

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

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η διατροφική αξία διαφόρων ειδών ιχθύων των οικογενειών
Argentinidae, [Bothidae](#), Carangidae, [Cepolidae](#), [Congridae](#), Rajidae,
[Torpedinidae](#), Trachnidae, Uranoscopidae και ειδών καρκινοειδών των
οικογενειών Penaeidae και [Squillidae](#)»**

Σπανός Ηλίας

ΒΟΛΟΣ 2012

**«Η διατροφική αξία διαφόρων ειδών ιχθύων των οικογενειών *Argentinidae*,
Bothidae, *Carangidae*, *Cepolidae*, *Congridae*, *Rajidae*, *Torpedinidae*, *Trachnidae*,
Uranoscopidae και ειδών καρκινοειδών των οικογενειών *Penaeidae* και *Squillidae*»**

Τριμελής εξεταστική επιτροπή :

1. **Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Λέκτορας, Διατροφή Υδρόβιων 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 Γιάννη και Δέσποινα
στον αδερφό μου Διονύση.**

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 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.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων 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 προσφυγάκι (*Micromesistius poutassou*), η γαρίδα (*Parapenaeus longirostris*) και το σαυρίδι (*Trachurus trachurus*) είναι ένα από τα πιο σημαντικά είδη του Παγασητικού κόλπου, αλλά και γενικότερα των ελληνικών θαλασσών και της Μεσογείου, και παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον λόγω της υψηλής αφθονίας των αλιευμάτων τους. Η γνώση αναφορικά με τη θρεπτική αξία των ειδών αυτών είναι προς το παρόν περιορισμένη. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η χημική σύσταση σε θρεπτικά συστατικά (υγρασία, πρωτεΐνες, λίπος και τέφρα) στον εδώδιμο μυϊκό ιστό των τριών αυτών ειδών, αλλά και σε άλλα 8 μη εμπορικά είδη ιχθύων, όπως η δράκαινα (*Trachinus draco*), ο γουρλομάτης (*Argentina sphyraena*), η μουδιάστρα (*Torpedo marmorata*), η γραβάτα (*Cepola macrophthalma*), το μουγγρί (*Conger conger*), η αρνόγλωσσα (*Arnoglossus laterna*), ο βάτος (*Raja brachyura*) και ο λυχνός (*Uranoscopus scaber*), για τα οποία υπάρχουν ελάχιστες μελέτες και συνεπώς η γνώση για τη θρεπτική τους αξία είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Ένας συνολικός αριθμός 203 ατόμων αλιεύτηκε από τον κόλπο με χρήση τράτας βυθού (άνοιγμα ματιού του σάκου 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.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η θρεπτική σύσταση του μυϊκού ιστού των ιχθύων διέφερε σημαντικά ($P < 0,05$) μεταξύ των ειδών που μελετήθηκαν. Τη μικρότερη περιεκτικότητα σε υγρασία ($75,01 \pm 0,46\%$) μεταξύ των ειδών παρουσίασε το *P. longirostris* και τη μεγαλύτερη ($78,98 \pm 1,09\%$) τα άτομα του είδους *T. marmorata*. Η μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ($18,46 \pm 0,55\%$) μεταξύ των ειδών μετρήθηκε στο *C. macrophthalmia*, και η μεγαλύτερη ($22,74 \pm 1,64\%$) στα άτομα μεγάλου μεγέθους του είδους *R. brachyura*. Η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες μεταξύ των ειδών ήταν σημαντικά μικρότερη ($0,20 \pm 0,06\%$) στα άτομα μεγάλου μεγέθους του *R. brachyura* και σημαντικά μεγαλύτερη ($1,77 \pm 1,05\%$) στο *A. sphyraena*. Όλα τα είδη ιχθύων που εξετάστηκαν μπορούν να χαρακτηριστούν ως άπαχα ψάρια, στα οποία η λιποπεριεκτικότητα ήταν χαμηλότερη από 2%, σύμφωνα με την κατάταξη που αναφέρεται στους Hui *et al.* (2006). Στο *A. laterna* βρέθηκε η μικρότερη περιεκτικότητα σε τέφρα ($0,85 \pm 0,23\%$), ενώ η μεγαλύτερη ($2,20 \pm 0,27\%$) στα άτομα μεγάλου μεγέθους του *R. brachyura*.

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

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1. Θρεπτικά συστατικά	3
1.2. Θρεπτική αξία ιχθύων	4
1.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του σώματος των ιχθύων	7
1.3.1. Ενδογενείς παράγοντες.....	7
1.3.1.1 Είδος.....	7
1.3.1.2 Αναπαραγωγικό στάδιο.....	8
1.3.1.3 Στάδιο ανάπτυξης	8
1.3.1.4 Ιστοί και μέρη του σώματος.....	9
1.3.2 Εξωγενείς παράγοντες.....	9
1.3.2.1 Διατροφή	9
1.3.2.2 Εποχικότητα	10
1.3.2.3 Υδάτινο περιβάλλον	11
1.4. Βιολογία των υπό μελέτη ειδών	11
1.4.1. Γουρλομάτης (<i>Argentina sphyraena</i> L., 1978)	11
1.4.2. Βάτος (<i>Raja brachyura</i> Lafont, 1873).....	12
1.4.3. Δράκαινα (<i>Trachinus draco</i> L., 1758).....	12
1.4.4. Σαυρίδι (<i>Trachurus Trachurus</i> L.)	13
1.4.5. Λυχνός (<i>Uranoscopus scaber</i> L., 1758)	14
1.4.6. Μουγγρί (<i>Conger conger</i> L., 1758).....	14
1.4.7. Μουδιάστρα (<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810).....	15
1.4.8. Προσφυγάκι (<i>Micromesistius poutassou</i> Risso, 1827).....	16
1.4.9. Αρνόγλωσσα (<i>Arnoglossus laterna</i> Risso, 1810).....	16
1.4.10. Κορδέλα (<i>Cepola macrophthalma</i> L., 1758).....	17
1.4.11. Γαρίδα (<i>Parapenaeus longirostris</i> Lucas, 1846).....	18
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	19
2.1. Δειγματοληψίες ιχθύων.....	19
2.2. Χημικές αναλύσεις ιστών.....	22
2.2.1. Μέθοδος προσδιορισμού ξηρής ουσίας - υγρασίας.....	22
2.2.2. Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αζωτούχων ουσιών	23
2.2.3. Προσδιορισμός ολικών λιπαρών ουσιών	27

2.2.4.	Μέθοδος προσδιορισμού τέφρας.....	29
2.3.	Υπολογισμός υδατανθράκων.....	30
2.4.	Υπολογισμός ενέργειας.....	30
2.5.	Στατιστική ανάλυση.....	31
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	32
3.1.	Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των ιχθύων	32
3.2.	Ηπατοσωματικός δείκτης (HIS) των ιχθύων.....	34
3.3.	Χημικές αναλύσεις μυϊκού ιστού	36
3.3.1.	Περιεκτικότητα σε υγρασία.....	36
3.3.2	Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη	40
3.3.3	Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες.....	41
3.3.4	Περιεκτικότητα σε τέφρα	43
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	45
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	46
6.	ABSTRACT.....	58

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Θρεπτικά συστατικά

Ως θρεπτικό συστατικό ορίζεται κάθε ουσία της τροφής, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον οργανισμό για την υποστήριξη των φυσιολογικών λειτουργιών του (Καραπαναγιωτίδης & Μεντέ 2011). Τα θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα σε κάθε οργανισμό για την επιτέλεση των φυσιολογικών λειτουργιών του, καθώς αποτελούν δομικά συστατικά του σώματός τους και παρέχουν μεταβολική ενέργεια (Μεντέ 2011). Τα ψάρια, όπως όλοι οι ζωικοί οργανισμοί, έχουν καθημερινές ανάγκες σε θρεπτικές ουσίες για την επιβίωση, την ανάπλαση των ιστών, τη σωματική ανάπτυξη, την αναπαραγωγή τους και κάθε άλλη φυσιολογική λειτουργία (Καραπαναγιωτίδης & Μεντέ 2011). Τα θρεπτικά συστατικά διακρίνονται σε αυτά που είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες στον οργανισμό, όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα λίπη και σε αυτά που ο οργανισμός χρειάζεται σε μικρότερες ποσότητες, όπως είναι τα ανόργανα στοιχεία και οι βιταμίνες (Καραπαναγιωτίδης και συν. 2010).

Οι πρωτεΐνες είναι οι πιο σημαντικές στη διατροφή των ιχθύων. Αντιπροσωπεύουν το υψηλότερο ποσοστό των οργανικών ενώσεων του σώματος των ιχθύων και απαντούν σε όλα τα κύτταρα και στο αίμα τους. Το ποσοστό των πρωτεϊνών του σώματός τους μπορεί να παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών, παραμένοντας σχεδόν αμετάβλητο καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους (Halver & Hardy 2002).

Τα λίπη συνεισφέρουν στον οργανισμό παρέχοντας ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό ενέργειας. Επίσης, συγκεκριμένα λιπαρά οξέα είναι απαραίτητα για τη

σύνθεση των κυτταρικών μεμβρανών, όπως και πρόδρομες ουσίες στη σύνθεση ορμονών. Τέλος περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ω-3 και ω-6 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που είναι απαραίτητα για τη φυσιολογική ανάπτυξη, την υγεία και την αναπαραγωγή (Cowe & Sargent 1977).

Οι υδατάνθρακες αποτελούν δομικά συστατικά των ζωικών ιστών και έχουν κύριο ρόλο στη γεύση και τη δομή των τροφίμων, ενώ έχουν και τη χαμηλότερη ενεργειακή αξία στη διατροφή των ψαριών. Οι βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία δεν παρέχουν ενέργεια, αλλά είναι απαραίτητα για την εκτέλεση διαφόρων ζωτικών λειτουργιών του οργανισμού (Βαφοπούλου 2003).

Το νερό βρίσκεται σε μεγαλύτερη αφθονία στο σώμα των ιχθύων. Δεν αποτελεί θρεπτικό συστατικό, αλλά δρα ως διαλύτης και ως μέσο για τη διεξαγωγή των αντιδράσεων, αλλά και ως αντιδραστήριο και προϊόν αντιδράσεων. Επίσης, λειτουργικά βοηθά στη μεταφορά θρεπτικών ουσιών στα κύτταρα και την απομάκρυνση των μεταβολικών τους προϊόντων, ενώ σταθεροποιεί τα πολυμερή (Μποζιάρης 2010).

1.2. Θρεπτική αξία ιχθύων

Η συστηματική έρευνα για τη διαπίστωση της θρεπτικής αξίας της σάρκας των ιχθύων άρχισε το 1918 (Λουκιανού 2011). Τα ψάρια, και τα θαλασσινά γενικότερα, αποτελούν μία πολύ καλή διατροφική επιλογή, αφού έχουν υψηλή θρεπτική αξία, ιδιαίτερη γεύση, είναι εύπεπτα και πλούσια σε ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες. Ο μυϊκός ιστός των ιχθύων χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, ιδιαίτερα μεγάλη περιεκτικότητα σε λίπη και μικρό ποσοστό υδατανθράκων.

Το σώμα των ιχθύων αποτελείται από σκληρά τμήματα, όπως ο σκελετός και από μαλακά τμήματα όπως το δέρμα, ο μυϊκός ιστός και τα εσωτερικά όργανα. Το κύριο εδώδιμο τμήμα του σώματός τους είναι ο μυϊκός ιστός, ο οποίος αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος του βάρους τους και αντιστοιχεί με το 50-60 % του συνολικού (Hoar & Randall 1978). Ο μυϊκός ιστός είναι συνήθως στο μεγαλύτερο μέρος του λευκού χρώματος, ενώ ένα άλλο μέρος του είναι σκουρόχρωμο - ερυθρό. Σε μία ποικιλία ειδών, εδώδιμο μέρος αποτελούν οι γανάδες και σε κάποια άλλα είδη ο σκελετός (Βαρελτζής 2000).

Οι ιχθύες αποτελούν σημαντική πηγή πρωτεϊνών. Οι πρωτεΐνες τους 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 % (Friedman 1996). Τα επίπεδα των διαφόρων αμινοξέων που απαντώνται στο σώμα μελετημένων ειδών ιχθύων παρουσιάζουν σχετικά αυξημένα επίπεδα γλουταμινικού οξέος, ασπαραγινικού οξέος και λυσίνης και εμφανώς μειωμένα επίπεδα τρυπτοφάνης (Halver 1989, Παπουτσόγλου 2008).

Η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών του σώματος των ιχθύων τόσο σε αναπτυσσόμενα όσο και σε ενήλικα άτομα, ελεύθερα διαβιούντων αλλά και εκτρεφόμενα, μπορεί να παρουσιάσει διαφορές μεταξύ των ειδών, παραμένοντας όμως σχεδόν αμετάβλητο για όλη τη διάρκεια της ζωής τους (Παπουτσόγλου 2008). Αυξημένη περιεκτικότητά σε πρωτεΐνες στο μυϊκό ιστό των ιχθύων τους χειμερινούς και κυρίως τους φθινοπωρινούς μήνες σε σύγκριση με τους καλοκαιρινούς και ανοιξιάτικους, έχει παρατηρηθεί σε μελέτες σε διαβιούντων στη Μεσόγειο θάλασσα είδη όπως το *Scomber japonicus* (Celik 2008), *Dicentrachus labrax* (Ozyurt et al. 2007)

Trachurus mediterraneus (Tzikas *et al.* 2007). Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών, μελέτες των Gokce *et al.* (2004) και Celik (2008) για τα είδη *Solea solea* και *Trachurus trachurus*, αντίστοιχα, παρουσιάζουν τα πρωτεϊνικά αποθέματα μειωμένα τους φθινοπωρινούς μήνες. 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 (Boran 2008). Σε περιόδους ασιτίας, όμως και ειδικότερα ύστερα από εξάντληση των λιπιδικών αποθεμάτων, οι πρωτεΐνες είναι το επόμενο συστατικό που καταβολίζεται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών (Cui & Wang 2007). Οι Ozyurt *et al.* (2005) προτείνουν ότι η αύξηση των πρωτεϊνικών αποθεμάτων στο μυϊκό ιστό των ιχθύων μπορεί να οφείλεται σε μείωση των λιπιδικών αποθεμάτων. Επιπλέον, είναι αποδεκτό πως η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στους μύες των ιχθύων επηρεάζεται και από την περιεκτικότητά σε λίπη και νερό, έτσι όσο αυξάνεται η περιεκτικότητά σε λίπος και υγρασία τόσο μειώνεται η περιεκτικότητά σε πρωτεΐνες.

Η περιεκτικότητά των ιχθύων σε λιπίδια ποικίλλει και η ενεργειακή τους αξία κυμαίνεται από 50-160 Kcal/ 100 g (Παπουτσόγλου 2008). Τα λίπη των ιχθύων αποτελούνται από τριγλυκερίδια (90%) και μικρότερες ποσότητες φωσφολιπιδίων, ελεύθερων λιπαρών οξέων, που απαντώνται σε ποσοστό 80% ως ακόρεστα λιπαρά οξέα και στερόλες. Μέρος των ακόρεστων λιπαρών οξέων είναι τα ω-3 και τα ω-6, των οποίων η συμβολή είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού συμβάλλουν στην πρόληψη των καρδιοπαθειών, της αρτηριοσκλήρωσης και των μυοκαρδιακών εμφράξεων (Παπαναστασίου 1990). Επίσης συμβάλλουν στην πρόληψη και μείωση συμπτωμάτων ρευματοειδούς αρθρίτιδας και τη βελτίωση της υγείας των οστών (Kim & Ilch 2011, Orchard *et al.* 2012). Βοηθούν ακόμα στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης διάφορων

μορφών καρκίνου και τη μείωση της αρτηριακής πίεσης (Usydu & Richter 2012). Τέλος, μειώνουν τις φλεγμονές στα εγκεφαλικά αγγεία, ενώ βοηθούν και στην ανάπλαση των νευρικών κυττάρων του εγκεφάλου (Steffens 1997).

Περαιτέρω, οι ιχθύες αποτελούν πλούσια πηγή ιωδίου και καλή πηγή φθορίου. Επίσης κάποιοι μικρού μεγέθους ιχθύες, όπως οι μαρίδες, όταν καταναλώνονται ολόκληροι είναι καλή πηγή ασβεστίου (Ελευθεριάδου 2004).

1.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του σώματος των ιχθύων

Η σάρκα των αλιευμάτων αποτελείται από τους μύες του σώματος, στους οποίους συμπεριλαμβάνεται ο συνδετικός και λιπώδης ιστός, το αίμα, τα λεμφικά αγγεία και τα μικρά ενδομυϊκά οστά (Zaitsev et al. 1969). Η ποσότητα της σάρκας στα ψάρια αντιπροσωπεύει το 50 έως 60% του ολικού βάρους του σώματός τους, ανάλογα με το είδος (Πανέτσος 1978). Η χημική σύσταση των ιχθύων επηρεάζεται από μία σειρά παραγόντων και ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες, τους ενδογενείς και τους εξωγενείς παράγοντες (Shearer 1994).

1.3.1. Ενδογενείς παράγοντες

1.3.1.1 Είδος

Η χημική σύσταση των ιχθύων ποικίλλει σημαντικά στα διάφορα είδη. Οι μεγαλύτερες μεταβολές εντοπίζονται στη λιποπεριεκτικότητα και έτσι επηρεάζεται και η υγρασία που είναι σε άμεση εξάρτηση από αυτή (Guillaume *et al.* 2001). Τέλος διαφορές παρατηρούνται και στο ποσοστό των πρωτεϊνών, που οφείλονται στον διαφορετικό μεταβολισμό των αμινοξέων, το διαφορετικό ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης και το διαφορετικό βαθμό αξιοποίησης των σωματικών πρωτεϊνών (Lall & Parazzo 1995).

Επίσης, η γεωγραφική προέλευση επηρεάζει τη χημική σύσταση (Serot *et al.* 1998). Διαφορές παρατηρούνται ακόμα και ανάμεσα στα εκτρεφόμενα είδη και τους άγριους πληθυσμούς, όχι μόνο διαφορετικών ειδών αλλά και ανάμεσα σε άτομα του ίδιου είδους (Grigorakis 2007).

1.3.1.2 Αναπαραγωγικό στάδιο

Η χημική σύσταση των ιχθύων επηρεάζεται πολύ από το στάδιο γεννητικής ωριμότητας που βρίσκονται (Haard 1992). Υψηλότερη θρεπτική αξία παρατηρείται κατά την περίοδο πριν την εναπόθεση των αυγών τους, αφού τότε περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα λίπους, βιταμινών και ανόργανων στοιχείων όπως π.χ. ο φώσφορος (Loosli 1973). Την περίοδο αυτή βελτιώνονται και άλλα χαρακτηριστικά όπως η γεύση, η υφή και το αρώμα τους (Παπαναστασίου 1990).

Στους ιχθύες, πριν την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού τους κύκλου παρατηρείται αυξημένη λιποπεριεκτικότητα (Ozyurt *et al.* 2005). Επίσης, μεγάλες ποσότητες λίπους εναποτίθενται στις αναπτυσσόμενες γονάδες, ενώ ταυτόχρονα καταναλώνονται τα λιπιδικά αποθέματα του μυϊκού ιστού των ιχθύων. Πτώση του λιπιδικού περιεχομένου στο μυϊκό ιστό των ιχθύων κατά την περίοδο εναπόθεσης των γεννητικών προϊόντων συμβαίνει σε αρκετά είδη της Μεσογείου, όπως το *Trachurus mediterraneus* και το *Diplodus sargus* (Mendez & Gonzalez 1997).

1.3.1.3 Στάδιο ανάπτυξης

Οι μεταβολές της θρεπτικής σύστασης των ιχθύων σε σχέση με τον ρυθμό αναπτυξής τους, έχουν μελετηθεί από πολλούς ερευνητές (Dumas *et al.* 2007). Όσο αυξάνεται η ηλικία και το μέγεθος του ιχθύος τόσο αυξάνει το επίπεδο του σωματικού

λίπους (Griffiths & Kirkwood 1995). Αντίθετα, η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών και της υγρασίας μειώνεται (Nattabi 2007).

1.3.1.4 Ιστοί και μέρη του σώματος

Η χημική σύσταση μεταξύ των διαφόρων ιστών του σώματος των ιχθύων, όπως ο μυϊκός ιστός, το ήπατοπάγκρεας και οι γονάδες παρουσιάζει διαφορές σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί (Dawson & Grimm 1980, Eliasson & Vahl 1982). Σε αρκετά μεγάλο αριθμό ειδών, η περιεκτικότητα σε λίπη στο ήπατοπάγκρεας και στις γονάδες είναι αυξημένη σε σύγκριση με αυτή του μυϊκού ιστού (Henderson & Tocher 1987). Το κύριο μέσο αποθήκευσης λίπους στην πλειοψηφία των ιχθύων είναι ο λιπώδης ιστός, στη συνέχεια το ήπαρ, που είναι το κύριο όργανο μεταβολισμού των λιπών, και ο ερυθρός μυϊκός ιστός (Sheridan 1988). Διαφορές στη θρεπτική σύσταση έχουν βρεθεί ανάμεσα στο λευκό και τον ερυθρό μυϊκό ιστό, όπου οι ερυθροί μύες σε σχέση με τους λευκούς, περιέχουν μικρότερες ποσότητες πρωτεϊνών και νερού και πολύ μεγαλύτερες ποσότητες σε λίπη. Επιπρόσθετα, οι λευκοί μύες περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε κάποιες βιταμίνες (B και E) (Shewfelt 1980).

1.3.2 Εξωγενείς παράγοντες

1.3.2.1 Διατροφή

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). Σε περιόδους ασιτίας και μετά την εξάντληση των λιπιδικών αποθεμάτων, οι πρωτεΐνες είναι το συστατικό που καταβόλιζεται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Αντίθετα, σε περιόδους καλής διατροφικής

κατάστασης, η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών είναι η πρώτη που θα αυξηθεί, με την αύξηση της λιποπεριεκτικότητας να ακολουθεί. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε λίπη και νερό επηρεάζει την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, η οποία μειώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία και λίπος και το αντίθετο (Boran 2008).

1.3.2.2 Εποχικότητα

Η χημική σύσταση των ιχθύων κατά τη διάρκεια του έτους παρουσιάζει διακυμάνσεις, οι οποίες οφείλονται στη μεταβολή των ενεργειακών τους απαιτήσεων. Η μεταβολή αυτή είναι άμεσα συσχετιζόμενη με την αλλαγή της θερμοκρασίας, την αναπαραγωγική ωρίμανση και τη διαθεσιμότητα της τροφής. Η κυριότερη αλλαγή παρατηρείται στο ποσοστό του λίπους, που παίρνει τη μέγιστη τιμή του την άνοιξη λόγω της αυξημένης αφθονίας ζωοπλαγκτόν (Γρηγοράκης 2001). Έχει δειχθεί ότι η ίδια η θερμοκρασία του νερού μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη λιποπεριεκτικότητα (Ibarz *et al.* 2005). Σε χαμηλές θερμοκρασίες, ο ρυθμός αποθήκευσης λιπαρών ουσιών καθώς και οι μεταβολικοί ρυθμοί των ιχθύων είναι μειωμένοι, χωρίς να επηρεάζονται από την διαθεσιμότητα της τροφής (Ibarz *et al.* 2005).

Τους χειμερινούς μήνες, αλλά κυρίως τους φθινοπωρινούς, έχει παρατηρηθεί αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στο μυϊκό ιστό κάποιων ειδών ιχθύων σε σύγκριση με τους καλοκαιρινούς και ανοιξιάτικους μήνες. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από τον Celik (2008) για το είδος *Scomber japonicus*, όσο και από τους Tzikas *et al* (2007) για το είδος *Trachurus mediterraneus* και *Trachurus trachurus* στη Μεσόγειο θάλασσα.

1.3.2.3 Υδάτινο περιβάλλον

Σημαντικές διαφορές έχουν παρατηρηθεί στη χημική σύσταση των ιχθύων γλυκών υδάτων και θαλασσινού νερού (Henderson & Tocher 1987). Οι ιχθύες των θαλασσινών νερών παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά πρωτεϊνών και λίπους. Επίσης, η σύσταση των λιπαρών οξέων είναι διαφορετική, καθώς τα θαλάσσια είδη είναι πλουσιότερα σε ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Jorgensen *et al.* 1997, Dawson & Grimm 1980).

1.4. Βιολογία των υπό μελέτη ειδών

1.4.1. Γουρλομάτης (*Argentina sphyraena* L., 1978)

Ο γουρλομάτης (Εικ. 1) είναι είδος βαθύβιο, που εκτείνεται από τη βόρεια Νορβηγία έως τη δυτική Σαχάρα συμπεριλαμβανομένης της Ισλανδίας, τα νησιά Φερόε και τη Μεσόγειο θάλασσα. Πιο συχνά αλιεύεται στην υπεράκτια υφαλοκρηπίδα σε βάθη μεταξύ 50 και 500 m και σε θερμοκρασίες από 6-17 °C. Τρέφεται με πολύχαιτους, μαλάκια και ψάρια. Αναπαράγεται από το χειμώνα μέχρι την άνοιξη στη Μεσόγειο θάλασσα και από το Μάρτιο μέχρι τον Ιούλιο στις Βρετανικές ακτές (Halliday 1969).



Εικόνα 1: Είδος *Argentina sphyraena*.
Πηγή : Fishbase (2012)

1.4.2. Βάτος (*Raja brachyura* Lafont, 1873)

Ο βάτος (Εικ. 2) ανήκει στην οικογένεια Rajidae, είναι είδος βαθύβιο που ζει σε παράκτια νερά και σε βάθος μέχρι 100 m. Συναντάτε στις ακτές του Ατλαντικού, από το Μαρόκο ως τα νησιά Σέτλαντ και το δυτικό τμήμα της Βόρειας θάλασσας. Επίσης απαντάται στη Μεσόγειο και τη θαλάσσια περιοχή της Μεγάλης Βρετανίας. Τρέφεται με όλα τα είδη των βενθικών ζωικών οργανισμών, αλλά κύρια με οστρακοειδή και ψάρια. Αναπαράγεται από τον Απρίλιο μέχρι και τον Ιούλιο κυρίως και γεννάει 30 αυγά σε θήκη. Το είδος έχει κοντό ρύγχος, μεγάλα μάτια και η πάνω επιφάνεια του σώματος είναι καλυμμένη με αγκάθια (Catalano *et al.* 2007, Farias *et al.* 2005).



Εικόνα 2: Είδος *Raja brachyuran*. Πηγή: fishbase (2012)

1.4.3. Δράκαινα (*Trachinus draco* L., 1758)

Η δράκαινα (Εικ. 3) ανήκει στην οικογένεια Trachinidae, είναι είδος βενθικό της εύκρατης ζώνης που ζει σε παράκτια νερά και σε βάθος από 1 – 150 m αλλά συνήθως βρίσκεται μέχρι τα 30 m. Εξαπλώνεται στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό από τη Νορβηγία μέχρι το Μαρόκο και τα Κανάρια νησιά. Συναντάτε επίσης στη Μεσόγειο θάλασσα, στην Αδριατική και τη Μαύρη θάλασσα. Ζει σε αμμώδη, λασπώδη ή χαλικώδη πυθμένα, σε ρηγά νερά το καλοκαίρι και βαθύτερα το χειμώνα. Το σώμα

του είδους είναι επίμηκες, με μεγάλο κεφάλι και μεγάλα μάτια. φέρει δυο μικρά δηλητηριώδη αγκάθια πάνω από τα μάτια και ένα πάνω από τα χείλη. Το δηλητήριό της είναι επικίνδυνο και για τον άνθρωπο γιατί έχει αιμολυτική δράση προκαλώντας ισχυρό πόνο και πρήξιμο (Bagge 2004).



Εικόνα 3: Είδος *Trachinus draco*.
Πηγή: fishbase (2012)

1.4.4. Σαυρίδι (*Trachurus Trachurus* L.)

Το σαυρίδι (Εικ. 4) ανήκει στην οικογένεια Carangidae, είναι είδος πελαγικό της υποτροπικής ζώνης και ζει σε βάθος μέχρι 1000 m. Συνήθως συναντάτε στα 500 m, ενώ μπορεί να βρεθεί και στην επιφάνεια της θάλασσας. Βρίσκεται στον δυτικό Ατλαντικό ωκεανό, στον Ινδικό και δυτικό Ειρηνικό ωκεανό. Επίσης συναντάτε στη Μεσόγειο και τη θάλασσα του Μαρμαρά, ενώ πιο σπάνια στη Μαύρη θάλασσα. Η αναπαραγωγή του λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Fishbase). Σχηματίζει μεγάλα κοπάδια με νεαρά άτομα ρέγκας και τα νεαρά ιχθύδια συγκεντρώνονται για προστασία και ταξιδεύουν κάτω από μεγάλες μέδουσες (Νεοφύτου 2007).



Εικόνα 4:Είδος *Trachurus Trachurus*.
Πηγή:fishbase (2012)

1.4.5. Λυχγός (*Uranoscopus scaber* L., 1758)

Ο λυχγός (Εικ. 5) ανήκει στην οικογένεια Uranoscopidae, είναι είδος βενθικό της υποτροπικής ζώνης και ζει σε βάθος μέχρι 400 m. Συναντάτε στις ευρωπαϊκές ακτές του Ατλαντικού ωκεανού, στην Αφρική και από την Πορτογαλία μέχρι το Μαρόκο (Fishbase). Μπορεί να επιβιώσει σε αμμώδεις και λασπώδεις πυθμένες της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας. Αναπαράγεται την περίοδο Απριλίου – Αυγούστου και τρέφεται με ψάρια, οστρακόδερμα και κεφαλόποδα (Rizkalla & Bakhoun 2009).



Εικόνα 5:Είδος *Uranoscopus scaber*
Πηγή: fishbase (2012)

1.4.6. Μουγγρί (*Conger conger* L., 1758)

Το μουγγρί (Εικ. 6) ανήκει στην οικογένεια Congridae, είναι είδος βενθικό της εύκρατης ζώνης και ζει σε βάθος μέχρι 500 m. Συναντάτε ανατολικά του βόρειου Ατλαντικού ωκεανού, μέχρι και τη Νορβηγία, στη Μεσόγειο θάλασσα καθώς και στη θαλάσσια περιοχή της Σενεγάλης. Επίσης συναντάται στη δυτική Βαλτική και σχεδόν σε όλες τις θάλασσες εκτός από τον Ειρηνικό ωκεανό. Η αναπαραγωγή του στον

ατλαντικό ωκεανό λαμβάνει χώρα την περίοδο του καλοκαιριού σε βάθος από 3000-4000 m. Τρέφεται με ψάρια που ζουν στο βυθό, μεγάλα οστρακοειδή, καρκινοειδή και κεφαλόποδα (Νεοφύτου 2007).



Εικόνα 6:Είδος *Conger conger*.
Πηγή:fishbase (2012)

1.4.7. Μουδιάστρα (*Torpedo marmorata* Risso, 1810)

Η μουδιάστρα (Εικ. 7) ανήκει στην οικογένεια Torpedinidae. Το περιβάλλον διαβίωσής της ποικίλλει, από αμμώδεις και λασπώδεις πυθμένες, σε βραχώδεις υφάλους και μέσα σε φύκια. Βρίσκεται σε νερά με θερμοκρασία κάτω των 20 °C και σε βάθος μεταξύ 10 και 30 m. Συναντάτε στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό, από τα νότια νησιά της Βρετανίας και τη νότια Αφρική, συμπεριλαμβανομένου τη Μεσόγειο θάλασσα και την ανατολική Βαλτική. Τρέφεται με ψάρια όπως το σκουμπρί, η γόπα, το λυθρίνι και καρκινοειδή, τα οποία αιχμαλωτίζει χρησιμοποιώντας διαδοχικές ηλεκτρικές κενώσεις μέχρι και 600 Hz (Belbenoit 1986, Barnes 2008). Τα θηλυκά γεννάνε μεταξύ Νοεμβρίου και Δεκεμβρίου. Τα αρσενικά ωριμάζουν όταν φτάσουν σε μήκος τα 25 cm, ενώ τα θηλυκά τα 31 cm (Consalvo *et al.* 2007).



Εικόνα 7:Είδος *Torpeda marmorata*.
Πηγή: fishbase (2012)

1.4.8. Προσφυγάκι (*Micromesistius poutassou* Risso, 1827)

Το προσφυγάκι (Εικ. 8) ανήκει στην οικογένεια Gadidae, είναι είδος μεσοπελαγικό και διαβιεί στις ενδιάμεσες στήλες του νερού σε βάθος από 150 – 3000 m. Είναι ευρέως διαδεδομένο στο Βόρειο Ατλαντικό ωκεανό, στα δυτικά της θάλασσας του Μπάρεντς και από την Ισλανδία και τη Γροιλανδία μέχρι το Μαρόκο. Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους είναι στη Μεσόγειο θάλασσα από το Μάρτιο μέχρι τον Απρίλιο. Τρέφεται με μικρά οστρακοειδή και αμφίποδα και πιο σπάνια με ψάρια. Το σύνηθες μήκος του είναι τα 22 cm και φτάνει έως τα 50 cm (Svetovidov 1986, Cohen *et al.* 1990).



Εικόνα 8: Είδος *Micromesistius poutassou*.
Πηγή:fishbase (2012)

1.4.9. Αρνόγλωσσα (*Arnoglossus laterna* Risso, 1810)

Οι ζακέτες (Εικ.9) ανήκουν στην οικογένεια Bothidae. Είναι μικρά πλατύψαρα των οποίων η γεωγραφική κατανομή εκτείνεται από τη Μαύρη θάλασσα και τη

Μεσόγειο, γύρω από την ανατολική ακτή της Ευρώπης στη Νορβηγία. Συναντάτε σε βάθη που κυμαίνονται από τη ρηχή υποπαραλιακή ζώνη μέχρι τα 200 m, αλλά είναι πιο κοινό σε βάθη μέχρι 50 m. Το είδος έχει μικρή οικονομική αξία, κυρίως επειδή μεγαλώνει σε μήκος μέχρι τα 19 cm. Τέλος πολύ λίγα είναι γνωστά για τις τροφικές του συνήθειες και την αναπαραγωγή του (Gibson & Ezzi 1980).



Εικόνα 9: Είδος *Arnoglossus laterna*.
Πηγή:fishbase (2012)

1.4.10. Κορδέλα (*Cepola macrophthalmia* L., 1758)

Η κορδέλα (Εικ. 10) ανήκει στην οικογένεια Cepolidae. Είναι είδος βενθικό που βρίσκεται μόνο του ή σε μικρά κοπάδια, σε βάθη μεταξύ 60 και 120 m. Κατοικεί σε θερμά και υποτροπικά νερά και συναντάται στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό, από τα Βρετανικά νησιά στα βόρεια της Σενεγάλης. Είναι, επίσης, κοινό στη Μεσόγειο θάλασσα αλλά όχι στη Μαύρη θάλασσα. Είναι αρκετά κοινό στις Ελληνικές θάλασσες, αλλά δεν έχει καμία εμπορική αξία, σε αντίθεση με άλλες μεσογειακές χώρες όπως η Ιταλία και η Ισπανία (Stergiou & Papaconstantinou 1993, Stergiou *et al.* 1996).



Εικόνα 10: Είδος *Cepola macrophthalmia*.
Πηγή:fishbase (2012)

1.4.11. Γαρίδα (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846)

Το είδος αυτό (Εικ. 11) ανήκει στην οικογένεια Penaeidae και παρουσιάζει μία ευρεία γεωγραφική κατανομή, από τον Ανατολικό Ατλαντικό και από τη Βόρειο Ισπανία στις νότιες ακτές της Αγκόλα. Επίσης, στην Αδριατική θάλασσα, στη Μεσόγειο και στη θάλασσα του Μαρμαρά. Ζει σε βάθος από 20 έως 750 m, αλλά κυρίως μεταξύ 100 και 400 m. Είναι είδος επιβενθικό, χαρακτηρίζεται από γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης και θνησιμότητας. Έχει μεγάλη εμπορική αξία στη Γαλλία, Ιταλία, Ελλάδα, Τουρκία και στην Αλγερία. Τρέφεται κυρίως με πολύχαιτους, δεκάποδα, αμφίποδα, κεφαλόποδα και νηματώδεις (Sobrino & Garcia 2007).



Εικόνα 11: Είδος *Parapenaeus longirostris*. Πηγή: fishbase (2012)

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Δειγματοληψίες ιχθύων

Τα δείγματα συλλέχθηκαν τον Ιούνιο του 2010 στον Παγασητικό κόλπο με τη χρήση τράτας βυθού, που είχε άνοιγμα ματιού σάκου 20 mm και σε βάθος από 50 έως 60 m. Πραγματοποιήθηκαν έξι σύρσεις, δύο στα ανατολικά, δύο στα δυτικά και δύο στο κέντρο του κόλπου. Συνολικά συλλέχθηκαν 203 άτομα που ανήκαν στα είδη: *Trachinus draco* (n=7), *Arnoglossus laterna* (n=40), *Cepola macrophthalmia* (n=35), *Uranoscopus scaber* (n=10), *Conger conger* (n=2), *Torpedo marmorata* (n=4), *Micromesistius poutassou* (n=20), *Parapenaeus longirostris* (n=40), *Argentina sphyraena* (n=20), *Trachurus trachurus* (n=16), *Raja brachyura* (n=9).

Ολικό μήκος, βάρος και δείκτης ευρωστίας των ιχθύων

Ο δείκτης ευρωστίας του Fulton (1904) θεωρείται δείκτης προσαρμογής ενός ιχθυοπληθυσμού σε μία περιοχή και ως δείκτης εκτίμησης της φυσιολογικής και διατροφικής κατάστασης των ιχθύων (Mihelakakis *et al.* 2001, Φουρκιώτης 2010). Στην παρούσα μελέτη, η εκτίμηση του δείκτη είναι ενδεικτική λόγω του περιορισμένου αριθμού δειγμάτων.

Στα είδη ράγα (*Raja brachyura*) και σαυρίδι (*Trachurus trachurus*), τα άτομα χωρίστηκαν σε μικρού και μεγάλου μήκους, λόγω της μεγάλης διακύμανσης του μεγέθους που παρουσιάστηκε και πιθανώς να εμφανιζόταν διαφοροποίηση στη θρεπτική τους σύσταση. Ως εκ τούτου, τα μικρού και μεγάλου μήκους δείγματα των συγκεκριμένων ειδών μεταχειρίστηκαν ως ξεχωριστά άτομα κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στα άτομα των δέκα ειδών ιχθύων και ενός καρκινοειδούς που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Πίνακας 2.1: Μορφομετρικά στοιχεία των διαφόρων ειδών ιχθύων και ενός καρκινοειδούς που αλιεύτηκαν στον Παγασητικό κόλπο.

Είδος	Αριθμός ατόμων (n)	Ολικό μήκος (cm)	Βάρος (g)	K
<i>Argentina sphyraena</i>	20	12,5-17,1	14,8-36,02	0,51-1,32
<i>Raja brachyura</i> (μεγάλου μεγέθους)	5	(42 /29,4) - (50,1 /35,8)	373-689	0,5-0,57
<i>Raja brachyura</i> (μικρού μεγέθους)	2	(15,5 / 9,4) - (30,1 / 18,8)	11,7-93,7	0,26-0,74
<i>Trachinus draco</i>	7	13,9-25,7	12,8-111,3	0,48-0,73
<i>Trachurus trachurus</i> (μεγάλου μεγέθους)	6	38,719-57,024	17,2-18,8	0,66-0,92
<i>Trachurus trachurus</i> (μικρού μεγέθους)	10	6,8-9,4	2,06-6,1	0,59-0,75
<i>Arnoglossus laterna</i>	40	7,456-59,019	9-20,1	0,15-2,17
<i>Cepola macrophthalmia</i>	35	19,8-36,8	5,314-16,659	0,03-0,1
<i>Uranoscopus scaber</i>	7	15,8-20,9	63,28-169,42	1,28-1,88
<i>Conger conger</i>	2	40,6-60	105,28-346	
<i>Torpedo marmorata</i>	4	(17,1 / 12) - (26,4 /17,3)	90,8-263,9	1,43-1,82
<i>Micromesitius poutassou</i>	20	20,314-96,894	12,6-20	0,01-0,16
<i>Parapenaeus longistris</i>	40	8,3-15,8	2,552-16,215	0,31-0,68

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. Στη συνέχεια, έγινε τομή κατά μήκος της κοιλιακής χώρας και έγιναν οι παρακάτω μετρήσεις με ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων (Εικ.12): το βάρος του ήπατος, το βάρος των γονάδων και το βάρος των λοιπών σπλαχνικών οργάνων. Τέλος, αφαιρέθηκε και ζυγίστηκε όλος ο μυϊκός ιστός από τις

δύο πλευρές κατά μήκος του σώματός τους. Ο μυϊκός ιστός που χρησιμοποιήθηκε δεν περιείχε κόκαλα και δέρμα, αφού οι κατασκευές αυτές έχουν τη δική τους θρεπτική σύσταση.



Εικόνα 12: Ζυγός ακρίβειας 4 δεκαδικών ψηφίων
(Kern ALS 220-4, φωτογραφία συγγραφέα)

Τα δείγματα εγκλείστηκαν σε ατομικές αεροστεγείς σακούλες και αποθηκεύτηκαν μέχρι τη διεξαγωγή των χημικών αναλύσεων σε καταψύκτη σε θερμοκρασία -20°C .

Υπολογίστηκαν ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI), ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) και ο δείκτης ευρωστίας (K). Επιπλέον υπολογίστηκε το ποσοστό (%) της μυϊκής μάζας επί του ολικού βάρους του σώματος των ιχθύων.

Ο δείκτης HSI ισούται με το βάρος του ύπατος (g) προς το καθαρό σωματικό βάρος (g, εκτός βάρους εντοσθίων, γονάδων και ύπατος) επί τις εκατό.

Ο δείκτης GSI ισούται με το βάρος των γονάδων (g) προς το καθαρό σωματικό βάρος (g, εκτός βάρους εντοσθίων, γονάδων και ύπατος) επί τις εκατό.

Ο δείκτης ευρωστίας ισούται με το ολικό σωματικό βάρος (g) προς το ολικό μήκος³(cm) επί τις εκατό.

Τέλος υπολογίστηκε η σχέση μήκους- βάρους από όλα τα συλληφθέντα άτομα για το κάθε είδος και αποδόθηκε με την εξίσωση:

$$W = aTL^b$$

Όπου, W = ολικό σωματικό 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 ιχθύων πραγματοποιήθηκε τοποθετώντας 2 g δείγματος από νωπό αποψυγμένο μυϊκό ιστό από κάθε ψάρι σε προζυγισμένο δισκίο αλουμίνιου, όπου μετρήθηκε το καθαρό του βάρος και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κλίβανο (Εικ.13) για 24 ώρες σε θερμοκρασία 105 °C (AOAC, 1995). Μετά το πέρας της παραμονής τους στον κλίβανο ακολουθούσε η μέτρηση του τελικού βάρους των δειγμάτων συμπεριλαμβανομένου και του αλουμινένιου δισκίου, αφού είχε προηγηθεί η τοποθέτησή τους σε ξηραντήρα (Εικ.14) μέχρι να αποκτήσουν σταθερό βάρος. Οι μετρήσεις του βάρους έγιναν σε ζυγό

ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Το ποσοστό (%) της υγρασίας προκύπτει από τις σχέσεις:

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

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

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

Στη συνέχεια, τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν με τη χρήση γουδιού και αποθηκεύτηκαν σε πλαστικούς αεροστεγείς περιέκτες για περαιτέρω αναλύσεις χημικής σύστασης.



Εικόνα 13: Κλίβανος.
(φωτογραφία συγγραφέα)



Εικόνα14: Ξηραντήρας.
(φωτογραφία συγγραφέα)

2.2.2. Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αζωτούχων ουσιών

Ο προσδιορισμός των αζωτούχων ενώσεων ή ολικών πρωτεϊνών του μυϊκού ιστού των ιχθύων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο προσδιορισμού αζωτούχων ενώσεων Kjeldahl. Η μέθοδος στηρίζεται στην ολική μετατροπή των μορφών αζώτου

της πρωτεΐνης σε αμμωνιακά άλατα. Στη συνέχεια υπολογίζεται και το άζωτο άλλων αζωτούχων ενώσεων που εμπεριέχονται στο δείγμα (μη πρωτεϊνικό άζωτο).

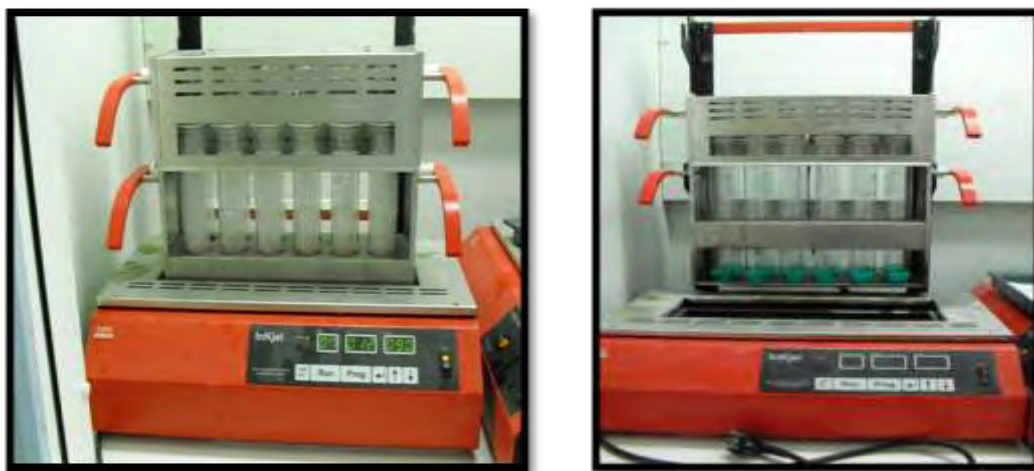
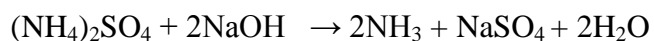
Η διαδικασία περιλαμβάνει τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο της χώνευσης – πέψης του δείγματος, πραγματοποιείται βρασμός του δείγματος σε πυκνό θειικό οξύ, όπου επιτυγχάνεται η διάσπαση όλων των αζωτούχων ουσιών, η απελευθέρωση του αζώτου και τέλος η δέσμευση του σε θειικό αμμώνιο.

Η διαδικασία του πρώτου σταδίου ήταν η ακόλουθη: Μικρό κομμάτι από αλουμινόχαρτο τοποθετήθηκε πάνω στο ζυγό ακριβείας και ζυγίστηκαν 0,2 g του προς εξέταση αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος και καταγράφηκαν τα βάρη τους. Τα δείγματα τότε μεταφέρθηκαν σε ειδικές γυάλινες φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl και ακολούθησε η πέψη των δειγμάτων. Στις φιάλες αυτές προστέθηκαν 15 ml πυκνού θειικού οξέος με καθαρότητα 96 % και δύο ταμπλέτες τύπου Kjeltabs CX του οίκου Gerhardt, οι οποίες αποτέλεσαν τον καταλύτη της πέψης. Οι φιάλες βρασμού τοποθετήθηκαν στη συσκευή πέψεως (Εικ. 15), όπου πραγματοποιήθηκε χώνευση με θέρμανση του μείγματος για 1,5 ώρα. Η συσκευή ρυθμίστηκε ώστε να δουλεύει στο 100 % της ισχύος της τα πρώτα 5 λεπτά, στο 55 % για 20 λεπτά και στο 90 % για τα τελευταία 60 λεπτά. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας οι φιάλες βρασμού παρέμεναν κάτω από τον απαγωγό για 20 έως 30 λεπτά με σκοπό να ψυχθούν. Στο στάδιο αυτό λαμβάνει χώρα η ακόλουθη χημική αντίδραση:

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

Το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας ήταν η απόσταξη, όπου προστίθεται στο όξινο διάλυμα της πέψης βασικό διάλυμα και η αμμωνία (NH_3) μετατρέπεται σε αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+), όπου και δεσμεύονται σε διάλυμα βορικού οξέος. Η κάθε φιάλη βρασμού τοποθετούνταν στην ειδική υποδοχή της συσκευής αποστάξεως (Εικ.

16), ενώ στην άλλη υποδοχή τοποθετούνταν μια κενή φιάλη 250 ml στην οποία είχαμε προσθέσει 3 σταγόνες δείκτη ερυθρού του μεθυλίου (0,2 g methyl red διαλυμένο σε 100 ml αλκοόλης 95%). Η συσκευή ήταν ρυθμισμένη κατά τρόπο τέτοιο 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 δεσμεύονταν τα αμμωνιακά ιόντα. Η απόσταξη του κάθε δείγματος διαρκούσε 6 λεπτά. Η χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι η ακόλουθη:

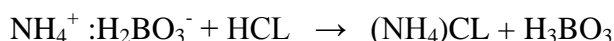


Εικόνα 15: Συσκευή πέψης (digestion apparatus InKjel P της Behr, φωτογραφίες συγγραφέα).



Εικόνα 16: Συσκευή απόταξης (Steam Distillation Apparatus S4 της Behr, φωτογραφία συγγραφέα).

Το τελικό στάδιο της διαδικασίας ήταν η τιτλοδότηση (ογκομέτρηση εξουδετέρωσης). Στη διαδικασία αυτή το βορικό αμμώνιο τιτλοδοτείται με υδροχλωρικό οξύ χρησιμοποιώντας έναν δείκτη για το τελικό σημείο της χημικής αντίδρασης που ακολουθεί.



Η συγκέντρωση (moles) των ιόντων υδρογόνου που απαιτούνται για να καταλύσουν την αντίδραση έως το τελικό σημείο ισοδυναμεί με τη συγκέντρωση του αζώτου που περιέχει το δείγμα.

Με τον τρόπο αυτό, η κωνική φιάλη που περιείχε βορικό αμμώνιο βρέθηκε σε θέση συνεχούς ανακίνησης και προσθέτονταν σε αυτή με αργό ρυθμό καταγεγραμμένη ποσότητα δεκατοκανονικού διαλύματος (0,1M) HCL. Η αλλαγή του χρώματος στο διάλυμα ομολογούσε το τελικό σημείο της αντίδρασης. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο (N %) υπολογίστηκε από τη σχέση:

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

Με τον όρο ‘ml κενού δείγματος’ νοείται η τιτλοδότηση κενής φιάλης (χωρίς δείγμα), η οποία χρησιμοποιείται ως συντελεστής διόρθωσης.

Στη συνέχεια γνωρίζοντας τη συγκέντρωση του αζώτου (N) στο δείγμα υπολογίζεται η περιεχόμενη πρωτεΐνη σύμφωνα με τον τύπο:

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

Όπου, ο συντελεστής 6,25 προκύπτει από την παραδοχή ότι οι πρωτεΐνες περιέχουν 16 % N.

2.2.3. Προσδιορισμός ολικών λιπαρών ουσιών

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

Για τις αναλύσεις των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα δοχεία εκχύλισης στα οποία προστέθηκαν 2-3 ειδικές πέτρες βρασμού, οι οποίες βοηθούσαν στην ομαλή βράση. Το μικτό τους βάρος είχε ήδη ζυγιστεί σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Στη συνέχεια σε κάθε γυάλινο δοχείο εκχύλισης τοποθετήθηκαν ειδικοί χάρτινοι ηθμοί και μέσα σε κάθε ηθμό προστέθηκε 1 g ξηρής ουσίας δείγματος. Επίσης, σε κάθε δοχείο εκχύλισης προστέθηκαν 150 ml πετρελαϊκού αιθέρα χρησιμοποιώντας

ογκομετρικό κύλινδρο και τότε το χάρτινο δοχείο ηθμού σκεπάστηκε με βαμβάκι για την αποφυγή υπερχειλίσεως κατά τη διάρκεια του επερχόμενου βρασμού.

Όταν η προετοιμασία των δειγμάτων είχε τελειώσει, τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδική συσκευή εκχύλισης λιπαρών ουσιών (Εικ. 17). Κατά τη διαδικασία της εκχύλισης, τα δείγματα θερμάνθηκαν στους 150 °C υπό την παρουσία οργανικού διαλύτη, στο πρώτο στάδιο της εκχύλισης. Ακολούθησε η απορρόφηση του οργανικού διαλύτη ο οποίος εκλύθηκε στο δείγμα για 1,5 ώρα, στο δεύτερο στάδιο της εκχύλισης. Μετά το πέρας της εκχύλισης, τα δοχεία με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε φούρνο για 30 λεπτά και σε θερμοκρασία 105 °C με σκοπό να εξατμιστεί εντελώς ο πετρελαϊκός αιθέρας που ίσως παρέμεινε στο δείγμα. Έπειτα τα δοχεία εκχύλισης μεταφέρθηκαν στο ξηραντήρα ώστε να ψυχθούν και να αποκτήσουν σταθερό βάρος για περίπου 1 ώρα. Τέλος ακολούθησε η επαναζύγιση των γυάλινων δοχείων εκχύλισης μαζί με τις πέτρες βρασμού, σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων και καταγράφηκε το βάρος τους, αφού πρώτα απομακρύνθηκε το χάρτινο δοχείο ηθμού το οποίο περιείχε το απολιπασμένο δείγμα. Η ποσότητα λίπους (g) στο δείγμα υπολογίστηκε από τη διαφορά του βάρους των αρχικά άδειων δοχείων από το τελικό βάρος των δοχείων με το λίπος.

$$\text{Ολικά λιπίδια (\%)} = [\text{τελικό βάρος δοχείου εκχύλισης} - \text{αρχικό βάρος}] * 100$$



Εικόνα 17: Συσκευή εκχύλισης (Soxtherm της Gerhardt, φωτογραφία συγγραφέα).

2.2.4. Μέθοδος προσδιορισμού τέφρας

Για τον προσδιορισμό της τέφρας των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε η διαδικασία της ξηρής καύσης. Με τον όρο τέφρα εννοούμε όλα τα ανόργανα στοιχεία που απομένουν μετά την απανθράκωση της οργανικής ύλης μέσω της ανάφλεξης και της πλήρους οξείδωσης της. Όταν η τέφρα είναι λευκού χρώματος επιβεβαιώνει την απουσία ανθρακοποιημένων τμημάτων.

Ο προσδιορισμός της τέφρας ξεκίνησε καταγράφοντας το βάρος των ειδικών πυρίμαχων πορσελάνινων δοχείων. Στα δοχεία αυτά τοποθετήθηκαν 1 g αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος και τότε τα εισήγαμε σε κλίβανο αποτέφρωσης (Εικ. 18) για 3 ώρες και σε θερμοκρασία 600 °C (AOAC 1990), μέχρι να απανθρακωθούν στο σύνολο τους τα οργανικά συστατικά. Μετά την αποτέφρωση τα δισκία τοποθετήθηκαν στον ξηραντήρα για να ψυχθούν και να αποκτήσουν σταθερό βάρος. Στη συνέχεια επαναζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Ο προσδιορισμός της τέφρας των δειγμάτων προκύπτει σύμφωνα με τη σχέση:

Wαποτεφρωμένου δείγματος = Wαποτεφρωμένου δείγματος & δισκίου – W δισκίου

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



Εικόνα 18: Αποτεφρωτήρας (Nabertherm, φωτογραφία συγγραφέα).

2.3. Υπολογισμός υδατανθράκων

Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας των υδατανθράκων στον μυϊκό ιστό των δύο ειδών υπολογίστηκε από την 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 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

Αφού ολοκληρώθηκαν οι αναλύσεις και η συλλογή δεδομένων, τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν και δημιουργήθηκαν πίνακες με τους σωματομετρικούς δείκτες των υπό μελέτη ειδών καθώς και των θρεπτικών τους στοιχείων χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό πρόγραμμα EXCEL. Το στατιστικό πακέτο SPSS 17 χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και η σύγκριση των μέσων όρων διαφόρων παραμέτρων έγινε με τη μέθοδο ανάλυσης των διακυμάνσεων μονής κατεύθυνσης (one-way ANOVA). Στις περιπτώσεις που δεν ικανοποιούσαν την προϋπόθεση ομοιογένειας των παραλλακτικότητων, τα δεδομένα τροποποιήθηκαν.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις αναλύσεις της χημικής σύστασης του εδάδιμου μυϊκού ιστού δέκα θαλάσσιων ειδών ιχθύων και ενός καρκινοειδούς που αλιεύθηκαν με τη χρήση τράτας βυθού τον Ιούνιο 2010 στον Παγασητικό κόλπο. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων της περιεκτικότητας του μυϊκού ιστού των ειδών σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες, τέφρα, και ολική ενέργεια. Επίσης, εξετάστηκαν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των ειδών όπως ο γοναδοσωματικός δείκτης και ο ηπατοσωματικός δείκτης και ο δείκτης ευρωστίας.

3.1. Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των ιχθύων

Στα περισσότερα από τα έντεκα είδη που συλλέχθηκαν κατά τη δειγματοληψία οι γονάδες τους ήταν ανώριμες και αρκετά μικρού βάρους, ενώ μόνο σε τέσσερα από αυτά οι γονάδες τους ήταν ανεπτυγμένες σε κάποιο στάδιο. Στα είδη *Trachurus trachurus* μεγάλου μεγέθους η μέση τιμή του γοναδοσωματικού δείκτη βρέθηκε $7,12 \pm 1,55$, στο είδος *Uranscopus scaber* η μέση τιμή βρέθηκε $8,54 \pm 1,12$, στο είδος *Argentina sphyraena* $12,48 \pm 0,64$, ενώ στο είδος *Conger conger* βρέθηκε $3,07 \pm 1,96$. Ο γοναδοσωματικός δείκτης και η μακροσκοπική παρατήρηση των γονάδων χρησιμοποιούνται στη μελέτη του αναπαραγωγικού κύκλου των ιχθύων. Η διάκριση των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης υπολογίζεται από τη φάση ανάπτυξης και ωρίμανσης των γονάδων, την εναπόθεση των γεννητικών προϊόντων και τη γονιμοποίησή τους (Κοκκινάκης 1992). Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη διακύμανση του GSI στα ψάρια είναι η απόλυτη γονιμότητα και το μέγεθος των

αυγών. Η πρώτη παράμετρος σχετίζεται κυρίως με το μέγεθος του σώματος, ενώ η δεύτερη με το στάδιο ωρίμανσης των αυγών. Στις περισσότερες όμως μελέτες που αφορούν τη μελέτη της διακύμανσης του GSI σε είδη ψαριών, ένα σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης αυτής παραμένει ανεξήγητο, γεγονός που σημαίνει ότι και άλλοι παράγοντες θα πρέπει να τον επηρεάζουν (Γκάνιας και συν. 2002).

Τα άτομα που μετρήθηκαν μεμονωμένα παρουσίασαν διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη με ελάχιστη τιμή 11,77 και μέγιστη 13,30.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του είδους *Trachurus trachurus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 6,05 έως 8,57, ενώ στα άτομα του ίδιου είδους μικρού μεγέθους ήταν ανέφικτο να πραγματοποιηθεί η συλλογή των γονάδων λόγω της γεννητικής ανωριμότητας των ατόμων λόγω του μικρού μεγέθους τους.

Στο είδος *Uranoscopus scaber*, ο γοναδοσωματικός δείκτης κυμάνθηκε από 4,12 έως 16,44 με μέση τιμή $8,54 \pm 1,12$. Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους αυτού στο Αιγαίο πέλαγος σύμφωνα με τους Coker *et al.* (2008) εκτείνεται από το Μάρτιο μέχρι το Σεπτέμβρη. Τον Ιούνιο, χρονικό διάστημα κατά το οποίο συλλέχθηκαν τα άτομα, το είδος βρισκόταν σε διαδικασία ωρίμανσης των γονάδων.

Τέλος, στο είδος *Conger conger*, από τα δύο άτομα που αλιεύθηκαν, ο γοναδοσωματικός δείκτης βρέθηκε για το πρώτο άτομο 1,67 και για το δεύτερο 4,46. Οι Correira *et al.* (2009) σε έρευνα που έλαβε χώρα στις Ιβηρικές ακτές που βρέχονται από τον Ατλαντικό ωκεανό και σε όλη τη διάρκεια του έτους, υπολόγισε τον γοναδοσωματικό δείκτη του είδους σε τιμές που κυμαίνονταν από 4,8 έως 5,7.

Πίνακας 3.1. Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των ιχθύων

Είδος	Αριθμός ατόμων (n)	GSI (διακύμανση τιμών)	GIS X ± S.D
<i>Argentina sphyraena</i>	5	11,77-13,30	12,48 ± 0,64
<i>Trachurus trachurus</i> (μεγάλου μεγέθους)	6	6,05-8,57	7,12 ± 1,55
<i>Trachurus trachurus</i> (μικρού μεγέθους)	10	ασήμαντο	ασήμαντο
<i>Uranoscopus scaber</i>	10	4,12-16,44	8,54 ± 1,12
Conger conger	2	1,67-4,46	3,07 ± 1,96

3.2. Ηπατοσωματικός δείκτης (HIS) των ιχθύων

Το ήπαρ είναι το κύριο όργανο αποθήκευσης ενέργειας και μεταβολισμού των πλούσιων σε ενέργεια θρεπτικών συστατικών. Το μεγεθός του υποδηλώνει τη διατροφική κατάσταση και δραστηριότητα των ιχθύων. Συχνά χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της διατροφικής κατάστασης των ιχθύων, αφού υπολογίζεται εύκολα και γρήγορα και δίνει προφανή συμπεράσματα (Han 1978, Yang & Baumann 2006).

Κατά τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν τον Ιούνιο 2010, ο ηπατοσωματικός δείκτης του *Argentina sphyraena* κυμάνθηκε από 7,96 έως 9,66 (Πιν. 3.2). Ο ηπατοσωματικός δείκτης του είδους *Raja brachyura* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 2,78 έως 3,67, ενώ ο αντίστοιχος δείκτης για τα άτομα μικρού μεγέθους κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα από 4,34 έως 28,07. Ο ηπατοσωματικός δείκτης του

Trachinus draco κυμάνθηκε από 2,73 έως 4,82 με μέση τιμή $3,60 \pm 0,81$. Η τιμή αυτή είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την τιμή που βρέθηκε σε έρευνα στη Β.Α. Μεσόγειο θάλασσα από τους Sole *et al.* (2010) και ήταν 1.61 ± 0.63 .

Πίνακας 3.2. Ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) των συλλεχθέντων ειδών του Παγασητικού κόλπου.

Είδος	Αριθμός	HSI	HSI
	ατόμων (n)	(διακύμανση τιμών)	$X \pm S.D$
<i>Argentina sphyraena</i>	5	7,96-9,66	$7,23 \pm 0,79$
<i>Raja brachyuran</i> (μεγάλου μεγέθους)	5	2,78-3,67	$3,27 \pm 0,36$
<i>Raja brachyuran</i> (μικρού μεγέθους)	4	4,34-28,07	-
<i>Trachinus draco</i>	7	2,73-4,82	$3,60 \pm 0,81$
<i>Uranoscopus scaber</i>	10	3,19-7,09	$4,88 \pm 1,30$
<i>Conger conger</i>	2	1,46 & 3,03	$2,24 \pm 1,11$
<i>Torpedo marmorata</i>	4	6,46-9,94	$7,80 \pm 1,65$

Για το είδος *Uranoscopus scaber*, ο ίδιος δείκτης βρέθηκε από 3,19 έως 7,09. Επίσης, ο ηπατοσωματικός δείκτης του είδους *Torpedo marmorata* κυμάνθηκε σε τιμές από 6,49 έως 9,94. Τέλος, για το *Conger conger* όπου συλλέχθησαν μόνο δύο άτομα η τιμή του δείκτη του πρώτου ατόμου βρέθηκε 1,46, ενώ του δεύτερου 3,03. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους El-Amine *et al.* (2011) ο ηπατοσωματικός δείκτης τον Ιούλιο είχε τιμή 1,5. Επίσης, πήρε τη μεγαλύτερη τιμή 1,8 τον Δεκέμβριο, ίσως λόγω

αυξημένης τροφικής δραστηριότητας το καλοκαίρι. Επίσης, η σπερμογονία άρχισε το Μάρτιο και τον Απρίλιο, όπου ο ηπατοσωματικός δείκτης ήταν στο χαμηλότερο επίπεδο 1,3. Αυτό δείχνει ότι τα θρεπτικά αποθέματα χρησιμοποιήθηκαν για παραγωγή αναπαραγωγικών προϊόντων (Correia *et al.* 2006), αλλά και ως πηγή ενέργειας όταν το ψάρι μείωσε την πρόσληψη τροφής λόγω της μετανάστευσης προς στα πεδία αναπαραγωγής του (Cau & Manconi 1984).

Για τα υπόλοιπα είδη δεν ήταν δυνατό να βρεθούν βιβλιογραφικές αναφορές που να μπορούν να μας οδηγήσουν σε κάποιο συμπέρασμα για τις τιμές που βρέθηκαν στην παρούσα εργασία.

3.3. Χημικές αναλύσεις μυϊκού ιστού

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης της χημικής σύστασης και συγκεκριμένα της περιεκτικότητας σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες, τέφρα, υδατάνθρακες και ολική ενέργεια του εδωδιμου μυϊκού ιστού των έντεκα θαλάσσιων ειδών της παρούσας μελέτης.

3.3.1. Περιεκτικότητα σε υγρασία

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 *T. marmorata* περιείχαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία με μέση τιμή $78,98 \pm 1,09\%$, ενώ τη μικρότερη περιεκτικότητα σε υγρασία περιείχαν τα άτομα του *P. longirostris* με μέση τιμή $75,01 \pm 0,46\%$.

Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *A. sphyraena* κυμάνθηκε από 73,73% έως 78,55%. Για το είδος *R. brachyuran*, η αντίστοιχη

περιεκτικότητα σε υγρασία κυμάνθηκε για τα άτομα μεγάλου μεγέθους από 75,12% έως 79,21% με μέσο όρο $76,65 \pm 1,54\%$, ενώ για τα άτομα μικρού μεγέθους η μέση τιμή βρέθηκε $77,27 \pm 0,42\%$. Επίσης, η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *T. draco* κυμάνθηκε από 74,20% έως 76,53% με μέση τιμή $75,20 \pm 0,98\%$. Για το είδος *U. scaber*, η μέση τιμή περιεκτικότητας υγρασίας βρέθηκε με τιμές που κυμάνθηκαν από 77,79% έως 79,34%. Το είδος *A. laterna* περιείχε ποσοστό υγρασίας στο μυϊκό ιστό του της τάξης του $76,18 \pm 0,90\%$ με τιμές που κυμάνθηκαν από 75,08% έως 77,19% και οι αντίστοιχες τιμές για τα άτομα του είδους *C. macrophthalmia* βρέθηκαν από 76,42% έως 77,47% με μέση τιμή $76,86 \pm 0,45\%$. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής συμφωνούν με αυτά της έρευνας των Celik *et al.* (2011), που βρήκε ότι στο *C. macrophthalmia* το ποσοστό περιεκτικότητας σε υγρασία ήταν $76,5 \pm 0,03\%$. Τα ποσοστά περιεκτικότητας υγρασίας που παρουσίασαν τα άτομα του είδους *T. trachurus* είχαν τιμές που κυμάνθηκαν από 74,49% έως 75,62% με μέσο όρο $75,16 \pm 0,58\%$. Ο Valverde *et al.* (2012) σε έρευνα το Φεβρουάριο του 2008 στην περιοχή Asturias βρήκε τα ποσοστά περιεκτικότητας σε υγρασία χαμηλότερα από την παρούσα εργασία με $70,96 \pm 0,84\%$. Η περιεκτικότητα της υγρασίας για το είδος *T. marmorata* ήταν η υψηλότερη με τιμές που κυμαίνονταν από 77,95% έως 81,07%. Για το είδος *C. Conger*, όπου συλλέχθηκαν δύο μόνο άτομα, η μέση τιμή τους βρέθηκε $77,3 \pm 0,28\%$. Για τα άτομα του *M. poutassou*, η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό κυμάνθηκε από 78,36% έως 79,29% με μέση τιμή $78,90 \pm 0,35\%$. Οι τιμές που βρέθηκαν στην παρούσα εργασία δεν συμφωνούν πλήρως με τις τιμές που βρέθηκαν σε έρευνα από τους Valverde *et al.* (2012), όπου για άτομα που αλιεύτηκαν το Φεβρουάριο 2008 στην περιοχή Asturias τα ποσοστά περιεκτικότητας υγρασίας ήταν $72,05 \pm 0,24\%$ και για τα άτομα που αλιεύτηκαν τον Ιούλιο 2007 στην περιοχή της Γαλικίας το αντίστοιχο

ποσοστό βρέθηκε $77,54 \pm 0,16\%$. Αντίθετα, ο Bykov (1983) σε ερευνά του βρήκε ότι τα ποσοστά περιεκτικότητας σε υγρασία κυμάνθηκαν από 77,6 – 81,6%, ενώ και ο Frimodt (1995) βρήκε το αντίστοιχο ποσοστό περιεκτικότητας σε υγρασία 80%. Επίσης, σε άλλες σχετικές μελέτες σύμφωνα με τον FAO (2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα η περιεκτικότητα της υγρασίας μετρήθηκε από 79 % έως 80 % για το είδος *C. Conger* και *M. routassou*. Τέλος, για τα άτομα του είδους *P. longirostris* η περιεκτικότητα της υγρασίας κυμάνθηκε από 74,72% έως 75,67%. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε από τους Rosa & Nunes (2003), όπου η περιεκτικότητα της υγρασίας που βρέθηκε στα άτομα του συγκεκριμένου είδους που αλιεύθηκαν στις ακτές της Β. Πορτογαλίας ήταν $74.05 \pm 0.5\%$.

Η διεθνής βιβλιογραφία είναι ελλιπής αναφορικά με τη χημική σύσταση του σώματος και ειδικότερα της περιεκτικότητας της υγρασίας, των παραπάνω ειδών.

Πίνακας 3.3. Χημική σύσταση μυϊκού ιστού (% επί του νεπού βάρους ιστού)

Είδος	Υγρασία	Πρωτεΐνη	Ολικά Λιπίδια	Τέφρα
<i>Argentina sphyraena</i>	75.73 ± 1.64 ^{bcd}	20.46 ± 0.87 ^{abc}	1.77 ± 1.03 ^{bc}	1.54 ± 0.35 ^{cd}
<i>Raja brachyura</i> (μεγάλου μεγέθους)	76.65 ± 1.54 ^{bcd}	22.74 ± 1.64 ^d	0.20 ± 0.06 ^c	2.20 ± 0.27 ^{abc}
<i>Raja brachyura</i> (μικρού μεγέθους)	77.27 ± 0.42 ^{abc}	20.10 ± 0.32 ^{abc}	0.29 ± 0.06 ^{bc}	2.64 ± 0.14 ^{ab}
<i>Trachinus draco</i>	75.20 ± 0.98 ^{bc}	22.15 ± 1.09 ^{cd}	0.74 ± 0.41 ^{bc}	0.96 ± 0.67 ^d
<i>Trachurus trachurus</i>	75.16 ± 0.58 ^d	21.87 ± 0.67 ^{cd}	0.82 ± 0.12 ^{abc}	1.52 ± 0.22 ^{cd}
<i>Arnoglossus laterna</i>	76.18 ± 0.9 ^{cd}	19.06 ± 0.81 ^{ab}	0.89 ± 0.16 ^a	0.85 ± 0.23 ^d
<i>Cepola macrophthalma</i>	76.86 ± 0.45 ^{abcd}	18.46 ± 0.55 ^a	1.35 ± 0.35 ^{abc}	3.12 ± 0.20 ^a
<i>Uranoscopus scaber</i>	78.51 ± 0.61 ^a	19.51 ± 0.69 ^{ab}	0.22 ± 0.11 ^{bc}	1.46 ± 0.09 ^{cd}
<i>Conger conger</i>	77.31 ± 0.28 ^{abc}	20.36 ± 0.27 ^{abc}	1.20 ± 0.16 ^{ab}	1.22 ± 0.14 ^d
<i>Torpedo marmorata</i>	78.98 ± 1.09 ^{ab}	19.11 ± 1.08 ^{ab}	0.54 ± 0.14 ^{bc}	1.29 ± 0.67 ^d
<i>Micromesistius poutassou</i>	78.90 ± 0.35 ^a	19.57 ± 0.51 ^{ab}	1.04 ± 0.7 ^{bc}	0.95 ± 0.03 ^d
<i>Parapenaeus longistris</i>	75.01 ± 0.46 ^d	20.94 ± 0.47 ^{bcd}	0.70 ± 0.13 ^{abc}	1.70 ± 0.1 ^{bcd}

Σημ.: Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές που φέρουν διαφορετικό εκθέτη για κάθε παράμετρο στη κάθετη στήλη υποδηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ειδών (P<0,05). (*Argentina sphyraena* n=20, *Raja Brachyura* μεγ n=5, *Raja Brachyura* μικρ n=2, *Trachinus draco* n=8, *Trachurus trachurus* n=16, *Arnoglossus laterna* n=40, *Cepola macrophthalma* n=35, *Uranoscopus scaber* n=10, *Conger conger* n=2, *Torpedo marmorata* n=4, *Micromesistius poutassou* n=20, *Parapenaeus longirostris* n=40).

3.3.2 Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Τα άτομα του *C. macrophthalmalma* περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη $18,46 \pm 0,55\%$, ενώ τα άτομα του *R. brachyura* μεγάλου μεγέθους περιείχαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα με $22,74 \pm 1,64\%$ (Πιν.3.3). Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *R. Brachyura* μεγάλου μεγέθους βρέθηκε από $20,22\%$ έως $24,33\%$, ενώ η αντίστοιχη περιεκτικότητα για τα άτομα μικρού μεγέθους ήταν $20,1 \pm 0,32\%$. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *A. sphyraena* κυμάνθηκε από $19,86\%$ έως $21,75\%$ με μέσο όρο $20,46 \pm 0,87\%$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *T. draco* κυμάνθηκε από $20,87\%$ έως $23,34\%$ με μέσο όρο $22,15 \pm 1,09\%$. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *U. scaber* κυμάνθηκε από $18,63\%$ έως $20,17\%$ με μέσο όρο $19,51 \pm 0,69\%$.

Για τα άτομα του είδους *A. laterna*, η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης βρέθηκε από $17,93\%$ έως $19,85\%$ με μέσο όρο $19,06 \pm 0,81\%$, ενώ για το είδος του *C. macrophthalmalma* οι αντίστοιχες τιμές κυμάνθηκαν από $17,86\%$ έως $18,95\%$. Επίσης, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη για το είδος *C. conger* βρέθηκε με μέση τιμή $20,36 \pm 0,27\%$. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης για το είδος *T. trachurus* κυμάνθηκε από $21,52\%$ έως $22,88\%$ με μέση τιμή $21,87 \pm 0,67\%$. Οι τιμές αυτές συμφωνούν με τις τιμές που βρέθηκαν σε έρευνα των Tzikas *et al.* (2007) στη Μεσόγειο θάλασσα, όπου η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο είδος κυμαίνονταν σε ποσοστό $20,3 \pm 0,68\%$.

Για τα συλληφθέντα άτομα του *T. marmorata*, η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης κυμάνθηκε από $17,68\%$ έως 20% με μέση τιμή $19,11 \pm 1,08\%$, ενώ για τα άτομα του είδους *P. longirostris* η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης κυμάνθηκε από $20,51\%$ έως

21,46% με μέσο όρο $20,94 \pm 0,47\%$. Σε μελέτη που πραγματοποίησαν οι Rosa & Nunes (2003) η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης του συγκεκριμένου είδους βρέθηκε $22,0 \pm 0,4\%$, ποσοστό που δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Αντίστοιχα, αποτελέσματα παρουσίασε και ο Celik (2008) σε ερευνά του στην ανατολική Μεσόγειο θάλασσα με $21,62 \pm 0,01\%$. Αντίθετα, οι Oksuz *et al.* (2009) σε ερευνά τους στη Β.Α. Μεσόγειο θάλασσα βρήκαν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη $20,0 \pm 0,3\%$ αποτέλεσμα που συμφωνεί πλήρως με το ποσοστό της παρούσας εργασίας. Η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες για τα άτομα του είδους *M. roulassou* κυμάνθηκαν από 18,71% έως 19,94% με μέση τιμή $19,57 \pm 0,5\%$. Ο Χριστοδούλου (2011) σε έρευνα στον Παγασητικό κόλπο βρήκε το αντίστοιχο ποσοστό $19,97 \pm 0,36\%$. Επίσης, ο Bykov (1983) βρήκε ότι η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης παρουσίασε διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτος και κυμάνθηκε μεταξύ 14% και 19,5%. Ο Frimodt (1995) σε αντίστοιχη έρευνα βρήκε το ποσοστό περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη 17,1%.

3.3.3 Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες

Οι τιμές των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ιχθύων κυμάνθηκαν από 0,20 έως 1,77%. Τα άτομα του είδους *R. brachyura* μεγάλου μεγέθους περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες, ενώ η μεγαλύτερη περιεκτικότητα βρέθηκε στα άτομα του είδους *A. sphyraena* (Πιν. 3.3).

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *A. sphyraena* κυμάνθηκε από 0,45% έως 3,08%. Η αντίστοιχη περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών για τα άτομα του είδους *R. brachyura* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 0,11% έως 0,25% με μέση τιμή $0,20 \pm 0,06\%$, ενώ για τα άτομα του *R.*

brachyura μικρού μεγέθους βρέθηκε $0,29 \pm 0,06\%$. Επίσης η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών για το είδος *T. draco* βρέθηκε $0,74 \pm 0,41\%$, τιμή που είναι αρκετά μικρότερη με αυτή που βρέθηκε από του Passi *et al.* (2002) σε ερευνά τους στη Μεσόγειο θάλασσα και ήταν $1,65 \pm 0,25 \%$. Για τα άτομα του *U. scaber* οι τιμές περιεκτικότητας των ολικών λιπαρών ουσιών κυμάνθηκαν από $0,06\%$ έως $0,22\%$ με μέσο όρο $0,22 \pm 0,11\%$.

Για το είδος *A. laterna* η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών κυμάνθηκε από $0,64\%$ έως $0,99\%$ με μέσο όρο $0,89 \pm 0,16\%$. Το είδος *C. macrophthalmia* παρουσίασε τιμές που κυμάνθηκαν από $0,94\%$ έως $1,70\%$ με μέση τιμή $1,35 \pm 0,35\%$. Οι τιμές που βρέθηκαν στην παρούσα έρευνα δεν συμφωνούν με τα αποτελέσματα της έρευνας των Celik *et al.* (2011), όπου η περιεκτικότητά σε ολικές λιπαρές ουσίες βρέθηκε $0,98 \pm 0,12\%$. Για τα άτομα του είδους *T. trachurus* η περιεκτικότητα σε ολικά λιπίδια κυμάνθηκε από $0,64\%$ έως $0,95\%$ με μέση τιμή $0,82 \pm 0,12\%$, τιμή μικρότερη από αυτή που ανιχνεύτηκε στην έρευνα των Tzikas *et al.* (2007) και ήταν $1,3 \pm 1,08 \%$. Σε παρόμοια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Passi *et al.* (2002) η αντίστοιχη τιμή περιεκτικότητας βρέθηκε $1,97 \pm 0,32 \%$, ενώ από τον Celik (2008) $1,01 \pm 0,05 \%$.

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών για τα άτομα του *T. marmorata* ήταν $0,54 \pm 0,14\%$, με τιμές που κυμάνθηκαν από $0,34\%$ έως $0,55\%$. Η αντίστοιχη τιμή περιεκτικότητας των ολικών λιπαρών ουσιών για τα άτομα του είδους *C. Conger* βρέθηκε $1,20 \pm 0,16\%$. Για το είδος *P. longirostris* οι αντίστοιχες τιμές περιεκτικότητας ολικών λιπαρών ουσιών κυμάνθηκαν από $0,52\%$ έως $0,83\%$ με μέσο όρο $0,70 \pm 0,13\%$. Σύμφωνα με τους Rosa & Nunes (2003) το ποσοστό περιεκτικότητας λιπαρών ουσιών βρέθηκε αρκετά μικρότερο από της παρούσας έρευνας $0,3 \pm 0,1 \%$. Σε αντίστοιχη

έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Oksuz *et al.* (2009) η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών βρέθηκε $1,1 \pm 0,24$ %.

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. roufassi* κυμάνθησαν από 0,38% έως 1,77% με μέσο όρο $1,04 \pm 0,7$ %. Ο Χριστοδούλου (2011) αναφέρει ότι το αντίστοιχο ποσοστό σε ολικές λιπαρές ουσίες στην ερευνά του στον Παγασητικό κόλπο βρέθηκε να είναι το χαμηλότερο ανάμεσα στα υπό μελέτη είδη με $0,12 \pm 0,05$ %.

3.3.4 Περιεκτικότητα σε τέφρα

Τα άτομα του *A. laterna* περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε τέφρα με ποσοστό $0,85 \pm 0,23$ %, ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα περιείχαν τα άτομα του *C. macrophthalmia* $3,12 \pm 0,20$ %.

Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *A. sphyraena* ήταν $1,54 \pm 0,35$ % με μέγιστη τιμή 1,84% και ελάχιστη 0,97%. Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *R. brachyura* μεγάλου και μικρού μεγέθους ήταν $2,20 \pm 0,27$ % και $2,64 \pm 0,14$ % αντίστοιχα. Για το είδος *U. scaber*, η περιεκτικότητα σε τέφρα βρέθηκε $1,46 \pm 0,09$ % με ελάχιστη τιμή 1,36% και μέγιστη 1,58%. Σε ανάλογα επίπεδα με το *U. scaber* κυμάνθηκε η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό του είδους *P. longirostris* με ελάχιστη τιμή 1,60% και μέγιστη 1,89% και μέσο όρο $1,70 \pm 0,1$ %. Οι Rosa & Nunes (2003) σε έρευνα τους για το συγκεκριμένο είδος βρήκαν ότι η περιεκτικότητα σε τέφρα ήταν $2,0 \pm 0,1$ %. Σύμφωνα με τους Oksuz *et al* (2009) το ποσοστό περιεκτικότητας της τέφρας ήταν $1,6 \pm 0,03$ %, ενώ οι Cadun *et al* (2005) βρήκαν την περιεκτικότητα σε τέφρα $2,43 \pm 0,88$ %. Για το είδος *C. macrophthalmia* το ποσοστό της τέφρας κυμάνθηκε από 2,86% έως 3,33%, ποσοστό σημαντικά

μεγαλύτερο από το ποσοστό που βρέθηκε σε έρευνα των Celik *et al.* (2011) με τιμή $0,32 \pm 0,03\%$. Για το είδος *A. laterna* η αντίστοιχη περιεκτικότητα κυμάνθηκε από $0,63\%$ έως $1,17\%$. Οι τιμές περιεκτικότητας σε τέφρα για τα άτομα του *T. trachurus* κυμάνθηκαν από $1,36\%$ έως $1,83\%$ με μέση τιμή $1,52 \pm 0,22\%$. Σε παρόμοια έρευνα από τους Tzikas *et al* (2007) η περιεκτικότητα σε τέφρα βρέθηκε $1,5 \pm 0,08 \%$, ενώ ο Celik (2008) την βρήκε $1,40 \pm 0,00 \%$. Οι ίδιες τιμές περιεκτικότητας τέφρας στο μυϊκό ιστό για το είδος *M. roussou* κυμάνθηκαν από $0,90\%$ έως $0,97\%$ και η μέση τιμή ήταν $0,95 \pm 0,03\%$. Σύμφωνα με την έρευνα του Χριστοδούλου (2011) οι περιεκτικότητα σε τέφρα βρέθηκε σε μεγαλύτερο ποσοστό της τάξης του $1,10 \pm 0,03 \%$. Για το είδος *T.marmorata* η περιεκτικότητα σε τέφρα κυμάνθηκε από $0,61\%$ έως $1,96\%$ με μέσο όρο $1,29 \pm 0,67\%$. Για το είδος *C. conger* η τιμή της περιεκτικότητας της τέφρας βρέθηκε για το πρώτο άτομο $1,12\%$ και για το δεύτερο $1,31\%$. Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό του είδους *T. draco* κυμάνθηκε από $0,19\%$ έως $1,43\%$ με μέση τιμή $0,96 \pm 0,67\%$.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η θρεπτική σύσταση του μυϊκού ιστού των ιχθύων διέφερε μεταξύ των ειδών.
- Η περιεκτικότητά της υγρασίας μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $75,01 \pm 0,46\%$ έως $78,98 \pm 1,09\%$, η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στο *P. longirostris* και σημαντικά μεγαλύτερη στα άτομα του *T. Marmorata*.
- Η περιεκτικότητά σε πρωτεΐνη μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $18,46 \pm 0,55\%$ έως $22,74 \pm 1,64\%$, η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στο *C. macrophthalmia* και σημαντικά μεγαλύτερη στα άτομα μεγάλου μεγέθους του είδους *R. Brachyura*.
- Η περιεκτικότητά σε λιπαρές ουσίες μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $0,20 \pm 0,06\%$ έως $1,77 \pm 1,05\%$, η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στα άτομα μεγάλου μεγέθους του είδους *R. brachyura* και σημαντικά μεγαλύτερη στο είδος *A. sphyraena*.
- Όλα τα είδη ιχθύων μπορούν να χαρακτηριστούν ως άπαχα ψάρια στα οποία η λιποπεριεκτικότητα είναι μέχρι 2% σύμφωνα με την κατάταξη που αναφέρεται στους Hui *et al.* 2006.
- Η περιεκτικότητά σε τέφρα μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από $0,85 \pm 0,23\%$ έως $2,20 \pm 0,27\%$, με την μικρότερη τιμή να ανήκει στο είδος *A. laterna* και η μεγαλύτερη στα άτομα μεγάλου μεγέθους του είδους *R. brachyura*.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βαρελτζής Κ. (1999) Ποιοτικός έλεγχος και Τεχνολογία Αλιευμάτων. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Βαφοπούλου Α.Μ. (2003) Βιοχημεία Τροφίμων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Γκάνιας Θ., Σωμαράκης Σ., Κουτσικόπουλος Κ., Μάχιας Α., Θεοδώρου Α. (2002) Επίδραση της ατρησίας και της ύπαρξης κενών ωοθηλακίων στο γοναδοσωματικό δείκτη της σαρδέλας. Ελληνική Εταιρία Βιολογικών Επιστημών, 24^ο Επιστημονικό συνέδριο, Ερέτρια.
- Γρηγοράκης Κ. (2001) Επίδραση διατροφής στα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Κεφάλαιο στο βιβλίο «Στοιχεία Φυσιολογίας Θρέψεως και Εφαρμοσμένη Διατροφή Ιχθύων και Καρκινοειδών (Μεντέ Ε. & Νέγκας Ι.) Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, σελ. 563-570.
- Ελευθεριάδου Α. (2004) Σημειώσεις στη θεωρία της Ιχθυοτροφίας. Εκδοτικό Κέντρο ΤΕΙΘ.
- Καραπαναγιωτίδης Ι., Καραλάζος Β., Μεντέ Ε. (2010) Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών. Πανεπιστημιακές σημειώσεις του μαθήματος «Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών», Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 97 – 99.
- Καραπαναγιωτίδης Ι., Μεντέ Ε. (2011) Τεχνολογία Ιχθυοτροφών. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας σελ. 4-6.
- Κοκκινάκης Α. (1992) Συγκριτική μελέτη της βιολογίας και της δυναμικής του ψαριού *chalcaburnus chalcoides macedonicus* Stephanidis, (*Pisces cyprinidae*) των

συστημάτων Βόλβης και Βιστονίδας. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Ζωολογίας.

Λουκιανού Μ. (2011) Μελέτη της κινητικής απόκρισης χρονοθερμοκρασιακών δεικτών ΤΤΙ και εφαρμογή για τον έλεγχο ποιότητας ψυγμένων και κατεψυγμένων τροφίμων στη ψυκτική αλυσίδα. Διπλωματική Εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μεντέ Ε. (2011) Συστατικά, κατηγορίες θρεπτικών συστατικών. Κεφάλαιο στο βιβλίο «Στοιχεία Φυσιολογίας Θρέψεως και Εφαρμοσμένη Διατροφή Ιχθύων και Καρκινοειδών (Μεντέ Ε. & Νέγκας Ι.) Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, σελ 111-135.

Μποζιάρης Σ.Ι. (2010) Σημειώσεις Επιστήμης και Τεχνολογίας Αλιευμάτων. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 14.

Νεοφύτου Χ. (2007) “Σημειώσεις Βιολογίας Υδρόβιων Σπονδυλωτών”, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ. 62-63, 132-133.

Παπαναστασίου Δ.Π. (1990) Τεχνολογία και ποιοτικός έλεγχος αλιευμάτων. Ιων, Αθήνα, σελ. 180-315.

Παπουτσόγλου Σ.Ε. (2008) Διατροφή Ιχθύων. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ. 38-41.

Φουρκιώτης Π. (2010) Αλιευτική βιολογία και δυναμική του είδους *Barbus peloropnesius Valenciennes*, 1842, στον ποταμό Βενέτικο. Μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Χριστοδούλου Χ. (2011) Η διατροφική αξία διαφόρων ειδών ιχθύων των οικογενειών Centracanthidae, Gadidae, Merlucciidae και Sparidae. Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

B. Ξένη Βιβλιογραφία

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, pp.117-156.

Bagge O. (2004) The biology of the greater weever (*Trachinus draco*) in the commercial fishery of the Kattegat. *ICES Journal of Marine Science*, 61:933-943.

Barnes M.K.S. (2008) *Torpedo marmorata*. Marbled electric ray. Marine life information network: Biology and sensitivity key information sub-programme. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Belbenoit P. (1986) Fine analysis of predatory and defensive motor events in *Torpedo marmorata*. *Journal of Experimental Biology*, 121:197-226.

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

- Bykov V.P. (1983) Marine dishes: chemical composition and processing properties. New Delhi: American Publishing Co. pp. 322.
- Cadun A., Cakli S., Kisla D. (2005) A study of marination of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) and its shelf life. *Food Chemistry*, 90:53-59.
- Catalano B., Dalu M., Scacco U., Vacchi M. (2007) New biological data on Raja. (chondrichthyes, Rajidae) from around Asinaria island (NW Sardinia, western Mediterranean). *Italian Journal of Zoology*, 74(1):55-61.
- Cau A., Manconi P. (1984) Relationship of feeding, reproductive cycle and bathymetric distribution in *Conger conger*. *Marine Biology*, 81:147-151.
- 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.
- Celik U., Altinelataman C., Kisla D., Dincer T. (2011) Proximate composition of Red Band Fish (*Cepola macrophthalma*, Linnaeus, 1758) and its quality changes during refrigerated storage ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11:609-614.
- Cohen D.M., Inada T., Iwamoto T., Scialabba N. (1990) FAO species catalogue. 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, Synop. 10:442.

- Coker T., Akyol O., Ozaydin O., Leblebici S., Tosunoglu Z. (2008) Determination of batch fecundity in *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 from the Aegean Sea, Turkey. *J. Appl. Ichthyol.*, 24:58-87.
- Consalvo I., Scacco U., Romanelli M., Vacchi M. (2007) Comparative study on the reproductive biology of *Torpedo torpedo* (Linnaeus, 1758) and *T. marmorata* (Risso, 1810) in the central Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 71(2):213-222.
- Correia A.T., Manso S., Coimbra J. (2009) Age, growth and reproductive biology of the European conger eel (*Conger conger*) from the Atlantic Iberian waters. *Fisheries Research*, 99:196-202.
- Correia A., Faria T.R., Alexandrino P., Antunes C., Isidro E., Coimbra J. (2006) Evidence for genetic differentiation in the European conger eel based on mitochondrial DNA analysis. *Fisheries Science*, 72:20-27
- Cowey B.C., Sargent R.J. (1997) Lipid nutrition in fish. *Camp. Biochem. Physiol.*, 57B:269-273.
- 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 Fish Biology*, 23:215-220.
- Dawson A.S., Grimm A.S. (1980) Quantitative seasonal changes in the protein, lipid and liveer of adult female plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology*, 16:493-504.

- Dumas A., 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.
- El-Amine A.M., Ahmed B.T., Smail A.M., Fatiha D., Meriem F.M. (2011) Some aspects on the reproductive cycle of European conger eel *Conger conger* (Osteichthyes, Anguilliformes, Congridae) captured from W. Algerian coasts: a histological description of spermatogenesis. *Biodiversity Journal*, 2(3):107-114.
- 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.
- FAO (2005) General fisheries commission for the Mediterranean international commission for the conservation of Atlantic tunas. Report of the ad hoc GFCM/ICCT working group on sustainable bluefin tuna farming/fattening practices in the Mediterranean. FAO Fisheries report 779.
- Farias I., Figueiredo i., Pereira S.B., Machado B.P., Moura T., Gordo S.L. (2005) Diet comparison of four ray species [*Raja clavata* Linnaeus, 1758; *Raja brachyura* Lafont, 1873; *Leucoraja naevus* (Muller & Henle, 1841) and *Raja montagui* Fowler, 1910] caught along the Portuguese continental coast. *Elasmobranch Fisheries Science*, 28:1-15.

- Friedman M. (1996) Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44:6-29.
- Frimodt C. (1995) Multilingual illustrated guide to the worlds commercial coldwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England pp. 215.
- Gibson N.R., Ezzi A.I. (1980) The biology of the scaldfish, *Arnoglossus laterna* (Walbaum) on the west coast of Scotland. *Journal of Fish Biology*, 17:565-575.
- Gokce M.A., Tasbozan O., Celik M., Tabakoglu L. (2004) Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chemistry*, 88:419-423.
- Griffiths D., Krikwood R.C. (1995) Seasonal variation in growth, mortality and fat stores of roach and perch in Lough Neagh, northern Ireland. *Journal of Fish Biology*, 47:537-554.
- Grigorakis K. (2007) Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it : A review. *Aquaculture*, 272:55-75.
- Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Metailler R. (2001) Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Praxis Pub. United Kingdom, pp.403.
- Haard N. (1992) Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International*, 25:289-307.

- Halliday R.G. (1969) Distribution and regional variation of *Argentina sphyraena*.
Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom, 49:189-208
- Halver E.J., Hardy W.R. (2002) Fish Nutrition (third edition). Elsevier science, USA, pp. 145-151.
- Halver J.E. (1989) The vitamins. In: Fish nutrition, Second edition, edited by J.E. Halver. Academic Press, New York and London., p.31-109
- Han M.H. (1978) The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor.
Journal of Fish Biology, 13:369-378.
- Henderson R.J., Tocher D.R. (1987) The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, 26:281-347.
- Hoar W.S., Randall D.J. (1978) Fish Physiology. Volume VII. Locomotion. New York and London : Academic Press, pp.576.
- Hui H.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, pp. 351-366.
- Ibarz A., Blasco J., Beltran M. (2005) Cold inducted alterations on proximate composition and fatty acid profiles of several tissues in gilthead sea bream (*sparus aurata*). *Aquaculture*, 249:477-486.

- Jorgensen E.H., Johansen S.J.S., Jobling M. (1997) Seasonal patterns of growth, lipid deposition and lipid depletion in anadromous Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 51:312-326.
- Kim Y.M.S., Ilich J.Z. (2011) Implications of dietary α -linolenic acid in bone health. *Nutrition*, 27:1101-1107.
- Lall S.P., Parazzo M.P. (1995) Vitamins in fish and shellfish. In: Ruitter (ed) Fish and fishery products, composition, nutritive properties and stability. Cab International, Wallingford, United Kingdom, pp. 157-186.
- Mendez E., Gonzalez R.M. (1997) Seasonal changes in the chemical and lipid composition of fillets of the southwest Atlantic hake. *Food Chemistry*, 59:213-217.
- 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.
- Nattabi K.J. (2007) Optimal protein ratio for the growth of farmed arctic charr (*Salvelinus alpinus*). The United Nations University, Fisheries Training Programm, pp. 6-17.
- Oksuz A., Ozyilmaz A., Aktas M., Gercek G., Motte J. (2009) A comparative study on proximate mineral and fatty acid compositions of deep seawater rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846) and red shrimp (*Plesionika martia*, A.Milne-Edwards, 1883). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(1):183-189.

- Orchard T., Pan X., Cheek F., Ing S., Jackson R. (2012) A systematic review of omega - 3 fatty acids and osteoporosis. *British Journal of Nutrition*, 107:253-260.
- Ozyurt G., Polat A., Tokur B. (2005) Chemical and sensory changes in wild sea bass captured at different fishing seasons. *International Journal of Food Science and Technology*, 42:887-893.
- Ozyurt G., Polat A., Tokur B. (2007) Chemical and sensory changes in frozen wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. *International Journal of Food Science and Technology*, p. 42:887-893x11
- Passi S., Cataudella S., Di Marco P., De Simone F., Rastrelli L. (2002) Fatty acid composition and antioxidant levels in muscle tissue of different Mediterranean marine species of fish and shellfish. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50:7314-7322.
- Ratz 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.
- Rizkalla I.S., Bakhoun S.A. (2009) Some biological aspects of Atlantic Stargazer *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 (Family: Uranoscopidae) in the Egyptian Mediterraneanwater. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic sciences*, 9:59-66.
- Rosa R., Nunes L.M. (2003) Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas). AndNorway

lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:89-94.

Serot T., Gandemer G., Demaimay M. (1998) Lipid and fatty acid compositions of muscle from farmed and wild adult turbot. *Aquaculture International*, 6:331-343.

Shearer K.D. (1994) Factors affecting the proximate composition of culture fish with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119:63-88.

Sheridan M.A. (1988) Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. *Comp. Biochemistry and Physiology*, 90(4): 679-690.

Shewfelt R. (1980) Fish muscle lipolysis- A review. *Journal of Food Biochemistry*, 5:79-100

Sobrino I., Garcia T. (2007) reproductive aspects of the rose shrimp *Parapenaeus Longirostris* (Lucas, 1846) in the golf of Gadiz. *Bol.Inst. Esp. Oceanography*, 23(1-4):57-71.

Sole M., Anto M., Baena M., Carrason M., Cartes E. (2010) Hepatic biomarkers of xenobiotic metabolism in eighteen marine fish from NW Mediterranean shelf and slope waters in relation to some of their biological and ecological variables. *Marine Environmental Research*, 70:181-188.

Steffens W. (1997) Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151:97-119.

- Stergiou I.K., Economidis P., Sinis A. (1996) Sex ratio, spawning season and size at maturity of red bandfish in western Aegean sea. *Journal of Fish Biology*, 49:561-572.
- Stergiou I.K., Papaconstantinou C. (1993) Natural mortality of red bandfish, *Cepola macrophthalma* (L.) in the Aegean sea (Greece): comparison of the direct and indirect estimation methods. *Fisheries Research*, 16:347-361.
- Svetovidov A.N. (1986) In Whitehead P.J.P., Bauchot M., Hureau C., Nielsen J., Tortonese E. (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris Vol. 2, 680-710.
- Tzikas Z., Amvrosiadis I., Soultos N., Georgakis Sp. (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.
- Usyduš Z., Richter J. (2012) Functional properties of fish and fish products: a review. *International Journal of Food Properties*, 15:823-846.
- Valverde J.C., Hernandez M.D., Garrido S., Rodriguez C., Estefanell J., Gairin I.J., Rodriguez C.J., Tomas A., Garcia B.G. (2012) Lipid classes from marine species and meals intended for cephalopod feeding. *Aquaculture International*, 20:71-89.
- Zaitsev V., Kizevetter L., Lagunov L., Makarova T., Minder L., Podsevalor M. (1969) *Fish cutting and processing*. Mir Publisher, Moscow

Yang X., Baumann V.P. (2006) Biliary PAH metabolites and the hepatosomatic index of brown bullheads from lake Erie tributaries. *Ecological Indicators* 6:567-574.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

http1: www.fishbase.us/summary/Trachurus-trachurus.html

http2: www.fishbase.org/summary/speciessummary.php?id=1779

6. ABSTRACT

Nutrients are essential for all living organisms, including fish, to perform various physiological functions. The physiological role includes among others the energy needs

of the organization and the structure of cells and tissues and the provision of essential amino acids and fatty acids.

Whiting (*Micromesistius poutassou*), shrimp (*Parapenaeus longirostris*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) is one of the most important kinds of Pagasitikos bay, and generally of the Greek and Mediterranean seas, and illustrates economic interest due to the high abundance of catch. The knowledge regarding the nutritional value of these species is currently limited. The aim of this research was to study the chemical composition of nutrients (moisture, protein, fat and ash) in the edible muscle tissue of these three species, and of eight more non-commercial fish species, such as *Trachinus draco*, *Argentina sphyraena*, *Torpedo marmorata*, *Cepola macrophthalma*, *Conger conger*, *Arnoglossus laterna*, *Raja brachyura* and *Uranoscopus scaber*, for which there are few studies and therefore the knowledge of their nutritional value is limited. A total of 203 individuals caught from the bay with bottom trawls (mesh bag 20 mm) in June 2010. Then carried out chemical analyzes of AOAC edible muscle tissue of individuals to determine the total protein, total fat, total moisture and total ash.

The results showed that the nutritional composition of the muscular tissue of fish differed significantly ($P < 0,05$) between the species studied. The lower moisture content ($75,01 \pm 0,46\%$) between species showed the *P. Longirostris* and greater ($78,98 \pm 1,09\%$) individuals of *T. marmorata*. The lower protein content ($18,46 \pm 0,55\%$) among species was measured in *C. Macrophthalma*, and greater ($22,74 \pm 1,64\%$) in large individuals of *R. brachyura*. The fat content between species was significantly lower ($0,20 \pm 0,06\%$) in large individuals of *R. brachyura* and significantly higher ($1,77 \pm 1,05\%$) in *A. sphyraena*. All species examined can be classified as low fat fish, which was lower of 2% according to the classification indicated in Hui *et al.* (2006). In *A.*

laterna found the lower ash content ($0,85 \pm 0,23\%$), while the highest ($2,20 \pm 0,27\%$) in large individuals of *R. brachyura*.

Keywords: nutrient composition, Pagasitikos bay, nutritional value.

