

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η διατροφική αξία διαφόρων ειδών ιχθύων των οικογενειών
Centracanthidae, Gadidae, Merlucciidae και Sparidae»**

Χριστοδούλου Χριστόδουλος

ΒΟΛΟΣ 2011

**«Η διατροφική αξία διαφόρων ειδών ιχθύων των οικογενειών Centracanthidae,
Gadidae, Merlucciidae και Sparidae»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

- 1) **Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Λέκτορας, Διατροφή Υδροβίων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***,
- 2) **Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογία – Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***,
- 3) **Ελένη Γκολομάζου**, Λέκτορας, Ιχθυοπαθολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

*Στους γονείς μου Γιάγκος και Γεωργία
στις αδελφές μου Ασπασία και Άννα.*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τον Καθηγητή κ. Χρήστο Νεοφύτου και τη Λέκτορα κα Ελένη Γκολομάζου, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω το συμφοιτητή μου Θεμιστοκλή Τσίβικο και την υποψήφια διδάκτορα Νίκη Ματζαφλέρη για την αμέριστη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των ιχθύων, για την επιτέλεση των διαφόρων φυσιολογικών λειτουργιών τους. Ο φυσιολογικός τους ρόλος συμπεριλαμβάνει μεταξύ άλλων και την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του οργανισμού, τη δόμηση κυττάρων και ιστών και την παροχή απαραίτητων αμινοξέων και λιπαρών οξέων.

Το λυθρίνι (*Pagellus erythrinus*), ο κεφάλας (*Dentex macrophthalmus*), ο σπάρος (*Diplodus annularis*), το μελανούρι (*Oblada melamira*), το προσφυγάκι (*Micromesistius poutassou*), η σκορπίνα (*Scorpaena scrofa*), ο σύκος (*Trisopterus minutus*), ο μπακαλιάρος (*Merluccius merluccius*) είναι οκτώ από τα πιο σημαντικά είδη του Παγασητικού Κόλπου αλλά και γενικότερα των ελληνικών θαλασσών και της Μεσογείου, καθώς παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον και υψηλή αφθονία μεταξύ των αλιευμάτων. Η παρούσα γνώση όσο αφορά τη θρεπτική αξία των ειδών είναι ακόμη περιορισμένη. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η χημική σύσταση σε θρεπτικά συστατικά (υγρασία, πρωτεΐνες, λίπος, τέφρα και ενέργεια) στον εδώδιμο μυϊκό ιστό των οκτώ αυτών ειδών ιχθύων που αλιεύτηκαν. Ένας συνολικός αριθμός 80 ατόμων, που ανήκαν στα παραπάνω είδη, αλιεύτηκε από τον κόλπο με χρήση τράτας βυθού (άνοιγμα ματιού του σάκκου 20 mm) τον Ιούνιο του 2010. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις κατά AOAC του εδώδιμου μυϊκού ιστού των ατόμων για τον προσδιορισμό των ολικών πρωτεϊνών, του ολικού λίπους, της υγρασίας και της τέφρας, ενώ εκτιμήθηκαν τα επίπεδα των ολικών υδατανθράκων και η ενεργειακή αξία.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η θρεπτική σύσταση του μυϊκού ιστού των ιχθύων διέφερε μεταξύ των ειδών που μελετήθηκαν. Τη μικρότερη περιεκτικότητα σε υγρασία

(75,26±0,43%) μεταξύ των ειδών παρουσίασε το *P. erythrinus*, μικρού μεγέθους και τη μεγαλύτερη (78,26±0,36%), τα άτομα του *M. merluccius*. Η μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (19,97±0,36%) μεταξύ των ειδών μετρήθηκε στο *M. roulassou*, και η μεγαλύτερη (22,68±0,46%), στα άτομα του *D. annularis*. Η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες μεταξύ των ειδών ήταν σημαντικά μικρότερη (0,12±0,05%) στο *M. roulassou*, και σημαντικά μεγαλύτερη (0,88±0,28%) στα άτομα του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους. Επιπρόσθετα, οι τιμές των ολικών λιπαρών ουσιών διαφέρουν μεταξύ των Sparidae (0,66±0,13%, 0,88±0,28%, 0,68±0,24%, 0,70±0,41%) και Gadidae (0,12±0,05%, 0,50±0,33%), με τα είδη της οικογένειας Sparidae να εμφανίζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα λιπαρών ουσιών από τα είδη της οικογένειας Gadidae. Όλα τα είδη της μελέτης μπορεί να χαρακτηριστούν ως άπαχα ψάρια, στα οποία η λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού τους ιστού δεν ξεπερνά το 2%, σύμφωνα με την κατάταξη που αναφέρεται στον Hui *et al.* (2006). Στο *M. roulassou* βρέθηκε η μικρότερη περιεκτικότητα σε τέφρα (1,10±0,03%) μεταξύ των ειδών, ενώ η μεγαλύτερη (1,60±0,05%), στα άτομα του *S. scrofa*. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε ενέργεια μεταξύ των ειδών, η μικρότερη (1,16±0,02%) υπολογίστηκε στο *M. merluccius*, και η μεγαλύτερη (1,34±0,03%), στα άτομα του *P. erythrinus* μεγάλου μεγέθους.

Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού *P. erythrinus*, σε άτομα μεγάλου μεγέθους παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με τον ηπατοσωματικό του δείκτη. Επίσης, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του *D. macrophthalmus* αυξάνεται καθώς αυξάνει το βάρος των ατόμων και μειώνεται καθώς αυξάνει ο ηπατοσωματικός του δείκτης. Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο είδος *O. melanura*, μειώνεται καθώς αυξάνει το ολικό μήκος και βάρος των ατόμων. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική γραμμική συσχέτιση των θρεπτικών συστατικών των ειδών *P.*

erythrinus μικρού μεγέθους, *M. merluccius*, *D. macrophthalmus*, μικρού μεγέθους, *T. minutus*, *D. annularis* με το ολικό μήκος, βάρος σώματος, δείκτη ευρωστίας, και τους γοναδοσωματικό και ηπατοσωματικό δείκτες.

Μέρος των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης παρουσιάστηκαν στο 4^ο Διεθνές Συνέδριο Υδροβιολογίας- Αλιείας, Βόλος 9-11 Ιουνίου 2011.

Λέξεις κλειδιά: Θρεπτική σύσταση, Παγασητικός κόλπος, διατροφική αξία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Θρεπτικά συστατικά	1
1.2 Θρεπτική αξία ιχθύων	3
1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του σώματος των ιχθύων ..	6
1.3.1 Ενδογενείς παράγοντες	6
1.3.1.1 Είδος	6
1.3.1.2 Στάδιο ανάπτυξης	7
1.3.1.3 Αναπαραγωγικό στάδιο	7
1.3.1.4 Ιστοί και μέρη του σώματος	8
1.3.1.5 Φύλο	8
1.3.2.1 Εποχικότητα	9
1.3.2.2 Διατροφή	9
1.3.2.3 Υδάτινο περιβάλλον	10
1.4 Θρεπτική αξία ελληνικών αλιευμάτων	10
1.5 Βιολογία και σχετικές μελέτες των υπό μελέτη ειδών	12
1.5.1 Λυθρίνι (<i>Pagellus erythrinus</i> L., 1758)	12
1.5.3 Μπακαλιάρος (<i>Merluccius merluccius</i> L., 1758)	14
1.5.4 Μελανούρι (<i>Oblada melamura</i> L., 1758).....	15
1.5.5 Σπάρος (<i>Diplodus annularis</i> L., 1758).....	16
1.5.6 Προσφυγάκι (<i>Micromesistius poutassou</i> Risso, 1827).....	17
1.5.7 Σκορπίνα (<i>Scorpaena scrofa</i> L., 1758).....	18
1.5.8 Σύκος (<i>Trisopterus minutus</i> L., 1758)	19

1.6. Σκοπός πτυχιακής διατριβής	20
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	22
2.1 Δειγματοληψίες ιχθύων	22
2.2 Χημικές αναλύσεις ιστών	24
2.2.1 Μέθοδος προσδιορισμού ξηρής ουσίας /υγρασίας.....	24
2.2.2 Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αζωτούχων ουσιών	25
2.2.3 Μέθοδος προσδιορισμού ολικών λιπαρών ουσιών	29
2.2.4 Μέθοδος προσδιορισμού τέφρας.....	31
2.3 Υπολογισμός υδατανθράκων	32
2.4 Υπολογισμός ενέργειας.....	32
2.5 Στατιστική ανάλυση	32
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	34
3.1 Σωματομετρικοί δείκτες	34
3.1.1 Ολικό μήκος, βάρος και δείκτης ευρωστίας των ιχθύων.....	34
3.1.2 Σχέση μήκους-βάρους των ειδών	39
3.1.3. Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των ιχθύων.....	39
3.1.4 Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) των ιχθύων	44
3.2 Χημικές αναλύσεις μυϊκού ιστού.....	46
3.2.1 Χημική σύσταση μυϊκού ιστού των ιχθύων	46
3.2.1.1 Περιεκτικότητα σε υγρασία.....	47
3.2.1.2 Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη	49

3.2.1.3 Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες.....	52
3.2.1.4 Περιεκτικότητα σε τέφρα	55
3.2.1.5 Ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού.....	57
3.2.2 Συσχετίσεις θρεπτικής σύστασης του μυϊκού ιστού των ειδών με τους σωματομετρικούς δείκτες.....	58
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	64
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66
6. ABSTRACT	81

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Θρεπτικά συστατικά

Τα θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα σε κάθε οργανισμό για την επιτέλεση των φυσιολογικών λειτουργιών του. Εξυπηρετούν διάφορους φυσιολογικούς ρόλους, όπως παροχή μεταβολικής ενέργειας και παραγωγή δομικών συστατικών του σώματος, ενώ αποτελούν και παράγοντες γεύσης στα τρόφιμα. Διακρίνονται σε μακροθρεπτικά συστατικά, όπως οι πρωτεΐνες, τα λίπη και οι υδατάνθρακες, τα οποία είναι αναγκαία για τον οργανισμό σε μεγάλες ποσότητες και σε μικροθρεπτικά συστατικά, όπως οι βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία, τα οποία απαιτούνται σε μικρότερες ποσότητες (Hui *et al.* 2006).

Τα λίπη, οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας για όλους τους ζωικούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των ιχθύων. Η παρουσία των πρωτεϊνών στη διατροφή των περισσότερων ψαριών είναι περισσότερο σημαντική από εκείνη των υδατανθράκων και των λιπών, καθώς οι πρωτεΐνες αποτελούν δομικά συστατικά όλων των κυττάρων και συμμετέχουν σε εξαιρετικά μεγάλο πλήθος λειτουργιών του οργανισμού (Henry & Ahlstrom 2009). Η ανεπαρκής πρόσληψη των πρωτεϊνών προκαλεί μείωση ή διακοπή του ρυθμού ανάπτυξης και απώλεια βάρους και μια σειρά παθολογικών καταστάσεων. Επίσης οι πρωτεΐνες αποτελούν το κυριότερο οργανικό συστατικό των ιστών (65-75%) (Seenappa & Devaraj 1995).

Η ενέργεια που αποδίδουν τα λίπη (περίπου 9 Kcal/g) είναι πολύ υψηλή, συγκρινόμενη με αυτή που αποδίδουν οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες (περίπου 5 και 4 Kcal/g, αντίστοιχα) (Henry & Ahlstrom 2009). Τα λίπη των υδρόβιων οργανισμών περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Ακόμη,

βοηθούν στην απορρόφηση διαφόρων λιποδιαλυτών θρεπτικών όπως είναι οι στερόλες και οι βιταμίνες, συμμετέχουν μέσω των φωσφολιπιδίων στη δομή των βιομεμβρανών, και είναι πρόδρομες ουσίες στην σύνθεση ορμονών (Sargent *et al.* 1999).

Οι υδατάνθρακες αποτελούν δομικά συστατικά των ζωικών ιστών, ενώ παίζουν σημαντικό ρόλο στη γεύση και στη δομή των τροφίμων (Stylianosopoulos 2005). Οι υδατάνθρακες έχουν τη χαμηλότερη ενεργειακή αξία στη διατροφή των ψαριών και συνήθως παρέχονται με τη μορφή αμύλου και ινών. Οι βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία, δεν παρέχουν ενέργεια, αλλά είναι απαραίτητα για την εκτέλεση των διαφόρων ζωικών λειτουργιών ενός ζωικού οργανισμού (Henry & Ahlstrom 2009).

Η παρουσία τους στα ψάρια επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης, τον σχηματισμό της δομής του σκελετού, τη μεταφορά ηλεκτρονίων, την ωσμωρύθμιση, ενώ αποτελούν συστατικά των ορμονών και των ενζύμων, τα οποία και ενεργοποιούν (Hamre *et al.* 2005).

Το νερό, αν και δεν αποτελεί θρεπτικό συστατικό, αντιπροσωπεύει το αφθονότερο συστατικό στο σώμα των ιχθύων. Η παρουσία του στους ιστούς καθορίζει το ρυθμό της βιολογικής δραστηριότητας, δρα ως διαλύτης και ως μέσο για τη διεξαγωγή αντιδράσεων, αλλά και ως αντιδραστήριο και προϊόν αντιδράσεων, ενώ διευκολύνει τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών στα κύτταρα (Βαφοπούλου 2003). Η τροφή αποτελεί τη βασική πηγή πρόσληψης των θρεπτικών συστατικών από έναν οργανισμό, των οποίων η ποσότητα και η αναλογία στην τροφή καθορίζουν τη θρεπτική της αξία (Lall 2000).

1.2 Θρεπτική αξία ιχθύων

Τα ψάρια παγκοσμίως διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη διατροφή. Η κατανάλωσή τους παρουσιάζει σημαντική αύξηση τα τελευταία χρόνια λόγω του ότι έχει ευρέως αναγνωριστεί η υψηλή θρεπτική τους αξία, ενώ επικρατεί μια γενικότερη τάση προς την υγιεινή διατροφή (Alasalvar & Taylor 2002). Η ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση σε ιχθυρά παγκοσμίως ανέρχεται στα 17 Kg (FAO 2010), ενώ προβλέπεται να φτάσει στα 24 Kg το 2030 στον αναπτυγμένο κόσμο (Failler 2007).

Είναι ευρέως διαδεδομένο ότι το ιχθυέλαιο είναι η πλουσιότερη και η αμεσότερη πηγή πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) ιδιαίτερα του εικοσιπενταενοϊκού (EPA) και του δεκαεξαενοϊκού οξέος (DHA). Τα παραπάνω λιπαρά οξέα είναι πολύ σημαντικά για την πρόληψη καρδιοπαθειών, των φλεγμονωδών και των αυτοάνοσων δυσλειτουργιών του ανθρώπινου οργανισμού (Simopoulos 2005).

Το σώμα των ιχθύων αποτελείται από σκληρά (σκελετός) και μαλακά τμήματα (δέρμα, μυϊκός ιστός και εσωτερικά όργανα). Το εδώδιμο τμήμα του σώματός τους είναι ο μυϊκός ιστός ο οποίος αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος του βάρους του (50-60%) (Hoar & Randall 1978). Το μεγαλύτερο μέρος του μυϊκού ιστού είναι λευκού χρώματος, ενώ υπάρχει και ένα μέρος σκουρόχρωμου-ερυθρού (Foegeding *et al.* 1996, Robb 2002). Σε πολλά είδη, εδώδιμο μέρος αποτελούν και οι γονάδες ενώ σε κάποια μικρά πελαγικά είδη, όπως πχ. ο γαύρος, η αθερίνα κ.α. βρώσιμο μέρος είναι και ο σκελετός, ο οποίος μετά το μαγείρεμα τους μαλακώνει και αποτελεί σημαντική πηγή φωσφόρου (Βαρελιτζής 2000).

Ο μυϊκός ιστός των ιχθύων χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, εξαιρετικά ποικίλλουσα περιεκτικότητα σε λίπη και πολύ μικρή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (Πιν. 1.1). Η κύρια ιδιαιτερότητα των

ιχθύων συνίσταται στην ποιότητα του λιπιδικού περιεχομένου τους, καθώς αποτελούν πολύτιμη πηγή ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, ενώ έχουν μικρές ποσότητες κορεσμένων λιπιδίων και χοληστερόλης. Επίσης, αποτελούν πλούσια πηγή βιταμινών και ανόργανων στοιχείων (Agiño *et al.* 2005).

Πίνακας 1.1. Διακύμανση της περιεκτικότητας (ποσοστό % επί υγρής βάσης) των θρεπτικών συστατικών στον εδώδιμο μυϊκό ιστό των ιχθύων.

	Ελάχιστο	Συνήθης διακύμανση	Μέγιστο
Πρωτεΐνη (%)	6	16-21	28
Λίπος (%)	0,1	0,2-25	67
Υδατάνθρακες (%)		<0,5	
Τέφρα (%)	0,4	1,2-1,5	1,5
Υγρασία (%)	28	66-81	96

Πηγή: Love 1980, Huss 1998.

Οι πρωτεΐνες της σάρκας των ιχθύων είναι υψηλής βιολογικής αξίας, διότι περιέχουν όλα τα απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό αμινοξέα, όπως η λυσίνη και η μεθειονίνη, σε σημαντική ποσότητα και ισορροπημένη αναλογία και είναι βιολογικά αξιοποιήσιμες από τον ανθρώπινο οργανισμό σε ποσοστό 93-97% (Haard 1995).

Τα λίπη των ιχθύων αποτελούνται κυρίως από τριγλυκερίδια (90%) και μικρότερες ποσότητες φωσφολιπιδίων, ελεύθερων λιπαρών οξέων, στερολών κ.ά. Τα λιπαρά οξέα απαντούν σε ποσοστό 79-83% ως ακόρεστα λιπαρά οξέα. Μέρος των ακόρεστων λιπαρών οξέων αποτελούν τα ω-3 και ω-6 (Παπαναστασίου 1990).

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπιδίων και το προφίλ των λιπαρών οξέων διαφέρουν μεταξύ των ειδών και ακόμη και στο ίδιο είδος, ανάλογα με το αν ο μυϊκός

ιστός είναι λευκός ή σκουρόχρωμος, την τοποθεσία του μυϊκού ιστού στο σώμα (π.χ. ραχιαία, κοιλιακά κ.λπ.). Επίσης, η περιεκτικότητα των ολικών λιπιδίων και το προφίλ των λιπαρών οξέων ενός ιχθύος επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα, η εποχή, το μέγεθος, η ηλικία, το ενδιαίτημα του, η χημική σύσταση και η αφθονία της τροφής και ο διατροφικός τύπος του ιχθύος μεταξύ άλλων (Gruger 1967, Ackman 1989). Ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε λίπος τα διάφορα είδη ιχθύων διακρίνονται σε (Hui *et al.* 2006):

- Άπαχα, στα οποία η λιποπεριεκτικότητα είναι μέχρι 2%, όπως ο χάνος, η γλώσσα, ο μπακαλιάρος κ.λπ.
- Χαμηλά λιπαρά, στα οποία η λιποπεριεκτικότητα κυμαίνεται από 2% έως 4%, όπως ο τόννος, η αθερίνα κ.λπ.
- Ημιλιπαρά, στα οποία η λιποπεριεκτικότητα κυμαίνεται από 4% έως 8%, όπως ο σολομός, το μπαρμπούνι, η πέστροφα κ.λπ.
- Λιπαρά, στα οποία η λιποπεριεκτικότητα είναι πάνω από 8%, όπως η σαρδέλα, το χέλι, το σκουμπρί κ.λπ.

Οι ιχθύες είναι πλούσιες πηγές σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες του συμπλέγματος Β, νιασίνη, παντοθενικό οξύ, αλλά και λιποδιαλυτές των ομάδων Α και D (Lall & Parazzo 1995). Επίσης, περιέχουν σημαντική ποσότητα ανόργανων στοιχείων, όπως ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο, ψευδάργυρο, σελήνιο, φθόριο και ιώδιο (στα θαλάσσια είδη) (Agiro *et al.* 2005). Οι μικροί ιχθύες, όπως π.χ. οι μαρίδες, όταν τρώγονται ολόκληροι αποτελούν καλή πηγή ασβεστίου (Ελευθεριάδου 2004).

1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του σώματος των ιχθύων

Η χημική σύσταση των ιχθύων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι μπορούν να διαχωριστούν σε δυο κατηγορίες: τους ενδογενείς και τους εξωγενείς παράγοντες (Love 1980, Shearer 1994).

1.3.1 Ενδογενείς παράγοντες

1.3.1.1 Είδος

Η χημική σύσταση των ιχθύων ποικίλει σημαντικά σύμφωνα με το είδος (Love 1980, Shearer 1994, Huss 1998). Οι μεγαλύτερες μεταβολές παρατηρούνται στη λιποπεριεκτικότητα. Όπως προαναφέρθηκε, τα διάφορα είδη ιχθύων διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες σύμφωνα με την περιεκτικότητα του σώματος τους σε λίπος. Η υγρασία έχει και αυτή διακυμάνσεις ανάμεσα στα διάφορα είδη, καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη λιποπεριεκτικότητα. Το ποσοστό των πρωτεϊνών του σώματός τους παρουσιάζει επίσης διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών. Οι διαφορές αυτές, οφείλονται στο διαφορετικό μεταβολισμό των αμινοξέων, στο διαφορετικό ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης και στο διαφορετικό βαθμό αξιοποίησης των σωματικών πρωτεϊνών (Guillaume *et al.* 2001). Διαφορές στη χημική σύσταση (κυρίως στη λιποπεριεκτικότητα) παρατηρούνται όχι μόνο στα διαφορετικά είδη αλλά και σε συγγενικά είδη, ακόμα και σε άτομα του ίδιου είδους (Donnelly *et al.* 1990).

Τέλος, σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στην περιεκτικότητα των βιταμινών στα διάφορα είδη και ιδίως των λιποδιαλυτών βιταμινών, των οποίων η συγκέντρωση εξαρτάται άμεσα από την λιποπεριεκτικότητα (Lall & Parazzo 1995).

1.3.1.2 Στάδιο ανάπτυξης

Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει τις μεταβολές της χημικής σύστασης των ιχθύων σε σχέση με το στάδιο ανάπτυξής τους (Dumas *et al.* 2007) και τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης (Holdway & Beamish 1984). Γενικά, το επίπεδο της υγρασίας και η περιεκτικότητα στις σωματικές πρωτεΐνες των ιχθύων μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας και του μεγέθους τους (Παπουτσόγλου 2008), ενώ παράλληλα αυξάνεται το επίπεδο των λιπών τους (Love 1980, Griffiths & Kirkwood 1995).

1.3.1.3 Αναπαραγωγικό στάδιο

Οι θρεπτικές και ενεργειακές ανάγκες των ιχθύων μεταβάλλονται σύμφωνα με το στάδιο γεννητικής ωριμότητας (Love 1980, Zaboukas *et al.* 2006). Η κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών, επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της κατανάλωσης των αποθεμάτων λίπους του οργανισμού (Henderson & Tocher 1987). Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τις μεταβολές των ενεργειακών αποθεμάτων (κατανάλωση ή ικανότητα αποθήκευσης) στο σώμα των ιχθύων κατά την περίοδο της ανάπτυξη και ωρίμανσης των γονάδων τους (Robards 1999, Zaboukas *et al.* 2006) και ιδίως στα λίπη (Hoynh 2007). Στα θηλυκά άτομα κυρίως, κατά την ωρίμανση των γονάδων τους και μέχρι την εναπόθεση των αυγών τους, παρατηρείται μείωση του επιπέδου των λιπαρών ουσιών στους μύες και αύξηση τους στα αναπτυσσόμενα αυγά (Shearer 1994, Litaay & De Silva 2003). Γενικά, οι ιχθύες έχουν υψηλότερη θρεπτική αξία κατά την περίοδο λίγο πριν την εναπόθεση των αυγών τους γιατί τότε περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα λίπους, φωσφόρου, βιταμινών, καλύτερη γεύση, άρωμα και υφή κρέατος (Παπαναστασίου 1990).

1.3.1.4 Ιστοί και μέρη του σώματος

Η παραλλακτικότητα της χημικής σύστασης ανάμεσα στους διάφορους ιστούς του σώματος των ιχθύων, όπως ο μυϊκός ιστός, το ηπατοπάγκρεας και οι γονάδες, έχει μελετηθεί αρκετά και παρουσιάζει διαφορές (Dawson & Grimm 1980, Eliasson & Vahl 1982). Σε πολλά είδη, η περιεκτικότητα του ηπατοπαγκρέατος και των γονάδων τους σε λίπη είναι αυξημένη συγκριτικά με την αντίστοιχη του μυϊκού ιστού (Henderson & Tocher 1987). Γενικά, στους περισσότερους ιχθύες, το περιπλαχνικό-περιεντερικό λίπος (λιπώδης ιστός) είναι το κύριο μέρος αποθήκευσης του λίπους. Ακολουθεί κατά σειρά το ήπαρ (κύριο όργανο μεταβολισμού των λιπών) και ο ερυθρός μυϊκός ιστός (Sheridan 1988). Αναφορικά με το μυϊκό ιστό, διαφορές στη χημική σύσταση έχουν βρεθεί ανάμεσα στα δύο είδη ιστών (ερυθρό και λευκό). Ο Sheridan (1988, 1989) παρατήρησε ότι οι ερυθροί μύες του τόνου, σε σχέση με τους λευκούς μύες, περιέχουν μικρότερες ποσότητες πρωτεϊνών και νερού και μεγαλύτερες σε λίπη. Διαφορετική είναι ακόμα η συγκέντρωση των διαφόρων βιταμινών ανάμεσα στα δύο είδη μυϊκού ιστού. Οι λευκοί μύες περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε κάποιες βιταμίνες, όπως Β και Ε (Lall & Parazzo 1995).

1.3.1.5 Φύλο

Διαφορές στη λιποπεριεκτικότητα ανάμεσα στα δύο φύλα έχουν βρεθεί σε αρκετά είδη τόσο στο μυϊκό ιστό όσο και στο ήπαρ και τις γονάδες (Larson 1991, Robards *et al.* 1999b).

1.3.2 Εξωγενείς παράγοντες

1.3.2.1 Εποχικότητα

Η χημική σύσταση των ιχθύων, λόγω της μεταβολής των ενεργειακών αποθεμάτων και των ενεργειακών απαιτήσεων τους κατά τη διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου, παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις. Βασικοί συσχετιζόμενοι παράγοντες είναι ο αναπαραγωγικός κύκλος (ενδογενής παράγοντας), η διαθεσιμότητα της τροφής και η μεταβολή της θερμοκρασίας (εξωγενείς παράγοντες) (Chellara *et al.* 1989). Η εποχιακή διακύμανση της χημικής σύστασης και ιδιαίτερα της λιποπεριεκτικότητας, έχει μελετηθεί σε πολλά είδη ιχθύων όπως το *Scomber japonicus* και το *Trachurus trachurus* (Celik 2008), το *Merluccius merluccius* (Dominguez-Petit 2009) και το *Engraulis encrasicolus* (Boran 2008). Γενικά, την άνοιξη και το φθινόπωρο η λιποπεριεκτικότητα φτάνει τις μέγιστες τιμές και αυτό συσχετίζεται με τη διατροφή, λόγω της αυξημένης αφθονίας φυτοπλαγκτού (Παπαναστασίου 1990).

1.3.2.2 Διατροφή

Οι διατροφικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του σώματος των ιχθύων είναι η διαθεσιμότητα και το είδος της τροφής, η συχνότητα σίτισης, το πρωτεϊνικό και ενεργειακό επίπεδο της τροφής και η περίοδος ασιτίας (Shearer 1994). Σε συνθήκες ιχθυοκαλλιέργειας, η χημική σύσταση του σώματος των εκτρεφόμενων ιχθύων επηρεάζεται από τη σύσταση της ιχθυοτροφής τους (Haard 1992, Shearer 1994, Turchini *et al.* 2003, 2007). Σε περιόδους στέρησης τροφής, τα αποθέματα του λίπους είναι τα πρώτα που εξαντλούνται (Shearer 1994, Cui & Wang 2007).

1.3.2.3 Υδάτινο περιβάλλον

Συνήθως, τα θαλάσσια είδη ιχθύων έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες συγκριτικά με τα είδη του γλυκού νερού (Παπαναστασίου 1990). Αναφορικά με τη λιποπεριεκτικότητα, τα είδη των θαλάσσιων υδάτων έχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις λίπους στο ήπαρ συγκριτικά με τα είδη του γλυκού νερού. Επίσης, τα θαλασσινά είδη αποτελούν πλουσιότερη πηγή ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων από τα είδη των γλυκών νερών (Henderson & Tocher 1987).

Διαφορές στη λιποπεριεκτικότητα παρατηρούνται, επίσης, ανάλογα με τη γεωγραφική θέση του περιβάλλοντος στο οποίο διαβιεί ένα είδος. Αξιοσημείωτο είναι το παράδειγμα του σολομού του Ατλαντικού (*Salmo salar*), ο οποίος ανάλογα με την περιοχή εξαλίευσής του, εμφανίζεται την ίδια εποχή, άπαχο, ημίλιπαρό και λιπαρό (Jacquot 1961). Το βάθος της υδάτινης στήλης που διαβιεί ένα είδος αποτελεί, επίσης, παράγοντα επηρεασμού της χημικής σύστασης του σώματος του. Σύμφωνα με τους Childress *et al.* (1990) και Drazen (2007) τα ψάρια που διαβιούν σε μεγαλύτερα βάθη παρουσιάζουν μειωμένη λιποπεριεκτικότητα.

1.4 Θρεπτική αξία ελληνικών αλιευμάτων

Στην Ελλάδα, τα ιχθυηρά, αποτελούσαν αναπόσπαστο μέρος της παραδοσιακής διατροφής, κάτι που εξακολουθεί να ισχύει μέχρι και σήμερα. Η ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση σε ψάρια και θαλασσινά είναι περίπου 24 Kg (Failler 2007).

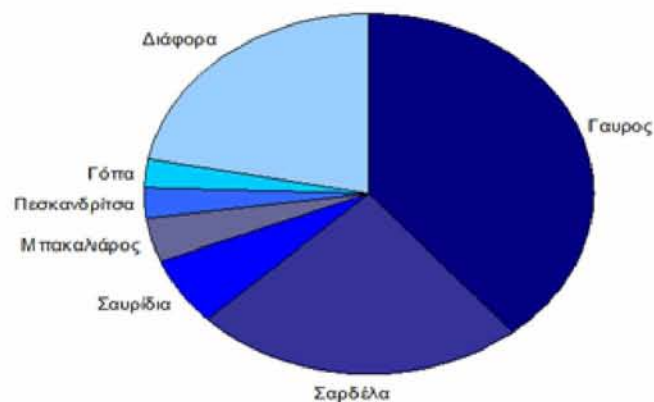
Το είδη της, τα οποία αποτελούν αντικείμενο της παρούσας εργασίας, αποτελούν σημαντικά αλιεύματα στην Ελλάδα, αλλά και σε ολόκληρη τη Μεσόγειο, τόσο λόγω της μεγάλης αφθονίας τους στις εκφορτώσεις, όσο και λόγω της υψηλής εμπορικής τους αξίας. Τα στοιχεία διακύμανσης των εκφορτώσεων του Παγασητικού

Κόλπου προκύπτουν από τα δεδομένα της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδας (ΕΣΥΕ). Παρά τα μειονεκτήματα της μεθόδου που εντοπίζονται στην μη καταγραφή των απορριπτόμενων και παράνομων αλιευμάτων, καθώς και της παραγωγής των μικρών παράκτιων σκαφών, τα δεδομένα της ΕΣΥΕ θεωρούνται τα πλέον αξιόπιστα και χρησιμοποιούνται από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO).

Η παραγωγή του Παγασητικού απεικονίζεται στο Σχήμα 1.1 και στον Πίνακα 1.2 όπως προκύπτει από τα στοιχεία της ΕΣΥΕ υπολογίζοντας τους μέσους όρους των κυριότερων αλιευμάτων από το 1998-2003.

Πίνακας 1.2. Τα κυριότερα αλιευματα σε είδη και παραγωγή του (Πηγή ΕΣΥΕ).

Είδη	Παραγωγή (t)
Γαύρος	486
Σαρδέλα	298
Σαυρίδια	75
Μπακαλιάρος	50
Πεσκανδρίτσα	35
Γόπα	30
Διάφορα	275
Σύνολο	1249



Σχήμα 1.1. Καταγραφή στοιχείων της ΕΣΥΕ υπολογίζοντας τους μέσους όρους των κυριότερων αλιευμάτων από το 1998-2003, στο Παγασητικό κόλπο.

1.5 Βιολογία και σχετικές μελέτες των υπό μελέτη ειδών

1.5.1 Λυθρίνι (*Pagellus erythrinus* L., 1758)

Το λυθρίνι (*Pagellus erythrinus*) είναι βενθοπελαγικό είδος και ανήκει στην οικογένεια των σπαροειδών (*Sparidae*). Είναι ευρέως διαδεδομένο στη Μεσόγειο, σπάνιο στη Μαύρη θάλασσα και στον Ατλαντικό ωκεανό (από την Αγκόλα έως την Νορβηγία) (Fisher *et al.* 1987). Μπορεί να βρεθεί



Εικόνα 1.1. Λυθρίνη, *P. Erythrinus* (αρχείο συγγραφέα)

μέχρι και τα 200 m βάθος, συνήθως όμως απαντάται σε βάθος μεταξύ 20 και 100 m (Santos *et al.* 1995). Παρά το γεγονός ότι συγκαταλέγεται στα παμφάγα ψάρια, είναι κυρίως σαρκοφάγο και τρέφεται με βενθικά ασπόνδυλα, μικρά ψάρια, οστρακοειδή, μικρά μαλάκια και εχινόδερμα (Mihelakakis *et al.* 2001). Είναι πρωτόγυνο ερμαφρόδιτο είδος και η αναστροφή του φύλου πραγματοποιείται όταν τα θηλυκά άτομα έχουν αποκτήσει μήκος 17 cm στην ηλικία των τριών ετών περίπου (Zei & Zupanovic 1961). Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους στη Μεσόγειο διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Ιούλιο (Valdes *et al.* 2004).

Θεωρείται σημαντικό αλίευμα στόχος λόγω της υψηλής εμπορικής του αξίας και της μεγάλης του αφθονίας στις εκφορτώσεις (Ghorbel 1996). Η υπεραλίευση του είδους έχει οδηγήσει σε μείωση των πληθυσμών του (Petraakis & Stergiou 1996). Στην Ελλάδα το ελάχιστο επιτρεπόμενο μέγεθος αλίευσης για το *Pagellus erythrinus* είναι 12 cm (Karantagakis 2007). Στις υδατοκαλλιέργειες, αποτελεί νέο είδος και παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον (Klaoudatos *et al.* 2004), ωστόσο η εκτροφή του στις ελληνικές μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας είναι μικρής δυναμικότητας (Kousoulaki *et al.* 2007). Σχετικά με τη χημική σύσταση του σώματος του ελάχιστες μελέτες έχουν

πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα (Mihelakakis *et al.* 2001, Κουσουλάκη 2007, Koubaa *et al.* 2010).

1.5.2 Κεφαλάς (*Dentex macrophthalmus* Bloch, 1791)

Ο κεφαλάς (*Dentex macrophthalmus*) είναι βενθοπελαγικό είδος, ανήκει στην οικογένεια των σπαροειδών (*Sparidae*) και συναντάται σε βάθος 30 – 500 m (Smith *et al.* 1986). Το μέγιστο μήκος του φθάνει στα 65 cm (Bauchot *et al.* 1987), ενώ το πιο σύνηθες μήκος είναι τα 30 cm (Schneider 1990).



Εικόνα 1.2: Κεφαλάς, *D. macrophthalmus* (αρχείο συγγραφέα)

Συναντάται στον Ατλαντικό ωκεανό, από την περιοχή της Πορτογαλίας μέχρι τη Ναμίμπια και αφθονεί στις ακτές του Μαρόκου. Είναι ευρέως διαδεδομένο στη Μεσόγειο και βρίσκεται σε αφθονία κυρίως στις νοτιοδυτικές και ανατολικές περιοχές (Fisher *et al.* 1987).

Συγκαταλέγεται στα σαρκοφάγα ψάρια και τρέφεται με μικρά ψάρια, οστρακοειδή, μικρά μαλάκια και εχινόδερμα (Bauchot *et al.* 1990). Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους στον Ατλαντικό ωκεανό διαρκεί από το Μάρτιο έως τον Απρίλιο, ενώ στη νότια Μεσόγειο θάλασσα από τον Απρίλιο έως το Μάιο. Η έναρξη συστηματικής εμπορικής εκμετάλλευσης αποθεμάτων του στην Ελλάδα, τοποθετείται στις αρχές της δεκαετίας του '80 (Pettrakis *et al.* 2001).

1.5.3 Μπακαλιάρος (*Merluccius merluccius* L., 1758)

Ο μπακαλιάρος (*Merluccius merluccius*) είναι βενθοπελαγικό είδος και ανήκει στην οικογένεια *Merlucciidae*.



Εικόνα 1.3: Μπακαλιάρος, *M. Merluccius* (www.Fishbase.org)

Είναι ευρέως διαδεδομένο σε όλη τη

Μεσόγειο και τον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό, σε βάθος μεταξύ 20-1000 m, ανάλογα με τις διατροφικές και αναπαραγωγικές του ανάγκες (Matta 1954). Συνήθως, όμως, απαντάται σε βάθος μεταξύ 70-400 m (Muus *et al.* 1999). Το μέγιστο μήκος του φθάνει στα 140 cm ενώ το πιο σύνηθες είναι τα 45 cm (Cohen *et al.* 1990). Συγκαταλέγεται στα σαρκοφάγα ψάρια και τρέφεται με ψάρια κυρίως σαρδέλες, γαύρους, ρέγκες και καλαμάρια (Mugua *et al.* 2003). Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους στη Μεσόγειο θάλασσα διαρκεί από τον Ιανουάριο έως τον Ιούλιο.

Τα θηλυκά άτομα αποκτούν μεγαλύτερο μέγεθος από τα αρσενικά, τα οποία αναπτύσσονται με αργό ρυθμό μετά την ωριμότητα τους στην ηλικία των τριών με τεσσάρων ετών. Συνεπώς, κατά την σύλληψη των ιχθύων η αναλογία αρσενικών στον πληθυσμό είναι μεγαλύτερη στις κλάσεις μικρότερου μεγέθους και η αναλογία των θηλυκών ατόμων είναι μεγαλύτερη στις κλάσεις μεγάλου μεγέθους ατόμων από 38 έως 40 cm (Vrgoc 2000).

Οι Νεοφύτου και συν. (2008) έχουν μελετήσει το απόθεμα του είδους στον Παγασητικό Κόλπο όπου η παρουσία ώριμων ατόμων μπακαλιάρου παρατηρήθηκε κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες. Η γεννητική ωρίμανση των γονάδων φαίνεται να ξεκινάει την άνοιξη και να κορυφώνεται το καλοκαίρι. Η υψηλότερη αφθονία ώριμων ατόμων μπακαλιάρου αλιεύθηκε στην κεντρική περιοχή του Παγασητικού. Η αφθονία των ώριμων ατόμων μειωνόταν βαθμιαία προς τις βορειοανατολικές και νοτιοδυτικές

περιοχές. Έτσι, θεωρήθηκε ότι το κυριότερο πεδίο αναπαραγωγής του μπακαλιάρου στον Παγασητικό Κόλπο αντιστοιχεί στις περιοχές με έντονη παρουσία ατόμων που βρίσκονται στο στάδιο λίγο πριν την απόθεση των ωοκυττάρων και του σπέρματος. Φαίνεται λοιπόν ότι η περιοχή που βρίσκεται βορειοδυτικά του νησιού Τρίκερι, στο νότιο τμήμα του κεντρικού Παγασητικού, συγκεντρώνει τα χαρακτηριστικά που θα εξασφαλίσει την επιβίωση των αρχικών σταδίων ζωής του μπακαλιάρου.

Το είδος αποτελεί ένα από τα πιο έντονα αλιευόμενα βενθοπελαγικά είδη στις ελληνικές Θάλασσες (Papacostantinou & Stergiou 1995). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Γεωργίας και Τροφίμων (FAO), το 1994 αλιεύθηκαν, σε παγκόσμιο επίπεδο, 79178 t, ενώ στην Ελλάδα σύμφωνα με την ΕΣΥΕ, η μέση ετήσια παραγωγή του την περίοδο 1990-2000 ήταν 4190 t (Whitehead *et al.* 2005).

1.5.4 Μελανούρι (*Oblada melanura* L., 1758)

Το μελανούρι (*Oblada Melanura*) ανήκει στην οικογένεια των σπαροειδών (*Sparidae*), είναι ένα βενθοπελαγικό και πολύ κινητικό ψάρι της υποτροπικής ζώνης και συναντάται σε παράκτιες περιοχές, φθάνοντας σε βάθος 30 m (Bauchot *et al.* 1990).



Εικόνα 1.4: Μελανούρι, *O. Melanura* (αρχείο συγγραφέα)

Απαντάται σε μικρές ομάδες ατόμων, κυρίως σε βραχώδεις βυθούς ή σε βυθούς με λιβάδια ποσειδωνίας. Το μέγιστο ολικό μήκος φθάνει τα 34 cm. Εξαπλώνεται στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό, στη Μεσόγειο, από το Γιβραλτάρ έως την Αγκόλα. Είναι παμφάγο είδος, αλλά τρέφεται κυρίως με μικρά ασπόνδυλα (Froese & Pauly 2007).

Είναι είδος κυρίως γονοχωριστικό αλλά μερικά παρουσιάζουν πρωτόγυνο ερμαφροδιτισμό.

Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους στη Μεσόγειο θάλασσα είναι από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούνιο (Bauchot & Hureau 1986). Σύμφωνα με τους Harmelin-Vivien *et al.* (1995), η εγκατάσταση των ιχθυονυμφών του είδους στη περιοχή της Μεσογείου, πραγματοποιείται κατά τα τέλη Μάιου μέσα Ιουλίου, κατά μήκος της ακτής σε πολύ μικρά βάθη (συνήθως <2m), σε περιοχές με σκληρό υπόστρωμα και ήπια κλίση. Παρουσιάζει εμπορική αξία και είναι αγαπητό στην ερασιτεχνική αλιεία.

1.5.5 Σπάρος (*Diplodus annularis* L., 1758)

Ο σπάρος (*Diplodus annularis*) είναι θαλάσσιο είδος που απαντάται σε μικρές ομάδες ατόμων σε αμμώδεις βυθούς ή σε βυθούς με λιβάδια ποσειδωνίας, σε βάθη από 0-50 m. Ανήκει



Εικόνα 1.5: Σπάρος, *D. annularis* (αρχείο συγγραφέα)

στην οικογένεια των σπαροειδών (Sparidae), είναι βενθοπελαγικό είδος της υποτροπικής ζώνης και συναντάται σε παράκτιες περιοχές. Είναι ευρέως διαδεδομένο στον Ατλαντικό ωκεανό και στις θαλάσσιες περιοχές της βόρειας Ευρώπης και συναντάται σε βάθος μέχρι 30 m, ενώ στις θαλάσσιες περιοχές της νότιας Ευρώπης μέχρι 90 m (Bauchot *et al.* 1989). Το μέγιστο μήκος του φθάνει στα 24 cm ενώ το πιο σύνηθες είναι τα 13 cm (Bauchot 1989).

Το *Diplodus annularis* είναι είδος αργής ανάπτυξης έχοντας την ίδια χαρακτηριστική αργή ανάπτυξη με άλλα μικρά παράκτια είδη, όπως του καμπανά *Diplodus Vulgaris* (Pajuelo & Lorenzo 1998). Αναπτύσσεται, ωστόσο, ραγδαία κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους λαμβάνοντας περίπου το 50% του μέγιστου μήκους.

Μετά τον πρώτο χρόνο, η ανάπτυξη μειώνεται ραγδαία, εξαιτίας της αναπαραγωγικής ωρίμανσης, καθώς αποδεικνύεται ότι το είδος μπορεί να αναπαραχθεί από το πρώτο κιόλας έτος της ηλικίας του (Pajuelo & Lorenzo 1998). Για το λόγο αυτό, η μεταβολική ενέργεια πιθανώς να διοχετεύεται κυρίως στην διεξαγωγή της αναπαραγωγικής διαδικασίας και λιγότερο για τη σωματική ανάπτυξη (Alekseen 1983, Shapigo 1984). Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους στην ανατολική Μεσόγειο θάλασσα είναι από το Φεβρουάριο έως το Απρίλιο, στη δυτική Μεσόγειο θάλασσα από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούνιο. Συνήθως το είδος είναι γονοχωριστικό, όμως κάτω από ορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες εμφανίζει πρωτανδρικό ερμαφροδιτισμό και τα αυγά του τα απελευθερώνει στο πέλαγος.

Σε ηλικία 6-7 ετών, τα άτομα του είδους μπορούν να φτάσουν σε μήκος από 20,4 έως 24,9 cm (Gordoa *et al.* 1997, Pajuelo & Lorenzo 2002). Το είδος συγκαταλέγεται στα σαρκοφάγα ψάρια και τρέφεται με σκουλήκια, οστρακόδερμα, μαλάκια και εχινόδερμα (Bauchot *et al.* 1990). Παρουσιάζει εμπορική αξία και είναι αγαπητό στην ερασιτεχνική αλιεία.

1.5.6 Προσφυγάκι (*Micromesistius poutassou* Risso, 1827)

Το προσφυγάκι (*Micromesistius poutassou*) είναι μεσοπελαγικό είδος και ανήκει στην οικογένεια των *Gadidae*. Είναι ευρέως διαδεδομένο στο βόρειο Ατλαντικό ωκεανό, στα δυτικά της θάλασσας του Μπάρεντς και από την Ισλανδία και τη Γροιλανδία



Εικόνα 1.6: Προσφυγάκι, *M. poutassou* (αρχείο συγγραφέα)

μέχρι το Μαρόκο. Επίσης, είναι κοινό είδος στη δυτική Μεσόγειο θάλασσα. Μπορεί να βρεθεί στις ενδιάμεσες στήλες του νερού και κινείται σε βάθος από 150 μέχρι 3000 m,

ή απαντάται στις ανώτερες στήλες του νερού και κινείται από τα 300 μέχρι τα 400 m. Τα νεαρά άτομα ζουν σε αβαθείς και περιστασιακά σε παράκτιες περιοχές (Svetovidov 1986). Συνήθως είναι κοπαδιάρικο είδος. Κατά την διάρκεια της ημέρας μετακινείται σε μεγαλύτερα βάθη, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας αναδύεται (Cohen *et al.* 1990).

Το προσφυγάκι τρέφεται κυρίως με μικρά οστρακοειδή και αμφίποδα και σπάνια με ψάρια. Τα μεγαλύτερης ηλικίας άτομα τρέφονται με μικρά καλαμάρια. Τα μέγιστο μήκος και βάρος του φτάνει, αντίστοιχα στα 50 cm, και στα 830 g (IGFA 2001), ενώ το πιο σύνηθες μήκος είναι στα 22 cm. Η μέγιστη καταγεγραμμένη ηλικία του είναι τα 20 έτη (Cohen *et al.* 1990). Λαμβάνει την πρώτη αναπαραγωγική ωριμότητα σε ηλικία τριών ετών. Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους στην Μεσόγειο θάλασσα είναι από το Μάρτιο έως τον Απρίλιο. Τα θηλυκά άτομα είναι μεγαλύτερου μεγέθους από τα αρσενικά.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO, το συνολικό αλίευμα του είδους για το έτος 1999 ανήλθε σε 1.321.195 t, για το έτος 2008 σε 1.283.536 t, ενώ για το 2009 σε 640.953 t. Οι χώρες στις οποίες αλιεύονται οι μεγαλύτερες ποσότητες είναι η Νορβηγία και η Ρωσία.

1.5.7 Σκορπίνα (*Scorpaena scrofa* L., 1758)

Η σκορπίνα ανήκει στην οικογένεια των Σκορπαινιδών (*Scorpaenidae*). Είναι βενθικό είδος της υποτροπικής ζώνης και μπορεί να βρεθεί μέχρι και τα 500 m βάθος (Eschmeyer *et al.* 1990), συνήθως όμως απαντάται σε βάθος μεταξύ 20 και 150 m (Reiner 1996).



Εικόνα 1.7: Σκορπίνα, *S. Scrofa*
(www.Fishbase.org)

Είναι είδος πολύ κοινό σε όλη τη Μεσόγειο, αλλά δεν απαντάται στη Μαύρη θάλασσα (Eschmeyer, 1986). Έχει σώμα με χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα, φέρει πολλές άκανθες στο κεφάλι και στην ράχη, των οποίων τα νύγματα είναι οδυνηρά.

Η *Scorpaena scrofa* είναι σαρκοφάγο είδος και τρέφεται με βενθικά ασπόνδυλα, μαλάκια, οστρακοειδή, γαρίδες και διάφορα ψάρια. Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους λαμβάνει χώρα κατά την διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού. Επιβιώνει σε πυθμένες διαφόρων συνθέσεων, αμμώδεις, λασπώδεις ή βραχώδεις. Δρα κατά τη διάρκεια της νύχτας ή τα χαράματα, ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας παραμένει ακίνητο. Είναι είδος μοναχικό, δε μεταναστεύει και δεν ανήκει στα απειλούμενα είδη. Θεωρείται σημαντικό αλίευμα λόγω της υψηλής εμπορικής του αξίας εξαιτίας του λευκού εύγευστου κρέατος του και είναι πολύ αγαπητό στην ερασιτεχνική αλιεία (Νεοφύτου 2007).

1.5.8 Σύκος (*Trisopterus minutus* L., 1758)

Ο σύκος *Trisopterus minutus* είναι βενθοπελαγικό είδος και ανήκει στην οικογένεια *Gadidae*. Το είδος συναντάται στον Ατλαντικό ωκεανό, και στη Μεσόγειο θάλασσα (Cohen *et al.*



Εικόνα 1.8: Σύκος, *T. Minutus* (www.Fishbase.org)

1990). Μπορεί να βρεθεί από 1 - 440 m βάθος, συνήθως όμως απαντάται σε βάθος μεταξύ 15 και 200 m (Ocean Biogeographic Information System 2006). Το μέγιστο μήκος του φθάνει στα 40 cm (Cohen *et al.* 1990), ενώ το πιο σύνηθες μήκος είναι στα 20 cm (Muus *et al.* 1978). Επιβιώνει σε πυθμένες διαφόρων συνθέσεων, αμμώδεις, λασπώδεις ή βραχώδεις. Είναι σαρκοφάγο είδος και τρέφεται με βενθικά ασπόνδυλα, μαλάκια, και διάφορα μικρά ψάρια (Cohen *et al.* 1990).

Εκτός της εμπορικής του αξίας, λίγα είναι γνωστά για τις διατροφικές συνήθειες του είδους και την οικολογία του. Η μελέτη της βιολογίας και της δυναμικής του είδους καθώς και η οικολογία του θεωρείται αναγκαία καθώς αποτελεί είδος που αφθονεί στα αλιεύματα (Politou & Papaconstantinou 1991).

Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα την άνοιξη (Politou & Papaconstantinou 1991). Το ελάχιστο μέγεθος αναπαραγωγής υπολογίστηκε για τα θηλυκά άτομα 13,3 cm ενώ για τα αρσενικά άτομα 12,5 cm σε μελέτη πληθυσμού του είδους στο Κόλπο Izmir στο Κεντρικό Αιγαίο (Metin *et al.* 2006). Έχει αναφερθεί ότι το είδος αναπαράγεται από το πρώτο έτος της ζωής τους και όταν το άτομο λαμβάνει το μήκος 13cm (Tangerini & Arneri 1984). Η γονιμότητα κυμαίνεται από 1236 αυγά για άτομα ενός έτους έως 21,463 αυγά για άτομα 5 ετών και σχετίζεται επίσης με το μήκος, βάρος σώματος και το γοναδοσωματικό βάρος (Nikolsky 1969).

Όπως αναφέρθηκε από τον Metin (2006), άτομα μικρότερα από 14 cm δεν θα πρέπει να συλλαμβάνονται καθώς επίσης ότι θα έπρεπε να απαγορεύεται η αλιευτική προσπάθεια από τον Ιανουάριο έως τον Απρίλιο για την ενίσχυση του αποθέματος του είδους στο Αιγαίο.

1.6. Σκοπός πτυχιακής διατριβής

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής διατριβής ήταν να μελετηθεί η χημική σύσταση σε θρεπτικά συστατικά (υγρασία, πρωτεΐνες, λίπος, υδατάνθρακες και τέφρα) στον εδώδιμο μυϊκό ιστό των ειδών *Dentex macrophthalmus*, *Pagellus erythrinus*, *Diplodus annularis*, *Oblada melamura*, *Micromesistius poutassou*, *Scorpaena scrofa*, *Trisopterus minutus*, *Merluccius merluccius*. Η συλλογή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε τον

Ιούνιο του 2010 στον Παγασητικό κόλπο με τράτα βυθού με την οποία πραγματοποιήθηκαν έξι σύρσεις.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Δειγματοληψίες ιχθύων

Η συλλογή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 2010 στον Παγασητικό κόλπο με τη χρήση τράτας βυθού με άνοιγμα ματιού του σάκου 20 mm και σε βάθος που κυμάνθηκε από 50 έως 60 m. Συνολικά συλλέχθηκαν 120 άτομα που ανήκαν στα είδη: *Dentex macrophthalmus* (n=28), *Pagellus erythrinus* (n=8), *Diplodus annularis* (n=13), *Oblada melanura* (n=19), *Micromesistius poutassou* (n=21), *Scorpaena scrofa* (n=3), *Trisopterus minutus* (n=22), *Merluccius merluccius* (n=6).

Τα συλληφθέντα άτομα των ιχθύων μεταφέρθηκαν απευθείας στο εργαστήριο σε πάγο. Αρχικά, μετρήθηκε το ολικό μήκος (TL) (σε πρώτο δεκαδικό ψηφίο) με ιχθυόμετρο και το ολικό βάρος (W) (σε δεύτερο δεκαδικό ψηφίο) των ατόμων με ηλεκτρονικό ζυγό. Έπειτα, έγινε τομή κατά μήκος της κοιλιακής περιοχής και λήφθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις με ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων (Εικ. 2.1): το βάρος του ήπατος, το βάρος των γονάδων και το βάρος των υπολοίπων εντερικών οργάνων. Τέλος αφαιρούταν και ζυγίζονταν όλος ο μυϊκός ιστός από τις δύο πλευρές κατά μήκος του σώματός τους. Ο μυϊκός ιστός που χρησιμοποιήθηκε ήταν απαλλαγμένος από κόκαλα και δέρμα, καθώς οι κατασκευές αυτές έχουν τη δική τους ξεχωριστή θρεπτική σύσταση.



Εικόνα 2.1: Ζυγός ακρίβειας 4 δεκαδικών ψηφίων (Kem ALS 220-4, φωτογραφία συγγραφέα)

Η αποθήκευση των δειγμάτων (του μυϊκού ιστού των ιχθύων) μέχρι την διεξαγωγή των χημικών αναλύσεων πραγματοποιήθηκε σε καταψύκτη σε θερμοκρασία $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ αφού πρώτα εγκλείστηκαν σε ατομικές αεροστεγείς σακούλες.

Οι σωματομετρικοί δείκτες που υπολογίστηκαν ήταν: ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI), ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) και ο δείκτης ευρωστίας (K). Επίσης υπολογίστηκε το ποσοστό (%) της μυϊκής μάζας επί του ολικού βάρους του σώματος των ιχθύων.

$$\text{GSI} = \frac{\text{Βάρος γονάδων (g)}}{\text{Βάρος σώματος (g, εκτός εντοσθίων, γονάδων και ήπατος)}} \times 100$$

$$\text{HSI} = \frac{\text{Βάρος ήπατος (g)}}{\text{Βάρος σώματος (g, εκτός εντοσθίων, γονάδων και ήπατος)}} \times 100$$

$$\text{K} = \frac{\text{Ολικό βάρος σώματος (g)}}{\text{Ολικό μήκος}^3(\text{cm})} \times 100$$

Ακόμα, υπολογίστηκε η σχέση μήκους-βάρους από όλα τα συλλεχθέντα άτομα για το κάθε είδος και αποδόθηκε με την παρακάτω εξίσωση:

$$W = aTL^b$$

Όπου, W=ολικό βάρος και TL=ολικό μήκος

2.2 Χημικές αναλύσεις ιστών

Οι χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Φυσιολογίας Ζωικών Οργανισμών του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τα πρωτόκολλα των χημικών αναλύσεων προσαρμόστηκαν σύμφωνα με τις επίσημες μεθόδους ανάλυσης AOAC (1995).

2.2.1 Μέθοδος προσδιορισμού ξηρής ουσίας /υγρασίας

Ο προσδιορισμός της ξηρής ουσίας/υγρασίας των μυϊκών ιστών των αλιευθέντων ιχθύων πραγματοποιήθηκε τοποθετώντας 2 g δείγματος (νωπού αποψυγμένου ιστού) μυϊκού ιστού από κάθε ψάρι σε προζυγισμένο δισκίο αλουμινίου, λαμβάνονταν η μέτρηση του καθαρού του βάρους και κατόπιν εισάγονταν σε κλίβανο (Εικ. 2.2) για 24 ώρες σε θερμοκρασία 105 °C (AOAC, 1995). Η διαδικασία, μετά το πέρας της παραμονής τους στον κλίβανο, ολοκληρώνονταν με τη μέτρηση του τελικού βάρους των δειγμάτων (με το αλουμινένιο δισκίο), αφού είχε προηγηθεί η τοποθέτησή τους σε ξηραντήρα (Εικ. 2.3) μέχρι απόκτησης σταθερού βάρους. Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιήθηκαν σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Το % ποσοστό της υγρασίας προκύπτει από τις παρακάτω σχέσεις:

$$W_{\text{ξηρού δείγματος (g)}} = W_{\text{ξηρού (τελικού) δείγματος \& δισκίου (g)}} - W_{\text{δισκίου (g)}}$$

$$\text{Υγρασία δείγματος (g)} = W_{\text{νοπού δείγματος (g)}} - W_{\text{ξηρού δείγματος (g)}}$$

$$\text{Υγρασία (\%)} = (\text{Υγρασία δείγματος} / W_{\text{νοπού δείγματος}}) \times 100$$

Κατόπιν τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν με τη χρήση γουδιού και αποθηκεύθηκαν σε πλαστικούς αεροστεγείς περιέκτες για τις περαιτέρω αναλύσεις της χημικής σύστασης.



Εικόνα 2.2: Κλιβανός(φωτογραφία συγγραφέα)



Εικόνα 2.3: Ξηραντήρας. (φωτο - γραφία συγγραφέα)

2.2.2 Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αζωτούχων ουσιών

Ο προσδιορισμός των αζωτούχων ενώσεων (ολικών πρωτεϊνών) του μυϊκού ιστού των ιχθύων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο προσδιορισμού αζωτούχων ενώσεων Kjeldahl. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην ολική μετατροπή των μορφών αζώτου της πρωτεΐνης σε αμμωνιακά άλατα. Κατόπιν συνυπολογίζεται και το άζωτο άλλων αζωτούχων ενώσεων που εμπεριέχονται στο δείγμα (μη πρωτεϊνικό άζωτο).

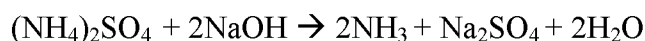
Η διαδικασία ακολουθεί τρία στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο της χώνευσης-πέψης του δείγματος, πραγματοποιείται βρασμός του δείγματος σε πυκνό θειικό οξύ όπου επιτυγχάνεται η διάσπαση όλων των αζωτούχων ουσιών, η απελευθέρωση του αζώτου και τέλος η δέσμευση του σε θειικό αμμώνιο.

Η διαδικασία του πρώτου σταδίου ήταν η εξής: Αρχικά, με τη βοήθεια ενός μικρού κομματιού από αλουμινόχαρτο που τοποθετήθηκε πάνω στο ζυγό ακριβείας ζυγίστηκαν 0,2g του προς εξέταση αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος-ιστού και καταγράφηκαν τα βάρη τους. Κατόπιν τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδικές γυάλινες φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl και ακολούθησε η διαδικασία της πέψης των δειγμάτων. Στις φιάλες προστίθονταν 15 ml πυκνού θειικού οξέος (H₂SO₄), καθαρότητας 96 % και 2 ταμπλέτες (τύπου Kjeltabs CX του οίκου Gerhardt), οι οποίες αποτέλεσαν τον καταλύτη επιτάχυνσης της πέψης. Οι φιάλες βρασμού εισάγονταν στη συσκευή πέψεως (Εικ. 2.4), όπου πραγματοποιούταν χώνευση με θέρμανση του μείγματος για περίπου 1,5 ώρα. Η συσκευή είχε ρυθμιστεί έτσι ώστε να δουλεύει στο 100% της ισχύος της τα 5 πρώτα λεπτά, στο 55% τα επόμενα 20 λεπτά και στο 90% τα υπόλοιπα 60 λεπτά. Οι φιάλες βρασμού, μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της χώνευσης, παρέμεναν κάτω από τον απαγωγό για περίπου 20-30 λεπτά, ώστε να ψυχθούν. Η χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα στο στάδιο αυτό είναι η ακόλουθη:

$$\text{Οργανικό N} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{λοιπά παραπροϊόντα.}$$

Το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας, απετέλεσε η απόσταξη κατά την οποία προστίθεται βασικό διάλυμα στο όξινο διάλυμα της πέψης, μετατροπή της αμμωνίας (NH₄) σε αμμωνιακά ιόντα (NH₃) και δέσμευση αυτών σε διάλυμα βορικού οξέος. Έτσι, σε κάθε φιάλη βρασμού τοποθετούνταν στην ειδική υποδοχή της συσκευής αποστάξεως (Εικ.2.5), ενώ στην άλλη υποδοχή τοποθετούνταν μια κενή φιάλη όγκου 250 ml έχοντας προσθέσει σε αυτή 4 σταγόνες δείκτη ερυθρού του μεθυλίου (0,2 g methyl red διαλυμένο σε 100 ml αλκοόλης 95 %). Η συσκευή είχε ρυθμιστεί έτσι ώστε να προσθέτει 100 ml H₂O και 80 ml καυστικού νατρίου NaOH 40% στη φιάλη βρασμού που περιείχε το δείγμα και 50 ml βορικού οξέος H₂BO 4% στην κενή φιάλη,

όπου θα δεσμεύονταν τα αμμωνιακά ιόντα. Ο χρόνος απόσταξης του κάθε δείγματος ήταν 6 λεπτά. Η χημική αντίδραση είναι η ακόλουθη:



Το τελικό στάδιο της διαδικασίας ήταν η τιτλοδότηση (ογκομέτρηση εξουδετέρωσης). Η τιτλοδότηση πραγματοποιήθηκε με πρότυπο διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 0,1 N HCl. Στο σημείο εξουδετέρωσης, το χρώμα του διαλύματος από κίτρινο μετατρέπονταν σε έντονο φούξ λόγω της παρουσίας του δείκτη (ευαίσθητος στη μεταβολή του pH). Αναγκαία ήταν η συνεχής ανάδευση του διαλύματος με μαγνητικό αναδευτήρα. Η αλλαγή του χρώματος στο διάλυμα ομολογούσε το τελικό σημείο της αντίδρασης. Η χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα στο στάδιο αυτό είναι η ακόλουθη:



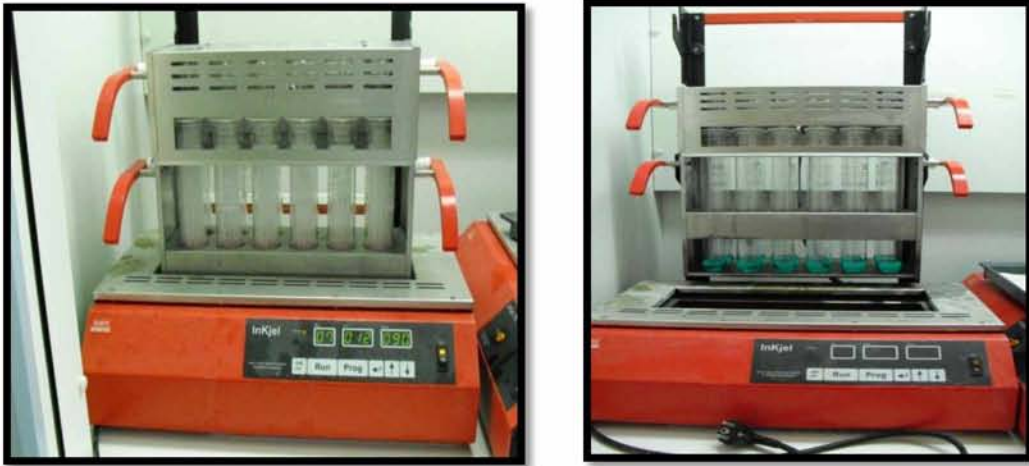
Κάθε δείγμα ιστού αναλύθηκε σε κάθε είδος ιχθύων με 5 επαναλήψεις. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε N (%) υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$\text{N}\% = \frac{(\text{ml HCl δείγματος} - \text{ml κενού δείγματος}) * 0,014007}{\text{Βάρος δείγματος (g)}}$$

Όπου, ml κενού δείγματος ήταν η τιτλοδότηση κενής φιάλης (χωρίς δείγμα), η οποία χρησιμοποιείται ως συντελεστής διόρθωσης.

Από την παραδοχή ότι όλες οι πρωτεΐνες περιέχουν 16% άζωτο, προκύπτει ο συντελεστής 6,25 (100/16). Οπότε, ο προσδιορισμός (%) των ολικών πρωτεϊνών του δείγματος υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$\text{Ολικές πρωτεΐνες (\%)} = \text{N(\%)} * 6,25$$



Εικόνα 2.4: Συσκευή πέψης (digestion apparatus InKjel P της Behr, φωτογραφίες συγγραφέα).



Εικόνα 2.5: Συσκευή απόταξης (Steam Distillation Apparatus S4 της Behr, φωτογραφία συγγραφέα).

2.2.3 Μέθοδος προσδιορισμού ολικών λιπαρών ουσιών

Ο προσδιορισμός των ολικών λιπιδίων του μυϊκού ιστού των ιχθύων έγινε με τη μέθοδο Soxhlet. Το συνολικό λιπιδικό περιεχόμενο συνήθως προσδιορίζεται μέσω μεθόδων εκχύλισης με οργανικούς διαλύτες, όπως ο πετρελαϊκός αιθέρας. Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται το ποσοστό των ολικών λιπαρών ουσιών στο δείγμα. Το αιθερικό εκχύλισμα περιλαμβάνει κυρίως ουδέτερα λίπη (γλυκερίδια λιπαρών οξέων). Επίσης, σε μικρότερη αναλογία απαντώνται ελεύθερα λιπαρά οξέα, λιποδιαλυτές βιταμίνες και χρωστικές, αιθέρια έλαια, ρητίνες, στερόλες και άλλες ουσίες που διαλύονται στον αιθέρα.

Για τις αναλύσεις των δειγμάτων, ποσότητα ξηρού κονιορτοποιημένου δείγματος 1g μεταφέρονταν σε ειδικούς χάρτινους ηθμούς, οι οποίοι στη συνέχεια τοποθετούνταν σε γυάλινα δοχεία της συσκευής Soxhlet. Πριν την τοποθέτηση των χάρτινων ηθμών καταγράφονταν το βάρος των γυάλινων δοχείων, στα οποία είχαν προστεθεί 3-4 ειδικές πέτρες βρασμού, οι οποίες εξυπηρετούσαν στην ομαλή βράση. Στη συνέχεια, οι χάρτινοι ηθμοί καλύπτονταν με μικρή ποσότητα βαμβακιού προς αποφυγήν υπερχειλίσεως και τα γυάλινα δοχεία πληρώνονταν με 150 ml πετρελαϊκού αιθέρα. Έπειτα, τα δείγματα τοποθετούνταν στη συσκευή εκχύλισης, όπου και υπόκειντο σε επαναλαμβανόμενες εκχυλίσεις. Η συσκευή εκχυλίσεως (Εικ. 2.6) λειτουργεί ως εξής: τα γυάλινα δοχεία εφάπτονται με το κάτω μέρος της συσκευής όπου βρίσκεται μια αντίσταση, η οποία αναπτύσσει θερμοκρασία 150 °C (άνω του σημείου ζέσεως του πετρελαϊκού αιθέρα). Με τη διαδικασία αυτή γίνεται ο βρασμός του δείγματος και η εκχύλιση των λιπαρών ουσιών. Κατόπιν, ο πετρελαϊκός αιθέρας απορροφάται από τα γυάλινα δοχεία και οδηγείται στο επάνω μέρος της συσκευής. Εκεί, μέσω διερχόμενου νερού ψύχεται η συσκευή και υγροποιείται ο αιθέρας. Ο

υγροποιημένος αιθέρας, κατόπιν, διέρχεται από τον χάρτινο ηθμό με το δείγμα εκπλέοντας το δείγμα και εκχυλίζοντας το περαιτέρω. Η διαδικασία της έκπλυσης ήταν συνεχής και διήρκησε 1 ώρα και 20 λεπτά.

Μετά από το πέρας της διαδικασίας της εκχύλισης, απομακρύνονταν οι χάρτινοι ηθμοί και τα γυάλινα δοχεία, στα οποία είχε απομείνει το εκχυλισμένο λίπος, μια μικρή ποσότητα αιθέρα και οι πέτρες βρασμού, εισάγονταν στο κλίβανο στους 105 °C για περίπου 20 λεπτά, ώστε να εξατμιστεί όλος ο εναπομείνων αιθέρας. Τέλος, τα δοχεία ψύχονταν σε ξηραντήρα για περίπου μισή ώρα και καταγράφονταν το βάρος τους (με τις πέτρες). Για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν 2 επαναλήψεις. Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιήθηκαν σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Η ποσότητα του λίπους (g) στο δείγμα υπολογίστηκε από τη διαφορά του βάρους των αρχικά άδειων δοχείων από το τελικό βάρος των δοχείων με το λίπος. Το % ποσοστό του λίπους προκύπτει από την αναγωγή του παραπάνω λίπους σε 100 προς το καθαρό βάρος του προ εκχύλισεως δείγματος σύμφωνα με τη σχέση:

Ολικά λιπίδια (%) = (τελικό βάρος δοχείου εκχύλισης – αρχικό βάρος) *100



Εικόνα 2.6: Συσκευή εκχύλισης (Soxtherm της Gerhardt, φωτογραφία συγγραφέα).

2.2.4 Μέθοδος προσδιορισμού τέφρας

Η τέφρα αντιπροσωπεύει τη συνολική ανόργανη ουσία του δείγματος που απομένει ύστερα από την απανθράκωση της οργανικής ύλης μέσω της ανάφλεξης και της πλήρους οξειδωσης της. Για τον προσδιορισμό της τέφρας των δειγμάτων της παρούσας εργασίας ακολουθήθηκε η διαδικασία της ξηρής καύσης.

Αρχικά, καταγράφονταν το βάρος των ειδικών πυρίμαχων πορσελάνινων δοχείων, τα οποία στη συνέχεια πληρώνονταν με 1g αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος. Τα δοχεία εισάγονταν σε κλίβανο αποτέφρωσης (Εικ. 2.7) στους 600 °C για 3 ώρες έως ότου απανθρακωθούν όλα τα οργανικά συστατικά. Τα δοχεία, στα οποία είχε απομείνει η τέφρα μετά το πέρας της διαδικασίας, τοποθετούνταν στον ξηραντήρα μέχρι απόκτησης σταθερού βάρους και επαναζυγίζονταν. Η τέφρα σε όλα σχεδόν τα δείγματα ήταν λευκού χρώματος, γεγονός που αποδεικνύει την απουσία ανθρακοποιημένων τμημάτων. Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιούνταν σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Το καθαρό βάρος της τέφρας υπολογίστηκε από την αφαίρεση του βάρους του κενού δοχείου από το βάρος του δοχείου με την τέφρα. Το % ποσοστό της τέφρας προκύπτει από την αναγωγή της παραπάνω τέφρας σε 100 προς το καθαρό βάρος του δείγματος σύμφωνα με τη σχέση:

$$W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος}} = W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος \& δισκίου}} - W_{\text{δισκίου}}$$

$$\text{Τέφρα (\%)} = (W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος}} / W_{\text{αρχικού δείγματος}}) * 100$$



Εικόνα 2.7: Αποτεφρωτήρας (Nabertherm, φωτογραφία συγγραφέα).

2.3 Υπολογισμός υδατανθράκων

Η περιεκτικότητα των υδατανθράκων στον μυϊκό ιστό των δύο ειδών υπολογίστηκε από την παρακάτω εξίσωση (NRC 1993):

$$\text{Υδατάνθρακες (\%)} = \text{Ξηρή Ουσία (\%)} - [\text{Πρωτεΐνες (\%)} + \text{Ολικές λιπαρές ουσίες (\%)} + \text{Τέφρα (\%)}]$$

2.4 Υπολογισμός ενέργειας

Η ενέργεια που προκύπτει από την περιεκτικότητα των θρεπτικών συστατικών υπολογίστηκε από την παρακάτω εξίσωση (NRC 1993):

$$\text{Ενέργεια (Kcal/g ιστού)} = 5,64 \times \text{Πρωτεΐνες (g)} + 9,44 \times \text{Ολικές λιπαρές ουσίες (g)} + 4,11 \times \text{Υδατάνθρακες (g)}$$

2.5 Στατιστική ανάλυση

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων και η δημιουργία των πινάκων των σωματομετρικών δεικτών και των θρεπτικών στοιχείων πραγματοποιήθηκε με το

υπολογιστικό πρόγραμμα ECXEL. Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 17. Η ανάλυση της διακύμανσης των περιεκτικοτήτων των θρεπτικών στοιχείων στο μυϊκό ιστό των ειδών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο ανάλυσης των διακυμάνσεων μονής κατεύθυνσης (one-way ANOVA) αφού ελέγχθηκαν όλες οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή της ανάλυσης (κανονικότητα του δείγματος και ομοιογένεια διακυμάνσεων). Στις περιπτώσεις όπου τα δεδομένα δεν ικανοποιούσαν την προϋπόθεση ομοιογένειας των παραλλακτικοτήτων τροποποιήθηκαν.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα των αναλύσεων της χημικής σύστασης του εδώδιμου μυϊκού ιστού οκτώ θαλάσσιων ειδών ιχθύων που αλιεύθηκαν με τη χρήση τράτας βυθού τον Ιούνιο 2010 στον Παγασητικό κόλπο. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων της περιεκτικότητας του μυϊκού ιστού των ειδών σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες, τέφρα και ολική ενέργεια. Σε μια ιχθυολογική μελέτη είναι σημαντικό να εξετάζονται τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των ειδών, όπως η σχέση μήκους-βάρους, ο γοναδοσωματικός δείκτης, ο ηπατικός δείκτης και ο δείκτης ευρωστίας. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, πέραν της εξέτασης της θρεπτικής σύστασης των ειδών, αποτέλεσε και η συσχέτιση της τελευταίας με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των ειδών προκειμένου να ανιχνευθούν οι οποιεσδήποτε πιθανές συσχετίσεις.

3.1 Σωματομετρικοί δείκτες

3.1.1 Ολικό μήκος, βάρος και δείκτης ευρωστίας των ιχθύων

Κατά τη συλλογή των δειγμάτων που πραγματοποιήθηκε τα άτομα λυθρινιού (*P. erythrinus*) και κεφάλας (*D. macrophthalmus*) διαχωρίστηκαν σε μικρού και μεγάλου μήκους άτομα, λόγω της μεγάλης διακύμανσης του μεγέθους που παρουσιάστηκε και προκειμένου να ανιχνευθούν πιθανές διαφοροποιήσεις στη θρεπτική τους σύσταση λόγω του διαφορετικού μεγέθους τους. Για το σκοπό αυτό, τα μικρού και μεγάλου μήκους δείγματα των ατόμων του είδους αυτού μεταχειρίστηκαν ως ξεχωριστά άτομα.

Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στα άτομα των οκτώ ειδών θαλασσινών ιχθύων που μελετήθηκαν στα πλαίσια της εκπόνησης της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 3.1: Διακύμανση μορφομετρικών στοιχείων των διάφορων ειδών ιχθύων που αλιεύτηκαν στον Παγασητικό τον Ιούνιο.

Είδος	Αριθμός ατόμων (n)	Ολικό Μήκος (cm)	Βάρος (g)	K
<i>P. erythrinus</i> , μεγάλου μεγέθους	5	23,3 - 26,9	125,47 - 189,92	0,64 - 1,28
<i>P. erythrinus</i> , μικρού μεγέθους	3	16,3 - 17,6	53,20 - 72,16	1,18 - 1,23
<i>D. macrophthalmus</i> , μεγάλου μεγέθους	13	13,8 - 15,3	37,39 - 60,27	1,47 - 1,68
<i>D. macrophthalmus</i> , μικρού μεγέθους	15	9,2 - 12,4	11,64 - 31,77	1,28 - 1,87
<i>O. melanura</i>	19	10,5 - 16,1	26,10 - 87,80	1,24 - 2,37
<i>M. merluccius</i>	5	21,0 - 27,4	60,95 - 116,12	0,43 - 0,63
<i>T. minutus</i>	22	12,3 - 15,9	18,75 - 40,29	0,91 - 1,13
<i>S. scrofa</i>	3	8,2 - 17,5	8,50 - 92,79	1,47 - 1,84
<i>M. poutassou</i>	21	15,9 - 23,3	22,25 - 71,17	0,22 - 0,64
<i>D. annularis</i>	13	13,5 - 15,5	33,37 - 54,00	1,14 - 1,39

Το ολικό μήκος του λυθρινιού (*P. erythrinus*) μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 23,3 έως 26,9 cm με μέσο όρο $24,86 \pm 1,59$ cm και το βάρος από 125,47 έως 189,92 g με μέσο όρο $178,56 \pm 48,37$ g. Το ολικό μήκος του λυθρινιού (*P. erythrinus*) μικρού μεγέθους των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 16,3 έως 17,6 cm με μέσο όρο $16,9 \pm 0,65$ cm και το βάρος από 53,26 έως 72,16 g με μέσο όρο $62,76 \pm 9,45$ g (Πιν. 3.1).

Ο δείκτης ευρωστίας (K) κυμάνθηκε από 0,64 έως 1,28 με μέσο όρο $1,11 \pm 0,26$ στα άτομα του λυθρινιού (*P. erythrinus*) μεγάλου μεγέθους και από 1,18 έως 1,23 με μέσο όρο $1,21 \pm 0,03$ στα άτομα του λυθρινιού (*P. erythrinus*) μικρού μεγέθους (Πιν. 3.1). Σύμφωνα με μελέτες, ο δείκτης ευρωστίας για το *P. erythrinus* για συλλεχθέντα άτομα στην περιοχή του κεντρικού Αιγαίου έχει υπολογιστεί 0,15, ενώ για συλλεχθέντα άτομα στον Ευβοϊκό κόλπο έχει μετρηθεί 0,11 (δεδομένα fishbase).

Το ολικό μήκος του είδους *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 13,4 έως 15,3 cm με μέσο όρο $14,42 \pm 0,50$ cm ενώ το ολικό μέγεθος του *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 9,2 έως 12,4 cm με μέσο όρο $10,62 \pm 1,25$ cm. Αντίστοιχα, το βάρος του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 37,39 έως 60,78 g με μέσο όρο $49,17 \pm 5,63$ g, ενώ το βάρος του *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους από 11,64 έως 31,77 g με μέσο όρο $19,83 \pm 7,44$ g (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας (K) κυμάνθηκε από 1,47 έως 1,68 με μέσο όρο $1,55 \pm 0,07$ στα άτομα του είδους *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους και από 1,28 έως 1,87 με μέσο όρο $1,54 \pm 0,16$ στα άτομα του *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους (Πιν. 3.1). Σύμφωνα με μελέτη ατόμων *D. macrophthalmus* στην περιοχή του Μαρόκου ο δείκτης ευρωστίας έλαβε την τιμή 0,25 (δεδομένα fishbase).

Αντίστοιχα, το ολικό μήκος του *O. melanura* κυμάνθηκε από 10,5 έως 16,1 cm με μέσο όρο $13,16 \pm 1,20$ cm και το βάρος από 26,1 έως 87,8 g με μέσο όρο $42,87 \pm 13,50$ g. Επιπρόσθετα, ο δείκτης ευρωστίας (K) στα άτομα του *O. melanura* κυμάνθηκε από 1,24 έως 2,37 με μέσο όρο $1,66 \pm 0,22$ (Πιν. 3.1). Σύμφωνα με τα δεδομένα της fishbase, μελέτες του δείκτη ευρωστίας για το *O. melanura* στην θαλάσσια περιοχή της Αδριατικής αναφέρουν ότι έλαβε τιμές 0,20 και 0,23.

Το είδος *M. merluccius* εμφάνισε το μεγαλύτερο ολικό μήκος και βάρος σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη της μελέτης. Ειδικότερα, το ολικό μήκος κυμάνθηκε από 21,0 έως 27,4 cm με μέσο όρο $25,25 \pm 2,28$ cm και το βάρος από 60,95 έως 116,12 g με μέσο όρο $96,31 \pm 22,62$ g (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας στα άτομα του *M. merluccius* κυμάνθηκε από 0,43 έως 0,63 με μέσο όρο $0,53 \pm 0,08$. Οι τιμές του δείκτη ευρωστίας K βρίσκονται μεταξύ του εύρους τιμών 0,40 και 1,16 που παρατηρήθηκαν σε άτομα του *M. merluccius* που εξαλιεύτηκαν στις ακτές τις Γαλικίας (Domingueuz *et al.* 2009).

Στο είδος *T. minutus* το ολικό μήκος εμφανίζει ελάχιστο 12,3 cm και μέγιστο 15,9 cm με μέσο όρο $14,01 \pm 1,02$ cm, ενώ το ολικό βάρος εμφανίζει ελάχιστο 18,75 και μέγιστο 40,29 g με μέσο όρο $28,15 \pm 6,10$ g. Επίσης, ο δείκτης ευρωστίας στα άτομα του *T. minutus* παρουσιάζει διακύμανση από 0,91 έως 1,13 με μέσο όρο $1,00 \pm 0,05$ (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας για άτομα του *T. minutus* που εξαλιεύτηκαν στον Ευβοϊκό κόλπο βρέθηκε 0,178, ενώ για άτομα που εξαλιεύτηκαν στο Βόρειο Αιγαίο 0,179 (δεδομένα fishbase).

Το ολικό μήκος του είδους *S. scrofa* κυμάνθηκε από 8,2 έως 17,5 cm με μέσο όρο $13,06 \pm 4,66$ cm και το βάρος από 8,50 έως 92,79 g με μέσο όρο $49,64 \pm 42,18$ g. Όσον αφορά το δείκτη ευρωστίας στα άτομα της *S. scrofa* που μελετήθηκαν κυμάνθηκε από 1,47 έως 1,84 με μέσο όρο $1,65 \pm 0,18$ (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας που προκύπτει για άτομα του είδους *S. scrofa* για την περιοχή του Μαρόκου είναι 0,25. Δυστυχώς δεν υπάρχουν δεδομένα για το δείκτη ευρωστίας του *S. scrofa* σε πληθυσμούς των ελληνικών θαλασσών.

Για το είδος *M. poutassou* το ολικό μήκος κυμάνθηκε από 15,9 έως 23,3 cm με μέσο όρο $19,89 \pm 2,00$ cm, ενώ το βάρος από 22,25 έως 71,17 g με μέσο όρο $47,10 \pm$

13,89 g. Επίσης, ο δείκτης ευρωστίας στα άτομα του είδους *M. roulassou* κυμάνθηκε από 0,22 έως 0,64 με μέσο όρο $0,54 \pm 0,08$ (Πιν. 3.1). Ανάλογη διακύμανση παρουσίασε ο δείκτης ευρωστίας K για άτομα του είδους *M. roulassou* σε πληθυσμούς του Ευβοϊκού Κόλπου 0,230 έως 0,247 (δεδομένα fishbase).

Τέλος, το ολικό μήκος του *D. annularis* κυμάνθηκε μεταξύ του εύρους τιμών από 13,5 έως 15,5 cm με μέσο όρο $14,29 \pm 0,62$ cm και το βάρος από 33,37 έως 54 g με μέσο όρο $40,73 \pm 6,41$ g. Ο δείκτης ευρωστίας στα άτομα του *D. annularis* που εξετάστηκαν κυμάνθηκε από 1,14 έως 1,39 με μέσο όρο $1,30 \pm 0,06$ (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας για το είδος *D. annularis* σε άτομα που μελετήθηκαν στην ανατολική Αδριατική θάλασσα παρουσίασε τιμή 0,173 (δεδομένα fishbase).

Ο δείκτης ευρωστίας (K) του Fulton (1904), θεωρείται δείκτης προσαρμογής ενός ιχθυοπληθυσμού σε μια περιοχή (Καρύδας & Μήνος 2008). Επίσης, είναι δείκτης εκτίμησης της γενικότερης φυσιολογικής (Mihelakakis *et al.* 2001) και διατροφικής κατάστασης του ατόμου (Seenappa *et al.* 1995). Στην παρούσα μελέτη, η εκτίμηση του δείκτη είναι ενδεικτική λόγω του περιορισμένου αριθμού των δειγμάτων.

Από τα είδη ιχθύων που αλιεύθηκαν, πιο εύρωστο (υψηλότερη τιμή K) είδος βρέθηκε το *D. macrophthalmus* με τιμή $1,55 \pm 0,07$, ενώ λιγότερο εύρωστο βρέθηκε ο μπακαλιάρος με τιμή $0,53 \pm 0,08$. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, οι διαφορές στη φυσιολογική κατάσταση ανάμεσα σε διαφορετικούς πληθυσμούς ιχθύων, φαίνεται να σχετίζονται άμεσα με το περιβάλλον διαβίωσης τους (Chouinard & Swain 2001, Lloret *et al.* 2002, Lloret & Planes 2003, Ratz & Lloret 2003). Συνήθως, στην εύκρατη ζώνη οι διαφορές αυτές σχετίζονται κυρίως με τη διαθεσιμότητα της τροφής και λιγότερο με τη θερμοκρασία (Love 2008).

3.1.2 Σχέση μήκους-βάρους των ειδών

Η σχέση μήκους-βάρους είναι ένας εύκολος και γρήγορος τρόπος εκτίμησης της φυσιολογικής κατάστασης των ιχθύων (Moutopoulos & Stergiou 2002). Οι εξισώσεις που ακολουθούν δίνουν τη σχέση μήκους – βάρους ($y=ax^b$) της κατάστασης των ειδών ιχθύων που αλιεύθηκαν. Οι πιο κάτω σχέσεις παρουσιάζονται με επιφύλαξη λόγω του μικρού αριθμού ατόμων του δείγματος.

3.1.3. Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των ιχθύων

Ο γοναδοσωματικός δείκτης και η μακροσκοπική παρατήρηση των γονάδων χρησιμοποιούνται στη μελέτη του αναπαραγωγικού κύκλου των ιχθύων. Η διάκριση των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης εκτιμάται από τη φάση ανάπτυξης και ωρίμανσης των γονάδων, την εναπόθεση των γεννητικών προϊόντων και τη γονιμοποίηση τους (Jobling 1995).

Η μέγιστη τιμή του γοναδοσωματικού δείκτη παρουσιάστηκε στο *O. melanura* 12,52, ενώ η ελάχιστη τιμή παρουσιάστηκε στο *D. annularis* 0,09 (Πιν. 3.3). Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *P. erythrinus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 1,14 έως 2,67, ενώ του *P. erythrinus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 0,41 έως 2,59. Αυτή η διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη δηλώνει ότι τα άτομα του είδους βρέθηκαν σε διαφορετική φάση ωρίμανσης των γονάδων, αλλά σε αναπαραγωγική διαδικασία (Πιν. 3.3).

Η Χάλαρη (2011) εξέτασε τον γοναδοσωματικό δείκτη του *P. erythrinus* του Παγασητικού κόλπου στη διάρκεια ενός έτους και ανέφερε ότι αυτός κυμάνθηκε από 0,02 έως 2,90 με τη μέγιστη τιμή να παρουσιάζεται τον Ιούνιο. Το διάστημα μεταξύ Ιουνίου (μήνα με τη μέγιστη τιμή) και Ιουλίου, ολοκληρώνεται ο αναπαραγωγικός κύκλος με την απελευθέρωση του γεννητικού τους υλικού (Χάλαρη 2011).

Πίνακας 3.2. Σχέσεις ολικού μήκους (TL)-Βάρους (W) 8 ειδών ψαριών (min- max:ελάχιστο και μέγιστο TL, a και b:παράμετροι της σχέσης $W=aTL^b$, r^2 :συντελεστής προσδιορισμού).

Ολικό μήκος (TL, cm)			Παράμετροι σχέσης $W=aTL^b$			Τύπος Αύξησης
Είδος	min	max	a	b	r^2	
<i>P. erythrinus</i> , μεγάλου μεγέθους	23,3	26,9	0,007	3,16	0,97	ισομετρική αύξηση
<i>P. erythrinus</i> , μικρού μεγέθους	16,3	17,6	0,001	3,87	0,96	ισομετρική αύξηση
<i>D.macrophthalmus</i> , μεγάλου μεγέθους	13,4	15,3	0,014	3,04	0,83	ισομετρική αύξηση
<i>D. macrophthalmus</i> , μικρού μεγέθους	9,2	12,4	0,015	3,01	0,91	ισομετρική αύξηση
<i>O. melanura</i>	10,5	16,1	0,045	2,64	0,80	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>M. merluccius</i>	21,0	27,4	0,040	2,40	0,77	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>T. minutus</i>	12,3	15,9	0,010	2,98	0,93	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>S. scrofa</i>	8,2	17,5	0,010	3,19	0,99	ισομετρική αύξηση
<i>M. poutassou</i>	15,9	23,3	0,013	2,72	0,94	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>D. annularis</i>	13,5	15,5	0,009	3,13	0,84	ισομετρική αύξηση

Σημ.: Σύμφωνα με τις πιο πάνω σχέσεις ολικού μήκους-βάρους των 8 ειδών ψαριών που αλιεύθηκαν, οι τιμές του συντελεστή b κυμάνθηκαν από 2,40 (*M. merluccius*) έως 3,87 (*P. erythrinus*, μικρού μεγέθους). Πέντε είδη παρουσίασαν ισομετρική αύξηση και 3 αρνητική αλλομετρική αύξηση.

Σύμφωνα και με τα αποτελέσματα της μακροσκοπικής παρατήρησης των γονάδων, τα οποία συνάδουν με τη μηνιαία διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη προκύπτει ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *P. erythrinus* στον Παγασητικό Κόλπο είναι διάρκειας τεσσάρων μηνών (Απρίλιο-Ιούλιο), συμπέρασμα που συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες (Valdes *et al.* 2004, EATE 2001) που διεξήχθησαν στη Μεσόγειο θάλασσα (Νοτιοανατολικές ακτές της Ισπανίας και ελληνικές θάλασσες, αντίστοιχα).

Συγκριτικά με άλλες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στη Μεσόγειο, η αναπαραγωγική περίοδος του *P. erythrinus* στον Παγασητικό Κόλπο διαφοροποιείται ελαφρώς. Οι Santos *et al.* (1995) και ο Ghorbel (1981), αναφέρουν ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *P. erythrinus* διαρκεί από το Μάιο μέχρι τον Αύγουστο στις ακτές νότια της Πορτογαλίας και στις ακτές της Τυνησίας, αντίστοιχα, ενώ ο Girardin (1978) αναφέρει ότι η αναπαραγωγική περίοδος διαρκεί από τον Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο στον κόλπο του Λέοντος και τη Βαlearιδική θάλασσα.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 0,26 έως 3,21, ενώ του *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 0,24 έως 1,24. Οι τιμές αυτές υποδεικνύουν ότι τον Ιούνιο, χρονικό διάστημα κατά το οποίο συλλέχθηκαν τα άτομα, το είδος βρισκονταν σε φάση αύξησης των γονάδων τους (Πιν. 3.3). Σύμφωνα με τον Grubisic (1962), η αναπαραγωγική περίοδος του *D. macrophthalmus* διαρκεί από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο στην Αδριατική θάλασσα.

Πίνακας 3.3. Γοναδοσωματικός δείκτης(GSI) των ιχθύων

Είδος	Αριθμός ατόμων (n)	GSI (διακύμανση τιμών)	GSI $\bar{X} \pm S.D$
<i>P. erythrinus</i> , μεγάλου μεγέθους	5	1,14 - 2,67	1,65 ± 0,62
<i>P. erythrinus</i> , μικρού μεγέθους	3	0,41 - 2,59	1,84 ± 1,24
<i>D. macrophthalmus</i> , μεγάλου μεγέθους	13	0,26 - 3,21	1,22 ± 1,03
<i>D. macrophthalmus</i> , μικρού μεγέθους	15	0,24 - 1,24	1,54 ± 0,16
<i>O. melanura</i>	19	0,64 - 12,52	5,45 ± 3,50
<i>M. merluccius</i>	5	0,48 - 2,04	1,42 ± 0,66
<i>T. minutus</i>	22	---	---
<i>S. scrofa</i>	3	0,17 - 0,59	0,38 ± 0,30
<i>M. poutassou</i>	21	---	---
<i>D. annularis</i>	13	0,09 - 0,42	0,22 ± 0,12

Σημ.: Οπού ---, υποδεικνύεται ότι δεν ανιχνεύτηκε γονάδα.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *O. melanura* κυμάνθηκε από 0,64 έως 12,52 (Πιν. 3.3). Οι τιμές αυτές του γοναδοσωματικού δείκτη υποδηλώνουν ότι το είδος βρίσκεται σε διαδικασία ωρίμανσης των γονάδων. Οι Cetenic *et al.* (2002) και Grubisic (1962) ανέφεραν ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *O. melanura* διαρκεί από τον Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο στις ακτές της Κροατίας στην Αδριατική θάλασσα.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *M. merluccius* κυμάνθηκε από 0,48 έως 2,04 (Πιν. 3.3). Οι τιμές αυτές του γοναδοσωματικού δείκτη υποδηλώνουν ότι και το είδος *M. merluccius* βρίσκονταν σε διαδικασία ωρίμανσης των γονάδων κατά τη συλλογή του. Οι Papaconstantinou *et al.* (1986) ανέφεραν ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *M. merluccius* διαρκεί από το Μάρτιο μέχρι τον Απρίλιο και από τον Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο στη Θάλασσα του Αιγαίου, ενώ οι Tsimenidis *et al.* (1978) ανέφεραν ότι η αναπαραγωγική περίοδος διαρκεί όλο το χρόνο στη θάλασσα του Αιγαίου.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *T. minutus* μετρήθηκε 0,30 σε ένα μόνο άτομο (Πιν. 3.3), ενώ στα υπόλοιπα άτομα δεν ανιχνεύθηκαν γονάδες. Η απουσία γονάδων υποδηλώνει είτε τη γεννητική ανωριμότητα των ατόμων λόγω του μικρού μεγέθους τους είτε περίοδο αναπαραγωγικής ανάπαυσης. Ωστόσο, οι Politou & Parakonstantinou (1991) αναφέρουν ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *T. minutus* στη θάλασσα του Αιγαίου διαρκεί από τον Ιανουάριο μέχρι τον Αύγουστο. Ενώ, οι Metin *et al.* (2008) σε αντίστοιχη μελέτη ανέφεραν ότι η αναπαραγωγική περίοδος του είδους διαρκεί από τον Ιανουάριο μέχρι το Μάιο και από το Νοέμβριο μέχρι το Δεκέμβριο, όπου ο μέσος GSI ήταν ετησίως 0.8.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *S. scrofa* κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα από 0,17 έως 0,59, τα οποία υποδηλώνουν είτε τη γεννητική ανωριμότητα των ατόμων λόγω του μικρού μεγέθους τους είτε την έναρξη της αναπαραγωγικής διαδικασίας (Πιν. 3.3). Σύμφωνα με τον Grubisic (1962), η αναπαραγωγική περίοδος του *S. scrofa* στην Αδριατική Θάλασσα διαρκεί από το Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο, ενώ σχετικές πληροφορίες για την αναπαραγωγική περίοδο του είδους στις ελληνικές θάλασσες δεν είναι γνωστές.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *D. annularis* κυμάνθηκε επίσης σε χαμηλά επίπεδα από 0,09 έως 0,42 (Πιν. 3.3), τα οποία υποδηλώνουν είτε τη γεννητική ανωριμότητα των ατόμων λόγω του μικρού μεγέθους τους είτε την έναρξη της αναπαραγωγικής διαδικασίας. Οι Κοc *et al.* (2002) ανέφεραν ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *D. annularis* διαρκεί από το Μάρτιο μέχρι το Μάιο στην θάλασσα του Αιγαίου, όπου ο GSI του είδους φτάνει έως και 3,5, ενώ ο Slastenenko (1956) ανέφερε ότι η αναπαραγωγική περίοδος στη Θάλασσα του Μαρμαρά διαρκεί από το Μάρτιο μέχρι τον Αύγουστο.

Στο είδος *M. roufassou* δεν ανιχνεύτηκαν γονάδες γεγονός που υποδηλώνει είτε τη γεννητική ανωριμότητα των ατόμων λόγω του μικρού μεγέθους τους είτε περίοδο αναπαραγωγικής ανάπαυσης. Σύμφωνα με τους Martino *et al.* (2001), η αναπαραγωγική διαδικασία του είδους στην Αδριατική λαμβάνει χώρα από τον Ιανουάριο έως το Μάρτιο, το οποίο επιβεβαιώνεται με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας.

3.1.4 Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) των ιχθύων

Η φυσιολογική κατάσταση των ιχθύων μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας μια σειρά από κριτήρια τα οποία μπορεί να είναι απλά μορφομετρικά, όπως ο δείκτης ευρωστίας (K) και η σχέση μήκους - βάρους ή πιο σύνθετα, όπως ο γοναδοσωματικός δείκτης και ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI). Το ήπαρ είναι το κύριο όργανο αποθήκευσης ενέργειας και μεταβολισμού των πλούσιων σε ενέργεια θρεπτικών συστατικών (Sheridan 1994). Έτσι, το μέγεθος του ήπατος υποδηλώνει εν μέρει τη διατροφική κατάσταση και δραστηριότητα των ιχθύων (Seenappa *et al.* 1995). Ο ηπατοσωματικός δείκτης χρησιμοποιείται συχνά για την εκτίμηση της διατροφικής κατάστασης των ιχθύων, αφού είναι ένας δείκτης που υπολογίζεται εύκολα και γρήγορα και παρέχει ευδιάκριτα συμπεράσματα (Mihelakakis *et al.* 2001).

Ο ηπατοσωματικός δείκτης του *P. erythrinus* μεγάλου μεγέθους το μήνα Ιούνιο κυμάνθηκε από 0,41 έως 0,65 ενώ του *P. erythrinus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 0,41 έως 0,74.

Ο ηπατοσωματικός δείκτης του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 0,45 έως 1,39 ενώ του *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 0,39 έως 1,30 αντίστοιχα. Ο ηπατοσωματικός δείκτης του *O. melanura* κυμάνθηκε από 0,56 έως 3,52 ενώ ο ηπατοσωματικός δείκτης του *M. merluccius*

κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα από 2,94 έως 7,02. Ο ηπατοσωματικός δείκτης του είδους *T. minutus* υπολογίστηκε σε ένα άτομο λαμβάνοντας την τιμή 0,30. Ο ηπατοσωματικός δείκτης του *S. scrofa* κυμάνθηκε από 0,50 έως 1,05, ενώ του *D. annularis* κυμάνθηκε από 0,48 έως 1,19. Ο ηπατοσωματικός δείκτης για το είδος *M. poutassou* κυμάνθηκε από 1,96 έως 6,75 (Πιν. 3.4).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, οι χαμηλές τιμές του ηπατοσωματικού δείκτη των ειδών του *D. macrophthalmus*, *P. erythrinus*, *S. scrofa*, *T. minutus*, *D. annularis*, πιθανώς να υποδηλώνουν μειωμένη πρόσληψη τροφής ή πιθανώς να συνδέονται με την αναπαραγωγική δραστηριότητα (εναπόθεση γεννητικών προϊόντων) του είδους, κατά την οποία τα αποθέματα των θρεπτικών ουσιών του ηπατοπαγκρέατος καταβολίζονται για την παραγωγή μεταβολικής ενέργειας (Love 1970). Αντίθετα, οι αυξημένες τιμές του HSI στα είδη *O. melamira*, *M. poutassou* και *M. merluccius* πιθανώς υποδηλώνουν μια σημαντική τροφική δραστηριότητα, η οποία συνδέεται, τους ευτροφικούς αυτούς μήνες, με την αφθονία τροφής και συνεπώς την αυξημένη προσληψιμότητα της (Πιν. 3.4).

Πίνακας 3.4 Ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) των συλλεχθέντων ειδών του Παγασητικού κόλπου.

Είδος	Αριθμός ατόμων (n)	HSI (διακύμανση τιμών)	HSI $\bar{X} \pm S. D$
<i>P. erythrinus</i> , μεγάλου μεγέθους	5	0,41 - 0,65	0,56 \pm 0,09
<i>P. erythrinus</i> , μικρού μεγέθους	3	0,41 - 0,74	0,62 \pm 0,18
<i>D. macrophthalmus</i> , μεγάλου μεγέθους	13	0,45 - 1,39	0,83 \pm 0,24
<i>D. macrophthalmus</i> , μικρού μεγέθους	15	0,39 - 1,30	0,46 \pm 0,49
<i>O. melamura</i>	19	0,56 - 3,52	1,77 \pm 0,77
<i>M. merluccius</i>	5	2,94 - 7,02	4,85 \pm 1,58
<i>T. minutus</i>	22	0,30	0,30
<i>S. scrofa</i>	3	0,50 - 1,05	0,51 \pm 0,52
<i>M. poutassou</i>	21	1,96 - 6,75	2,13 \pm 2,57
<i>D. annularis</i>	13	0,48 - 1,19	0,83 \pm 0,20

Η μέγιστη τιμή του ηπατοσωματικού δείκτη στο *O. melamura*, στη φάση της πλήρους ωρίμανση των γονάδων το Ιούνιο, πιθανώς να υποδεικνύει την ανάγκη αποθήκευσης ενέργειας για τις απαιτήσεις της αναπαραγωγικής δραστηριότητας, όπως υποστηρίζουν και οι N Da & Deniel (1993).

3.2 Χημικές αναλύσεις μυϊκού ιστού

3.2.1 Χημική σύσταση μυϊκού ιστού των ιχθύων

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης της χημικής σύστασης, και συγκεκριμένα της περιεκτικότητας σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες, υδατάνθρακες, τέφρα και ολική ενέργεια, του εδώδιμου μυϊκού ιστού των 8 θαλάσσιων ειδών της παρούσας μελέτης.

3.2.1.1 Περιεκτικότητα σε υγρασία

Γενικά, η υγρασία βρέθηκε σε υψηλά επίπεδα, όπως συμβαίνει με το μυϊκό ιστό όλων των ιχθύων, αλλά και γενικότερα όλων των ζωικών ιστών (Ackman 1995). Τα άτομα του *P. erythrinus*, τόσο εκείνα του μικρού μεγέθους όσο και εκείνα που ήταν μεγαλύτερου μεγέθους, περιείχαν τη μικρότερη ($P>0,05$) περιεκτικότητα σε υγρασία ($75,26\pm 0,43\%$ και $75,37\pm 0,54\%$), ενώ τη μεγαλύτερη ($P>0,05$) περιεκτικότητα σε υγρασία περιείχαν τα άτομα του *M. merluccius* με μέση τιμή $78,26\pm 0,36\%$. Η υγρασία του μυϊκού ιστού των υπόλοιπων ειδών δεν ήταν παρόμοια ($P<0,05$). Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από $75,22$ έως $76,61\%$ με μέσο όρο $76,20\pm 0,56\%$, ενώ για τα άτομα *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από $76,35$ έως $77,58\%$ με μέσο όρο $76,85\pm 0,47\%$.

Πίνακας 3.5 Χημική σύσταση μυϊκού ιστού.

Είδος	Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Ολικά λιπίδια (%)	Τέφρα (%)	Ενέργεια* (Kcal/g)
<i>Pagellus erythrinus</i> , Μεγάλου μεγέθους	75,37±0,54 ^a	22,68 ±0,46 ^δ	0,66±0,13 ^γ	1,40±0,03 ^δ	1,34±0,03 ^β
<i>Pagellus erythrinus</i> , Μικρού μεγέθους	75,26 ±0,43 ^a	22,37±0,13 ^{γδ}	0,66 ±0,18 ^{βγ}	1,41±0,02 ^δ	1,34±0,02 ^β
<i>D.macrophthalmus</i> , Μεγάλου μεγέθους	76,20±0,56 ^{αβ}	21,23±0,40 ^{βγ}	0,88±0,28 ^γ	1,32±0,03 ^{βγ}	1,30±0,04 ^β
<i>D.macrophthalmus</i> Μικρού μεγέθους	76,85±0,47 ^a	21,25±0,65 ^{βγ}	0,80±0,15 ^{βγ}	1,28±0,03 ^{βγ}	1,27±0,03 ^β
<i>Diplodus annularis</i>	76,06±0,72 ^{αβ}	20,99±0,64 ^{αβ}	0,70±0,41 ^{βγ}	1,46±0,04 ^δ	1,28±0,06 ^β
<i>Oblada melanura</i>	76,51±0,57 ^{αβ}	21,23±0,47 ^{βγ}	0,68±0,24 ^{βγ}	1,45±0,03 ^δ	1,27±0,04 ^β
<i>Micromesistius poutassou</i>	76,32±0,59 ^{αβ}	22,30±0,62 ^{γδ}	0,12±0,05 ^α	1,10±0,03 ^α	1,28±0,03 ^β
<i>Trisopterus minutus</i>	75,96±0,53 ^{αβ}	21,39±0,46 ^{βγ}	0,50±0,33 ^{αβγ}	1,25±0,03 ^{βγ}	1,29±0,04 ^β
<i>Merluccius merluccius</i>	78,26±0,36 ^γ	19,97±0,36 ^α	0,27±0,03 ^{αβ}	1,23±0,02 ^β	1,16±0,02 ^α
<i>Scorpaena scrofa</i>	75,85±0,78 ^{αβ}	22,34±0,51 ^{γδ}	0,31±0,10 ^{αβ}	1,60±0,05 ^ε	1,29±0,02 ^β

Σημ.: Οι τιμές που φέρουν διαφορετικό εκθέτη για κάθε παράμετρο στη κάθετη στήλη υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ειδών (P<0,05). Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση. * Η Ενέργεια εκτιμήθηκε ως άθροισμα των επί μέρους ολικών ενεργειών που αποδίδει κάθε θρεπτικό συστατικό σύμφωνα με τους συντελεστές 5,64, 9,44 και 4,11 για τις πρωτεΐνες, τα λιπίδια και τους υδατάνθρακες, αντίστοιχα (Potter & Hotchkiss 1995).

Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *O. melanura* κυμάνθηκε από 75,56 έως 77,00% με μέσο όρο $76,51 \pm 0,57\%$. Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. merluccius* κυμάνθηκε από 77,77 έως 78,73% με μέσο όρο $78,26 \pm 0,36\%$, του *T. minutus* κυμάνθηκε από 75,21 έως 76,57% με μέσο όρο $75,96 \pm 0,53\%$, ενώ σε ανάλογη μελέτη στην περιοχή του Ατλαντικού ο Zaitven *et al.* (1969) αναφέρεται ότι η τιμή της υγρασίας μετρήθηκε 80,8%. Επίσης η περιεκτικότητα υγρασίας του *S. scrofa* κυμάνθηκε από 75,30 έως 76,41% με μέσο όρο $75,85 \pm 0,78\%$, του *M. roussou* κυμάνθηκε από 75,53 έως 77,17% με μέσο όρο $76,32 \pm 0,59\%$, ενώ σε άλλες σχετικές μελέτες σύμφωνα με τον FAO (2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα η περιεκτικότητα της υγρασίας μετρήθηκε από 79 έως 80%. Τέλος το *D. annularis* κυμάνθηκε από 75,19 έως 76,94% με μέσο όρο $76,06 \pm 0,72\%$.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας αναφορικά με την περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *P. erythrinus* μικρού και μεγάλου μεγέθους συμφωνούν με εκείνα της Χάλαρη (2011) που πραγματοποίησε σχετική δειγματοληψία του είδους στον Παγασητικό κόλπο τον μήνα Ιούνιο του 2011 και οι οποίες κυμάνθηκαν $75,85 \pm 0,77\%$. Ενώ στα είδη *D. macrophthalmus*, *O. melanura*, *S. Scrofa*, *D. annularis*, *T. minutus* δεν υπήρχαν αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές.

3.2.1.2 Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Τα άτομα του *M. roussou* περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ($19,97 \pm 0,36\%$), ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη περιείχαν τα άτομα του *D. annularis* με μέγιστη περιεκτικότητα $22,68 \pm 0,46\%$.

Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *P. erythrinus* μικρού και μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκαν με μέσους όρους $22,37 \pm 0,13\%$ και $22,68 \pm 0,46\%$, αντίστοιχα, ενώ σε σχετική δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στο Παγασητικό κόλπο, τον μήνα Ιούνιο του 2010, οι τιμές κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα με μέσο όρο $20,35 \pm 0,32\%$ (Χάλαρη 2011).

Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 20,84 έως 21,85% με μέσο όρο $21,23 \pm 0,40\%$ και η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 20,16 έως 21,81% με μέσο όρο $21,25 \pm 0,65\%$. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *O. melanura* κυμάνθηκε από 20,82 έως 22,01% με μέσο όρο $21,23 \pm 0,47\%$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. merluccius* κυμάνθηκε από 19,42 έως 20,35% με μέσο όρο $19,97 \pm 0,36\%$, ενώ σύμφωνα με τον Zaitven *et al.* (1969) η περιεκτικότητα πρωτεΐνης μετρήθηκε 17,6%. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *T. minutus* κυμάνθηκε από 21,04 έως 21,11% με μέσο όρο $21,39 \pm 0,46\%$, για τα συλλεχθέντα άτομα της *S. scrofa* κυμάνθηκε από 21,98 έως 22,70% με μέσο όρο $22,34 \pm 0,51\%$, για το είδος *M. poutassou* κυμάνθηκε από 21,42 έως 23,12% με μέσο όρο $22,30 \pm 0,62\%$. Ενώ σε άλλες σχετικές μελέτες, σύμφωνα με τον FAO (2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα, η περιεκτικότητα πρωτεΐνης μετρήθηκε από 13,8 έως 15,9%. Ενώ στα είδη *D. macrophthalmus*, *O. melanura*, *S. Scrofa*, *D. annularis*, *T. minutus* δεν υπήρχαν αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές.

Σε αναπτυσσόμενα και ενήλικα άτομα ιχθύων, ελεύθερα διαβιούντων αλλά και εκτρεφόμενων, το ποσοστό των πρωτεϊνών του σώματος τους μπορεί να παρουσιάζει

διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών, παραμένοντας ωστόσο σχεδόν αμετάβλητο (από περίπου 16 έως 23% επί υγρής βάσεως) καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους (Παπουτσόγλου 2008).

Σε περιόδους καλής διατροφικής κατάστασης, η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών είναι η πρώτη που θα αυξηθεί στο μυϊκό ιστό των ιχθύων και ακολουθεί η αύξηση της λιποπεριεκτικότητας (Huss 1998, Boran 2008). Αντίθετα σε περιόδους ασιτίας και ύστερα από την εξάντληση των λιπιδικών αποθεμάτων οι πρωτεΐνες είναι το επόμενο στατικό που καταβολίζεται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών (Shearer 1994, Cui & Wang 2007).

Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων του λυθρινιού (σε δείγμα ατόμων που εξαλιεύτηκε στον Παγασητικό Κόλπο) σε πρωτεΐνη, αν και δεν είχε έντονες διακυμάνσεις, παρουσίασε κάποια εποχικότητα με μέγιστο τους φθινοπωρινούς μήνες σε σχέση με τους καλοκαιρινούς μήνες (Χάλαρη 2011). Αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στο μυϊκό ιστό των ιχθύων τους χειμερινούς και ιδίως τους φθινοπωρινούς μήνες συγκριτικά με τους καλοκαιρινούς και ανοιξιάτικους μήνες, έχει παρατηρηθεί και σε άλλες σχετικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε είδη που διαβιούν στα Μεσογειακά ύδατα όπως στο *Scomber japonicus* (Celik 2008), *Dicentrarchus labrax* (Ozyurt *et al.* 2007), *Diplodus sargus* (Ozyurt *et al.* 2005) και *Trachurus mediterraneus* (Tzikas *et al.* 2007). Τα πρωτεϊνικά αποθέματα εμφανίζονται μειωμένα τους Φθινοπωρινούς μήνες σε άλλα είδη, όπως στο *Solea solea* (Gokce *et al.* 2004) και στο *Trachurus trachourous* (Celik 2008).

Κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου οι Flick *et al.* (1994) υποστήριξαν ότι επίκειται πτώση των πρωτεϊνικών αποθεμάτων στο μυϊκό ιστό των ιχθύων, ενώ οι Ozyurt *et al.* (2005) υποστήριξαν ότι η αύξηση των πρωτεϊνικών

αποθεμάτων στο μυϊκό ιστό των ιχθύων μπορεί να οφείλεται σε μείωση των λιπιδιακών αποθεμάτων. Εξάλλου, είναι γνωστό πως η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στους μύες των ιχθύων επηρεάζεται σημαντικά από την περιεκτικότητα σε λίπη και νερό (Stansby 1962). Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού του *P. erythrinus* σε πρωτεΐνες μειώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία και λίπος και το αντίστροφο (Χάλαρη 2011). Επειδή η περιεκτικότητα σε υγρασία καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό στους ιστούς, η σχέση λίπους-πρωτεΐνης είναι ορθότερο να υπολογίζεται σε μάζα ξηρής ουσίας.

Ωστόσο, οι διαφορές αυτές ήταν στατιστικώς σημαντικές ($P < 0,05$) και γενικά δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της πρωτεΐνης μεταξύ των μελετηθέντων ειδών.

3.2.1.3 Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες

Οι τιμές των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ιχθύων κυμάνθηκαν από $0,12 \pm 0,05\%$ έως $0,88 \pm 0,28\%$. Τα άτομα του είδους *M. rouitassou*, περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες ($0,12 \pm 0,05\%$), ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες περιείχαν τα άτομα του είδους *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους που ανήλθε σε $0,88 \pm 0,28\%$ (Πιν. 3.5).

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *P. erythrinus* μικρού και μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκαν με μέσους όρους $0,66 \pm 0,18\%$ και $0,66 \pm 0,13\%$, αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές της λιποπεριεκτικότητας ήταν χαμηλότερες από εκείνες ($1,22 \pm 0,64\%$) που αναφέρει η Χάλαρη (2011) για το ίδιο είδος που αλιεύθηκε στον Παγασητικό κόλπο τον Ιούνιο.

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 0,59 έως 1,23% με μέσο όρο $0,88 \pm 0,28\%$, ενώ των ατόμων του *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 0,62 έως 1,03% με μέσο όρο $0,80 \pm 0,15\%$. Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *O. melanura* κυμάνθηκε από 0,31 έως 0,96% με μέσο όρο $0,68 \pm 0,24\%$, των ατόμων του *T. minutus* από 0,09 έως 0,80% με μέσο όρο $0,50 \pm 0,33\%$ και των ατόμων του *S. scrofa* από 0,24 έως 0,38% με μέσο όρο $0,31 \pm 0,10\%$. Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών του *M. merluccius* κυμάνθηκε από 0,23 έως 0,33% με μέσο όρο $0,27 \pm 0,03\%$, ενώ σύμφωνα με τον Zaitven et al. (1969) η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών μετρήθηκε 0,3%. Επίσης η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων στο *M. poutassou* κυμάνθηκε από 0,06 έως 0,19% με μέσο όρο $0,12 \pm 0,05\%$, ενώ σε άλλες σχετικές μελέτες σύμφωνα με τον FAO (2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών μετρήθηκε 1,9 - 3,0%. Τέλος για το *D. annularis* η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 0,29 έως 1,28% με μέσο όρο $0,70 \pm 0,41\%$. Ενώ στα είδη *D. macrophthalmus*, *O. melanura*, *S. Scrofa*, *D. annularis*, *T. minutus* δεν υπήρχαν αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές.

Στους ιχθύες, γενικά, έχει παρατηρηθεί ότι μεγάλες ποσότητες λίπους εναποτίθενται στις αναπτυσσόμενες γονάδες, ενώ παράλληλα καταναλώνονται τα λιπιδιακά αποθέματα του μυϊκού ιστού των ιχθύων (Love 1980, Shearer 1994, Zaboukas et al. 2006). Πτώση του λιπιδικού περιεχομένου στο μυϊκό ιστό των ιχθύων κατά την περίοδο εναπόθεσης των γεννητικών προϊόντων έχει αναφερθεί ότι συμβαίνει σε διάφορα είδη (Huss 1988, Mendez & Gonzalez 1997, Lloret & Ratz, 2000, Richoux et al. 2004, Blanes et al. 2007, Saoud et al. 2008).

Η αυξημένη λιποπεριεκτικότητα στο μυϊκό ιστό των ιχθύων λίγο πριν την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού τους κύκλου έχει παρατηρηθεί στο *P. erythrinus* και σε άλλα είδη της Μεσογείου, όπως στο σαργό, *Diplodus sargus* (Ozyurt *et al.* 2005), στο ασπροσαύριδο *Trachurus mediterraneus* (Tzikas *et al.* 2007, Celik 2008), αλλά και σε είδη που διαβιούν σε άλλες θάλασσες (Lloret & Ratz 2000, Richoux *et al.* 2004, Saoud *et al.* 2008, Celik 2008).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια των Sparidae, συγκεκριμένα το *P. erythrinus*, το *D. macrophthalmus*, το *O. melanura* και το *M. merluccius* εμφανίζονται να βρίσκονται σε αύξηση των γονάδων δηλαδή σε αναπαραγωγική φάση. Ενώ τα υπόλοιπα είδη είτε εμφανίζουν αναπαραγωγική ανωριμότητα είτε μόλις ξεκινά η αναπαραγωγική τους διαδικασία.

Όπως είναι γνωστό, σε περιόδους ασιτίας, το λίπος αποτελεί το βασικότερο στοιχείο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με αποτέλεσμα οι ιχθύες να μεταβολίζουν τα σωματικά λιπιδικά αποθέματα (Shearer 1994, Cui & Wang 2007). Παράλληλα, η ίδια η πτώση της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να οδηγεί σε μειωμένη λιποπεριεκτικότητα. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, έχει παρατηρηθεί ότι ο ρυθμός αποθήκευσης λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό και γενικά οι μεταβολικοί ρυθμοί των ιχθύων είναι μειωμένοι, ανεξαρτήτου διαθεσιμότητας της τροφής (Brett *et al.* 1969). Η αρνητική επίδραση της θερμοκρασιακής μεταβολής στα λιπιδικά αποθέματα είναι εντονότερη στα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη (Brett 1969), εντούτοις είναι εμφανής και στη Μεσόγειο σύμφωνα με αρκετές μελέτες (Ibarz *et al.* 2005, Ozyurt 2007, Celik 2008, Saoud *et al.* 2008).

Γενικά η περιεκτικότητα λιπιδίων και το προφίλ των λιπαρών οξέων επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα, η εποχή, το

μέγεθος, η ηλικία, το ενδιαίτημα των ειδών και ο τύπος και η αφθονία της τροφής, ιδιαίτερα αν τα είδη είναι φυτοφάγα, παμφάγα ή σαρκοφάγα (Gruger 1967, Ackman 1989, Sargent *et al.* 1995, Saito *et al.* 1999, Chaouch *et al.* 2003).

Επίσης τα επίπεδα θρεπτικών ποικίλουν μεταξύ των ειδών και μεταξύ των ατόμων που προέρχονται από αλιεία και των ψαριών τα οποία προέρχονται από εκτροφή (Rasoarahona *et al.* 2005). Οι Ozogul *et al.* (2008) ανέφεραν μεγαλύτερη λιποπεριεκτικότητα (10%) συγκρινόμενη με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας για το *M. merluccius* που αλιεύθηκε το Φθινόπωρο στο Αιγαίο.

Ωστόσο οι τιμές διαφέρουν μεταξύ των Sparidae (0,66±0,13%, 0,88±0,28%, 0,68±0,24%, 0,70±0,41%) και Gadidae (0,12±0,05%, 0,50±0,33%), με τα είδη της οικογένειας Sparidae να εμφανίζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα λιπαρών ουσιών από τα είδη της οικογένειας Gadidae. Σύμφωνα με την κατάταξη που αναφέρεται στον Hui *et al.* (2006) όλα τα είδη της μελέτης μπορεί να χαρακτηριστούν ως άπαχα ψάρια στα οποία η λιποπεριεκτικότητα είναι μέχρι 2%.

3.2.1.4 Περιεκτικότητα σε τέφρα

Τα άτομα του *M. poutassou* περιείχαν τη μικρότερη ($P>0,05$) περιεκτικότητα σε τέφρα (1,10±0,03%), ενώ τη μεγαλύτερη ($P>0,05$) περιεκτικότητα σε τέφρα περιείχαν τα άτομα του *S. scrofa* με τιμή 1,60±0,05% (Πιν. 3.5).

Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *P. erythrinus* μικρού και μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκαν με μέσους όρους 1,41±0,02% και 1,40±0,03%, αντίστοιχα.

Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 1,30 έως 1,37% με μέσο όρο 1,32±0,03% και στα

άτομα *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους από 1,24 έως 1,31% με μέσο όρο $1,28 \pm 0,03\%$.

Επίσης, η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *O. melanura* κυμάνθηκε από 1,42 έως 1,51% με μέσο όρο $1,45 \pm 0,03\%$. Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. merluccius* κυμάνθηκε από 1,20 έως 1,26% με μέσο όρο $1,23 \pm 0,02\%$, σε πλήρη συμφωνία με τον Zaitven *et al.* (1969) όπου η περιεκτικότητα της τέφρας μετρήθηκε 0,3%. Σε ανάλογα επίπεδα με το *M. merluccius*, συγκεκριμένα από 1,22 έως 1,29% με μέσο όρο $1,25 \pm 0,03\%$, κυμάνθηκε η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *T. minutus*. Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *S. scrofa* κυμάνθηκε από 1,57 έως 1,64% με μέσο όρο $1,60 \pm 0,05\%$ και στο *D. annularis* κυμάνθηκε από 1,40 έως 1,51% με μέσο όρο $1,46 \pm 0,04\%$. Τέλος η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του είδους *M. roulassou* κυμάνθηκε από 1,06 έως 1,14% με μέσο όρο ($1,10 \pm 0,03\%$).

Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. merluccius* κυμάνθηκε από 1,20 έως 1,26% με μέσο όρο $1,23 \pm 0,02\%$, σε πλήρη συμφωνία με τον Zaitven *et al.* (1969) όπου η περιεκτικότητα της τέφρας μετρήθηκε 0,3%.

Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *P. erythrinus* μικρού και μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκαν με μέσους όρους $1,41 \pm 0,02\%$ και $1,40 \pm 0,03\%$, αντίστοιχα.

Ωστόσο συγκρίνοντας τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι διαφορές της περιεκτικότητας των ιχθύων σε τέφρα ήταν στατιστικώς σημαντικές ($P < 0,05$).

Σύμφωνα με την (Χάλαρη 2011) σε σχετική δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στο Παγασητικό κόλπο τον μήνα Ιούνιο του 2011 οι τιμές της τέφρας κυμάνθηκαν με μέσο όρο ($1,59 \pm 0,07\%$) λίγο μεγαλύτερες από τις ευρεθείσες

τιμές μας ενώ η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. merluccius* σύμφωνα με τον Zaitven *et al.* (1969) βρέθηκε 1,20 τιμή όμοια με την ευρεθείσα της μελέτης μας. Ενώ στα είδη *D. macrophthalmus*, *O. melanura*, *S. Scrofa*, *D. annularis*, *T. minutus*, *M. poutassou* δεν υπήρχαν αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές.

3.2.1.5 Ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού

Τα άτομα του *M. merluccius* περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε ενέργεια ($1,16 \pm 0,02\%$), ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ενέργεια περιείχαν τα άτομα του *P. erythrinus* μεγάλου μεγέθους με μέγιστη περιεκτικότητα ($1,34 \pm 0,03$) (Πιν. 3.5).

Η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *P. erythrinus* μικρού και μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκαν με μέσους όρους ($1,34 \pm 0,02\%$ και $1,34 \pm 0,03\%$, αντίστοιχα), ενώ σε σχετική δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στο Παρασητικό κόλπο τον μήνα Ιούνιο του 2010 οι τιμές κυμάνθηκαν με μέσο όρο ($1,30 \pm 0,07\%$) (Χάλαρη 2011).

Η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *P. erythrinus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 1,31 έως 1,39% με μέσο όρο $1,34 \pm 0,03\%$ και από 1,32 έως 1,36% με μέσο όρο $1,34 \pm 0,02\%$ για άτομα *P. erythrinus* μικρού μεγέθους.

Αντίστοιχα, η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 1,27 έως 1,36% με μέσο όρο $1,30 \pm 0,04\%$ και των ατόμων του *D. macrophthalmus* μικρού μεγέθους από 1,23 έως 1,30% με μέσο όρο $1,27 \pm 0,03\%$.

Η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *O. melanura* κυμάνθηκε από 1,22 έως 1,33% με μέσο όρο $1,27 \pm 0,04\%$. Σε παρόμοια επίπεδα

κυμάνθηκε η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό του *T. minutus* και του *M. poutassou* από 1,25 έως 1,34% με μέσο όρο $1,29 \pm 0,04\%$ και από 1,23 έως 1,32% με μέσο όρο $1,28 \pm 0,03\%$ αντίστοιχα, ενώ σε άλλες σχετικές μελέτες σύμφωνα με τον FAO (2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό του *M. poutassou* μετρήθηκε από 3,40 έως 4,20%. Ενώ στα είδη *D. macrophthalmus*, *O. melanura*, *S. Scrofa*, *D. annularis*, *T. minutus*, *M. merluccius* δεν υπήρχαν αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές.

Επίσης, στο χαμηλότερο επίπεδο κυμάνθηκε η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. merluccius* από 1,14 έως 1,18% με μέσο όρο $1,16 \pm 0,02\%$. Τέλος η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *S. scrofa* κυμάνθηκε από 1,28 έως 1,31% με μέσο όρο $1,29 \pm 0,02\%$ και των ατόμων στο *D. annularis* από 1,22 έως 1,35% με μέσο όρο $1,28 \pm 0,06\%$ σε ανάλογα επίπεδα.

Όπως προκύπτει με την σύγκριση των αποτελεσμάτων οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές ($P < 0,05$) εκτός του είδους *M. merluccius*.

3.2.2 Συσχετίσεις θρεπτικής σύστασης του μυϊκού ιστού των ειδών με τους σωματομετρικούς δείκτες

Στους Πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης (r) των περιεκτικότητων των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των υπό εξέταση ειδών ιχθύων με τους σωματομετρικούς δείκτες τους (ολικό μήκος, ολικό βάρος, γοναδοσωματικός δείκτης, ηπατοσωματικός δείκτης και δείκτης ευρωστίας).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 3.6, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική γραμμική συσχέτιση των θρεπτικών συστατικών του είδους *P. erythrinus*, με το TL, W, GSI και K.

Πίνακας 3.6. Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού του *P. erythrinus*, μεγάλου μεγέθους με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>P. erythrinus</i> , μεγάλου μεγέθους					
	TL	W	GSI	HSI	K
Πρωτεΐνη %	0,211	0,132	0,340	-0,897*	-0,033
Λίπος %	-0,426	0,401	-0,529	-0,534	0,734
Υγρασία %	0,386	-0,061	0,635	-0,694	-0,410

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.05$ (2-tailed).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 3.7 δε βρέθηκε γραμμική συσχέτιση μεταξύ των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των ατόμων *P. erythrinus*, μικρού μεγέθους και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών, του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) και του δείκτη ευρωστίας (K) .

Πίνακας 3.7 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *P. erythrinus*, μικρού μεγέθους με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>P. erythrinus</i> , μικρού μεγέθους					
	TL	W	GSI	HSI	K
Πρωτεΐνη %	0,725	0,620	0,177	0,053	0,140
Λίπος %	-0,059	0,083	0,543	0,644	0,574
Υγρασία %	0,766	0,667	0,237	0,114	0,201

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.05$ (2-tailed).

Επίσης, καμία γραμμική συσχέτιση δεν βρέθηκε μεταξύ των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών, του

γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) και του δείκτη ευρωστίας (K), μεταξύ των ατόμων *M. merluccius* (Πιν. 3.8).

Πίνακας 3.8 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *M. merluccius* με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>M. merluccius</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	0,112	-0,048	-0,529	-0,312	-0,038
Λίπος %	0,277	0,320	0,139	0,068	0,109
Υγρασία %	-0,742	-0,741	0,125	0,321	-0,294

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.05$ (2-tailed).

Για τα άτομα του είδους *O. melanura*, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 3.9, η περιεκτικότητα της υγρασίας % στο μυϊκό ιστό παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος (TL, $r = -0,957$, $P < 0.05$) και ολικό βάρος σώματος (W, $r = -0,934$, $P < 0.05$). Συγκεκριμένα η περιεκτικότητα της υγρασίας μειώνεται καθώς αυξάνει το ολικό μήκος και βάρος των ατόμων.

Για τα άτομα μεγάλου μεγέθους του είδους *D. macrophthalmus* η περιεκτικότητα (%) της πρωτεΐνης του μυϊκού ιστού παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το σωματικό βάρος (W, $r = 0,881$, $P < 0.05$) και αρνητική γραμμική συσχέτιση με τον ηπατοσωματικό δείκτη (HIS, $r = -0,939$, $P < 0,05$). Αυτό υποδεικνύει ότι η μυϊκή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του *D. macrophthalmus* επηρεάζεται τόσο από το βάρος των ατόμων θετικά, όπου αυξάνει καθώς αυξάνει το βάρος των ατόμων, όσο και από τον ηπατοσωματικό δείκτη αρνητικά, όπου μειώνεται καθώς αυξάνει ο ηπατοσωματικός δείκτης. Αντίθετα, δεν εμφανίστηκε καμία γραμμική συσχέτιση

μεταξύ των θρεπτικών συστατικών με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K) για τα άτομα *D. macrophthalmus*, μικρού μεγέθους (Πιν. 3.10).

Πίνακας 3.9 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *O. melanura* με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>O. melanura</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	-0,655	-0,708	-0,727	0,190	-0,822
Λίπος %	0,752	0,668	0,402	0,446	0,337
Υγρασία %	-0,957*	-0,934*	-0,837	-0,725	-0,388

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.05$ (2-tailed).

Πίνακας 3.10 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *D. macrophthalmus*, μεγάλου μεγέθους με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>D. macrophthalmus</i> , μεγάλου μεγέθους					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	0,853	0,881*	-0,022	-0,939*	0,072
Λίπος %	-0,529	-0,607	0,274	0,267	-0,154
Υγρασία %	0,439	0,315	0,545	-0,771	-0,394

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.05$ (2-tailed).

Πίνακας 3.11 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *D. macrophthalmus*, μικρού μεγέθους με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>D. macrophthalmus</i> , μικρού μεγέθους					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	-0,110	-0,240	-----	0,630	-0,711
Λίπος %	0,305	0,433	-----	-0,750	0,474
Υγρασία %	0,633	0,657	-----	-0,768	-0,035

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.05$ (2-tailed).

Τέλος, καμία συσχέτιση δεν προέκυψε μεταξύ των θρεπτικών συστατικών με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K) για τα άτομα των ειδών *T. minutus* και *D. annularis* (Πίνακες 3.12 και 3.13, αντίστοιχα).

Πίνακας 3.12 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *T. minutus* με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>T. minutus</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	0,385	0,573	-----	-----	0,570
Λίπος %	0,048	-0,081	-----	-----	-0,295
Υγρασία %	0,366	0,542	-----	-----	0,411

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.05$ (2-tailed).

Πίνακας 3.13 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *D. annularis* με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>D. annularis</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	-0,123	-0,115	-0,165	0,275	0,057
Λίπος %	0,713	0,861	-0,360	-0,739	0,711
Υγρασία %	-0,589	-0,737	0,578	0,834	-0,648

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.05$ (2-tailed).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η θρεπτική σύσταση του μυϊκού ιστού των ιχθύων διέφερε μεταξύ των ειδών
- Η περιεκτικότητα της υγρασίας μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $75,26 \pm 0,43\%$ έως $78,26 \pm 0,36\%$, η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στο *P. erythrinus*, μικρού μεγέθους και σημαντικά μεγαλύτερη στα άτομα του *M. merluccius*
- Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $19,97 \pm 0,36\%$ έως $22,68 \pm 0,46\%$, η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στο *M. poutassou* και σημαντικά μεγαλύτερη στα άτομα του *D. annularis*
- Η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $0,12 \pm 0,05\%$ έως $0,88 \pm 0,28\%$, η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στο *M. poutassou*, και σημαντικά μεγαλύτερη στα άτομα του *D. macrophthalmus* μεγάλου μεγέθους
- Οι τιμές των λιπαρών οξέων διαφέρουν μεταξύ των Sparidae ($0,66 \pm 0,13\%$, $0,88 \pm 0,28\%$, $0,68 \pm 0,24\%$, $0,70 \pm 0,41\%$) και Gadidae ($0,12 \pm 0,05\%$, $0,50 \pm 0,33\%$), με τα είδη της οικογένειας Sparidae να εμφανίζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα λιπαρών ουσιών από τα είδη της οικογένειας Gadidae
- Όλα τα είδη της μελέτης μπορεί να χαρακτηριστούν ως άπαχα ψάρια στα οποία η λιποπεριεκτικότητα είναι μέχρι 2%, σύμφωνα με την κατάταξη που αναφέρεται στον Hui *et al.* (2006)
- Η περιεκτικότητα σε τέφρα μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $1,10 \pm 0,03\%$ έως $1,60 \pm 0,05$, η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στο *M.*

poutassou, και σημαντικά μεγαλύτερη στα άτομα του *S. Scrofa*

- Η περιεκτικότητα σε ενέργεια μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $1,16 \pm 0,02\%$ έως $1,34 \pm 0,03\%$, η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στο *M. merluccius*, και σημαντικά μεγαλύτερη στα άτομα του *P. erythrinus* μεγάλου μεγέθους
- Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού *P. erythrinus*, σε άτομα μεγάλου μεγέθους παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το ηπατοσωματικό δείκτη HIS ($r = -0,897$, $P < 0,05$)
- Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του *D. macrophthalmus* αυξάνει καθώς αυξάνει το βάρος των ατόμων, ενώ μειώνεται καθώς αυξάνει ο ηπατοσωματικός δείκτης
- Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο είδος *O. melanura*, μειώνεται καθώς αυξάνει το ολικό μήκος και βάρος των ατόμων
- Τέλος δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική γραμμική συσχέτιση των θρεπτικών συστατικών των ειδών *P. erythrinus* μικρού μεγέθους, *M. merluccius*, *D. macrophthalmus*, μικρού μεγέθους, *T. minutus*, *D. annularis* με TL, W, GSI, HIS και K.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενογλώσση

- Ackman R.G. (1989) Composition and nutritive value of fish and shellfish lipids. In: Ruither A. (ed) Fish and fishery products. CAB International, Oxford, UK, p. 117–156.
- Ackman R.G. (1995) Composition and nutritive value of fish and shellfish lipids. In: Ruither A. (ed) Fish and fishery products. CAB International, Oxford, UK, p. 117–156.
- Alasalvar C., Taylor K.D., Zubcov E., Shahidi F., Alexis M. (2002) Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry, 79:145–150.
- Arino A., Beltran J.A., Herrera A., Roncales P. (2005) Fish. In: Caballero B., Allen L., Prentice P. (eds) Encyclopedia of Human Nutrition, 2nd edition, Vol. 2, Oxford: Elsevier Science Ltd, p. 247-256.
- Bauchot M.L., Hureau, J.C., 1990: Sparidae In: Check List of the Fishes of the Eastern Tropical Atlantic, Clofeta II, (Eds J.C Quero, J.C Hureau, C.Kurver, A. Post, L. Saldanta, UNESCO Paris, pp. 790-812.
- Blanes M.A., Serrano Z.R., Lopez Z.F.J. (2009) Seasonal Trends and Tissue Distribution of Organochlorine Pollutants in Wild and Farmed Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) from the Western Mediterranean Sea and Their Relationship with Environmental and Biological Factors. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 57:133–144.

- Boran G., Boran M., Karacam H. (2008) Seasonal changes in proximate composition of anchovy and storage stability of anchovy oil. *Journal of Food Quality*, 31(4):503-513.
- Brett J.R., Shelbourn J.E., Shoop C.T. (1969) Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to temperature and ration size. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 26: 2363-2394.
- Celik M. (2008) Seasonal changes in the proximate chemical compositions and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the north eastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 933–938.
- Chellapa S., Huntingford F., Strang R.H., Thompson R.Y. (1989) Annual variation in energy reserves in male three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. (Pisces, Gasterosteidae). *Journal of Fish Biology*, 35:275-286.
- Chouinard G.A., Swain D.P. (2001) Bathymetric variation in condition and length-at-age of southern Gulf of St. Lawrence cod in September. ICES-CM 2001/V:06, p 1–14.
- Cohen D.M., Inada T., Iwamoto, T and Scialabba, N.1990,FAO species catalogue,Vol 10, Gadiform Species of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date . FAO Fish, Synopsis, 10 :442.
- Cui Z., Wang Y. (2007) Temporal changes in body mass, body composition and metabolism of gibel carp *Carassius auratus gibelio* during food deprivation. *Journal of Applied Ichthyology*, 23:215-220.

- Dawson A.S., Grimm A.S. (1980) Quantitative seasonal changes in the proteins, lipid and energy content of the carcass, ovaries and liver of adult female plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology*, 16: 493-504.
- Diplodus annularis* (Pisces: Sparidae), from the Canarian archipelago (central-east Atlantic) *Ciencias Marinas*, 28, 1–11.
- Dominguez-Petit R., Saborido-Rey F., Medina I. (2009) Changes of proximate composition, energy storage and condition of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) through the spawning season. *Fisheries Research* (in press).
- Donnelly J., Torres J.J., Hopkins T.L., Lancraft T.M. (1990) Proximate composition of Antarctic mesopelagic fishes. *Marine Biology*, 106: 13-23.
- Drazen J.C. (2007) Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific. *Deep-Sea Research*, 154: 203-219.
- Dumas A., de Lange C.F.M., France J., Bureau D.P. (2007) Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 273: 165-181.
- Eliasson J.E., Vahl O. (1982) Seasonal variation in biochemical composition and energy content of liver, gonad, and muscle of mature and immature cod, *Gadus morhua*, from Balsfjoren, northern Norway. *Journal of Fish Biology*, 20:707-716.
- Failler P. (2007) Future prospects for fish and fishery products. 4. Fish consumption in the European Union in 2015 and 2030. Part 1. European overview. *FAO Fisheries Circular 972(4)*, Part 1. Rome, FAO, p. 204.
- FAO (2005). General fisheries commission for the Mediterranean international commission for the conservation of Atlantic tunas. Report meeting of the ad hoc

- GFCM/ICCAT working group on sustainable bluefin tuna farming/fattening practices in the Mediterranean. FAO Fisheries Report, p. 779.
- FAO (2010) World review of fisheries and aquaculture. State of World Fisheries and Aquaculture, p. 3-87.
- Fischer W., Schneider M., Bauchot M-L. (1987) Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche. Mediterranee et mer Noire (Zone de peche 37): Vol. II. Vertebres. FAO and Commission des Communautés Europeennes, volume 2. FAO, Rome, p. 761– 1530.
- Flick G.J., Lovell R.T., Erriquez-Ibarra L.G., Arganosa G.C. (1994) Changes in nitrogenous compounds in freshwater crayfish (*Procambarus clarkii*) tail meat stored in ice. Journal of muscle foods, 5:105-118.
- Ghorbel M. (1996) Le pageot commun *Pagellus erythrinus* (poisson, Sparidae) e'cobiologie et e'tat d'exploitation dans le Golfe de Gabe`s. Ph.D. Thesis in Marine Biology and Oceanography, University of Sfax Tunisia, pp. 154.
- Ghorbel M. (1981) Contribution a l'etude morphologique et biologique des poissons *Pagellus* et *Lithognathus* de Tunisie; etude dynamique pnminaim du pageau darts le Golf de Gabes. Rapport de stage, DEA de biologie marine et d'Ocmographie, Faculte des Sciences de Tunis, pp. 139.
- Girardin M. (1978) GFCM Working party on resource appraisal and fishery statistics. Report of the Technical Consultation on stock assessment in the Balearic and Gulf of Lions Statistical Division. FAO Fish. Rep., No. 227, Rome, pp. 125.
- Gokce M.A., Tasbozan O., Celik M., Tabakoglu S.S. (2004) Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). Food Chemistry, 88: 419–423.

- Gordoa, A.; Moli', B., 1997: Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. Sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean Sea *Fish Research*, 33:123–129.
- Grubišić F (1962) On the spawning period of some fishes from the central part of eastern Adriatic. *Biljeske Notes*, 18:1–3.
- Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Metailler R. (2001) Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Praxis Pub, UK, pp. 403.
- Haard N.F. (1992) Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International*, 25:289-307.
- Haard N.F. (1995) Composition and Nutrive Value of fish Proteins and Other Nitrogen Compounds. In: Ruiter (ed) *Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability*. Cab International, Wallingford, UK, p. 77-116.
- Hamre, K., Baeverfjord, G., Harboe, T., (2005), Macronutrient composition of formulated diets for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) juveniles, II: protein/lipid levels at low carbohydrate, *Aquaculture* 244, 283-291.
- Henderson R.J., Tocher D.R. (1987) The lipid composition and biochemistry of freshwater fishes *Progress in Lipid Research*, 26:281-347.
- Henry C.J., Ahlstrom L. (2009) Nutrition. In: Campbell-Platt G. (ed) *Food Science and Technology*, Blackwell Publishers, U.K., p. 299-322.
- Hoar W. S., Randall D. J. (1978) *Fish Physiology*. Volume VII. Locomotion. New York and London : Academic Press, p. 576.

- Holdway D.A., Beamish F.W.H. (1984) Specific growth rate and proximate body composition of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 81(2):147-170.
- Hoynh M.D., Kitts D.D., Chun Hu, Trites A.W. (2007) Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasi*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 146:504–511.
- Hui Y.H., Gross N., Kristinsson H.G., Lin M.H., Nip W.K., Siow L.F., Stanfield P.S. (2006) *Biochemistry of Sea Food Processing*. In: Hui Y.H. (ed) *Food biochemistry and food processing*, Blackwell Publishers, USA, p. 351-366.
- Huss H.H. (1998) *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*, FAO fisheries technical paper 358, Rome, Italy, p. 20.
- Jacquot R. (1961) Organic constituents of *fish* and other aquatic animal foods. In: G. Borgstrom (ed) *Fish as Food* vol. 1, New York Academic Press, p. 145–209.
- Jobling M. (1995) *Environmental biology of fishes*. Chapman & Hall Publishers, London, pp.455.
- Kapantagakis A. (2007) Management and legislation in Hellenic fisheries. In: Papaconstantinou C., Zenetos A., Vassilopoulou V., Tserpes G. (eds) *State of Hellenic Fisheries*, HCMR, Athens, p. 151-158.
- Klaoudatos S.D., Iakovopoulos G., Klaoudatos D.S. (2004) *Pagellus erythrinus* (common pandora): a promising candidate species for enlarging the diversity of aquaculture production. *Aquaculture International*, 12: 299–320.
- Koc HU, Cakir D, Aka Z (2002) Age, growth, sex-ratio, spawning season and mortality of annular bream, *Diplodus annularis* L. (1758) (Pisces:Sparidae) in Edremit Gulf (Aegean Sea). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5:1126–1130.

- Koubaa A., Abdelmouleh A., Bouain A., Mihoubi N.B. (2010) Experimental and statistical investigations of the global chemical composition of six trawling fish of the Gulf of Gabes (Mediterranean Sea). Marine Biological Association of the United Kingdom, p. 1-7.
- Kousoulaki K., Miliou E., Apostolopoulou M., Alexis M.N. (2007) Effect of feeding intensity and feed composition on nutrient digestibility and production performance of common pandora (*Pagellus erythrimus*) in sea cages. Aquaculture 272: 514–527.
- Lall S.P., 2000. “Nutrition and health of fish”.National Research Council of Canada, Institute for Marine Biosciences, p.13-23.
- Lall S.P., Parazzo M.P. (1995) Vitamins in Fish and Shelfish. In: Ruitter (ed) Fish and Fishery Products, Compositio, Nutritive Properties and Stability. Cab International, Wallingford, UK, p. 157-186.
- Larson R.G. (1991) Seasonal cycles of reserves in relation to reproduction in Sebastes. Environmental Biology of fishes, 30:57-70.
- Litaay M., De Silva S.S (2003) Spawning season, fecundity and proximate composition of the gonads of wild-caught blacklip abalone (*Haliotis rubra*) from Port Fairy waters, south eastern Australia. Aquatic Living Resources, 16:353–361.
- Lloret J., Gil de Sola L., Souplet A., Galzin R. (2002) Effects of large-scale habitat variability on condition of demersal exploited fish in the north-western Mediterranean. Journal of Marine Science, 59: 1215–1227.
- Lloret J., Planes S. (2003) Condition, feeding and reproductive potential of white seabream *Diplodus sargus* as indicators of habitat quality and the effect of reserve

- protection in the northwestern Mediterranean Marine Ecology Progress Series, 248: 197–208.
- Lloret J., Ratz H. (2000) Condition of cod (*Gadus morhua*) off Greenland during 1982–1998. *Fish Research*, 48 (1): 79–86.
- Love R.M. (1980) *The Chemical Biology of Fishes. Advances 1968–1977*, vol. 2, Academic Press, London, pp. 943.
- Love R.M. (1997) Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In: Hall M. (ed) *Fish Processing Technology* 2nd ed. Blackie Academic & Professional, London, p. 1-31.
- Mendez E., Gonzalez R.M. (1997) Seasonal changes in the chemical and lipid composition of fillets of the southwest Atlantic hake (*Merluccius hubbsi*). *Food Chemistry*, 59:213–217.
- Metin G, Ilkyaz AT, Kinacigil HT (2008) Growth, mortality, and reproduction of poor cod (*Trisopterus minutus* Linn., 1758) in the Central Aegean Sea. *Turk J Zool* 32:43–51.
- Mihelakakis I., Yoshimatsu T., Tsolkasi C. (2001) Effect of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition in young common pandora. *Aquaculture International*, 9: 197–204.
- Moutopoulos D.K., Stergiou K.I. (2002) Length–weight and length–length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece) *J. Appl. Ichthyology*, 18: 200–203.
- Nikolsky, G.V 1969, *Theory of fish Populations Dynamics* T. and A Constable Ltd, Ediburg.
- NRC (National Research Council) (1993) *Nutrient Requirements of Fish*. National Academy Press, Washington, DC, p. 114.

- Ozyurt G., Polat A., Tokur B. (2007) Chemical and sensory changes in frozen (18 °C) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. International Journal of Food Science and Technology, 42:887–893.
- Pajuelo J.G., Lorenzo J.M. (1998) Population biology of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) off the Canary Islands. Fisheries Research 36: 75-86.
- Pajuelo J.G., Lorenzo J. M., (1998)Biology of the annular seabream, *Diplodus annularis* (Sparidae), in coastal waters of the Canary Islands J. Appl. Ichthyol. 17, 121-125.
- Pajuelo J. G., Lorenzo J. M., (2002:) Age and growth of the annular seabream.
- Papaconstantinou C, Petrakis G, Vassilopoulou V (1986) The fecundity of hake (*Merluccius merluccius* L.) and red pandora (*Pagellus erythrinus* L.) in Greek sea Acta Adriatica, 27:85–95.
- Petrakis G., Stergiou K.I. (1996) Gill net selectivity for four fish species (*Mullus barbatus*, *Pagellus erythrinus*, *Pagellus acarne* and *Spicara flexuosa*) in Greek waters. Fisheries Research, 27:17-27.
- Politou C-Y, Papaconstantinou C (1991) Population biology of *Trisopterus minutus capelanus* (Gadidae) from the eastern coast of Greece. Cybium, 15:69–81.
- Potter N.N., Hotchkiss H. (1995) Food Science 5th edition, Aspen publication, USA, p.46-68.
- Rätz H.J., Lloret J. (2003) Variation in fish condition between Atlantic cod (*Gadus morhua*) stocks and implications for their management. Fisheries Research, 60:369–380.
- Richoux N.B., Deibel D., Thompson R.J., Parrish C.C. (2004) Seasonal changes in the lipids of *Mysis mixta* (Mysidacea) from the hyperbenthos of a cold-ocean

environment (Conception Bay, Newfoundland). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*, 61 (10):1940–1953.

Robards M.D., Anthony J.L., Rose G.A., Piatt J.F. (1999a) Changes in proximate composition and somatic energy content for Pacific sand lance (*Ammodytes hexapterus*) from Kachemak Bay, Alaska relative to maturity and season. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 242:245–258.

Robards M.D., Piatt J.F., Rose G.A. (1999b) Maturation, fecundity, and intertidal spawning of Pacific sand lance (*Ammodytes hexapterus*) in the northern Gulf of Alaska. *Journal of Fisheries Biology*, 54: 1050–1068.

Robb D. (2002) Fish Muscle Structure and Physiology. In: Alasavar C., Taylor T. (eds) *Sea foods- Quality, Technology and Nutraceutical Applications*. Springer, Germany, p. 8-15.

Santos M.N., Monteiro C.C., Erzini K. (1995) Aspects of the biology and gillnet selectivity of the axillary Sea bream (*Pagellus acarne*, Risso) and common Pandora (*Pagellus erythrinus*, L.) from the Algarve (South Portugal). *Fisheries Research*, 23: 223-236.

Saoud I.P., Batal M., Ghanawi J., Lebbos N. (2008) Seasonal evaluation of nutritional benefits of two fish species in the eastern Mediterranean Sea *International Journal of Food Science and Technology*, 43:538–542.

Sargent J. R., Bell G., McEvoy L., Tocher D., Estevez A., (1999), Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish, *Aquaculture*, 177: 191-199.

Seenappa, D. and Devaraj, K.V., (1995), Effect of different levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilisation and body carcass composition of fingerlings in *Catla catla*, *Aquaculture*, 129: 243-249.

- Shapiro, D. Y., 1984: Sex reversal and sociodemographic process in coral reef fishes.
In: *Pr Fish Reproduction, Strategies and Tactics*. Eds: G. W. Potts; R. J. Wootton,
Academic Press, London, pp. 103-117.
- Shearer K.D. (1994) Factors affecting the proximate composition of culture fish with
emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119:63-88.
- Sheridan M.A. (1989) Alteration in lipid metabolism accompanying smoltification and
seawater adaptation of salmonid fish. *Aquaculture*, 82:191-203.
- Sheridan M.A. (1994) Regulation of lipid metabolism in poikilothermic vertebrates.
Comparative Biochemistry Physiology, 107B: 495-508.
- Sheridan M.A. (1988) Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation,
deposition and mobilization. *Comp. Biochemistry and Physiology*, 90B (4): 679-
690.
- Simopoulos A.P. (2005) Fatty Acids In: Caballero B., Allen L., Prentice P. (eds)
Encyclopedia of Human Nutrition, 2nd edition, Vol. 2, Oxford: Elsevier Science
Ltd., p. 303-321.
- Slastenenko E (1956) *Karadeniz Havzasi Balıkları (The fishes of the Black Sea basin)*.
E.B.K. Yayını, İstanbul.
- Stylianopoulos C.A. (2005) Carbohydrates In: Caballero B., Allen L., Prentice P. (eds)
Encyclopedia of Human Nutrition, 2nd edition, Vol. 1, Oxford: Elsevier Science
Ltd, p. 303-321.
- Tangerini P. and Arneri F. (1984) Biological data collected during the Pipetta
expeditions, on the por cod *Trisopterus minutus capellanus* (Risso) in Adriatic
FAO Fish Rep, 290:150-159.

- Tsimenidis N, Papaconstantinou C, Daoulas Ch (1978) On the biology of hake (*Merluccius merluccius* L., 1758) in the Greek seas. *Thalassographica*, 2:27–50.
- Turchini G.M., Mentasti T., Froyland L., Orban E., Caprino F., Moretti V.M., Valfre F. (2003) Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). *Aquaculture*, 225:251–267.
- Turchini G.M., Moretti V.M., Mentasti T., Orban E., Valfre F. (2007) Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). *Food Chemistry*, 102: 1144–1155.
- Tzikas Z., Amvrosiadis I., Soultos N., Georgakis S. (2007) Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece). *Food Control*, 18: 251–257.
- Valdes P., Garcia-Alcazar A., Abdel I., Arizcun M., Suarez C., Abellan E. (2004) Seasonal changes on gonadosomatic index and maturation stages in common pandora *Pagellus erythrinus* (L.). *Aquaculture International*, 12:333–343.
- Vassilopoulou V., Mytilineou C., Papaconstantinou C. (1986) Preliminary biological data on the red pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758) in the Greek seas. *FAO Fish Rep*, 361: 107-112.
- Whitehead, P.J.P., M.L. Bauchot, J.C., Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese, 1984-1. 1212-1986. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO editor, pp. 1229.

- Zaboukas N., Miliou H., Megalofonou P., Moraitou- Apostolopoulou M. (2006) Biochemical composition of the Atlantic bonito *Sarda sarda* from the Aegean Sea (eastern Mediterranean Sea) in different stages of sexual maturity. *Journal of Fish Biology*, 69: 347–362.
- Zaitsev, V., Kizevetter, L., Lagunov, L., Makarova, T., Minder, L., and Podsevalor, Fish Cuting and Processing. Mir Publisher, Moscow (1969).
- Zei M. & S.Zupanovic, (1961).Contribution to the sexual size and sex reversal in *Pagellus erythrinus*, L. Rapport et Proces – Verbaux des Reunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediteranee, 16(2) :263- 267.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βαρελτζής Κ. (2000). Τεχνολογία αλιευμάτων. Στο βιβλίο: (Συγγραφείς) Γεωργάκης Σ., Βαρελτζής Κ., Αμβροσιάδης Ι.Α. Τεχνολογία Τροφίμων Ζωικής προέλευσης, Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 513-570.
- Βαφοπούλου Α.Μ. (2003). Βιοχημεία Τροφίμων. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Βάση δεδομένων της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος.
- Ελευθεριάδου Α., Επιθεώρηση κτηνιατρικής παραγωγής, Εκδοτικό Κέντρο ΤΕΙΘ. (2004). Σημειώσεις στη θεωρία της Ιχθυοτροφίας, Εκδοτικό Κέντρο ΤΕΙΘ.
- Καρύδας & Μήνος Γ. (2008) Μελέτη της ευρωστίας του μπακαλιάρου *merluccius merluccius* (L. 1758) στο Θερμαϊκό κόλπο. 30^ο Επιστημονικό συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Βιολογικών Επιστημών, Θεσσαλονίκη, σελ.194.
- Νεοφύτου Χ, Τσίκληρας Α., Καραπαναγιωτίδης Ι, Ματσίωρη Σ., Εξαδάκτυλος Α., Νεοφύτου Ν., Βαφείδης Δ., Κορμάς Κ. (2008). Αειφορική αλιευτική στήριξη του

Παρασητικού κόλπου. Τελική Έκθεση για το Ερευνητικό Πρόγραμμα Ε.Π.ΑΛ. 2000-2006 Υπουργείου Γεωργικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, σελ. 42.

Νεοφύτου Χ. (2007). “Σημειώσεις μαθήματος Βιολογίας Υδρόβιων Σπονδυλωτών” , Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ. 5-7.

Νεοφύτου Χ. (2007). “Σημειώσεις μαθήματος Βιολογίας Υδρόβιων Σπονδυλωτών” , Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ. 143.

Παπαναστασίου Δ.Π. (1990). Τεχνολογία και ποιοτικός έλεγχος αλιευμάτων. Ιων, Αθήνα σελ.187-314.

Παπουτσόγλου Σ.Ε. (2008). Διατροφή ιχθύων. Σταμούλη, Αθήνα, σελ. 481-510.

Χάλαρη Ν. (2011). Εποχιακή διακύμανση της διατροφικής αξίας του λυθρινιού (*Paggehus erythrinus*) και της κοτσομούρας (*Mullus barbatus*). Μεταπτυχική διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

Δεδομένα Fishbase

- <http://www.fishbase.org/PopDyn/PopGrowthList.php?ID=1752&GenusName=Diplodus&SpeciesName=annularis&fc=330> (Πρόσβαση: 08-07-2011)
- <http://www.fishbase.org/PopDyn/PopGrowthList.php?ID=438&GenusName=De ntex&SpeciesName=macrophthalmus&fc=330> (Πρόσβαση: 09-07-2011)
- <http://www.fishbase.org/PopDyn/PopGrowthList.php?ID=893&GenusName=Pa gellus&SpeciesName=erythrinus&fc=330> (Πρόσβαση: 06-07-2011)
- <http://www.fishbase.org/PopDyn/PopGrowthList.php?ID=850&GenusName=O blada&SpeciesName=melanura&fc=330> (Πρόσβαση: 14-07-2011)

- <http://www.fishbase.org/PopDyn/PopGrowthList.php?ID=31&GenusName=Micromesistius&SpeciesName=poutassou&fc=183> (Πρόσβαση: 25-07-2011)
- <http://www.fishbase.org/PopDyn/PopGrowthList.php?ID=481&GenusName=Trisopterus&SpeciesName=minutus&fc=183> (Πρόσβαση: 13-07-2011)
- <http://www.fishbase.org/PopDyn/PopGrowthList.php?ID=30&GenusName=Merluccius&SpeciesName=merluccius&fc=184> (Πρόσβαση: 03-07-2011)
- <http://www.fishbase.org/PopDyn/PopGrowthList.php?ID=1759&GenusName=Scorpaena&SpeciesName=scrofa&fc=264> (Πρόσβαση: 28-07-2011)

6. ABSTRACT

Fish constitute excellent sources of high quality proteins, vitamins and minerals. Also contain substantial concentrations of the beneficial for the human health ω -3 polyunsaturated fatty acids. Common pandora (*Pagellus erythrinus*), Large eye dentex *Dentex macrophthalmus*, Annular seabream *Diplodus annularis*, Saddled seabream *Oblada melanura*, Blue whiting *Micromesistius poutassou*, Red scorpionfish *Scorpaena scrofa*, Poor cod *Trisopterus minutus*, European hake *Merluccius merluccius* are eight of the most commercial species in Pagasitikos gulf and hellenic seas, as well as in the wider region of Mediterranean basin, because of their economic value and high abundance in catches. The present knowledge in regard to their nutritious value is still limited. The aim of the present study was to characterise the proximate composition of the edible muscle tissue of these eight species captured in Pagasitikos gulf.

The results showed that chemical composition of muscle tissue of fish varied among species. The lower moisture content ($75,26 \pm 0,43\%$) among species occurred in *P.erythrinous* smaller individuals and the higher ($8,26 \pm 0,6\%$) in *Merluccius merluccius*. Also, the lower protein content ($19,97 \pm 0,6\%$) among species occurred in *M. Poutassou*, and the higher ($22,68 \pm 0,46\%$) in *D. annularis*. Fat content among species was significantly smaller ($0,12 \pm 0,05\%$) in *M. poutassou*, and significantly higher ($0,88 \pm 0,28\%$) in *D. macrophthalmus* of large size. In addition, the lipid content differed between Sparidae and Gadidae as the former showed higher fat content than the latter. Lipid reserves did not exceed 2% (wet weight) in the muscle tissue of all species, and therefore the species can be classified as of lean fat and low fat according to Hui *et al.* (2006).

The lower ash content ($1,10\pm 0,03\%$) was found in *M. poutassou*, while the higher ($1,60\pm 0,05\%$) was found in *S. Scrofa*. Energy content among species ranged from $1,16\pm 0,02\%$ in *M. merluccius* to $1,34\pm 0,03\%$ in *P. erythrinus* of large size. Muscle protein content of *P.erythrinus* large individuals showed negative linear correlation with hepatosomatic index. Muscle protein content of *D. Macrophthalmus* increased with as the weight increases and decreased by increments of hepatosomatic index. Moisture content in *O. melanura* decreased as the total length and weight of individuals increased. For *P. erythrinus* small size, *M. merluccius*, *D. macrophthalmus* small size, *T. minutus* and *D. annularis* no statistical significance was found in their linear correlations of nutrient contents with total length, body weight, gonadosomatic index, hepatosomatic index and TL, W, GSI, HIS and condition factor.

Keywords: Proximate composition, *Dentex macrophthalmus*, *Pagellus erythrinus*, *Diplodus annulari*, *Oblada melanura*, *Micromesistius poutassou*, *Scorpaena scrofa*, *Trisopterus minutus*, *Merluccius merluccius*.