφορές σημαντικές στον ρυθμό ανάπτυξης ατόμων λαυρακιού και στην αποτελεσματικότητα των ιχθυοτροφών που βασίζονταν σε φυτικές πρώτες ύλες. Υπήρξε, ωστόσο, μια ελαφρά αύξηση της εναπόθεσης λίπους στα ψάρια που τρέφονταν με τροφές βασισμένες σε πηγές φυτικών πρωτεϊνών. Τα αποτελέσματα αυτά σε συνδυασμό με την αξιοσημείωτη αποδοχή της διατροφής που περιέχουν υψηλά επίπεδα φυτικών πρωτεϊνών τους οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι τα ιχθυάλευρα μπορούν να υποκατασταθούν πλήρως χωρίς καμία δυσμενή συνέπεια από πλευράς σωματικής ανάπτυξης.

Οι Lanari και D'Agaro (2005) εξέτασαν την διαφοροποίηση που είχε το σιτηρέσιο διαφορετικών φυτικών πρωτεϊνών (σογιάλευρο SM₂₅ - SM₅₀, ελαιοκράμβη RM, πατάτα PPC, μίγμα λαχανικών M) με το σιτηρέσιο που αποτελούνταν από ιχθυάλευρο στην ανάπτυξη του λαβρακιού. Τα ψάρια που ταΐστηκαν με σιτηρέσιο που είχε αντικατασταθεί το 25% της συνολικής πρωτεΐνης από σογιάλευρο παρουσίασαν παρόμοιες επιδόσεις με αυτές της ομάδας ελέγχου (ψάρια που τους χορηγήθηκε σιτηρέσιο από ιχθυάλευρο).

Αντίθετα στα λαβράκια που ταΐστηκαν με τροφές SM₅₀ (αντικατάσταση της τάξεως του 50 %), RM, PPC και M παρουσιάστηκαν χαμηλότερα ποσοστά ανάπτυξης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Ειδικότερα, όσον αφορά την πατάτα τα ποσοστά ανάπτυξης ήταν κάκιστα, λόγω της χαμηλής γευστικότητας.

Οι Deng et al. (2006) ερεύνησαν τις επιπτώσεις της μερικής ή ολικής αντικατάστασης του ιχθυάλευρου με πρωτεΐνη σόγιας στην πρόσληψη της τροφής και στην αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών σε ιχθύδια υπόγλωσσας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρωτεΐνη του ιχθυάλευρου δεν μπορεί να αντικατασταθεί από την αντίστοιχη της σόγιας λόγω των χαμηλότερων ποσοστών της πρόσληψη της τροφής, και της κακής χρήσης των θρεπτικών ουσιών. Εντούτοις, η συμπλήρωση με αμινοξέα βελτίωσε την πρόσληψη της τροφής καθώς και την ανάπτυξη των ψαριών.

1.5.3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

Ένα από τα μείζονα προβλήματα που συνδέονται με την χρησιμοποίηση υποπροϊόντων των φυτών στις ιχθυοτροφές είναι η παρουσία αντιθρεπτικών παραγόντων στα φυτικά συστατικά (Adelizi et al., 1998).

Αυτές οι ουσίες μπορούν να μειώνουν τη διατροφική ποιότητα μιας τροφής και για αυτόν τον λόγο θεωρείται ο πλέον σοβαρός λόγος ανησυχίας για την πλήρη αντικατάσταση του ιχθυάλευρου (Halver και Hardy 2002).

Οι αντιθρεπτικοί παράγοντες είναι τα έμφυτα συστατικά των τροφίμων ή τα συστατικά των ιχθυοτροφών που επηρεάζουν αρνητικά σε μικρό ή μεγάλο βαθμό την πρόσληψη της τροφής, την πέψη και την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών (Francis et al., 2001).

Οι αντιθρεπτικοί παράγοντες πιθανόν προκαλούν αλλαγές στην διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών, στις φυσιολογικές αντιδράσεις και τελικά στον μεταβολισμό, με αποτέλεσμα να κρίνεται απαραίτητη η αλλαγή των συγκεντρώσεων των διάφορων θρεπτικών ουσιών στις ιχθυοτροφές.

Ο συνδυασμός των διάφορων φυτικών συστατικών στις ιχθυοτροφές με σκοπό να περιοριστεί η δράση των αντιθρεπτικών συστατικών πιθανόν θα οδηγήσει στην πλήρη αντικατάσταση των ιχθυάλευρων (Εικόνα 2).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι πιο σημαντικοί αντιθρεπτικοί παράγοντες που υπάρχουν στα φυτικά συστατικά. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι πληροφορίες για τις παρενέργειες των ειδικών αντιθρεπτικών παραγόντων στα ψάρια καθώς και τα επίπεδα των διαφόρων αντιθρεπτικών συστατικών στις ιχθυοτροφές που περιέχουν συστατικά των φυτών είναι ελάχιστες (Adelizi et al., 1998).

Πίνακας 5. Κυριότεροι αντιθρεπτικοί παράγοντες που απαντώνται στις φυτικές ύλες (Gatlin et al., 2007)

	Σογιάλευρο	Ελαιοκράμβη	Λούπινο	Μπιζέλι	Βαμβάκι
Αλκαλοειδή	-	-	+	-	-
Παρεμποδιστές πρωτεασών	+	+	+	+	-
Γκοσσυπόλη		-		-	+
Λεκτίνες	+	-	-	+	-
Σαπωνίνες	+	-	+	+	-
Τανίνες	-	+	-	+	-
Φυτικό οξύ	+	+	-	+	+
Φυτοοιστρογόνα	+	-	+	-	+
Φυτοστερόλες	+	-	-	-	-
NSP	+	-	-	-	-

1.5.3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΡΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

ΑΛΚΑΛΟΕΙΔΗ

Τα αλκαλοειδή είναι σώματα αζωτούχα, βασικής αντίδρασης με αλκαλικές ιδιότητες και πολύ διαδεδομένα στο φυτικό βασίλειο. Βρίσκονται κυρίως σαν άλατα με οξέα, όπως και σαν εστέρες και γλυκοζίτες.

Τα περισσότερα αλκαλοειδή είναι πολύπλοκες ετεροκυκλικές ενώσεις, στις οποίες το άζωτο συμμετέχει στο σχηματισμό του ετεροκυκλικού τους δακτύλιου. Τα αλκαλοειδή είναι σώματα συνήθως στερεά, κρυσταλλικά, άχρωμα, εκτός από ορισμένα υγρά χρωματισμένα, άοσμα, αδιάλυτα ή λίγο διαλυτά στο νερό, ευδιάλυτα σε οργανικούς διαλύτες. Με οξέα σχηματίζουν άλατα (Πανοπούλου, 2006).

ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΕΣ ΠΡΩΤΕΑΣΩΝ

Οι παρεμποδιστές πρωτεασών, είναι πεπτιδία που σχηματίζουν σταθερά αδρανή συμπλέγματα με τα πρωτεολυτικά ένζυμα του παγκρέατος.

Στο έντερο, οι παρεμποδιστές πρωτεασών σχηματίζουν ένα σταθερό σύμπλοκο με την θρυψίνη, μειώνοντας έτσι την δραστηριότητα της θρυψίνης, η οποία είναι απαραίτητη για την πέψη των πρωτεϊνών. Αυτή με την σειρά της, διεγείρει την έκκριση της χοληκυστοκινίνης από το τοίχωμα του εντέρου. Η χοληκυστινίνη είναι ένα πεπτιδίο του γαστρεντερικού συστήματος και είναι υπεύθυνο για την τόνωση της πέψης του λίπους και των πρωτεϊνών. Σε ορισμένα ζώα, οι αναστολείς της πρωτεϊνάσης προκαλούν παγκρεατική υπερτροφία (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2009).

Έχει βρεθεί επίσης, ότι οι παρεμποδιστές πρωτεασών μειώνουν την πεπτικότητα όχι μόνο των πρωτεϊνών αλλά και των λιπιδίων. Οι επιπτώσεις στην πεπτικότητα αντιστοιχών σε μείωση της δραστηριότητας της θρυψίνης και πιθανώς της χυμοθρυψίνης.

Η θρυψίνη και η χυμοθρυψίνη αποτελούν ένα πολυενζυμικό σύστημα, που υδρολύει τους πεπτιδικούς δεσμούς των πρωτεϊνών της τροφής και παράγουν ελεύθερα αμινοξέα ή διπεπτιδία (Ντόντας, 2005).

Κάποιοι παρεμποδιστές παρουσιάζουν μεγάλη εξειδίκευση και εμποδίζουν τη δράση ενός μόνο ενζύμου, ενώ άλλοι παρεμποδίζουν ταυτόχρονα δύο ένζυμα και ονομάζονται πολυδύναμοι.

ΓΚΟΣΥΠΟΛΗ

Η γκοσυπόλη είναι ένας τοξικός παράγοντας που υπάρχει στο βαμβάκι. Η γκοσυπόλη προκαλεί μείωση του αιματοκρίτη, της αιμοσφαιρίνης και της αναπαραγωγικής δραστηριότητας καθώς και βλάβες στο ήπαρ και στα νεφρά (Ντόντας, 2005).

ΛΕΚΤΙΝΕΣ

Οι λεκτίνες είναι πρωτεϊνικά ή γλυκοπρωτεϊνικά μόρια φυτικής ή ζωικής προελεύσεως, τα οποία έχουν την ιδιότητα της ειδικής και αναστρέψιμης συνδέσεως με υδατανθρακικές ομάδες της κυτταρικής επιφάνειας, της διάμεσης θεμέλιας ουσίας ή ελεύθερων γλυκολιπιδίων και γλυκοπρωτεϊνών, την χημική σύσταση των οποίων δεν αλλοιώνουν. Συνδεόμενες με τις κυτταρικές επιφάνειες, μπορούν να διαμορφώσουν την λειτουργία των ενζύμων, των πρωτεϊνών μεταφοράς, τους υποδοχείς κ.α. (Ντόντας, 2005).

Ορισμένες λεκτίνες μπορούν να προκαλέσουν διαταραχή της ακεραιότητας της μεμβράνης και να προκαλέσουν την έναρξη μιας υδατόπτωσης του ανοσοποιητικού συστήματος. Επίσης, μπορούν να αυξήσουν την διαπερατότητα των μεμβρανών σε άλλες πρωτεΐνες, προκαλώντας αύξηση της συχνότητας των αλλεργικών αντιδράσεων.

Τέλος, μπορούν να προκαλέσουν υπερτροφία, υπερπλασία, μειωμένη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, μειωμένη εντερική ενζυμική δραστηριότητα, αύξηση του μήκους και της μάζας του εντέρου λόγω των αυξημένων εκκρίσεων από το πάγκρεας (Πανοπούλου, 2006).

ΣΑΠΩΝΙΝΕΣ

Οι σαπωνίνες είναι γλυκοζίτες τριτερπενικών και στεροειδικών παραγώγων και ονομάστηκαν έτσι διότι με το νερό σχηματίζουν αφρό. Οι ουσίες αυτές που βρίσκονται συχνά στο φυτικό βασίλειο, έχουν τασενεργές

ιδιότητες. Οι σαπωνίνες αναστέλλουν την πέψη των πρωτεϊνών και των λιπιδίων, την απορρόφηση της βιταμίνης, και το μεταβολισμό της χοληστερόλης.

Μια από τις πιο σπουδαίες ιδιότητες των σαπωνινών με τοξικολογικό ενδιαφέρον είναι η ικανότητα τους να προκαλούν αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων, λόγω της μεταβολής της διαπερατότητας της μεμβράνης (Ντόντας, 2005).

TANNINESΣ

Οι ταννίνες ίναι ένα σημαντικό πολυμερές των φυτικών φαινολών και το όνομά τους προέρχεται από την κελτική λέξη "tan" που σημαίνει βελανιδιά, στα φύλλα της οποίας σχηματίζονται μεγάλες ποσότητες ταννινών.

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των ταννινών αποδίδονται στην ικανότητα τους να συνδέονται με τις πρωτεΐνες σχηματίζοντας αδιάλυτα σύμπλοκα και σ' αυτό ενδεχομένως να οφείλονται οι αντισηπτικές τους ιδιότητες.

Πιστεύεται ότι οι φυτικές ταννίνες ενώνονται με τις πρωτεΐνες στο έντερο των φυτοφάγων ζώων με υδρογονικούς δεσμούς, μεταξύ των υδροξυλικών ομάδων των φαινολών και των πρωτεϊνών, με αποτέλεσμα να αδρανοποιούνται τα πεπτικά ένζυμα των φυτοφάγων και τα σχηματιζόμενα σύμπλοκα ταννινών και φυτικών πρωτεϊνών που είναι δύσκολη η πέψη τους (Πανοπούλου, 2006).

ΦΥΤΙΚΟ ΟΞΥ

Τα τρόφιμα που είναι πλούσια σε φυτικό οξύ είναι τα όσπρια τα σιτάρια, το πítουρο σίτου και ο λιναρόσπορος. Σημαντικές ιδιότητες που παρέχει είναι πλούσιο σε φωσφορικό άλας, δεσμεύει το ασβέστιο και το σίδηρο, δεσμεύει και μειώνει τις ελεύθερες ρίζες, μειώνει την απορρόφηση ασβεστίου από το έντερο, μειώνει την πέψη του αμύλου (χαμηλώνει τη γλυκόζη αίματος).

Τα περισσότερα ψάρια δεν έχουν δικά τους ένζυμα για να διασπάσουν το φυτικό οξύ και να αποδεσμεύσουν τα θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα να περνούν αχώνευτα μέσα από το ψάρι (Francis et al., 2001).

ΦΥΤΟΟΙΣΤΡΟΓΟΝΑ / ΣΤΕΡΟΛΕΣ

Οι στερόλες των φυτών είναι συλλογικά γνωστές ως φυτοστερόλες. Οι στερόλες έχουν έναν διπλό δεσμό στο δαχτύλιο της στερόλης. Οι στερόλες των φυτών είναι ενώσεις με παρόμοιες χημικές δομές με αυτήν της χοληστερόλης. Εντούτοις, αντίθετα από τη χοληστερόλη που προέρχεται από ζωικές πηγές απορροφάται εύκολα και είναι σε υψηλά επίπεδα στο σώμα, οι φυτοστερόλες υπάρχουν μόνο σε πολύ χαμηλά επίπεδα στο σώμα επειδή είναι δύσκολο να απορροφηθούν.

Μπορούν επίσης να προκαλέσει μείωση της γευστικής ικανότητας και, συνεπώς, μείωση της ανάπτυξης, καθώς και να επηρεάσει τις λειτουργίες του ήπατος και των νεφρών.

Παρατηρούνται σε υψηλά επίπεδα στο πίτουρο ρυζιού, στα σιτηρά, στα φυτικά έλαια, στα έλαια του καλαμποκιού, τη σόγια, στα καρύδια και τα όσπρια. (Ντόντας, 2005).

ΜΗ-ΑΜΥΛΟΥΧΟΙ ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ (NSP)

Οι μη-αμυλούχοι πολυσακχαρίτες είναι μη-διαθέσιμοι υδατάνθρακες. Τα ψυχανθή περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις μη-αμυλούχων πολυσακχαριτών. Οι NSP είναι υπεύθυνοι για τη μικρή παραμονή της τροφής στον πεπτικό σωλήνα και για τη μειωμένη πεπτικότητα του αμύλου, των πρωτεϊνών και των λιπών. Αυξάνουν επίσης το ιξώδες του στόμαχου με αποτέλεσμα να μειώνεται η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών, η πρόσληψη της τροφής και η απόδοση του ιχθύ (Gatlin et al., 2007).

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ



ΥΨΗΛΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ

ΧΑΜΗΛΟ ΚΟΣΤΟΣ



ΕΛΛΙΠΗ ΣΕ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΑΑ

ΧΑΜΗΛΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

ΕΛΛΙΠΗ ΣΕ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΑΝΤΙΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ



Εικόνα 2 : Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα φυτικών συστατικών

1.6. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να μελετηθεί η επίδραση ενός συγκεκριμένου μίγματος ενζύμων στην βελτίωση της αξιοποίησης τροφών με σχετικά μεγάλη συμμετοχή φυτικών πρώτων υλών. Τα ένζυμα χρησιμοποιούνται στη επιστήμη της διατροφής εδώ και 30 χρόνια. Ένας από τους πολλούς λόγους για τους οποίους χρησιμοποιούνται τα ένζυμα είναι η βελτίωση της πεπτικότητας των τροφών. Τα ένζυμα παρέχουν ένα φυσικό τρόπο για να μετατρέψουν τα σύνθετα συστατικά των ιχθυοτροφών σε απορροφήσιμα θρεπτικά συστατικά. Καθώς αυξάνονται οι γνώσεις για τους αντιδιατροφικούς παράγοντες που υπάρχουν στα διάφορα φυτά που απαρτίζουν το σιτηρέσιο των ιχθύων, αυξάνονται και οι εφαρμογές των ενζύμων.

1.6.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Τα τελευταία χρόνια έχουν δημοσιευτεί μελέτες που αφορούν την ενσωμάτωση εξωγενών ενζύμων σε σιτηρέσια που αποτελούνται εν μέρει από φυτικά συστατικά.

Το 2004 οι Sajjadi και Carter, μελέτησαν την αύξηση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου σε σολομούς βάρους 100 gr στους οποίους χορηγούνταν τροφές με σχετικά μεγάλη συμμετοχή φυτικών πρώτων υλών. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου και κατ'επέκταση μείωση του προστιθέμενου ανόργανου φωσφόρου οδηγώντας σε μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης εξαιτίας των φωσφορούχων αποβλήτων.

Οι Ogunkoya et al. (2005), μελέτησαν την ενσωμάτωση της σόγιας και ενός κοκτέιλ ενζύμων στα φυσικά χαρακτηριστικά των περιπτώσεων της ιριδίζουσας πέστροφας *Oncorhynchus mykiss*. Τα φυσικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν ήταν η συνεκτικότητα και οι ρυθμοί καταβύθισης. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της συνεκτικότητας και του ρυθμού καταβύθισης των περιπτώσεων.

Οι Silva et al. (2006) μελέτησαν την επίδραση του διατροφικού συμπληρώματος ενός 'πολυενζύμου' το οποίο περιέχει αμυλάση, πρωτεάση,

λιπάση και κυτταρινάση στα νεαρά ιχθύδια *Colossoma macropomum*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα συμπληρωματικά εξωγενή ένζυμα αύξησαν τη φαινομενική πεπτικότητα των θρεπτικών ουσιών και της ενέργειας σε ποσοστό 0,05% ($P < 0,05\%$).

Οι Oliveira et al. (2007) μελέτησαν την επίδραση του διατροφικού συμπληρώματος ενός 'πολυενζύμου' το οποίο περιέχει αμυλάση, πρωτεάση και κυτταρινάση σε νεαρά ιχθύδια τιλάπιας *Niloticus Oreochromis*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα συμπληρωματικά εξωγενή ένζυμα αύξησαν τη φαινομενική πεπτικότητα των θρεπτικών ουσιών και της ενέργειας.

1.6.2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΕΝΖΥΜΟ

Το ένζυμο που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα ήταν το εμπορικό σκεύασμα Allzyme™ Vegpro το οποίο έχει χορηγηθεί σε σιτηρέσια των πουλερικών και των χοίρων με θετικές επιδράσεις (Regina McDevitt et al, 2006).

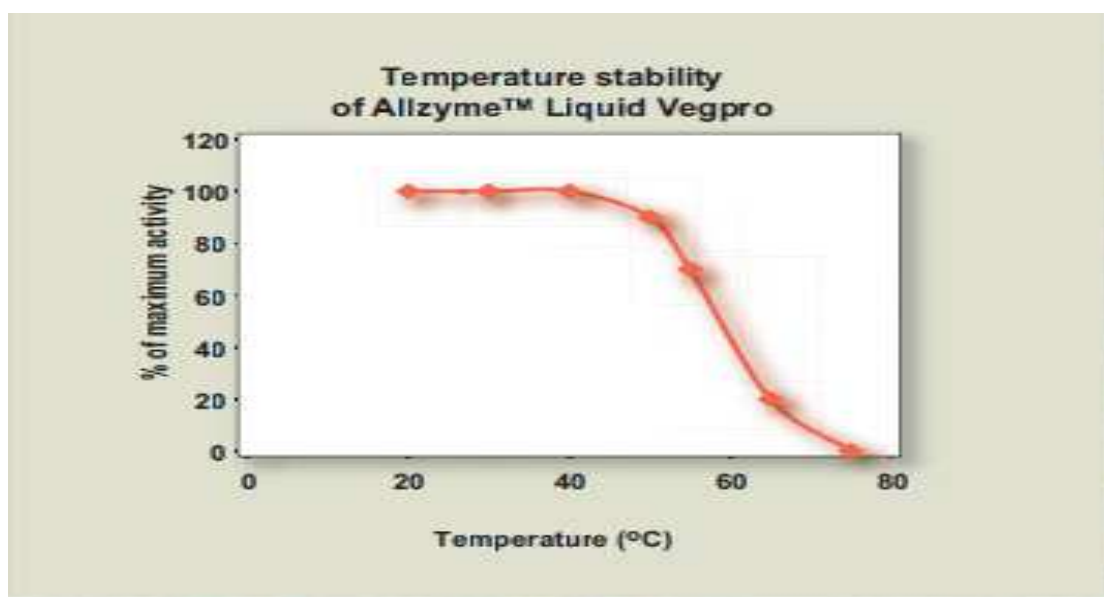
Το Allzyme™ Vegpro είναι ένας συνδυασμός των φυσικών ενζύμων (α-γαλακτοξειδάσης, αμυλάσης, πρωτεάσης και κυτταρινάσης) που βελτιώνει την αφομοίωση των αμινοξέων και της ενέργειας από πηγές φυτικών πρωτεϊνών που χρησιμοποιούνται για τροφές πουλερικών και χοίρων. Το Allzyme™ Vegpro είναι σχεδιασμένο για δίαιτες που περιλαμβάνουν φυτικές πρωτεΐνες, όπως σόγια, άλλα όσπρια και ελαιούχα γεύματα καθώς και τα υποπροϊόντα τους (Keith Filer and Michael Hamilton, 2009)

Στα οφέλη του Allzyme™ Vegpro περιλαμβάνεται η μεγαλύτερη ευελιξία στην διαμόρφωση των γευμάτων, η μείωση των επιπτώσεων των αντιθρεπτικών παραγόντων στις ζωοτροφές και η μείωση της διαφοροποίησης από παρτίδα σε παρτίδα σε θρεπτική αξία των πηγών φυτικών πρωτεϊνών (Regina McDevitt et al, 2006).

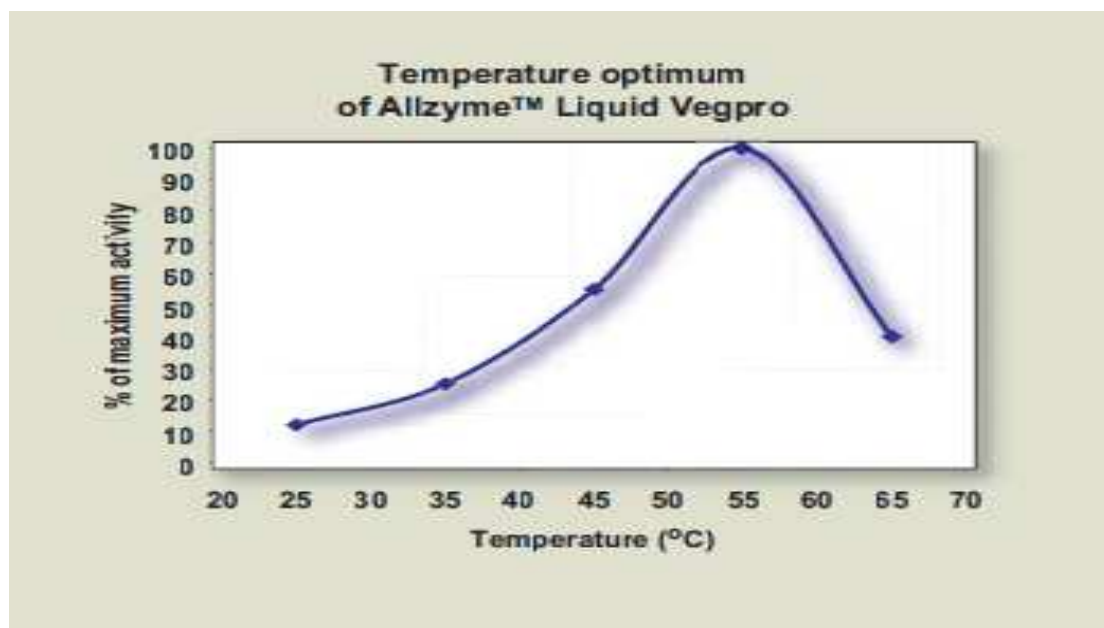
1.6. 3. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ALLZYME™ VEGPRO

1.6.3.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η δραστηριότητα της μυκητιασικής πρωτεάσης της Allzyme™ Vegpro παραμένει σταθερή μέχρι την θερμοκρασία των 50 °C. Στους 55 °C η δραστηριότητα πέφτει στο 75% και ακολουθεί φθίνουσα πορεία μέχρι την πλήρη αδρανοποίηση στους 75° C (Γράφημα 7). Η βέλτιστη θερμοκρασία δραστηριότητας είναι οι 55°C (Γράφημα 8) (Keith Filer και Michael Hamilton, 2009)



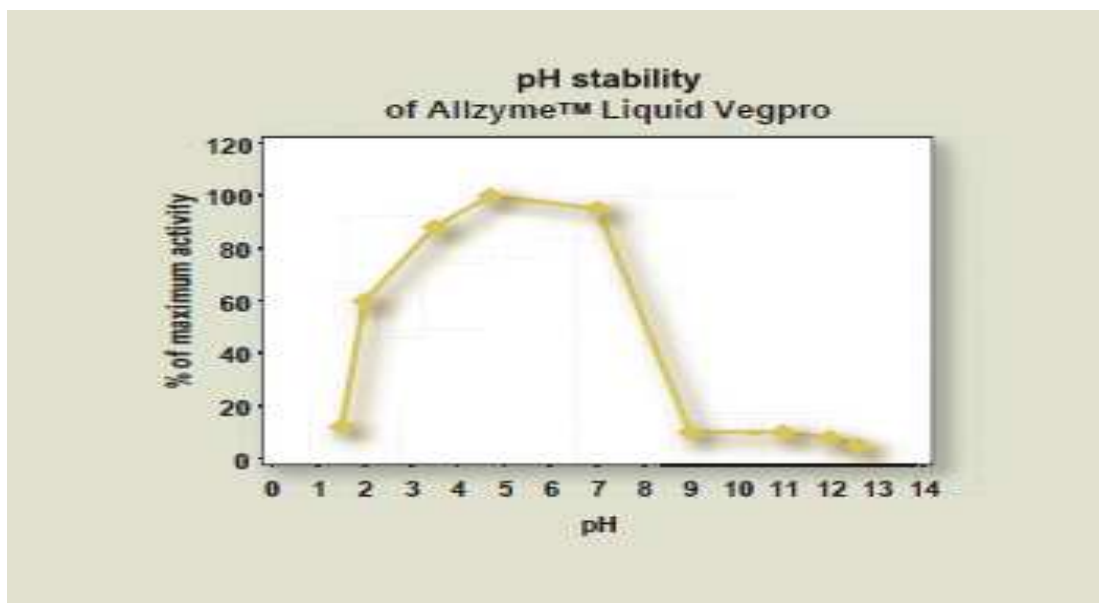
Γράφημα 7 : Δραστηριότητα του Allzyme™ Vegpro σε σχέση με την θερμοκρασία



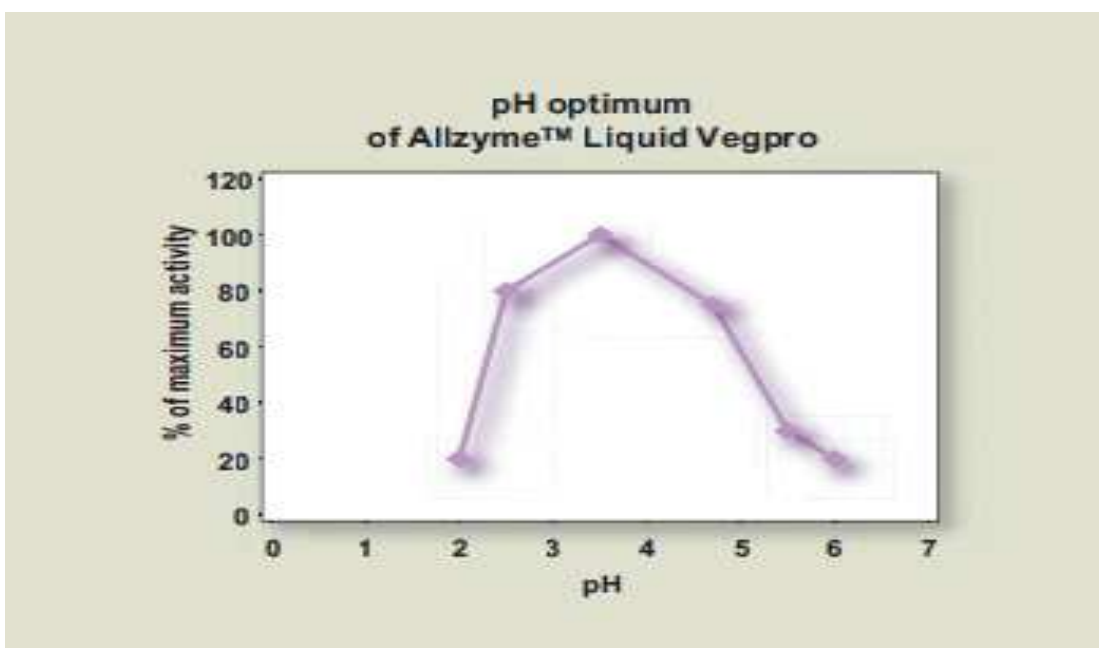
Γράφημα 8 : Βέλτιστη θερμοκρασία δράσης του Allzyme™ Vegpro

1.6.3.2. PH

Η σταθερότητα του PH του Allzyme™ Vegpro εκτιμήθηκε μετά από την έκθεση του προϊόντος σε διάφορα περιβάλλοντα του PH από 1,5 έως 12,5 (Γράφημα 9). Το προϊόν διατήρησε το 90% της δραστικότητάς του όταν το PH ήταν μεταξύ 3,5 και 7,2. Σε pH 1,5 και pH 9,0 η δραστικότητα μειώθηκε στο 10% της αρχικής. Η βέλτιστη τιμή του pH του Allzyme™ Vegpro είναι 3,5 (Γράφημα 10) (Keith Filer και Michael Hamilton, 2009).



Γράφημα 9 : Σταθερότητα του Allzyme™ Vegpro σε σχέση με το PH



Γράφημα 10 : Βέλτιστες τιμές PH του Allzyme™ Vegpro

ΥΝΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Ιχθυογεννητικού Σταθμού Πρέβεζας, του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. Η χρονική διάρκεια του πειράματος ήταν 3 μήνες (από 8 Μαΐου έως 4 Αυγούστου 2009) και εξετάστηκε η επίδραση της χορήγησης εναλλακτικού σιτηρεσίου, στο ρυθμό ανάπτυξης ιχθυδίων λαυρακιού.

2.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

720 ιχθύδια λαυρακιού μέσου βάρους 0,7 gr και 85 ημερών τα οποία ήταν σε ορθογώνιες τσιμεντένιες δεξαμενές των 10 m³ και αποτελούσαν παραγωγή του έτους 2009 του Ιχθυογεννητικού Σταθμού Πρέβεζας, τοποθετήθηκαν σε νέες δεξαμενές (φωτογραφία 8).



Φωτογραφία 8 : Τόπος και διάταξη των πειραματικών δεξαμενών (προσ. αρχείο)

Για τις ανάγκες διεξαγωγής του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 9 πολυεστερικές κυλινδροκωνικές δεξαμενές των 100 lt (φωτογραφία 9).



Φωτογραφία 9 : Κυλινδροκωνική δεξαμενή των 100 lt. (προσωπικό αρχείο)

Το νερό που χρησιμοποιήθηκε προέρχονταν από γεώτρηση και ήταν σταθερής θερμοκρασίας ($20^{\circ}\text{C} \pm 0,5$) και αλατότητας ($32,7 \text{ ppt} \pm 0,1$) και χορηγούνταν μέσω ανοικτού συστήματος συνεχούς ροής. Το νερό υφίσταντο επεξεργασία από μηχανικό φίλτρο πίεσης (άμμου) και διέρχονταν από σωλήνα αποκορεσμού του από τα αέρια, για την αποφυγή δυσμενών συνθηκών στις δεξαμενές του πειράματος.

Το οξυγόνο διατηρήθηκε καθόλη την διάρκεια του πειράματος σε ικανοποιητικά επίπεδα με την χρήση πετρών διάχυσης αέρα (Παράρτημα Α).

Ο ρυθμός ανανέωσης του νερού ήταν της τάξης του $100 \% / \text{h}$ (παροχή $1,7 \text{ lt} / \text{min}$), ο οποίος κρίθηκε αρκετά ικανοποιητικός για την διεξαγωγή του πειράματος. Το νερό που χορηγούνταν στις δεξαμενές ήταν απαλλαγμένο από την παρουσία αιωρούμενων και διαλυμένων σωματιδίων, αφού οι συγκεντρώσεις τους ήταν κάτω από 1000 mg/lt (αδημοσίευτα στοιχεία από αναλύσεις που έγιναν το καλοκαίρι του 2009). Τα σωματίδια αυτά είναι επιβλαβή για τα ιχθύδια όταν βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Τέλος

όσον αφορά τον φωτισμό των δεξαμενών ακολουθήθηκε φυσική φωτοπερίοδος που ήταν κατά μέσο όρο 14L:10D.

2.3. ΕΚΤΡΟΦΗ ΙΧΘΥΩΝ – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σε κάθε δεξαμενή στοκαρίστηκαν 80 ιχθύδια λαυρακιού που ταΐζονταν με την κοινή εμπορική τροφή PERLA PLUS. Στην αρχή χορηγούνταν τροφή μεγέθους 2.0 και προς το τέλος της περιόδου προσαρμογής χορηγήθηκε τροφή μεγέθους 0. Η ακριβής σύνθεση των παραπάνω ιχθυοτροφών δίνεται από τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6).

Πίνακας 6 : Σύνθεση % των διαφόρων μεγεθών της εμπορικής τροφής PERLA PLUS

Σύνθεση %	3.0	2.0	0
Ολικές Πρωτεΐνες	56.0	55.0	55.0
Ολικά Λιπαρά	16.0	18.0	18.0
Ολική Κυτταρίνη	0.6	0.6	0.6
Τέφρα	10.0	10.0	10.0
Φώσφορος	1.5	1.5	1.5
Πεπταία Ενέργεια (MJ / kg)	18.9	19.6	19.6

Η σύσταση των παραπάνω ιχθυοτροφών είναι η ακόλουθη:

- Ιχθυάλευρα
- Ιχθυέλαια
- Προϊόντα και υποπροϊόντα δημητριακών
- Γλουτένη σίτου
- Άλευρα οστρακοειδών
- Λεκιθίνη σόγιας
- Αντιοξειδωτικό BHT

Ο εγκλιματισμός των ιχθυδίων στις νέες δεξαμενές διήρκησε 3 εβδομάδες. Πριν την έναρξη του νέου σιτηρεσίου λήφθηκε δείγμα 30 ιχθυδίων από κάθε δεξαμενή. Τα ιχθύδια αναισθητοποιήθηκαν με Diphenoxyethanol σε αναλογία 0,15 ml ανά lt νερού. Στη συνέχεια ζυγίστηκαν και μετρήθηκε το Μέσο Βάρος των ψαριών κάθε μιας (Πίνακας 7).

Πίνακας 7 : Μέσα Βάρη των ιχθυδίων ανά δεξαμενή

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ	ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ (±0,1 gr)
1	1,73gr
2	2,13gr
3	1,80gr
4	1,51gr
5	1,59gr
6	2,00gr
7	1,88gr
8	1,51gr
9	1,60gr

Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου παρατηρήθηκαν μικρές θνησιμότητες οι οποίες όμως εντάσσονται στα φυσιολογικά πλαίσια, για ιχθύδια αυτού του μεγέθους (πίνακας , παράρτημα). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι καθόλη την διεξαγωγή του πειράματος εκτελούνταν όλες οι προβλεπόμενες ιχθυοκομικές δραστηριότητες:

- Υπολογισμός χορηγούμενης τροφής σε κάθε δεξαμενή.
- Συλλογή απομάκρυνση και καταγραφή όλων των νεκρών ιχθυδίων.
- Παρακολούθηση των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού. Η θερμοκρασία, το οξυγόνο, το PH και η αλατότητα μετρήθηκαν με πολύμετρο τύπου YSI 556 MPS. Η αμμωνία μετρήθηκε με το Ammonia-N Test, NH₃/NH₄, τα νιτρώδη μετρήθηκαν με NO₂ Test kit και η συγκέντρωση των νιτρικών με NO₃ Test kit.

- Καθάρισμα των δεξαμενών.

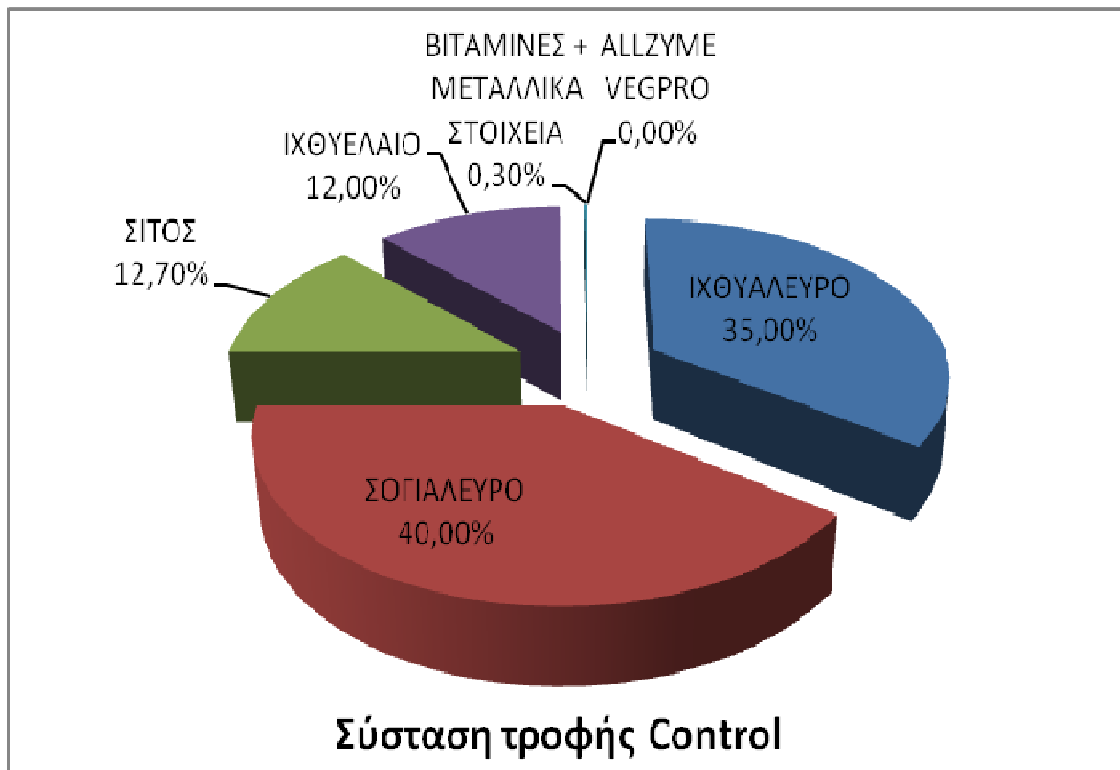
Στις 3 Ιουνίου και αφού διαπιστώθηκε ο πλήρης εγκλιματισμός των ιχθυδίων (σχεδόν πλήρης κατανάλωση της προηγούμενης τροφής και ζωηρή κίνηση των ιχθυδίων), ξεκίνησε η χορήγηση του νέου σιτηρεσίου που παρασκευάστηκε στα εργαστήρια του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. στην Αθήνα στα πλαίσια του πειράματος.

Το σιτηρέσιο αποτελούνταν από τρεις διαφορετικής σύστασης τροφές βάρους: Control, Enzyme και Treated (Φωτογραφίες 10,11,12,13)



Φωτογραφία 10 : Πειραματικές τροφές (προσωπικό αρχείο)

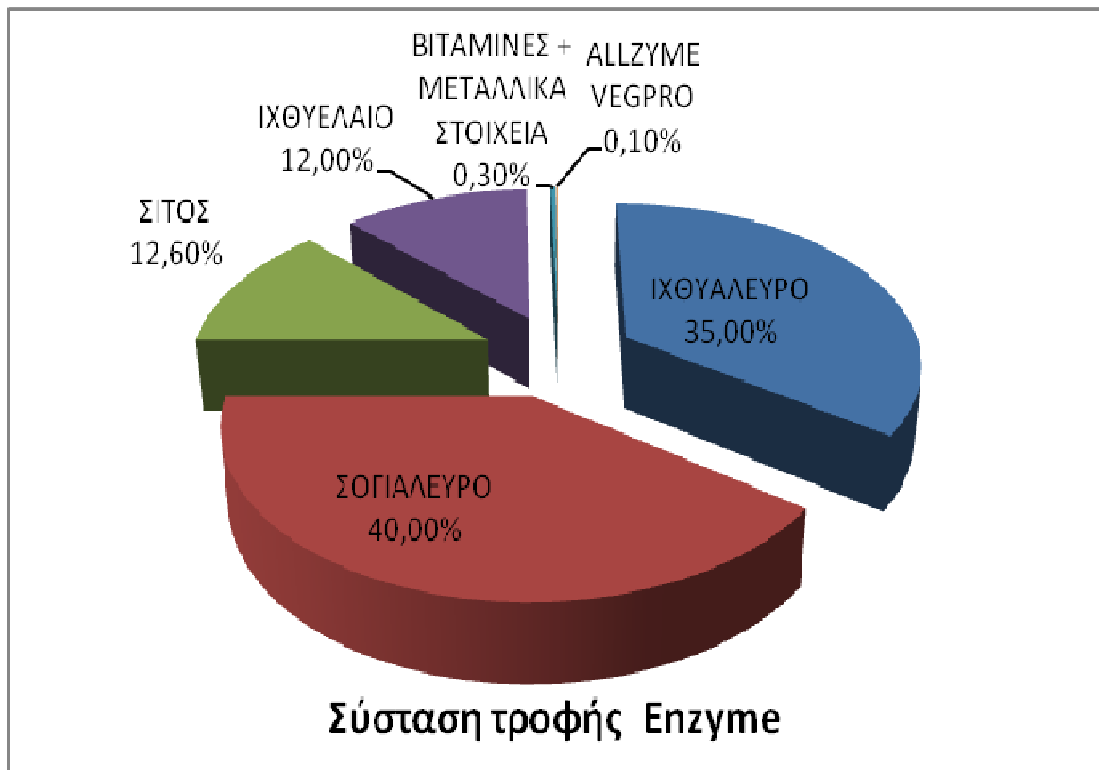
Η ακριβής σύσταση των πειραματικών τροφών φαίνεται στα ακόλουθα Γραφήματα (Γραφήματα 11,12 και 13):



Γράφημα 11 : Σύσταση της πειραματικής τροφής Control



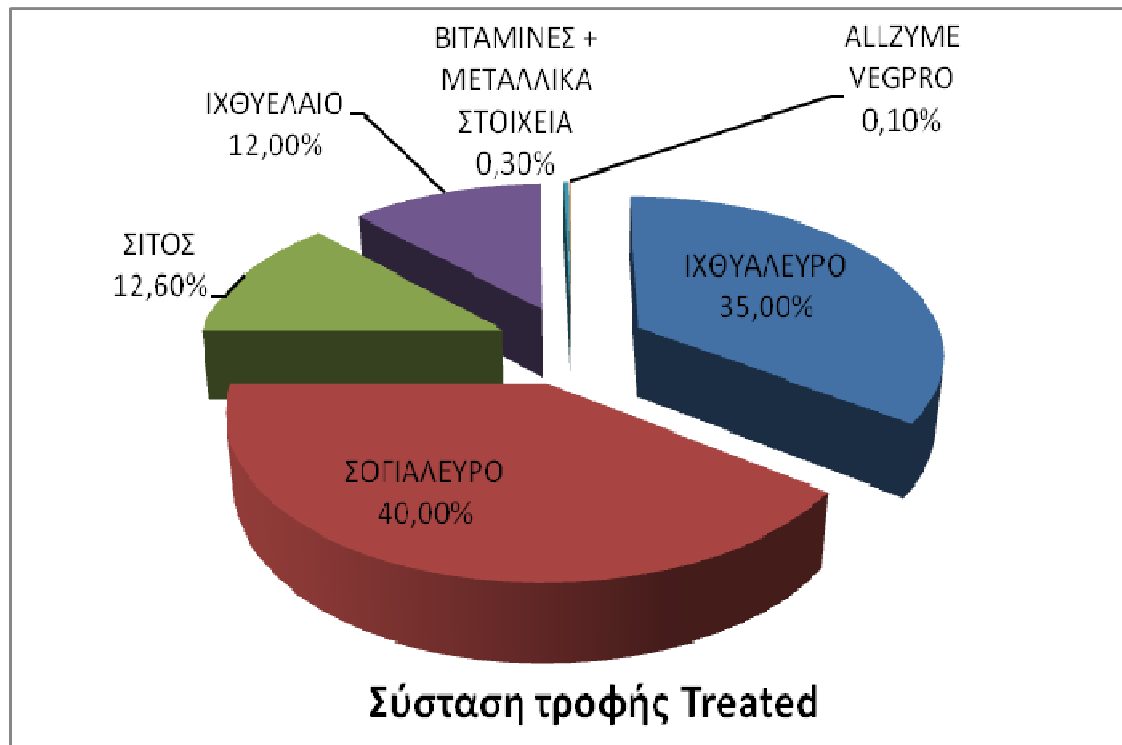
Φωτογραφία 11 : Πειραματική τροφή Control (προσωπικό αρχείο)



Γράφημα 12 : Σύσταση της πειραματικής τροφής Enzyme



Φωτογραφία 12 : Πειραματική τροφή Enzyme (προσωπικό αρχείο)



Γράφημα 13 : Σύσταση της πειραματικής τροφής Enzyme treated



Φωτογραφία 13 : Πειραματική τροφή Treated (προσωπικό αρχείο)

Η ακριβής σύνθεση των παραπάνω ιχθυοτροφών δίνεται από τον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 8).

Πίνακας 8 : % Σύνθεση των πειραματικών τροφών

	Control	Enzyme	Enzyme treated
Protein	44,10	43,81	44,02
Fat	15,2	15,55	15,62
Ash	7,2	7,6	7,4
Moisture	8,6	9,1	8,4

- Η πειραματική τροφή Control προέκυψε με ανάμιξη των πρώτων υλών και προσθήκη 2 lt νερού.
- Η πειραματική τροφή Enzyme προέκυψε με ανάμιξη των πρώτων υλών και προσθήκη του ενζύμου Vegpro και 2 lt νερού.
- Η πειραματική τροφή Enzyme treated προέκυψε με ανάμιξη των φυτικών συστατικών σογιάλευρου, σιτάλευρου και του ενζύμου Vegpro. Στην συνέχεια έγινε προσθήκη 1lt νερού και αφέθηκε σε θερμοκρασία 40° C για 4 ώρες.

Κάθε μια από τις παραπάνω τροφές χορηγήθηκε σε συγκεκριμένη ομάδα δεξαμενών με βάση το πρωτόκολλο του πειράματος (Φωτογραφία 14). Έτσι προέκυψαν :

- Οι δεξαμενές 1,2 και 3 που ταΐζονταν με την Control.
- Οι δεξαμενές 4,5 και 6 που ταΐζονταν με την Enzyme.
- Οι δεξαμενές 7,8 και 9 που ταΐζονταν με την Treated.



Φωτογραφία 14 : Κατανομή των πειραματικών τροφών στις δεξαμενές (πρ. αρχείο)

Οι πειραματικές τροφές χορηγούνταν 4 φορές ημερησίως σε τακτά χρονικά διαστήματα :

- 1^ο γεύμα στις 09:00
- 2^ο γεύμα στις 12:00
- 3^ο γεύμα στις 15:00
- 4^ο γεύμα στις 18:00

Τα ιχθύδια ταιΐζονταν με το χέρι *ad libitum* κάθε μέρα και στο τέλος κάθε εβδομάδας υπολογιζόταν η συνολική καταναλωθείσα τροφή.

2.4. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Για τον προσδιορισμό της αύξησης του σωματικού βάρους των εκτρεφόμενων ψαριών πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις. Η αρχική μέτρηση έγινε στις 3/6/2009 όταν ξεκίνησαν να τρέφονται με τις προβλεπόμενες για το πείραμα τροφές και οι επόμενες κάθε 2 εβδομάδες, με εξαίρεση την τελευταία που έγινε με την λήξη του πειράματος στις 4/8/2009 (Φωτογραφία 15).



Φωτογραφία 15 : Διαδικασία ζύγισης των ιχθυδίων (προσωπικό αρχείο)

Στις 4/8/2009 και αφού ολοκληρώθηκε το πείραμα σύμφωνα με τις προκαθορισμένες ημερομηνίες τα ιχθύδια έμειναν νηστικά για μία μέρα προκειμένου να γίνει δειγματοληψία για τον ποιοτικό τους έλεγχο.

Τα δείγματα συκωτιού και εντέρων των ιχθυδίων που συλλέχτηκαν από κάθε δεξαμενή τοποθετήθηκαν σε διάλυμα φορμόλης 10% σύμφωνα με τις οδηγίες συντηρήσεως (Φωτογραφία 16).



Φωτογραφία 16 : Δείγματα συκωτιού και εντέρων των ιχθυδίων (προσωπικό αρχείο)

Για να γίνει ο προσδιορισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών της σάρκας, απαιτήθηκε η κιμαδοποίηση των ιχθυδίων με μηχανή του κιμά (Φωτογραφία 17).



Φωτογραφία 17 : Διαδικασία κιμαδοποίησης των ιχθυδίων (προσωπικό αρχείο)

Πολτός 120 gr που προέκυψε από τα ιχθύδια κάθε ομάδας δεξαμενών, τοποθετήθηκε σε 3 αποστειρωμένα δοχεία. Τα αποστειρωμένα δοχεία τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη ώστε να διατηρηθούν ως την ανάλυσή τους (Φωτογραφία 18).



Φωτογραφία 18 : Αποστειρωμένα δοχεία με πολτό ιχθυδίων (προσωπικό αρχείο)

2.5. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Η ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών (πρωτεΐνης, λίπους, υγρασίας και τέφρας) του μυϊκού ιστού και του συκωτιού των ιχθυδίων έγινε στα εργαστήρια του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε..

Τα πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση των μετρήσεων ήταν τα ακόλουθα:

2.5.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Πρωτόκολλο για τον προσδιορισμό της υγρασίας σε σώματα ψαριών και τροφής

Προσδιορισμός υγρασίας σε σώματα ψαριών γίνεται και σε υγρά σώματα κατόπιν πολύ καλού αλέσματος στην κιμαδομηχανή και στα λυοφιλωμένα (οι κιμάδες των ψαριών τοποθετούνται σε πρώτη φάση στην κατάψυξη και σε δεύτερη φάση στο μηχάνημα της λυοφιλίωσης. Με το πέρας των δύο ημερών στην λυοφιλίωση τα σώματα τρίβονται στο μπλέντερ πολύ καλά και από εδώ παίρνουμε δείγμα για να υπολογίσουμε την υγρασία στα λυοφιλωμένα).

Το κάθε δείγμα γίνεται εις τριπλούν για τα λυοφιλωμένα σώματα και εις πενταπλούν για τα υγρά σώματα.

Μέθοδος

1. Ζυγίζουμε τις κάψες μία – μία στον αναλυτικό ζυγό (Βάρος δοχείου).
2. Προσθέτουμε περίπου 1,5 gr υλικού και ξαναζυγίζουμε (Μικτό βάρος α).
3. Τα τοποθετούμε στο φούρνο, στους 110 °C και μετά το πέρας 15 λεπτών κλείνουμε το μοχλό για να απομονωθεί το σύστημα από το εξωτερικό περιβάλλον. Τα δείγματα παραμένουν στο φούρνο για 24 ώρες.
4. Με την λήξη του χρόνου τα βγάζουμε και τα τοποθετούμε στον ξηραντήρα να κρυώσουν, για μια ώρα.
5. Οι κάψες ζυγίζονται μία - μία στη ψηφιακή ζυγαριά (Μικτό βάρος β).

Υπολογισμός

- Η αφαίρεση του Μικτού βάρους α από το Βάρος δοχείου δίνει το Υγρό βάρος.
- Η αφαίρεση του Μικτού βάρους β από το Βάρος δοχείου δίνει το Ξηρό βάρος.
- Ο λόγος του Ξηρού βάρους προς το υγρό βάρος επί 100 δίνει την % υγρασία.

2.5.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ

Πρωτόκολλο για τον προσδιορισμό της τέφρας σε σώματα ψαριών και τροφής

Ο υπολογισμός της τέφρας γίνεται και για τα υγρά σώματα των ψαριών και για τα λυοφιλιωμένα.

Μέθοδος

Μετά το πέρας των ζυγισμάτων του προηγούμενου σταδίου, οι κάψες με το υλικό τοποθετούνται στο πυραντήριο στους 500 °C για 12 ώρες. Αναγράφουμε τα νούμερα των καψών σε χαρτί καθώς τις τοποθετούμε στο εσωτερικό του πυραντηρίου, γιατί η υψηλή θερμοκρασία τα σβήνει.

Με την λήξη του χρόνου και αφού πέσει η θερμοκρασία, αναγράφουμε εκ νέου τα νούμερα στις κάψες, τις τοποθετούμε στον ξηραντήρα για να κρυώσουν εντελώς και προχωρούμε στο ζύγισμα (Μικτό βάρος γ).

Υπολογισμός

Η αφαίρεση του Μεικτού βάρους γ από το βάρος δοχείου δίνει την τέφρα , η οποία υπολογίζεται είτε επί υγρού (διαιρώντας την τέφρα με το Υγρό βάρος και πολλαπλασιάζοντας επί 100), είτε επί ξηρού (διαιρώντας την τέφρα με το Ξηρό βάρος και πολλαπλασιάζοντας επί 100).

2.5.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ

Πρωτόκολλο για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών σε σώματα ψαριών και τροφής

Υλικά

- α) Πυκνόθειικό οξύ
- β) NaOH 60% 35ml σε κάθε δείγμα
- γ) Υπεροξειδίο του υδρογόνου
- δ) Χάπι καταλύτη
- ε) Νερό απιονισμένο
- ζ) Δείκτης Methyol red (1% in alcohol):Bromocresol green (0,2% in alcohol)1:5
- η) Κορεσμένο βορικό οξύ
- θ) HCL 0,1N

- Ο προσδιορισμός αφορά λυοφιλιωμένα σώματα ψαριών, πολύ καλά αλεσμένες τροφές και υποπροϊόντα.
- Το κάθε δείγμα γίνεται εις τριπλούν ή διπλούν.

Μέθοδος

1. Ζυγίζουμε 200 mg δείγματος στους ειδικούς σωλήνες.
2. Προσθέτουμε έναν καταλύτη (δ) των 1,7 gr στο κάθε ένα δείγμα και στα δυο τυφλά.
3. Προσθέτουμε 6 ml πυκνόθειικό οξύ (α) και 1 ml υπεροξειδίου του υδρογόνου.
4. Τα δείγματα τοποθετούνται στην ήδη προθερμασμένη στους 420 °C ειδική μηχανή βρασμού για 1 ώρα, τα σκεπάζουμε και ανοίγουμε τη βρύση.
5. Με το πέρας της μιας ώρας και αφού κρυώσουν προσθέτουμε σε κάθε σωλήνα και στα τυφλά 20 ml νερό.
6. Σε ποτήρι ζέσεως των 250 ml στάζουμε 5 σταγόνες δείκτη, προσθέτουμε 20 ml βορικό οξύ και το τοποθετούμε στα δεξιά της μηχανής Keldajhal. Στα αριστερά τοποθετείται το δείγμα στεγανά.
7. Αρχίζουμε πρώτα με τα τυφλά, και μετά ένα – ένα τα δείγματα. Συλλέγουμε στο ποτήρι ζέσεως περίπου 120 ml, κατεβάζουμε και προχωρούμε στην τιτλοδότηση με το HCL.

Υπολογισμός

$$V \text{ ml} \times 0,1 \text{ meq/ml} \times 14 \times 6,25 \times 100/\text{mg} \text{ δείγματος}$$

Βγαίνει μια σταθερά για όλα, η οποία πολλαπλασιάζεται με τον όγκο του HCL από τον οποίο έχει αφαιρεθεί ο μέσος όρος του τυφλού και διαιρείται με το βάρος του δείγματος.

2.5.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ

Πρωτόκολλο για τον προσδιορισμό του λίπους σε σώματα ψαριών και τροφής

Ο υπολογισμός του λίπους στα σώματα των ψαριών γίνεται σε πολύ καλά ανακατεμένο, λυοφιλιωμένο υλικό και σε καλά αλεσμένες τροφές, πάντοτε εις διπλούν.

Μέθοδος

1. Ζυγίζουμε σε αναλυτικό ζυγό τα ειδικά δοχεία εκχύλισης στα οποία έχουμε προσθέσει μερικές πετρούλες, (Βάρος δοχείου) και προσθέτουμε 50 ml πετρελαϊκό αιθέρα 40 – 60 °.
2. Ζυγίζουμε σε χαρτούζα (μπαμπάκι στον πάτο) μέχρι 3 gr δείγματος, προσέχοντας πολύ το υλικό να είναι ανακατεμένο και σκεπάζουμε ελαφρά με μπαμπάκι.
3. Οι χαρτούζες και τα δοχεία εκχύλισης τοποθετούνται στην ήδη προθερμασμένη στους 100 °C μηχανή εκχύλισης. Ανοίγουμε το νερό για την ψύξη. Προσθέτουμε να είναι ανοικτά τα βρυσάκια. Οι χαρτούζες παραμένουν στην θέση βρασμού επί 15 λεπτά. Στην συνέχεια παραμένουν στην θέση απόσταξης για 45 λεπτά. Ακολούθως κλείνουμε τα βρυσάκια για να συλλέξουμε τον διαλύτη στο επάνω μέρος των εκχυλιστήρων (χρειάζεται περί τα 20 λεπτά για να μαζευτεί) και βάζουμε το μηχάνημα στη θέση enarogation για άλλα 20 λεπτά και ανοίγουμε τον αέρα.
4. Τα δοχεία εκχύλισης τοποθετούνται στο φούρνο για 1 ώρα στους 60 °C. Στην συνέχεια μπαίνουν στον ξηραντήρα για να κρυσώσουν και ζυγίζονται στον αναλυτικό ζυγό (Βάρος μικτό).

Υπολογισμός

Η αφαίρεση του Μικτού βάρους από το Βάρος δοχείου δίνει το λίπος σε γραμμάρια και η διαίρεσή του με το Βάρος υλικού, πολλαπλασιαζόμενο επί 100, την εκατοστιαία (%) περιεκτικότητα.



Φωτογραφία 19 : Μηχανή εκχύλισης εργαστηρίων ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.. (πρ. αρχείο)

2.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η πολυπλοκότητα των πειραματικών δεδομένων, κάνει επιτακτική την χρήση της ανάλυσης δεδομένων με σκοπό την κατεργασία και την αξιολόγηση των πειραματικών τιμών που προκύπτουν. Η ανάλυση δεδομένων, υπάγεται στις μεθόδους της Πολυδιάστατης Στατιστικής Ανάλυσης, δηλαδή στις μεθόδους εκείνες που αναλύουν δεδομένα και παρατηρήσεις που περιγράφονται από πολλές και διαφορετικού τύπου μεταβλητές.

Τα αρχικά δεδομένα αναλύονται έτσι ώστε να ανακαλυφθούν οι τάσεις δηλαδή οι νόμοι στους οποίους υπακούουν. Στη συνέχεια για τον προσδιορισμό των συνολικών σχέσεων αντικειμένων – μεταβλητών, προχωρούμε σε μια ανάλυση των δεδομένων

Στην παρούσα στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε η **Ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα**. Αυτό το εργαλείο εκτελεί μια απλή ανάλυση διακύμανσης, επαληθεύοντας την υπόθεση ότι οι μέσες τιμές δύο ή περισσότερων δειγμάτων είναι ίσες (εφόσον λαμβάνονται από πληθυσμούς με την ίδια μέση τιμή) (Παράρτημα Δ).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι δειγματοληψίες – μετρήσεις γίνονταν ανά εβδομάδα περίπου και αφορούσαν όλη την πορεία του πειράματος (Πίνακας 9)

Πίνακας 9: Αριθμός και ημερομηνίες μετρήσεων

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	3 Ιουνίου (έναρξη πειράματος) έως 11 Ιουνίου 2009
2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	12 Ιουνίου έως 18 Ιουνίου 2009
3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	19 Ιουνίου έως 23 Ιουνίου 2009
4 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	24 Ιουνίου έως 30 Ιουνίου 2009
5 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	1 Ιουλίου έως 8 Ιουλίου 2009
6 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	9 Ιουλίου έως 14 Ιουλίου 2009
7 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	15 Ιουλίου έως 22 Ιουλίου 2009
8 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	22 Ιουλίου έως 3 Αυγούστου 2009 (τέλος πειράματος)

3.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΕΙΣΑ ΤΡΟΦΗ

Κατά την διάρκεια του πειράματος και με βάση τις δειγματοληψίες - μετρήσεις, προέκυψαν οι παρακάτω πίνακες 10, 11 και 12, όσον αφορά την τροφή που καταναλώθηκε στις 3 ομάδες δεξαμενών. Έτσι:

Πίνακας 10 : Καταναλωθείσα τροφή (control) στις δεξαμενές 1,2,3

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	Δεξαμενή No 1	Δεξαμενή No 2	Δεξαμενή No 3
1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	50,0 gr	46,4 gr	43,9 gr
2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	70,5 gr	56,2 gr	62,9 gr
3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	58,9 gr	42,5 gr	48,7 gr
4 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	89,1 gr	66,6 gr	87,7 gr
5 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	107,5 gr	99,9 gr	104,6 gr
6 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	112,1 gr	195,5 gr	106,3 gr
7 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	322,7 gr	85,8 gr	99,3 gr
8 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	291,5 gr	295,6 gr	269,1 gr

Πίνακας 11 : Καταναλωθείσα τροφή (enzyme) στις δεξαμενές 4,5,6

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	Δεξαμενή No 4	Δεξαμενή No 5	Δεξαμενή No 6
1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	49,2 gr	43,4 gr	56,6 gr
2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	69,2 gr	59,3 gr	68,7 gr
3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	30,5 gr	52,8 gr	60,1 gr
4 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	98,4 gr	80,5 gr	100,7 gr
5 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	108,2 gr	99,1 gr	122,3 gr
6 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	107,9 gr	104,2 gr	125,5 gr
7 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	216,0 gr	268,9 gr	237,6 gr
8 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	303,1 gr	198,2 gr	342,1 gr

Πίνακας 12 : Καταναλωθείσα τροφή (treated) στις δεξαμενές 7,8,9

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	Δεξαμενή No 7	Δεξαμενή No 8	Δεξαμενή No 9
1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	52,9 gr	44,9 gr	40,9 gr
2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	66,4 gr	62,8 gr	58,1 gr
3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	59,9 gr	56,0 gr	74,4 gr
4 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	107,0 gr	94,3 gr	80,9 gr
5 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	124,6 gr	122,0 gr	98,2 gr
6 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	132,6 gr	120,5 gr	110,8 gr
7 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	231,5 gr	215,0 gr	270,3 gr
8 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	371,7 gr	365,2 gr	284,3 gr

Με βάση τους Πίνακες 10, 11 και 12 προέκυψε ο Πίνακας 13

Πίνακας 13 : Συνολική καταναλωθείσα τροφή στις πειραματικές δεξαμενές

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΡΟΦΗ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 1	1102,3 gr
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 2	888,5 gr
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 3	820,5 gr
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 4	982,5 gr
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 5	906,4 gr
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 6	1113,6 gr
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 7	1146,6 gr
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 8	1080,7 gr
ΔΕΞΑΜΕΝΗ 9	1017,9 gr

Με βάση τους Πίνακες 10, 11 και 12 προέκυψαν τα Γραφήματα 11,12 , 13 και 14 που αφορούν την καταναλωθείσα τροφή (control, enzyme και treated) καθόλη την διάρκεια του πειράματος στις πειραματικές δεξαμενές.

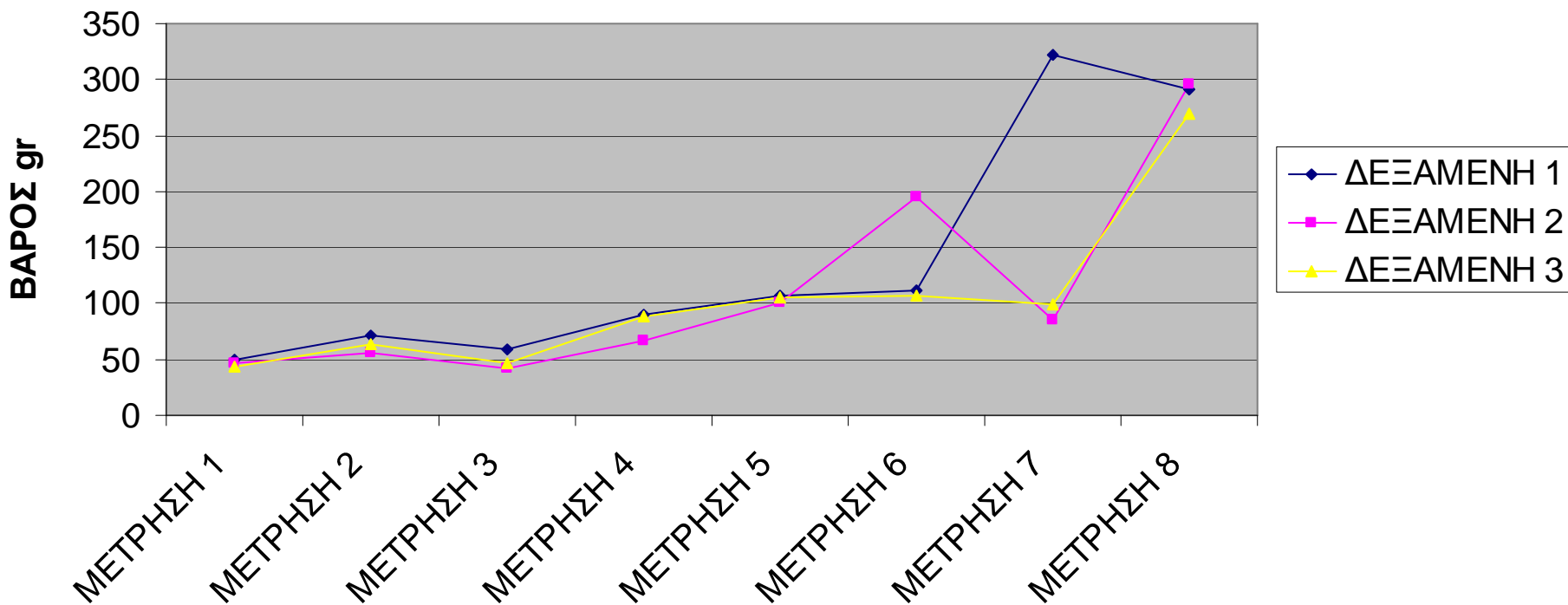
Η καταναλωθείσα τροφή όπως φαίνεται και στο Γράφημα 11 είναι σχεδόν παρόμοια στις δεξαμενές 1, 2 και 3 κατά τη διάρκεια του πειράματος. Κατά την 7^η μέτρηση βρέθηκε ότι τα ιχθύδια στην δεξαμενή 1 κατανάλωσαν τριπλάσια ποσότητα τροφής σε σχέση με τα ιχθύδια στις άλλες δύο δεξαμενές.

Η καταναλωθείσα τροφή όπως φαίνεται και στο Γράφημα 12 είναι σχεδόν παρόμοια στις δεξαμενές 4, 5 και 6 κατά τη διάρκεια του πειράματος. Κατά την πορεία του πειράματος παρουσιάζεται μια αυξητική τάση.

Η καταναλωθείσα τροφή όπως φαίνεται και στο Γράφημα 13 είναι σχεδόν παρόμοια στις δεξαμενές 7, 8 και 9 κατά τη διάρκεια του πειράματος. Κατά την πορεία του πειράματος παρουσιάζεται και σε αυτή την ομάδα δεξαμενών μια αυξητική τάση.

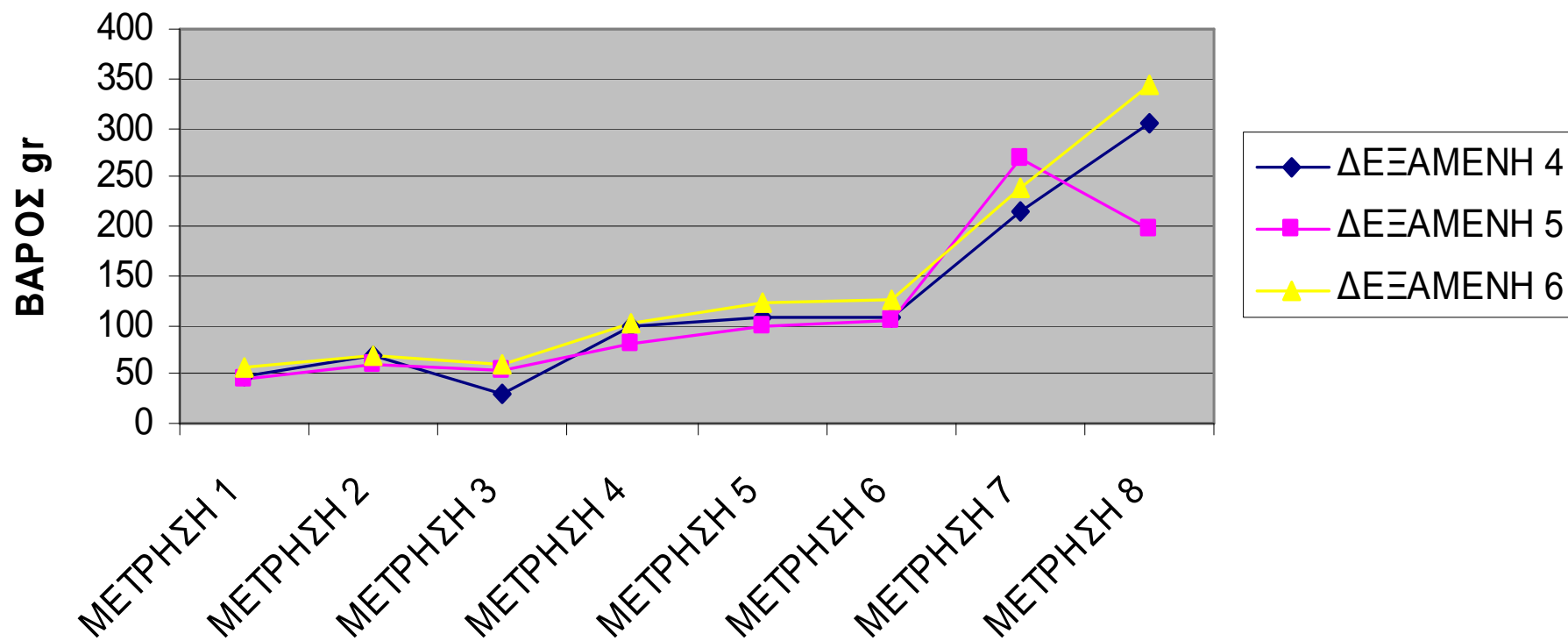
Η συνολική ποσότητα τροφής που καταναλώθηκε σε κάθε μια από τις 9 δεξαμενές κυμάνθηκε από 800 έως 1.200 gr. Η μέση τιμή της καταναλωθείσας τροφής υπολογίστηκε στα 1006,6 gr. Η μέγιστη κατανάλωση παρατηρήθηκε στα ιχθύδια της δεξαμενή 7 που τους χορηγούνταν τροφή treated και ήταν 1146,6 gr ενώ η μικρότερη στα ιχθύδια που βρίσκονταν στην δεξαμενή 3 που τους χορηγούνταν τροφή control και ήταν στα 820,5 gr.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΡΟΦΗΣ CONTROL ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ 1,2,3



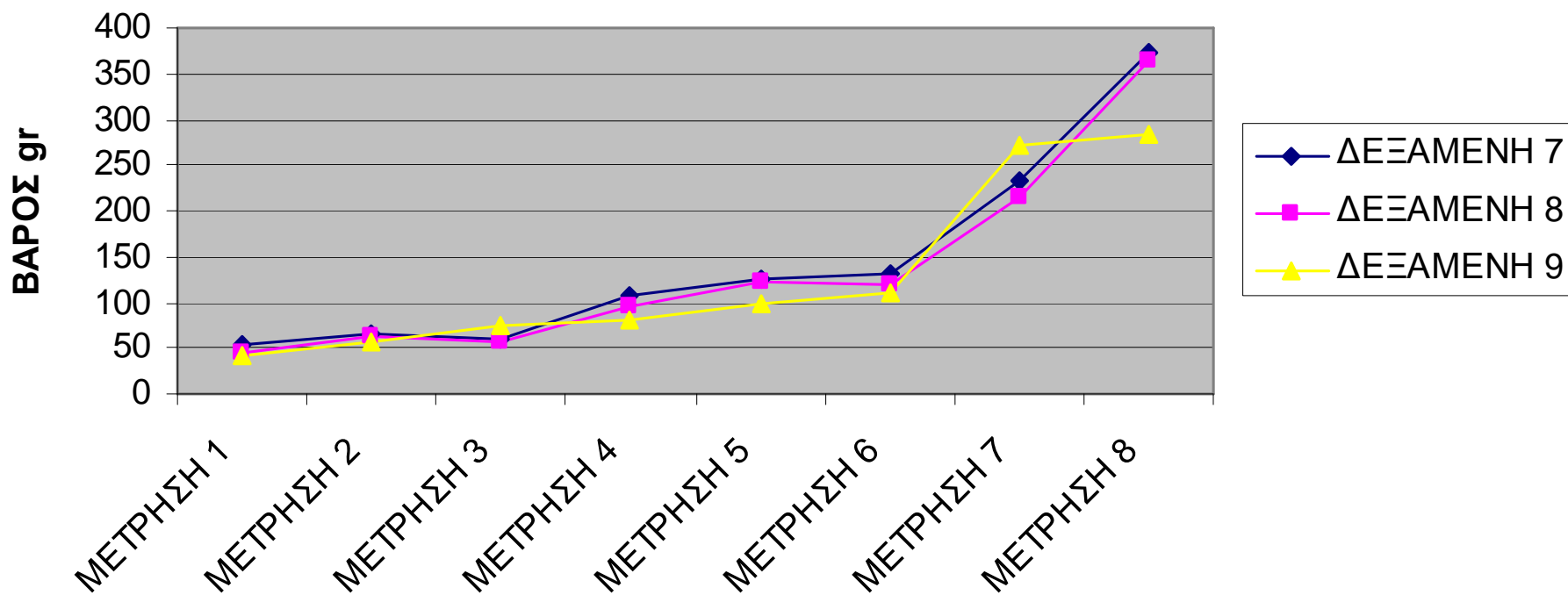
Γράφημα 11 : Κατανάλωση τροφής control στις δεξαμενές 1,2,3.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΡΟΦΗΣ ΕΝΖΥΜΕ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ 4,5,6



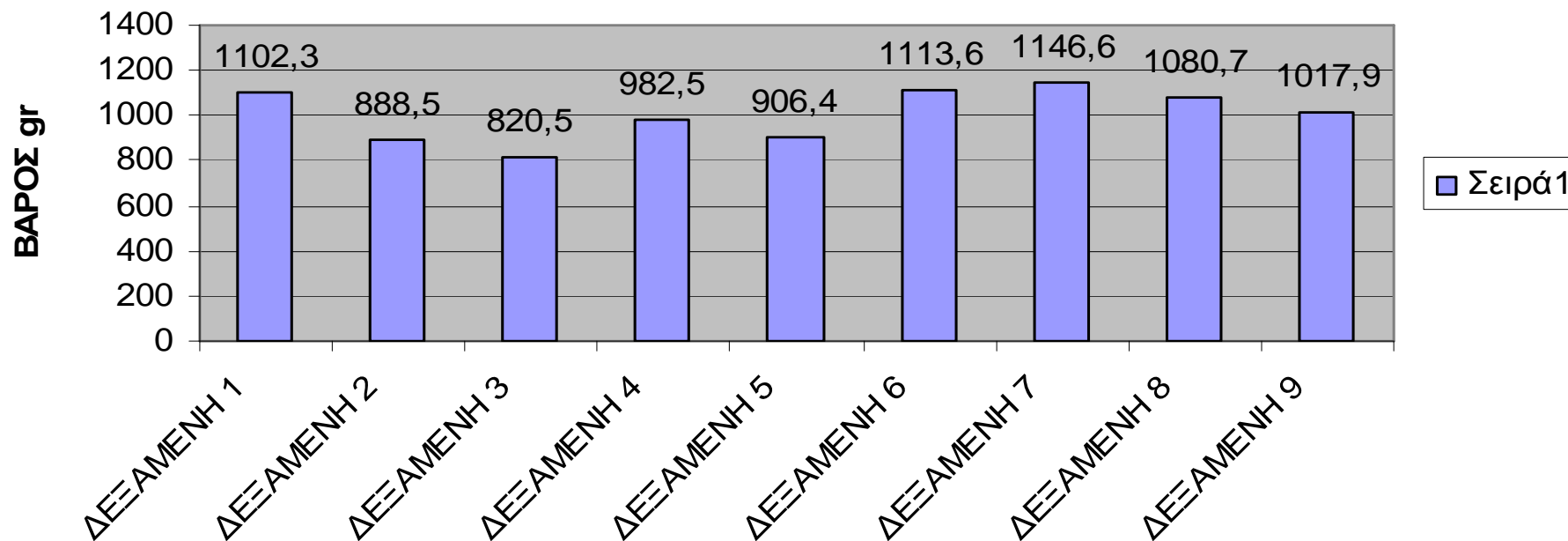
Γράφημα 12 : Κατανάλωση τροφής control στις δεξαμενές 4,5,6.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΡΟΦΗΣ TREATED ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ 7,8,9



Γράφημα 13 : Κατανάλωση τροφής control στις δεξαμενές 7,8,9.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΡΟΦΗ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ



Γράφημα 14 : Συνολική τροφή που καταναλώθηκε στις 9 δεξαμενές

3.2. ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ

Για τον υπολογισμό του μέσου βάρους των ιχθυδίων στις εννιά δεξαμενές έγιναν πέντε μετρήσεις ανά 15 ημέρες περίπου όπως δείχνει και ο Πίνακας 14.

Πίνακας 14 : Αριθμός και περίοδος μετρήσεων

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ
1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	3 Ιουνίου 2009 (έναρξη πειράματος)
2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	15 Ιουνίου 2009
3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	30 Ιουνίου 2009
4 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	14 Ιουλίου 2009
5 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	3 Αυγούστου 2009 (τέλος πειράματος)

Με βάση τις παραπάνω δειγματοληψίες – μετρήσεις, προέκυψαν οι Πίνακες 15, 16 και 17 με τα αντίστοιχα Γράφημα 15,16,17 και αφορούν τα μέση βάρη των ιχθυδίων στην πορεία του πειράματος στις 3 ομάδες δεξαμενών.

Όπως φαίνεται από το Γράφημα 15, το μέσο βάρος των ιχθυδίων που φιλοξενούνταν στις δεξαμενές 1,2 και 3 ήταν παρόμοια κατά την πορεία του πειράματος.

Όπως φαίνεται από το Γράφημα 16, το μέσο βάρος των ιχθυδίων που φιλοξενούνταν στις δεξαμενές 4,5 και 6 παρουσίαζε μια αυξητική τάση κατά την πορεία του πειράματος.

Όπως φαίνεται από το Γράφημα 17, το μέσο βάρος των ιχθυδίων που φιλοξενούνταν στις δεξαμενές 7,8 και 9 ήταν παρόμοιο και παρουσίαζε μια αυξητική τάση κατά την πορεία του πειράματος.

Πίνακας 15 : Μέσο βάρος ιχθυδίων στις δεξαμενές 1,2,3

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	Δεξαμενή No 1	Δεξαμενή No 2	Δεξαμενή No 3
1η ΜΕΤΡΗΣΗ	1,73 gr	2,13 gr	1,80 gr
2η ΜΕΤΡΗΣΗ	3,15 gr	3,10 gr	2,25 gr
3η ΜΕΤΡΗΣΗ	4,83 gr	4,27 gr	4,30 gr
4η ΜΕΤΡΗΣΗ	6,65 gr	6,76 gr	6,56 gr
5η ΜΕΤΡΗΣΗ	11,94 gr	11,48 gr	9,91 gr

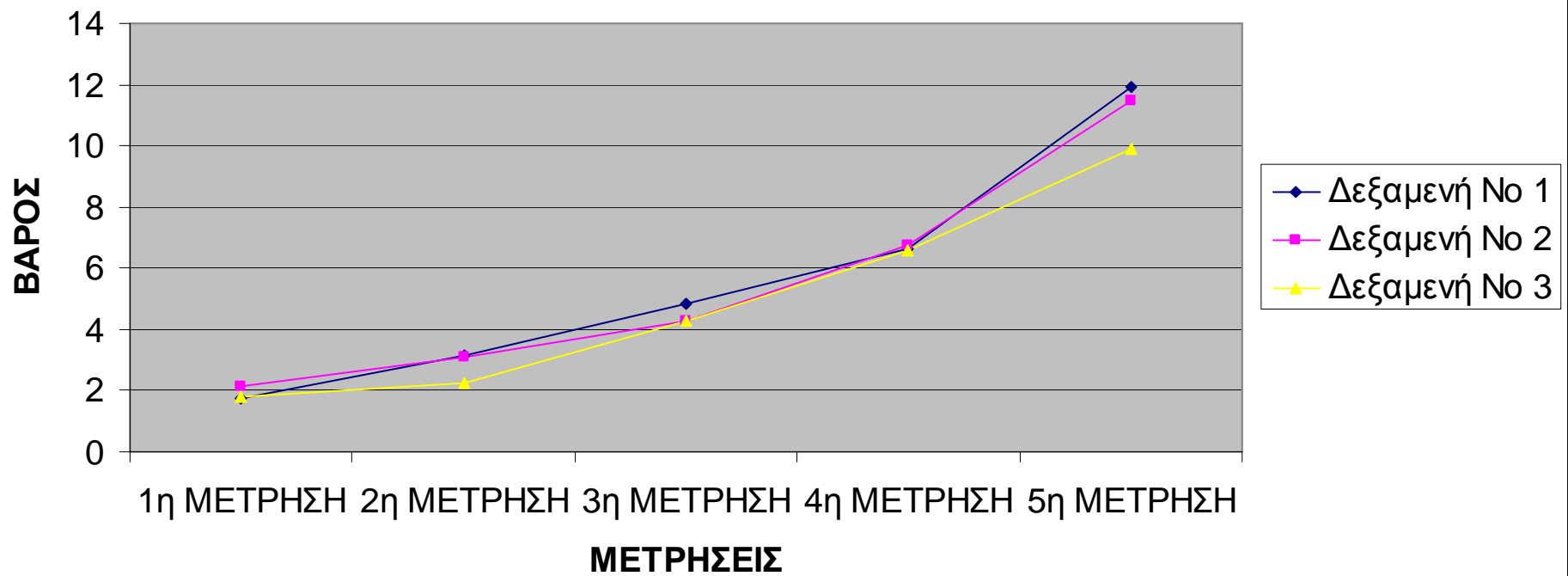
Πίνακας 16 : Μέσο βάρος ιχθυδίων στις δεξαμενές 4,5,6

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	Δεξαμενή No 4	Δεξαμενή No 5	Δεξαμενή No 6
1η ΜΕΤΡΗΣΗ	1,51 gr	1,59 gr	2,00 gr
2η ΜΕΤΡΗΣΗ	3,17 gr	2,38 gr	2,73 gr
3η ΜΕΤΡΗΣΗ	4,35 gr	4,32 gr	4,24 gr
4η ΜΕΤΡΗΣΗ	7,90 gr	6,83 gr	6,92 gr
5η ΜΕΤΡΗΣΗ	10,72 gr	11,2 gr	11,65 gr

Πίνακας 17 : Μέσο βάρος ιχθυδίων στις δεξαμενές 7,8,9

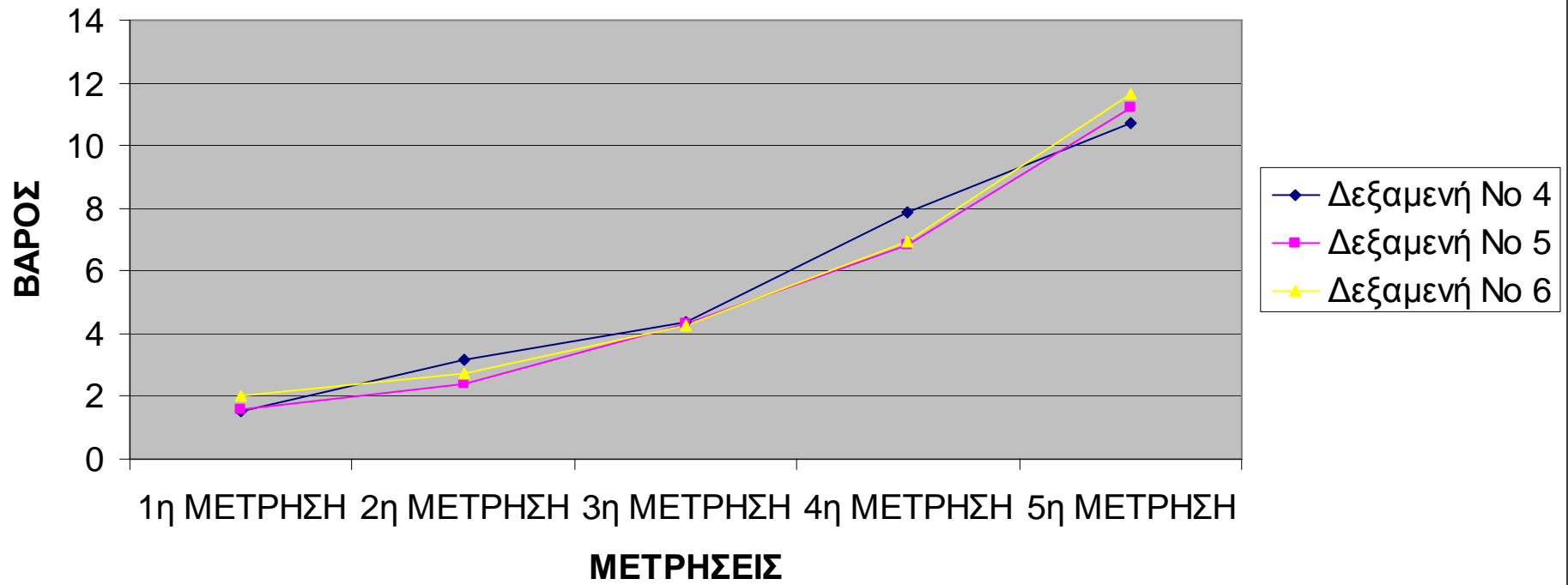
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	Δεξαμενή No 7	Δεξαμενή No 8	Δεξαμενή No 9
1η ΜΕΤΡΗΣΗ	1,88 gr	1,51 gr	1,60 gr
2η ΜΕΤΡΗΣΗ	2,80 gr	2,57 gr	2,29 gr
3η ΜΕΤΡΗΣΗ	5,42 gr	4,86 gr	4,68 gr
4η ΜΕΤΡΗΣΗ	8,27 gr	7,13 gr	7,47 gr
5η ΜΕΤΡΗΣΗ	12,11 gr	11,71 gr	10,76 gr

ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΣΕ gr



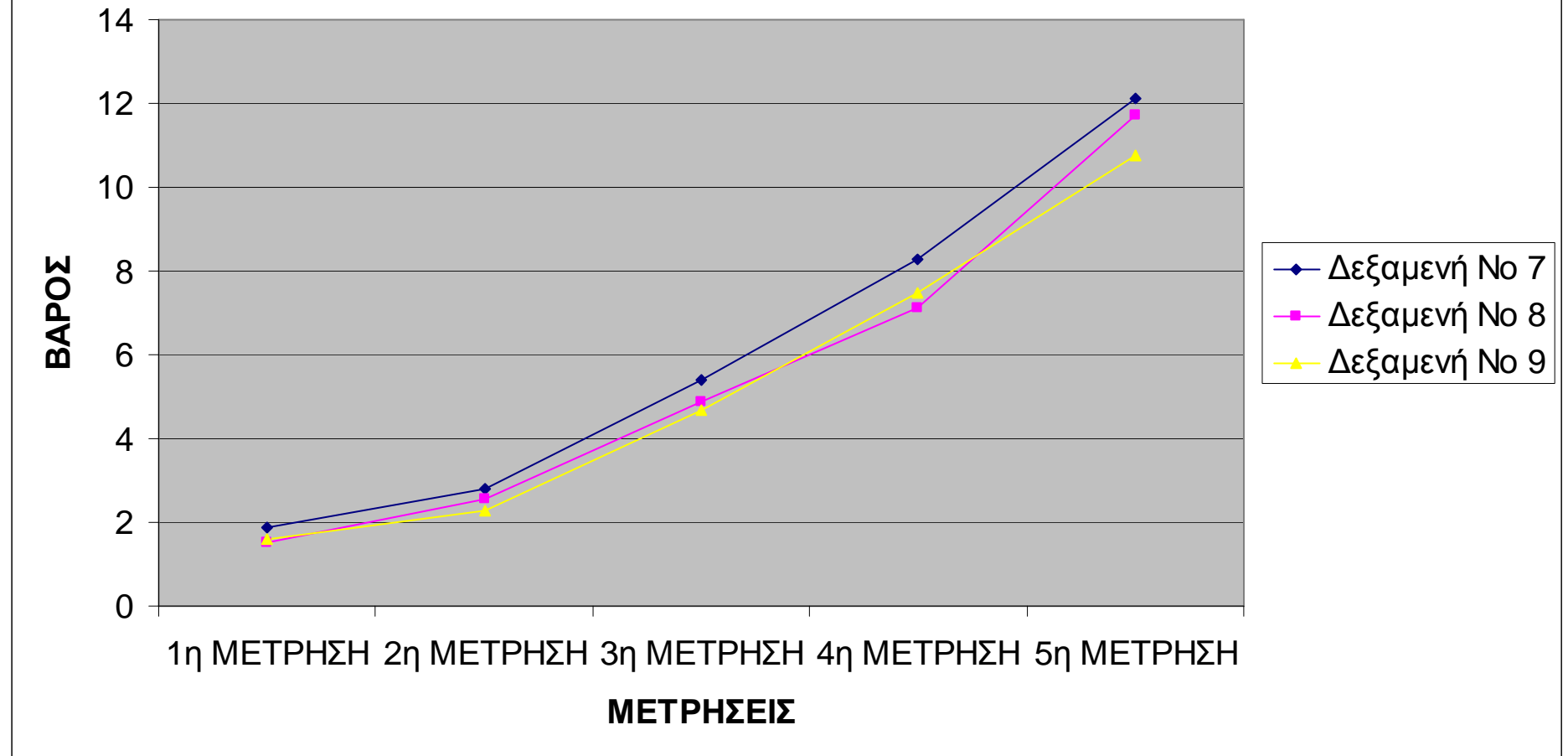
Γράφημα 15 : Το μέσο βάρος των ιχθυδίων στις δεξαμενές 1,2 και 3.

ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΣΕ gr



Γράφημα 16 : Το μέσο βάρος των ιχθυδίων στις δεξαμενές 4,5 και 6.

ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΣΕ gr



Γράφημα 17 : Το μέσο βάρος των ιχθυδίων στις δεξαμενές 7,8 και 9.

Η αύξηση της βιομάζας σε κάθε πειραματική δεξαμενή φαίνεται από τον Πίνακα 18 και στο Γράφημα 18.

Σύμφωνα με το Γράφημα 18 η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στην δεξαμενή 6 που κυμάνθηκε στα 908,85 gr ενώ η μικρότερη στην δεξαμενή 2 που υπολογίστηκε στα 668,36 gr.

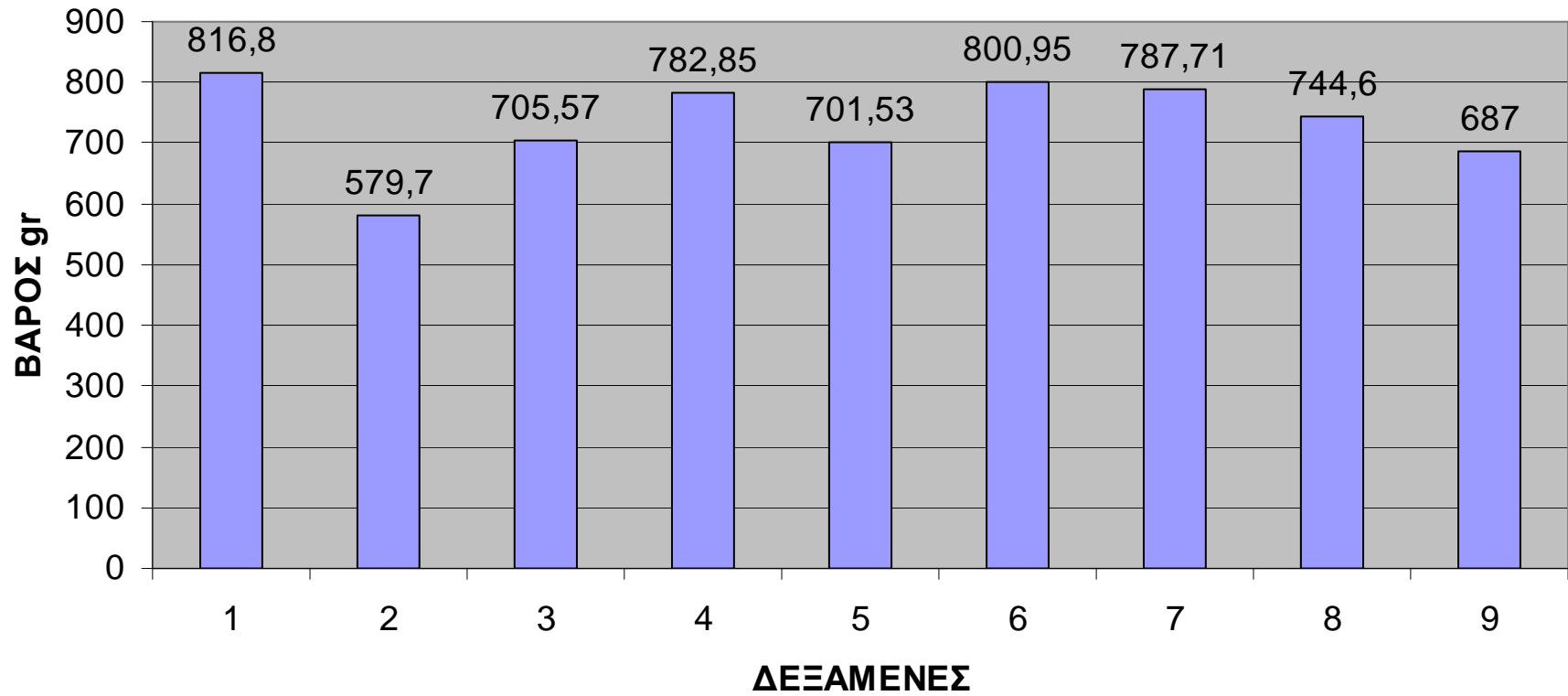
Η συσχέτιση μεταξύ της βιομάζας και της κατανάλωσης τροφής σε κάθε πειραματική δεξαμενή αποτυπώνεται στο Γράφημα 19.

Από το παραπάνω γράφημα φαίνεται ότι η μεγαλύτερη αύξηση βιομάζας των ιχθυδίων δεν συνοδεύτηκε και από την μεγαλύτερη συνολικά καταναλωθείσα τροφή κατά την διάρκεια του πειράματος. Έτσι στην δεξαμενή 1 που ταϊστήκαν με τη τροφή control παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη αύξηση της βιομάζας. Αντίθετα ο καλύτερος συντελεστής μετατρεψιμότητας εμφανίστηκε στην δεξαμενή 3 που ήταν 1,163. Τέλος η πιο προβληματική κατάσταση παρουσιάστηκε στην δεξαμενή 2.

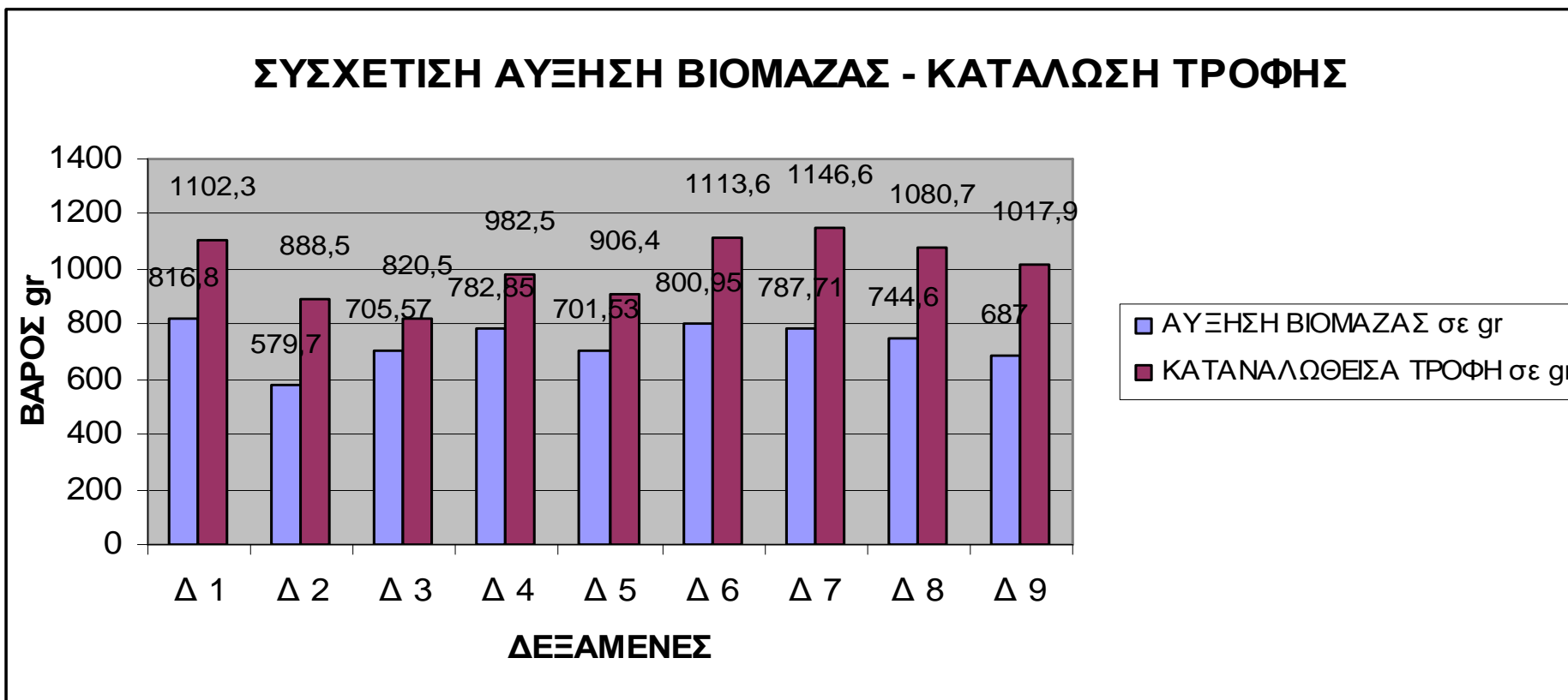
Πίνακας 18 : Αύξηση της βιομάζας σε gr στην κάθε δεξαμενή

ΔΕΞ.	ΑΡΙΘΜΟΣ ΙΧΘΥΔΙΩΝ	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ σε gr	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ σε gr	ΑΥΞΗΣΗ ΙΧΘΥΔΙΩΝ σε gr	ΑΥΞΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ σε gr
Δ 1	80	1,73	11,94	10,21	816,8
Δ 2	62	2,13	11,48	9,35	579,7
Δ 3	87	1,80	9,91	8,11	705,57
Δ 4	85	1,51	10,72	9,21	782,85
Δ 5	73	1,59	11,20	9,61	701,53
Δ 6	83	2,00	11,65	9,65	800,95
Δ 7	77	1,88	12,11	10,23	787,71
Δ 8	73	1,51	11,71	10,20	744,6
Δ 9	75	1,60	10,76	9,16	687

ΑΥΞΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ



Γράφημα 18. Αύξηση της βιομάζας στις πειραματικές δεξαμενές



Γράφημα 19 : Συσχέτιση αύξησης βιομάζας και κατανάλωσης τροφής

Οι δείκτες ανάπτυξης που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του πειράματος ήταν οι παρακάτω (Πίνακας 19):

Πίνακας 19 : Δείκτες ανάπτυξης του πειράματος

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	ΤΥΠΟΣ
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΤΡΕΨΙΜΟΤΗΤΑΣ (FCR)	FCR = Χορηγηθείσα Τροφή / Κιλό αύξησης βιομάζας
ΕΙΔΙΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (SGR)	$\text{SGR} = \frac{\text{Ln TB} - \text{LnAB}}{\text{Ημέρες}} \times 100$ <p>LnTB: Νεπέριος του Τελικού βάρους LnAB: Νεπέριος του Αρχικού βάρους Ημέρες: Ημέρες χορήγησης των τροφών</p>
ΕΙΔΙΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΤΑΙΣΜΑΤΟΣ (SFR)	SFR = SGR X FCR
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ (PER)	PER = Αύξηση Βάρους / Κατανάλωση πρωτεΐνης
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΟΦΗΣ (FE)	FE= Αύξηση Βάρους / Κατανάλωση τροφής x 100

3.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ (FCR)

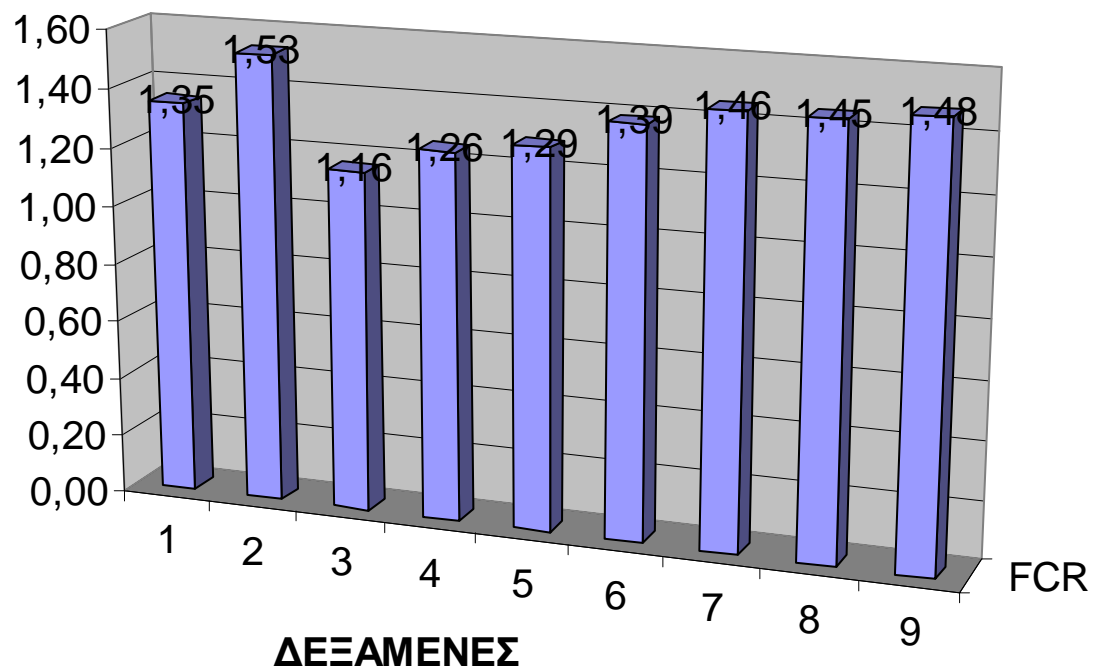
Με βάση τους πίνακες των ενοτήτων Α και Β του κεφαλαίου αυτού υπολογίστηκε ο συντελεστής μετατροπής της τροφής σε κάθε δεξαμενή σύμφωνα με τον τύπο **FCR = Χορηγηθείσα ποσότητα τροφής / αύξηση εκτρεφόμενης βιομάζας**. Έτσι προέκυψε ο Πίνακας 20 και το αντίστοιχο Γράφημα 20.

Από το παραπάνω γράφημα φαίνεται ότι ο μέσος όρος του συντελεστή μετατρεψιμότητας των ιχθυδίων στις δεξαμενές 1,2,3 που ταϊστήκαν με τροφή control υπολογίστηκε 1,347. Ο μέσος όρος του συντελεστή στην επόμενη ομάδα δεξαμενών υπολογίστηκε 1,312, ενώ στην τελευταία ομάδα δεξαμενών ο μέσος όρος του συντελεστή μετατρεψιμότητας βρέθηκε 1,462.

Πίνακας 20 : Συντελεστής μετατροπής της τροφής στις πειραματικές δεξαμενές.

ΔΕΞ.	ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΕΙΣΑ ΤΡΟΦΗ σε gr	ΑΥΞΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ σε gr	FCR
Δ 1	1102,3	816,8	1,349
Δ 2	888,5	579,7	1,532
Δ 3	820,5	705,57	1,163
Δ 4	982,5	782,85	1,255
Δ 5	906,4	701,53	1,292
Δ 6	1113,6	800,95	1,390
Δ 7	1146,6	787,71	1,456
Δ 8	1080,7	744,6	1,451
Δ 9	1017,9	687	1,481

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ FCR ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ



Γράφημα 20 : Διακύμανση του FCR στις πειραματικές δεξαμενές.

3.4. ΕΙΔΙΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (SGR)

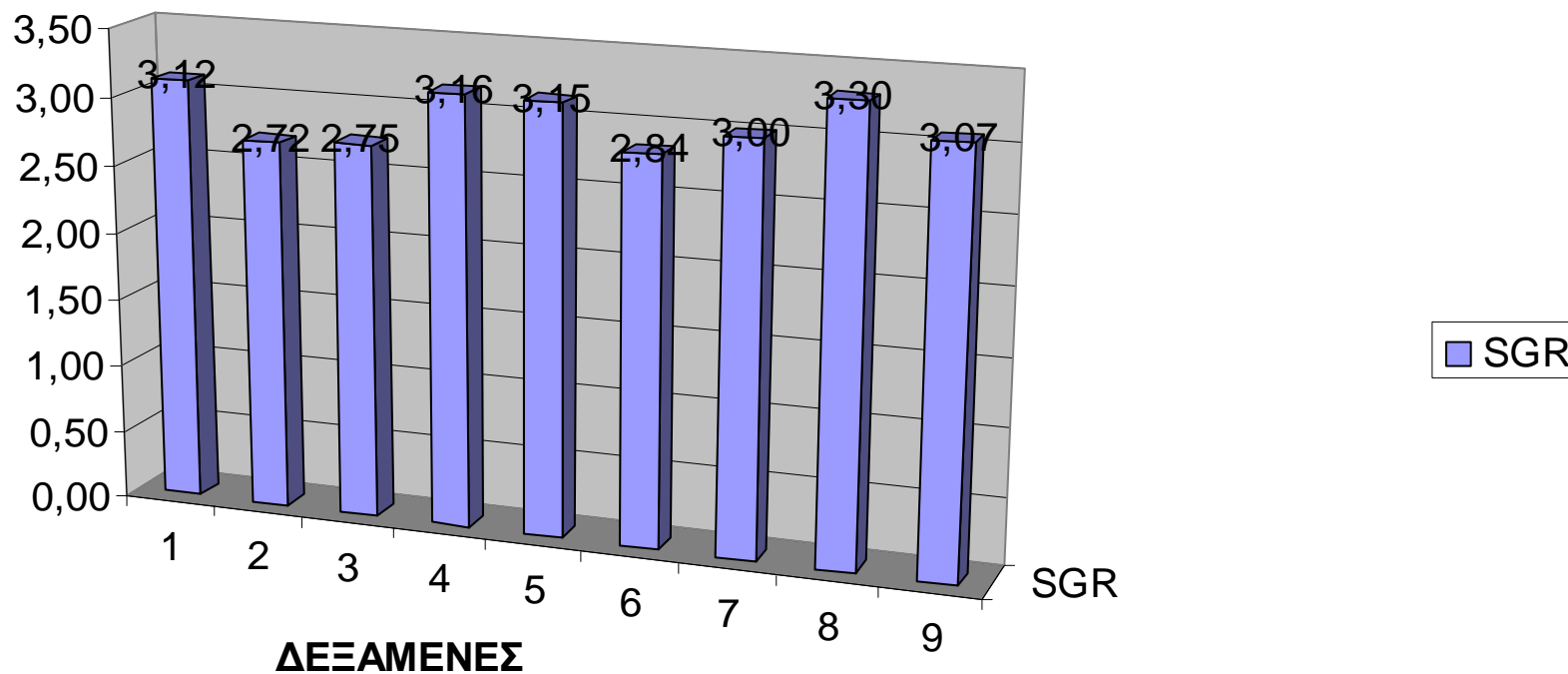
Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις του πίνακα 16, σχηματίστηκε ο πίνακας 21 και το αντίστοιχο Γράφημα 21 που αφορά τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης στην κάθε δεξαμενή.

Από το παραπάνω γράφημα φαίνεται ότι ο μέσος όρος του ειδικού ρυθμού αύξησης στην πρώτη ομάδα δεξαμενών υπολογίστηκε στα 2,86, στην δεύτερη ομάδα στα 3,05 και στην τρίτη 3,13.

Πίνακας 21 : Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης στις πειραματικές δεξαμενές.

ΔΕΞ.	Αρχικό Βάρος	Ln AB	Τελικό Βάρος	Ln TB	SGR
Δ 1	1,73	0,55	11,94	2,48	3,12
Δ 2	2,13	0,76	11,48	2,44	2,72
Δ 3	1,80	0,59	9,91	2,29	2,75
Δ 4	1,51	0,41	10,72	2,37	3,16
Δ 5	1,59	0,46	11,20	2,42	3,15
Δ 6	2,00	0,69	11,65	2,46	2,84
Δ 7	1,88	0,63	12,11	2,49	3,00
Δ 8	1,51	0,41	11,71	2,46	3,30
Δ 9	1,60	0,47	10,76	2,38	3,07

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ SGR ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ



Γράφημα 21 : Διακύμανση SGR στις πειραματικές δεξαμενές.

3.5. ΕΙΔΙΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΤΑΪΣΜΑΤΟΣ (SFR)

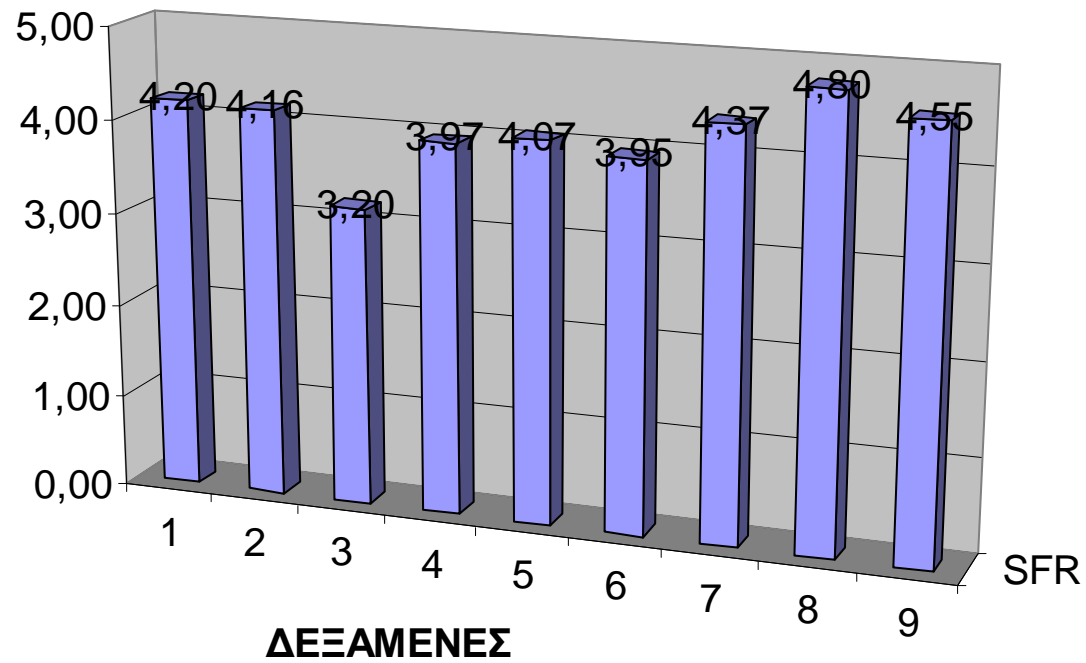
Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις, από τους πίνακες 19 και 20 σχηματίστηκε ο πίνακας 22 και το Γράφημα 22, που αφορά τον Ειδικό Ρυθμό Ταΐσματος στην κάθε δεξαμενή.

Από το παραπάνω γράφημα φαίνεται ότι ο μέσος όρος για το SFR στην πρώτη ομάδα δεξαμενών ήταν 3,86 στην δεύτερη ομάδα 4,00 και στην τρίτη 4,57.

Πίνακας 22 : Ειδικός ρυθμός ταΐσματος στις πειραματικές δεξαμενές.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ	FCR	SGR	SFR
Δ 1	1,349	3,12	4,20
Δ 2	1,532	2,72	4,16
Δ 3	1,163	2,75	3,20
Δ 4	1,255	3,16	3,97
Δ 5	1,292	3,15	4,07
Δ 6	1,390	2,84	3,95
Δ 7	1,456	3,00	4,37
Δ 8	1,451	3,30	4,80
Δ 9	1,481	3,07	4,55

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ SFR ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ



Γράφημα 22 : Διακύμανση SFR στις πειραματικές δεξαμενές.

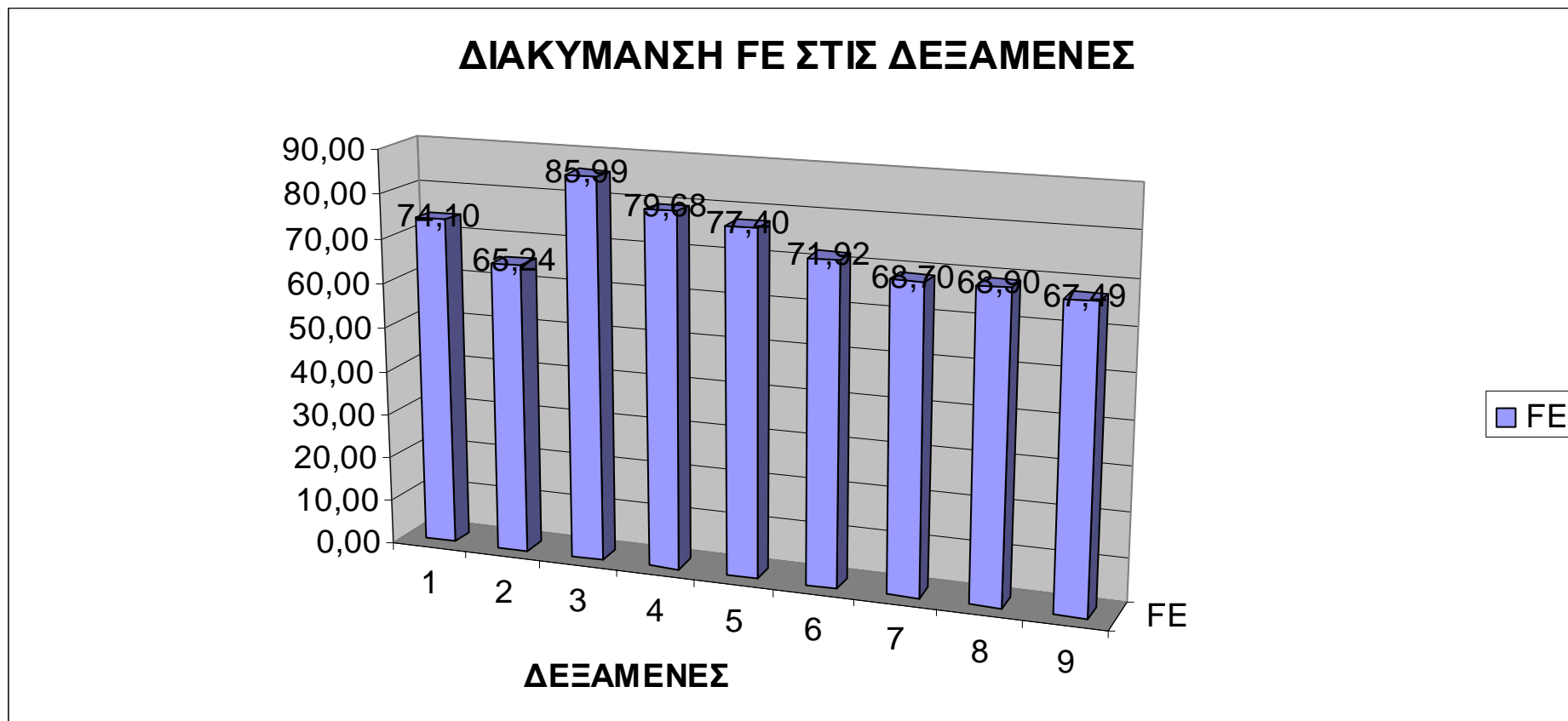
3.6. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ (FE)

Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις του πίνακα 19 σχηματίστηκε ο πίνακας 23 και το Γράφημα 23 που αφορά την αξιοποίηση της τροφής στην κάθε δεξαμενή.

Από το παραπάνω γράφημα φαίνεται ότι ο μέσος όρος για το FE στην πρώτη ομάδα δεξαμενών υπολογίστηκε στα 75,11 στην δεύτερη ομάδα στα 76,33 και στην τρίτη 68,36.

Πίνακας 23 : Αξιοποίηση τροφής στις πειραματικές δεξαμενές.

ΔΕΞ.	ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΕΙΣΑ ΤΡΟΦΗ σε gr	ΑΥΞΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ σε gr	FE
Δ 1	1102,3	816,8	74,10
Δ 2	888,5	579,7	65,24
Δ 3	820,5	705,57	85,99
Δ 4	982,5	782,85	79,68
Δ 5	906,4	701,53	77,40
Δ 6	1113,6	800,95	71,92
Δ 7	1146,6	787,71	68,70
Δ 8	1080,7	744,6	68,90
Δ 9	1017,9	687	67,49



Γράφημα 23 : Διακύμανση FE στις πειραματικές δεξαμενές.

Έτσι προέκυψε ο συγκεντρωτικός πίνακας καταμετρηθέντων δεικτών ανάπτυξης (πίνακας 24) :

Πίνακας 24 : Συγκεντρωτικός πίνακας καταμετρηθέντων δεικτών ανάπτυξης

A/A	ΙΧΘΥΔΙΑ	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	Ln AB	ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	Ln TB	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΡΟΦΗΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ	FCR	SGR	SFR	PER	FE
Δ1	80	1,73	0,55	11,94	2,48	10,21	816,80	1.102,30	486,11	1,35	3,12	4,20	1,68	74,10
Δ2	62	2,13	0,76	11,48	2,44	9,35	579,70	888,50	391,83	1,53	2,72	4,16	1,48	65,24
Δ3	87	1,80	0,59	9,91	2,29	8,11	705,57	820,50	361,84	1,16	2,75	3,20	1,95	85,99
Δ4	85	1,51	0,41	10,72	2,37	9,21	782,85	982,50	430,43	1,26	3,16	3,97	1,82	79,68
Δ5	73	1,59	0,46	11,20	2,42	9,61	701,53	906,40	397,09	1,29	3,15	4,07	1,77	77,40
Δ6	83	2,00	0,69	11,65	2,46	9,65	800,95	1.113,60	487,87	1,39	2,84	3,95	1,64	71,92
Δ7	77	1,88	0,63	12,11	2,49	10,23	787,71	1.146,60	504,73	1,46	3,00	4,37	1,56	68,70
Δ8	73	1,51	0,41	11,71	2,46	10,20	744,60	1.080,70	475,72	1,45	3,30	4,80	1,57	68,90
Δ9	75	1,60	0,47	10,76	2,38	9,16	687,00	1.017,90	448,08	1,48	3,07	4,55	1,53	67,49

και ο Πίνακας 24 των μέσων τιμών των καταμετρηθέντων παραμέτρων ανάπτυξης:

Πίνακας 25 : Συγκεντρωτικός πίνακας καταμετρηθέντων δεικτών ανάπτυξης

	CONTROL	ENZYME	TREATED	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	1,89	1,70	1,66	1,75	0,12
ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	11,11	11,19	11,53	11,28	0,22
ΑΥΞΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ	9,22	9,49	9,86	9,52	0,32
SGR	2,86	3,05	3,13	3,01	0,14
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΡΟΦΗΣ	937,10	1.000,83	1.081,73	1.006,55	72,48
FCR	1,35	1,31	1,46	1,37	0,08
PER	1,70	1,74	1,55	1,66	0,10
FE	0,75	0,76	0,68	0,73	0,04
GR	4,88	5,58	5,94	5,47	0,54

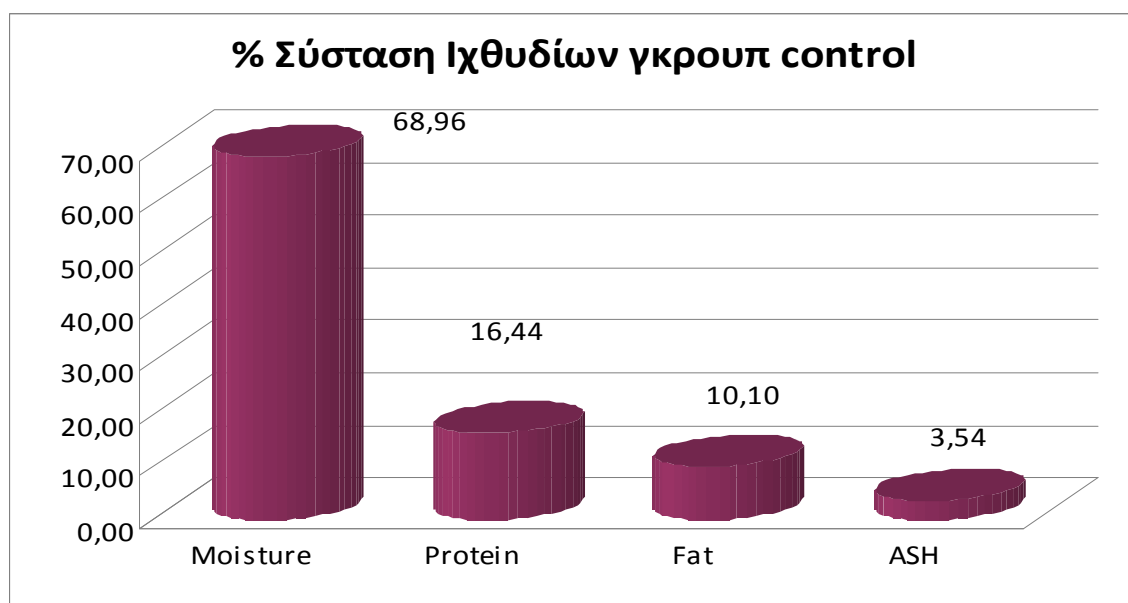
3.7 ΣΥΣΤΑΣΗ ΙΧΘΥΔΙΩΝ

Με βάση τις αναλύσεις που έγιναν στο ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. προέκυψαν οι πίνακες που αφορούν τα ποσοστά της υγρασίας και της τέφρας σε υγρά και λυοφιλιωμένα σώματα ιχθυδίων καθώς και τον προσδιορισμό της πρωτεΐνης και του λίπους σε αυτά (Παράρτημα Β).

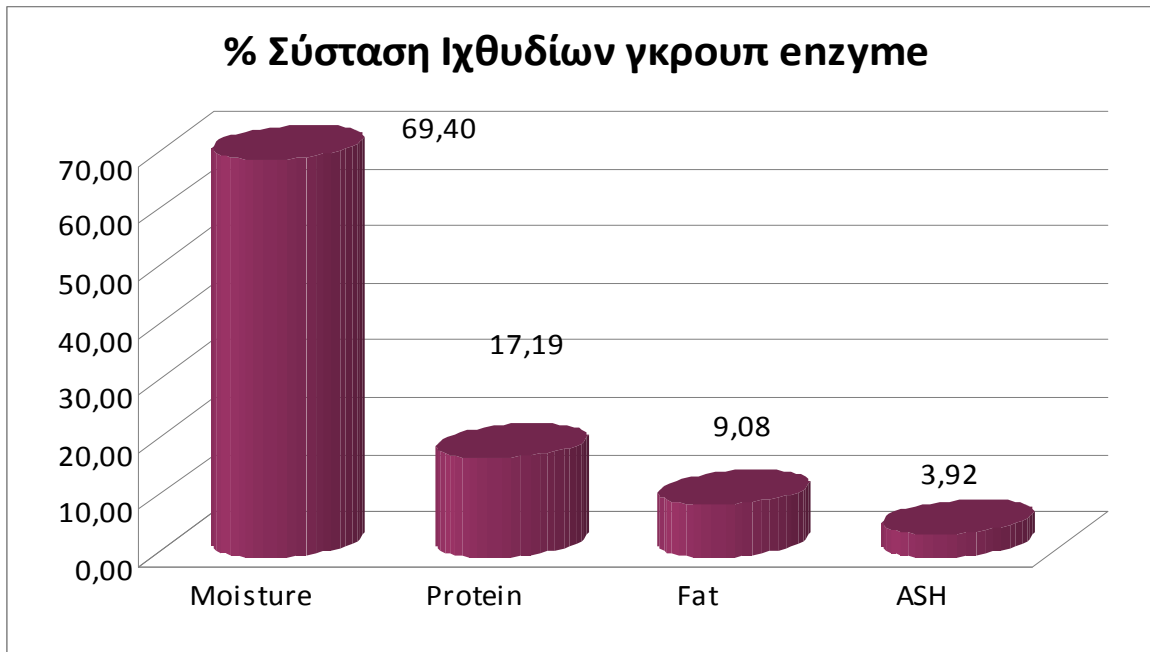
Στον Πίνακα 25 και στο Γράφημα 24 απεικονίζεται η τελική σύσταση των πειραματικών ιχθυδίων στις 3 χορηγούμενες τροφές (Στατιστική επεξεργασία στο Παράρτημα Δ).

Πίνακας 26 : Σύσταση των πειραματικών ιχθυδίων

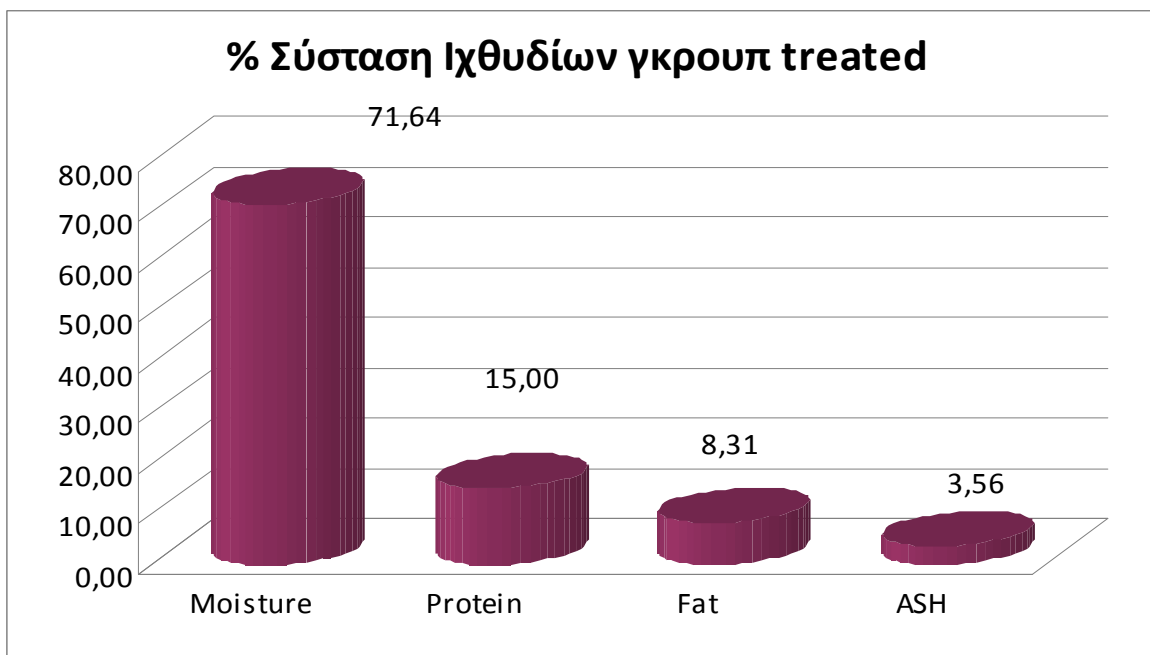
ονομασία δείγματος	Σύσταση %				SUM
	Moisture	Protein	Fat	ASH	
CONTROL	68,96	16,44	10,10	3,54	99,05
ENZYME	69,40	17,19	9,08	3,92	99,59
TREATED	71,64	15,00	8,31	3,56	98,52
Μέση τιμή	70,00	16,21	9,16	3,67	
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,44	1,11	0,90	0,21	



Γράφημα 24 : Σύσταση των πειραματικών ιχθυδίων του γκρουπ control



Γράφημα 24 : Σύσταση των πειραματικών ιχθυδίων του γκρουπ enzyme



Γράφημα 24 : Σύσταση των πειραματικών ιχθυδίων του γκρουπ treated

ΣΥΜΠΛΗΡΑΣΜΑΤΑ

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι λίγες έως σήμερα δημοσιευμένες έρευνες σχετικά με την χρήση συμπληρωματικών ενζύμων στην διατροφή των νεαρών ιχθυδίων, έχουν δείξει ότι η προσθήκη ενζύμων συμβάλει θετικά στην ανάπτυξη των ιχθυδίων σε σύγκριση με τα ιχθύδια που ταΐζονταν με απλές εμπορικές τροφές.

Οι Deguara et al. (1999) διατύπωσαν ότι η προσθήκη ενζύμου σε σιτηρέσια τσιπούρας οδήγησε σε αύξηση του σωματικού βάρους κατά 10 - 18 gr σε σύγκριση με την ομάδα του ελέγχου που τους είχε χορηγηθεί εμπορική τροφή. Ανάλογα συμπεράσματα προέκυψαν στον κυπρίνο (Boguts et al., 1995) και στην πέστροφα (Cardenete et al., 1999).

Ωστόσο, στην εργασία αυτή δεν παρατηρήθηκε καμιά σημαντική επίδραση της προσθήκης του εμπορικού ενζύμου σε τροφή που έχει γίνει μερική αντικατάσταση του ιχθυάλευρου από σογιάλευρο και σίτο, τόσο στην αύξηση του σωματικού βάρους όσο και στον ρυθμό αύξησης.

Η αύξηση του βάρους (Μέσο Τελικό Βάρος – Μέσο Αρχικό Βάρος) των πειραματικών ιχθυδίων ήταν παρόμοια και στα τρία γκρουπ. Η αύξηση του βάρους στα ιχθύδια που ταϊστήκαν με την τροφή control ήταν 9,22 gr, με την τροφή enzyme 9,49 gr και 9,86 gr με την τροφή treated.

Κατά την διάρκεια του πειράματος, η μέση αύξηση της βιομάζας ήταν σχεδόν παρόμοια και στα τρία γκρουπ των ιχθυδίων. Η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια της 5^{ης} μέτρησης όπου τα ιχθύδια είχαν αποκτήσει μέσο βάρος ~ 7 gr.

Ο ρυθμός αύξησης (GR) των ιχθυδίων έδειξε ότι υπήρχε μια διαφορά της τάξεως των 0,7 gr για τα ιχθύδια που ταϊστήκαν με την enzyme και των 1 gr για τα ιχθύδια που ταϊστήκαν με την τροφή treated σε σύγκριση με τα ιχθύδια της ομάδας ελέγχου.

Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τις εργασίες των Ayhan et al., (2008) που πειραματίστηκαν με την τσιπούρα, των Cheng and Hardy (2004) και των Ogunkoya et al., (2006) που ασχολήθηκαν με την ιριδίζουσα πέστροφα .

Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (SGR) ήταν 2,86, 3,05 και 3,13 για τα γκρουπ που τους χορηγήθηκε η τροφή control, η τροφή enzyme και η τροφή treated αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές κρίνονται αρκετά υψηλές αφού σύμφωνα με τους Perez

et al. (1997) η τσιπούρα και το λαβράκι μέσου βάρους ~ 3 gr παρουσιάζουν SGR που κυμαίνεται από 1 έως 2,9 %.

Όσον αφορά το FCR, την καλύτερη τιμή παρουσίασαν τα γκρουπ control και enzyme που ήταν 1,35 και 1,31 αντίστοιχα. Το γκρουπ treated εμφάνισε FCR της τάξεως του 1,46. Τα ποσοστά αυτά δεν κρίνονται ικανοποιητικά αφού σύμφωνα με τον Κλαδά (2006) σε αυτά τα στάδια όπου η λήψη της τροφής γίνεται με ελάχιστες απώλειες και τα ψάρια διακρίνονται από υψηλό ρυθμό αύξησης, οι μετατρεψιμότητες είναι κοντά στη μονάδα και συνήθως από 0,7 ως 1,2.

Η κατανάλωση της τροφής ποίκιλε και κυμαίνονταν από 937,10 (γκρουπ control) ως 1081,73 gr (γκρουπ treated) . Στην ομάδα enzyme όπου η κατανάλωση υπολογίστηκε στα 1000,83 gr βρέθηκε και η καλύτερη αύξηση της βιομάζας.

Ο ειδικός ρυθμός ταΐσματος (SFR) βρέθηκε να είναι ανάλογος με τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (SGR). Την μεγαλύτερη τιμή την παρουσίασε το γκρουπ treated που ήταν 4,57, ενώ οι τιμές στα γκρουπ control και enzyme ήταν 3,86 και 4,00 αντίστοιχα.

Ο συντελεστής εκμετάλλευσης της πρωτεΐνης (PER) δεν κυμάνθηκε ανάλογα με την χορηγούμενη πρωτεΐνη στις τρεις πειραματικές τροφές. Έτσι στο γκρουπ control όπου η χορηγούμενη πρωτεΐνη ήταν 44,10 % τα ψάρια παρουσίασαν PER 1,70, στο γκρουπ enzyme με χορηγούμενη πρωτεΐνη 43,81 % στο 1,74 και τέλος στο γκρουπ treated με χορηγούμενη πρωτεΐνη 44,02 % στο 1,55. Τα νούμερα αυτά έρχονται σε αντίθεση με το συμπέρασμα που προέκυψε από την έρευνα των Santinha et al. (2006), Ogino and Saito (1970), Dabrowski (1977), Singh (1990) όπου διαπιστώθηκε ότι ο συντελεστής εκμετάλλευσης της πρωτεΐνης (PER) ήταν υψηλός όταν η χορηγούμενη πρωτεΐνη κυμαίνονταν σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

Αυτό σημαίνει ότι η διαιτητική πρωτεΐνη στην εργασία αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε πρωτίστως ως πηγή αύξησης της μυϊκής τους μάζας. Σύμφωνα με τους Robaina and Izquierdo (2000) η πρωτεΐνη στα ψάρια είναι ένα βασικό συστατικό των ιστών και των οργάνων, που αποτελούν τις πρόδρομες ουσίες άλλων αζωτούχων ενώσεων (ένζυμα, ορμόνες, νευροδιαβιβαστές, κ.α) και είναι σημαντική πηγή ενέργειας.

Στα ψάρια η σταθερή πρόσληψη πρωτεΐνης ή αμινοξέων είναι απαραίτητη, αφού την χρησιμοποιούν συνεχώς για την κατασκευή νέων πρωτεϊνών. Οι ανεπαρκείς ποσότητες πρωτεΐνης στην τροφή των ψαριών προκαλούν μειωμένη ανάπτυξη καθώς και απώλεια βάρους. Ωστόσο, όταν παρέχεται μια υπερβολική ποσότητα πρωτεϊνών στα ψάρια, μόνο ένα μέρος του χρησιμοποιείται για τη σύνθεση των πρωτεϊνών ενώ το υπόλοιπο μετατρέπεται σε ενέργεια.

Τα ποσοστά θνησιμότητας κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν αμελητέα, πράγμα που υποδηλώνει ότι οι εναλλακτικές τροφές που επιλέχθηκαν δεν επηρέασαν αρνητικά την πρόσληψη της τροφής και την ανάπτυξη των ιχθυδίων. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τον Lanari and D'Agaro (2005), Negas and Alexis (1995) που διαπίστωσαν ότι η μερική αντικατάσταση του ιχθυάλευρου με σογιάλευρο δεν προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη ιχθυδίων λαβρακιού.

Όσον αφορά στην σύσταση των ιχθυδίων των γκρουπ control, enzyme και treated που εξετάστηκε μετά το τέλος του πειράματος έδειξε ότι ήταν σε γενικές γραμμές δεν υπήρχε μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ τους ($P>0,05$).

Τα ιχθύδια του γκρουπ control παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή όσον αφορά την πρωτεΐνη και την τέφρα (17,19% και 3,92% αντίστοιχα) ενώ όσον αφορά τα λιπαρά οξέα την υψηλότερη τιμή κατείχαν τα ιχθύδια της ομάδας control που κυμαίνονταν στα 10,10 % . Από τα στοιχεία αυτά δεν προκύπτει κανένα εξαγωγίμο αποτέλεσμα αφού η σύσταση των χορηγούμενων εναλλακτικών τροφών (control,enzyme,treated) δεν διέφεραν σημαντικά στην σύστασή τους.

Πιθανώς, αν υπήρχε κάποια αξιοσημείωτη διαφορά στην σύσταση των τροφών (π.χ χορηγούμενη πρωτεΐνη) θα προέκυπταν αλλαγές και στην τελική σύσταση των ιχθύων. Σύμφωνα με τους Shyong et al. (1998) ψάρια που ταϊστήκαν με υψηλής πρωτεΐνης γεύματα παρουσίασαν χαμηλή συγκέντρωση λιπιδίων καθώς και υψηλότερη συγκέντρωση όσον αφορά την τέφρα σε σχέση με τα ψάρια που ταϊστήκαν με γεύματα που περιείχαν χαμηλότερη συγκέντρωση πρωτεΐνης.

Εν κατακλείδι, προκύπτουν τα εξής γενικά συμπεράσματα από την συνολική εικόνα του πειράματος:

Όσον αφορά την ποιότητα των εναλλακτικών τροφών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα, προκύπτει το συμπέρασμα ότι από θέμα σύστασης (πρωτεΐνη, λιπαρά) είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί για εμπορικής κλίμακας εκτροφή ειδών όπως είναι η τσιπούρα και το λαβράκι. Η μερική αντικατάσταση του ιχθυάλευρου με σογιάλευρο και σίτο πρόσφερε πρωτεΐνη που κυμαίνονταν στα 44 % και λιπαρά της τάξεως του 15 %. Όπως είναι γνωστό οι διατροφικές απαιτήσεις για το λαβράκι κυμαίνονται γύρω στο 50 % πρωτεΐνη και ~ 15 % λιπαρά για την καλή ανάπτυξη των ιχθύων.

Όσον αφορά το συμπληρωματικό διαιτητικό εμπορικό ένζυμο Allzyme™ Vegpro που χρησιμοποιήθηκε, τα αποτελέσματα ήταν ανάλογα με αυτά που έχουν προκύψει στις δοκιμές με χοίρους και πουλερικά (M.J. Scang και J.O. Azcona, 2005). Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού, έδειξαν ότι το ένζυμο δεν συνέβαλε στην βελτίωση της πεπτικότητας των τροφών και συνεπώς στην ανάπτυξη των ιχθύων, αφού τα ιχθύδια του γκρουπ control παρουσίασαν ανάλογη εικόνα με τα άλλα δύο γκρουπ (χορήγηση ενζύμου).

Οι δείκτες ανάπτυξης FCR, GR, SGR, PER και SFR που επιλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος, δεν κατέδειξαν καμιά αξιοσημείωτη διαφορά ανάμεσα στα ιχθύδια των τριών γκρουπ όσον αφορά την αύξησή τους, την αξιοποίηση της τροφής και την κατανάλωση της πρωτεΐνης. Οι τιμές αυτές θεωρήθηκαν παρόμοιες κάτι που ενισχύεται και από την στατιστική ανάλυση ($P > 0,05$).

Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τους M. Forat και M.L. Pérez (2008), οι οποίοι συμπέραναν ότι η αποδοτικότητα του Allzyme™ Vegpro είναι σε άμεση σχέση με την περιεκτικότητά του στην τροφή.

Θα πρέπει η έρευνα να συνεχιστεί, χρησιμοποιώντας σιτηρέσια διαφορετικής περιεκτικότητας από το ένζυμο Allzyme™ Vegpro, προκειμένου να διερευνηθεί ο ιδανικός βαθμός ενσωμάτωσής του σε αυτά. Τα αποτελέσματα αυτά ενδεχομένως θα αποτελέσουν μια σημαντική εξέλιξη στην παραγωγή των ιχθυοτροφών και θα επηρεάσουν θετικά τον κλάδο της Υδατοκαλλιέργειας μια και η μείωση του κόστους των ιχθυοτροφών είναι το ζητούμενο από τις βιομηχανίες παραγωγής τους την τελευταία δεκαετία.

5, ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amerio, M., Costa, M., Mazzola, A., and Crisafi, E. 1989. Use of extracted soybean meal in diets for sea bass. In: de Pauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H., Wilkins, N. (Editors). Aquaculture - A Biotechnology in Progress. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium. pp.605–608.
- Aoki, H., Shimazu, H., Fukushige, T., Akano, H., Yamagata, Y., Watanabe, T. 1996. Flesh quality in red sea bream fed with diet containing a combination of different protein sources as total substitution for fish meal. Bull. Fish. Res. Inst. Mie, 6: 47-54.
- Ayoleke E. Ogunkoya Greg I. Page, Morenike A. Adewolu, Dominique P. Bureau, 2005. Dietary incorporation of soybean meal and exogenous enzyme cocktail can affect physical characteristics of faecal material egested by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)
- Ayhan V., Diler I., Arabaci M. and Sevgili H., 2008 . Enzyme supplementation to soybean based diet in Gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Effects on growth parameters and nitrogen and phosphorus excretion. Kafkas úniv Vet Fak Derg, 14 (2), pp. 161-168
- Boguts I, Opacak A, and Stevic I, 1995. The influence of polyzymes added to the food on the growth of carp fingerlings (*C. carpio* L.). Aquaculture, 129, p. 252
- Basurco B., 2001. Administrator. Area of Aquaculture International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza
- Bender D.A., 2006. Benders' dictionary of nutrition and food technology. Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Eighth edition, pp. 550
- Bini G., 1973. in W.Fischer, ed., FAO Species Identification Sheets Mediterranean and Black Sea, Vol. I.
- Boonyaratpalin, M., P. Suraneiranat, and T. Tunpibal. 1998. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Lates calcarifer*. Aquaculture 161:67–78

- Bowman J.G.P., Blake T.K., Surber L.M.M., Habernicht D.K., and Bockelman H., 2001. Feed-quality variation in the barley core collection of the USDA national small grains collection. *Crop Sci.* **41**, pp. 863–870.
- Cardenete G., Morales AE, Moyano FJ, Sanz A and De La Higuera, M, 1999. Addition of exogenous enzymes to improve digestion utilization of primary dietary materials in rainbow trout. In, Deguera S, Jauncey K, Feod J, Lopez J Cheng Z.J and Hardy R.W, 2004. Effect of microbial phytase supplementation in corn distiller's dried grain with solubles on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *J Appl Aquaculture*, 15 (3/4): pp. 83-100
- Growth Utilization and Feed Diets with Supplementary Enzymes. *Cah Options Mediterr*: 37, pp. 195-215
- Carrillo M., Zanuy S., Prat F., Cerda J., Ramos J., Mananos E., and Bromage N. 1995, in N.R. Bromage and R.J. Roberts, eds., *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*, Blackwell Science, UK, , pp. 138–168.
- Coves D., Dewavrin G., Breuil G., and Devauchelle N., 1991. in J.P. McVey, ed., *CRC Handbook of Mariculture*, Vol. II, CRC Press, Boca Raton, pp. 3–20.
- Cowey CB.,1994. Amino acid requirements of fish: a critical appraisal of present values. *Aquaculture*124, p. 1–11.
- Dabrowski, K., 1977. Protein requirement of grass carp *Ctenopharyngodon idella* Val... *Aquaculture* 12, pp.63–73
- Deguara, S., Jauncey, K., Feord, J. and López, J.,1999. Growth and feed utilization of gilthead sea bream, *Sparus aurata*, fed diets with supplementary enzymes. In Brufau J. (ed.), Tacon A. (ed.). *Feed manufacturing in the Mediterranean region: Recent advances in research and technology*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. Reus, Spain. 1999; 195-215.
- Deng, J., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W., Wang, X., Xu, W. and Liufu, Z. 2006. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture* 258, 503-513.
- Deutsch, L., Gräslund, S., Folke, C., Huitric, M., Kautsky, N., Troell, M., Lebel, L., 2007. Feeding aquaculture growth through globalization; exploitation of

- marine ecosystems for fishmeal. *Global Environmental Change* 17, 238–249.
- Easton M.D.L., Luszniak D. and Von der Geest E., 2002. Preliminary examination of contaminant loadings in farmed salmon, wild salmon and commercial salmon feed. *Chemosphere*, Volume 46, Issue 7, p. 1053-1074.
- El-Shebly A., 2009. Aquaculture Potential of Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax*) in Brackish Water Fish Farms in Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 5(7): pp. 765-769
- Francis G., Makkar H.P.S. & Becker K., 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199, p. 197-227.
- Filer K. and Hamilton M., 2009. Poster presented on the 22nd Alltech's International Animal Health and Nutrition Symposium. Lexington, Kentucky, USA, April 28-30.
- Francis G., Makkar H.P.S. & Becker K., 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199, p. 197-227.
- Forat M., Pérez M.L. 2008, Effect of different supplementation rates of Allzyme Vegpro 2X related to the soybean meal inclusion level on the performance of broilers. Instituto Internacional de Investigación Animal, Qro, México, Alltech de México
- Gallagher M. L. 1994, The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*) *Aquaculture* vol. 126, n°1-2, pp. 119-127.
- Gatlin D. M., Barrows F. T., Brown P., Dabrowski K., Gaylord T., Hardy R., Herman E., Hu G., Krogdahl S., Nelson R., Overturf K., Rust M., Sealey W., Skonberg D., Souza E. J., Stone D., Wilson R. & Wurtele E., 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, 2007, 38, pp. 551 – 579
- Haaland H., and Njaa L.R., 1988. Ammonia (NH₃) and total volatile nitrogen (TVN) in preserved and unpreserved stored, whole fish. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Volume 44 Issue 4, Pages 335 – 342
- Halver, J. and R. Hardy. 2002. *Fish Nutrition*. Academic Press, San Diego, CA.

- Hassin S., Yaron Z, and Zohar Y., 1991. Proc. 4th Int. Symp. Reprod. Physiol. Fish., Norwich, UK, pp. 100.
- Hertrampf, J.W., Piedad-Pascual, F., 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic. Dordrecht, Boston, London, 573pp.
- Huntington, T.C., 2004. 'Feeding the Fish: Sustainable Fish Feed and Scottish Aquaculture. Report to the Joint Marine Programme (Scottish Wildlife Trust and WWF Scotland) and RSPB Scotland, pp. 49
- Jennings S. and Pawson M. G. (1992). The origin and recruitment of bass, *Dicentrarchus labrax*, larvae to nursery areas. J Mar Biol Ass UK 72: pp. 199–212
- Kaushik, S.J, Covès, D., Dutto, G., Blanc, D., 2004. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture (in press).
- Koumoundouros G., Pavlidis M., Anezaki L., Kokkari C., Divanach P. and Kentouri M. , 2002. Temperature sex determination in the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L., 1758) (Teleostei, Perciformes, Moronidae). J Exp Zool 292: pp 573–579.
- Lanari D. and D'Agaro E., 2005. Alternative plant protein sources in sea bass diets. ITAL. J. ANIM.SCI. VOL. 4, pp. 365-374.
- Lasker, R., and P. Smith. 1977. Estimation of the effects of environmental variation on the eggs and larvae of the northern anchovy. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 19: pp. 128-137.
- Mananos E. L., Zanuy S. and Carrillo M. (1997). Photoperiodic manipulations of the reproductive cycle of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and their effects on gonadal development, and plasma 17 β -estradiol and vitellogenin levels. Fish Phy Biochem 16: pp. 211–222.
- MARINE AQUACULTURE TASK FORCE, 2007. Sustainable Marine Aquaculture:Fulfilling The Promise; Managing The Risks, pp. 142
- Monbrison D. 2004. Mediterranean Marine Aquaculture and Environment. Identification of Issues. IUCN, Centre for Mediterranean Cooperation in Barcelona.

- Moretti A., Fernandez-Criado M. P., Cittolin G. and Guidastrì R., 1999. Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream. Volume 1. FAO, Rome. p. 194
- Naylor, R.L., Goldberg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405, p. 1017–1024.
- Naylor, R. L., R. W. Hardy, D. P. Bureau, et al., 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (36), pp. 15103-15110.
- Negas I. and Alexis M.N., 1995. Partial substitution of fishmeal with soybean meal products and derivatives in diets for the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquac. Res.* 27, p. 147-156.
- Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM), 2009. Criteria for safe use of plant ingredients in diets for aquacultured fish, p. 31
- Ogino, C., Saito, K., 1970. Protein nutrition in fish: I. The utilization of dietary protein by young carp. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 36, pp. 250–254.
- Ogunkoya AE, Page GI, Adewolu MA and Bureau DP., 2006. Dietary incorporation of soybean meal and exogenous enzyme cocktail I can affect physical characteristics of faecal material egested by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 254, pp. 466-475.
- Oliva-Teles, A., and Gonçalves, P. 2001. Partial replacement of fishmeal by brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in diets for sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, 202(3–4): 269–278.
- Perez, I., Gonzalez, H., Jover, M. and Fernandez-Carmona, J., 1997. Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. *Aquaculture* 156, pp.183–193
- Regina McDevitt, Thomas Acamovic and Gerard Bertin, 2006. The effects of Allzyme Vegpro in chicken diets. Poster presented at Alltech's 22nd Annual Symposium, April 24-26, 2006, Lexington, Kentucky.
- Regost, C., Arzel, J., Kaushik, S.J., 1999. Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diets for turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture* 180, 99-117.

- Rigos G. and Troisi, M., 2005. Antibacterial agents in Mediterranean finfish farming: A synopsis of drug pharmacokinetics in important euryhaline fish species and possible environmental implications. *Rev Fish Biol Fish* 15: 53-73.
- Robaina L. and Izquierdo M., 2000. Methodological strategies for the determination of nutrient requirements in finfish. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2000. p. 25-41
- Sajjadi M., C.G. Carter, 2004. Dietary phytase supplementation and the utilisation of phosphorus by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed a canola-meal-based diet.
- M.J. Scang and J.O. Azcona, 2007. Evaluation of liquid Vegpro in broiler rations. National Institute Of Agricultural Technology (INTA) Pergamino, Buenos Aires, ARGENTINA. Poster presented at Alltech's 21st Annual Symposium on Nutritional Biotechnologies in the Feed and Food Industries, Lexington Kentucky May 23-25, 2005.
- Santinha P.J.M., Gomes E.F.S. and J.O Coimbra, 2006. Effects of protein level of the diet on digestibility and growth of gilthead sea bream, *Sparus auratus* L. *Aquaculture Nutrition*, Volume 2 Issue 2, pages 81 - 87
- Sealey W.M. & Gatlin D.M., 1999. Overview of nutritional strategies affecting health of marine. *Fish. Journal of Applied Aquaculture* 9, p11-26.
- Shamshak G. and Anderson J., 2008. Future Aquaculture Feeds and Feed Costs: The Role of Fish Meal and Fish Oil in Offshore Aquaculture in the United States: Economic Considerations, Implications & Opportunities, (Pre-Publication Copy), NOAA Aquaculture Program, pp. 73-97
- Shields R. J., 2001. Larviculture of marine finfish in Europe. *Aquaculture* 200: 55-58.
- Shyong W.J., Huang C.H. and Chen H.C., 1998. Effects of dietary protein concentration on growth and muscle composition of juvenile *Zacco barbata*. *Aquaculture* 167, pp.. 35-42
- Jorge Antonio Moreira da Silva, Manoel Pereira-Filho, Bruno Adan Sagratzki Cavero, Marialnês de Oliveira-Pereira, 2007. Apparent digestibility of

- nutrients and crude energy in diets with addition of exogenous digestive enzymes in tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum Cuvier, 1818*)
- Singh B.N., 1990. Protein requirement of young silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* Val..J. Freshwat. Biol. 2, pp. 89–95.
- Smith, R. R., Kincaid, H. L., Regenstein, J. M.Rumsey, G. L. 1988. Growth, carcass composition, and taste of rainbow trout of different strain fed diets containing primarily plant or animal protein. Aquaculture, 70: 309-321.
- Stickney R., 2000. Encyclopedia of aquaculture. A Wiley-Interscience Publication, pp.1064
- Tacon, A.G.J., 2004. Use of fish meal and fish oil in aquaculture: a global perspective. Aquatic Resources, Culture and Development 1, 3–14.
- Tacon A.G.J. & Metian M., 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects Aquaculture 285, pp. 146–158.
- Thomson C.J., 1990. THE MARKET FOR FISH MEAL AND OIL IN THE UNITED STATES: 1960-1988 AND FUTURE PROSPECTS. CalCOFI Rep., Vol. 31, pp 124-131.
- Tortonese E., 1984, in P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen, and E. Tortonese, eds., Fishes of The North- Eastern Atlantic and The Mediterranean,Unesco, Paris, pp. 793–795.
- Watanabe, T., Verakunpiriya, V., Watanabe, K., Viswanath, K., Satoh, S., 1998. Feeding of rainbow trout with non-fish meal diets. Fisheries Sci., 63: pp. 258-266.
- Wheeler, A.. 1975. Fishes of the World. Macmillan Publishing Co., Inc., New York
- Zaldivar, M.J. 2004. “Review of the commercial situation of fishmeal and fish oil and the new requirements imposed on them.” Paper presented at Tecnica Aqua Sur 2004 (Chile)
- Zertuche-González, J.A., Sosa-Nishizaki, O., Vaca Rodriguez, J.G., del Moral Simanek, R., Yarish, C., Costa-Pierce, B.A., 2008. Marine science assessment of capture-based tuna (*Thunnus orientalis*) aquaculture in Ensenada region of northern Baja California, Mexico. Final Report to The David and Lucile Packard Foundation, 300 Second Street, Los Altos, California, USA. pp. 95

- Γενική Διεύθυνση Έρευνας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, 2005. Σχετικά με την ‘‘ αλιεία για βιομηχανικούς σκοπούς και την παραγωγή ιχθυάλευρου και ιχθυελαίου ‘‘
- Γλυνάτση Ν., 2008. Επίδραση των διατροφικών επιπέδων βιταμίνης Α στην οστεολογική ανάπτυξη του λαβρακιού, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus,1758). Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας σελ. 80.
- Δαμάσκου Ε. και Κάμπολης Σ., 1998. Διατροφή και ασθένειες ιχθύων εκτροφής – Νομοθεσία, Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα, σελ. 80
- ICAP, 2007. Κλαδική μελέτη στις Θαλάσσιες Ιχθυοκαλλιέργειες, Αθήνα, σελ.335
- Κλαδάς Ι., 2006. Παραγωγή Ιχθυδίων Θαλασσινών Ειδών: ‘Προπάχυνση’. ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας, σελ. 18.
- Κασπίρης Π., 1991. Πανεπιστημιακές παραδόσεις Υδατοκαλλιεργειών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, σελ.189
- Κασπίρης Π., 2000. Τα ψάρια της Ελλάδος (Κλείδες προσδιορισμού), Πάτρα, σελ.223
- Μίνος Γ., 2000. Στοιχεία Βιολογίας Ιχθύων Θαλάσσης, ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας, σελ. 72
- Νέγκας Ι., 2008. Μεταπτυχιακές σημειώσεις στο μάθημα ‘ Διατροφή εκτρεφόμενων ιχθύων ‘. ΜΠΣ ‘ Υδατοκαλλιέργειες – Παθολογικά νοσήματα εκτρεφόμενων υδρόβιων οργανισμών ‘. ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας, ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ
- Ντόντας Δ., 2005. Αντιδιατροφικοί παράγοντες στις ζωοτροφές και τρόποι επεξεργασίας για αντιμετώπισή τους, Σημειώσεις για το μάθημα ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ. ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, σελ. 25
- Πανοπούλου Χ., 2006. Τα φυτά ως πηγές βιοενεργών ουσιών, βιοτεχνολογική παραγωγή τους σε μικροοργανισμούς. Διπλωματική Διατριβή, ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ, ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, σελ. 106
- Πανταζής Π., 2003. Διατροφή – Φυσιολογία θρέψης Υδρόβιων Ζωϊκών Οργανισμών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Ζωικής

Παραγωγής και Υδάτινου Περιβάλλοντος, σελ. 150.

Χώτος Γ. και Ρογδάκης Ι., 1992. Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών - Λαβράκι & Τσιπούρα, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, σελ. 451

Ιστοσελίδες

www.aquamedia.org

www.fao.org

www.fishbase.org

www.globefish.org

www.google.com

www.iffonet

www.investingreece.gov.gr

www.physicsconcepts.org

www.pictolife.net

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξ/νή No 1	Δεξ/νή No 2	Δεξ/νή No 3	Δεξ/νή No 4	Δεξ/νή No 5	Δεξ/νή No 6	Δεξ/νή No 7	Δεξ/νή No 8	Δεξ/νή No 9
8/5/2009									
PH	7,45	7,47	7,46	7,48	7,47	7,48	7,48	7,47	7,49
DO % - mgr/lit	83,58/6,38	81,1/6,18	77,0/5,86	81,8/6,23	77,3/5,9	78,8/6,0	78,4/5,97	76,1/5,78	79,1/6,01
T °C	20,15	20,17	20,17		20,13	20,10	20,10	20,26	20,22
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
10/5/2009									
PH	7,46	7,46	7,48	7,47	7,46	7,47	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/lit	4,99	5,25	5,11	4,99	4,9	4,7	5,1	5,15	5,3
T °C	20,04	20,08	20,1	20,1	20,08	20,2	20,02	20,12	20,1
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
12/5/2009									
PH	7,47	7,49	7,47	7,47	7,46	7,45	7,48	7,46	7,43
DO % - mgr/lit	72,2 /5,72	73,4/5,75	71,9/5,62	68,2/5,32	69,4/5,38	60,7/4,71	69,8/5,43	71,3/5,54	72,9/5,67
T °C	19,90	19,93	19,93	19,93	19,95	19,91	19,90	19,97	19,96
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
14/5/2009									
PH	7,46	7,49	7,48	7,47	7,47	7,48	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/lit	75,5/5,81	76,6/5,86	73,2/5,6	72,3/5,54	75,1/5,74	76,00/5,82	72,3/5,52	73,8/5,63	76,3/5,82
T °C	19,96	20,02	20,00	20,05	19,99	19,94	19,96	20,04	20,07
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
16/5/2009									
PH	7,43	7,54	7,45	7,48	7,49	7,48	7,45	7,53	7,47
DO % - mgr/lit	82,1/6,22	94,00/7,11	72,8/5,55	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	74,8/5,65	89,1/6,71	74,2/5,6
T °C	20,02	20,24	20,25	20,17	20,21	20,13	20,21	20,36	20,31
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξ/νή No 1	Δεξ/νή No 2	Δεξ/νή No 3	Δεξ/νή No 4	Δεξ/νή No 5	Δεξ/νή No 6	Δεξ/νή No 7	Δεξ/νή No 8	Δεξ/νή No 9
18/5/2009									
PH	7,45	7,52	7,46	7,48	7,48	7,48	7,47	7,51	7,48
DO % - mgr/l	81,9/6,20	94,00/7,11	81,6/6,17	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	82,1/6,23	89,1/6,71	81,9/6,20
T °C	20,04	20,26	20,26	20,23	20,27	20,24	20,27	20,42	20,40
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
20/5/2009									
PH	7,45	7,47	7,46	7,48	7,47	7,48	7,48	7,47	7,49
DO % - mgr/l	83,58/6,38	81,1/6,18		81,8/6,23	77,3/5,9	78,8/6,0	78,4/5,97	76,1/5,78	79,1/6,01
T °C	20,15	20,17	20,17	20,14	20,13	20,10	20,10	20,26	20,22
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
22/5/2009									
PH	7,46	7,46	7,48	7,47	7,46	7,47	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/l	4,99	5,25	5,11	4,99	4,9	4,7	5,1	5,15	5,3
T °C	20,04	20,08	20,1	20,1	20,08	20,2	20,02	20,12	20,1
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
24/5/2009									
PH	7,47	7,49	7,47	7,47	7,46	7,45	7,48	7,46	7,43
DO % - mgr/l	72,2 /5,72	73,4/5,75	71,9/5,62	68,2/5,32	69,4/5,38	60,7/4,71	69,8/5,43	71,3/5,54	72,9/5,67
T °C	19,90	19,93	19,93	19,93	19,95	19,91	19,90	19,97	19,96
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
26/5/2009									
PH	7,46	7,49	7,48	7,47	7,47	7,48	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/l	75,5/5,81	76,6/5,86	73,2/5,6	72,3/5,54	75,1/5,74	76,00/5,82	72,3/5,52	73,8/5,63	76,3/5,82
T °C	19,96	20,02	20,00	20,05	19,99	19,94	19,96	20,04	20,07
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξ/νή No 1	Δεξ/νή No 2	Δεξ/νή No 3	Δεξ/νή No 4	Δεξ/νή No 5	Δεξ/νή No 6	Δεξ/νή No 7	Δεξ/νή No 8	Δεξ/νή No 9
28/5/2009									
PH	7,43	7,54	7,45	7,48	7,49	7,48	7,45	7,53	7,47
DO % - mgr/lt	82,1/6,22	94,00/7,11	72,8/5,55	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	74,8/5,65	89,1/6,71	74,2/5,6
T °C	20,02	20,24	20,25	20,17	20,21	20,13	20,21	20,36	20,31
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
30/5/2009									
PH	7,45	7,52	7,46	7,48	7,48	7,48	7,47	7,51	7,48
DO % - mgr/lt	81,9/6,20	94,00/7,11	81,6/6,17	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	82,1/6,23	89,1/6,71	81,9/6,20
T °C	20,04	20,26	20,26	20,23	20,27	20,24	20,27	20,42	20,40
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
1/6/2009									
PH	7,45	7,47	7,46	7,48	7,47	7,48	7,48	7,47	7,49
DO % - mgr/lt	83,58/6,38	81,1/6,18	77,0/5,86	81,8/6,23	77,3/5,9	78,8/6,0	78,4/5,97	76,1/5,78	79,1/6,01
T °C	20,15	20,17	20,17	20,14	20,13	20,10	20,10	20,26	20,22
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
3/7/2009									
PH	7,45	7,52	7,46	7,48	7,48	7,48	7,47	7,51	7,48
DO % - mgr/lt	81,9/6,20	94,00/7,11	81,6/6,17	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	82,1/6,23	89,1/6,71	81,9/6,20
T °C	20,26	20,24	20,25	20,27	20,25	20,27	20,26	20,37	20,35
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
5/7/2009									
PH	7,45	7,47	7,46	7,48	7,47	7,48	7,48	7,47	7,49
DO % - mgr/lt	83,58/6,38	81,1/6,18	77,0/5,86	81,8/6,23	77,3/5,9	78,8/6,0	78,4/5,97	76,1/5,78	79,1/6,01
T °C	20,15	20,17	20,17	20,14	20,13	20,10	20,10	20,26	20,22
S ‰	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70

HΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξ/νή No 1	Δεξ/νή No 2	Δεξ/νή No 3	Δεξ/νή No 4	Δεξ/νή No 5	Δεξ/νή No 6	Δεξ/νή No 7	Δεξ/νή No 8	Δεξ/νή No 9
7/7/2009									
PH	7,46	7,46	7,48	7,47	7,46	7,47	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/lit	4,99	5,25	5,11	4,99	4,9	4,7	5,1	5,15	5,3
T °C	20,04	20,08	20,1	20,1	20,08	20,2	20,02	20,12	20,1
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
9/7/2009									
PH	7,47	7,49	7,47	7,47	7,46	7,45	7,48	7,46	7,43
DO % - mgr/lit	71,9/5,62	73,4/5,75	71,9/5,62	68,2/5,32	69,4/5,38	60,7/4,71	69,8/5,43	71,3/5,54	72,9/5,67
T °C	19,90	19,93	19,93	19,93	19,95	19,91	19,90	19,97	19,96
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
11/7/2009									
PH	7,46	7,49	7,48	7,47	7,47	7,48	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/lit	75,5/5,81	76,6/5,86	73,2/5,6	72,3/5,54	75,1/5,74	76,00/5,82	72,3/5,52	73,8/5,63	76,3/5,82
T °C	19,96	20,02	20,00	20,05	19,99	19,94	19,96	20,04	20,07
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
13/7/2009									
PH	7,43	7,54	7,45	7,48	7,49	7,48	7,45	7,53	7,47
DO % - mgr/lit	82,1/6,22	94,00/7,11	72,8/5,55	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	74,8/5,65	89,1/6,71	74,2/5,6
T °C	20,02	20,24	20,25	20,17	20,21	20,13	20,21	20,36	20,31
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60
15/7/2009									
PH	7,45	7,52	7,46	7,48	7,48	7,48	7,47	7,51	7,48
DO % - mgr/lit	81,9/6,20	94,00/7,11	81,6/6,17	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	82,1/6,23	89,1/6,71	81,9/6,20
T °C	20,04	20,26	20,26	20,23	20,27	20,24	20,27	20,42	20,40
S ‰	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60	32,60

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξ/νή No 1	Δεξ/νή No 2	Δεξ/νή No 3	Δεξ/νή No 4	Δεξ/νή No 5	Δεξ/νή No 6	Δεξ/νή No 7	Δεξ/νή No 8	Δεξ/νή No 9
17/7/2009									
PH	7,45	7,47	7,46	7,48	7,47	7,48	7,48	7,47	7,49
DO % - mgr/lit	83,58/6,38	81,1/6,18	77,0/5,86	81,8/6,23	77,3/5,9	78,8/6,0	78,4/5,97	76,1/5,78	79,1/6,01
T °C	20,27	20,25	20,26	20,22	20,28	20,24	20,27	20,36	20,34
S ‰	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70
19/7/2009									
PH	7,46	7,46	7,48	7,47	7,46	7,47	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/lit	4,99	5,25	5,11	4,99	4,9	4,7	5,1	5,15	5,3
T °C	20,26	20,25	20,26	20,24	20,28	20,27	20,27	20,34	20,35
S ‰	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70
21/7/2009									
PH	7,47	7,49	7,47	7,47	7,46	7,45	7,48	7,46	7,43
DO % - mgr/lit	72,2 /5,72	73,4/5,75	71,9/5,62	68,2/5,32	69,4/5,38	60,7/4,71	69,8/5,43	71,3/5,54	72,9/5,67
T °C	20,26	20,24	20,25	20,27	20,25	20,27	20,26	20,37	20,35
S ‰	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70
23/7/2009									
PH	7,46	7,49	7,48	7,47	7,47	7,48	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/lit	75,5/5,81	76,6/5,86	73,2/5,6	72,3/5,54	75,1/5,74	76,00/5,82	72,3/5,52	73,8/5,63	76,3/5,82
T °C	20,26	20,24	20,25	20,27	20,25	20,27	20,26	20,37	20,35
S ‰	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70
25/7/2009									
PH	7,43	7,54	7,45	7,48	7,49	7,48	7,46	7,53	7,47
DO % - mgr/lit	82,1/6,22	81,3/6,15	72,8/5,55	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	74,8/5,65	89,1/6,71	74,2/5,6
T °C	20,26	20,25	20,28	20,27	20,25	20,27	20,28	20,34	20,32
S ‰	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξ/νή No 1	Δεξ/νή No 2	Δεξ/νή No 3	Δεξ/νή No 4	Δεξ/νή No 5	Δεξ/νή No 6	Δεξ/νή No 7	Δεξ/νή No 8	Δεξ/νή No 9
27/7/2009									
PH	7,45	7,52	7,46	7,48	7,48	7,48	7,47	7,51	7,48
DO % - mgr/ltr	81,9/6,20	81,6/6,17	81,6/6,17	82,7/6,26	85,1/6,45	81,6/6,17	82,1/6,23	89,1/6,71	81,9/6,20
T °C	20,04	20,26	20,26	20,23	20,27	20,24	20,27	20,36	20,33
S ‰	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
29/7/2009									
PH	7,45	7,47	7,46	7,48	7,47	7,48	7,48	7,47	7,49
DO % - mgr/ltr	83,58/6,38	81,1/6,18	77,0/5,86	81,8/6,23	77,3/5,9	78,8/6,0	78,4/5,97	76,1/5,78	79,1/6,01
T °C	20,26	20,27	20,28	20,27	20,25	20,27	20,26	20,37	20,35
S ‰	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
31/7/2009									
PH	7,46	7,46	7,48	7,47	7,46	7,47	7,48	7,48	7,50
DO % - mgr/ltr	4,99	5,25	5,11	4,99	4,9	4,7	5,1	5,15	5,3
T °C	20,26	20,27	20,28	20,27	20,25	20,27	20,26	20,38	20,36
S ‰	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
2/8/2009									
PH	7,47	7,49	7,47	7,47	7,46	7,46	7,48	7,46	7,43
DO % - mgr/ltr	72,2 /5,72	73,4/5,75	71,9/5,62	68,2/5,32	69,4/5,38	60,7/4,71	69,8/5,43	71,3/5,54	72,9/5,67
T °C	20,28	20,27	20,28	20,27	20,25	20,27	20,26	20,37	20,35
S ‰	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ									
Από 8/5/2009 μέχρι και 4/8/2009									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξ/νή No 1	Δεξ/νή No 2	Δεξ/νή No 3	Δεξ/νή No 4	Δεξ/νή No 5	Δεξ/νή No 6	Δεξ/νή No 7	Δεξ/νή No 8	Δεξ/νή No 9
NH_3/NH_4 (mgr/lit)	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0
NO_2 (mgr/lit)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
NO_3 (mgr/lit)	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0

Καθόλη την διάρκεια των μετρήσεων οι τιμές των νιτρικών, των νιτρικών και της αμμωνίας δεν ξεπέρασαν τις τιμές που αναγράφονται στον παραπάνω πίνακα σε όλες τις δεξαμενές

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΥΓΡΑΣΙΑ - ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΥΓΡΑ ΣΩΜΑΤΑ										
ονομασία δείγματος	Βάρος Δοχείου	Μικτό βάρος αρχικό	Υγρό βάρος	Μικτό Ξηρ.Β 24 ώρες	Ξηρό βάρος	Ξηρό βάρος	Υγρασια	Βάρος 48 ώρες	Τέφρα	%Τέφρα
νωπή control 2	18,4237	19,8449	1,4212	18,8673	0,4436	31,2130594	68,79	18,4655	0,0418	2,94
νωπή control 3	19,0801	20,6308	1,5507	19,5589	0,4788	30,8763784	69,12	19,1341	0,054	3,48
AVG							68,96			3,21
STD							0,24			0,38
νωπή enzyme 4	19,0807	20,6581	1,5774	19,6056	0,5249	33,2762774	66,72	19,2265	0,1458	
νωπή enzyme 5	16,661	18,2746	1,6136	17,1117	0,4507	27,9313337	72,07	16,7181	0,0571	3,54
AVG							69,40			3,54
STD							3,78			#ΔΙΑΙΡ/0!
νωπή treated 6	10,7796	12,4156	1,636	11,2477	0,4681	28,6124694	71,39	10,8386	0,059	3,61
νωπή treated 7	17,0766	18,6913	1,6147	17,5303	0,4537	28,0980987	71,90	17,1229	0,0463	2,87
AVG							71,64			3,24
STD							0,36			0,52

ΥΓΡΑΣΙΑ - ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΛΥΟΦΙΛΙΩΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΑ

ονομασία δείγματος	Βάρος Δοχείου	Μικτό βάρος αρχικό	Υγρό βάρος	Μικτό Ξηρ.Β 24 ώρες	Ξηρό βάρος	Ξηρό βάρος	Υγρασια	Βάρος 48 ώρες	Τέφρα	%Τέφρα
λυοφ. Control pool 1	11,9832	13,494	1,5108	13,4818	1,4986	99,19248	0,81	12,158	0,1748	11,57
λυοφ. Control pool 1	20,2846	21,7694	1,4848	21,7509	1,4663	98,75404	1,25	20,4553	0,1707	11,50
AVG							1,03			11,53
STD							0,31			0,05
λυοφ. Control pool 2	21,1603	22,6877	1,5274	22,6776	1,5173	99,33875	0,66	21,3303	0,17	11,13
λυοφ. Control pool 2	19,4771	20,977	1,4999	20,9632	1,4861	99,07994	0,92	19,641	0,1639	10,93
AVG							0,79			11,03
STD							0,18			0,14
λυοφ. Control pool 3	14,6036	15,882	1,2784	15,8736	1,27	99,34293	0,66	14,753	0,1494	11,69
λυοφ. Control pool 3	9,7864	11,1318	1,3454	11,1183	1,3319	98,99658	1,00	9,9356	0,1492	11,09
AVG							0,83			11,39
STD							0,24			0,42

ΥΓΡΑΣΙΑ - ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΛΥΟΦΙΛΙΩΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΑ

ονομασία δείγματος	Βάρος Δοχείου	Μικτό βάρος αρχικό	Υγρό βάρος	Μικτό Ξηρ.Β 24 ώρες	Ξηρό βάρος	Ξηρό βάρος	Υγρασια	Βάρος 48 ώρες	Τέφρα	%Τέφρα
λυοφ. Enzyme pool 1	17,1423	18,6168	1,4745	18,5964	1,4541	98,61648016	1,38	17,3286	0,1863	12,63
λυοφ. Enzyme pool 1	21,6628	23,1608	1,498	23,1394	1,4766	98,57142857	1,43	21,8482	0,1854	12,38
AVG							1,41			12,51
STD							0,03			0,18
λυοφ. Enzyme pool 2	17,3934	18,6785	1,2851	18,6715	1,2781	99,45529531	0,54	17,5535	0,1601	12,46
λυοφ. Enzyme pool 2	22,1738	23,378	1,2042	23,3723	1,1985	99,5266567	0,47	22,3334	0,1596	13,25
AVG							0,51			12,86
STD							0,05			0,56
λυοφ. Enzyme pool 3	21,0832	22,3402	1,257	22,3288	1,2456	99,09307876	0,91	21,2364	0,1532	12,19
λυοφ. Enzyme pool 3	20,1793	21,5167	1,3374	21,4963	1,317	98,47465231	1,53	20,3553	0,176	13,16
AVG							1,22			12,67
STD							0,44			0,69

ΥΓΡΑΣΙΑ - ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΛΥΟΦΙΛΙΩΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΑ

ονομασία δείγματος	Βάρος Δοχείου	Μικτό βάρος αρχικό	Υγρό βάρος	Μικτό Ξηρ.Β 24 ώρες	Ξηρό βάρος	Ξηρό βάρος	Υγρασια	Βάρος 48 ώρες	Τέφρα	%Τέφρα
λυοφ. Treated pool 1	19,778	21,0142	1,2362	20,9939	1,2159	98,35787089	1,64	19,9305	0,1525	12,34
λυοφ. Treated pool 1	17,9311	19,1619	1,2308	19,1506	1,2195	99,08189795	0,92	18,0866	0,1555	12,63
AVG							1,28			12,49
STD							0,51			0,21
λυοφ. Treated pool 2	18,8642	20,0001	1,1359	19,9935	1,1293	99,41896294	0,58	19,0046	0,1404	12,36
λυοφ. Treated pool 2	18,7279	19,8709	1,143	19,8645	1,1366	99,44006999	0,56	18,8705	0,1426	12,48
AVG							0,57			12,42
STD							0,01			0,08
λυοφ. Treated pool 3	21,1556	22,5416	1,386	22,5312	1,3756	99,24963925	0,75	21,3258	0,1702	12,28
λυοφ. Treated pool 3	17,8735	19,3106	1,4371	19,2986	1,4251	99,16498504	0,84	18,0548	0,1813	12,62
AVG							0,79			12,45
STD							0,06			0,24

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ (1° δείγμα)					
Όνομασία δείγματος	Βάρος Υλικού	Βάρος Δοχείου	Μικτό Βάρος	Λίπη (gr)	Λίπη%
Control 1	3	17,7072	18,6812	0,974	32,47
Control 2	2,99	26,8448	27,8248	0,98	32,78
Control 3	3	26,5531	27,5112	0,9581	31,94
AVG					32,39
STD					0,35
Enzyme 1	2,99	17,2491	17,525	0,2759	9,23
Enzyme 2	3,01	20,2615	21,1299	0,8684	28,85
Enzyme 3	3,01	18,8545	19,716	0,8615	28,62
AVG					28,74
STD					0,11
Treated 1	2,98	18,492	19,331	0,839	28,15
Treated 2	3	18,4928	19,3667	0,8739	29,13
Treated 3	3	19,8122	20,6725	0,8603	28,68
AVG					28,65
STD					0,40

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ (2° δείγμα)					
Όνομασία δείγματος	Βάρος Υλικού	Βάρος Δοχείου	Μικτό Βάρος	Λίπη (gr)	Λίπη%
Control 1	3,01	26,3924	27,3637	0,9713	32,27
Control 2	3	19,4042	20,3729	0,9687	32,29
Control 3	2,99	18,1319	19,084	0,9521	31,84
AVG					32,13
STD					0,21
Enzyme 1	3	19,3206	20,2173	0,8967	29,89
Enzyme 2	2,99	19,2669	20,1643	0,8974	30,01
Enzyme 3	2,99	24,792	25,6893	0,8973	30,01
AVG					29,97
STD					0,06
Treated 1	2,99	20,3054	21,1489	0,8435	28,21
Treated 2	2,99	19,8088	20,7273	0,9185	30,72
Treated 3	2,98	16,7509	16,8788	0,1279	4,29
AVG					29,46
STD					1,25

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ						
ονομασια δειγματος	βάρος Υλικού σε mg	απόβαρο σε mg	βάρος καθαρό	Όγκος HCl	Όγκος Τυφλού	Πρωτείνη %
Control pool 1	205,8	0	205,8	12,41	0,145	52,15
Control pool 1	205,4	0	205,4	12,4	0,145	52,21
AVG						52,18
STD						0,04
Control pool 2	205,9	0	205,9	12,4	0,145	52,08
Control pool 2	202,9	0	202,9	12,38	0,145	52,76
AVG						52,42
STD						0,48
Control pool 3	207,7	0	207,7	12,81	0,145	53,36
Control pool 3	202,6	0	202,6	12,31	0,145	52,54
AVG						52,95
STD						0,58

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ						
ονομασια δειγματος	βάρος Υλικού σε mg	απόβαρο σε mg	βάρος καθαρό	Όγκος HCl	Όγκος Τυφλού	Πρωτείνη %
Treated pool 1	206,3	0	206,3	13,14	0,145	55,12
Treated pool 1	200,7	0	200,7	12,61	0,145	54,34
AVG						54,73
STD						0,55
Treated pool 2	207,4	0	207,4	13,46	0,145	56,17
Treated pool 2	202	0	202	12,89	0,145	55,21
AVG						55,69
STD						0,68
Treated pool 3	203,8	0	203,8	13,34	0,125	56,74
Treated pool 3	203,9	0	203,9	13,17	0,125	55,98
AVG						56,36
STD						0,54

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ						
ονομασία δειγματος	βάρος Υλικού σε mg	απόβαρο σε mg	βάρος καθαρό	Όγκος HCl	Όγκος Τυφλού	Πρωτεΐνη %
Enzyme pool 1	205,7	0	205,7	12,47	0,125	52,51
Enzyme pool 1	200,6	0	200,6	12,19	0,125	52,63
AVG						52,57
STD						0,08
Enzyme pool 2	202	0	202	12,17	0,125	52,18
Enzyme pool 2	202,8	0	202,8	12,42	0,125	53,05
AVG						52,61
STD						0,62
Enzyme pool 3	201,8	0	201,8	12,19	0,125	52,31
Enzyme pool 3	205,8	0	205,8	12,35	0,125	51,98
AVG						52,15
STD						0,24

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξ/νή No 1	Δεξ/νή No 2	Δεξ/νή No 3	Δεξ/νή No 4	Δεξ/νή No 5	Δεξ/νή No 6	Δεξ/νή No 7	Δεξ/νή No 8	Δεξ/νή No 9
1/6/2009	1								
2/6/2009			1						
3/6/2009									
4/6/2009						1			
5/6/2009							1	1	
6/6/2009									
7/6/2009									1
8/6/2009				1					
9/6/2009									
10/6/2009									
11/6/2009									
12/6/2009									
13/6/2009			1						
14/6/2009						1			1
15/6/2009			2						1
16/6/2009									
17/6/2009			1						
18/6/2009						1			
19/6/2009									1
20/6/2009	1								
21/6/2009			1						
22/6/2009				1					
23/6/2009									2

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Δεξι/νή No 1	Δεξι/νή No 2	Δεξι/νή No 3	Δεξι/νή No 4	Δεξι/νή No 5	Δεξι/νή No 6	Δεξι/νή No 7	Δεξι/νή No 8	Δεξι/νή No 9
19/7/2009									
20/7/2009									
21/7/2009									
22/7/2009									
23/7/2009									
24/7/2009						1			
25/7/2009									
26/7/2009									
27/7/2009									
28/7/2009					1				
29/7/2009									
30/7/2009									
31/7/2009									
1/8/2009									
2/8/2009									
3/8/2009									
4/8/2009									

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΑΝΟΝΑ) ΣΤΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ (με βάση τον Πίνακα 25)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΚΑΤΑ ΕΝΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ						
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ						
Ομάδες	Πλήθος	Άθροισμα	Μέσος όρος	Διακύμανση		
Στήλη 1	9	970,86	107,873333	96709,4734		
Στήλη 2	9	1035,65	115,072222	110343,7585		
Στήλη 3	9	1117,54	124,171111	128957,0753		
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ						
Προέλευση διακύμανσης	SS	βαθμοί ελευθερίας	MS	F	τιμή-P	κριτήριο F
Μεταξύ ομάδων	1200,694022	2	600,347011	0,005360077	0,994655	3,40282611
Μέσα στις ομάδες	2688082,458	24	112003,436			
Σύνολο	2689283,152	26				

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΑΝΟΝΑ) ΣΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΔΙΩΝ (με βάση τον Πίνακα 26)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΚΑΤΑ ΕΝΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ						
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ						
Ομάδες	Πλήθος	Άθροισμα	Μέσος όρος	Διακύμανση		
Γραμμή 1	5	198,09	39,618	1775,81742		
Γραμμή 2	5	199,18	39,836	1798,32563		
Γραμμή 3	5	197,03	39,406	1845,26138		
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ						
Προέλευση διακύμανσης	SS	βαθμοί ελευθερίας	MS	F	τιμή-P	κριτήριο F
Μεταξύ ομάδων	0,46228	2	0,23114	0,000127951	0,999872	3,885294
Μέσα στις ομάδες	21677,61772	12	1806,468143			
Σύνολο	21678,08	14				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο



Αλεσμένα δείγματα ιχθυδίων λαυρακιού



Μπλέντερ που χρησιμοποιήθηκε για το άλεσμα των δειγμάτων



Τοποθέτηση των αλεσμένων δειγμάτων σε σακουλάκια για τη περαιτέρω εργαστηριακή ανάλυση



Αναισθητοποιημένα ιχθύδια λαυρακιού πριν την κιμαδοποίησή στις



Πολύμετρο τύπου που χρησιμοποιήθηκε για την λήψη των φυσικοχημικών παραμέτρων του πειράματος



Διαδικασία ζύγισης των ιχθυδίων



Διαδικασία ζύγισης των ιχθυδίων



Τεστ kits για την μέτρηση νιτρωδών, νιτρικών και αμμωνίας



Διάταξη των πειραματικών δεξαμενών στις εγκαταστάσεις του Ιχθυογεννητικού Σταθμού Πρέβεζας

