



**Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ: «ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

ΜΗΤΣΗ ΕΥΘΥΜΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

‘Εποχιακή μεταβολή της απόδοσης φιλετοποίησης και της χημικής σύστασης της σάρκας του εκτρεφόμενου φαγκριού, *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758)’

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. **Ναθαναηλίδης Κοσμάς**, Επόπτης, Ιχθυολόγος Τ.Ε.Ι. Ηπείρου
2. **Κλαδάς Ιωάννης**, Καθηγητής, ΤΕΙ Μεσολογίου, Τμ. Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης
3. **Σολωμάκος Νίκος** Λέκτορας. Κτηνίατρος (Θεσσαλία), Δρ Κτηνιατρικής (Θεσσαλία)

ΚΑΡΑΙΤΣΑ, 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία καταγράφηκαν μορφολογικές, χημικές και μικροβιακές μεταβολές σε αναπτυσσόμενα φαγκριά από μια παραγωγική μονάδα των ακτών του Ιονίου (Σαγιάδα). Κατά την διάρκεια του πειράματος παρουσιάστηκαν διαφορές στον ρυθμό σωματικής αύξησης, στον δείκτη μετατρεψιμότητας, στην απόδοση φιλετοποιησης και στην περιεκτικότητα σε λίπος. Ο δείκτης ευρωστίας παρουσίασε εποχιακή μεταβολή, καθώς εμφάνισε πτώση από τον Μάιο μέχρι τον Ιούνιο, όταν η θερμοκρασία του νερού ήταν περίπου 18,5 και 22 °C, αντίστοιχα, ενώ αυξήθηκε από τον Ιούνιο μέχρι τον Δεκέμβριο (σχεδόν 18 °C τον Δεκέμβριο). Η χημική ανάλυση της σάρκας του φαγκριού έδειξε σταθερή περιεκτικότητα σε υγρασία εκτός από τον Ιούνιο όπου το ποσοστό υγρασίας ήταν λίγο αυξημένο εξαιτίας μικρής μείωσης της περιεκτικότητας σε λίπος (οι δύο τιμές είναι αντιστρόφως ανάλογες). Η μέτρηση του pH έδειξε ότι αυξάνεται πάντα κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Η μεγαλύτερη αύξηση που παρουσιάστηκε τον Ιούνιο ίσως να οφείλεται στην αυξημένη θερμοκρασία του νερού εκτροφής αλλά και στη μικρή αύξηση της υγρασίας στη σάρκα του ψαριού. Τα αποτελέσματα της μικροβιολογικής ανάλυσης έδειξαν ότι υπήρξε ανίχνευση και καταμέτρηση αποικιών *E. coli*, κολοβακτηριοειδών και εντερόκοκκων. Η μεγαλύτερη παρουσία κολοβακτηριοειδών εμφανίζεται τον Μάιο και τον Ιούνιο και ίσως οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας του νερού ή μπορεί το συγκεκριμένο διάστημα να αυξήθηκε η παρουσία ρύπανσης στην περιοχή ή να υπήρξε επιμόλυνση από το κιβώτιο μέσα στο οποίο μεταφέρθηκαν τα ψάρια.. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα αναδεικνύουν την σημαντικότητα της καταγραφής των εποχιακών περιβαλλοντικών παραμέτρων αλλά και την διακύμανση της απόδοσης φιλετοποιησης που παρουσιάζουν τα αναπτυσσόμενα ψάρια κατά την διάρκεια της πάχυνσής τους σε παραγωγικές μονάδες.

ABSTRACT

The aim of the present work was to monitor morphological, chemical and microbial load changes during the growing phase of farmed red porgy (*Pagrus pagrus*) from a fish farm in the Ionian Sea coast (Sagiada). The results indicates significant changes in growth rate, feed conversion efficiency, morphological traits, filleting yield and microbial load of the growing fish. The fish exhibited reduced growth rate during low temperature seasons. During the summer period, growth rate and moisture contents exhibited raised values whereas lipid content was reduced from 1,96% in April to 1,4% in June. The pH of the fish fillets increased in the summer samples, while the bacterial load of *E. coli* was increased in May and June. The post harvest pH exhibited a higher increase during storage at 4°C in the summer samples. The results indicate the importance of monitoring several environmental, chemical and microbial parameters of the farmed fish.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών ‘Υδατοκαλλιέργειες – Παθολογικά Προβλήματα Υδροβίων Οργανισμών’ με ειδίκευση στις ‘Υδατοκαλλιέργειες’, του Τμήματος Ιχθυοκομίας – Αλιείας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου και της Κτηνιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας κ. Ναθαναηλίδη Κοσμά, Αναπληρωτή καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για άλλη μια φορά, αναθέτοντάς μου αυτή την εργασία καθώς και για την καθοδήγησή του καθ’όλη τη διάρκεια του ερευνητικού μέρους και της συγγραφής της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Ιχθυολόγο κ. Χατζόπουλο Αχιλλέα και την Δρ Φωτεινή Κακαλή για την εργαστηριακή υποστήριξη που παρείχαν κατά τη διάρκεια του ερευνητικού μέρους και την Ιχθυολόγο κ. Γκούβα Ευαγγελία για τη πολύτιμη βοήθειά της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Ευάγγελο και Σπυριδούλα και τον αδερφό μου Γιάννη για τη συμπαράσταση και υποστήριξή τους στο δύσκολο αυτό δρόμο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1 .ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ <i>Pagrus pagrus</i>	7
1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΥΤΩΝ.....	16
1.3 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ.....	19
1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ.....	26
1.5 Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΤΟΥΣ.....	27
1.6 ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΙΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	31
1.7 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΙΛΕΤΟΥ.....	32
1.8 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗΝ ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΜΕΤΑ ΤΟ ΘΑΝΑΤΟ.....	34
1.9 ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....	41
1.10 ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ.....	44
1.11 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	45
2.1 ΛΗΨΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	45
2.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	46
2.3 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ.....	49
2.4 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	50
2.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ p H ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ.....	53
2.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΥΓΡΑΣΙΑΣ.....	53

2.7 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ – ΠΟΣΟΣΤΟ ΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΗΣ - ΙΧΘΥΟΦΟΡΤΙΣΗ.....	53
2.8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	55
3.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	55
3.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΙΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	66
3.3 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΒΑΡΟΥΣ ΚΕΦΑΛΗΣ-ΣΩΜΑΤΟΣ.....	67
3.4 ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ.....	68
3.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΤΡΕΨΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΡΟΦΗΣ.....	69
3.6 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ.....	70
3.7 ΗΠΑΤΟΣΩΜΑΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ.....	71
3.8 ΓΟΝΑΔΟΣΩΜΑΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ.....	72
3.9 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	73
3.10 ΜΕΤΡΗΣΗ pH.....	75
3.11 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	76
ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	93

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ *Pagrus. pagrus*

➤ Συστηματική κατάταξη

Βασίλειο	Animalia
Φύλο	Chordata
Κλάση	Actinopterygii
Τάξη	Perciformes
Οικογένεια	Sparidae
Γένος	<i>Pagrus</i>
Είδος	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus,1758)

Κοινό όνομα: Μερτζάνι, φαγγρόπουλο (Papakonstantinou, 1988), φαγγρί (Economidis and Koutrakis, 2001).

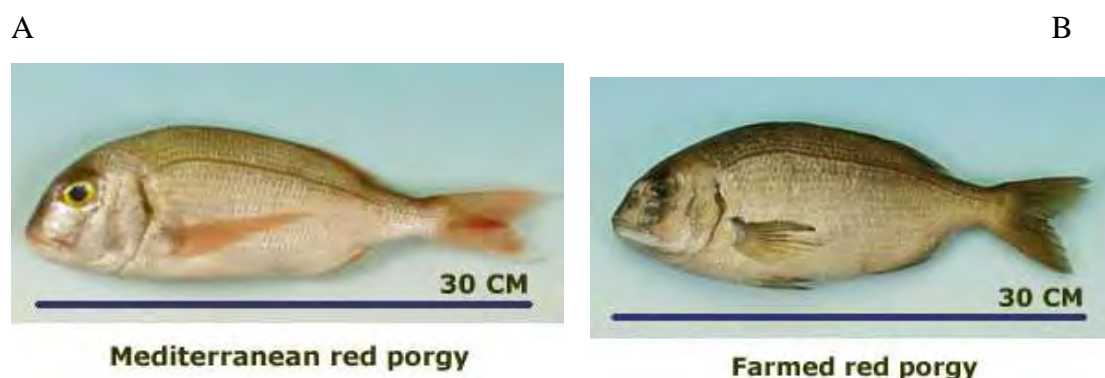
➤ *Pagrus pagrus*

Το φαγκρί (*Pagrus pagrus*) θεωρείται από τα πιο δημοφιλή είδη σπαρίδων στην περιοχή της Μεσογείου και του Ατλαντικού και χαρακτηρίζεται από υψηλή τιμή, καλή σάρκα και καλή αγοραστική προοπτική (Pavlidis et al., 2003). Λόγω της μεγάλης γεωγραφικής κατανομής, της υψηλής αγοραστικής απαίτησης και του καλού ρυθμού ανάπτυξης (Pajuelo and Lorenzo, 1996; Maragoudaki et al., 1999; Fostier et al., 2000), το ενδιαφέρον για την εμπορική εκτροφή του είδους είναι πολύ μεγάλο (Kolios et al., 1997; Bodington, 2000).

Τα πρώτα στοιχεία παραγωγής προέρχονται από την Ελλάδα το 1993 και το 1994 και από την Κύπρο το 1994 και 1995 (FAO-FishStatPlus, 2008). Έπειτα η παραγωγή σταμάτησε και μόνο η Κύπρος ανέφερε το 2002 και 2004 μικρές παραγωγές, περίπου 23mtn. Αν και ο FAO δεν αναφέρει κάποια παραγωγή για το 2006, σύμφωνα με το FEAP (2008) κατά τη διάρκεια των τριών προηγούμενων ετών παρήχθησαν δύο με τρία εκατομμύρια λάρβες φαγκριού. Ένα αρχικό πρόβλημα που παρουσιάστηκε στην παραγωγή του φαγκριού αφορούσε τον χρωματισμό του εκτρεφόμενου που σε αντίθεση με τα άγρια ψάρια του είδους, τα εκτρεφόμενα ήταν

σκουρόχρωμα. Μετά από πολλές ερευνητικές εργασίες έχουν αντιμετωπιστεί διάφορα προβλήματα στην εκτροφή του είδους (Chatzifotis et al., 2006;Kalinowski et al., 2005;Pavlidis et al., 2008). Χάρη σε αυτές τις μελέτες έχει σημειωθεί σημαντική βελτίωση στην εκτροφή του *P. pagrus*, δηλαδή καλύτερη ποιότητα αυγών και λαρβών, καλύτερος ρυθμός αύξησης και καλύτερο FCR και μία σημαντική βελτίωση στον χρωματισμό του δέρματος του εκτρεφόμενου ψαριού (Jacumar, 2008).

Το *P. pagrus* εμφανίζει υψηλό ρυθμό ανάπτυξης, έχει καλή ικανότητα προσαρμογής σε συνθήκες εκτροφής και δεν παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα ασθενειών (Pavlidis et al., 2003). Ωστόσο, η παραγωγή για εμπορικούς σκοπούς δεν έχει αναπτυχθεί εξαιτίας της απώλειας του φυσικού του χρώματος που παρουσιάζει στην αιχμαλωσία (Εικ. 1) (Boudet et al., 2004).



Εικόνα 1: Διαφορά στο χρώμα μεταξύ του άγριου φαγκριού (A) και του εκτρεφόμενου (B) (από Pavlidis, 2011).

➤ **Μορφολογία**

Το φαγκρί (*Pagrus pagrus*) ανήκει στην οικογένεια των *Sparidae* (η οποία περιλαμβάνει περίπου 127 είδη) και στην τάξη των Perciforms (*Perciformes*, μερικοί βιολόγοι αναφέρονται σε αυτά ως *Acanthopteri*, ή *Perchomorfi*), η οποία αντιπροσωπεύει τη μεγαλύτερη τάξη των οστεϊχθύων και πιο γενικά, τη μεγαλύτερη τάξη των σπονδυλωτών (Russini, 2011)..

Το σώμα του *P. pagrus* είναι επίμηκες και σχετικά βαθύ (Παπαναστασίου, 1976). Το χρώμα του είναι ροζ-ασημί με μια δυσδιάκριτη κίτρινη κηλίδα σε κάθε λέπι στο επάνω περίπου μισό μέρος του σώματος, δίνοντας την εντύπωση κίτρινης ρίγας. Κατά μήκος της μεσοκογχικής περιοχής υπάρχει ένα κίτρινο τριγωνικό σημάδι καθώς επίσης υπάρχει λίγο κίτρινο στο ρύγχος και στο άνω χείλος. Το ραχιαίο, το ουραίο και τα πλευρικά πτερύγια είναι ροζ (Nakamura et al., 1986).

Το προεπικαλυμματικό δε φέρει λέπια (Παπαναστασίου, 1976). Οι βραγχιακές άκανθες στο ανώτερο άκρο είναι 6-7 και στο κατώτερο άκρο είναι 9-11. Το σύνολο των ακάνθων του ραχιαίου πτερυγίου είναι 12-12 και των μαλακών ακτίνων είναι 10-10. Το λιπώδες πτερύγιο απουσιάζει. Το εδρικό πτερύγιο φέρει 3-3 άκανθες και 8-8 μαλακές ακτίνες. Τα θωρακικά πτερύγια φέρουν 15-16 μαλακές ακτίνες ενώ τα κοιλιακά πτερύγια φέρουν 1 άκανθα και 5-5 μαλακές ακτίνες. Η πλευρική γραμμή φέρει 53-57 λέπια (Nakamura et al., 1986).

➤ Περιβάλλον και περιοχές εξάπλωσης

Το *P. pagrus* είναι είδος βενθοπελαγικό ωκεανόδρομο (Riede, 2004). Συνήθως βρίσκεται στα 10-80m (Cervigón, 1993) αλλά φτάνει μέχρι τα 250m (Bauchot and Hureau., 1990) και κατοικεί σε πετρώδεις, χαλικώδεις ή αμμώδεις πυθμένες (τα νεαρά άτομα συνήθως βρίσκονται σε θαλάσσια βοσκοτόπια και στην υφαλοκρηπίδα) (Figueiredo et al., 2002) σε θερμοκρασία 13-26°C (Kentouri et. al., 1995). Τα νεαρά άτομα συναντώνται κοντά στις ακτές σε συστοιχίες φυκιών *Posidonia sp.* , ενώ τα ενήλικα άτομα έχουν ευρύτερη οριζόντια και κατακόρυφη κατανομή (Bauchot and Hureau., 1990).

Το *P. pagrus* είναι ένα κοινό ψάρι της Μεσογείου και του Ατλαντικού ωκεανού, όπου επικρατούν εύκρατες και υποτροπικές θερμοκρασίες (Manooch and Hassler, 1978).

Στον Ανατολικό Ατλαντικό συναντάται στα στενά του Γιβραλτάρ συμπεριλαμβανομένου της Μαδέρα και τις Κανάριες Νήσους. Στη Μεσόγειο και προς βορρά στις Βρετανικές Νήσους. Στο Δυτικό Ατλαντικό συναντάται στη Νέα Υόρκη, στις Η.Π.Α. και από τον Κόλπο του Μεξικού ως την Αργεντινή (Robins and Ray, 1986) συμπεριλαμβανομένης και της ηπειρωτικής ακτής της Καραϊβικής (Cervigón, 1993). Στην Εικόνα 2 φαίνεται η γεωγραφική εξάπλωση του *P. pagrus*.



Εικόνα 2 : Απεικόνιση των περιοχών εξάπλωσης του *P. pagrus* (Kashner et al., 2010)

➤ Διατροφή

Το *P. pagrus* είναι ένα παράκτιο ψάρι που ζει σε αβαθή αμμώδη βυθό κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων της ζωής του. Καθώς ωριμάζει, μεταναστεύει σε πιο βαθιά νερά σε βραχώδεις και νεκρούς κοραλλιογενείς βυθούς. Οι διατροφικές συνήθειες αλλάζουν κατά τη διάρκεια της ζωής του από μαλακά ασπόνδυλα του βυθού και μικρά ψάρια, σε μια πιο διαφοροποιημένη διατροφή που περιλαμβάνει είδη του σκληρού πυθμένα και πλαγκτονική λεία (Castriota et al., 2006). Σε ανάλυση που έγινε στο στομαχικό περιεχόμενο νεαρών ατόμων *P. Pagrus*, αποκαλύφθηκε ότι είναι σαρκοφάγο και τρέφεται κυρίως με δεκάποδα (Labropoulou et al., 1999). Το *P. pagrus* αναφέρεται ως καιροσκόπος, που εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα τροφής παρά από την προτίμηση ή την επιλογή (Castriota et al., 2006).

Στην ανατολική Μεσόγειο το *P. pagrus* τρέφεται κυρίως με δεκάποδα, ενώ το ψάρι αντιπροσωπεύει ένα πολύ μικρό κλάσμα στη διαίτα του. Επιπλέον, δεν εμφανίζει εποχιακή ποικιλία στη σύσταση της διατροφής του, αλλά εμφανίζει μεγάλη ποικιλία στο μέγεθος του ψαριού. Παρόμοια αποτελέσματα, εκτός από μικρή εποχιακή ποικιλία στη σύνθεση της διαίτας, βρέθηκαν επίσης στο Δυτικό Ατλαντικό καθώς και στα νερά της Τυνησίας (Castriota et al., 2006).

Συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά βοηθούν το *P. pagrus* στη διατροφή. Είναι αρκετά γρήγορα ώστε να τραφούν με τόσο ευκίνητη τροφή, όπως μικρά ψάρια, καβούρια, καλαμάρια και γαρίδες. Παρατηρήσεις που έχουν γίνει αποκαλύπτουν ότι το *P. pagrus* είναι πολύ επιθετικός θηρευτής. Γενικά αρπάζει την τροφή (ή τη δαγκώνει) αμέσως μόλις εμφανιστεί μπροστά του. Επίσης, το *P. pagrus* έχει δυνατά δόντια που μοιάζουν με γομφίους τα οποία το καθιστούν ικανό να

συνθλίβει λιγότερο ευκίνητα, θωρακισμένα ζώα όπως είναι τα εχινόδερμα, τα καβούρια και τα γαστερόποδα (Manooch, 1977).

Αξίζει να αναφερθεί ότι η μεγάλη συχνότητα εμφάνισης λεπιών στα στομάχια ατόμων από το νότιο Τυρρηνικό Πέλαγος, χωρίς την παρουσία άλλων δύσπεπτων τμημάτων όπως είναι τα οστά ή οι ωτόλιθοι, υποδεικνύουν μια πιθανή συμπεριφορά λεπιδοφαγίας, αν και αυτό το θέμα θα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω (Castriota et al., 2006).

➤ Διαφορές μεταξύ των δύο φύλων

Η σχέση του βάρους σώματος έναντι του μήκους σώματος στο φαγκρί, έχει δείξει μια ισομετρική ανάπτυξη μεταξύ αρσενικού και θηλυκού· ομοίως, έχει αναφερθεί και για άγριους πληθυσμούς σε διάφορες περιοχές όπου έχει μελετηθεί το είδος. Σε ανάλυση που πραγματοποιήθηκε σχετικά με τις μορφομετρικές μεταβλητές, αποδείχθηκε η ύπαρξη διαφορών μεταξύ των φύλων, αφορώντας είτε το αναπτυξιακό πρότυπο είτε το ρυθμό αλλαγής κάποιων κρανιακών μεταβλητών (Minos et al., 2008).

Το *Pagrus pagrus* εμφανίζει φυλετικό διχρωματισμό, με διαφορά στο χρώμα του άνω χείλους (premaxilla), και σε μικρότερο βαθμό στο ρύγχος και το μέτωπο (Εικ. 3). Το άνω χείλος των αρσενικών είναι πράσινο ή μπλε-πράσινο ενώ των θηλυκών είναι ροζ ή κοκκινωπό. Και τα δύο φύλα έχουν μια μπλε περιοχή ανάμεσα και μπροστά από τα μάτια και κατά μήκος των πλευρών του ρύγχους, αλλά είναι πιο έντονο στα αρσενικά (DeVries, 2006). Στα αρσενικά οι περιοχές κάτω και πάνω από τη μπλε περιοχή που βρίσκεται ανάμεσα στα μάτια (στο ρύγχος και το μέτωπο) έχουν συνήθως παρόμοιο χρώμα με το άνω χείλος, πράσινο ή μπλε πράσινο, ενώ στα θηλυκά αυτές οι περιοχές έχουν συνήθως κόκκινο, μπλε κόκκινο ή πρασινωπό κόκκινο (DeVries, 2006).

Τα αρσενικά μερικές φορές έχουν μια πρασινωπή απόχρωση κατά μήκος της ράχης κάτω από το πρώτο ραχιαίο πτερύγιο και πάνω από τη πλευρική γραμμή, ενώ ο χρωματισμός στα θηλυκά είναι ενιαίος ροζ ή κοκκινωπός (συνήθως, αυτή η διαφορά δεν είναι εμφανής) (DeVries, 2006).



Εικόνα 3: Χρωματικά μοτίβα μεταξύ αρσενικού (επάνω) και θηλυκού (κάτω) *P. pagrus*. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο πράσινο άνω χείλος του αρσενικού (επάνω) και στο κόκκινο άνω χείλος του θηλυκού (κάτω) (από DeVries, 2006)

➤ Αναπαραγωγή

Το *P. pagrus* είναι ένα πρωτόγυνο ερμαφρόδιτο. Η συγκρότηση συνόλου γεννητόρων παρουσιάζει σχετικές δυσκολίες εξαιτίας του πρωτόγυνου ερμαφροδιτισμού. Η αλλαγή φύλου παρατηρείται όταν τα άτομα φθάσουν το ολικό μήκος των 325 έως 425 mm, κάτι που προκαλεί προβλήματα στη διατήρηση ίσης αναλογίας μεταξύ αρρένων και θηλέων ατόμων στο σύνολο των γεννητόρων και που πολλές φορές οδηγεί στη συλλογή αγονιμοποίητων αυγών (Kentouri et al., 1995 ; Stefanou et al., 1995 ; Fostier et al., 2000).

Το *P. pagrus* ωριμάζει στην ηλικία των 3-4 χρόνων αλλά η ηλικία της πρώτης γεννητικής ωρίμανσης κατά την οποία ωριμάζει ποσοστό μεγαλύτερο από το 50% των ατόμων είναι η ηλικία των 4-5 χρόνων (Κοκοκύρης, 1998).

Οι ιστολογικές ενδείξεις της αλλαγής φύλου των πρωτόγυνων βασίζονται στην παρουσία των ωοθηκόρχεων μετά την πρώτη ωριμότητα των θηλυκών (3 ετών) στην οποία ο ορχικός ιστός παρουσιάζει σημάδια σπερματογένεσης, ενώ οι ωοθήκες

εισέρχονται σε μια διαδικασία εκφυλισμού. Η ανάπτυξη των γονάδων συνεχίζεται μέσω τριών διαφορετικών τρόπων.

Στον πρώτο τρόπο, τα ανώριμα ψάρια (μικρότερα των τριών ετών) αναπτύσσουν τον ιστό των όρχεων και οι ωοθήκες εκφυλίζονται πριν από την σεξουαλική ωριμότητα. Αυτά τα ψάρια λειτουργούν ως αρσενικά καθ'όλη τη διάρκεια της ζωής τους, παραλείποντας τη λειτουργική θηλυκή φάση (που ισοδυναμεί με τα κύρια αρσενικά των αληθινών δυανδρικών ειδών) (Fostier et al., 2000).

Στο δεύτερο τρόπο, η ανάπτυξη των γονάδων ολοκληρώνεται με την ωρίμανση της ζώνης των ωοθηκών και τα ψάρια λειτουργούν ως θηλυκά (λειτουργικά θηλυκά). Μετά από μια εφάπαξ ή πιθανώς επαναλαμβανόμενες ωοτοκίες, τα θηλυκά αλλάζουν φύλο και λειτουργούν ως αρσενικά (που ισοδυναμεί με δευτερεύοντα αρσενικά των αληθινών δυανδρικών ειδών).

Στον τελευταίο τρόπο, τα ψάρια παραμένουν θηλυκά χωρίς να αλλάξουν φύλο. Βασικά στοιχεία του ορχικού ιστού παραμένουν στις ωοθήκες, αλλά δεν παρουσιάζουν αισθητές δομικές και λειτουργικές αλλαγές (διαρκή θηλυκά) (Fostier et al., 2000).

Το *P. pagrus* θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα είδος με καθυστερημένη ωρίμανση. Η παραμονή του ψαριού κάτω από υψηλές θερμοκρασίες και η απεριόριστη διαθεσιμότητα τροφής, αν και έχουν ως αποτέλεσμα ένα υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης στους πληθυσμούς που εκτρέφονται (τρεις φορές υψηλότερος ρυθμός από εκείνον των άγριων πληθυσμών, Machias, et al., 1998), δεν είχαν καμία επίδραση στην ηλικία της σεξουαλικής ωριμότητας, αφού δεν αναφέρθηκε πρόωρη ωρίμανση, σε σχέση με τους άγριους πληθυσμούς. Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι παράγοντες της θερμοκρασίας και της διαθεσιμότητας τροφής δεν καθορίζουν την ηλικία της σεξουαλικής ωριμότητας (Fostier et al., 2000).

Το *P. pagrus* είναι είδος πολύγυνο (DeVries, 2006). Έχει ετήσιο αναπαραγωγικό κύκλο. Η γαμετογένεση αρχίζει κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου όταν η φωτοπερίοδος και η θερμοκρασία μειώνονται και η ωοτοκία πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της άνοιξης (Μάρτιος-Μάης) με τη θερμοκρασία να κυμαίνεται από τους 15°C μέχρι τους 19°C. Το φαγκρί είναι πολλαπλός γεννήτορας. Τα θηλυκά γεννούν αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της ετήσιας εποχής ωοτοκίας με ένα διάλειμμα 2-3 ημερών (Kokokiris et al., 2001).

Μελέτη που έχει γίνει τοποθετεί την περίοδο ωοτοκίας του *P. pagrus* σε συνθήκες εκτροφής στην Κρήτη από τα μέσα του Ιανουαρίου έως τα μέσα του Απριλίου ή τις αρχές του Μαΐου (Mylonas et al., 2004). Στο φυσικό τους περιβάλλον η ωρίμανση των γονάδων συμβαίνει τον Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο στο νότιο ημισφαίριο (Αργεντινή) και από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο στο βόρειο ημισφαίριο. Στη φύση, η αναπαραγωγή πραγματοποιείται σε βάθος 50-150m, όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή και πιο σταθερή κατά τη διάρκεια του έτους (Manooch and Hassler, 1978)..

Η πολλαπλή ωοτοκία του *P. pagrus* μπορεί να είναι αποτέλεσμα μιας ασύγχρονης ωοθηκικής ανάπτυξης όπως συμβαίνει με το είδος *Sparus aurata* (τσιπούρα), με τα θηλυκά να γεννούν καθημερινά έως και 4 μήνες, αλλά μπορεί να είναι και αποτέλεσμα πολλαπλής παραγωγής (multiple-batch), όπως συμβαίνει με το *Dicentrarchus labrax* (λαβράκι), με τα θηλυκά να γεννούν τρεις με τέσσερις φορές κατά τη διάρκεια της περιόδου ωοτοκίας (Kokokiris et al., 2001).

Τα αυγά και οι προνύμφες του *Pagrus pagrus* είναι πελαγικά, ικανά να επιβιώσουν κατά τη μεταφορά τους από τα ωκεάνια ρεύματα, συμβάλλοντας σε πληθυσμούς που είναι κατατεταγμένοι σε πολλά μέρη αλλά είναι γενετικά ομοιογενείς.(Manooch, 1976)

Ο Manooch (1976) έχει αναφέρει ότι τα αυγά του φαγκριού είναι διαφανή και σφαιρικά, με μέγεθος 0,8-0,9mm. Οι Kolios et al. (1997) βρήκαν ότι η μέση διάμετρος του αυγού είναι 0,84mm για τα ψάρια που εκτρέφονται στους 13-25°C, ενώ οι Mihelakakis et al.(2001) παρατήρησαν ότι το μέγεθος είναι 0,99-1,09mm. Οι Abrehouch, 2009 παρατήρησαν ότι η διάμετρος των αυγών και της σταγόνας ελαίου είναι 0,99-1,07mm και 0,22-0,24mm αντίστοιχα. Το μέγεθος των γεννητόρων, η ηλικία και ο γενότυπος, καθώς και οι καθημερινοί και οι εποχιακοί ρυθμοί ταΐσματος μπορούν να επηρεάσουν τη διάμετρο των παραγόμενων αυγών (Bromage, 1994) Το μέγεθος των αυγών και των προνυμφών σχετίζονται (Kjorsvik et al., 1990).

Από τους Machinandiaarena et al. (2003) έχει αναφερθεί ότι η εμβρυϊκή ανάπτυξη του φαγκριού έχει ολοκληρωθεί στους 18°C. Σύμφωνα με τους Saka et al., (2005), αν και τα μικρότερα και μεγαλύτερα όρια εκκόλαψης του φαγκριού είναι οι 14°C και οι 22°C, οι ευνοϊκές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη των αυγών κυμαίνονται από τους 16 μέχρι τους 18°C.

Σε συνθήκες εκτροφής, τα ώριμα θηλυκά παράγουν περίπου 200.000 αυγά /Kg σωματικού βάρους (Kolios et al., 1997).

➤ **Εκτροφή του *P. pagrus***

Σύμφωνα με τους Kentouri et al. (1995), η εκτροφή των προνυμφών του *Pagrus pagrus* ξεκίνησε το 1993 στο IMBC υπο εντατικές και εκτατικές συνθήκες: οι συνθήκες που επικρατούσαν περιλάμβαναν την τεχνική του πράσινου νερού, θερμοκρασία περιβάλλοντος 18°C και φωτοπερίοδο 24L:0D. Επειδή οι γνώσεις περί των διατροφικών απαιτήσεων του φαγκριού δεν ήταν επαρκείς, ακολουθήθηκε το πρωτόκολλο εκτροφής της τσιπούρας. Έτσι, όταν οι λάρβες έφτασαν σε μέγεθος τα 4,5-5mm, ταΐστηκαν με εμπλουτισμένα rotifers (*Brachionus plicatilis*), ακολούθησαν νεοεκκολαπτόμενοι ναύπλιοι και εμπλουτισμένοι μεταναύπλιοι της *Artemia salina*. Η τεχνητή τροφή δόθηκε όταν οι προνύμφες έφτασαν σε μέγεθος τα 8,5-9mm, συγκριτικά νωρίτερα από τις προνύμφες της τσιπούρας. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ήταν χαμηλό ποσοστό επιβίωσης και ικανοποιητική ανάπτυξη των προνυμφών.

Η τεχνολογία εκτροφής για το *P. pagrus* είναι παρόμοια με της τσιπούρας (Kentouri et al., 1995). Γενικά, οι βιολογικές απαιτήσεις του φαγκριού συμφωνούν με τη γενική στοιχειομετρία της εντατικής εκτροφής των θαλάσσιων ψαριών (Divanach, 1985). Πιθανολογείται ότι αυτό το είδος εξαρτάται πιο πολύ από την ποιότητα του νερού (Kentouri et al., 1995).

Σε εξέταση που πραγματοποιήθηκε σε ψάρια με παρόμοιο αρχικό βάρος, που έχουν εκτραφεί σε ίδιες διακυμάνσεις θερμοκρασίας και στα οποία έχει ακολουθηθεί το ίδιο σύστημα διατροφής, φάνηκε ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του φαγκριού είναι παρόμοιος με εκείνον της τσιπούρας και υψηλότερος από εκείνον άλλων ειδών (Divanach et. al., 1993).

Η επιβίωση του φαγκριού σε ετήσια βάση είναι παρόμοια με εκείνη που έχει αναφερθεί για το λαβράκι και την τσιπούρα. Η θνησιμότητα που παρατηρείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι μικρότερη από 2% αλλά οι μεγάλες θνησιμότητες (30-40%) παρατηρούνται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ιδίως μετά από δειγματοληψίες. Η υψηλή θνησιμότητα σχετίζεται με την εξοφθαλμία, τις υψηλές θερμοκρασίες και το επαναλαμβανόμενο stress λόγω χειρισμών (Kentouri et al., 1995).

1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΥΤΩΝ

Στα ψάρια υπάρχουν δύο είδη σώματος: τα στρογγυλά και τα πλατύψαρα. Τα στρογγυλά ψάρια, όπως είναι ο τόνος, το σκουμπρί και ο καρχαρίας, βρίσκονται σχεδόν σε διαρκή κίνηση, ενώ τα πλατύψαρα όπως το σελάχι και η γλώσσα έχουν προσαρμοστεί να ζουν στον πυθμένα και σπάνια κολυμπούν.

➤ Το σχήμα του ψαριού

Το σχήμα του ψαριού παίζει ρόλο στην ποιότητά του καθώς οι μικροοργανισμοί βρίσκονται στην εξωτερική επιφάνεια των ζωντανών ιχθύων όπως και των ιχθύων που έχουν μόλις αλιευθεί. Ο συνολικός αριθμός των μικροοργανισμών ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό. Σε περίπτωση που τα ψάρια έχουν μεγάλη επιφάνεια στην αναλογία βάρους, ο ρυθμός της αλλοίωσης είναι ταχύς εξαιτίας των οργανισμών που βρίσκονται στην επιφάνεια των ψαριών (Γούναρης, 2011).

➤ Δέρμα

Το δέρμα καλύπτει την εξωτερική επιφάνεια και προστατεύει το μύ και εκκρίνει βλέννα η οποία προσδίδει στο ψάρι την ιδιότητα να είναι ολισθηρό. Οι κύριες λειτουργίες της βλέννας είναι να βοηθάει το ψάρι να κινείται μέσα στην υδάτινη μάζα μειώνοντας την τριβή και να το προστατεύει από τις επιθέσεις βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών που θα μπορούσαν να το μολύνουν.

Όταν τα ψάρια είναι ζωντανά, η βλέννα που εκκρίνει το δέρμα τους έχει αντιμικροβιακές ουσίες και για αυτό το λόγο θα πρέπει να παραμείνει στο ψάρι μετά το θάνατο αυτού. Δυστυχώς όμως, λόγω λανθασμένων χειρισμών και κακής συντήρησης η βλέννα αλλάζει και μετατρέπεται σε μέσο ανάπτυξης βακτηρίων. Όταν το ψάρι είναι φρέσκο, η βλέννα έχει φυσική οσμή και είναι διαφανής, ενώ όταν αναπτύσσονται βακτήρια η οσμή είναι άσχημη και το χρώμα της βλέννας γίνεται γαλακτώδες. Πάντα είναι πολύ σημαντικό να δίνεται προσοχή κατά τους χειρισμούς ώστε να μην τραυματίζεται το δέρμα (Anonymous, 2011a).

➤ **Σκελετός**

Το σώμα των ιχθύων αποτελείται από τα σκληρά και τα μαλακά τμήματα. Τα σκληρά τμήματα αποτελούνται από το σκελετό και τα μαλακά τμήματα αποτελούνται από το δέρμα, τους μυς και τα εσωτερικά όργανα. Από αυτά οι μύες (ή σάρκα) αποτελούν το μεγαλύτερο (και θρεπτικότερο) μέρος του σώματος (Βαρελτζής, 1999).

Σύμφωνα με τον Huss (1995) τα ψάρια ως σπονδυλωτά, φέρουν σπονδυλική στήλη και κρανίο το οποίο καλύπτει τον εγκέφαλο. Η σπονδυλική στήλη εκτείνεται από το κεφάλι μέχρι την ουρά και αποτελείται από τμήματα, τους σπονδύλους. Αυτοί οι σπόνδυλοι εκτείνονται ραχιαία σχηματίζοντας νευρικές άκανθες και στην περιοχή του κορμού έχουν πλευρικές κατασκευές που σχηματίζουν πλευρά.

Τα πλευρά είναι χόνδρινες ή οστικές δομές στο συνδετικό ιστό (μυοκόμματα) μεταξύ των τμημάτων των μυών (μυομερίδια). Συνήθως υπάρχει και ο αντίστοιχος αριθμός 'ψευτοπλευρών' που εκτείνονται περισσότερο ή λιγότερο μέσα στον συνδετικό ιστό. Αυτά τα οστά δημιουργούν μεγάλο πρόβλημα κατά τη διαδικασία της φιλετοποίησης.

➤ **Μυϊκό σύστημα**

Η σάρκα των ιχθύων αποτελείται από τους μυς του σώματος στους οποίους συμπεριλαμβάνονται ο συνδετικός ιστός και ο λιπώδης ιστός, το αίμα, τα λεμφικά αγγεία και τα ενδομυϊκά οστά (Zaitsev et. al., 1969).

Στα ψάρια, όπως και σε όλα τα σπονδυλωτά, υπάρχουν τρία είδη μυών: ο μαλακός (ακούσιος), ο καρδιακός (καρδιά) και ο γραμμωτός (σκελετικός). (Anonymous, 2003).

Η λειτουργική μονάδα των σκελετικών μυών, τα μυοκύτταρα, αποτελούνται από το σαρκόπλασμα το οποίο περιέχει πυρήνα, διατάξεις γλυκογόνου, μιτοχόνδρια κλπ. και μυοϊνίδια. Το κύτταρο περιβάλλεται από μια προστατευτική κατασκευή από συνδετικό ιστό που ονομάζεται σαρκόλειμμα. Τα μυοϊνίδια περιέχουν τις συστατικές πρωτεΐνες ακτίνη και μυοσίνη. Αυτά τα ινίδια έχουν ένα χαρακτηριστικό εναλλασσόμενο σύστημα διάταξης το οποίο κάνει το μυ να φαίνεται γραμμωτός όταν παρατηρείται μέσω του μικροσκοπίου (Huss, 1995).

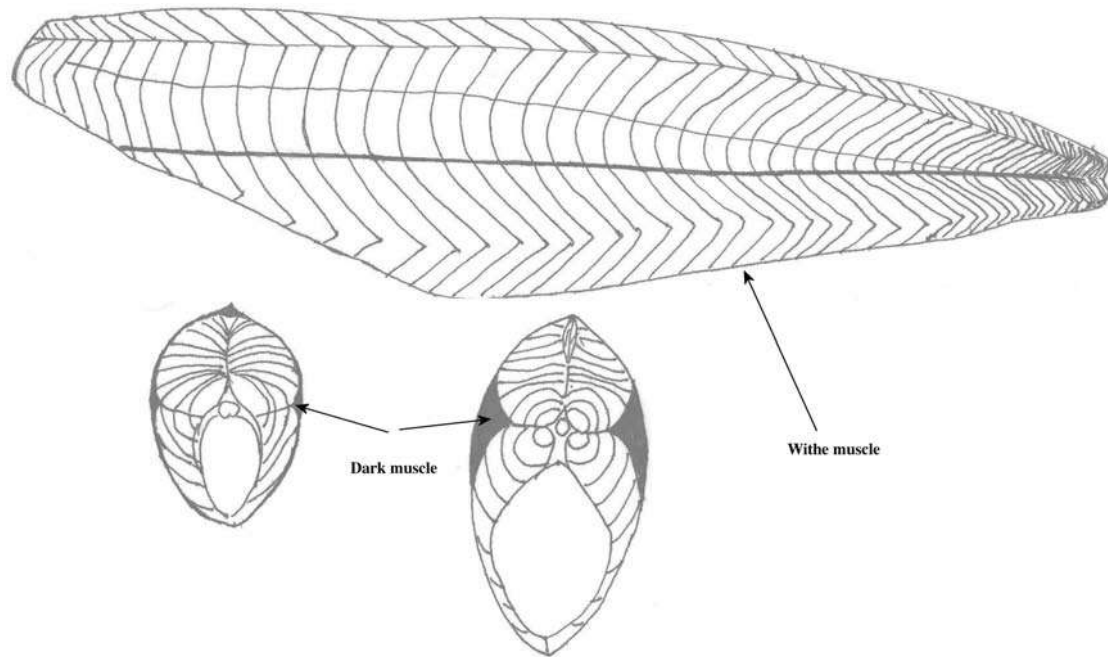
Οι σκελετικοί μύες είναι τοποθετημένοι παράλληλα μεταξύ τους, κατά τη μεταμερική διάταξη και συνδέονται με το συνδετικό ιστό ο οποίος συνδέεται με το

σκελετό και την επιδερμίδα του ιχθύος. Οι δέσμες παράλληλων σκελετικών μυών ονομάζονται μυομερίδια (myotomes) και κάθε μυομερίδιο χωρίζεται από το γειτονικό του με μια μεμβράνη συνδετικού ιστού, το μυοδιάφραγμα (Μπλούκας, 2001).

Οι σκελετικοί μύες επιμηκύνονται σε όλο τους το μήκος ανάμεσα σε δύο μυοκόμματα και εκτείνονται παράλληλα με τη διαμήκη κατεύθυνση του ψαριού. Τα μυοκόμματα εκτείνονται σε έναν λοξό σχηματισμό, κάθετα προς τον επιμήκη άξονα του ψαριού, από το δέρμα έως τη σπονδυλική στήλη. Αυτή η ανατομική διάταξη είναι ιδανική για την ευέλικτη κίνηση του ψαριού μέσα στο νερό.

Η μυϊκή μάζα που υπάρχει στην κάθε πλευρά του ψαριού κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης αποτελεί το φιλέτο, στο άνω μέρος του οποίου βρίσκονται οι ραχιαίοι μύες και στο κάτω μέρος οι κοιλιακοί (Huss, 1995). Επίσης, οι μύες αυτοί διαιρούνται με βάση ένα οριζόντιο διάφραγμα και ονομάζονται επαξονικοί ή υπαξονικοί αντίστοιχα. Τα δύο μυϊκά τμήματα (οι δύο πλευρές του σώματος δηλαδή) είναι ενωμένα από το μέσο του σώματος έως την ουρά, ενώ στο μέσο του κορμού χωρίζουν για να σχηματίσουν τη περισπλαχνική κοιλότητα (Χατζηκυριακίδου, 2010).

Η σάρκα των ψαριών αποτελείται από δύο είδη μυϊκού ιστού, τον ανοιχτόχρωμο ή λευκού χρώματος ο οποίος καταλαμβάνει και το μεγαλύτερο τμήμα και τον ερυθρό ή σκουρόχρωμο (Εικ. 4). Η ποσότητα και η θέση του ερυθρού εξαρτώνται από το είδος των ιχθύων (Φώτης, 1999). Ο ερυθρός μυς βρίσκεται κάτω από το δέρμα κατά μήκος του πλευρικού τμήματος του ψαριού (Huss, 1995) και αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό της μυϊκής αναλογίας κοντά στην ουρά (Foegeding et al., 1996) και η αναλογία του συγκριτικά με το λευκό μυ εξαρτάται από τη δραστηριότητα του ιχθύος (Huss, 1995). Στους δραστήριους κολυμβητικά ιχθείς το ποσοστό του φτάνει το 15-30%, ενώ στα άλλα είδη κυμαίνεται μεταξύ 2-12% (Foegeding et al., 1996).



Εικόνα 4: Φιλέτο ψαριού όπου είναι εμφανής ο λευκός μύς (άνω εικόνα) και κάθετες τομές στο σώμα του ιχθύος όπου είναι εμφανής ο ερυθρός μύς (κάτω εικόνα) (Huss, 1995).

1.3 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

Η σάρκα ενός ψαριού που βρίσκεται σε καλή κατάσταση αποτελείται από λιπίδια, νερό, ανόργανα άλατα, βιταμίνες, πρωτεΐνες και άλλες αζωτούχες ενώσεις και υδατάνθρακες. Οι πρωτεΐνες και τα λιπίδια είναι τα κύρια συστατικά ενώ οι υδατάνθρακες εμφανίζονται σε χαμηλά επίπεδα (λιγότερο από 0,5%) (Sándor et al., 2011). Η περιεκτικότητα αυτών των συστατικών στη σάρκα είναι: νερό (66-84%), πρωτεΐνη (15-24%), λιπίδια (0,1-22%), ανόργανα στοιχεία (0,8-2%) και σάκχαρα σε ελάχιστη ποσότητα (0,3%) στη μέγιστη αξία των ψαριών (Jacquot, 1961). Η ταξινόμηση των ψαριών γίνεται ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε λιπίδια (Ackman, 1990) :

- Άπαχα ψάρια [μπακαλιάρος (*Gadus morhua*), κίτρινη πέρκα (*Perca flavescens*)]: <2% λίπος
- Ψάρια με χαμηλά λιπαρά [γλώσσα (*Solea solea*), ιππόγλωσσο (*Hippoglossus hippoglossus*)]: 2-4% λίπος
- Μεσαίων λιπαρών ψάρια [σολομός (*Salmo salar*)]: 4-8% λίπος
- Ψάρια με πολλά λιπαρά [σκουμπρί (*Scomber scombrus*)]: >8% λίπος

Η χημική σύσταση του ψαριού ποικίλει μεταξύ των ειδών αλλά και μεταξύ διαφορετικών ατόμων και εξαρτάται από την ηλικία, το φύλο, το περιβάλλον και την εποχή. Επιπλέον, η μεταβολή της χημικής σύστασης σχετίζεται πολύ στενά με την πρόσληψη τροφής, με την κολύμβηση που απαιτείται για τη μετανάστευση και την ωρίμανση σε συνδυασμό με την ωτοκία (Huss, 1995). Στον Πίνακα 1 γίνεται αναφορά στη χημική σύσταση της σάρκας δύο ιχθύων (στον μπακαλιάρο και την πέρκα Ατλαντικού Ωκεανού) αλλά και στο ποσοστό που καταλαμβάνουν στα διάφορα τμήματα της σάρκας αυτών.

Σύμφωνα με τους Simat et al., 2011, υπάρχει διαφορά στη χημική σύσταση μεταξύ της άγριας και της εκτρεφόμενης τσιπούρας (*Sparus aurata*). Συγκεκριμένα, μετρήθηκαν μεταξύ άλλων οι χημικές αλλαγές μετά το θάνατο των ατόμων και βρέθηκε ότι η άγρια τσιπούρα εμφανίζει διαφορές από την εκτρεφόμενη ως προς την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, υγρασία, λίπος και τέφρα (Πίνακας 2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Μέση χημική σύσταση ορισμένων τμημάτων του σώματος δύο ιχθύων (% κατά βάρος) (Zaitsev, 1969)

	Σάρκα	Δέρμα	Κεφάλι	Κόκαλα	Πτερύγια	Αβγά	Ήπαρ
Μπακαλιάρος							
Νερό	80,8	69,5	79,0	74,0	73,0	75,5	27,5
Λίπος	0,3	0,4	0,4	0,5	1,2	1,8	65,8
Πρωτεΐνες	17,6	27,4	14,6	15,0	15,7	20,0	5,3
Τέφρα	1,2	3,0	6,0	10,5	8,8	1,3	0,4
Πέρκα Ατλαντικού Ωκεανού							
Νερό	75,0	66,5	67,5	56,5	58,5	-	55,5
Λίπος	6,0	2,2	10,0	18,5	1,6	-	29,0
Πρωτεΐνες	17,7	28,3	16,5	15,5	16,8	-	12,2
Τέφρα	1,3	3,0	5,8	9,5	21,6	-	1,1

Πίνακας 2: Ανάλυση κατά προσέγγιση (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση, n=12, % επι του υγρού βάρους), άγρια και εκτρεφόμενη τσιπούρα.

	Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	Τέφρα (%)
Άγρια	79,12 ± 0,48	19,87 ± 0,36	0,86 ± 0,12	1,12 ± 0,06
Εκτρεφόμενη	74,5 ± 0,82	19,55 ± 0,30	4,18 ± 0,16	1,05 ± 0,03

(Simat et al., 2011)

➤ Λίπος

Τα λίπη που βρίσκονται στους τελεόστεους ιχθείς χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τα φωσφολιπίδια και τα τριγλυκερίδια. Τα φωσφολιπίδια συνθέτουν τη δομή των μεμβρανών στα κύτταρα και έτσι συνήθως αποκαλούνται δομικά λιπίδια. Τα τριγλυκερίδια είναι τα λιπίδια που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της ενέργειας στις αποθήκες λίπους, συνήθως μέσα σε ειδικά λιποκύτταρα τα οποία είναι περικυκλωμένα από μια μεμβράνη φωσφολιπιδίων και ένα μάλλον αδύναμο δίκτυο κολλαγόνου τα τριγλυκερίδια συνήθως ονομάζονται αποθήκες λίπους. Λίγα ψάρια έχουν κηρεστέρες ως μέρος αποθήκευσης κεριού (Huss, 1995).

Η ποσότητα των συνολικών λιπιδίων μπορεί να διαφέρει μεταξύ των ιστών και των οργάνων αλλά και μεταξύ διαφορετικών ειδών ψαριών (Keriko et al., 2010). Τα ψάρια ταξινομούνται σε άπαχα και λιπαρά, ανάλογα με τον τρόπο που αποθηκεύουν το λίπος για ενέργεια. Τα άπαχα ψάρια χρησιμοποιούν το ήπαρ ως αποθήκη λίπους ενώ τα λιπαρά είδη αποθηκεύουν τα λίπη σε λιποκύτταρα σε όλο το σώμα (Huss, 1995).

Τα λιποκύτταρα που συνθέτουν τις αποθήκες λίπους στα λιπαρά είδη βρίσκονται στον υποδόριο ιστό, στο μύ του κοιλιακού πτερυγίου και στους μύς που κινούν τα πτερύγια και την ουρά. Σε ορισμένα είδη που αποθηκεύουν εξαιρετικά υψηλές ποσότητες λιπιδίων, το λίπος μπορεί να αποθηκεύεται και στην κοιλιακή κοιλότητα (Huss, 1995).

Στη σύνθεση των λιπών των ιχθύων, απαντάται ένας μεγάλος αριθμός λιπαρών οξέων (Παπαναστασίου, 1990). Ανάλογα με την ποσότητα των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, τα περισσότερα λίπη των ψαριών είναι περισσότερο ή λιγότερο υγρά στις χαμηλές θερμοκρασίες (Huss, 1995).

Τα αποθέματα λίπους βρίσκονται διασκορπισμένα σε όλη τη μυϊκή δομή (Kiessling et al., 1991). Σε ορισμένους ιχθείς, όπως είναι η πέρκα και ο μπακαλιάρος, υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή του λίπους στα εδώδιμα τμήματά τους, ιδίως στη σάρκα τους. Σε ψάρια όμως, με υψηλό ποσοστό λίπους όπως είναι ο σολομός και το χέλι δεν συμβαίνει αυτό (Παπουτσόγλου, 2008).

Η συγκέντρωση των λιποκυττάρων είναι μεγαλύτερη κοντά στα μυοκόμματα και στην περιοχή ανάμεσα στο λευκό (light) και τον σκούρο μυ (dark) (Kiessling et

al., 1991). Ο σκούρος μυς περιέχει μερικά τριγλυκερίδια μέσα στα μυϊκά κύτταρα ακόμα και στα άπαχα ψάρια, καθώς αυτός ο μυς μπορεί να μεταβολίζει κατευθείαν τα λιπίδια ως ενέργεια. Τα αντίστοιχα κύτταρα του λευκού μυός χρησιμοποιούν το γλυκογόνο ως πηγή ενέργειας για τον αναερόβιο μεταβολισμό. Στον κόκκινο μυ τα αποθέματα ενέργειας καταβολίζονται πλήρως σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό, ενώ στο λευκό μυ σχηματίζεται γαλακτικό οξύ. Η ενέργεια κινητοποιείται πιο γρήγορα από το λευκό μυ παρά από τον σκούρο μυ, αλλά ο σχηματισμός γαλακτικού οξέος προκαλεί κόπωση με αποτέλεσμα να μην επιτρέπει στο μυ να κινείται για μεγάλο χρονικό διάστημα στη μέγιστη ταχύτητα. Ο σκούρος μυς χρησιμοποιείται για συνεχόμενη κολύμβηση μεγάλης διάρκειας, ενώ ο λευκός μυς χρησιμοποιείται για γρήγορα τινάγματα όταν δηλαδή χρειάζεται να πιάσει τη λεία του ή να ξεφύγει από τον θηρευτή (Huss, 1995). Τα αποθέματα λίπους χρησιμοποιούνται κυρίως για μεταναστεύσεις ωτοκίας και για το σχηματισμό των γονάδων (Ando et al., 1985).

➤ Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες του ψαριού περιλαμβάνουν τις δομικές πρωτεΐνες (ακτίνη, μυοσίνη, τροπομυοσίνη και ακτομυοσίνη) (Sandor et al., 2011), [(οι οποίες αποτελούν το 70-80% του συνολικού περιεχομένου σε πρωτεΐνες, συγκριτικά με το 40% στα θηλαστικά· αυτές οι πρωτεΐνες είναι διαλυτές σε ουδέτερα διαλύματα αλάτων αρκετά υψηλής ιονικής δύναμης] (Huss, 1995), τις σαρκοπλασμικές πρωτεΐνες [(σφαιρίνη, μυοαλβουμίνη και ένζυμα) (Sandor et al., 2011) (οι οποίες είναι διαλυτές σε ουδέτερα διαλύματα αλάτων χαμηλής ιονικής δύναμης· αυτό το κλάσμα αποτελεί το 25-30% της πρωτεΐνης)] (Huss, 1995) και τις πρωτεΐνες του συνδετικού ιστού (κολλαγόνο) (Sandor et al., 2011) (αποτελούν περίπου το 3% της πρωτεΐνης στους τελεόστεους ιχθύες και περίπου το 10% στους ελασμοβράγχιους, συγκριτικά με το 17% στα θηλαστικά). Οι δομικές πρωτεΐνες συνθέτουν τη συσταλτική συσκευή που είναι υπεύθυνη για την κίνηση των μυών (Huss, 1995).

Σε κάθε είδος ψαριού η σχέση μεταξύ του συνόλου πρωτεΐνης και του σωματικού βάρους είναι συγκεκριμένη. Τα πιο εξελιγμένα ψάρια έχουν μεγάλη ικανότητα πρόσληψης πρωτεϊνών· η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη και η επιπλέον ποσότητα αυτής απαμινώνεται και αποθηκεύεται ως λίπος (Sanz, 2011).

Η περιεκτικότητα της σάρκας των ψαριών σε πρωτεΐνες επηρεάζεται σημαντικά από την περιεκτικότητα σε λίπη και νερό. Η λιποπεριεκτικότητα επηρεάζει αρνητικά την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (γενικά τα άπαχα ψάρια έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα πρωτεϊνών και αντίστροφα). Το ίδιο ισχύει και για την περιεκτικότητα σε νερό. Είναι περίπου αντίστροφα ανάλογη προς την περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες. Επίσης, υπάρχει διαφορά στην περιεκτικότητα των πρωτεϊνών ανάμεσα στους κόκκινους και τους λευκούς μυς των ψαριών. Οι σκουρόχρωμοι μύες του τόνου περιέχουν μικρότερες ποσότητες πρωτεϊνών από τους λευκούς.

Η πρωτεΐνη είναι το μέρος της τροφής που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των μυών. Δεν είναι όμως η ίδια η πρωτεΐνη που προκαλεί την ανάπτυξη, αλλά τα αμινοξέα που βρίσκονται μέσα στην πρωτεΐνη. Η ανάγκη για αμινοξέα και η ισορροπία των αμινοξέων ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος και την ηλικία των ψαριών. Η ισορροπία αυτή είναι σημαντική για την ανάπτυξη, χωρίς όμως να σημαίνει ότι τα αμινοξέα θα πρέπει να είναι όλα στην ίδια ποσότητα (μπορεί κάποια να είναι μειωμένα ενώ κάποια άλλα αυξημένα), αρκεί να υπάρχει ισορροπία στην τροφή ώστε η ανάπτυξη των ψαριών να είναι η βέλτιστη (Sanz, 2000).

➤ Νερό

Η περιεκτικότητα των ψαριών σε νερό διαφέρει πάρα πολύ ανάμεσα στα είδη και γενικά είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη λιποπεριεκτικότητά τους (Παπαναστασίου, 1976). Τα ψάρια αποτελούνται κατά μέσο όρο από 70% νερό· στα λιπαρά ψάρια αυτό το ποσοστό είναι περίπου 65%, ενώ στα άπαχα ψάρια περίπου 80% (Maas-van Berkel et al., 2004).

Το νερό στον μυϊκό ιστό των ιχθύων βρίσκεται δεσμευμένο ή ελεύθερο. Ως δεσμευμένο ή δομικό νερό θεωρείται η ποσότητα του νερού η οποία κατά την κίνηση των μορίων των πρωτεϊνών σε ένα διάλυμα μεταφέρεται με τη μονάδα βάρους της πρωτεΐνης. Η ενυδάτωση των πρωτεϊνών εξαρτάται από την πολικότητα του μορίου του νερού και από την παρουσία ενεργών ομάδων στα μόρια των πρωτεϊνών. Άλλες και μη πλευρικές αλυσίδες πρωτεϊνών μπορεί να μην έχουν επίδραση στο δομικό νερό (Bailey, 1989).

Η υπόλοιπη ποσότητα νερού που περιέχει η σάρκα του ψαριού βρίσκεται μέσα στον μυϊκό ιστό ελεύθερη. Το ακίνητο νερό ορίζεται ως η ποσότητα του ελεύθερου νερού που δεν είναι τόσο σταθερά δεμένη γύρω από τις πρωτεΐνες όσο

είναι το δομικό νερό. Αν η σάρκα υποστεί κάποια επεξεργασία, όπως είναι για παράδειγμα η θέρμανση, η κατάψυξη ή η ξήρανση, τότε η αναλογία μεταξύ των δύο ειδών νερού, του δεσμευμένου και του ελεύθερου, μεταβάλλεται και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρηθούν μεταβολές στη σάρκα του ψαριού (Βαρελτζής, 1999).

Με την αύξηση της ηλικίας και του μεγέθους των ψαριών, το επίπεδο της υγρασίας στο σώμα τους μειώνεται, ενώ παράλληλα το επίπεδο των λιπών αυξάνεται. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα επίπεδα της υγρασίας και των λιπών αλλά και η ένταση της ποσοστιαίας αλληλοεξάρτησής τους καθορίζονται τόσο από ενδογενείς (κυρίως κληρονομικότητα), όσο και από εξωγενείς παράγοντες. Από τους ενδογενείς παράγοντες, ιδιαίτερα σημαντικός θεωρείται το βιολογικό στάδιο με την έννοια της ωρίμανσης, κυρίως των θηλυκών ατόμων (παρατηρείται μείωση του επιπέδου λιπαρών ουσιών στους μύες και αύξησή του στα αναπτυσσόμενα αυγά), σε συνδυασμό με τον αναπαραγωγικό τύπο κάθε είδους (μια φορά σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, ετήσιος ή όχι) και την 'ανάγκη' για αναπαραγωγική μετανάστευση.

Από τους εξωγενείς παράγοντες, πλέον σημαντικός θεωρείται η διατροφική κατάσταση των ιχθύων (επάρκεια και χημική σύσταση της τροφής). Βέβαια, σε ακραίες καταστάσεις όπως είναι η παρατεταμένης διάρκειας ασιτία σε συνδυασμό με την ακατάλληλη θερμοκρασία νερού, το ποσοστό υγρασίας μπορεί να φτάσει μέχρι το 90% (Bailey 1989, Kiessling 1991).

Στα ψάρια, όταν πλησιάζει η περίοδος φωτοκίας, η περιεκτικότητα του νερού αυξάνεται ενώ των πρωτεϊνών μειώνεται (Murray and Burt, 2011).

➤ Βιταμίνες

Γενικά η σάρκα του ψαριού είναι μια καλή πηγή βιταμινών του συμπλέγματος Β και στην περίπτωση των λιπαρών ψαριών, στις βιταμίνες Α και D. Οι βιταμίνες χωρίζονται σε δύο ομάδες: σε αυτές που είναι λιποδιαλυτές όπως είναι οι Α, D, Ε και Κ και σε εκείνες που είναι υδατοδιαλυτές όπως είναι οι Β και C βιταμίνες. Οι ποσότητές τους ποικίλλουν μεταξύ των ειδών και κατά τη διάρκεια του έτους (Sandor et al., 2011).

➤ **Ανόργανα στοιχεία**

Οι συγκεντρώσεις των διάφορων ανόργανων στοιχείων στο σώμα των ιχθύων καθορίζονται από τη χημική σύσταση του περιβάλλοντος όπου ζουν, τη χημική σύσταση της τροφής τους, το είδος τους καθώς και τη βιολογική φάση και τη φυσιολογική τους κατάσταση. Οι παράγοντες αυτοί γενικά, δεν διαφοροποιούν τις συγκεντρώσεις των ανόργανων στοιχείων με την ίδια ένταση σε όλους τους ιστούς του σώματος των ιχθύων.

Δηλαδή, τόσο η χημική σύσταση της τροφής όσο και εκείνη του νερού διαβίωσης των ιχθύων, επηρεάζουν ευκολότερα τη συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων των υγρών του σώματος και των μαλακών μυών παρά άλλους ιστούς (όπως είναι τα οστά) του σώματος (Lall, 1995).

➤ **Υδατάνθρακες**

Η σάρκα των ιχθύων περιέχει μικρή ποσότητα υδατανθράκων και αυτό γιατί ο οργανισμός τους επενδύει ενεργειακά κυρίως στα λίπη και έπειτα στις πρωτεΐνες (Love, 1992). Η περιεκτικότητα της σάρκας των ιχθύων σε υδατάνθρακες εξαρτάται κυρίως από το φύλο (τα ώριμα θηλυκά καταναλώνουν περισσότερη ποσότητα υδατανθράκων κατά τη φυσιολογική δραστηριότητά τους), την ηλικία, τη βιολογική και θρεπτική κατάστασή τους (κατά την περίοδο αναπαραγωγής συσσωρεύονται στις γονάδες και των δύο φύλων γλυκογόνο και γλυκόζη με αποτέλεσμα η σάρκα να περιέχει μικρότερη ποσότητα αυτών των στοιχείων σε σχέση με τις φυσιολογικές συνθήκες) (Βασιλειάδου, 2002).

Η περιεκτικότητα της σάρκας των ατόμων του γένους *Sparus spp.* σε υδατάνθρακες είναι 0,7-1,5g/100g (Mengoli, 1994), ενώ στον βακαλάο, σε κατάσταση διαρκούς θρέψης, η περιεκτικότητα σε γλυκογόνο του λευκού μυϊκού ιστού είναι 1,5mg/g και του ερυθρού μυϊκού ιστού είναι 0,9mg/g (Love, 1992).

Τα ψάρια αποθηκεύουν τα αποθέματά τους σε υδατάνθρακες με τη μορφή γλυκογόνου. Η περιεκτικότητα της σάρκας των ιχθύων σε υδατάνθρακες είναι ασήμαντη για την ανθρώπινη υγεία αλλά αποτελεί ένα χαρακτηριστικό το οποίο επηρεάζει άμεσα τη μετέπειτα επεξεργασία του αλιεύματος μέσω της διαμόρφωσης της τιμής του pH (Howgate, 2009).

1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση των ιχθύων. Αυτοί είναι οι εξωτερικοί ή εξωγενείς παράγοντες και οι εσωτερικοί ή ενδογενείς παράγοντες (Πίνακας 3). Οι εσωτερικοί παράγοντες είναι το φύλο, ο κύκλος ζωής και το μέγεθος. Αυτοί οι παράγοντες είναι που θα καθορίσουν την πλειονότητα των στοιχείων που προσδιορίζουν τη χημική σύνθεση. Η αναλογία του σπλαχνικού περιεχομένου, των μυών και των οστών συνδέονται με αυτά. Γενικά, τα άγρια ψάρια περιέχουν μεγαλύτερη αναλογία υγρασίας ενώ στα εκτρεφόμενα ψάρια το περιεχόμενο λίπος έχει την τάση να καταλαμβάνει ένα μέρος της συνολικής περιεκτικότητας σε νερό (Shearer, 1994).

Στους ιχθείς μεγάλης ηλικίας η περιεκτικότητα της σάρκας τους σε λίπος είναι μεγαλύτερη και σε νερό μικρότερη, συγκριτικά με τους νεαρούς ιχθείς. Επίσης, κατά την περίοδο της μετανάστευσης και της ωοτοκίας η λιποπεριεκτικότητα της σάρκας τους μειώνεται ενώ αυξάνεται η περιεκτικότητά της σε νερό (Βαρελτζής, 1999).

Η χημική σύσταση ενός συγκεκριμένου είδους ιχθύος διαφέρει από το ένα αλιευτικό πεδίο στο άλλο και από εποχή σε εποχή. Η βασική αιτία όμως, της αλλαγής της σύστασης, είναι συνήθως η μεταβολή της ποσότητας και της ποιότητας της τροφής του ιχθύος και του συνόλου των κινήσεων που κάνει. Για παράδειγμα, τα ψάρια σταματούν να τρέφονται πριν την ωοτοκία και αντλούν τα αποθέματά τους σε λίπος και πρωτεΐνες. Επιπλέον, όταν ένας πληθυσμός είναι υπερπλήρης, δεν υπάρχει αρκετή τροφή με αποτέλεσμα να αλλάξει η σύσταση (Huss, 1995).

Η χημική σύσταση της σάρκας των ιχθύων εξαρτάται από διατροφικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες, επηρεάζει τις θρεπτικές και οργανοληπτικές τους ιδιότητες και καθορίζει τη διάρκεια συντήρησης και τον τρόπο επεξεργασίας τους. Οι ιχθύες που εκτρέφονται εντατικά ζουν σε ένα πιο σταθερό περιβάλλον συγκριτικά με τους άγριους πληθυσμούς και η τεχνητή τροφή που προσλαμβάνουν, επηρεάζουν ως ένα βαθμό τη χημική σύσταση της σάρκας τους και κυρίως τις συγκεντρώσεις και τη σύνθεση των λιπιδίων και τις συγκεντρώσεις των λιποδιαλυτών βιταμινών (Orban et al., 1997).

➤ Το pH των ιχθύων

Παρά το γεγονός ότι η χημική σύσταση των ιχθύων και η αλλοίωσή τους προσομοιάζει εκείνον του κρέατος, οι ιχθύες είναι περισσότερο ευπαθείς και αποτελούν καλύτερο υπόστρωμα ανάπτυξης για τους παθογόνους μικροοργανισμούς και αυτό οφείλεται στο ότι έχουν αυξημένο pH και χαμηλότερο επίπεδο γλυκόζης (Αρβανιτογιάννης και συν., 2001 ; Παπαναστασίου, 1976).

Η τιμή του pH της σάρκας των ιχθύων είναι πάντοτε υψηλή επειδή οι μύες περιέχουν ελάχιστη ποσότητα υδατανθράκων (μικρότερη από 1%). Για αυτό το λόγο ευνοείται και η ανάπτυξη των βακτηρίων (Gram and Huss, 1996).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση του ψαριού

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ
Εποχή	Ωοτοκία (περιεχόμενο λίπος και νερό)
Ηλικία	Νεαρό, ώριμο ψάρι
Φύλο	Θηλυκό και αρσενικό
Περιβάλλον	Τροφή, Θερμοκρασία νερού
Περιοχή σώματος	Λευκοί και ερυθροί μύες
Είδος ψαριού	Πελαγικοί και βενθικοί ιχθύες (ο καρχαρίας και το σαλάχι περιέχουν υψηλή ουρία).

(Anonymous, 2011a)

1.5 Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΤΟΥΣ

Τα κύρια συστατικά ενός οργανισμού είναι το νερό, οι πρωτεΐνες, τα λίπη, οι υδατάνθρακες, τα ανόργανα άλατα και οι βιταμίνες. Στα ψάρια, οι υδατάνθρακες βρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες από ότι σε άλλους ζωικούς οργανισμούς. Όλα αυτά τα θρεπτικά συστατικά, όμως, απαιτούνται για τη διατροφή των ψαριών, μεταβολίζονται σε διαφορετικό βαθμό και συνεισφέρουν στην αύξηση, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή τους (Κωλέττας, 1998).

Η χημική σύσταση της σάρκας των ιχθύων εξαρτάται από διατροφικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι ιχθύες που εκτρέφονται με την εντατική μέθοδο ζουν σε ένα περιβάλλον πιο σταθερό και η τεχνητή διατροφή τους επηρεάζει ως ένα βαθμό τη χημική σύνθεση της σάρκας τους, ιδίως τις συγκεντρώσεις και τη σύνθεση των λιπιδίων και τις συγκεντρώσεις των λιποδιαλυτών βιταμινών (Orban et al., 1997).

Σύμφωνα με την Κεντούρη (2011), η διατροφή είναι μια σειρά διαδικασιών με τις οποίες κάθε οργανισμός προσλαμβάνει και αφομοιώνει τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για να ζήσει, να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί

Η τροφή των ψαριών πρέπει να είναι ισορροπημένη και να περιλαμβάνει, στις ποσότητες που χρειάζονται για κάθε είδος, τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά όπως είναι οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες, τα λίπη, τα ανόργανα στοιχεία (ιχνοστοιχεία) και οι βιταμίνες. Τα συστατικά αυτά απαιτούνται για την ανάπτυξη, την κίνηση, την αναπλήρωση των σωματικών ιστών και την ορθή λειτουργία των διαφόρων λειτουργικών συστημάτων (Κεντούρη, 2011).

Η αύξηση του ψαριού περιλαμβάνει τη δημιουργία των μυών, του λιπώδους, επιθηλιακού και συνδετικού ιστού. Η αναλογία της πρωτεΐνης ή του λίπους που σχηματίζεται σε αυτούς τους ιστούς εξαρτάται κυρίως από τη διαίτα (Κωλέττας, 1998).

Το επίπεδο της πρωτεΐνης που δίνεται στα ψάρια ποικίλλει ανάλογα με το είδος. Το επίπεδο της πρωτεΐνης συνήθως είναι υψηλότερο για τους φυτοφάγους και τους παμφάγους ιχθείς από ό,τι είναι για τους σαρκοφάγους ιχθείς και είναι υψηλότερο για τα ψάρια που εκτρέφονται σε συστήματα μεγάλης ιχθυοπυκνότητας από ό,τι είναι για εκείνα που εκτρέφονται σε χαμηλή ιχθυοπυκνότητα.

Οι απαιτήσεις των ψαριών για πρωτεΐνη είναι αυξημένες όταν αυτά είναι μικρά, καθώς όμως μεγαλώνουν η απαίτησή τους συνήθως μειώνεται. Επίσης, η απαίτηση για πρωτεΐνη κυμαίνεται ανάλογα με το περιβάλλον εκτροφής, τη θερμοκρασία και το νερό εκτροφής, καθώς και από τη γενετική σύσταση και το ποσοστό σίτισης των ψαριών (Craig, 2009).

Η παρουσία των πρωτεϊνών στη διατροφή των περισσότερων ψαριών είναι περισσότερο σημαντική από εκείνη των λιπών και των υδατανθράκων (Κεντούρη, 2011). Αν τα επίπεδα των λιπών και των υδατανθράκων είναι επαρκή στη σύσταση της τροφής, τότε η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη του ψαριού, αν όχι τότε η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται για ενέργεια και επιβίωση παρά για ανάπτυξη (Craig, 2009). Η ανεπαρκής πρόσληψη πρωτεϊνών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση ή διακοπή του ρυθμού ανάπτυξης, την εμφάνιση σκολίωσης και άλλων παθολογικών καταστάσεων. Αντίθετα, σε περίπτωση υπερβολικής κατανάλωσης πρωτεϊνών, ένα μέρος χρησιμοποιείται για τη σύνθεση νέων πρωτεϊνών και το υπόλοιπο μετατρέπεται σε ενέργεια (Κεντούρη, 2011).

Οι πρωτεΐνες αποθηκεύονται σε μικρές ποσότητες στους μαλακούς ιστούς, όπως είναι το ήπαρ, το έντερο και ο νεφρός. Όταν η αποθηκευμένη ποσότητα φτάσει ένα ανώτατο όριο, κάθε αμινοξύ που προσλαμβάνεται με τη διατροφή χρησιμοποιείται για τη σύνθεση πρωτεϊνών (αμινομάδα) ή αποθηκεύεται σαν λίπος (λιπογένεση) ή χρησιμοποιείται για τη διαδικασία της νεογλυκογένεσης (καρβοξυλομάδα) (Κεντούρη, 2011).

Καθώς αυξάνεται η τιμή της πρωτεΐνης στη τροφή, το ψάρι χρησιμοποιεί περισσότερο την τροφή και έτσι γίνεται μικρότερη απόρριψη των αχώνευτων θρεπτικών ουσιών και του αζώτου. Αν η περιεκτικότητα σε ένα αμινοξύ είναι πολύ μικρή, αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί η πιθανότητα να δημιουργήσει μύες το ψάρι και αντ'αυτού ένα μεγάλο μέρος της πρωτεΐνης θα χρησιμοποιηθεί ως ενέργεια και ως αποθήκευση λίπους. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το ψάρι να γίνεται πιο παχύ, να μεγαλώνει λιγότερο και να αυξηθεί το FCR (Sanz, 2000).

Η διαδικασία της πρωτεϊνικής σύνθεσης έχει μια ενεργειακή ζήτηση πέρα από το βασικό μεταβολισμό. Αν δεν συμπεριληφθεί μια μη πρωτεϊνική μορφή ενέργειας στη διαίτα, το ζώο θα πρέπει να διοχετεύσει αμινοξέα στις διαδικασίες απελευθέρωσης ενέργειας έτσι ώστε να παρέχει την ενέργεια που απαιτείται για το βασικό μεταβολισμό και την αύξηση. Αυτό θα περιορίσει την αύξηση. Οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας που μπορούν να συμπεριληφθούν στη διαίτα για να ικανοποιήσουν αυτές τις ανάγκες είναι οι υδατάνθρακες και το λίπος (Κωλέττας, 1998).

Τα λιπίδια (λίπη) είναι υψηλής ενέργειας θρεπτικά συστατικά τα οποία μπορούν να αντικαταστήσουν μερικώς την πρωτεΐνη στη τροφή που δίνεται στα ψάρια. Τα λιπίδια παρέχουν τη διπλάσια περίπου ενέργεια από ότι οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες. Τα λιπίδια αποτελούν συνήθως το 15% της διατροφής των ψαριών, παρέχουν απαραίτητα λιπαρά οξέα (EFA) και λειτουργούν ως μεταφορείς των λιποδιαλυτών βιταμινών (Craig, 2009) .

Γενικά, η ποσότητα των λιπιδίων που ενσωματώνεται στα σιτηρέσια των ψαριών καθορίζεται από τον τύπο των λιπών που χρησιμοποιούνται, από την ποιότητα και την ποσότητα της πρωτεΐνης που εμπεριέχουν καθώς και από το συνολικό τους ενεργειακό περιεχόμενο.

Σε πολλά είδη ψαριών, συγκεντρώσεις λιπιδίων μεγαλύτερες από 20% του συνολικού περιεχομένου έχει διαπιστωθεί ότι εξασφαλίζουν καλές επιδόσεις

(Κεντούρη, 2011). Η εναπόθεση λίπους, όμως, στο ήπαρ μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στην υγεία του ψαριού αλλά και να μειώσει την αγοραστική του αξία (Craig, 2009).

Σε περίπτωση έλλειψης ή ανεπάρκειας λιπών (EFA), τότε δημιουργούνται παθολογικά προβλήματα όπως είναι ο χαμηλός ρυθμός ανάπτυξης, η μειωμένη πρόσληψη τροφής, χαμηλή αξιοποίηση (μετατρεψιμότητα) της τροφής, σύνδρομο κλονισμού, μυοκαρδίτιδα, ‘διάβρωση’ του πτερυγίου, αύξηση των ηπατικών λιπιδίων και εμφανίζεται υψηλή θνησιμότητα. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι ανεπάρκεια σε EFA μειώνει την αναπαραγωγική ικανότητα του κυπρίνου, της πέστροφας και του φαγκριού (Κεντούρη, 2011).

Οι υδατάνθρακες είναι αλδεϋδικά και κετονικά παράγωγα πολυσθενών αλκοολών (πολυϋδροξυαλκοόλες, πολυϋδροξυκετόνες ή προϊόντα συμπίκνωσής τους) (Κεντούρη, 2011). Γνωστοί επίσης σαν σάκχαρα ή σακχαρίτες, είναι απαραίτητα συστατικά όλων των ζωντανών οργανισμών, γιατί έχουν ρόλους σαν εύκολα μεταβολίσιμες αποθήκες ενέργειας, σαν μόρια που διευκολύνουν τη μεταφορά της ενέργειας σε όλο τον οργανισμό και σαν δομικά συστατικά. Οι βασικές μονάδες των υδατανθράκων είναι γνωστές σαν μονοσακχαρίτες (Κωλέττας, 1998).

Η χορήγηση τροφής με υψηλές συγκεντρώσεις εύπεπτων υδατανθράκων μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του μεγέθους του ήπατος ή σε παρατεταμένη υπεργλυκαιμία και αυτό διότι τα ψάρια επειδή δεν μπορούν να μεταβολίσουν γρήγορα τη γλυκόζη, εμφανίζουν μεγάλη ανοχή σε μεγάλου εύρους διακυμάνσεις των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα τους και συνθέτουν από το πλεόνασμα γλυκογόνο το οποίο αποθηκεύεται στους ιστούς (ηπατικό και μυϊκό). Σε περιόδους πείνας, χρησιμοποιούνται αρχικά τα ηπατικά λιπίδια, στη συνέχεια τα λιπίδια των μυών και τέλος το γλυκογόνο του ήπατος και των μυών (Κεντούρη, 2011).

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις ποικίλης σύνθεσης, απαραίτητες σε μικρές ποσότητες για τη φυσιολογική ανάπτυξη, τη λειτουργία και την αναπαραγωγή των ζωντανών οργανισμών (Κεντούρη, 2011). Συνήθως δεν συντίθενται από τα ψάρια και για αυτό θα πρέπει να τους παρέχονται μέσω της τροφής (Craig, 2009). Γνωστές, είναι περίπου είκοσι βιταμίνες, η κάθε μια από τις οποίες έχει ειδική δράση στον ενδιάμεσο μεταβολισμό. Από αυτές, απαραίτητες στη διατροφή των ψαριών είναι 14 (C, B1, B2, B6, B12, K, A, Βιοτίνη, Χολίνη, Φολικό οξύ, Ινοσιτόλη, Νιασίνη, Παντοθενικό οξύ και Τοκοφερόλη).

Οι ποσοτικές και ποιοτικές απαιτήσεις των ψαριών σε βιταμίνες επηρεάζονται από την ηλικία, τους ρυθμούς ανάπτυξης, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις τροφικές αλληλοεπιδράσεις (Κεντούρη, 2011).

Τα ανόργανα στοιχεία είναι απαραίτητα στη διαίτα για την ομαλή λειτουργία του σώματος (Craig, 2009). Δεν απαιτούνται βέβαια, στη διαίτα, όλα τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στο μεταβολισμό γιατί τα ψάρια και ιδιαίτερα τα θαλασσινά έχουν το πλεονέκτημα του περιβάλλοντος υλικού που τους παρέχει πολλά από τα στοιχεία που χρειάζονται για αύξηση και επιβίωση (Κωλέττας, 1998).

Τα ανόργανα στοιχεία χωρίζονται σε δύο ομάδες, τα μακροστοιχεία και τα ιχνοστοιχεία, ανάλογα με την ποσότητα που απαιτείται στη διαίτα και την ποσότητα που βρίσκεται στα ψάρια .

Τα μακροστοιχεία είναι το νάτριο, το χλώριο, το κάλιο και ο φώσφορος (Craig, 2009) ενώ στα ιχνοστοιχεία είναι εκείνα που απαιτούνται σε πολύ μικρές ποσότητες (ίχνη) και συμπεριλαμβάνουν το σίδηρο, το ιώδιο, το μαγγάνιο, το χαλκό, το κοβάλτιο, το ψευδάργυρο, το σελήνιο, το μολυβδαίνιο, το φθόριο, το αλουμίνιο, το νικέλιο, το βανάδιο, το πυρίτιο, το κασσίτερο και το χρώμιο (Κωλέττας, 1998).

Έχει αποδειχθεί ότι η ανεπαρκής πρόσληψη ιχνοστοιχείων, κυρίως αυτών που δεν προσλαμβάνονται από το φυσικό περιβάλλον, επηρεάζει τη συγκέντρωσή τους στους ιστούς, προκαλώντας προοδευτική εξασθένηση της λειτουργίας κάποιων οργάνων (κλινική τοξικότητα). Η παρουσία ή απουσία τους επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών, το σχηματισμό της δομής του σκελετού, τη μεταφορά ηλεκτρονίων, το pH των εξω- και ενδοκυτταρικών υγρών και την ωσμωρρύθμιση (Κεντούρη, 2011).

1.6 ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΙΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ως το κύριο τμήμα του ψαριού, το φιλέτο κατέχει το κύριο οικονομικό και διατροφικό ενδιαφέρον στη παραγωγή ιχθύων. Η αύξηση της απόδοσης του φιλέτου χωρίς καμία αρνητική επίδραση στη σάρκα, είναι μια πρόκληση για τους παραγωγούς. Ακόμα και οι μικρές διαφορές στις αποδόσεις έχουν σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις για τις εταιρείες μεταποίησης (Rora *et al.* 2001) καθώς το φιλέτο αποτελεί το πιο πολύτιμο μέρος του προϊόντος (Bugeon *et al.*, 2010).

Επίσης, η απόδοση των ψαριών σε φιλέτο ή σε σάρκα θεωρείται σημαντικός παράγοντας καθώς συνδέεται άμεσα με την αύξηση της παραγωγής και την καλύτερη αξιοποίηση της πρώτης ύλης (Rutten et al., 2004).

Κατά την επεξεργασία του ψαριού για την παραγωγή του φιλέτου, τα κύρια μέρη που αποβάλλονται είναι τα σπλάχνα (συμπεριλαμβανομένου και του περισπλαχνικού λίπους), το κεφάλι, ο σκελετός, το δέρμα, τα πτερύγια και ο υποδόριος λιπώδης ιστός (Bugeon et al., 2010). Ένα παράδειγμα είναι ότι στην ιριδίζουσα πέστροφα, το βρώσιμο τμήμα συχνά αντιπροσωπεύει λιγότερο από το μισό του ζώντος βάρους του ψαριού (Rora et al. 2001).

Η απόδοση του ψαριού εξαρτάται από το είδος του ψαριού και επηρεάζεται από την αναλογία του βρώσιμου και του μη βρώσιμου τμήματος αυτού. Αυτό σημαίνει ότι η απόδοση του βρώσιμου τμήματος είναι συνάρτηση της ανατομικής δομής του ψαριού. Παράδειγμα αποτελεί η υψηλή απόδοση του *Scomber scombrus* (57,83%) έναντι του *Decapterus tabl* (49,98%) και αυτό οφείλεται στο ότι το τελευταίο έχει μεγάλο κεφάλι (Akande and Faturoti, 2005, Finne et al., 1980, Ezekiel et al., 2011).

1.7 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΙΛΕΤΟΥ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του ψαριού και κατ'επέκταση του φιλέτου είναι η εποχή, η ηλικία, το φύλο, το περιβάλλον, η περιοχή του σώματος και το είδος του ψαριού.

Η περιεκτικότητα σε λίπος του φιλέτου ενός άπαχου ψαριού είναι χαμηλή και σταθερή, ενώ ενός λιπαρού ψαριού διαφέρει αρκετά. Η διακύμανση του ποσοστού λίπους αντανακλάται στο ποσοστό του νερού, αφού το λίπος και το νερό αποτελούν περίπου το 80% του φιλέτου και το περιεχόμενο νερό είναι αντιστρόφως ανάλογο του λίπους (Ezekiel et al., 2011).

Το σκουμπρί είναι ένα λιπαρό ψάρι, του οποίου η περιεκτικότητα σε λίπος κυμαίνεται με την εποχή και η περιεκτικότητά του σε αυτό ανέρχεται στο 6-23% και σε νερό στο 56-74% (Ezekiel et al., 2011).

Το λίπος των ψαριών περιέχει 17-21% κορεσμένα και 79-83% ακόρεστα λιπαρά οξέα (Λασκαρίδης, 1996).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Ben Rebah et. al.,(2010) στη φρίσσα (*Sardinella aurita*), έδειξε ότι σε ολόκληρο το ψάρι, η περιεκτικότητα σε λίπος ήταν χαμηλότερη τον Ιούλιο (2,50%) και υψηλότερη το Νοέμβριο (10,25%). Το λίπος κυμαίνεται με τις εποχές, αντιστρόφως ανάλογα με την περιεκτικότητα σε νερό. Επίσης, βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα σε λίπος του ερυθρού μυός ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του λευκού και ολόκληρου του ψαριού.

Οι Krzypnowek et al. (1992), μελέτησαν τον τρόπο με τον οποίο οι παράγοντες της ηλικίας, του μεγέθους, της περιόδου αναπαραγωγής και των μεθόδων επεξεργασίας επηρεάζουν το περιεχόμενο της σάρκας της ρέγγας (*Clupea harengus harengus*) σε λίπος, χοληστερόλη και ω -3 λιπαρά οξέα. Αυτό που βρήκαν είναι ότι η περιεκτικότητα σε λίπος μεταβάλλεται ανάλογα με την περίοδο αναπαραγωγής του είδους αυτού, η οποία είναι από τον Ιούλιο μέχρι το Νοέμβριο. Σε δείγματα που συλλέχθηκαν ακριβώς πριν και ακριβώς μετά την περίοδο αναπαραγωγής, παρατηρήθηκαν διακυμάνσεις στο περιεχόμενο λίπος. Τα ψάρια που κυοφορούσαν (Ιούλιο) είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος, ενώ ψάρια μετά την ωοτοκία (Νοέμβριο) είχαν πολύ χαμηλότερη ποσότητα λίπους στη σάρκα τους. Σε αυτή τη μείωση συνέβαλλε επίσης και η ποσότητα τροφής, η οποία είναι άφθονη κατά τους θερινούς μήνες, αλλά σπανιότερη το Νοέμβριο. Επίσης, παρατηρήθηκε μια αλλαγή στην περιεκτικότητα του λίπους συγκριτικά με την ηλικία του ιχθύος. Δείγματα πρόωρων ψαριών αλιευμένα τους μήνες Ιούνιο και Οκτώβριο περιείχαν λιγότερο λίπος από ό,τι τα δείγματα ώριμων ψαριών.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε για τη διακύμανση του λίπους στο είδος *Sardina pilchardus*, ανάλογα με το φύλο και το μήκος των ψαριών, παρατηρήθηκε μεγαλύτερο ολικό βάρος και βάρος φιλέτου στα θηλυκά άτομα (Caronio et al., 2004).

Η απόδοση σε σάρκα στο σαυρίδι (*Trachurus mediterraneus*) κυμάνθηκε μεταξύ 23,3% και 33,07% (μέση τιμή $28,48 \pm 2,49\%$) ενώ η μελέτη που έγινε για τη (μέση) χημική σύσταση της σάρκας του είδους έδειξε: υγρασία $76,8 \pm 1,39\%$, πρωτεΐνες $20,3 \pm 0,68\%$, λίπος $1,3 \pm 1,08\%$ και τέφρα $1,5 \pm 0,08\%$. Για τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο, η μέση λιποπεριεκτικότητα της σάρκας ήταν υψηλότερη και έφτασε το 2,5%, 2,8% και 2,1% αντίστοιχα.

Η περιεκτικότητα της σάρκας σε υγρασία για τους ίδιους μήνες, ήταν χαμηλότερη και δεν ξεπέρασε κατά μέσο όρο το 75,9%. Για τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο η μέση περιεκτικότητα της σάρκας σε λίπος ήταν 0,4% και 0,6%

αντίστοιχα και τα ποσοστά υγρασίας ήταν κατά μέσο όρο 78,2% και 77,6% αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα της σάρκας σε πρωτεΐνες και τέφρα παρέμεινε σχεδόν η ίδια σε όλους τους μήνες του έτους (Τζήκας, 2007).

1.8 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗΝ ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΜΕΤΑ ΤΟ ΘΑΝΑΤΟ

Μετά το θάνατο των ψαριών, ξεκινάει μια σειρά βιοχημικών αντιδράσεων, οι οποίες είναι υψίστης σημασίας για την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των προϊόντων. Αυτές οι αντιδράσεις εξαρτώνται από αρκετούς παράγοντες όπως είναι ο τύπος του είδους ψαριού, η φυσιολογική κατάσταση του ψαριού καθώς και οι περιβαλλοντικές επιδράσεις (θερμοκρασία νερού, αλατότητα). Επιπλέον, οι μέθοδοι αλιείας και θανάτωσης επιδρούν σημαντικά στις βιοχημικές σχέσεις που σχετίζονται με την αποσύνθεση της σάρκας (Oehlenschlager and Rehbein, 2009).

Η αποσύνθεση του ψαριού ξεκινάει με τις ενζυμικές και χημικές αντιδράσεις της αυτόλυσης (Sandor et al., 2011). Στη σάρκα των ιχθύων υπάρχουν διάφορα ένζυμα, τα οποία μετά το θάνατο αυτών, εξακολουθούν να είναι ενεργά με αποτέλεσμα την πτώση του pH από 7,0 στο 6,0-6,5, κάτι όμως που εξαρτάται από το είδος του ψαριού και από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται (Liston, 1982).

Αφού πεθάνει το ψάρι, ξεκινάει μια σειρά μη αναστρέψιμων αλλαγών που οδηγούν στη φθορά και την υποβάθμιση της ποιότητας της σάρκας (Rendle, 2011). Η φθορά της σάρκας των ψαριών είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, η οποία είναι αποτέλεσμα της δράσης των ενζύμων, των βακτηρίων και των χημικών συστατικών (Singh et al., 2011). Η αλλοίωση του οργανισμού ξεκινάει μετά το θάνατο, ακολουθώντας την εξής σειρά:

Σχηματισμός βλεννώδους ουσίας

Νεκρική ακαμψία → Λύση της νεκρικής ακαμψίας → Αυτόλυση

Μικροβιολογική αλλοίωση

➤ Σχηματισμός βλεννώδους ουσίας

Ο σχηματισμός της βλεννώδους ουσίας είναι αποτέλεσμα της ανάπτυξης διαφόρων ειδών βακτηρίων, παρουσιάζεται αμέσως μετά το θάνατο του ιχθύος και παύει όταν αρχίζει η μυϊκή ακαμψία, αλλά λόγω παραγωγής αζωτούχων ενώσεων, δημιουργείται ένα υπόστρωμα ιδανικό για την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Επιπλέον,

ο σχηματισμός βλεννώδους ουσίας έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή δυσάρεστων οσμών και τη διευκόλυνση της διείσδυσης των μικροοργανισμών στο εσωτερικό της σάρκας.

➤ **Νεκρική ακαμψία (Μυϊκή ακαμψία)**

Η μυϊκή ακαμψία εκδηλώνεται μετά τη θανάτωση του οργανισμού λόγω αναχαίτισης της παραγωγής του μορίου της τριφωσφορικής αδενοσίνης. Αυτό είναι αποτέλεσμα της απουσίας οξυγόνου, της παύσης της αερόβιας γλυκόλυσης και της ακόλουθης ενεργοποίησης της αναερόβιας γλυκόλυσης (Μπλούκας, 2007).

Οι μύες αποτελούνται από αρκετές πρωτεΐνες οι οποίες συμβάλλουν στη συστολή. Εκτός από τις πρωτεΐνες (οι οποίες είναι αζωτούχες βάσεις) στη σάρκα των ιχθύων υπάρχουν και οι μη πρωτεϊνικές αζωτούχες βάσεις σε ποσότητα 0,5-1% του ολικού βάρους των μυών. Οι κυριότερες από αυτές είναι το οξειδίο της τριμεθυλαμίνης, η ουρία, η ταυρίνη, η κρεατίνη, οι βάσεις της πουρίνης καθώς και ιμιδαζολικά παράγωγα όπως είναι η ιστιδίνη, η καρνοσίνη και η ανσερίνη (Suyama and Suzuki, 1975). Επίσης βρίσκονται η τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP), η διφωσφορική αδενοσίνη (ADP) καθώς και η μονοφωσφορική αδενοσίνη (AMP), οι οποίες είναι ουσίες που παίζουν πρωταρχικό ρόλο στις μεταθανάτιες μεταβολές που συμβαίνουν στους μύς των ιχθύων. Το οξειδίο της τριμεθυλαμίνης (Trimethylamine oxide – TMAO), βρίσκεται κυρίως στους ιχθείς της θάλασσας ενώ απουσιάζει ή βρίσκεται σε πολύ μικρές ποσότητες στους ιχθείς του γλυκού νερού και η συγκέντρωσή του κυμαίνεται από 1-7% επί ξηρής βάσης (Παπαναστασίου, 1990).

Οι δύο κύριες πρωτεΐνες, η ακτίνη και η μυοσίνη, συνδέονται με τα ιόντα ασβεστίου για να σχηματίσουν την ακτινομυοσίνη. Έπειτα, το ATP δίνει την ενέργεια για τη συστολή και στη συνέχεια την ενέργεια που χρειάζεται για την αφαίρεση των ιόντων ασβεστίου μέσω μιας αντλίας ασβεστίου. Έτσι, σπάει το σύμπλεγμα της ακτινομυοσίνης αφήνοντας το μυ έτοιμο για περαιτέρω συστολή.

Όταν πεθαίνει το ψάρι, το κυκλοφορικό σύστημα σταματάει και τα επίπεδα του ATP πέφτουν. Τα ιόντα του ασβεστίου διαρρέουν σχηματίζοντας ακτινομυοσίνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει επαρκής ποσότητα ATP για να λειτουργήσει η αντλία ασβεστίου και έτσι το σύμπλεγμα ακτινομυοσίνης παραμένει σπασμένο. Μετά από αυτό, ο μύς παραμένει σε μια συνεχή κατάσταση ακαμψίας, γνωστή ως νεκρική ακαμψία (Rendle, 2011).

Με λίγα λόγια, στα ζωντανά ψάρια το γλυκογόνο που βρίσκεται στο μυ μετατρέπεται σε διοξειδίο του άνθρακα και νερό μετά από την παροχή οξυγόνου στα κύτταρα. Αφού πεθάνει το ψάρι σταματάει η κυκλοφορία του αίματος και η παροχή οξυγόνου εμποδίζεται. Τα ένζυμα που βρίσκονται στο μυ μετατρέπουν το γλυκογόνο σε γαλακτικό οξύ, το pH της σάρκας πέφτει και ο σχηματισμός του γαλακτικού οξέος συνεχίζεται μέχρι να εξαντληθούν τα αποθέματα σε γλυκογόνο (Singh et al., 2011).

Κατά τη διάρκεια της νεκρικής ακαμψίας, οι μύες γίνονται σκληροί, θολεροί, συμπαγείς και φαίνονται σαν διογκωμένοι. Ο χρόνος έναρξης της νεκρικής ακαμψίας αλλά και ο χρόνος που διαρκεί εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι το είδος, ο τρόπος θανάτωσης και η θερμοκρασία· για παράδειγμα στους ιχθείς που κινούνται γρήγορα η ακαμψία αρχίζει νωρίτερα και τελειώνει πιο γρήγορα σε σχέση με τους αργούς ιχθείς (Ελευθεριάδου, 2004).

Το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να εμφανιστεί η νεκρική ακαμψία αφού πεθάνει το ψάρι, εξαρτάται κυρίως από τα αποθέματα γλυκογόνου (η καταπόνηση των ιχθύων κατά την αλίευσή τους τα εξαντλεί), τη θερμοκρασία συντήρησης και το μέγεθος των ιχθύων (Foegeding et al., 1996). Η διάρκεια της νεκρικής ακαμψίας εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία συντήρησης του ιχθύος και μπορεί να διαρκέσει από λίγες ώρες έως λίγες ημέρες (Davis, 1995).

Με την ολοκλήρωση της νεκρικής ακαμψίας, η ακαμψία σταδιακά μειώνεται και συνοδεύεται από αύξηση του pH και καταλήγει σε χαλάρωση των μυών και ακολουθεί κατάλυση των πρωτεϊνών από ένζυμα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αυτόλυση (Singh et al., 2011).

➤ **Αυτόλυση**

Η διαδικασία της αυτόλυσης σχετίζεται με την ενζυμική δραστηριότητα στα ψάρια. Συνήθως αρχίζει πρώτη η φθορά μέσω της αυτόλυσης και ακολουθεί η αλλοίωση μέσω των βακτηρίων και της τάγγισης αλλά μερικές φορές οι διαδικασίες αυτές επικαλύπτονται (Frederiksen et al., 1997, Gram and Huss, 1996).

Η αυτόλυση είναι το μαλάκωμα της σάρκας των ιχθύων μέσω των ενζύμων που υπάρχουν φυσιολογικά στο σώμα. Μετά το θάνατο, το σύστημα του σώματος που χειρίζεται την ενζυμική δράση δε λειτουργεί πλέον και έτσι η δράση των ενζύμων συνεχίζεται. Για παράδειγμα, τα ένζυμα που είναι υπεύθυνα για την πέψη επιτίθενται στο εντερικό τοίχωμα και εισέρχονται στην κοιλιακή κοιλότητα όπου

συνεχίζεται η δράση τους, ενώ τα ένζυμα του ιστού τα οποία βρίσκονται φυσιολογικά σε όλο το σώμα, μετά από αυτό επιτίθενται στον περιβάλλοντα ιστό. Όργανα όπως είναι το πάγκρεας και το στομάχι υπόκεινται ‘αυτοχώνευση’ (self-digestion) πολύ γρήγορα μέσω των ενζύμων που φυσιολογικά παράγουν. Για να ελεγχθεί η ενζυμική δραστηριότητα μετά το θάνατο θα πρέπει να γίνει χρήση της θερμότητας, της ψύξης ή της αφυδάτωσης (Waterfoods, 2011).

➤ Αλλοίωση εξαιτίας των βακτηρίων

Τα βακτήρια που κυριαρχούν σε αλιεύματα θαλασσινού νερού μέσης θερμοκρασίας κατανέμονται σε δύο κατηγορίες: τα ψυχρόφιλα και τα ψυχρότροφα. Ψυχρόφιλα ονομάζονται τα βακτήρια τα οποία έχουν μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης τους 20°C και άριστη τους 15°C (Gennari et al., 1989; Bjorkevoll et al., 2003). Τα ψυχρότροφα είναι βακτήρια τα οποία ανέχονται τη ψυχρή θερμοκρασία και μπορούν να μεγαλώσουν στους 0°C αλλά έχουν ευνοϊκή ανάπτυξη γύρω στους 25°C (Gram and Dalgaard, 2002, Gram and Huss, 1996).

Η σάρκα ενός υγιούς ιχθύος που έχει μόλις αλιευθεί είναι στείρα βακτηρίων, όχι όμως και τα βράγχια, το δέρμα και τα έντερα (Sandor et al., 2011). Όταν το ψάρι είναι ζωντανό, αυτό και τα βακτήρια βρίσκονται σε μια ισορροπία (Anonymous, 2011b), μετά το θάνατο του ιχθύος όμως, το ανοσοποιητικό του σύστημα παύει να λειτουργεί και η έναρξη μιας σειράς αυτολυτικών αντιδράσεων έχει ως αποτέλεσμα την είσοδο των βακτηρίων στους ιστούς του ψαριού (Dalgaard, 2003). Ο αριθμός των βακτηρίων που βρίσκονται στα έντερα των ψαριών είναι μεγαλύτερος όταν αυτό έχει ταϊστεί πρόσφατα. Θα πρέπει βέβαια να συνυπολογιστεί και το γεγονός ότι τα ψάρια που προέρχονται από μολυσμένα νερά φέρουν μεγαλύτερο βακτηριακό φορτίο συγκριτικά με εκείνα που προέρχονται από καθαρές περιοχές και επιπλέον επιβαρύνονται και από τα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή μετά την αλίευσή τους, όπως είναι ο πάγος, τα κουτιά στα οποία μπαίνουν, το αλιευτικό σκάφος ακόμη και το προσωπικό που τα μεταχειρίζεται (Anonymous, 2011b)

Ο υψηλότερος αριθμός βακτηρίων στο φρέσκο ψάρι βρίσκεται στο πεπτικό σύστημα, αλλά ο αριθμός τους στην εξωτερική επιφάνεια μπορεί να αυξηθεί έως και 10⁸ κατά τη διάρκεια της αλλοίωσης (Πίνακας 4) (Anonymous, 2011c).

Οι μικροβιακές αλλοιώσεις επέρχονται στα ψάρια κάτω από αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες. Συνήθως εξετάζονται δύο απαντώμενες περιπτώσεις:

- **Περίπτωση αερόβιας αλλοίωσης.** Τα ψάρια περιέχουν ικανή ποσότητα (0,1-1%) τριμεθυλαμινικού οξειδίου (C_3H_9NO), γνωστό επίσης ως TMAO. Ένζυμα προερχόμενα από βακτηρίδια επενεργούν στο TMAO και προκαλούν το σχηματισμό τριμεθυλαμίνης, γνωστή ως TMA. Ενώ το TMAO είναι άοσμο, η TMA έχει έντονη οσμή (τη γνωστή ‘ψαρίλα’). Η μεγάλη συγκέντρωση της TMA καθιστά τελικά το προϊόν ακατάλληλο.
- **Περίπτωση αναερόβιας αλλοίωσης.** Υπό αερόβιες συνθήκες, τα ένζυμα κάποιων βακτηριδίων επιδρούν στα αμινοξέα που περιέχουν θείο, με αποτέλεσμα την παραγωγή υδρόθειου (H_2S), ουσίας με έντονα δυσάρεστη οσμή. Βέβαια, κάτω από αερόβιες συνθήκες, το υδρόθειο οξειδώνεται γρήγορα και έτσι απαλείφεται η οσμή. Υπό αναερόβιες όμως συνθήκες, όπως είναι για παράδειγμα όταν τα ψάρια τοποθετούνται σφικτά σε κιβώτια, η παραγωγή του υδρόθειου συνεχίζεται, καθώς δεν υπάρχει οξυγόνο για να το οξειδώσει. Έτσι, το υδρόθειο διαχέεται στη σάρκα του ψαριού και το καθιστά δύσοσμο, ακατάλληλο για κατανάλωση. Κατά την αναερόβια αυτή διαδικασία, δεν υπάρχει σημαντική αύξηση παθογόνων βακτηριδίων (Χαριτωνίδης, 2011).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Προέλευση και αριθμός βακτηρίων στο ψάρι (Anonymous, 2011c)

	Αριθμός Βακτηρίων/cm²
Πριν την αποσύνθεση	
Δέρμα	100-10,000
Βράγχια	1.000-1.000.000
Πεπτική οδός	1.000-100.000.000
Μετά την αποσύνθεση	
Δέρμα	1.000.000-100.000.000

Οι μικροοργανισμοί αυτοί που εισέρχονται στη σάρκα, αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται αρχικά με αργούς ρυθμούς και έπειτα με έντονους ρυθμούς.

Η ποικιλόθερμη φύση του ιχθύος επιτρέπει σε έναν μεγάλο αριθμό βακτηρίων να αναπτυχθεί, όπως είναι:

- Τα Gram-αρνητικά, ραβδοειδούς σχήματος βακτήρια, τα οποία ανήκουν στα γένη *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella*, *Flavobacterium*, *Aeroomonadaceae*, και *Vibrionaceae* (κυρίαρχη ομάδα αλλοιωγόνων βακτηρίων).
- Τα Gram-θετικά βακτήρια, όπως είναι τα *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* και *Corynebacterium* (Gram and Dalgaard, 2002, Gram and Huss, 1996).

Τα ειδικά βακτήρια αλλοίωσης που εμφανίζονται στα ψάρια μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με την προέλευσή τους, σε ενδογενή και εξωγενή βακτήρια. Η ενδογενής ή αυτόχθονη μικροχλωρίδα είναι αυτή που βρίσκεται στα νερά αλίευσης τη στιγμή που αλιεύεται το ψάρι, ενώ η εξωγενής μικροχλωρίδα μεταφέρεται στο ψάρι από το περιβάλλον με το οποίο έρχεται σε επαφή το ψάρι μετά την αλίευσή του (Dalgaard, 2003).

Η μικροβιακή χλωρίδα που φέρουν τα ψάρια, εξαρτάται από την περιοχή από την οποία προέρχονται. Οι ιχθύες που προέρχονται από κρύα και μέσης θερμοκρασίας νερά φέρουν κατά κύριο λόγο Gram-αρνητικά βακτήρια, ενώ οι ιχθύες που προέρχονται από θερμά νερά, φέρουν Gram-θετικά βακτήρια (Hanna, 1992).

Όταν τα θερμά νερά από όπου προέρχονται τα ψάρια είναι μολυσμένα, φέρουν μεγάλο αριθμό από *Enterobacteriaceae*. Βέβαια, ανεξάρτητα από το μέρος από όπου προέρχονται τα ψάρια, μόνο ένας μικρός αριθμός βακτηρίων μπορεί να πολλαπλασιαστεί σε ένα νεκρό ψάρι και μόνο ένα μέρος από αυτούς τους μικροοργανισμούς μπορεί να παραγάγει μεταβολίτες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την δυσσομία, την άσχημη γεύση της σάρκας και την αλλοίωση του χρώματος (Huss, 1995, Gram and Huss, 1996).

Πέρα από την αλλοίωση του δέρματος, το οποίο χάνει τη λαμπερή, ιριδίζουσα απόχρωσή του και την απαλή υφή του και με το χρόνο γίνεται θαμπό, σκοτεινόχρωμο και σκληρό, η δράση των βακτηρίων επηρεάζει και την εξωτερική βλέννα, η οποία από διαυγής γίνεται αδιαφανής καθώς και το περιτόναιο το οποίο χάνει τη λαμπρότητά του και όσο προχωράει η αλλοίωση αποχωρίζεται πιο εύκολα από τους παρακείμενους ιστούς. Στο τέλος η σάρκα καθίσταται πολύ μαλακή και υδαρή (Alur et al., 1995)

Παθογόνα βακτήρια

Τα παθογόνα βακτήρια που συναντώνται συνήθως (γενικά στη Μεσόγειο θάλασσα) είναι:

- Σαλμονέλες (*S.typhi* , *S. paratyphi* και άλλα είδη), οι οποίες επιβιώνουν για μικρό χρονικό διάστημα στο νερό.
- Δονάκια (*Vibrios*), όπως το *V. cholerae* (Δονάκιο της χολέρας), *V. fluvialis*, το *V. metschnikovii* , το *V. parahaemolyticus* (παρααιμολυτικό δονάκιο), το *V. alginolyticus*.
- Σταφυλόκοκκοι χρυσίζοντες ή επιδερμικοί (*S. aureus*, *S. epidermidis*) οι οποίοι εντοπίζονται κυρίως στις αμμουδιές και στα ρηχά νερά.
- Ψευδομονάδες, κυρίως η *Pseudomonas aeruginosa* η οποία είναι δυνητικά παθογόνο κοπρανόδου προέλευσης μικρόβιο. Λόγω των χαμηλών διατροφικών της απαιτήσεων, ζει για μεγάλο χρονικό διάστημα στο χώμα, στα στάσιμα νερά και αλλού και μεταφέρεται στο θαλασσίνο νερό, είτε με απευθείας απόρριψη σε αυτό ανεπεξέργαστων λυμάτων, είτε μετά από βροχή, μέσω των εδαφικών απορροών.
- *Clostridium perfringens*, το οποίο προέρχεται από τα αστικά λύματα και δύσκολα ανιχνεύεται στο θαλασσίνο νερό.
- Καμπυλοβακτηρίδια, όπως το *Campylobacter jejuni* ή το *Campylobacter coli* ή το *Campylobacter faecalis* που προέρχεται από βοθρολύματα και εμφανίζεται στα παράκτια νερά σε μεγάλους πληθυσμούς τους καλοκαιρινούς μήνες.
- *Yersinia enterocolitis*
- *Aeromonas hydrophila*, (Γούναρης, 2011) . Ο οργανισμός αυτός βρίσκεται συνήθως σε αλιεύματα και προϊόντα αλιευμάτων σε συγκεντρώσεις 10^2 και 10^6 cfu/g (Huss, 2003)
- Εντεροπαθογόνα στελέχη *Escherichia coli*, (Γούναρης, 2011). Ο αερόβιος αυτός οργανισμός ανήκει στην οικογένεια των *Enterobacteriaceae* και είναι ο πιο γνωστός μικροοργανισμός του πεπτικού συστήματος των ανθρώπων και γενικά των θερμόαιμων ζώων. Τα παθογόνα *E. coli* διαχωρίζονται σε κατηγορίες με βάση την παθογένεια, τα κλινικά συμπτώματα και ορισμένα αντιγόνα Ο:Η. Ο πιο κοινός μικροοργανισμός είναι ο Ο157:Η7 (εντεροαιμορραγικοί ορότυποι-EHEC). Ο

μικροοργανισμός αυτός εμφανίζεται στα αλιεύματα μετά από μόλυνση του νερού αλίευσης με ανθρωπογενούς προέλευσης λύματα ή μετά από χειρισμό των αλιευμάτων από φορείς του μικροοργανισμού. Τα στελέχη είναι κυρίως μεσόφιλα και δεν αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες ψύξης. Η μολυσματική δόση για το γένος *Escherichia* (όπως επίσης και για το γένος *Shigella*) είναι μικρή και για αυτό το λόγο πρέπει να αποφεύγεται η παρουσία τους στα προϊόντα αλιευμάτων (Huss, 2003).

- Στρεπτόκοκκοι της ομάδας D, οι οποίοι είναι κοπρικής προέλευσης και αποτελούν σημαντικό παράγοντα λοιμώξεων στον άνθρωπο.

Βέβαια, εκτός από τα βακτήρια, στο θαλασσίνο νερό υπάρχουν και ιοί, μύκητες, παράσιτα και τοξίνες αλγών που μπορούν επίσης να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες (Γούναρης, 2011).

1.9 ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Επειδή η απομόνωση και ο προσδιορισμός των παθογόνων βακτηριδίων, παρασίτων και ιών που υπάρχουν στο νερό είναι χρονοβόρα και πιθανόν επικίνδυνη, χρησιμοποιούνται κατάλληλοι οργανισμοί-δείκτες για τον εντοπισμό πιθανών εντερικών παθογόνων. Αυτοί οι οργανισμοί είναι :

1. κολοβακτηριοειδή (*coliforms*)
2. κολοβακτηρίδια κοπράνων (*fecal coliforms*)
3. στρεπτόκοκκοι κοπράνων (*fecal streptococci*)
4. εντερόκοκκοι (*enterococci*).

Οι δείκτες αυτοί έχουν επιλεγεί γιατί είναι γενικά παρόντες στο νερό που περιέχει παθογόνα, επιζούν περισσότερο στο νερό, είναι ακίνδυνοι και αναπτύσσονται, απομονώνονται και προσδιορίζονται εύκολα (Σκληβανιώτης, 2011).

Επίσης, οι δείκτες αυτοί έχουν κοινή προέλευση με τα παθογόνα, προέρχονται από την ίδια εστία δηλαδή και αποτελούν αναγκαία συνθήκη για την παρουσία παθογόνων (όχι όμως και ικανή). Η απουσία ή η παρουσία μέχρι ενός αριθμού αυτών των δεικτών, διασφαλίζει κατά ένα μεγάλο βαθμό βεβαιότητα από την παρουσία παθογόνων. Αντίθετα, η παρουσία δεικτών δεν δηλώνει απαραίτητα την παρουσία παθογόνων, αλλά μεγάλη πιθανότητα να υπάρχουν, πιθανότητα η οποία είναι συνάρτηση του αριθμού των μικροβιακών δεικτών και του είδους τους (Γούναρης, 2011).

Ολικά κολοβακτηριοειδή (total coliforms): αναφέρεται στην ομάδα των gram-αρνητικών αερόβιων έως δυνητικά αναερόβιων, ραβδόμορφων βακτηρίων που δεν σχηματίζουν σπόρους και ζυμώνουν τη λακτόζη στους 35°C σε 24 έως 48 ώρες. Στην ομάδα συμπεριλαμβάνονται τα γένη (genera) *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* και *Klebsiella*. Αυτοί οι οργανισμοί είναι ευρέως διαδεδομένοι στη φύση και πολλοί ενδημούν στα έντερα των θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου. Σε ομαλές συνθήκες θεωρούνται μη παθογόνοι και όλα, εκτός από το *Escherichia*, μπορούν να επιβιώσουν σαν ελεύθερα σαπρόφυτα ή στην εντερική οδό. Η απουσία ολικών κολοβακτηριοειδών από το νερό θεωρείται σαν η βάση για να θεωρηθεί κατάλληλο προς πόση.

Κολοβακτηρίδια κοπράνων (fecal coliforms): αναφέρεται στις θερμο-ανεκτικές μορφές της ομάδας των ολικών κολοβακτηριοειδών που ζυμώνουν την λακτόζη στους 44.5±0.2°C σε 24 ώρες. Τα *E. coli* και *Klebsiella* είναι οι κύριοι οργανισμοί ενδιαφέροντος από την ομάδα αυτή, επειδή όταν είναι παρόντες δείχνουν ότι υπάρχει πρόσφατη, κοπρανώδους προέλευσης μόλυνση, συνοδευόμενη πιθανά από εντερικά παθογόνα (Σκληβανιώτης, 2011).

Escherichia coli

Η *E. coli* αποτελεί μόνιμο ξενιστή του εντέρου του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων. Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης και η ευαισθησία της στα απολυμαντικά είναι όμοια με εκείνα πολλών παθογόνων βακτηρίων, κυρίως με τη *Salmonella* και τη *Shigella*. Λόγω αυτών των ιδιοτήτων, η *E. coli* αποτελεί το

καλύτερο βιολογικό δείκτη κοπρανόδους μόλυνσης του νερού. Η απομόνωσή της από δείγματα νερού, αποδεικνύει την αναμφίβολη πρόσμιξη του νερού με περιττωματικές ουσίες, υποδηλώνοντας ότι και οποιοσδήποτε άλλος μικροοργανισμός που τυχόν βρίσκεται στο έντερο των ανθρώπων και των ζώων μπορεί να εισχωρήσει στο νερό και κατ'επέκταση και παθογόνοι μικροοργανισμοί, επισημαίνοντας τους δυνητικούς κινδύνους μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων (Γούναρης, 2011).

Στρεπτόκοκκοι κοπράνων (fecal streptococci): συνήθως αναφέρεται σε ένα ή περισσότερα είδη των ομάδων D και O του Lancefield: *S.faecalis*, *S.faecium*, *S.avium*, *S.bovis*, *S.equinus* και *S.gallinarum*. Συνήθως ενδημούν στα έντερα των θερμόαιμων ζώων και έχει βρεθεί ότι είναι καλός δείκτης της ποιότητας του γλυκού και θαλασσινού νερού. Μερικές φορές ο λόγος των στρεπτόκοκκων κοπράνων ως προς τα κολοβακτηρίδια κοπράνων χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί αν η μόλυνση προέρχεται από ανθρώπους ή ζώα. Μερικοί ερευνητές δεν θεωρούν το τεστ αυτό αξιόπιστο λόγω της μεταβλητότητας που έχει η αντοχή των διαφόρων οργανισμών και οι διάφοροι φυσικοχημικοί παράγοντες (Σκληβανιώτης, 2011).

Εντερόκοκκοι: αναφέρεται σε μία υποομάδα των στρεπτόκοκκων κοπράνων και περιλαμβάνουν τα *S.faecalis*, *S.fallium*, *S.gallinarium*, *S.avium* (Σκληβανιώτης, 2011). Εμφανίζονται στα κόπρανα ανθρώπων και διάφορων θερμόαιμων ζώων. Στα κόπρανα ανθρώπων οι εντερόκοκκοι σπανίως υπερβαίνουν τους 10^6 /g, ενώ στα κόπρανα των ζώων εμφανίζονται σε μεγαλύτερο αριθμό από την *E. coli*. Σπάνια πολλαπλασιάζονται στο νερό και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στα περιβαλλοντικά stress από την *E. coli*. Η παρουσία τους αποτελεί απόδειξη μόλυνσης του ύδατος με περιττωματικές ουσίες και κυρίως παλαιότερης μόλυνσης. Ο κύριος λόγος αναζήτησής τους είναι η εκτίμηση της σημασίας της παρουσίας ολικών κολοβακτηριοειδών επί απουσίας *E. coli*, καθώς και η παροχή συμπληρωματικών πληροφοριών για την εκτίμηση της έκτασης πιθανής κοπρανόδους μόλυνσης (Γούναρης, 2011).

Η έκφραση των αποτελεσμάτων δίνεται σε cfu/100 ml. Ο πληθυσμός των *E.coli* προσμετράται στον πληθυσμό των ολικών κολοβακτηριοειδών (ISO 9308-1/2000).

1.10 ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ

Τα λιπίδια του ιχθύος δεν παραμένουν σταθερά κατά την αποθήκευση, σε καμία θερμοκρασία. Η λιπόλυση και η οξείδωση των λιπιδίων μπορούν να συμβούν και στο παγωμένο αλλά και στο κατεψυγμένο ψάρι, με αποτέλεσμα τη δυσάρεστη γεύση η οποία προκαλείται από συνθέσεις καρβονυλίου και ανθρακικών οξέων (Sandor et al., 2011). Οι αντιδράσεις αυτές μπορεί να οφείλονται σε μη ενζυμική δράση ή σε ενζυμική δράση ενζύμων τα οποία είτε βρίσκονται φυσιολογικά στο πεπτικό σύστημα ή προέρχονται από τους τραυματισμένους ιστούς είτε προέρχονται από μικροοργανισμούς (Βαφοπούλου – Μαστρογιαννάκη, 2003).

Στους λιπαρούς ιχθείς, η ταχύτητα και η έκταση της λιπόλυσης και της οξείδωσης των ακόρεστων λιπαρών οξέων είναι πιο μεγάλη συγκριτικά με τους άπαχους ιχθείς (Sandor et al., 2011). Όταν οι ιχθύες αποθηκεύονται στην κατάψυξη, η αποσύνθεση των λιπιδίων δε σταματάει πλήρως, απλά συνεχίζει σε μικρότερο ρυθμό, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι συγκεντρώσεις των ελεύθερων λιπαρών οξέων η κατάσταση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης ποιότητας (Sandor et al., 2011).

1.11 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες σελίδες, σε διάφορα είδη εκτρεφόμενων και 'άγριων' πληθυσμών ιχθύων, έχουν παρατηρηθεί διακυμάνσεις στην απόδοση φιλετοποίησης και στη χημική σύσταση της σάρκας τους. Αυτές οι διαφορές συνήθως πηγάζουν από διακυμάνσεις στις περιβαλλοντικές συνθήκες και στον μεταβολισμό των ιχθύων και έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των ιχθύων, στην περιεκτικότητα λίπους καθώς και στην απόδοση φιλετοποίησης.

Σκοπός της διατριβής είναι η διερεύνηση της εποχιακής μεταβολής της απόδοσης φιλετοποίησης και της χημικής σύστασης του εκτρεφόμενου *P. pagrus*.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΛΗΨΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Για τη πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν εκτρεφόμενα φαγκριά. Σύμφωνα με δήλωση του ιδιοκτήτη της παραγωγικής μονάδας (της Θεσπρωτίας) τα συγκεκριμένα άτομα προήλθαν από παρτίδα γόνου από ιχθυογεννητικό σταθμό της Εύβοιας και ήταν του είδους *Pagrus pagrus*. Μετά από μορφολογική εξέταση των δειγμάτων επιβεβαιώθηκε με βάση μεριστικά στοιχεία πως πρόκειται για το είδος *Pagrus pagrus*. Επίσης, όταν έγινε σύγκριση μεριστικών στοιχείων μεταξύ εκτρεφόμενων και άγριων ατόμων του είδους δεν παρουσιάστηκε κάποια διαφορά και έτσι στην παρούσα εργασία έχει θεωρηθεί πως τα εκτρεφόμενα άτομα ανήκουν στο είδος *Pagrus pagrus*. Θα πρέπει όμως να αναφέρουμε πως υπάρχουν φήμες πως ίσως κάποιες μονάδες (χωρίς να το γνωρίζουν) να έχουν προμηθευτεί γόνο από διαφορετικό αλλά συγγενικό είδος με το φαγκρί και συγκεκριμένα του *Pagrus major*. Αυτό θα πρέπει να διερευνηθεί αλλά σε κάθε περίπτωση δεν είχαμε κάποιο αποτέλεσμα από την παρούσα εργασία που να μας κάνει να αμφιβάλουμε για την αυθεντικότητα των ισχυρισμών της παραγωγικής μονάδας.

Η τροφή που χορηγήθηκε στα ψάρια κατά την διάρκεια της εκτροφής είχε 45% πρωτεΐνη και 14% λίπος.

Η παραλαβή των δειγμάτων έγινε μέσα σε τέσσερις ώρες μετά την εξαλίευσή τους, μέσα σε κουτί από διογκωμένη πολυστερίνη το οποίο περιείχε πάγο, μέσα στον οποίο βρισκόνταν τα ψάρια.

Όταν παρελήφθησαν τα ψάρια, βρισκόνταν ήδη σε κατάσταση νεκρικής ακαμψίας η οποία διήρκεσε καθ'όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

Ο συνολικός αριθμός των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 40 και οι εργασίες πραγματοποιήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικούς μήνες του 2011:

ΜΗΝΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΨΑΡΙΩΝ	ΜΗΝΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	12	5 ^{ος}
ΜΑΪΟΣ	10	6 ^{ος}
ΙΟΥΝΙΟΣ	11	7 ^{ος}
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	7	13 ^{ος}

Σε κάθε πείραμα που πραγματοποιείτο, διεξάγονταν οι ακόλουθες διεργασίες:

1. Αρχικά διεξάγονταν οι εξής μετρήσεις: Ολικό Μήκος (Ο.Μ.)(cm), Ολικό Βάρος (Ο.Β.)(g), Βάρος Κοιλιακού Περιεχομένου (Β.Κ.Π.)(g), Βάρος Κεφαλής (Β.Κ.) (g), Βάρος Πτερυγίων (Β.Π.) (g), Βάρος Σκελετού (Β.Σ.)(g), Βάρος Ουράς (Β.Ο.) (g), Βάρος Ήπατος (Β.Η.)(g), Βάρος Γονάδων (Β.Γ.)(g), Βάρος Κορμού (Β. ΚΟΡ.)(g) και Βάρος Φιλέτου με Δέρμα (Β.Φ.Δ.) (g).

Και έπειτα:

- Δείκτης ευρωστίας
 - Ειδικός ρυθμός αύξησης (SGR)
 - Ειδικός ρυθμός αύξησης (ποσοστό αύξησης) βάρους μορφολογικών παραμέτρων.
 - Αναλογία κεφαλής-σώματος
 - Ηπατοσωματικός δείκτης
 - Γοναδοσωματικός δείκτης
 - Απόδοση φιλετοποίησης
2. Μικροβιολογικός έλεγχος στη σάρκα
 3. Χημική ανάλυση
 4. Προσδιορισμός του pH της σάρκας
 5. Προσδιορισμός ποσοστού υγρασίας

2.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Η πρώτη εργασία ήταν η μέτρηση του ολικού μήκους και του ολικού βάρους των ατόμων. Για την πραγματοποίησή τους χρησιμοποιήθηκαν ιχθυόμετρο και ζυγαριά (Max 1510g – Min 5g, e=0.1g, d=0.1g).

Έπειτα, αφαιρέθηκαν με τη χρήση ψαλιδιού και νυστεριού το κεφάλι και η ουρά και μετά από τομή κατά μήκος της κοιλιακής περιοχής, αφαιρέθηκε το κοιλιακό περιεχόμενο. Τα τμήματα που αφαιρέθηκαν ζυγίστηκαν χωριστά, όπως και ο κορμός

(χωρίς κεφάλι, σπλάχνα, ουρά). Αφού ζυγίστηκε το κοιλιακό περιεχόμενο, αφαιρέθηκε το ήπαρ και ζυγίστηκε.

Αφού έγιναν και αυτές οι μετρήσεις, αφαιρέθηκαν τα υπόλοιπα πτερύγια του ψαριού (ραχιαίο, εδρικό, κοιλιακά και θωρακικά) τα οποία και ζυγίστηκαν μαζί.

Για να γίνει η φιλετοποίηση, χρησιμοποιήθηκε νυστέρι. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής: από το μέρος της ουράς (λίγο πιο πάνω από εκεί που βρισκόταν ο ουραίος μίσχος) και με φορά προς το κεφάλι έγινε τομή κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης. Έπειτα, γινόταν προσεκτική αφαίρεση του φιλέτου και με τη βοήθεια του νυστεριού αφαιρούνταν υπολείμματα σάρκας από το σκελετό για να είναι η τιμή κοντά στην απόδοση φιλετοποίησης αλλά και για να είναι όσο καλύτερα γινόταν καθαρός ο σκελετός. Στη συνέχεια γινόταν ζύγιση των φιλέτων και του σκελετού χωριστά. Τα φιλέτα ζυγίζονταν με το δέρμα, γιατί οι περισσότερες διεργασίες που πραγματοποιήθηκαν απαιτούσαν την παρουσία αυτού.

- **Δείκτης ευρωστίας**

Ο δείκτης ευρωστίας (CF), ο οποίος χρησιμοποιείται για την περιγραφή της σωματικής κατάστασης των ψαριών, παρατίθεται με τον τύπο του συντελεστή ευρωστίας : $K = Wt / (L)^3$

Όπου, K= συντελεστής ευρωστίας, Wt=βάρος ψαριού (g) και L=μήκος ψαριού (cm).

- **Ειδικός ρυθμός αύξησης (SGR)**

Το βάρος των ψαριών που καταγράφηκε σε κάθε πείραμα, χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση του ειδικού ρυθμού αύξησης. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του ειδικού ρυθμού αύξησης (SGR) είναι:

$$\% \text{ SGR} = [(\ln w_2 - \ln w_1) / (t_2 - t_1) * 100]$$

Όπου w_1 και w_2 είναι τα αρχικά και τελικά βάρη του ψαριού στους χρόνους t_1 και t_2 αντίστοιχα.

- **Ειδικός ρυθμός αύξησης μορφολογικών παραμέτρων.**

Χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$\text{Ρυθμός αύξησης} = (\text{τελικό βάρος (g)} - \text{αρχικό βάρος (g)}) / \text{ημέρες που μεσολάβησαν} \times 100$$

Ο υπολογισμός αυτός πραγματοποιούνταν μετά από κάθε πειραματική διαδικασία για την εύρεση του ποσοστού αύξησης του βάρους της κάθε μορφολογικής παραμέτρου από τον Απρίλιο μέχρι τον Δεκέμβριο.

- **Συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (Feed Conversion Ratio)**

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της αξίας της τροφής για την παροχή της απαραίτητης ενέργειας για αύξηση και υπολογίζεται με τον τύπο:

$$\text{FCR} = \text{γραμμάρια ξηράς τροφής} / \text{κέρδος σε βάρος (g)}$$

$$\text{Κέρδος σε βάρος (g)} = \text{τελική βιομάζα (g)} - \text{αρχική βιομάζα (g)}$$

- **Αναλογία κεφαλής-σώματος**

Το ποσοστό του βάρους κεφαλής επί του ολικού βάρους των ιχθύων δίνεται με τον τύπο : $\text{BK}\% = (100 / \text{OB}) * \text{BK}$, όπου BK= Βάρος Κεφαλής (g) και OB= Ολικό Βάρος (g).

- **Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI)**

Ο τύπος που χρησιμοποιείται για την εύρεση του ηπατοσωματικού δείκτη είναι ο εξής :

$$\text{HSI} = (\text{βάρος ήπατος (g)} / \text{βάρος σώματος (g)}) \times 100$$

- **Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI)**

Ο γοναδοσωματικός δείκτης, ο οποίος υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο $\text{GSI} = \text{βάρος γονάδας} / \text{βάρος σώματος} \times 100$, αποτελεί το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο μέσο ποσοτικοποίησης της αναπαραγωγικής κατάστασης των ψαριών. Αφού ζυγίστηκε το κοιλιακό περιεχόμενο των ψαριών, αφαιρέθηκαν με λαβίδα (όπου ήταν δυνατό) οι γονάδες και ζυγίστηκαν.

- **Απόδοση φιλετοποίησης**

Τα φιλέτα ζυγίστηκαν με το δέρμα και η τιμή δίνεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Απόδοση φιλετοποίησης} = (\text{βάρους φιλέτων (g)} / \text{ολικό βάρος σώματος (g)}) \times 100\text{g}$$

Σύγκριση μεταξύ εκτρεφόμενων και άγριων ατόμων του είδους.

Για την μορφομετρική σύγκριση των εκτρεφόμενων και άγριων ατόμων του είδους, μετρήθηκε το μήκος και βάρος και τα μεριστικά στοιχεία άγριων ατόμων του είδους που αλιεύτηκαν από τον Αμβρακικό κόλπο. Συγκεκριμένα, σε τέσσερα άγρια άτομα και έγινε μέτρηση του μήκους και του βάρους καθώς και των μεριστικών στοιχείων (βραγχιακές άκανθες, ακτίνες πτερυγίων)

2.3 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ

Κάθε φορά, για τον έλεγχο αυτό χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα φιλέτα τα οποία και χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των δύο φιλέτων η κάθε μία. Από την κάθε ομάδα, πάρθηκαν από 10g ιστού με δέρμα. Αφού έγινε ομογενοποίηση σε ιγδίο πορσελάνης, τοποθετήθηκε η μάζα σε δοχείο για ουροκαλλιέργεια και προστέθηκαν 90ml φυσιολογικός ορός και το μείγμα αναδεύτηκε καλά.

Αφού έγινε καθίζηση του μείγματος, με τη βοήθεια σύριγγας λήφθηκε δείγμα 1,5ml από τη μέση του δοχείου (με προσοχή για αποφυγή ιστού). Το δείγμα αυτό προστέθηκε σε 1500ml εμφιαλωμένου νερού (1^η αραίωση).

Από αυτό το μείγμα (της 1^{ης} αραίωσης) λήφθηκε δείγμα με σύριγγα 1,5ml, το οποίο και προστέθηκε σε 1500ml εμφιαλωμένου νερού (2^η αραίωση).

Έπειτα, από το μείγμα που προέκυψε μετά και από τη δεύτερη αραίωση, έγινε λήψη δείγματος 200ml συνολικά το οποίο και τοποθετήθηκε σε δοχείο ουροκαλλιέργειας (100ml+100ml). Για την κάθε ομάδα λοιπόν αντιστοιχούν δύο δοχεία των 100ml το καθένα. Στη συνέχεια, τα δείγματα εστάλησαν σε εργαστήριο (ηπ.ερ. – Ηπειρωτικό Εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου) για μικροβιολογικό έλεγχο (cfu), όπου αναλύθηκαν σύμφωνα με τα πρωτόκολλα Ανίχνευσης και καταμέτρησης εντερόκοκκων σε νερό και Ανίχνευσης και καταμέτρησης *Escherichia coli* και κολοβακτηριοειδών σε νερό (Παράρτημα Ι).

2.4 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Προσδιορισμός περιεκτικότητας λίπους σε φιλέτο

Η μέθοδος βασίζεται στην κατεργασία του δείγματος με υδροχλωρικό οξύ και αλκοόλη προς καταστροφή των πρωτεϊνών και απελευθέρωση της λιπαρής ύλης. Ακολουθεί εκχύλιση της λιπαρής ύλης με αιθέρα ή πετρελαϊκό αιθέρα.

Υλικά

- κωνική 250ml
- διαχωριστική χοάνη
- κωνική φιάλη των 250ml και 100ml
- υδατόλουτρο
- ξηραντήρας
- αιθανόλη 95,5°
- διάλυμα HCl (5 όγκοι πυκνού HCl και 2 όγκοι ύδατος)
- αιθέρας
- πετρελαϊκός αιθέρας

Διαδικασία

1. Τοποθετήσαμε ποσότητα 4g κονιοποιημένου δείγματος σε κωνική 250ml και προσθέσαμε σε αυτό 10ml θερμού ύδατος.
2. Διαλύσαμε το δείγμα και προσθέσαμε 5ml C₂H₅OH αναδεύοντας.
3. Προσθέσαμε 6ml πυκνού HCl συνεχίζοντας την ανάδευση.
4. Τοποθετήσαμε την κωνική στο υδατόλουτρο 80°C.
5. Μετά το πέρας του χρόνου θέρμανσης αφήσαμε την κωνική σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ώστε να ψυχθεί το περιεχόμενο.
6. Μεταγγίσαμε το περιεχόμενο σε διαχωριστική χοάνη προσθέτοντας 100ml αιθέρα.
7. Ανακινήσαμε ισχυρώς τη διαχωριστική χοάνη και αφήσαμε σε ηρεμία για 24h.

8. Λάβαμε με σιφόνιο 25ml εκ της αιθερικής στοιβάδας και τοποθετήσαμε σε προξηραμένη φιάλη των 250ml την οποία την τοποθετήσαμε σε υδατόλουτρο προς εξάτμιση του αιθέρα και κατόπιν σε φούρνο για 1h στους 105°C.

Έκφραση αποτελεσμάτων

Η % περιεκτικότητα σε λιπαρά υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Lambda\% = 400 \cdot \beta / \alpha$$

όπου: α = βάρος δείγματος και β = βάρος λίπους

Προσδιορισμός της περιεκτικότητας % σε πρωτεΐνη

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας % σε πρωτεΐνη των φιλέτων πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο Kjendahl (AOAC, 1995).

Αντιδραστήρια

1. Πυκνό θειικό οξύ
2. Κορεσμένο Βορικό οξύ
3. NaOH 60%
4. Υπεροξειδίο του υδρογόνου
5. Χάπι καταλύτη Kjendahl(1,5 g K₂SO₄ + 7,5 g Se)
6. Απιονισμένο νερό
7. Δείκτης Methyl red (0,1% in alcohol):Bromocresol green (0,2 % in alcohol) σε αναλογία 1:5
8. Υδροχλωρικό οξύ HCL : 0,1 N

Με τη μέθοδο αυτή υπολογίζεται η ποσότητα του αζώτου σε οργανικές και ανόργανες ουσίες. Η μέθοδος διακρίνεται σε τρία στάδια:

- 1. Πέψη:** Στο στάδιο αυτό το δείγμα τοποθετήθηκε σε ειδικό σωλήνα και προστέθηκαν 6 ml πυκνό θειικό οξύ και 1 ml υπεροξειδίο του υδρογόνου.

Τα δείγματα ιστού (δεν προστίθενται στον μάρτυρα) τοποθετήθηκαν στην ήδη προθερμασμένη συσκευή επώασης για μία ώρα

2. Απόσταξη: Μετά την πέψη ο σωλήνας τοποθετείται στην συσκευή απόσταξης. Σε αυτό το στάδιο προστίθενται στο διάλυμα πέψης (NaOH) και το διάλυμα ζεσταίνεται και το αέριο NH₃ συγκεντρώνεται σε διάλυμα που περιέχει βορικό οξύ και 5 σταγόνες δείκτη. Το βορικό οξύ δεσμεύει το αέριο αμμωνίας και από άχρωμο γίνεται μπλέ.

3. Τιτλοδότηση: Για να υπολογίσουμε το ποσό των αμμωνιακών, τιτλοδοτούμε με διάλυμα 0,1N NaOH.

Υπολογισμός

Ο υπολογισμός βασίζεται στους ακόλουθους τύπους

$$A\% = [1,4 * N * (V_0 - V)] / W$$

Moles of acid = moles nitrogen x atomic mass

$$(gN = \text{molesN} \times 14.0067)$$

$$\% \text{nitrogen} = (\text{gms nitrogen} / \text{gms sample}) \times 100$$

$$\%N = (gN / gS) \times 100$$

$$\text{Πρωτεΐνη στο δείγμα} = \%N \times 6.25$$

$$A\% = [1,4 * N * (V_0 - V)] / W$$

N= η κανονικότητα του διαλύματος NaOH (πχ. 0,1)

V₀= Ο όγκος (ml) NaOH που καταναλώθηκε για τιτλοδότηση του τυφλού δείγματος

V= Ο όγκος (ml) NaOH που καταναλώθηκε για τιτλοδότηση του δείγματος

W= Το βάρος (g) του δείγματος ιστού

2.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ pH ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ

Από τυχαία επιλεγμένα δείγματα λήφθηκε μυϊκός ιστός χωρίς δέρμα (10 g σάρκας χωρίς αίμα και οστά) και μετά από ομογενοποίησή του σε ιγδίο πορσελάνης, προστέθηκαν 5ml απιονισμένου νερού και εν συνεχεία γινόταν η εισαγωγή του ηλεκτροδίου του pHμετρου εντός του δείγματος και ακολουθούσε η καταγραφή της εμφανιζόμενης ένδειξης του οργάνου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Για τη μέτρηση του pH χρησιμοποιήθηκε pHmeter CRISON BASIC 20.

Το pH μετρήθηκε την πρώτη, την τέταρτη και την όγδοη ημέρα, κατά τη διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων στο ψυγείο.

2.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Για τη μέτρηση αυτή, χρησιμοποιούνταν κάθε φορά προζυγισμένα φιλέτα με δέρμα (4-5 ανάλογα τον συνολικό αριθμό των δειγμάτων) τα οποία τοποθετήθηκαν σε φούρνο όπου και παρέμειναν για 24 ώρες στους 60°C. Έπειτα, τα φιλέτα αφού έβγαιναν από το φούρνο και κρύωναν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ζυγίζονταν ξανά.

Για τον προσδιορισμό του ποσοστού υγρασίας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος

$$\% \text{ Υγρασίας} = (\text{Ξηρό βάρος (g)} / \text{Υγρό βάρος (g)}) \times 100$$

2.7 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ–ΠΟΣΟΣΤΟ ΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΗΣ - ΙΧΘΥΟΦΟΡΤΙΣΗ

Η θερμοκρασία εκτροφής καταγράφηκε καθ'όλη τη διάρκεια της περιόδου εκτέλεσης του πειράματος αλλά και πριν από αυτήν. Συγκεκριμένα το διάστημα που καταγράφηκε είναι από το Δεκέμβριο του 2010 έως και το Δεκέμβριο του 2011.

Επίσης έχει καταγραφεί το ποσοστό χορηγούμενης τροφής (SFR) καθώς και η ιχθυοφόρτιση του κλωβού στον οποίο βρίσκονταν τα ψάρια που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

2.8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων καθώς και τα γραφήματα έγιναν με το λογισμικό Microsoft Excel for Windows 2003. Για την διαπίστωση σημαντικών διαφορών στις παραμέτρους που ελέχθησαν, τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε ανάλυση διασποράς για ένα παράγοντα (Analysis of variance, ANOVA) σε επίπεδο

σημαντικότητας $p=0.05$. Διαφορές στα ποσοστά (π.χ. χημική σύσταση και στην απόδοση φιλετοποίησης) συγκριθήκαν με το τεστ χ^2 .

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5, τα οποία είναι σύμφωνα με το μήνα πραγματοποίησης των μετρήσεων, καθώς και στα γραφήματα που ακολουθούν. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των μεριστικών στοιχείων μεταξύ του εκτρεφόμενου και του άγριου φαγκριού.

Πίνακας 5: Συγκεντρωτικός πίνακας με τα σωματομετρικά στοιχεία του εκτρεφόμενου είδους *P. ragrus* κατά τους μήνες δειγματοληψίας του έτους 2011 (Μέση τιμή και Τυπική απόκλιση (\pm)).

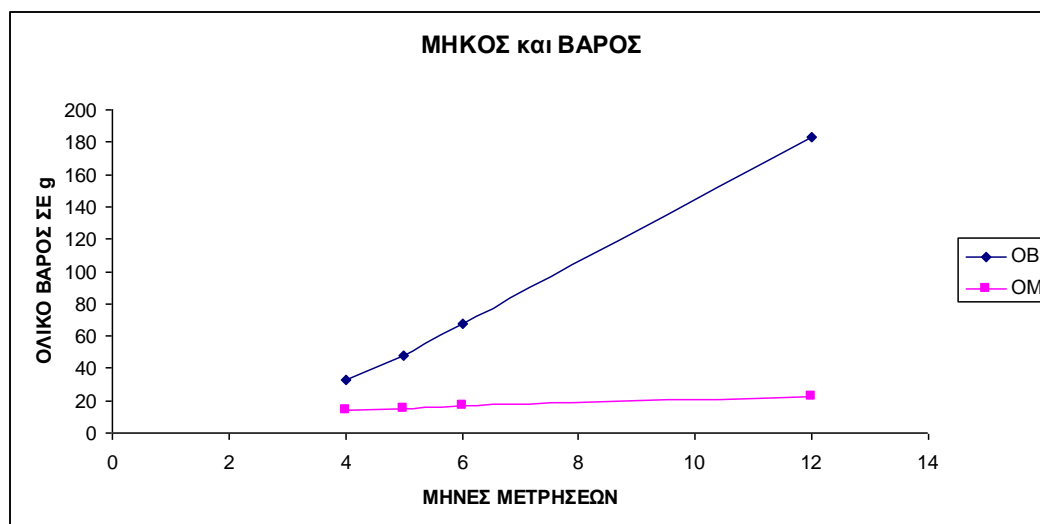
Ολικό Μήκος(cm) (Ο.Μ.), Ολικό Βάρος(g) (Ο.Β.), Βάρος Κοιλιακού Περιεχομένου (g) (Β.Κ.Π.), Βάρος Κεφαλής (g) (Β.Κ.), Βάρος Πτερυγίων (g) (Β.Π.), Βάρος Σκελετού (g) (Β.Σ.), Βάρος Ουράς (g) (Β.Ο.), Βάρος Ήπατος (g) (Β.Η.), Βάρος Γονάδων (g) (Β.Γ.), Βάρος Κορμού (g) (Β.ΚΟΡ.) και Βάρος Φιλέτου με Δέρμα (g) (Β.Φ.Δ.).

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
Ο.Μ.	13,85 (± 0,68)	14,78 (±1,19)	17,37 (±0,86)	22,22 (±1,01)
Ο.Β.	33,28 (±6,11)	47,72 (±9,35)	67,76 (±7,51)	183,55 (±22,15)
Β.Κ.Π.	3,04 (±1,13)	6,3 (±1,66)	10,76 (±1,30)	22,67 (±2,64)
Β.Κ.	7,08 (±1,54)	11,45 (±1,98)	9,59 (±2,73)	40,07 (±5,10)
Β.Π.	1,05 (±0,37)	1,4 (±0,33)	1,83 (±0,341)	5,25 (±1,24)
Β.Σ.	2,97 (±0,99)	6,71 (±1,80)	5,80 (±3,19)	19,21 (±2,72)
Β.Ο.	0,68 (±0,16)	0,88 (±0,23)	1,35 (±0,31)	2,72 (±0,71)
Β.Η.	0,31 (±0,19)	0,77 (±0,07)	1,10 (±0,32)	3,91 (±0,44)
Β.Γ.	-	-	-	-
Β.ΚΟΡ	22,21 (±5,20)	29,31 (±7,02)	36,65 (±7,08)	125,7 (±12,24)
Β.Φ.Δ	5,83 (±1,05)	8,95 (±2,21)	11,66 (±2,69)	39,67 (±5,86)

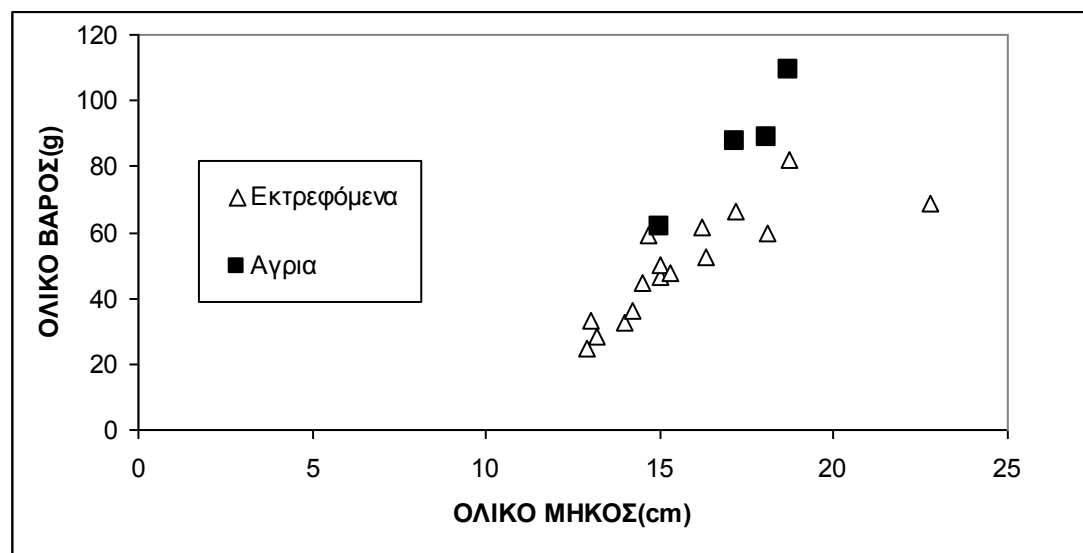
ΠΙΝΑΚΑΣ . 6. Σύγκριση μεριστικών στοιχείων εκτρεφόμενου και άγριου φαγκριού.

ΜΕΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	Άγρια άτομα($n=4$)	Εκτρεφόμενα άτομα($n=10$)
ΒΡΑΓΧΙΑΚΕΣ	ΑΝΩ 6-8	ΑΝΩ 6-7
ΑΚΑΝΘΕΣ.	ΚΑΤΩ 10-11	ΚΑΤΩ 9-10
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΚΤΙΝΩΝ	ΣΚΛΗΡΕΣ 12	ΣΚΛΗΡΕΣ 12
ΡΑΧΙΑΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ	ΜΑΛΑΚΕΣ 10	ΜΑΛΑΚΕΣ 10
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΚΤΙΝΩΝ	ΣΚΛΗΡΕΣ 3	ΣΚΛΗΡΕΣ 3
ΕΔΡΙΚΟΥ	ΜΑΛΑΚΕΣ 8	ΜΑΛΑΚΕΣ 8
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΚΤΙΝΩΝ	ΜΑΛΑΚΕΣ 15-16	ΜΑΛΑΚΕΣ 15-16
ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΚΤΙΝΩΝ	ΣΚΛΗΡΕΣ 1	ΣΚΛΗΡΕΣ 1
ΚΟΙΛΙΑΚΩΝ	ΜΑΛΑΚΕΣ 5	ΜΑΛΑΚΕΣ 5

Στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε (Απρίλιος 2011), το ολικό μήκος των ιχθύων ήταν 13,85cm και το ολικό βάρος ήταν 33,28g. Και οι δύο τιμές παρουσίασαν σταδιακή αύξηση κατά τους μήνες που μεσολάβησαν, φτάνοντας τα 22,22cm και τα 183,55g, αντίστοιχα, στην τελευταία μέτρηση (Δεκέμβριος 2011) (Γράφημα 1α). Στο Γράφημα 1β, παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της σύγκρισης της σχέσης μήκους-βάρους εκτρεφόμενων και άγριων φαγκριών.

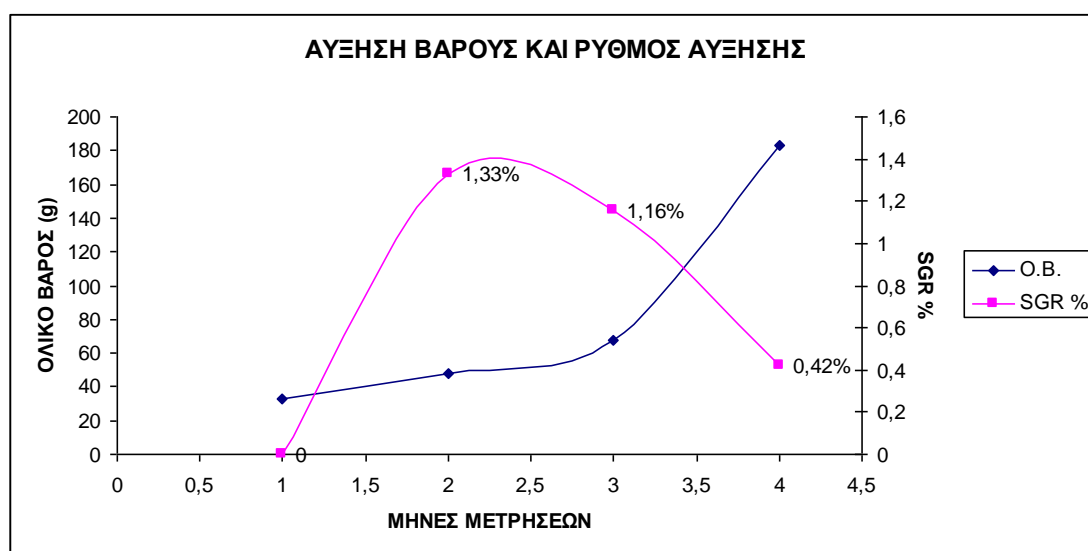


Γράφημα 1α: Ολικό μήκος και Ολικό βάρος των ιχθύων.



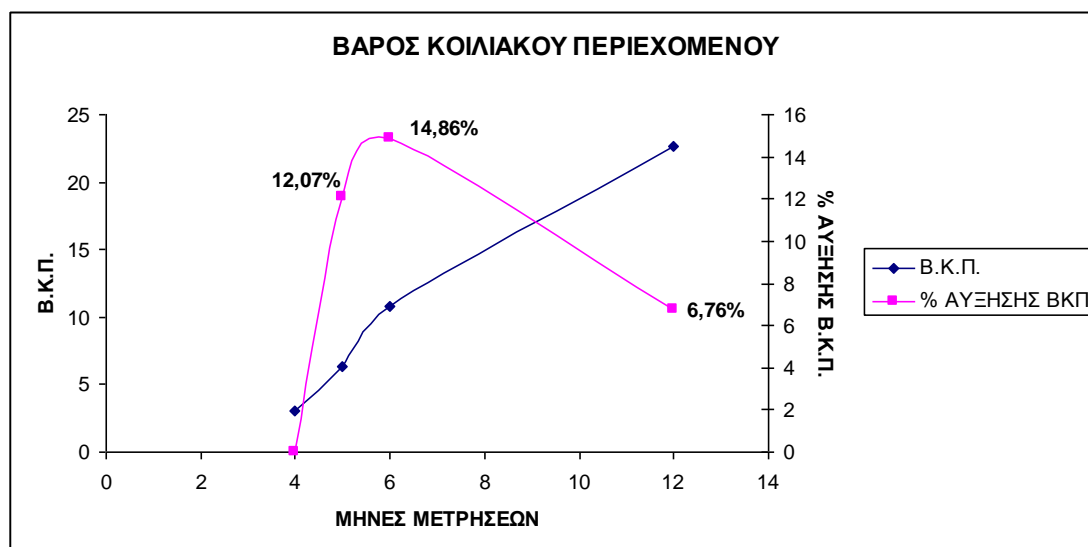
Γράφημα 1β: Σύγκριση σχέσης μήκους-βάρους εκτρεφόμενων (τρίγωνα) και άγριων (τετράγωνα) φαγκριών.

Ο υπολογισμός του ρυθμού αύξησης (SGR) (Γράφημα 2) έδειξε ότι η μεγαλύτερη αύξηση του βάρους των ψαριών σημειώθηκε κατά το διάστημα Απριλίου – Μαΐου. Το διάστημα Μαΐου – Ιουνίου η αύξηση ήταν μικρότερης κλίμακας ενώ τον Δεκέμβριο υπήρξε αύξηση αλλά ο ρυθμός ήταν ήπιος.

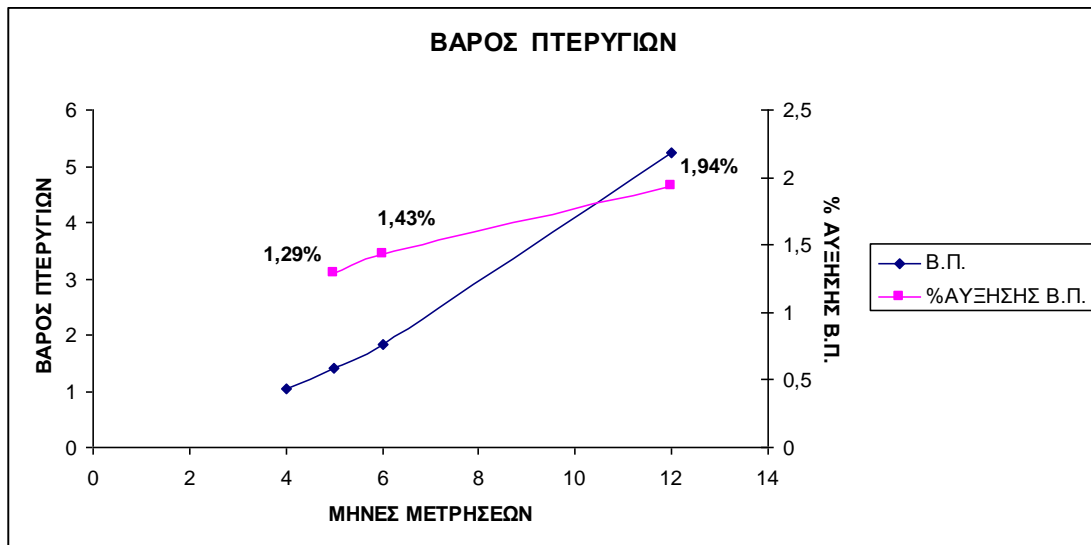


Γράφημα 2: Διακύμανση του ειδικού ρυθμού σωματικής αύξησης SGR από τον Απρίλιο μέχρι τον Δεκέμβριο. Στον πρωτεύοντα άξονα Y (αριστερά) αντιστοιχούν τα στοιχεία του ολικού βάρους (OB) και στον δευτερεύοντα άξονα Y (δεξιά) αντιστοιχούν τα στοιχεία του SGR.

Το βάρος του κοιλιακού περιεχομένου παρουσίασε αύξηση (Γράφημα 3), κυρίως το διάστημα μεταξύ Μαΐου–Ιουνίου, ενώ Ιούνιο-Δεκέμβριο η αύξηση ήταν μικρή. Το βάρος του κοιλιακού περιεχομένου όπως επίσης και το βάρος των πτερυγίων (Γράφημα 4) παρουσίασαν αύξηση μέχρι το τέλος του πειράματος με εντονότερο και στις δύο περιπτώσεις το διάστημα Μαΐου – Ιουνίου. Στη μέτρηση του βάρους πτερυγίων αν και το ποσοστό αύξησης στο τρίτο διάστημα (Ιούνιος-Δεκέμβριος) είναι μεγαλύτερο θα πρέπει να ληφθεί υπ’όψιν το γεγονός ότι μεσολαβούν έξι μήνες.

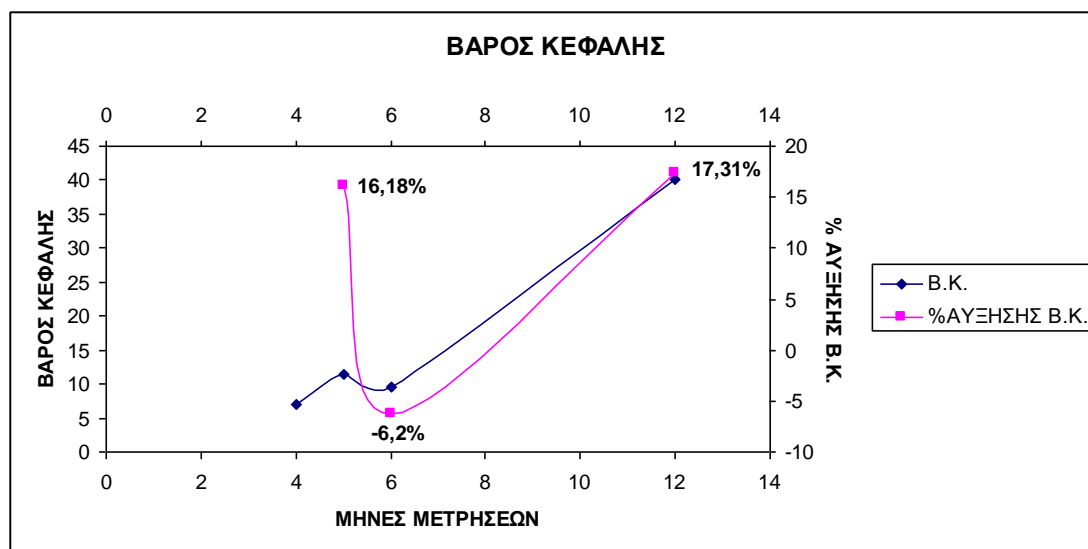


Γράφημα 3: Βάρος κοιλιακού περιεχομένου. Ο πρωτεύων άξονας Y (αριστερά) αντιστοιχεί στο βάρος του κοιλιακού περιεχομένου (ΒΚΠ) και ο δευτερεύων άξονας Y (δεξιά) αντιστοιχεί στο ποσοστό της αύξησης (ρυθμού αύξησης) του βάρους του κοιλιακού περιεχομένου.

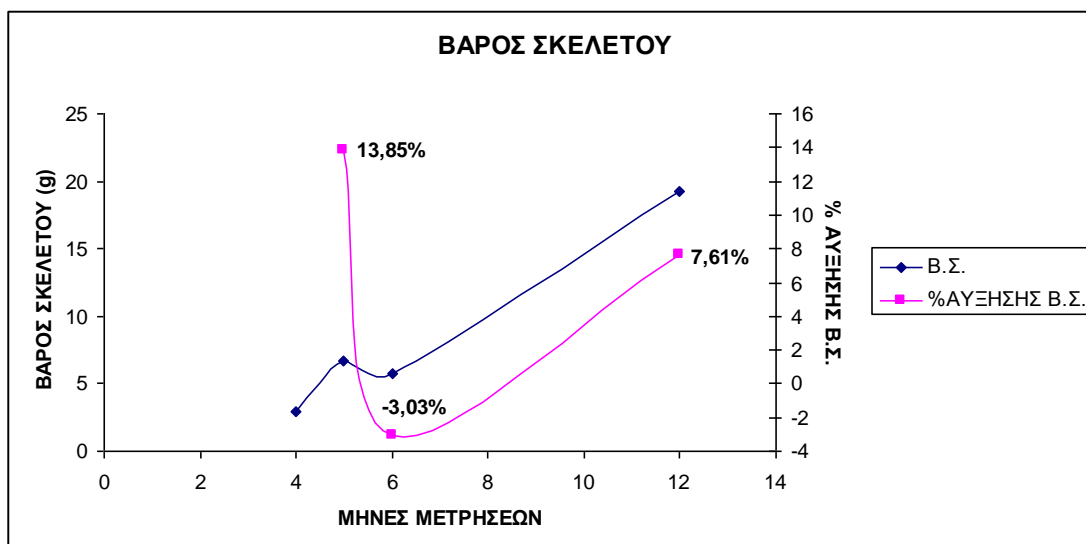


Γράφημα 4: Βάρος πτερυγίων (ΒΠ). Ο πρωτεύων άξονας Υ (αριστερά) αντιστοιχεί στο βάρος των πτερυγίων και ο δευτερεύων άξονας Υ (δεξιά) αντιστοιχεί στο ποσοστό αύξησης του βάρους των πτερυγίων.

Το βάρος κεφαλής (Γράφημα 5) όπως και το βάρος του σκελετού (Γράφημα 6) παρουσιάζουν το ίδιο αποτέλεσμα, δηλαδή αύξηση βάρους κατά το πρώτο διάστημα (Απρίλιος-Μάιος), μείωση στο δεύτερο διάστημα (Μάιος-Ιούνιος) και αύξηση πάλι στο τρίτο διάστημα (Ιούνιος-Δεκέμβριος).

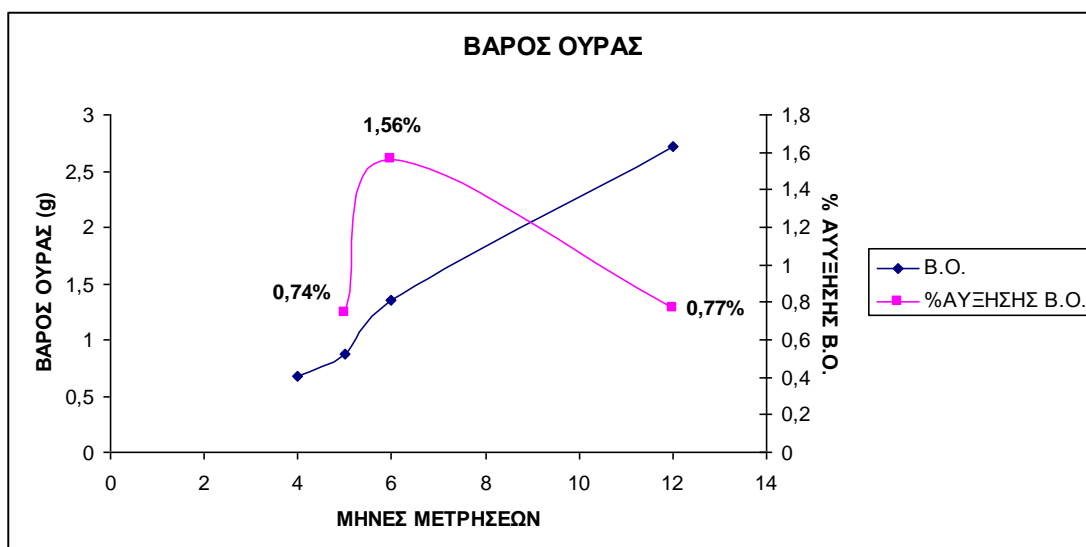


Γράφημα 5: Διακύμανση του βάρους κεφαλής (ΒΚ). Ο πρωτεύων άξονας Y (αριστερά) αντιστοιχεί στο βάρος κεφαλής και ο δευτερεύων άξονας Y (δεξιά) αντιστοιχεί στο ποσοστό αύξησης του βάρους της κεφαλής.



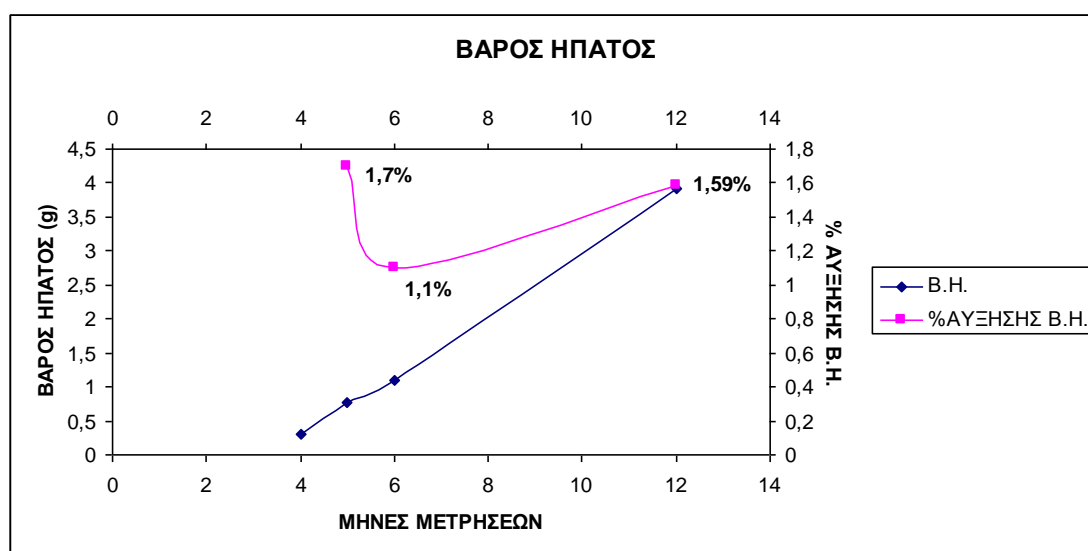
Γράφημα 6: Διακύμανση του βάρους σκελετού (Β.Σ.). Ο πρωτεύων άξονας Y (αριστερά) αντιστοιχεί στο βάρος του σκελετού και ο δευτερεύων άξονας Y (δεξιά) αντιστοιχεί στο ποσοστό αύξησης του βάρους του σκελετού.

Το βάρος της ουράς (Γράφημα 7) παρουσίασε ανοδική πορεία, παρουσιάζοντας όμως πτώση του ρυθμού αύξησης κατά το τρίτο διάστημα (Ιούνιο-Δεκέμβριο)

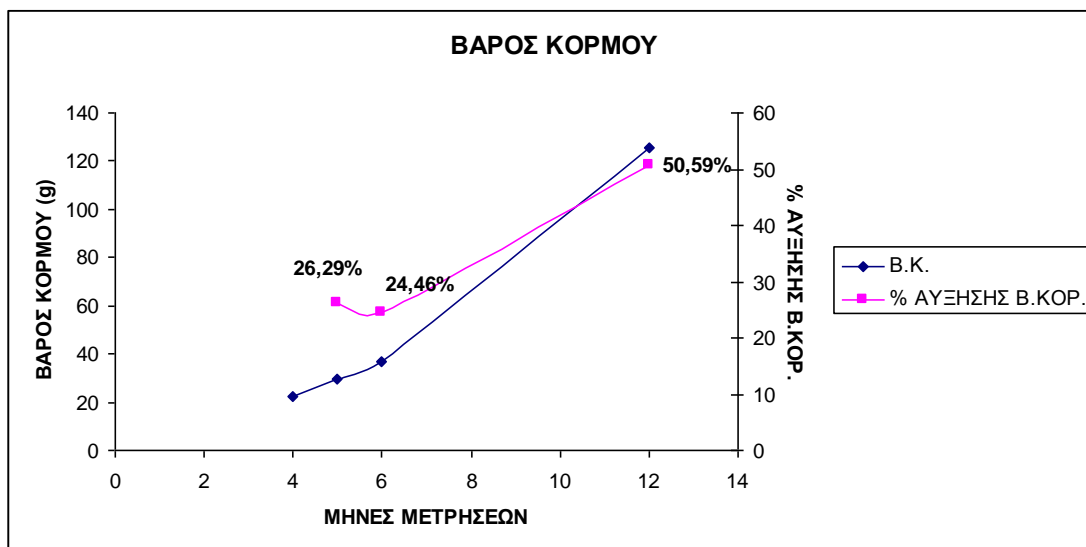


Γράφημα 7: Διακύμανση του βάρους της ουράς (Β.Ο.). Ο πρωτεύων άξονας Y (αριστερά) αντιστοιχεί στο βάρος της ουράς και ο δευτερεύων άξονας Y (δεξιά) αντιστοιχεί στο ποσοστό αύξησης του βάρους της ουράς.

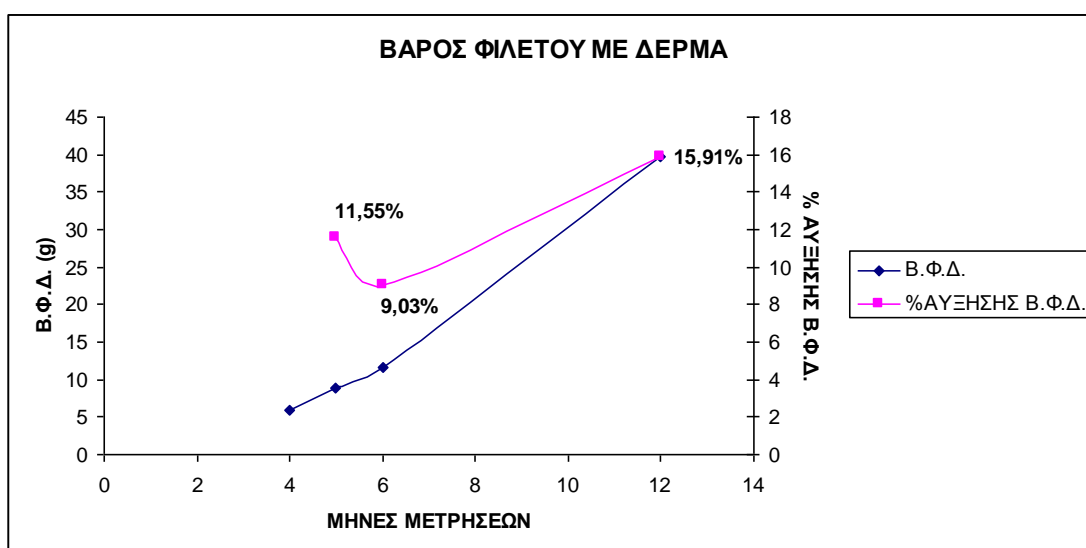
Το βάρος του ήπατος (Γράφημα 8), του κορμού (Γράφημα 9) και του φιλέτου με δέρμα (Γράφημα 10) παρουσίασαν την ίδια διακύμανση, δηλαδή αύξηση το διάστημα Απριλίου-Μαΐου, μείωση τον Ιούνιο και έπειτα πάλι αύξηση το διάστημα Ιουνίου-Δεκεμβρίου. Βέβαια, η αύξηση που παρουσιάστηκε στο τρίτο διάστημα (Ιούνιος-Δεκέμβριος) και στις τρεις παραμέτρους ήταν σε μικρότερη κλίμακα συγκριτικά με το πρώτο διάστημα (Απρίλιος-Μάιος).



Γράφημα 8: Διακύμανση βάρους ήπατος (Β.Η.). Στον πρωτεύοντα άξονα Y (αριστερά) αντιστοιχεί το βάρος του ήπατος και στον δευτερεύοντα άξονα Y (δεξιά) αντιστοιχεί το ποσοστό αύξησης του βάρους του ήπατος.



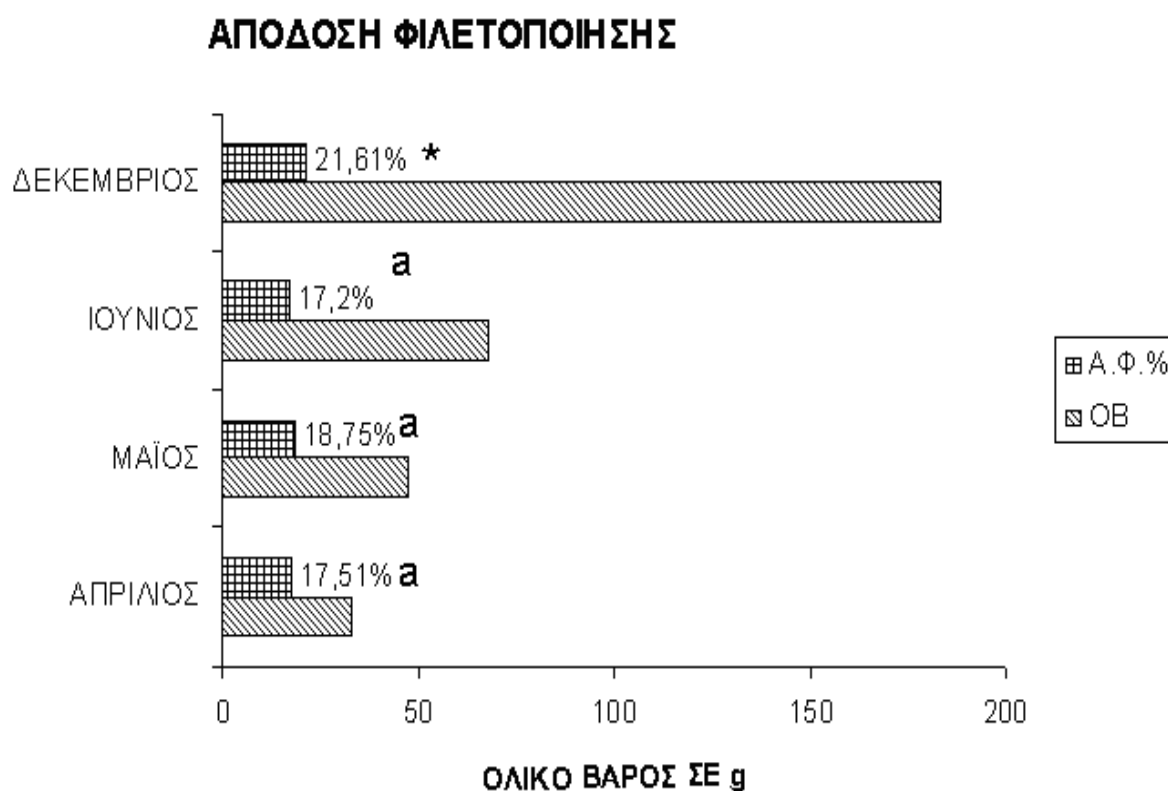
Γράφημα 9: Διακύμανση βάρους κορμού (Β.ΚΟΡ.). Στον πρωτεύοντα άξονα Y (αριστερά) αντιστοιχεί το βάρος του κορμού και στον δευτερεύοντα άξονα Y (δεξιά) αντιστοιχεί το ποσοστό αύξησης του βάρους του κορμού.



Γράφημα 10: Διακύμανση βάρους φιλέτου με δέρμα (ΒΦΔ) . Στον πρωτεύοντα άξονα Y (αριστερά) αντιστοιχεί το βάρος του φιλέτου με δέρμα και στον δευτερεύοντα άξονα Y (δεξιά) αντιστοιχεί το ποσοστό αύξησης του βάρους του φιλέτου.

3.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΙΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

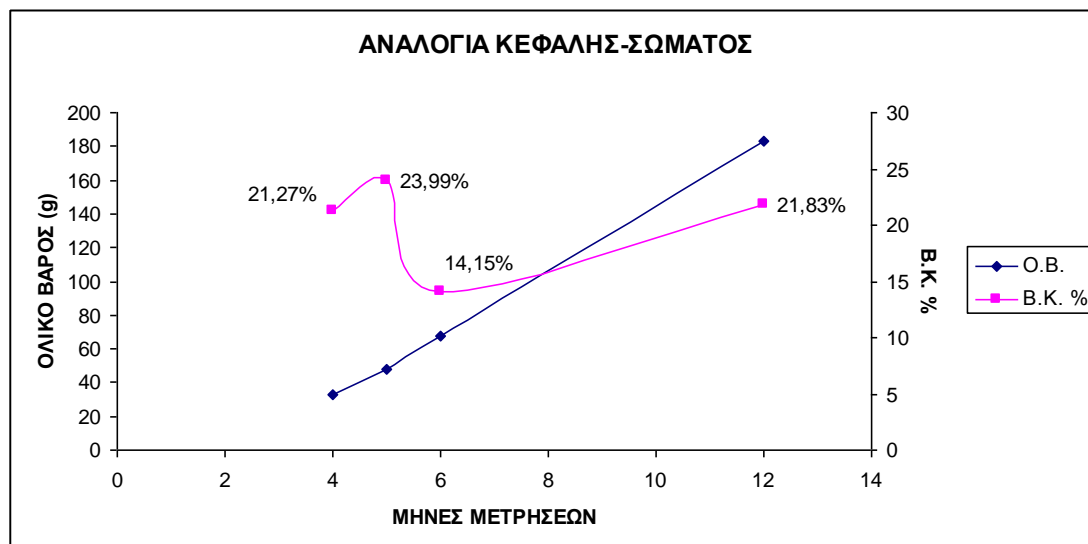
Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία του ολικού βάρους και του βάρους των φιλέτων, δίδεται η απόδοση φιλετοποίησης του εκτρεφόμενου φαγκριού για το διάστημα από τον Απρίλιο μέχρι τον Δεκέμβριο (Γράφημα 11). Σύμφωνα λοιπόν με τα στοιχεία, ο Απρίλιος και ο Ιούνιος είχαν την ίδια περίπου απόδοση φιλετοποίησης, με τον Ιούνιο να έχει τη μικρότερη τιμή, ενώ ο Δεκέμβριος εμφανίζει τη μεγαλύτερη απόδοση φιλετοποίησης.



Γράφημα 11: Μεταβολή της απόδοσης φιλετοποίησης (ΑΦ%) και του Ολικού Βάρους (OB g) κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του εκτρεφόμενου φαγκριού. Σημαντική στατιστική διαφορά παρατηρήθηκε στην αύξηση της ΑΦ% τον μήνα Δεκέμβριο (X^2 τεστ, $P < 0.05$).

3.3 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΒΑΡΟΥΣ ΚΕΦΑΛΗΣ – ΣΩΜΑΤΟΣ

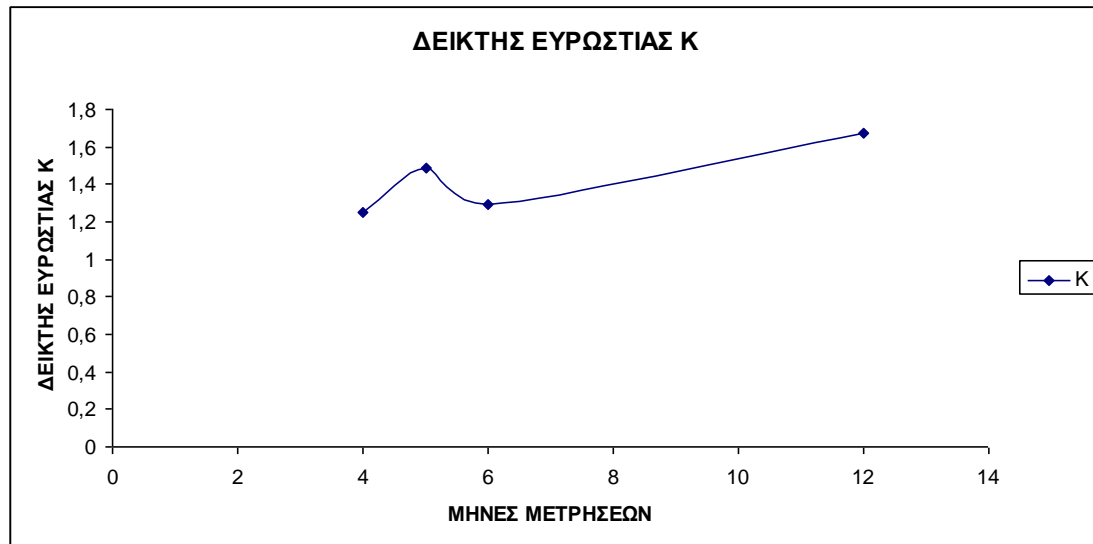
Η αναλογία βάρους κεφαλής-σώματος, παρουσίασε αύξηση το πρώτο διάστημα (Απρίλιος - Μάιος), μείωση κατά το διάστημα Μαΐου-Ιουνίου ενώ κατά το επόμενο διάστημα (Ιούνιος-Δεκέμβριος) παρουσιάστηκε αύξηση (Γράφημα 12).



Γράφημα 12: Εποχιακή μεταβολή στην αναλογία βάρους κεφαλής-σώματος στο εκτρεφόμενο φαγκρί. Στον δευτερεύοντα άξονα Y (δεξιά) αντιστοιχεί το ποσοστό του βάρους κεφαλής (BK) επί του ολικού βάρους (OB) σώματος (αριστερός άξονας Y).

3.4 ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ

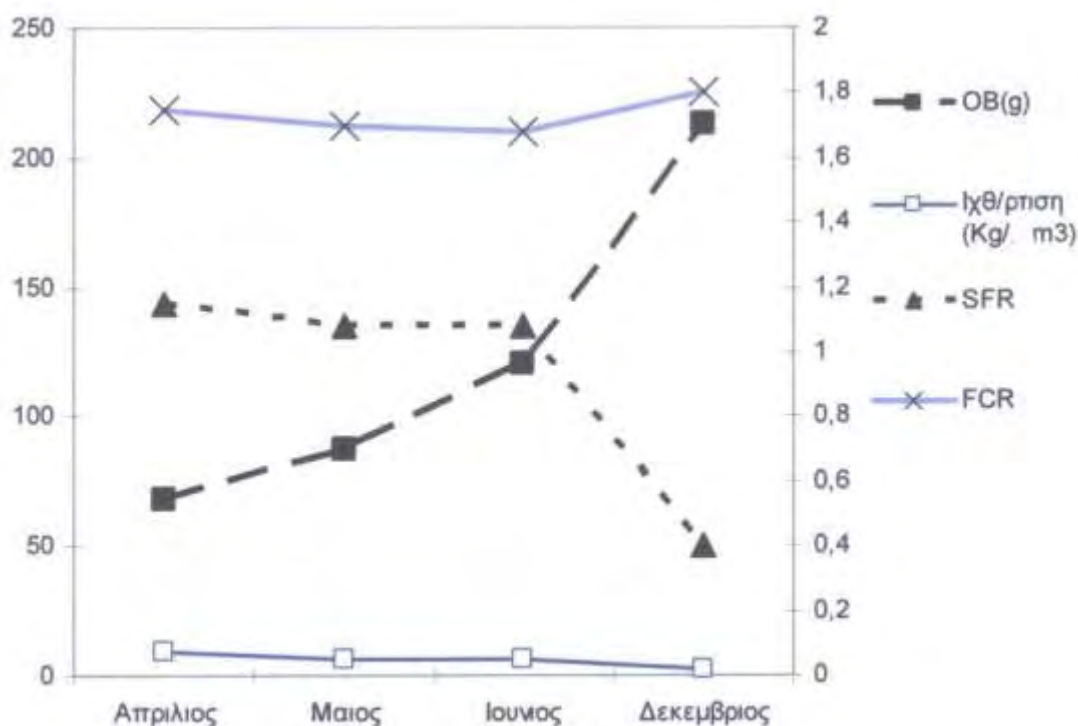
Ο δείκτης ευρωστίας παρουσίασε αύξηση τα διαστήματα Απριλίου-Μαΐου και Ιουνίου – Δεκεμβρίου ενώ κατά το διάστημα Μαΐου-Ιουνίου παρουσίασε μείωση (Γράφημα 13).



Γράφημα 13: Εποχιακή μεταβολή του δείκτη ευρωστίας (Κ) .στο εκτρεφόμενο φαγκρί.

3.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΤΡΕΨΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΡΟΦΗΣ

Στο Γράφημα 14 παρουσιάζεται το Ο.Β. των ιχθύων από την πρώτη μέτρηση μέχρι και την τελευταία, η ιχθυοφόρτιση των κλωβών όπου παρατηρείται πτώση κατά το διάστημα Απριλίου-Μαΐου, μέχρι τον Ιούνιο παραμένει σταθερή, ενώ από τον Ιούνιο μέχρι τον Δεκέμβριο παρουσιάζει σταδιακή πτώση. Το SFR παρουσίασε πτώση το διάστημα Ιουνίου-Δεκεμβρίου. Το FCR παρουσίασε πτώση τα διαστήματα Απριλίου-Μαΐου όπως και Μαΐου- Ιουνίου αλλά κατά το διάστημα Ιουνίου – Δεκεμβρίου παρουσίασε πτώση.

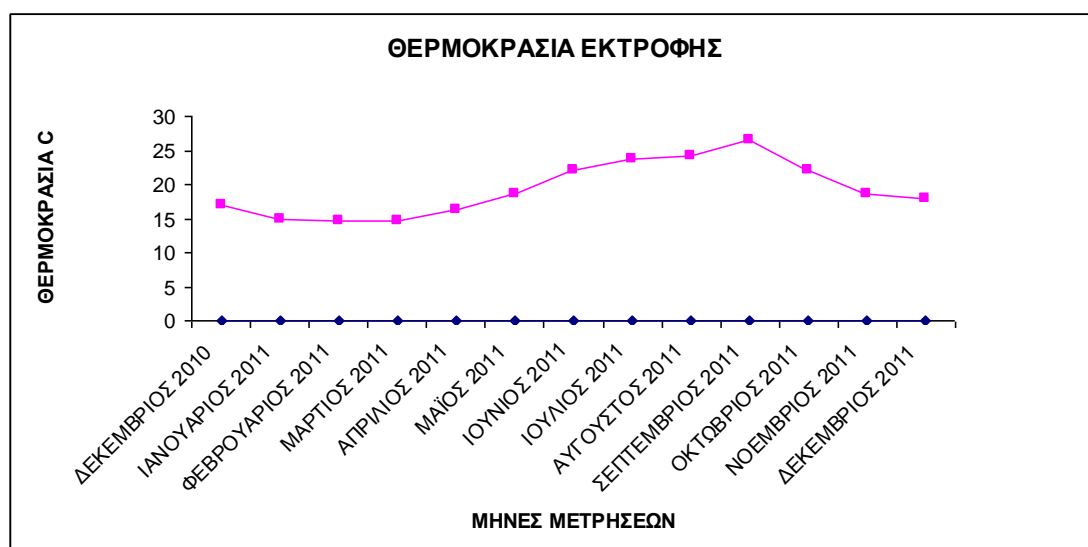


Γράφημα 14: Στον πρωτεύοντα άξονα Y (αριστερά) αντιστοιχούν οι τιμές του Ολικού Βάρους των ψαριών καθώς και η ιχθυοφόρτιση, ενώ στον δευτερεύοντα άξονα Y (δεξιά) αντιστοιχούν οι τιμές του SFR (ποσοστό χορηγούμενης τροφής) και του FCR (συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής).

3.6 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

Τα αποτελέσματα από τη μέτρηση της θερμοκρασίας εκτροφής, έδειξαν ότι ήταν στις επιθυμητές τιμές του είδους.

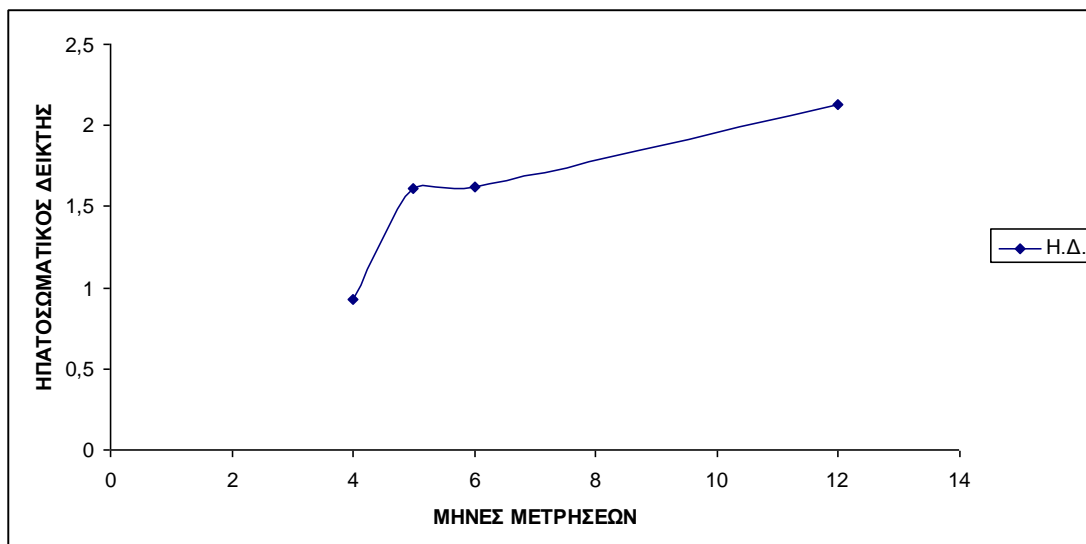
Στο Γράφημα 15 παρουσιάζεται η θερμοκρασία εκτροφής από τον Δεκέμβριο του 2010 μέχρι τον Δεκέμβριο του 2011. Παρατηρείται χαμηλή θερμοκρασία του νερού εκτροφής από τον Δεκέμβριο (2010) μέχρι τον Μάρτιο (2011) με την χαμηλότερη να παρατηρείται τον Φεβρουάριο. Από τον Απρίλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο παρατηρείται μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας, με την υψηλότερη να σημειώνεται τον Σεπτέμβριο, ενώ από τον Σεπτέμβριο μέχρι τον Δεκέμβριο παρατηρείται σταθερή μείωση.



Γράφημα 15: Διακύμανση της θερμοκρασίας εκτροφής που καταγράφηκε κατά το χρονικό διάστημα Δεκέμβριος 2010 έως Δεκέμβριος 2011.

3.7 ΗΠΑΤΟΣΩΜΑΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ

Ο ηπατοσωματικός δείκτης αυξήθηκε από τον Απρίλιο μέχρι τον Μάιο, ενώ από τον Μάιο μέχρι τον Ιούνιο παρέμεινε σχεδόν σταθερός. Κατά το διάστημα Ιουνίου-Δεκεμβρίου παρουσίασε πάλι αύξηση (Γράφημα 16).



Γράφημα 16: Εποχιακή μεταβολή του ηπατοςωματικού δείκτη του εκτρεφόμενου φαγκριού.

3.8 ΓΟΝΑΔΟΣΩΜΑΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ

Στην παρούσα εργασία δεν ήταν δυνατόν να μετρηθεί ο γοναδοσωματικός δείκτης, επειδή οι γονάδες είχαν ελάχιστο βάρος (<0,1g). Μόνο σε μία περίπτωση ήταν δυνατή η μέτρηση αυτών. Η Εικόνα 5 δείχνει τις γονάδες του συγκεκριμένου δείγματος με Ολικό Μήκος 23cm και Ολικό Βάρος 208,5gr. Το βάρος των γονάδων ήταν 0,4gr.

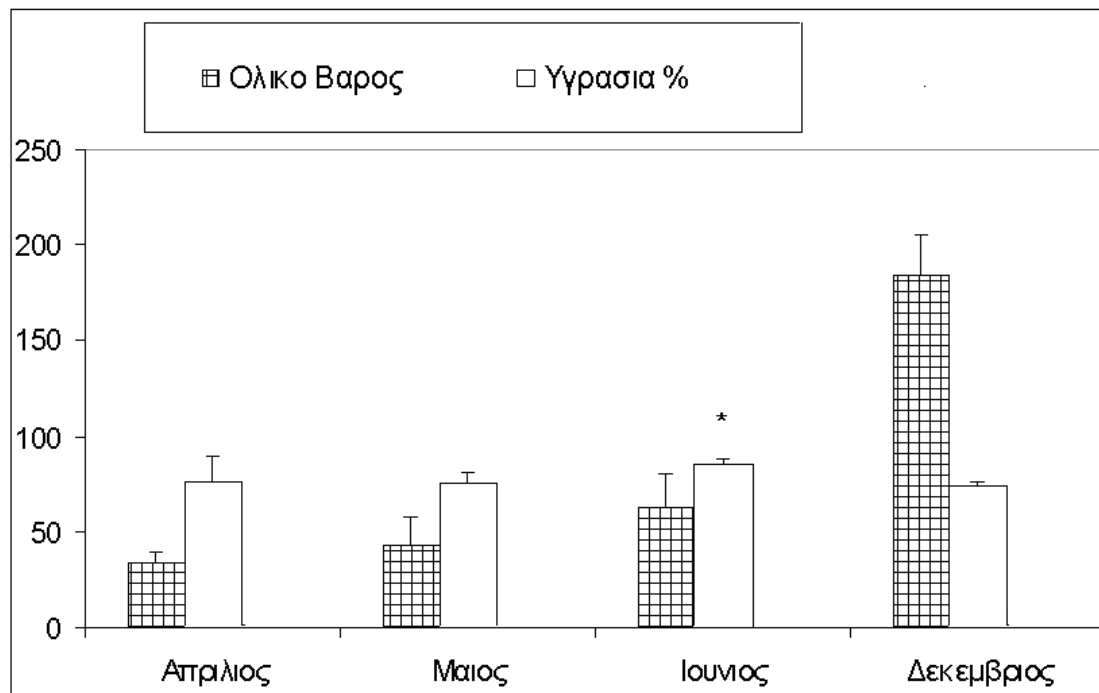


Εικόνα 5: Γονάδες του είδους *Pagrus pagrus* που βρέθηκαν σε ένα μόνο δείγμα του Δεκεμβρίου με βάρος 0,4g.

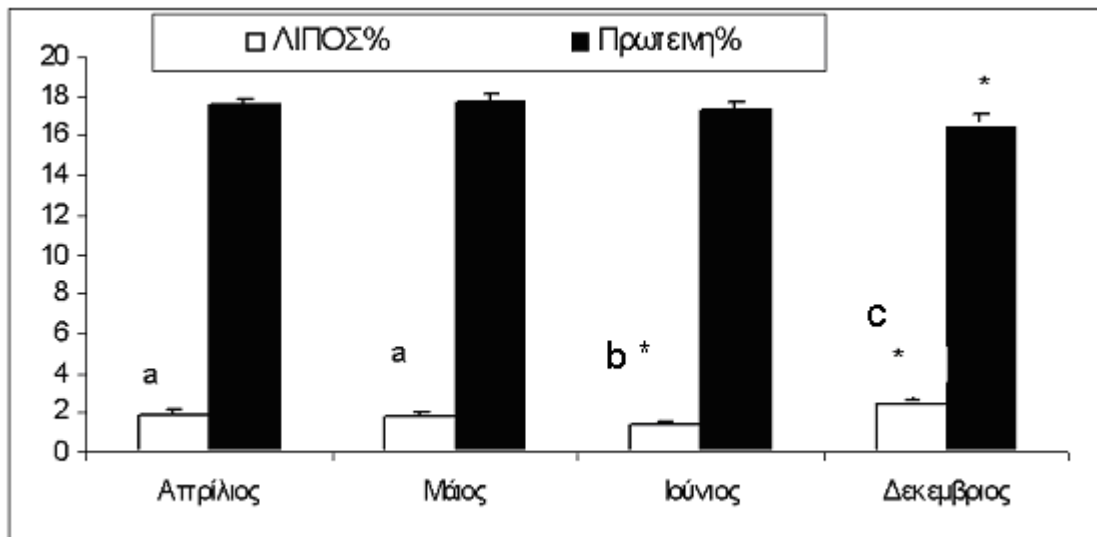
3.9 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στα Γραφήματα 17α και 17β που ακολουθούν, παρουσιάζεται το ποσοστό υγρασίας συγκριτικά με το ολικό βάρος και την περιεκτικότητα του ιχθύος σε λίπος καθώς και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Η χημική ανάλυση έδειξε ότι τον Ιούνιο εμφανίστηκε το μικρότερο ποσοστό λίπους και το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας. Το μικρότερο ποσοστό πρωτεΐνης εμφανίστηκε τον Δεκέμβριο.



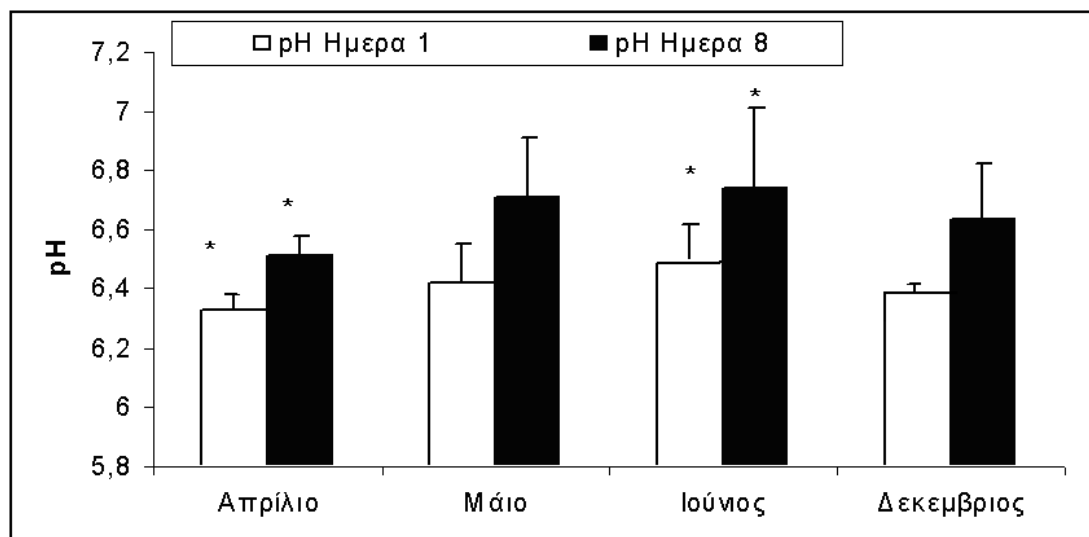
Γράφημα 17α: Ολικό βάρος του φαγκριού (πλέγμα) και ποσοστό υγρασίας (λευκό χρώμα) κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών.



Γράφημα 17β: Διακύμανση της χημικής σύστασης της σάρκας του φαγκριού. Ολικό λίπος φιλέτου (λευκό χρώμα), περιεκτικότητα πρωτεΐνης (μαύρο χρώμα). Σε σύγκριση με τους υπόλοιπους μήνες, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική (*, $P < 0.05$) αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος (X^2 τεστ) τον μήνα Δεκέμβριο και μικρότερη τιμή τον Ιούνιο.

3.10 ΜΕΤΡΗΣΗ pH

Στο Γράφημα 18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης του pH της σάρκας του φαγκριού. Τα αποτελέσματα είναι από την πρώτη και από την όγδοη ημέρα μέτρησης. Σύμφωνα με αυτά τα στοιχεία, η μεγαλύτερη τιμή και στις δύο περιπτώσεις σημειώθηκε τον Ιούνιο. Η χαμηλότερη τιμή (και στις δύο περιπτώσεις) σημειώθηκε τον Απρίλιο.



Γράφημα 18 : Εποχιακή μεταβολή του pH της σάρκας του φαγκριού κατά την διάρκεια της συντήρησης σε ψύξη (4 °C) για μια ημέρα (λευκό χρώμα) και για οκτώ ημέρες (μαύρο χρώμα). Και για τις δύο μετρήσεις, στατιστικά σημαντική μείωση και αύξηση παρατηρήθηκε τον Απρίλιο (παρατηρήθηκε η μικρότερη τιμή) και Ιούνιο παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη τιμή αντίστοιχα.

3.11 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες 7-10) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα σάρκας που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις. Παρατηρείται ότι στους μήνες Μάιο και Ιούνιο οι τιμές των κολοβακτηριοειδών είναι αυξημένες (και στα δύο δείγματα της κάθε μέτρησης).

Πίνακας 7: Μικροβιολογική ανάλυση πρώτης μέτρησης (Απρίλιος)

Στην πρώτη μέτρηση δεν πραγματοποιήθηκε μικροβιολογική ανάλυση.

Πίνακας 8 : Μικροβιολογική ανάλυση δεύτερης μέτρησης (Μάιος).

ΔΕΙΓΜΑ 1

- Ανίχνευση και καταμέτρηση *E. coli* (<1 cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση κολοβακτηριοειδών (Εκτιμώμενος πληθυσμός 6 cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση εντερόκοκκων (<1 cfu/100ml)

ΔΕΙΓΜΑ 2

- Ανίχνευση και καταμέτρηση *E. coli* (<1 cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση κολοβακτηριοειδών (Εκτιμώμενος πληθυσμός 4cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση εντερόκοκκων (<1 cfu/100ml)

Πίνακας 9 : Μικροβιολογική ανάλυση τρίτης μέτρησης (Ιούνιος)

ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ (ΙΟΥΝΙΟΣ)

ΔΕΙΓΜΑ 1

- Ανίχνευση και καταμέτρηση *E. coli* (<1 cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση κολοβακτηριοειδών (Εκτιμώμενος πληθυσμός 7cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση εντερόκοκκων (<1cfu/100ml)

ΔΕΙΜΑ 2

- Ανίχνευση και καταμέτρηση *E. coli* (<1cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση κολοβακτηριοειδών (Παρουσία μικροοργανισμών <4cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση εντερόκοκκων (<1cfu/100ml)

Πίνακας 10: Μικροβιολογική ανάλυση τέταρτης μέτρησης (Δεκέμβριος)

ΤΕΤΑΡΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ (ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ)

ΔΕΙΓΜΑ 1

- Ανίχνευση και καταμέτρηση *E. coli* (<1cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση κολοβακτηριοειδών (<1cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση εντερόκοκκων (<1cfu/100ml)

ΔΕΙΓΜΑ 2

- Ανίχνευση και καταμέτρηση *E. coli* (<1cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση κολοβακτηριοειδών (<1cfu/100ml)
- Ανίχνευση και καταμέτρηση εντερόκοκκων (<1cfu/100ml)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το φαγκρί (*Pagrus pagrus*) είναι ένα πολύ σημαντικό εμπορικό είδος με πολύ καλή προοπτική για την ιχθυοκαλλιέργεια (Aristizabal and Suarez, 2006), καθώς εμφανίζει υψηλό ρυθμό ανάπτυξης, έχει καλή ικανότητα προσαρμογής σε συνθήκες εκτροφής και δεν παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα ασθενειών (Pavlidis et al., 2003) και προτιμάται για την εμφάνιση και την ποιότητα της σάρκας του (Vaughan and Prager, 2002).

~~Αλόγω του προβλήματος με τον σκούρο χρωματισμό που αντιμετωπίζει το συγκεκριμένο είδος κατά την εκτροφή, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες για την αντιμετώπισή του (Chatzifotis et al., 2006; Kalinowski et al., 2005; Pavlidis et al., 2008). Χάρη σε αυτές τις μελέτες έχει σημειωθεί σημαντική βελτίωση στην εκτροφή του *P. pagrus*, δηλαδή καλύτερη ποιότητα αυγών και λαρβών, καλύτερο ρυθμό αύξησης και καλύτερο FCR και μία σημαντική βελτίωση στον χρωματισμό του δέρματος του εκτρεφόμενου ψαριού (JACUMAR, 2008).~~ Το μήκος των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη, αν και παρουσίασε αύξηση σε όλο το διάστημα μελέτης, στο διάστημα Ιουνίου-Δεκεμβρίου ο ρυθμός ήταν μειωμένος ενώ η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε το διάστημα Μαΐου-Ιουνίου. Αν και τα ψάρια, τον Δεκέμβριο βρίσκονταν στον 13^ο μήνα εκτροφής, η ηλικία τους ήταν 18 μηνών. Η χαμηλότερη αύξηση που εμφανίζεται το διάστημα Ιουνίου-Δεκεμβρίου μπορεί να οφείλεται στην ηλικία του ψαριού, καθώς σύμφωνα με τον Jensen, 1997, τα ψάρια δεν αυξάνουν το μήκος τους με τον ίδιο ρυθμό σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Στα πρώτα στάδια ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνονται είναι υψηλός ενώ όσο μεγαλώνουν ο ρυθμός αυτός μειώνεται μέχρι να φτάσει στο θεωρητικό μήκος όπου μηδενίζεται

Η μέτρηση του ολικού βάρους σώματος κατά τη διάρκεια του πειράματος έδειξε ότι ο ρυθμός αύξησης (SGR) παρουσίασε διακυμάνσεις, εμφανίζοντας τη μεγαλύτερη αύξηση κατά το διάστημα Απριλίου-Μαΐου (1,33%), τον Μαΐο-Ιούνιο (1,16%) ενώ από τον Ιούνιο μέχρι τον Δεκέμβριο ο ρυθμός αύξησης ήταν μικρός (0,42%). Αυτές οι τιμές του SGR είναι παρόμοιες με αυτές που έχουν αναφερθεί για το είδος και για την τσιπούρα. Οι ρυθμοί αύξησης του φαγκριού είναι ίδιοι με της τσιπούρας: από τα 15g φτάνουν τα 400g σε διάστημα 13,5 μηνών περίπου, στους 18-22°C και με FCR 1.5-1.8 (JACUMAR, 2008). Στην παρούσα εργασία, με αφετηρία τα 21g περίπου, τα ψάρια έφτασαν μέσα σε 13,5 μήνες τα 183,55g με FCR 1.75-1.70-

1.68 και 1,82 με μέση θερμοκρασία τους 19°C. Αυτοί οι χαμηλοί ρυθμοί αύξησης μπορεί να οφείλονται στην σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα της τροφής σε λίπος (14%) καθώς έχουν δοθεί καλοί ρυθμοί ανάπτυξης για ψάρια που τρέφονταν με περιεκτικότητα σε λίπος 17%, όπως είναι το *Sciaenops ocellatus*, το *Sebastes sclegeli*, το *Pagrus pagrus*, το *Lates calcarifer* και το *Atractoscion nobilis* (Craig et al., 1999; Lee et al., 1999; Takeuchi et. al., 1991; Williams et al., 2003; Lopez et al., 2006).

Ο δείκτης ευρωστίας (K) συγκρίνει την ευημερία των ψαριών και βασίζεται στην υπόθεση ότι το βαρύτερο ψάρι σε ένα δεδομένο μήκος είναι σε καλύτερη κατάσταση (Bagenal and Tesch, 1978). Χρησιμοποιείται σαν δείκτης ανάπτυξης και έντασης διατροφής (Fagade, 1979) και μειώνεται με την αύξηση του μήκους σώματος (Bakare, 1970; Fagade, 1979). Στην παρούσα εργασία το αποτέλεσμα της μέτρησης του δείκτη ευρωστίας παρουσίασε μέγιστες τιμές τα διαστήματα Απριλίου-Μαΐου και Ιουνίου-Δεκεμβρίου, ενώ το διάστημα Μαΐου-Ιουνίου παρουσίασε πτώση.

Η μείωση του δείκτη ευρωστίας ίσως να οφείλεται στην χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος που εμφανίστηκε το διάστημα αυτό ενώ η αύξηση που παρατηρείται το διάστημα Ιουνίου –Δεκεμβρίου, ίσως οφείλεται στην αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος. Σύμφωνα με τον Love (1970), στα ψάρια που είναι σε καλή κατάσταση το περιεχόμενο νερό μειώνεται και το περιεχόμενο λίπος αυξάνεται. Αυτό ακριβώς παρατηρήθηκε και στην παρούσα εργασία όπου μεγαλύτερη τιμή του δείκτη ευρωστίας (Γράφημα 13) παρουσιάστηκε τον Δεκέμβριο και τον ίδιο μήνα παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη τιμή στην περιεκτικότητα του λίπους (Γράφημα 17β).

Κατά την εκτροφή των ψαριών το αποδεκτό είναι η μικρή αναλογία βάρους κεφαλής / ολικού βάρους ψαριών. Το κεφάλι όμως πρέπει να μεγαλώσει για να μπορέσει το ψάρι να θηρεύσει. Υπάρχει μια γενετική ποικιλομορφία στην αναλογία βάρους κεφαλής / βάρος σώματος (Janhunnen et al., 2009). Στην παρούσα εργασία το βάρος της κεφαλής όπως και το βάρος του σκελετού εμφάνισαν κοινή πορεία καθώς και τα δύο παρουσίασαν αύξηση στο διάστημα μεταξύ Απριλίου –Μαΐου, πτώση μεταξύ Μαΐου – Ιουνίου και μετά αύξηση στο διάστημα μεταξύ Ιουνίου-Δεκεμβρίου. Η αναλογία κεφαλής-σώματος εμφάνισε έντονη πτώση τον Μάιο μέχρι τον Ιούνιο και σταθερή αύξηση από τον Ιούνιο μέχρι τον Δεκέμβριο. Αντίθετα, το βάρος των πτερυγίων και το βάρος της ουράς παρουσίασαν αύξηση σε όλους τους μήνες μέτρησης. Ο ρυθμός αύξησης του βάρους της ουράς ήταν μειωμένος συγκριτικά με το ρυθμό των πτερυγίων.

Η πτώση της αύξησης του βάρους του σκελετού που παρουσιάζεται σε σχέση με τη συνεχή αύξηση του βάρους των πτερυγίων και του βάρους της ουράς, ίσως να οφείλεται στην αλλομετρική αύξηση. Δηλαδή, καθώς αυξάνεται το υπόλοιπο σώμα, αυξάνεται και ο όγκος του ψαριού με αποτέλεσμα να χρειάζεται μεγαλύτερη επιφάνεια πτερυγίων που θα το διευκολύνουν στην κολύμβηση καθώς αν έμενε στάσιμη η ανάπτυξη των πτερυγίων, με τα νέα δεδομένα θα απαιτούνταν μεγαλύτερη προσπάθεια από τα ψάρια κατά την κολύμβηση.

Το βάρος του ήπατος παρουσίασε αύξηση. Ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) παρουσίασε εποχιακή μεταβολή, αφού αυξήθηκε από το 0,93% του ολικού βάρους του ατόμου τον Απρίλιο, στο 2,13% τον Δεκέμβριο. Στους ενδιάμεσους μήνες ο ηπατοσωματικός δείκτης ήταν 1,61% τον Μάιο ενώ τον Ιούνιο ήταν 1,62%. Όταν το ψάρι προσλαμβάνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, αποθηκεύει το περίσσειμα στο συκώτι (γλυκογόνο). Έτσι, το σχετικό μέγεθος του συκωτιού ίσως να επηρεάστηκε από τη διατροφική του κατάσταση με αύξηση του ηπατοσωματικού δείκτη ταυτόχρονα με την αύξηση περιεκτικότητας του σωματικού λίπους που παρατηρήθηκε τον Δεκέμβριο. Αυτό είναι ένα φαινόμενο που έχει αναφερθεί και σε άλλα εκτρεφόμενα είδη ιχθύων (Κεντούρη, 2011).

Το βάρος του κορμού παρουσίασε εποχιακή διακύμανση, εμφανίζοντας πτώση το διάστημα Μαΐου-Ιουνίου. Κατά την επεξεργασία των ψαριών για την παραγωγή του φιλέτου, αποβάλλονται τα σπλάχνα μαζί με το περισπλαχνικό λίπος, το κεφάλι, ο σκελετός, το δέρμα, τα πτερύγια και ο υποδόριος λιπώδης ιστός (Bugeon et al., 2010). Στην παρούσα εργασία δεν αφαιρέθηκε το δέρμα. Σύμφωνα με τους Roga et al., 2001, η απόδοση φιλετοποίησης εξαρτάται από το είδος και από την ανατομική δομή του ψαριού. Τα ψάρια που έχουν μικρότερο κεφάλι και σκελετό συγκριτικά με το μυϊκό τους σύστημα παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση φιλετοποίησης συγκριτικά με τα ψάρια που έχουν μεγαλύτερο κεφάλι και σκελετό. Η απόδοση σε φιλέτο για εκτρεφόμενα ψάρια, έχει βρεθεί να είναι από 40% μέχρι πάνω από 70%.

Στην παρούσα εργασία η απόδοση φιλετοποίησης παρουσίασε εποχιακή μεταβολή, σημειώνοντας πτώση τον Ιούνιο ενώ τον Δεκέμβριο παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό. Η πτώση που παρατηρείται τον Ιούνιο ίσως οφείλεται στην πτώση του δείκτη ευρωστίας που παρατηρήθηκε το διάστημα Μαΐου –Ιουνίου καθώς, σύμφωνα με τους Einen and Thomassen, (1998) η απόδοση φιλετοποίησης επηρεάζεται από τη διατροφική στρατηγική που ακολουθείται πριν την εξαλίευση για

παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί ότι μείωση της διατροφής πριν από την εξαλίευση είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης φιλετοποίησης.

Η χημική ανάλυση της σάρκας του φαγκριού έδειξε σταθερή περιεκτικότητα σε υγρασία εκτός από τον Ιούνιο όπου το ποσοστό υγρασίας ήταν λίγο αυξημένο εξαιτίας της μικρής μείωσης της περιεκτικότητας σε λίπος. Ο Huss (1995) αναφέρει ότι η χημική σύσταση ενός συγκεκριμένου είδους ιχθύος διαφέρει από εποχή σε εποχή και βασική αιτία είναι η μεταβολή της ποσότητας και της ποιότητας της τροφής του ιχθύος. Στην παρούσα εργασία, το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας και άρα το μικρότερο ποσοστό λίπους, καθώς αυτές οι δύο τιμές είναι αντιστρόφως ανάλογες (Παπαναστασίου, 1976), παρουσιάστηκε τον Ιούνιο.

Εποχιακές μεταβολές παρατηρήθηκαν και στην εξέλιξη των τιμών του pH μετά τον θάνατο των ιχθύων. Κατά τις πρώτες ώρες αμέσως μετά το θάνατο των ιχθύων, το γαλακτικό οξύ που συσσωρεύεται στους μύς έχει ως αποτέλεσμα την πτώση της τιμής του pH από 7.0 (φυσιολογική τιμή στη σάρκα των ιχθύων) συνήθως σε 6.0–6.8. Η πτώση αυτή εξαρτάται από το είδος, το μέγεθος, τη θρεπτική και βιολογική κατάσταση του ιχθύος, τον τύπο του μυός και τη μέθοδο αλιείας (Connell, 1990, Love, 1992). Με την ολοκλήρωση της νεκρικής ακαμψίας, παρουσιάζεται μια σταδιακή αύξηση του pH και καταλήγει σε χαλάρωση των μυών και ακολουθεί κατάλυση των πρωτεϊνών από ένζυμα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αυτόλυση (Singh et al., 2011).

Στην παρούσα εργασία, η μέτρηση του pH έδειξε ότι αυξάνεται πάντα κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Η μεγαλύτερη αύξηση παρουσιάστηκε στα δείγματα του καλοκαιριού και ίσως να οφείλεται στην αυξημένη θερμοκρασία, στην αύξηση του μικροβιακού φορτίου και στην αύξηση της υγρασίας στη σάρκα του ψαριού. Όλα αυτά συντέλεσαν σε μια πιο ραγδαία πρωτεόλυση και αύξηση του pH.

Εποχιακές μεταβολές παρατηρήθηκαν και στο μικροβιακό φορτίο των εκτρεφόμενων ιχθύων. Τα αποτελέσματα της μικροβιακής ανάλυσης έδειξαν ότι υπήρξε ανίχνευση και καταμέτρηση αποικιών *E. coli*, κολοβακτηριοειδών και εντερόκοκκων στη σάρκα των ψαριών. Σύμφωνα με τον Αμπραχίμ (2006), τα ψάρια εκτίθενται σε χειρισμούς, με αποτέλεσμα να επιμολύνονται. Η επιμόλυνση μπορεί να προέρχεται από τις επιφάνειες του πλοίου, γενικά από τις επιφάνειες με τις οποίες έρχονται σε επαφή τα ψάρια, από τα κιβώτια στα οποία τοποθετούνται αλλά και από το προσωπικό που έρχεται σε επαφή μαζί τους. Η μεγαλύτερη παρουσία, όμως,

κολοβακτηριοειδών που παρατηρείται τον Μάιο και τον Ιούνιο μπορεί να οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας του νερού ή μπορεί το συγκεκριμένο διάστημα να αυξήθηκε η παρουσία ρύπανσης στην περιοχή.

Σύμφωνα με τη Διεθνή Νομοθεσία, η Οδηγία 98/93/ΕΕ στο μέρος Α του Παραρτήματος Ι καθορίζει ότι πρέπει να ελέγχονται οι παρακάτω μικροβιακοί δείκτες:

- Κολοβακτηριοειδή κοπράνων (*Escherichia coli*)
- Εντερόκοκκος

Τα δείγματα πρέπει να δίνουν μηδέν αποικίες ανά δείγμα 100 ml προκειμένου να θεωρούνται κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση (Σκληβανιώτης, 2011).

Τα αποτελέσματα της μελέτης αναδεικνύουν την σημαντικότητα της καταγραφής των εποχιακών περιβαλλοντικών παραμέτρων αλλά και την διακύμανση της απόδοσης φιλετοποίησης που παρουσιάζουν τα αναπτυσσόμενα ψάρια κατά την διάρκεια της πάχυνσής τους σε παραγωγικές μονάδες.

Εν κατακλείδι, τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρξε εποχιακή μεταβολή σε μορφομετρικές, χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους στο εκτρεφόμενο φαγκρί. Σημαντικές εποχιακές διαφορές παρατηρήθηκαν στον συντελεστή μετατρεψιμότητας, στον δείκτη ευρωστίας, στην χημική σύσταση και στην απόδοση φιλετοποίησης του εκτρεφόμενου φαγκριού. Επίσης, παρατηρήθηκε εποχιακή μεταβολή στο μικροβιακό φορτίο η οποία ίσως να οφείλεται σε περιβαλλοντικά αίτια αλλά και ίσως σε επιμόλυνση μετά την συγκομιδή. Σε κάθε περίπτωση αυτό θα πρέπει να διερευνηθεί σε μελλοντική εργασία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΤΕΡΟΚΟΚΚΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ

1.1 Γενικά

Ο προσδιορισμός των εντερόκοκκων στο νερό γίνεται διότι οι εντερόκοκκοί θεωρούνται δείκτες εντερικής μόλυνσης, παρά του ότι μπορεί να προέρχονται από το φυσικό περιβάλλον.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στην εξέταση πόσιμου νερού, νερού από πισίνες και άλλα απολυμασμένα ή καθαρά νερά. Επίσης, μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα είδη νερού, εκτός από νερά με μεγάλη θολερότητα ή νερά τα οποία περιέχουν πολλούς μικροοργανισμούς που επηρεάζουν την μέτρηση. Γενικότερα η μέθοδος ενδείκνυται για εξέταση μεγάλων όγκων νερού, οι οποίοι περιέχουν λίγους εντερόκοκκους.

1.1.1 Αρχή της Μεθόδου, Διήθηση και επώαση

Η μέθοδος βασίζεται στη διήθηση, μέσω μεμβρανών, συγκεκριμένου όγκου νερού από φίλτρα τα οποία συγκρατούν τα βακτήρια. Η μεμβράνη τοποθετείται πάνω σε στερεό εκλεκτικό άγαρ λακτόζης, το οποίο περιέχει αζίδιο του νατρίου (το οποίο αναστέλλει την ανάπτυξη των Gram-αρνητικών βακτηρίων) και χλωριούχο 2,3,5-τριφαίνυλο τετραζόλιο (μια χρωστική), η οποία ανάγεται σε κόκκινη φορμαζάνη από τους εντερικής προέλευσης εντερόκοκκους.

Χαρακτηριστικές αποικίες θεωρούνται οι αποικίες που αναπτύσσουν κόκκινο, καστανέρυθρο ή ροζ χρώμα, είτε στο κέντρο της αποικίας, είτε στην περίμετρο.

1.1.2 Εκτίμηση και επιβεβαίωση

Αν εμφανιστούν χαρακτηριστικές αποικίες, τότε είναι απαραίτητο να γίνει και επιβεβαιωτικό τεστ. Μεταφέρεται η μεμβράνη μαζί με όλες τις αποικίες, σε Bile-aesculin-azide agar το οποίο έχει προθερμαθεί στους 44 °C. Οι εντερικής προέλευσης εντερόκοκκοι υδρολύουν την εσουλίνη σε αυτό το μέσο σε 2 ώρες. Το τελικό προϊόν

6,7-διδρόξυ κουμαρίνη σε σύμπλοκο με σίδηρο (III) δίνει ένα μπρούτζινο μέχρι μαύρο χρώμα το οποίο διαχέεται στο μέσο.

1.2 Συσκευές και γυαλικά

1.2.1 Ογκομετρικούς κυλίνδρους των 100 ml \pm 0,5 ml. (ISOLAB Germany DIN A)

1.2.2 Φιάλες των 100, 250, 500 ml για αποστείρωση των θρεπτικών υλικών (ISOLAB Germany).

1.2.3 Κλίβανος υγρής αποστείρωσης (Newmed/JUNO, Μοντέλο JOINTLAB, SN: 060031).

1.2.4 Αποστειρωμένα μικρά τρυβλία (60x15 mm)

1.2.5 Επωαστικός θάλαμος στους 37 ± 1 °C (BINDER, Μοντέλο BD053, SN: 0720590).

1.2.6. Επωαστικός Θάλαμος στους $44 \pm 0,5$ °C (BINDER, Μοντέλο BD053 SN: 0720589).

1.2.7 Σύστημα διήθησης μεμβρανών (CRAMI/Manifold RA3-S, SN: 246227)

1.2.8 Μεμβράνες συγκράτησης βακτηρίων αποστειρωμένες (Pall, 47 mm, 0.45 μ m)

1.2.9 Λαβίδα για χειρισμό των μεμβρανών (Pall)

1.2.10 Θερμαντική πλάκα ανάδευσης (FALC/ F60 SN:A 270812).

1.2.11 Εργαστηριακός ζυγός (ORMA srl, Μοντέλο BCA 1500S, SN: 82975).

1.2.12. Υδατόλουτρο (JULABO, μοντέλο TW20, SN: 10113054).

1.3 Αντιδραστήρια –θρεπτικά υλικά

1.3.1 Απεσταγμένο νερό ή νερό ανάλογης καθαρότητας

1.3.2 Slanetz and Bartley agar (Biolife Italiana Srl, CN: 402046)

1.3.3 Bile-aesculine-azide agar (Biolife Italiana Srl, CN:401018)

1.4 Παρασκευή Θρεπτικών υλικών και διαλυμάτων

1.4.1 Slanetz and Bartley medium:

Ζυγίζουμε στον εργαστηριακό ζυγό (1.2.11) κατάλληλη ποσότητα από το θρεπτικό υλικό (1.3.2) (41,4g/1000 ml) σε κρύο απεσταγμένο ή απιονισμένο νερό (1.3.1) και το βράζουμε με έντονη ανάδευση στην θερμαντική πλάκα (1.2.10). Κρυώνουμε το

θρεπτικό υλικό στο υδατόλουτρο (1.2.12) στους 50 °C και το διασπείρουμε σε τρυβλία (1.2.4.).

ΠΡΟΣΟΧΗ: Το θρεπτικό μέσο περιέχει αζίδιο του νατρίου. Το αζίδιο του νατρίου είναι τοξικό και μεταλλαξιογόνο. Πρέπει να αποφεύγεται η επαφή με το δέρμα. Επίσης, προσοχή πρέπει να δίνεται, ώστε να μην αναμιγνύεται με ισχυρά οξέα διότι μπορεί να παραχθεί HN_3 και να μην είναι εκτεθειμένο σε εργασίες συγκόλλησης μετάλλων διότι μπορεί να δημιουργηθεί έκρηξη.

Τα αζίδια μπορούν αν αδρανοποιηθούν με προσθήκη περίσσειας διαλύματος νιτρικών.

1.4.2 Bile-aesculine-azide agar

Ζυγίζουμε στον εργαστηριακό ζυγό (1.2.11) κατάλληλη ποσότητα από το θρεπτικό υλικό (1.3.3) (54,7g/1000 ml) σε κρύο απεσταγμένο ή απιονισμένο νερό (1.3.1) και μετά από θέρμανση και ανάδευση στην θερμαντική πλάκα (1.2.10) αποστειρώνουμε στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης (1.2.3) στους 121 °C για 16 min. Κρυώνουμε το θρεπτικό υλικό στο υδατόλουτρο (1.2.12) στους 50 °C και το διασπείρουμε σε τρυβλία (1.2.4.).

1.5 Διαδικασία

1.5.1 Φύλαξη –συντήρηση δείγματος

Η εξέταση των δειγμάτων καλό είναι να γίνεται άμεσα. Εάν τα δείγματα βρίσκονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (όχι πάνω από 25 °C) η ανάλυση πρέπει να ξεκινήσει μέσα σε 6 ώρες. Αν υπάρχουν ειδικές συνθήκες τα δείγματα μπορούν να διατηρηθούν στους 5 ± 3 °C για πάνω από 24 ώρες.

1.5.2 Διήθηση

Διηθούνται 100 ml, μετρημένα σε ογκομετρικό κύλινδρο (1.2.1) από κάθε δείγμα (250 ml αν πρόκειται για εμφιαλωμένο νερό) μέσω συστήματος διήθησης μεμβρανών (1.2.7) χρησιμοποιώντας φίλτρο μεμβράνης συγκράτησης βακτηριδίων (1.2.8).

1.5.3 Επώαση

Μετά την διήθηση τοποθετείται η μεμβράνη σε θρεπτικό υλικό Slanetz and Bartley agar (1.4.1) και επωάζεται σε επωαστικό θάλαμο (1.2.5) στους 37 ± 1 °C για 44 ± 4 ώρες. Η μεμβράνη τοποθετείται πάνω στο θρεπτικό υλικό έτσι ώστε να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες.

1.5.4 Ανάγνωση και Επιβεβαίωση

Μετά την επώαση όλες οι αποικίες, οι οποίες έχουν κόκκινο, καφέ ή ροζ χρώμα, είτε στο κέντρο, είτε στην περίμετρο, θεωρούνται, ανεξάρτητα από το μέγεθος, χαρακτηριστικές.

Εάν υπάρχουν χαρακτηριστικές αποικίες μεταφέρουμε την μεμβράνη με αποστειρωμένη λαβίδα (1.2.9) χωρίς να την αντιστρέψουμε πάνω σε θρεπτικό υλικό bile-aesculin azide agar (1.4.2), το οποίο έχει προθερμαθεί σε επωαστικό θάλαμο (1.2.6) στους 44 °C. Ακολουθεί επώαση στον επωαστικό θάλαμο (1.2.6) στους 44 ± 0,5 °C για 2 ώρες.

1.5.6. Ανάγνωση Επιβεβαιωτικού

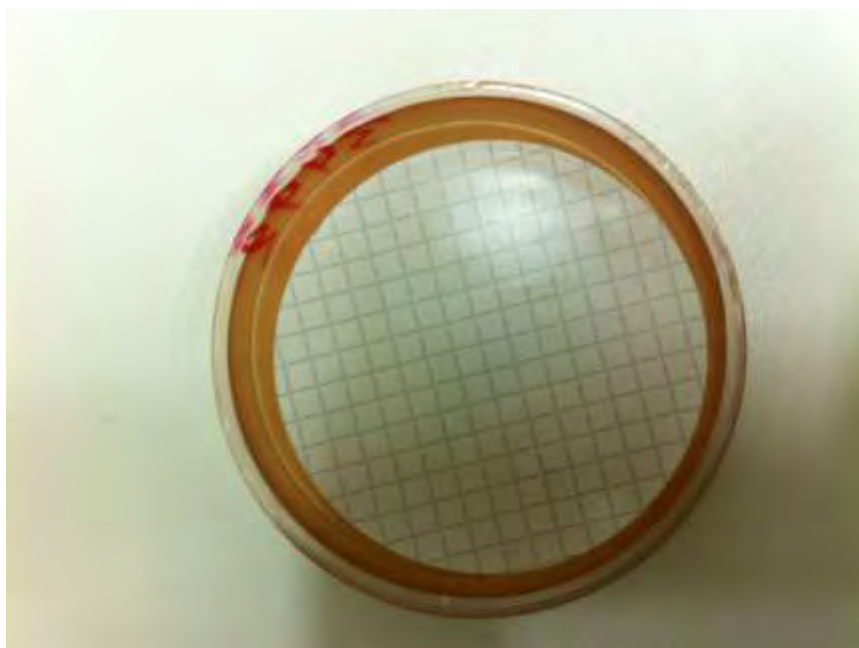
Διαβάζουμε το τρυβλίο άμεσα. Θεωρούμε ως χαρακτηριστικές αποικίες αυτές που δημιουργούν μέσω διάχυσης στο περιβάλλον χώρο μπρούτζινο έως μαύρο χρώμα, λόγω της θετικής αντίδρασης με το θρεπτικό υλικό (1.4.2) και καταμετρούνται ως εντερόκοκκοι.

1.6 Έκφραση των αποτελεσμάτων

Η έκφραση των αποτελεσμάτων δίνεται σε cfu/100 ml.

1.7 Εσωτερικός έλεγχος ποιότητας

Ο εσωτερικός έλεγχος ποιότητας γίνεται με χρήση πιστοποιημένων υλικών αναφοράς. Στο τέλος της ανάλυσης κάθε παρτίδας δειγμάτων γίνεται έλεγχος στειρότητας των υλικών.



Τρυβλίο για *Enterococcus* από την ανάλυση του Δεκεμβρίου.

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ *Escherichia coli* ΚΑΙ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ

1.1 Γενικά

Η παρουσία και η ποσότητα του κοπρανώδους μικροβιακού πληθυσμού είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την παρακολούθηση του νερού και το κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία λόγω μόλυνσης. Η εξέταση του νερού για την παρουσία *E. coli*, η οποία υπάρχει στην εντερική χλωρίδα του ανθρώπου και σε άλλα θερμοαίμα ζώα, δίνει πληροφορίες για τέτοιου είδους μόλυνση.

Η μέθοδος αυτή έχει χαμηλή εκλεκτικότητα, επιτρέποντας την ανίχνευση και τραυματισμένων βακτηρίων. Λόγω αυτής της χαμηλής εκλεκτικότητας, ανάπτυξη άλλων μικροοργανισμών μπορεί να επηρεάσει την αξιόπιστη καταμέτρηση των κολοβακτηριοειδών και της *E. coli*. Για παράδειγμα νερό από πηγάδια το οποίο δεν έχει απολυμανθεί και έχει υψηλό μικροβιακό φορτίο. Για αυτό το λόγο η μέθοδος είναι κατάλληλη για νερά τα οποία έχουν υποστεί απολύμανση και για νερά με χαμηλό μικροβιακό φορτίο.

1.1.1 Αρχή της Μεθόδου, Διήθηση και Επώαση

Η μέθοδος αυτή βασίζεται σε διήθηση μέσω μεμβρανών, συγκεκριμένου όγκου νερού από φίλτρα τα οποία συγκρατούν τα βακτήρια και εν συνεχεία επώαση σε εκλεκτικό

υπόστρωμα. Η μέθοδος εφαρμόζεται σε νερό το οποίο προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Η μεμβράνη τοποθετείται σε εκλεκτικό άγαρ λακτόζης το οποίο επωάζεται στους 37 ± 1 °C για 21 ± 3 h.

1.1.2 Εκτίμηση και επιβεβαίωση, (standard test)

Οι χαρακτηριστικές αποικίες πάνω στη μεμβράνη καταμετρούνται ως θετικά σε λακτόζη βακτήρια. Για τα κολοβακτηριοειδή και την *E. coli* λαμβάνει χώρα ανακαλλιέργεια από τυχαία επιλεγμένες αποικίες για δύο επιβεβαιωτικά στάδια. Το τεστ της οξειδάσης και το τεστ για την παραγωγή ινδόλης. Ο αριθμός των θετικών σε λακτόζη κολοβακτηριοειδών και τα *E.coli* τα οποία βρίσκονται σε 100 ml καταμετρούνται. Όλες οι αποικίες που εμφανίζουν αρνητική αντίδραση στην οξειδάση καταμετρούνται ως κολοβακτηρίδια

Οι αποικίες που είναι αρνητικές στην οξειδάση και θετικές στην παραγωγή ινδόλης κατάμετρούνται ως *E. coli*. Μερικά στελέχη *Klebsiella oxytoca* παρουσιάζουν θετική αντίδραση στην ινδόλη. Για να αποφευχθούν ψευδώς θετικά αποτελέσματα συνίσταται να πραγματοποιείται επιπροσθέτως μια δοκιμή για την αντίδραση σε β-γλουκορονιδάση.

1.2 Συσκευές και γυαλικά

1.2.1 Ογκομετρικούς κυλίνδρους των 100 ml \pm 0,5 ml. (ISOLAB Germany DIN A)

1.2.2 Φιάλες των 100, 250, 500 ml για αποστείρωση των θρεπτικών υλικών (ISOLAB Germany).

1.2.3 Δοκιμαστικοί σωλήνες (10cm x 1.5) με μεταλλικά καπάκια

1.2.4 Κλίβανος υγρής αποστείρωσης (Newmed/JUNO, Μοντέλο JOINTLAB, SN: 060031).

1.2.5 Αποστειρωμένα μικρά τρυβλία (60x15 mm)

1.2.6 Αποστειρωμένα τρυβλία μεγάλα (90x16 mm)

1.2.7 Επωαστικός θάλαμος στους 37 ± 1 °C (BINDER, Μοντέλο BD053, SN: 0720590).

1.2.8.Επωαστικός Θάλαμος στους $44 \pm 0,5$ °C (BINDER, Μοντέλο BD053 SN: 0720589).

1.2.9 Σύστημα διήθησης μεμβρανών (CRAMI/Manifold RA3-S, SN: 246227)

- 1.2.10 Μεμβράνες συγκράτησης βακτηρίων αποστειρωμένες (Pall, 47 mm, 0.45 μm)
- 1.2.11 Λαβίδα για χειρισμό των μεμβρανών (Pall)
- 1.2.12 Αποστειρωμένο Loop
- 1.2.13 Θερμαντική πλάκα ανάδευσης (FALC/ F60 SN:A 270812).
- 1.2.14 Εργαστηριακός ζυγός (ORMA srl, Μοντέλο BCA 1500S, SN: 82975).
- 1.2.15. Υδατόλουτρο (JULABO, μοντέλο TW20, SN: 10113054).
- 1.2.16 Θάλαμος κάθετης νηματικής ροής (NUVE/ LN090, SN: 02.0258)

1.3 Αντιδραστήρια –θρεπτικά υλικά

- 1.3.1 Απεσταγμένο νερό ή νερό ανάλογης καθαρότητας
- 1.3.2 TTC tergitol 7 agar base (Biolife Italiana Srl, CN: 402160T)
- 1.3.3 TTC 0,05% solution(Biolife Italiana Srl, CN:421510)
- 1.3.4 Tryptophan broth(Biolife Italiana Srl, CN:402165)
- 1.3.5 Tryptone soy agar(Biolife Italiana Srl, CN:402150)
- 1.3.6 Kovac’s reagent for indole test(Biolife Italiana Srl, CN:19171000)
- 1.3.7 Oxidase reagent, Bios discs O (Biolife Italiana Srl, CN:191040)
- 1.3.8 tryptone-bile-x-Gluc (TBX) agar (Biolife: CN 4021562)

1.4 Παρασκευή Θρεπτικών υλικών και διαλυμάτων

1.4.1 TTC tergitol 7 agar medium

Ζυγίζουμε στον εργαστηριακό ζυγό (1.2.14) κατάλληλη ποσότητα από το θρεπτικό υλικό (1.3.2) (27g/500 ml) σε κρύο απεσταγμένο ή απιονισμένο νερό (1.3.1) και μετά από θέρμανση και ανάδευση στην θερμαντική πλάκα (1.2.13) αποστειρώνουμε στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης (1.2.4) στους 121 °C για 16 min. Κρυώνουμε το θρεπτικό υλικό στο υδατόλουτρο (1.2.15) στους 50 °C και τοποθετούμε κατάλληλη ποσότητα από το διάλυμα TTC solution (25 ml/500ml) (1.3.3). Στη συνέχεια διασπείρουμε παραπάνω θρεπτικό υλικό σε τρυβλία (1.2.5).

1.4.2 Tryptophan broth

Ζυγίζουμε στον εργαστηριακό ζυγό (1.2.14) κατάλληλη ποσότητα από το θρεπτικό υλικό (1.3.4) (16g/1000 ml) σε κρύο απεσταγμένο ή απιονισμένο νερό (1.3.1) και μετά από θέρμανση και ανάδευση στην θερμαντική πλάκα (1.2.13) διανέμουμε σε δοκιμαστικούς σωλήνες (1.2.3) 5 ml και αποστειρώνουμε στον κλίβανο υγρής

αποστείρωσης (1.2.4) στους 121 °C για 16 min. Κρυώνουμε το θρεπτικό υλικό στο υδατόλουτρο (1.2.15) στους 46 °C.

1.4.3 Tryptone soy agar

Ζυγίζουμε στον εργαστηριακό ζυγό (1.2.14) κατάλληλη ποσότητα από το θρεπτικό υλικό (1.3.5) (40g/1000 ml) σε κρύο απεσταγμένο ή απιονισμένο νερό (1.3.1) και μετά από θέρμανση και ανάδευση στην θερμαντική πλάκα (1.2.13) αποστειρώνουμε στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης (1.2.4) στους 121 °C για 16 min. Κρυώνουμε το θρεπτικό υλικό στο υδατόλουτρο (1.2.15) στους 46 °C και το διασπείρουμε σε τρυβλία. (1.2.6).

1.4.4 Αποστειρωμένο απεσταγμένο νερό

Σε φιάλες αποστείρωσης (1.2.2) τοποθετούμε απεσταγμένο νερό (1.3.1) και αποστειρώνουμε στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης (1.2.4) στους 121 °C για 16 min.

1.4.5 Tryptone-bile-x-Gluc (TBX) agar

Ζυγίζουμε στον εργαστηριακό ζυγό (1.2.14) κατάλληλη ποσότητα από το θρεπτικό υλικό (1.3.8) (36,6g/1000 ml) σε κρύο απιονισμένο νερό (1.3.1) και το θερμαίνουμε μέχρι βρασμού με έντονη ανάδευση στην θερμαντική πλάκα (1.2.13). Στη συνέχεια αποστειρώνουμε στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης (1.2.4) στους 121 °C για 16 min. Κρυώνουμε το θρεπτικό υλικό στο υδατόλουτρο (1.3.2) στους 46 °C.

1.5 Διαδικασία

1.5.1 Φύλαξη –συντήρηση δείγματος

Η εξέταση των δειγμάτων καλό είναι να γίνεται άμεσα. Εάν τα δείγματα βρίσκονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (όχι πάνω από 25 °C) η ανάλυση πρέπει να ξεκινήσει μέσα σε 6 ώρες. Αν υπάρχουν ειδικές συνθήκες τα δείγματα μπορούν να διατηρηθούν στους 5± 3 °C για πάνω από 24 ώρες.

1.5.2 Διήθηση

Διηθούνται 100 ml, μετρημένα σε ογκομετρικό κύλινδρο (1.2.1) από κάθε δείγμα (250 ml αν πρόκειται για εμφιαλωμένο νερό) μέσω συστήματος διήθησης μεμβρανών (1.2.9) χρησιμοποιώντας φίλτρο μεμβράνης συγκράτησης βακτηριδίων (1.2.10).

1.5.3 Επώαση

Μετά την διήθηση τοποθετείται η μεμβράνη σε θρεπτικό υλικό Lactose TTC άγαρ (1.4.1) και επωάζεται σε επωαστικό θάλαμο (1.2.7) στους 37 ± 1 °C για 21 ± 3 ώρες. Η μεμβράνη τοποθετείται πάνω στο θρεπτικό υλικό, έτσι ώστε να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες.

(Σημείωση 1: επιμήκυνση της επώασης στις 44 ± 4 ώρες μπορεί να αυξάνει την ευαισθησία της μεθόδου και μπορεί να είναι χρήσιμη για τρυβλία τα οποία δεν παρουσιάζουν τυπικές αποικίες μετά από την επώαση στις 21 ± 3 ώρες).

(Σημείωση 2: Η χρήση επιπρόσθετης μεμβράνης (1.2.10) για επώαση στους 44 °C μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ξεπεραστεί το πρόβλημα της ανάπτυξης άλλων μικροοργανισμών).

1.5.4 Ανάγνωση (Standard test)

Μετά την επώαση, εξετάζεται η μεμβράνη και καταμετρούνται ως βακτήρια θετικά στην λακτόζη, όλες οι χαρακτηριστικές αποικίες ανεξάρτητα από το μέγεθος, οι οποίες εμφανίζουν ανάπτυξη κίτρινου χρώματος κάτω από την μεμβράνη.

1.5.5 Επιβεβαίωση

Για την επιβεβαίωση των μικροοργανισμών χρησιμοποιούμε τρία τεστ. Τα επιβεβαιωτικά τεστ επιτελούνται στο θάλαμο κάθετης νηματικής ροής (1.2.16) και είναι απαραίτητη η χρήση προστατευτικών γαντιών.

1.5.5.1 Τεστ οξειδάσης

Με αποστειρωμένο loop (1.2.12) μεταφέρονται όλες οι αποικίες ή ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός (τουλάχιστον δέκα) στο θρεπτικό υλικό tryptone soy agar (1.4.3) το οποίο επωάζεται στον επωαστικό θάλαμο (1.2.7) 37 ± 1 °C για 21 ± 2 ώρες.

Στη συνέχεια διαβρέχουμε ένα φίλτρο από το έτοιμο αντιδραστήριο οξειδάσης (1.3.7) με αποστειρωμένο απεσταγμένο νερό (1.4.4). Με το αποστειρωμένο loop (1.2.12) απλώνουμε πάνω στο φίλτρο την υπό εξέταση αποικία. Εμφάνιση ροζ έως σκούρου ροζ χρώματος μέσα σε 30 sec θεωρείται θετική αντίδραση. Αν δεν παρατηρηθεί αλλαγή χρώματος μέσα σε 30 sec η αντίδραση θεωρείται αρνητική.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Το αντιδραστήριο (1.3.7) περιέχει υδροχλωρική π-φαινυλενοδιαμίνη, η οποία είναι καρκινογόνα.

1.5.5.2 Τεστ παραγωγής ινδόλης

Με αποστειρωμένο loop (1.2.12) μεταφέρονται όλες οι αποικίες ή ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός (τουλάχιστον δέκα) στο θρεπτικό υλικό tryptophan broth (1.4.2) και ακολουθεί επώαση στον επωαστικό θάλαμο (1.2.8) στους $44 \pm 0,5$ °C για

21± 3 ώρες. Στη συνέχεια εξετάζουμε την παραγωγή της ινδόλης προσθέτοντας 0,2 έως 0,3 ml από το διάλυμα konac's reagent (1.3.6). Ανάπτυξη κερασί-κόκκινου χρώματος στην επιφάνεια της υγρής καλλιέργειας επιβεβαιώνει την παραγωγή ινδόλης.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Το αντιδραστήριο (1.3.6) περιέχει π-διμεθυλοαμυλοβενζαλδεΐδη και πρέπει να αποφεύγεται η επαφή. Επίσης περιέχει αμυλική αλκοόλη, η οποία μπορεί να ερεθίσει το αναπνευστικό και να προκαλέσει ζαλάδα.

1.5.5.3 Τεστ β-γλουκορονοσιδάσης

Με αποστειρωμένο loop (1.2.12) μεταφέρονται όλες οι αποικίες ή ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός (τουλάχιστον δέκα) στο θρεπτικό υλικό **Tryptone-bile-x-Gluc (TBX) agar** (1.4.4) το οποίο επωάζεται σε επωαστικό θάλαμο (1.2.8) 44± 0,5 °C για 21± 2 ώρες. Σχηματισμός τυπικά μπλέ αποικιών δηλώνουν θετικά σε β-γλουκορονοσιδάση στελέχη.

1.5.6. Ερμηνεία Επιβεβαιωτικών

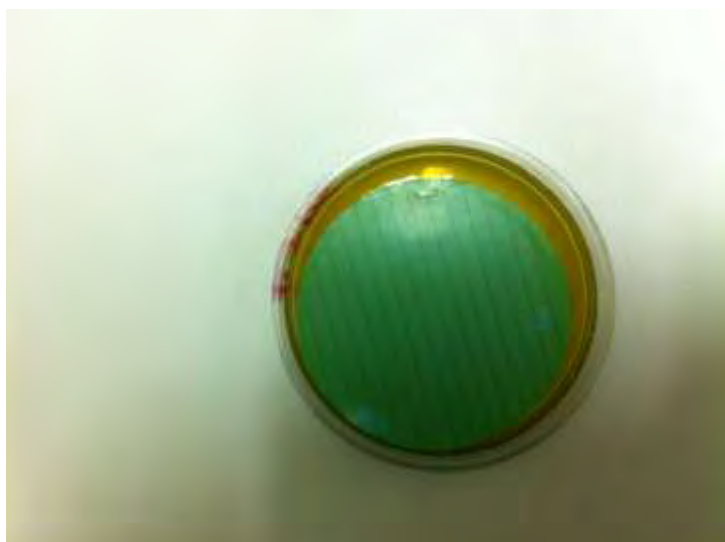
Όλες οι αποικίες που εμφανίζουν αρνητική αντίδραση στην οξειδάση καταμετρούνται ως κολοβακτηρίδια

Οι αποικίες που είναι αρνητικές στην οξειδάση, θετικές στην παραγωγή ινδόλης και θετικές σε

β-γλουκορονοσιδάση κατάμετρούνται ως *E. coli*.

1.6 Έκφραση των αποτελεσμάτων

Η έκφραση των αποτελεσμάτων δίνεται σε cfu/100 ml. Ο πληθυσμός των *e.coli* προσμετράται στον πληθυσμό των ολικών κολοβακτηριοειδών.



Τρυβλίο για *E. coli* και κολοβακτηριοειδή από την ανάλυση του Δεκεμβρίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αμπραχίμ Α., 2006. Υγιεινή των Αλιευμάτων. Θεσσαλονίκη

Αρβανιτογιάννης Ι., Σάνδρου Δ. και Κούρτης Λ., 2001. Ασφάλεια τροφίμων.
University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Βαρελτζής Κ., 1999. Ποιοτικός Έλεγχος & Τεχνολογία Αλιευμάτων Εκδόσεις
Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη

Βασιλειάδου Σ., 2002. Ποιοτική αξιολόγηση και μεταποίηση της σάρκας της
τσιπούρας (*Sparus aurata L.*). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών. Τμήμα Κτηνιατρικής. Τομέας Υγιεινής

&Τεχνολογίας Τροφίμων Ζωικής Προελεύσεως. Εργαστήριο Τεχνολογίας Τροφίμων Ζωικής Προελεύσεως. Διδακτορική Διατριβή.

Βασιλειάδου Σ., Μπάτζιος Χ., Καμενίδου Ε., Αμβροσιάδης Ι. & Μουτόπουλος Δ.Κ (2005). Καπνιστή τσιπούρα (*Sparus aurata* L.) με θερμή κάπνιση – έρευνα αγοράς για την προώθησή της. 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Υδροβιολογίας-Αλιείας.

Βαφοπούλου-Μαστρογιαννάκη Α., 2003. «Βιοχημεία Τροφίμων», Εκδόσεις:Ζητη,

Θεσσαλονίκη

Ελευθεριάδου Α., 2004 Σημειώσεις στη θεωρία της Ιχθυοτροφίας. Εκδοτικό Κέντρο ΤΕΙΘ.

Κοκοκύρης Λ., 1998. Ο αναπαραγωγικός κύκλος και η φύση του ερμαφροδιτισμού του φαγκριού, *Pagrus pagrus* (Teleostei, Sparidae). Πανεπιστήμιο Κρήτης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιοτεχνολογίας και Εφαρμοσμένης Βιολογίας

Κωλέττας Μ., 1998. Βιοχημεία Ψαριών. Τμήμα Ιχθυοκομίας- Αλιείας. Τ.Ε.Ι. Ηπείρου (Ηγουμενίτσα). Σελ. 7-47

Λασκαρίδης, Κ, 1996. Πηγές μεταβολισμός και χρησιμότητα των λιπιδίων θαλάσσιας προέλευσης. Διπλωματική εργασία. Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ .

Μπλούκας Ι., 2001. Τεχνολογία Αλιευμάτων. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, κεφαλ. 1, 2.

Μπλούκας Ι., 2007. Τεχνολογία Κρέατος, Κρέας και Προϊόντα κρέατος. Εκδόσεις Σταμούλης, κεφλ. 2, 3.

Παπαναστασίου, Δ. Π. (1976). *Αλιευματα*. Α΄ Τόμος. Εκδόσεις ΙΩΝ. Σελ 449-451

Παπαναστασίου Δ.Π., 1990. Τεχνολογία και Ποιοτικός έλεγχος αλιευμάτων, τόμος Α, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

- Παπουτσόγλου Ε.Σ., 2008. Διατροφή ιχθύων, Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα , σελ. 481-490, 804-806.
- Τζήκας Δ. Ζ., 2007. Εκτίμηση των φυσικοχημικών και των μικροβιολογικών παραμέτρων της σάρκας του σαυριδιού, ανάλογα με την εποχή του έτους, με σκοπό την αξιοποίησή της για την Παρασκευή ιχθυοσκευασμάτων.
- Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Κτηνιατρική Σχολή. Τομέας Υγιεινής και Τεχνολογίας Τροφίμων Ζωικής Προελεύσης. Εργαστήριο Τεχνολογίας Προϊόντων Ζωικής Προέλευσης. Διδακτορικής Διατριβή.
- Φώτης, Γ.,1999. Εκτροφή και παθολογία ιχθύων, Α' (σελ. 81-82, 113, 115). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Χατζηκυριακίδου Κ., 2010. Μελέτη της επίδρασης συνδυασμένων επεξεργασιών στην κινητική της υποβάθμισης της ποιότητας των αλιευμάτων. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Γεωπονική Σχολή. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Ειδίκευση Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων.

ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abrehouch A., Idaomar M., Ali Ait Ali, Nhhala H. and Talbaoui EL., 2009. Broodstock feeding effects on spawning performances' (fertility, eggs and larvae quality) of the Mediterranean red porgy (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758) during two years. *Af. J. of Food Sc.* 3(8): 193-200
- Ackman, R.G. 1990. Seafood lipids and fatty acids. *Food Rev. Int.* 6(4): 617-646.
- Akande G.R, and Faturoti E.O., 2005. Technological properties and biochemical studies of Bonga (*Ethmalosa fimbriata*). *J. of Fish. tech.* 42: 61-66.

- Alur, M. D., Doke, S. N., Warriar, S. B. & P. M. Nair (1995). Biochemical Methods for Determination of Spoilage of Foods of Animal Origin: A Critical Evaluation. *J. of Food Sc. and Tech.*, 32 (3): 181-188.
- Ando S, Hatano M, Zama K., 1985. Deterioration of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) muscle during spawning migration-I. Changes in proximate composition of chum salmon muscle during spawning migration. *Comp. Biochem. Physiol.* 80B(2): 303-307.
- Aristizabal E.O. and Suarez J., 2006. Efficiency of co-feeding red porgy (*Pagrus pagrus* L.) larvae with live and compound diet. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41(2): 203 – 208
- Bagenal, T.B. and A.T. Tesch, 1978. Conditions and Growth Patterns in Fresh Water Habitats. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bakare, O., 1970. Bottom Deposits as Food of Inland Fresh Water Fish. In: Kainji, A Nigerian Man Made Lake. Kanyi Lake Studies. S.A. Visser, (Ed.). Vol. 1. Ecology Published for the Nigerian Institute.
- Bailey, A. J., 1989. The chemistry of collagen cross-links and their role in meat texture. In *Proceedings. Recip. Meat Conf.*, 42, 127-135, Guelph, Canada,
- Bauchot, M.-L. and J.-C. Hureau, 1990 Sparidae. p. 790-812. In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2. (cited in: fishbase.org)
- Ben Rebah F., Abdelmouleh A., Kammoun W. and Yezza A., 2010. Seasonal variation of lipid content and fatty acid composition of *Sardinella aurita* from the Tunisian coast. *J. Marine Biol. Assoc. U. K.*, 90(3), pp.569-573.

- Bjørkevold I., Olsen L., Skjerdal T., 2003. Origin and spoilage potential of the microbiota dominating genus *Psychrobacter* in sterile rehydrated salt-cured and dried salt-cured cod (*Gadus morhua*) - *International J.of Food Microb.* 84.: 175– 187.
- Bodington P, 2000. Enterprise experiences in the culture of new sparids. *Cahiers Options Méditerranéenes*, 47: 135-139
- Boudet, M.P., Abbal, S. and Drouin H., 2004. The market for farmed Red Porgy in France, Greece, Italy and Spain. A study made within the COLORED project (Contract Q5RS-31629). 'Environmental, nutritional and neuroendocrine regulation of skin colouration in the red porgy (*Pagrus pagrus*) towards the development of natural hue in culture populations . 24p.
- Bromage N. 1994. Broodstock management and seed quality-general considerations. In: Bromage NR & RJ Roberts (eds). *Broodstock management and egg and larval quality*. pp. 1-24. Blackwell Science, Oxford.
- Bugeon J., Lefevre F., Cardinal M., Uyanik A., Davenel A. and Haffray P., 2010. Flesh quality in large rainbow trout with high or low fillet yield. *J. Muscle Foods*. Volume 21, Issue 4, p. 702–721.
- Caponio, F., Lestingi, A., Summo C., Bilancia M.T., Laudadio V., 2004. Chemical characteristics and lipid fraction quality of sardines (*Sardina pilchardus* W.): Influence of sex and length. *J. Applied Ichthyol.*, 20: 530-535.
- Castriota L., Finoia MG, Campagnuolo S., Pipitone C. & Andaloro F., 2006. Diet of juvenile *Pagrus pagrus* (Sparidae) from sandy bottoms of the southern Tyrrhenian Sea. *Cybium*. 30(4): 291-295.
- Cervigón, F., 1993 *Los peces marinos de Venezuela*. Volume 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 497 p. (cited in: fishbase.org)

- Chatzifotis S., Esteban A.G. and Divanach P., 2006. Fishmeal replacement by alfalfa protein concentrate in sharp snout sea bream *Diplodus puntazzo*. *Fisheries Science*, 72(6), 1313-1315.
- Connell, J. J., 1990. Control of Fish Quality (3rd ed.). Fishing News Books Ltd, Surrey, England.
- Dalgaard, P., 2003. Spoilage of Seafood. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Caballero, B., Trugo, L., Finglas, P. (Eds.). Elsevier Science Ltd/Academic Press, London, UK. 2462-2471.
- Davis, H. K., 1995. Quality and Deterioration of Raw Fish. In A. Ruiter (Ed.), *Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability* (pp. 215-242). Cab International, Wallingford, UK.
- DeVries D.A., 2006. The life history, reproductive ecology and demography of the red porgy, *Pagrus pagrus*, in the Northeastern Gulf of Mexico. A Dissertation submitted to the Department of Biological Science in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. The Florida State University. College of Arts and Sciences.
- Divanach, P., 1985. Contribution à la connaissance de la biologie et de l'élevage de 6 Sparidès Méditerranéens: *Sparus aurata*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus annularis*, *Lithognathus mormyrus*, *Puntazzo puntazzo* (Poissons Téléostéens). Doctorat d'Etat., l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Divanach, P., Kentouri, M., Charalabakis, G., Pouget, F. and Steriotti, A., 1993. Comparison of growth performance of six Mediterranean fish species reared under intensive farming conditions in Crete (Greece), in raceways with the use of self feeders. In European Aquaculture Society, Special publication n° 78,, Bordeaux Aquaculture 1992, Barnabè, G. and Kestemont, P. (eds.), Gent, Belgium, pp. 273-283.

- Economidis, P.S. and E. Koutrakis 2001 Common names of commercially important Hellenic marine organisms. Aristotle University, Unpublished Technical Report. (cited in: fishbase.org)
- Einen, O. & Thomassen, M. S., 1998. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*): II. White muscle composition and evaluation of freshness, texture and colour characteristics in raw and cooked fillets. *Aquaculture*, 169 (1-2): 37-53.
- Ezekiel M.O., Akande G.R., Salaudeen M.M., Olusola A.O., Adeyemi R.S. and Babalola A.F., 2011. Technological properties and proximate composition of two imported fish species in Nigeria.. *EJEAFChe. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 10(6):2398-2403.
- Fagade, S.O., 1978. Age determination of *Tilapia melanotheron* (Ruppel) in the Lagos lagoon, Nigeria. International Symposium on Ageing of Fish in Bagenal, Teseh. pp: 71-77.
- FAO-FishStatPlus, 2008. FAO's Fisheries and Aquaculture Department. Statistical Collections. Capture production and Aquaculture production datasets 1950-2006 (Release date: March 2008).
- FEAP-Federation of European Aquaculture Producers, 2008. Production and price reports of member associations of the F.E.A.P., 2001-2008. 17pp.
- Figueiredo, J.L., Santos A.P, Yamaguti N., Bernardes R.A. and Del Bianco C.L. Rossi-Wongtschowski 2002 Peixes da zona econômica exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: Levantamento com Rede de Meia-Água. São-Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Imprensa Oficial do Estado, 242 p. (cited in: fishbase.org)
- Finne G, Nickelson II R. , Quimby and Connally N. , 1980 . Minced fish flesh from Non-- traditional Gulf of Mexico finfish: yields and composition. *J. Food Science*. 45(5) 1327-1329 .

- Foegeding E. A., Lanier, C. T. & Hultin H. O., 1996. Characteristics of Edible Muscle Tissues. In O. R. Fennema (Ed), *Food Chemistry* (3rd ed.) (pp. 879-942). Marcel Dekker Inc., New York, Basel, Hong Kong.
- Fostier A., Kokokiris L., Le Menn F., Mourot B., Pavlidis M., Divanach P. and Kentouri M., 2000. Recent advances in reproductional aspects of *Pagrus pagrus*. *Cahiers Options Mediterraneennes*. 47: 181-192.
- Frederiksen M., V. Popescu and K.B. Olsen, 1997. Integrated quality assurance of chilled food fish at sea. Seafood from producer to consumer. Integrated approach to quality. *Developments in Food Science.*, 38: 87-96.
- Gennari M., Alacqua G., Ferri F., Serio M., 1989. Characterization by conventional methods and genetic transformation of *Neisseriaceae* (genera *Psychrobacter* and *Acinetobacter* isolated from fresh and spoiled sardines - *Food Microbiology*. 6 : 199-210.
- Gram L. and Dalgaard P., 2002. Fish spoilage bacteria-problems and solutions, *Current Opinion in Biotechnology* 13: 262–266.
- Gram, L. and Huss H.H., 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *International J. Food Microbiol.*, 33: 121-137.
- Hanna, J., 1992. Rapid microbial methods and fresh fish quality assessment. In G. M. Hall (Ed.), *Fish Processing Technology* (1st Ed.) (pp. 275-301). Blackie Academic & Professional, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- Howgate P., 2009. Fishery products: Quality, safety and authenticity, Wiley-Blackwell Inc. pp.: 21-40, 48-65, 319-348.
- Huss H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper – 348. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Huss, H.H., 2003. Assessment and management of seafood safety and quality. Food Agriculture Organisation (FAO). Fisheries Technical Paper 444. Rome: FAO.
- Jacquot R., 1961. Organic constituent of fish and other aquatic animals. *In: Fishes Food* (Ed. Borgstrom, G.), Academic Press, New York and London. pp. 145 - 209.
- Janhunen M., Peuhkuri N., Piironen J., 2009. Morphological variability among three geographically distinct Arctic charr (*Salvelinus alpinus L.*) populations reared in a common hatchery environment. *Ecology of Freshwater Fish*, 18 (1):106-116.
- Jensen, A.L., 1997. Origin of the relation between K and L inf and synthesis of relations among life history parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 987-989.
- Kalinowski, C.T., Robaina, L.E., Fernandez-Palacios, H., *et al.*, 2005. Effect of different carotenoid sources and their dietary levels on red porgy (*Pagrus pagrus*) growth and skin colour. *Aquaculture*, **244**, 223–231.
- Kentouri, M., Pavlidis, M., Papandroulakis, N., Divanach, P., 1995. Culture of the red porgy, *Pagrus pagrus*, in Crete. Present knowledge, problems and perspectives. Proceedings of the Seminar of the CIHEAM Network on Socio-Economic and Legal Aspects of Aquaculture in the Mediterranean_SELAM., Zaragoza, Spain. Cah. Options Me'diterr. 16: 65–78.
- Keriko, J. M., Chege, C. W., Magu, M. M., Mwachiro, E. C., Murigi, A. N., Githua, M. N. and Kareru, P. G., 2010. Fish lipid contents and classes of selected fish species found in Lake Naivasha (Kenya) and the fish feeding habits of the lake's inhabitants. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* . 4(10): 745-753.
- Kiessling, A., Storebakken, T., Asgard, T., Kiessling, K.-H., 1991. Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout_*Oncorhynchus*

- mykiss* in relation to ration and age: I. Growth dynamics. *Aquaculture* 93: 335–355.
- Kjørsvik E, Mangor-Jensen A. & Holmefjord I., 1990. Egg quality in fishes. *Advances in Marine Biology*. 26: 71-113.
- Kokokiris L., Le Menn F., Kentouri M., Kagara M., Fostier A., 2001. Seasonal cycle of gonadal development and serum levels of vitellogenin of the red porgy, *Pagrus pagrus* (Teleostei:Sparidae). *Marine Biology*. 139(3):549-559.
- Kolios, P., Kiritsis, S., & Katribusas, N., 1997. Larval-rearing and growout of the red porgy (*Pagrus pagrus*) in the Riopesca hatchery (Greece). *Hydrobiologia* 358 (N 1-3) : 321 -325.
- Krzynowek J., Uwua D., Panunzio L., Maney R., 1992. Factors Affecting Fat, Cholesterol, and Omega-3 Fatty Acids in Maine Sardines, *J. Food Sci.* 57 (1):63-65.
- Labropoulou, M., A. Machias and N. Tsimenides 1999 Habitat selection and diet of juvenile red porgy, *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758). *Fish. Bul.* 97: 495-507.
- Lall, S.P. 1995. Macro and trace elements in fish and shellfish. In A. Ruiter, Fish and fishery products. CAB International, U.K.: 187-215.
- Liston, J., 1982. Recent advances in the chemistry of iced fish spoilage. In: *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products* (edited by R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard & D.R. Ward). pp. 27-36. Westport, CT: AVI Publishing Co.
- Love, R.M., 1970. “The chemical biology of fishes”, Academic Press, London
- Love, R. M., 1992. Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In G. M. Hall (Ed.), *Fish Processing Technology* (1st Ed.) (pp. 1-30). Blackie Academic & Professional, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.

- Maas-van Berkel B., Van den Boogaard B., Heijnen C., 2004. Preservation of fish and meat. Agrodok 12. Agromisa Foundation, Wageningen. p. 10
- Machias, A., Tsimenides, N., Kokokiris, L. and Divanach, P., 1998. Ring formation on otoliths and scales of *Pagrus pagrus*: A comparative study. *J. Fish Biol.*, 52: 350-361.
- Machinandiarena, L., Müller M and López A., 2003. Early life stages of development of the red porgy *Pagrus pagrus* (Pisces, Sparidae) in captivity, Argentina *Invest. Mar.*, Valparaíso, 31(1): 5-13
- Manooch, C. S. 1976. Reproductive cycle, fecundity, and sex ratios of the red porgy, *Pagrus pagrus* (Pisces: Sparidae) in North Carolina. *Fishery Bulletin* 74: 775-781
- Manooch C.S. III, 1977. - Foods of the red porgy, *Pagrus pagrus* Linnaeus (Pisces: Sparidae), from north Carolina and south Carolina. *Bull. Mar. Sci.*, 27: 776-787
- Manooch C.S. III & HASSLER W.W. , 1978. - Synopsis of biological data on the red porgy, *Pagrus pagrus* (Linnaeus). *FAO Fish. Synop.*, 116: 1-19.
- Maragoudaki D, Paspatis M & Kentouri M ,1999. Influence of stocking density on growth of juvenile red porgy *Pagrus pagrus* L. under different feeding conditions. *Aquaculture Research*, 30: 501-508.
- Mengoli, A., 1994. Qualità Nutrizionali del muscolo di Pesce (Nutritional qualities of fish muscle). *Industrie Alimentari*, XXXIII, dicembre, 1221-1228.
- Minos G., Kokokiris L. and Kentouri M., 2008. Allometry of external morphology and sexual dimorphism in the red porgy (*Pagrus pagrus*), Belg. *J. Zool.*, 138(1):90-94
- Michelakakis, A., Yoshimatsu, T., Tsolkas, C., 2001. Spawning in captivity and early life history of cultured red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture* 199: 333–352

Mylonas C.C., Papadaki, M., Pavlidis M. & Divanach P., 2004. Evaluation of the egg production and quality in the Mediterranean red porgy (*Pagrus pagrus*) during two consecutive spawning seasons. *Aquaculture* 232:637-649.

[Nakabo, T. 2002 Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition I. Tokai University Press, Japan, pp v-866.](#)

Nakamura, I., T. Inada, M. Takeda and H. Hatanaka, 1986 Important fishes trawled off Patagonia. Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo. 369 p. (cited in: fishbase.org)

Oehlenschlager J. and Rehbein H., 2009. Fishery products: Quality, safety and authenticity. Willey-Blachwell Publishing Ltd, 2009, ISBN: 978-1-4051-4162-8.

Orban, E., Sinesio, F. & F. Paoletti ,1997. The Functional Properties of the Proteins, Texture and the Sensory Characteristics of Frozen Sea Bream Fillets (*Sparus aurata*) from Different Farming Systems. *Lebensm. - Wiss. u.- Technolo.*, 30: 214-217.

Pajuelo JG & Lorenzo JM, 1996. Life history of the red porgy *Pagrus pagrus* (Teleostei: Sparidae) off the Canary Islands, central east Atlantic. *Fisheries Research*, 28: 163-177.

Papakonstantinou, C. 1988 Check-list of marine fishes of Greece. *Fauna Graeciae IV*, 257 p. (cited in: fishbase.org)

Pavlidis, M., Angellotti,L., Papandroulakis, N., & Divanach, P., 2003. Evaluation of transportation procedures on water quality and fry performance in red porgy (*Pagrus pagrus*) fry. *Aquaculture* 218(1-4) : 187-202.

Pavlidis, M., Karkana, M., Fanouraki, E. and Papandroulakis, N., 2008 Environmental control of skin colour in the red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture Research*, 39: 837–849.

- Riede, K., 2004 Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p. (cited in: fishbase.org)
- Robins, C.R. and Ray G.C., 1986. A field guide to Atlantic coast fishes of North America. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A. 354 p. (cited in: fishbase.org)
- Rora, A. M. B., Morkore, T., and Einen, O., 2001. Primary processing (Evisceration and filleting). In *Farmed Fish Quality*, (S.C. Kestin and P.D. Warriss, eds.) pp. 249-260, Blackwell Science, Oxford.
- Rutten, M. J. M., Bovenhuis, H., & Komen, H., 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*. 231, 113-122.
- Saka S., Firat K., Kamacı HO. and Büke E., 2005. The Effect of Temperature on Embryonic Development of the Red Porgy (*Pagrus pagrus*) Eggs.
- Sándor Z., Papp Gy. Z., Csengeri I. and Jeney Z., 2011. Fish meat quality and safety. Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation . *Tehnologija mesa* 52 (1): 97–105.
- Sanz F., 2000. Influence of nutrition: Bases, procedures and economic implications. In . *Global quality assessment in Mediterranean aquaculture* . Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2000. 51: 37-39
- Shearer, K.D., 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture* 119, 63-88.
- Simat V., Bogdanovic' T., Krzelj M., Soldo A. and Marsic'-Lucic J., 2011. Differences in chemical, physical and sensory properties during shelf life assessment of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.). *J. Appl. Ichthyol.* 28 : 95–101.

- Stefanou, D., Georgiou, G. and Mikale, V., 1995. Reproduction and larval rearing of the common seabream *Pagrus pagrus*, an experimental culture. *Cah. Options Mediterr.*, 16: 79-89.
- Suyama, M. and Suzuki, H., 1975. Nitrogenous constituents in the muscle extract of marine elasmobranchs. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 41, 787-790
- Vaughan, D. S.; Prager, M. H., 2002: Severe decline in abundance of the red porgy (*Pagrus pagrus*) population off the southeastern United States. *Fish. Bull.* 100: 351-375.
- Zaitsev, V., Kizevetter, L., Lagunov, L., Makarova, T., Minder, L., and Podsevalor, 1969. *Fish Cuting and Processing*. Mir Publisher, Moscow.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- Γούναρης Α., 2011. Μικροοργανισμοί της θάλασσας. <http://www.waterlabs.gr>
- Κεντούρη Μ., 2011. Διατροφή των εκτρεφόμενων ιχθύων. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας. <http://www.biology.uoc.gr/courses/BIOL403/pdf/LECTURE7.ppt.pdf>
- Σκληβανιώτης Μ., 2011. Μικροβιολογικές Παράμετροι. Βιολογικά Χαρακτηριστικά. http://www.deyap.gr/environment/biologikoi_paragontes.pdf
- Χαρτιωνίδης Ν., 2011. Δειγματικές σελίδες. Κανόνες ψυχρής εφοδιαστικής. Κρέατα. Νωπά αλιεύματα. Cryo..logic. www.cryologic.gr

ΛΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Anonymous, 2003. Fish Anatomy.

http://media.wiley.com/product_data/excerpt/54/04714499/0471449954.pdf

Anonymous, 2011a. Biological Aspects & Chemical Composition of Fish. Quality and Safety Issues in Fish Handling. A course in quality and safety management in fishery harbours in Sri Lanka- building for better - NARA, DFAR, ICEIDA and UNU-FTP <http://innri.unuftp.is>

Anonymous, 2011b. Microbiology of fish spoilage. <http://www.greenstone.org>

Anonymous, 2011c. Post mortem changes influencing sensory quality of seafood. Quality and Safety Issues in Fish Handling. A course in quality and safety management in fishery harbours in Sri Lanka - building for better - NARA, DFAR, ICEIDA and UNU-FTP . <http://innri.unuftp.is>

Kaschner K., Ready J., Agbayani E. , Eastwood P., Rees T., Reyes K. , Rius J. and Froese R., 2010. AquaMaps. www.fishbase.org

Pavlidis M., 2011. 'COLORED' - a European Research Project (Q5RS-31629) Environmental, Nutritional and Neuroendocrine Regulation of Skin Coloration in the Red Porgy, *Pagrus pagrus*, *AQUAMEDIA*.

http://www.feap.info/redporgy/default_en.asp

Craig S., 2009. Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding.

<http://pubs.ext.vt.edu/420/420-256/420-256.html>

Rendle R., 2011. Fish Processing. New Zealand Institute of Chemistry. <http://nzic.org.nz/ChemProcesses/animal/5D.pdf>

Huss, 1995. Quality and Quality Changes in Fresh FishFAO Fish. Tech. Pap. 348, FAO, Rome, Italy www.fao.org

ISO 9308-1:2000

Water quality -- Detection and enumeration of Escherichia coli and coliform bacteria -- Part 1: Membrane filtration method, 2011. www.iso.org

JACUMAR-Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos, 2008. Memoria Final del Proyecto Coordinado Promocion del cultivo de las nuevas especies de Esparidos: Ensayos piloto y transferencia tecnológica (2004–2007). Available at: <http://www.mapa.es/app/jacumar/planesnacionales/Fichaplanes.aspx?Id=es&IdPlan=87>

Kaschner, K., J. Rius-Barile, K. Kesner-Reyes, C. Garilao, S.O. Kullander, T. Rees and R. Froese. 2010. AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species. World wide web electronic publication, www.aquamaps.org, Version 08/2010. www.fishbase.org

Russini, G., 2011

Pagrus pagrus (Linnaeus, 1758). www.photomazza.com

Murray J. and Burt J. R., 2011. The Composition of Fish.

<http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e01.htm>

Singh P., Danish M. and Saxena A., 2011. Spoilage Of Fish-Process And Its Prevention. Department of Fishery Biology, College of Fisheries, G.B.Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, Uttarakhand, India Aquafind. Aquatic Fish Database. <http://aquafind.com/articles/spolage.php>

Waterfoods, 2011

<http://armymedical.tpub.com/md0711/index.htm>