

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

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η διατροφική αξία διαφόρων ειδών ιχθύων των οικογενειών
Clupeidae, Engraulidae, Mullidae, Serranidae, Triglidae και Zeidae»**

Τσίβικος Θεμιστοκλής

ΒΟΛΟΣ 2012

**«Η διατροφική αξία διαφόρων ειδών ιχθύων των οικογενειών Clupeidae,
Engraulidae, Mullidae, Serranidae, Triglidae και Zeidae»**

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 Ανδρέα και Ελένη

Στα αδέρφια μου Κωνσταντίνα, Χρίστο και Στέφανη.

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 Χριστοδούλου Χριστόδουλο 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.

Περίληψη

Τα θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, την παροχή αμινοξέων και λιπαρών οξέων και βασικά στοιχεία για την δόμηση των κυττάρων και των ιστών σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων και των ιχθύων.

Σκοπός της παρούσας προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας ήταν η μελέτη της θρεπτικής σύστασης (υγρασία, πρωτεΐνες, λίπος, τέφρα και ενέργεια) στον εδώδιμο μυϊκό ιστό εννέα ειδών ιχθύων που διαβιούν στον Παγασητικό κόλπο και γενικότερα στη Μεσόγειο θάλασσα. Τα είδη αυτά ήταν τα εξής: μένουλα (*Spicara maena*), τσέρουλα (*Spicara flexuosa*), σαρδελομάνα (*Alosa fallax*), χριστόψαρο (*Zeus faber*), κουτσομούρα (*Mullus barbatus*), καπόνι (*Lepidotrigla cavillone*), γκριζοκαπόνι (*Eutrigla gurnardus*), γαύρος (*Engraulis encrasicolus*) και χάνος (*Serranus cabrilla*).

Τα παραπάνω είδη βρίσκονται σε αφθονία στον Παγασητικό κόλπο και γενικότερα στις ελληνικές θάλασσες και πολλά από αυτά παρουσιάζουν αρκετά μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον. Για το σκοπό αυτό αλιεύτηκαν συνολικά 80 άτομα από τα παραπάνω είδη στον Παγασητικό Κόλπο με τη 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 της υγρασίας, του ολικού λίπους, των ολικών πρωτεϊνών και της τέφρας, ενώ εκτιμήθηκαν τα επίπεδα των ολικών υδατανθράκων και η ενεργειακή αξία.

Μετά το πέρας της πειραματικής διαδικασίας και τη λήψη αποτελεσμάτων, παρατηρήθηκε ότι η θρεπτική σύσταση του μυϊκού ιστού των ιχθύων διέφερε μεταξύ των ειδών που μελετήθηκαν. Τη μικρότερη περιεκτικότητα σε υγρασία μεταξύ των ειδών παρουσίασε το *E. encrasicolus* (74,42±0,38%) και τη μεγαλύτερη το *A. fallax*

(78,03±0,43%). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη κυμάνθηκε από 19,58±0,60% στο είδος *A. fallax* έως 22,49±1,81% στο είδος *E. gurnardus*. Η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από 0,24±0,21% στα άτομα του είδους *M. barbatus* έως 1,84±0,73% στα άτομα του είδους *E. encrasicolus*. Τα είδη τα οποία έχουν μελετηθεί μπορούν 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). Η μικρότερη περιεκτικότητα σε τέφρα (1,17±0,03%) ανιχνεύθηκε στα άτομα του είδους *E. gurnardus* μικρού μεγέθους και η μεγαλύτερη (3,71±0,04%) στα άτομα του *E. encrasicolus*. Υπολογίστηκε η περιεκτικότητα σε ενέργεια με τη μικρότερη (1,16±0,03 Kcal/g) να παρουσιάζεται στα άτομα του είδους *A. fallax* και τη μεγαλύτερη (1,34±0,13 Kcal/g) να παρατηρείται στα άτομα του είδους *E. gurnardus*.

Η περιεκτικότητα (%) της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ιχθύων μεγάλου μεγέθους του είδους *E. gurnardus* παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το σωματικό βάρος και το ολικό μήκος. Αντίθετα, η περιεκτικότητα (%) της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ιχθύων μεγάλου μεγέθους του είδους *E. gurnardus* παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος και ολικό βάρος σώματος. Η περιεκτικότητα (%) της πρωτεΐνης του μυϊκού ιστού των ατόμων μεγάλου μεγέθους του είδους *M. barbatus* παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το σωματικό βάρος, ενώ η περιεκτικότητα της υγρασίας παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το ολικό βάρος σώματος.

Τέλος, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική γραμμική συσχέτιση των θρεπτικών συστατικών των ειδών *E. gurnardus* μικρού μεγέθους, *L. cavillone*, *Z. faber* μεγάλου μεγέθους, *Z. faber* μικρού μεγέθους, *E. encrasicolus*, *S. cabrilla*, *S. maena* και *S.*

flexuosa με το ολικό μήκος, το ολικό βάρος, το γοναδοσωματικό δείκτη, τον ηπατοσωματικό δείκτη και το συντελεστή ευρωστίας.

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	2
1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη θρεπτική σύσταση του σώματος των ιχθύων	5
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.....	7
1.3.1.5 Φύλο	9
1.3.2. Εξωγενείς παράγοντες	9
1.3.2.1 Διατροφή	9
1.3.2.2 Εποχικότητα.....	9
1.3.2.3 Υδάτινο περιβάλλον.....	10
1.4 Βιολογία και σχετικές μελέτες των υπό μελέτη ειδών	11
1.4.1. Κουτσομούρα (<i>Mullus barbatus</i> L., 1758).....	11
1.4.2. Γαύρος (<i>Engraulis engrasicolus</i> L., 1758).....	12
1.4.3. Σαρδελομάνα (<i>Alosa falax</i> , Lacepède 1803).....	14
1.4.4. Χάνος (<i>Serranus cabrilla</i> L., 1758).....	15
1.4.5. Χριστόψαρο (<i>Zeus faber</i> L., 1758).....	16
1.4.6. Καπόνι γκριζο (<i>Eutrigla gurnardus</i> L., 1758).....	17

1.4.7.	Καπόνι κοινό (<i>Lepidotrigla cavillone</i> Lacepede, 1801).....	18
1.4.8.	Μένουλα (<i>Spicara maena</i> L., 1758).....	19
1.4.9.	Τσέρουλα (<i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque, 1810).....	20
1.5	Σκοπός διπλωματικής εργασίας.....	21
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.	Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων.....	29
2.2.4.	Προσδιορισμός τέφρας.....	30
2.3	Υπολογισμός υδατανθράκων.....	31
2.4	Υπολογισμός ενέργειας.....	32
2.5	Στατιστική ανάλυση.....	32
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	33
3.1	Σωματομετρικοί δείκτες.....	33
3.1.1.	Ολικό μήκος, βάρος και δείκτης ευρωστίας των ιχθύων.....	33
3.1.2.	Σχέση μήκους-βάρους των ειδών.....	38
3.1.3.	Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των ιχθύων.....	40
3.1.4.	Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) των ιχθύων.....	43
3.2	Χημικές αναλύσεις μυϊκού ιστού.....	45
3.2.1.	Χημική σύσταση μυϊκού ιστού των ιχθύων.....	45

3.2.1.1	Περιεκτικότητα σε υγρασία.....	45
3.2.1.2	Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.....	48
3.2.1.3	Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες.....	51
3.2.1.4	Περιεκτικότητα σε τέφρα.....	55
3.2.1.5	Ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού.....	56
3.2.2.	Συσχετίσεις θρεπτικής σύστασης του μυϊκού ιστού των ειδών με τους σωματομετρικούς δείκτες.....	57
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	64
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66
6.	ABSTRACT.....	77

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

1.1 Θρεπτικά συστατικά

Σε κάθε οργανισμό τα θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για την επιτέλεση των φυσιολογικών λειτουργιών του, αποτελούν δομικά συστατικά του σώματος και παρέχουν μεταβολική ενέργεια (Μεντέ 2011). Τα θρεπτικά συστατικά διακρίνονται σε μακροθρεπτικά συστατικά, όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα λίπη και τα οποία είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες στον οργανισμό και σε μικροθρεπτικά συστατικά, όπως είναι τα ανόργανα στοιχεία και οι βιταμίνες και τα οποία ο οργανισμός χρειάζεται σε μικρότερες ποσότητες (Καραπαναγιωτίδης 2010). Τη βασική πηγή πρόσληψης των θρεπτικών συστατικών από έναν οργανισμό αποτελεί η τροφή, που η θρεπτική της αξία καθορίζεται από την αναλογία και την ποσότητα των θρεπτικών συστατικών σε αυτή (Lall 2000).

Στη διατροφή των ιχθύων, οι πρωτεΐνες είναι περισσότερο σημαντικές από ότι τα λίπη και οι υδατάνθρακες, καθώς αποτελούν δομικά συστατικά των κυττάρων και συμμετέχουν σε αρκετές από τις λειτουργίες του οργανισμού (Henry & Ahlstrom 2009). Η μη επαρκής πρόσληψη πρωτεϊνών από τον οργανισμό προκαλεί προβλήματα στο ρυθμό ανάπτυξης με επακόλουθο την απώλεια βάρους και μια σειρά παθογόνων καταστάσεων. Το 65-75% των οργανικών συστατικών των ιστών των έμβιων όντων αποτελείται από πρωτεΐνες (Seenappa & Devaraj 1995).

Οι υδατάνθρακες έχουν τη χαμηλότερη ενεργειακή αξία στη διατροφή των ιχθύων. Αποτελούν δομικά συστατικά των ζωικών ιστών, ενώ παίζουν σημαντικό ρόλο στη γεύση και στη δομή των τροφίμων (Stylianopoulos 2005). Στους ιχθύες, η παρουσία των υδατανθράκων επηρεάζει το σχηματισμό της δομής του σκελετού και το

ρυθμό ανάπτυξης του σώματος τους, τη μεταφορά ηλεκτρονίων, την ωσμορύθμιση, ενώ αποτελούν συστατικά των ορμονών και των ενζύμων, τα οποία και ενεργοποιούν (Hamre *et al.* 2005).

Τα λίπη των υδρόβιων οργανισμών περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και συμβάλουν στην απορρόφηση διαφόρων λιποδιαλυτών θρεπτικών, όπως είναι οι στερόλες και οι λιποδιαλυτές βιταμίνες, συμμετέχουν μέσω των φωσφολιπιδίων στη δομή των κυτταρικών μεμβρανών και είναι πρόδρομες ουσίες στη σύνθεση ορμονών (Sargent *et al.* 1999). Η μεταβολική ενέργεια που αποδίδουν τα λίπη είναι η υψηλότερη και κυμαίνεται περίπου στα 9 Kcal/g, σε σχέση με αυτή που αποδίδουν οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες που κυμαίνεται περίπου 5 και 4 Kcal/g, αντίστοιχα (Henry & Ahlstrom 2009).

Το συστατικό που βρίσκεται σε περισσότερη αφθονία στο σώμα των ιχθύων είναι το νερό, το οποίο καθορίζει το ρυθμό της βιολογικής δραστηριότητας, καθώς δρα ως διαλύτης και ως μέσο για τη διεξαγωγή αντιδράσεων, ενώ διευκολύνει τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών στα κύτταρα (Βαφοπούλου 2003).

Οι βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία, δεν παρέχουν ενέργεια, αλλά είναι απαραίτητα για την επιτέλεση των διαφόρων ζωτικών λειτουργιών του οργανισμού (Henry & Ahlstrom 2009).

1.2 Θρεπτική αξία ιχθύων

Η υψηλή θρεπτική αξία των ιχθύων, η γενικότερη τάση του ανθρώπου προς την υγιεινή διατροφή, αλλά κυρίως η αύξηση του πληθυσμού παγκοσμίως, αύξησαν την κατανάλωση των ιχθύων παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια (Alasalvar & Taylor 2002).

Η ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση σε ιχθυηρά παγκοσμίως ανέρχεται στα 17,6 Kg

(FAO 2010), ενώ προβλέπεται να φτάσει στα 24 Kg το 2030 στον αναπτυγμένο κόσμο (Failler 2007).

Οι ιχθύες αποτελούν τροφή υψηλής βιολογικής αξίας σε σχέση με το κρέας των θηλαστικών, διότι παρουσιάζουν υψηλότερη πεπτικότητα, μικρή περιεκτικότητα σε πουρίνες, υψηλή περιεκτικότητα σε ιώδιο, ασβέστιο, φώσφορο και βιταμίνες A και D, καθώς επίσης και πρωτεΐνες υψηλής διατροφικής αξίας (Παπαναστασίου 1990). Αυτό, όμως, που καθιστά τους ιχθύες προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας είναι το γεγονός πως οι λιπαρές τους ουσίες είναι οι πλουσιότερες και αμεσότερες πηγές των ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA), ιδιαίτερα του εικοσιπενταενοϊκού (EPA) και του δεκαεξαενοϊκού οξέος (DHA) (Sargent *et al.* 1999). 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 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 του και αντιστοιχεί περίπου με το 50-60% του συνολικού (Hoar & Randall 1978). Ο μυϊκός ιστός είναι συνήθως στο μεγαλύτερο μέρος του λευκού χρώματος, ενώ ένα μέρος του είναι σκουρόχρωμο-ερυθρό (Foegeding *et al.* 1996, Robb 2002). Σε πολλά από τα είδη, εδώδιμο μέρος αποτελούν οι γονάδες, ενώ σε κάποια μικρά πελαγικά είδη, βρώσιμο μέρος είναι και ο σκελετός, ο οποίος μετά το μαγείρεμα τους μαλακώνει και αποτελεί σημαντική πηγή ασβεστίου και φωσφόρου (Βαρελτζής 2000).

Ο μυϊκός ιστός των ιχθύων χαρακτηρίζεται από εξαιρετικά ποικίλλουσα περιεκτικότητα σε λίπη, υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας

και πολύ μικρή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (Πιν. 1.1). Η ποιότητα του λιπιδικού περιεχομένου τους, αποτελεί πολύτιμη πηγή ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που είναι χρήσιμα για τη σωστή ανάπτυξη του ανθρώπου, ενώ περιέχουν μικρές ποσότητες κορεσμένων λιπιδίων και χοληστερόλης. Αποτελούν, επίσης, 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).

Τα λίπη των ιχθύων αποτελούνται κυρίως από τριακυλογλυκερόλες (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).

Στον μυϊκό ιστό η περιεκτικότητα των ολικών λιπιδίων και των λιπαρών οξέων διαφέρουν μεταξύ των ειδών ανάλογα, αν ο μυϊκός ιστός είναι λευκός ή σκουρόχρωμος και το μέρος που βρίσκεται στο σώμα. Μεταξύ άλλων 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 επηρεάζουν την περιεκτικότητα των ολικών λιπιδίων και το προφίλ των λιπαρών οξέων ενός ιχθύος (Ackman 1989).

Τα διάφορα είδη ιχθύων ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε λίπος διακρίνονται σε (Hui *et al.* 2006):

- Άπαχα (<2%), όπως ο μπακαλιάρος, η γλώσσα, η τσιπούρα κ.α
- Χαμηλά λιπαρά (2-4%), όπως ο σολομός, ο τόννος, το μπαρμπούνι, το λαβράκι, ο γαύρος, η αθερίνα κ.α.
- Ημιλιπαρά (4-8%), όπως ο σολομός, το μπαρμπούνι, η πέστροφα κ.α.
- Λιπαρά (>8%), όπως το χέλι, το σκουμπρί, ο κέφαλος, η σαρδέλα, η ρέγκα, η παλαμίδα κ.α

Οι πρωτεΐνες των ιχθύων είναι υψηλής βιολογικής αξίας, διότι παρέχουν όλα τα απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό αμινοξέα, όπως η λυσίνη και η μεθειονίνη, σε σημαντικές ποσότητες και ισορροπημένη αναλογία και αξιοποιούνται από τον ανθρώπινο οργανισμό σε ποσοστό 93-97% (Haard 1995). Επίσης ξεχωρίζουν για την υψηλή τους πεπτικότητα (Mengoli 1994). Τα ψάρια αποτελούν πλούσιες πηγές σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες του συμπλέγματος Β, νιασίνη, παντοθενικό οξύ, αλλά και λιποδιαλυτές των ομάδων Α και D (Lall & Parazzo 1995) και περιέχουν σημαντικές ποσότητες ανόργανων στοιχείων (ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο, ψευδάργυρο, σελήνιο και ιώδιο στα θαλάσσια είδη) (Ariño *et al.* 2005).

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 θρεπτική σύσταση είναι χαρακτηριστική για κάθε είδος ιχθύος (Love 1980, Shearer 1994, Huss 1998). Οι διαφορές μεταξύ των ειδών παρατηρούνται κυρίως στη λιποπεριεκτικότητα, ενώ διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ των ειδών και στο ποσοστό των πρωτεϊνών του σώματος, οι οποίες οφείλονται στο διαφορετικό μεταβολισμό των αμινοξέων, στο διαφορετικό ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης και στο διαφορετικό βαθμό αξιοποίησης των σωματικών πρωτεϊνών. Η βιβλιογραφία επικεντρώνεται στο ρυθμό της πρωτεϊνοσύνθεσης μεταξύ των ειδών παρά στις διαφορές που υπάρχουν στην περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες. Διακυμάνσεις παρουσιάζονται και στα ποσοστά υγρασίας ανάμεσα στα διάφορα είδη, καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη λιποπεριεκτικότητα (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).

Η διαφορετική γεωγραφική προέλευση αποτελεί βασικό παράγοντα στη παραλλακτικότητα αυτή. Επίσης, διαφορές παρατηρούνται ανάμεσα στους εκτρεφόμενους και ελευθέρως διαβίωσης πληθυσμούς ιχθύων του ίδιου είδους (κυρίως λόγω διατροφής και κολυμβητικής δραστηριότητας) (Serot *et al.* 1998, Grigorakis *et al.* 2007, Fuentes *et al.* 2010).

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

1.3.1.2 Στάδιο ανάπτυξης

Οι μεταβολές της θρεπτικής σύστασης των ιχθύων σε σχέση με το ρυθμό ανάπτυξης τους έχουν μελετηθεί από πολλούς ερευνητές (Dumas *et al.* 2007). Επιπρόσθετα, έχει μελετηθεί και ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (Holdway & Beamish 1984). Η περιεκτικότητα στις σωματικές πρωτεΐνες των ιχθύων μειώνεται, όπως και το επίπεδο της υγρασίας με την αύξηση της ηλικίας και το μέγεθός τους (Παπουτσόγλου 2008), ενώ το επίπεδο των λιπών αυξάνεται (Love 1980, Griffiths & Kirkwood 1995).

1.3.1.3 Αναπαραγωγικό στάδιο

Ανάλογα το στάδιο γεννητικής ωριμότητας, οι θρεπτικές και ενεργειακές ανάγκες των ιχθύων μεταβάλλονται (Love 1980, Zaboukas *et al.* 2006). Σύμφωνα με τους Robards (1999a,b) και Zaboukas (2006) έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες σχετικά με τις μεταβολές των ενεργειακών αποθεμάτων στο σώμα των ιχθύων κατά την περίοδο ωρίμανσης και ανάπτυξης των γονάδων τους. Γενικά, οι ιχθύες κατά την περίοδο λίγο πριν την εναπόθεση των αυγών τους έχουν υψηλότερη θρεπτική αξία για το λόγο ότι περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα λίπους, φωσφόρου, βιταμινών, καλύτερη γεύση, άρωμα και υφή κρέατος (Παπαναστασίου 1990).

1.3.1.4 Ιστοί και μέρη του σώματος

Διάφοροι ιστοί στο σώμα των ιχθύων (μυϊκός ιστός, ηπατοπάγκρεας, γονάδες) παρουσιάζουν παραλλακτικότητα στη θρεπτική τους σύσταση και εμφανίζουν κάποιες διαφορές (Dawson & Grimm 1980, Eliasson & Vahl 1982). Στους περισσότερους ιχθύες, ο λιπώδης ιστός (περισλαχνικό-περιεντερικό λίπος) είναι το κύριο μέρος αποθήκευσης του λίπους. Ακολουθεί κατά σειρά το ήπαρ, που είναι το κύριο όργανο

μεταβολισμού των λιπών, και ο ερυθρός μυϊκός ιστός (Sheridan 1988). Σε αρκετά είδη, η περιεκτικότητα του ηπατοπαγκρέατος και των γονάδων τους σε λίπη είναι αυξημένη σε σύγκριση με την αντίστοιχη του μυϊκού ιστού (Henderson & Tocher 1987). Η πρωτεϊνοσύνθεση λαμβάνει χώρα αρχικά στο ήπαρ ακολούθως στα βράγχια, τον πεπτικό σωλήνα, τον ερυθρό μυϊκό και τέλος στο λευκό μυϊκό ιστό, όπου πραγματοποιείται κυρίως η εναπόθεση των σωματικών πρωτεϊνών. Η παραλλακτικότητα της πρωτεϊνοσύνθεσης εξαρτάται από το ρυθμό ανάπτυξης του ατόμου (Guillaume *et al.* 2001).

Ο Sheridan (1988, 1989) παρατήρησε κάποιες διαφορές στη θρεπτική σύσταση που έχουν βρεθεί ανάμεσα στο λευκό και τον ερυθρό μυϊκό ιστό, όπου οι ερυθροί μύες του τόνου, σε σχέση με τους λευκούς μύες, περιέχουν μικρότερες ποσότητες πρωτεϊνών και νερού και πολύ μεγαλύτερες ποσότητες σε λίπη. Επιπρόσθετα, οι λευκοί μύες περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε κάποιες βιταμίνες, όπως στις βιταμίνες Β και Ε (Lall & Parazzo 1995).

Επίσης, η χημική σύσταση του μυϊκού ιστού παρουσιάζει παραλλακτικότητα ανάμεσα στα διάφορα σημεία κατά μήκος τους σώματος των ιχθύων. Σε ορισμένα είδη παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας σε λίπος από την κοιλιακή προς την ουραία περιοχή, όπως στην Ιριδίζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*) (Haliloglu *et al.* 2004) και από την κοιλιακή προς τη ραχιαία περιοχή, όπως στο ασιατικό γατόψαρο (*Pangasius bocourti*) (Thammarat *et al.* 2010). Αντίθετα, σε κάποια άλλα είδη, όπως στο κιτρινόχελο και αργυρόχελο της Αυστραλίας (*Anguilla australis*), η περιεκτικότητα σε λίπος αυξάνεται από την κοιλιακή προς την ουραία περιοχή (Wills & Hopkirk 1976). Επίσης, σε κάποια είδη η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ποικίλει στις διάφορες περιοχές

του μυϊκού ιστού του σώματός τους, όπως στο είδος *Pangasianodon gigas* (Chaijan *et al.* 2010).

1.3.1.5 Φύλο

Αξιοσημείωτες είναι, επίσης, οι διαφορές που παρατηρούνται στη λιποπεριεκτικότητα ανάμεσα στα δύο φύλα σε ιστούς όπως ο μυϊκός, οι γονάδες και το ήπαρ (Larson 1991, Robards *et al.* 1999b).

1.3.2. Εξωγενείς παράγοντες

1.3.2.1 Διατροφή

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

1.3.2.2 Εποχικότητα

Λόγω της μεταβολής των ενεργειακών αποθεμάτων και των ενεργειακών απαιτήσεων τους κατά τη διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου, η θρεπτική σύσταση των ιχθύων παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις. Ο αναπαραγωγικός κύκλος, η

διαθεσιμότητα της τροφής και η μεταβολή της θερμοκρασίας αποτελούν βασικούς παράγοντες αυτών των διακυμάνσεων (Chellapa *et al.* 1989).

Η εποχιακή διακύμανση της χημικής σύστασης έχει μελετηθεί σε πολλά είδη ιχθύων όπως στο *Perca flavescens* (Newsome & Leduc 1975), το *Pleuronectes platessa* (Dawson & Grimm 1980), το *Gadus morhua* (Eliasson & Vahl 1982), το *Scomber japonicus* και το *Trachurus trachurus* (Celik 2008), σε είδη του γένους *Sebastes* (Larson 1991), το *Rutilus rutilus* και το *Perca fluviatilis* (Griffiths & Krikwood 1995), το *Merluccius hubbsi* (Mendez & Gonzalez 1997), το *Ammodytes hexapterus* (Robards *et al.* 1999a,b), το *Salmo trutta* (Berg *et al.* 2000), το *Merluccius merluccius* (Dominguez-Petit 2007) και το *Engraulis encrasicolus* (Boran 2008).

Γενικά, το φθινόπωρο και την άνοιξη, λόγω της αυξημένης αφθονίας φυτοπλαγκτόν, η λιποπεριεκτικότητα αποκτά τις μέγιστες τιμές της, ενώ η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες είναι μεγαλύτερη το χειμώνα και μικρότερη το καλοκαίρι (Παπαναστασίου 1990).

1.3.2.3 Υδάτινο περιβάλλον

Τα είδη των θαλάσσιων υδάτων έχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις λίπους στο ήπαρ συγκριτικά με τα είδη του γλυκού νερού και αποτελούν πλουσιότερη πηγή ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Henderson & Tocher 1987). Επίσης τα θαλάσσια είδη ιχθύων έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες συγκριτικά με τα είδη του γλυκού νερού (Παπαναστασίου 1990).

Το βάθος της υδάτινης στήλης που διαβιεί κάποιο είδος αποτελεί, παράγοντα επηρεασμού της θρεπτικής σύστασης του σώματος του. Τα ψάρια που διαβιούν σε μεγαλύτερα βάθη παρουσιάζουν μειωμένη λιποπεριεκτικότητα (Childress *et al.* 1990,

Drazen 2007). Επίσης, παρατηρούνται διαφορές στη λιποπεριεκτικότητα ανάλογα με τη γεωγραφική θέση του περιβάλλοντος στο οποίο διαβιεί ένα είδος. Για παράδειγμα το τσιρόνι (*Rutilus rutilus*) ανάλογα με την περιοχή εξαλιεύσής του, εμφανίζεται την ίδια εποχή ως άπαχο, ημιλιπαρό και λιπαρό (Griffiths & Kirkwood 1995).

1.4 Βιολογία και σχετικές μελέτες των υπό μελέτη ειδών

1.4.1. Κουτσομούρα (*Mullus barbatus* L., 1758)

Η κουτσομούρα (Εικ. 1.1) ανήκει στην οικογένεια Mullidae, είναι βενθικό είδος της υποτροπικής ζώνης και συναντάται συνήθως σε βάθος από 100 μέχρι 300 m. Εξαπλώνεται στη Μεσόγειο, στη Μαύρη θάλασσα και στον



Εικόνα 1.1. Κουτσομούρα *M. barbatus* (Stergiou 2002)

ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό (Hureau *et al.* 1986). Τρέφεται με μικρά βενθικά ασπόνδυλα όπως οστρακοειδή, σκουλήκια και μαλάκια. Το είδος αυτό αναπαράγεται από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούλιο (Cherif *et al.* 2007), σε βάθη 10 - 55 m. Στην Ελλάδα, το ελάχιστο επιτρεπόμενο μέγεθος αλίευσης (ολικό μήκος TL) για τη κουτσομούρα είναι 11 cm (Karantagakis 2007).

Η κουτσομούρα έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης μόλυνσης της παράκτιας ζώνης (UPEN) και λόγω αυτού, αρκετές μελέτες πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την εκτίμηση της συγκέντρωσης τοξικών χημικών ουσιών στο σώμα της (Vassilopoulou & Georgakopoulos 1993, Porte *et al.* 2002). Επίσης, έχει μελετηθεί η βιολογία (Papaconstantinou *et al.* 1981), η οικολογία (Caragitsou & Tsimendes 1982, Vassilopoulou *et al.* 2001) και η αλιεία του είδους (Vassilopoulou & Papaconstantinou 1988, Petrakis & Stergiou 1996). Σχετικά με τη θρεπτική σύσταση του σώματος της

κουτσομούρας, ελάχιστες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί (Karakoltsidis *et al.* 1995, Guner *et al.* 1998, Koubaa *et al.* 2010), ενώ η εποχική μεταβολή της στην περιοχή μελέτης είναι άγνωστη, καθώς προηγούμενες μελέτες περιορίστηκαν στον προσδιορισμό της λιποπεριεκτικότητας (Satsmadjis *et al.* 1988, Vassilopoulou *et al.* 1993).

1.4.2. Γαύρος (*Engraulis engrasicolus* L., 1758)

Το *Engraulis engrasicolus* (Linnaeus 1758), ευρωπαϊκός γαύρος, αποτελεί ένα από τα κυριότερα αποθέματα μικρών



πελαγικών ψαριών της Μεσογείου (Stergiou *et al.* 1997). Η κατανομή του κατά μήκος των

Εικόνα 1.2. Γαύρος. *E. engrasicolus* (Stergiou & Scott 1999)

Μεσογειακών ακτών δεν είναι συνεχής, αλλά αποτελείται από ανεξάρτητους πληθυσμούς, που συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένες περιοχές της δυτικής και της ανατολικής Μεσογείου (Lafuente *et al.* 2002). Τα μεγαλύτερα αποθέματα γαύρου στη Μεσόγειο βρίσκονται στη βορειοδυτική Μεσόγειο, στην Αδριατική και στο Αιγαίο. Ο γαύρος μαζί με τη σαρδέλα αποτελούν τα κυρίαρχα είδη της ελληνικής αλιευτικής παραγωγής (Stergiou *et al.* 1997). Είναι βασικό αλιεύμα στο βόρειο Αιγαίο και αλιεύεται κυρίως από το στόλο των γρι-γρι. Στην Ελλάδα, το ελάχιστο επιτρεπόμενο μέγεθος αλίευσης (ολικό μήκος TL) για το γαύρο είναι 9cm.

Ο γαύρος τρέφεται κυρίως με πλαγκτονικούς οργανισμούς, μικρά οστρακόδερμα και λάρβες ασπόνδυλων και ψαριών (Νεοφύτου 2007) και κατά συνέπεια η αφθονία τους επηρεάζει την διατροφή του γαύρου αλλά και την χημική σύστασή του (Salikoglu *et al.* 2000). Επίσης ο γαύρος ωριμάζει αναπαραγωγικά με τη

συμπλήρωση του πρώτου χρόνου και σε μήκος περίπου 11cm (Millan 1999, Uriarte *et al.* 1996). Η περίοδος της αναπαραγωγής ξεκινά από την Άνοιξη και διαρκεί μέχρι τα μέσα Φθινοπώρου (Motos *et al.* 1996). Η άνοδος της θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων φαίνεται να επηρεάζει την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου (García & Palomera 1996, Motos *et al.* 1996, Regner 1996). Το μέγιστο της ωοτοκίας παρατηρείται κατά τα τέλη της Άνοιξης με αρχές Καλοκαιριού (Μάιο-Ιούνιο), περίοδο που παρατηρούνται οι πιο σημαντικές περιβαλλοντικές αλλαγές (Koutsikopoulos & Le Cann 1996).

Στην Ελλάδα, πεδία αναπαραγωγής του γαύρου έχουν βρεθεί στο Βόρειο, στο Κεντρικό και στο Βορειοδυτικό Αιγαίο, καθώς επίσης και στο Κεντρικό Ιόνιο. Στο Αιγαίο τα κύρια αναπαραγωγικά πεδία του γαύρου εντοπίζονται σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από εκτεταμένη υφαλοκρηπίδα και διαδικασίες εμπλουτισμού που σχετίζονται με τις εκροές μεγάλων ποταμών ή το πλούσιο σε θρεπτικά νερό της Μαύρης Θάλασσας (Somarakis *et al.* 2002, Ramfos *et al.* 2000). Ο Huss (1998) ανέφερε ότι μείωση της περιεκτικότητας λίπους και πρωτεΐνης αναμένεται την περίοδο της αναπαραγωγής.

Σχετικά με τη θρεπτική σύσταση του σώματος του γαύρου έχουν πραγματοποιηθεί ελάχιστες μελέτες, στις οποίες οι δειγματοληψίες περιορίστηκαν κατά την περίοδο αλίευσης του (Kaya & Turan 2010).

1.4.3. Σαρδελομάνα (*Alosa falax*, Lacepede 1803)

Η Σαρδελομάνα ανήκει στην οικογένεια Clupeidae, είναι αμφίδρομο είδος και έντονα μεταναστευτικό όταν βρίσκεται στην θάλασσα. (Rochard & Elie 1994)



Εικόνα 1.3. Σαρδελομάνα. *A. falax* (Meyer & Trevor 2002)

Τα άτομα του είδους είναι αναπαραγωγικά ώριμα στην ηλικία των 3-4 ετών όταν το μήκος τους φτάσει περίπου τα 30-40 εκατοστά (Muus & Nielsen 1999). Εισέρχεται στους ποταμούς κυρίως την άνοιξη κατά το μήνα Απρίλιο όταν οι θερμοκρασίες φτάσουν τους 10-12° C για να ωοτοκήσει. Τα αυγά τους είναι βενθοπελαγικά και τα διασκορπίζουν στην άμμο και στα χαλίκια που υπάρχουν στο υπόστρωμα των ποταμών. (Whitehead, 1985). Η αναπαραγωγική περίοδος επιτυγχάνεται συνήθως το Μάιο, όταν η θερμοκρασία φτάσει στους 15° C (Rochard & Elie 1994). Διαβιούν στους ποταμούς μέχρι και 2 χρόνια, οπότε και επιστρέφουν στη θάλασσα (Kottelat & Freyhof 2007). Τρέφονται κυρίως με οστρακόδερμα και μικρά ψάρια. Η αλιεία γίνεται κατά την επιστροφή τους κυρίως στη ζώνη των υφάλμυρων νερών (Rochard & Elie 1994).

Στην Ελλάδα, η σαρδελομάνα απαντάται στη Θεσσαλία και στις λίμνες Βόλβη και Βιστονίδα. Σύμφωνα με τους Kottelat & J. Freyhof (2007), λόγω της αλόγιστης ρύπανσης των ποταμών ο πληθυσμός του είδους κατά την πρώτη δεκαετία του 20^{ου} αιώνα μειώθηκε σημαντικά.

1.4.4. Χάνος (*Serranus cabrilla* L., 1758)

Ο χάνος (*Serranus cabrilla*) είναι μεσοπελαγικό είδος και ανήκει στην οικογένεια Serranidae. Είναι είδος ευρέως



Εικόνα 1.4. Χάνος *S. cabrilla* (Stergiou 2002)

διαδεδομένο στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό και στις θαλάσσιες περιοχές της

Μεσογείου (Tortonese 1986). Είναι είδος βενθικό της υποτροπικής ζώνης και συναντάται στην περιοχή της υφαλοκρηπίδας. Μπορεί να επιβιώσει σε αμμώδεις ή λασπώδεις, πυθμένες καθώς και σε περιοχές με έντονη φυκώδης βλάστηση (Tortonese 1986). Συναντάται κυρίως στις ενδιάμεσες στήλες του νερού σε βάθος μεταξύ 5-500 μέτρων. Το μέγιστο μήκος του φθάνει στα 40 cm ενώ το πιο σύνηθες είναι τα 25 cm (Bianchi *et al.* 1999)

Ο χάνος ανήκει στα σαρκοφάγα ψάρια και τρέφεται κυρίως με ψάρια, κεφαλόποδα και καρκινοειδή (Bianchi *et al.* 1999). Παρουσιάζει περιορισμένη εμπορική αξία και μπορεί να εμπορευείται κυρίως ως καλλωπιστικό είδος.

Είναι ερμαφρόδιτο είδος και η αναπαραγωγή του λαμβάνει χώρα στην Μεσόγειο θάλασσα από τον μήνα Μάρτιο έως τον Αύγουστο. Ο χάνος δεν ανήκει στα απειλούμενα είδη (Tortonese 1986).

1.4.5. Χριστόψαρο (*Zeus faber* L., 1758)

Το χριστόψαρο (*Zeus faber*) ανήκει στην τάξη Zeiformes και αποτελεί είδος της οικογένειας Zeidae. Συναντάται στον Ατλαντικό ωκεανό από την Νορβηγία μέχρι τη Μαδέρα (FAO). Αποτελεί ένα από τα πιο κοινά είδη στην Μεσόγειο και στην Μαύρη θάλασσα,



Εικόνα 1.5. Χριστόψαρο. *Z. faber* (Cambraia Duarte 2001)

βρίσκεται κυρίως σε κλειστούς κόλπους και σε παράκτια νερά (Kailola 1993) σε βάθος που κυμαίνεται από 5m έως 400m, συνήθως όμως συναντάται σε ένα εύρος βάθους από 50 έως 150m (Quéro 1986, May & Maxwell 1986).

Είναι είδος βενθοπελαγικό της εύκρατης ζώνης και διαβιεί κοντά στον πυθμένα ή και στις ενδιάμεσες στήλες του νερού (Muus & Nielsen 1999). Τα νεαρά άτομα του είδους σχηματίζουν μικρά κοπάδια, σε αντίθεση με τα ενήλικα που είναι συνήθως μοναχικά (Bianchi *et al.* 1993). Τρέφεται κυρίως με μεγάλη ποικιλία ψαριών, έχοντας ιδιαίτερη προτίμηση στα βαθύβια και τα κοπαδίστικα είδη. Περιστασιακά τρέφεται με κεφαλόποδα και οστρακόδερμα (Bianchi *et al.* 1993).

Το σύνηθες μήκος του κυμαίνεται περίπου στα 40cm ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει μέχρι τα 90cm (Kagger 1990). Το μέγιστο βάρος του είδους φτάνει τα 8kg (Muus & Nielsen 1999) όπως και μέγιστο όριο ηλικίας φτάνει τα 12 χρόνια (Maigret & Ly 1986).

Η αναπαραγωγική του περίοδος λαμβάνει χώρα στον Ατλαντικό ωκεανό κατά τους τελευταίους μήνες του χειμώνα μέχρι και τις αρχές της άνοιξης, ενώ η αναπαραγωγική του περίοδος στην Μεσόγειο θάλασσα πραγματοποιείται κατά τους μήνες Σεπτέμβριο μέχρι και το τέλος Νοεμβρίου και από τον μήνα Μάρτιο έως και

Μάιο (Akyol 2001). Τα αυγά του είδους είναι πελαγικά. Τα νεαρά άτομα του είδους ωριμάζουν αναπαραγωγικά σε ηλικία 3-4 ετών καθώς το μήκος τους κυμαίνεται από 25cm έως 35cm (Bianchi *et al.* 1999).

1.4.6. Καπόνι γκρίζο (*Eutrigla gurnardus* L., 1758)

Το γκρίζο καπόνι (*Eutrigla gurnardus*) ανήκει στην τάξη Scorpaeniformes και αποτελεί είδος της οικογένειας Triglidae.



Εικόνα 1.6. Καπόνι γκρίζο. *E. gurnardus* (Dolgov 2000)

Είναι βενθικό είδος της εύκρατης ζώνης και ζει σε βάθη που κυμαίνονται από 10m έως 340m (Mytilineou *et al.* 2005), συνήθως όμως συναντάται σε ένα εύρος βάθους 10 έως 150m (Muus & Nielsen 1999). Επιβιώνει σε πυθμένες διαφόρων συνθέσεων κυρίως βραχώδεις, αμμώδεις, ακόμη και σε περιοχές με λασπώδη ιζήματα (Mytilineou *et al.* 2005). Το είδος αυτό συναντάται στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό από την Ισλανδία, Νορβηγία, νότια Βαλτική θάλασσα και Βόρεια θάλασσα, μέχρι το νότιο Μαρόκο και τη Μαδέρα. Αποτελεί ένα από τα πιο κοινά είδη στη Μεσόγειο και στη Μαύρη θάλασσα (Hureau 1986).

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μεταναστεύει προς την ακτή, όπου σε κάποιες περιπτώσεις εισέρχεται και σε εκβολές ποταμών. Κατά την διάρκεια της ημέρας μετακινείται σε μεγαλύτερα βάθη, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας αναδύεται κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας.

Τρέφεται κυρίως με οστρακοειδή, γαρίδες, καβούρια και ψάρια (νεαρές ρέγγες, γοβιούς και αμμόχελα) (Frimodt 1995). Το σύνηθες μήκος του κυμαίνεται περίπου στα 30cm (Hureau 1986) ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει μέχρι τα 60cm

(Bauchot 1987). Το μέγιστο βάρος σε ψάρι του είδους που έχει μέχρι τώρα καταγραφεί φτάνει τα 956g (Sportfiskarna 2002).

Η αναπαραγωγή του είδους στο βορειοατλαντικό ωκεανό, λαμβάνει χώρα την περίοδο μεταξύ των μηνών Φεβρουαρίου-Αυγούστου σε βάθος που κυμαίνεται από 25 έως 50m. Τα θηλυκά άτομα του είδους γεννούν περίπου 300.000 αυγά, τα οποία απελευθερώνουν στο πέλαγος. Τα γκρίζα καπόνια ωριμάζουν αναπαραγωγικά σε ηλικία 3-4 ετών. Τα νεαρά άτομα του είδους είναι πελαγικά μέχρι να αποκτήσουν μήκος 3cm όπου και μετακινούνται σε κατώτατα στρώματα της υδάτινης στήλης (Hureau 1986).

1.4.7. Καπόνι κοινό (*Lepidotrigla cavillone* Lacepede, 1801)

Το κοινό καπόνι (*Lepidotrigla cavillone*) ανήκει στην τάξη Scorpaeniformes και αποτελεί είδος της οικογένειας Triglidae. Είναι είδος βενθικό της υποτροπικής ζώνης και ζει σε βάθος από 100 μέχρι 190m (Labropoulou & Paraconstantinou 2005). Επιβιώνει σε πυθμένες διαφόρων συνθέσεων, αμμώδεις, λασπώδεις ή χαλικώδεις.



Εικόνα 1.7. Καπόνι κοινό. *L. Cavillone* (αρχείο συγγραφέα 2010).

Το καπόνι συναντάται στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό από τις νότιες ακτές της Πορτογαλίας μέχρι τις ακτές της Μαυριτανίας. Σύμφωνα με τον FAO (2005) είναι κοινό ψάρι στην Μεσόγειο θάλασσα αλλά απουσιάζει από τη Μαύρη θάλασσα.

Η αναπαραγωγή του είδους λαμβάνει χώρα την περίοδο μεταξύ των μηνών Μαΐου και Ιουλίου. Οι λάρβες του είδους είναι πελαγικές. Τα άτομα του είδους λαμβάνουν την πρώτη αναπαραγωγική τους ωριμότητα σε ηλικία δύο ετών έχοντας

φτάσει σε μήκος περίπου τα 6-8 cm. Το σύνηθες μήκος του κυμαίνεται περίπου στα 12cm (Bauchot 1987) ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει μέχρι τα 20cm.

1.4.8. Μένουλα (*Spicara maena* L., 1758)

Η μένουλα *Spicara maena* είναι πελαγικό είδος, ανήκει στην τάξη Perciformes και αποτελεί είδος της οικογένειας Centranchidae. Το είδος



Εικόνα 1.8. Μένουλα. *S. maena* (Stergiou 2002)

συναντάται στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό από την Πορτογαλία μέχρι το Μαρόκο και τα Κανάρια

νησιά. Επίσης, συναντάται σε μεγάλους πληθυσμούς στη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα (Heemstra 1990).

Είναι πελαγικό είδος της υποτροπικής ζώνης και ζει σε παράκτια νερά. Συχνά εισέρχεται μέσα στα λιμάνια. Το συγκεκριμένο είδος πολλές φορές κοπαδιάζει μαζί με άλλα είδη ψαριών.

Μπορεί να βρεθεί σε βάθος μεταξύ 30 και 130 m (Heemstra 1990). Το μέγιστο μήκος του φθάνει στα 25 cm (Tortonese 1986), ενώ το πιο σύνηθες μήκος είναι στα 14 cm (Bauchot 1987). Επιβιώνει σε πυθμένες διαφόρων συνθέσεων, βραχώδεις, αμμώδεις, λασπώδεις πυθμένες και σε φυκιάδες (Tortonese 1986).

Η μένουλα ανήκει στα παμφάγα ψάρια και τρέφεται κυρίως με μικρά ασπόνδυλα και πλαγκτονικά κωπήποδα (Mytilineou 1987).

Η αναπαραγωγή του είδους αυτού, ανάλογα με την περιοχή εξάπλωσης του, λαμβάνει χώρα την περίοδο Αυγούστου- Οκτωβρίου (Tortonese 1986). Είναι ερμαφρόδιτο με πρωτόγυνη εμφάνιση (Breder & Rosen 1966). Η μένουλα παρουσιάζει

περιορισμένη εμπορική αξία, (Mytilineou & Papaconstantinou 1991) αλλά είναι πολύ αγαπητό στην ερασιτεχνική αλιεία. Η μένουλα δεν ανήκει στα απειλούμενα είδη.

1.4.9. Τσέρουλα (*Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810)

Η τσέρουλα *Spicara flexuosa* είναι πελαγικό είδος και ανήκει στην τάξη Perciformes και αποτελεί είδος της οικογένειας Centranchidae. Το είδος συναντάται στις ακτές της Πορτογαλίας καθώς και στη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα (Heemstra 1990).



Εικόνα 1.9. Τσέρουλα *S. flexuosa* (Margies 2006)

Πελαγικό είδος της υποτροπικής ζώνης και ζει σε παράκτια νερά. Η τσέρουλα ανήκει στα παμφάγα ψάρια και τρέφεται κυρίως με μικρά ασπόνδυλα και πλαγκτονικά κωπήποδα (Mytilineou 1987).

Μπορεί να βρεθεί σε βάθος έως και 130 m (Heemstra 1990). Το μέγιστο μήκος του φθάνει στα 25 cm (Tortonese 1986), ενώ το πιο σύνηθες μήκος είναι στα 14 cm (Bauchot 1987). Επιβιώνει σε αμμώδης, λασπώδης πυθμένες (Tortonese 1986).

Η αναπαραγωγή του είδους ανάλογα με την περιοχή εξάπλωσης του λαμβάνει χώρα από τον μήνα Μάρτιο έως τον μήνα Μάιο. Όπως και η μένουλα είναι ερμαφρόδιτο με πρωτόγυνη εμφάνιση (Breder & Rosen 1966). Τα αυγά τα εναποθέτει κοντά στον πυθμένα.

Τα μελετηθέντα είδη της οικογένειας Centranchidae έχουν περιορισμένη εμπορική αξία, για αυτό και λίγα είναι γνωστά για τις διατροφικές συνήθειες, τη χημική σύσταση και την οικολογία τους. Παρόλα αυτά η μελέτη της βιολογίας της δυναμικής

και της οικολογίας τους θεωρείται αναγκαία καθώς αποτελούν είδη που αφθονούν στα αλιεύματα.

1.5 Σκοπός διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να μελετηθεί η χημική σύσταση σε θρεπτικά συστατικά (υγρασία, πρωτεΐνες, λίπος, υδατάνθρακες και τέφρα) στον εδώδιμο μυϊκό ιστό των ειδών *Mullus barbatus*, *Engraulis encrasicolus*, *Alosa fallax*, *Serranus cabrilla*, *Zeus faber*, *Eutrigla gurnardus*, *Lepidotrigla cavillone*, *Spicara maena*, και *Spicara flexuosa* που διαβιούν στον Παγασητικό κόλπο.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Δειγματοληψίες ιχθύων

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν τον Ιούνιο του 2010 στον κόλπο του Παγασητικού με τη χρήση τράτας βυθού με άνοιγμα ματιού του σάκου 20 mm. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι σύρσεις (2 ανατολικά, 2 κεντρικά και 2 δυτικά του κόλπου). Το βάθος των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 50 έως 60 m. Κατά τις δειγματοληψίες συλλέχθηκαν συνολικά 152 άτομα, τα οποία ανήκουν στα είδη *Mullus barbatus* (n=12), *Engraulis engrasicolus* (n=8), *Alosa fallax* (n=1), *Serranus cabrilla* (n=30), *Zeus faber* (n=10), *Eutrigla gurnardus* (n=20), *Lepidotrigla cavillone* (n=29), *Spicara maena* (n=20) και *Spicara flexuosa* (n=22).



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

Μετά την αλίευση τους τα συλληφθέντα άτομα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο μέσα σε κιβώτια με πάγο. Ακολούθως, μετρήθηκε το ολικό μήκος των ατόμων σε πρώτο δεκαδικό ψηφίο με ιχθυόμετρο και το ολικό βάρος (W) των ατόμων σε δεύτερο

δεκαδικό ψηφίο με τη χρήση ηλεκτρονικού ζυγού. Στη συνέχεια, κάνοντας τομή στην κοιλιακή περιοχή εξήχθησαν οι γονάδες, το ήπαρ και τα υπόλοιπα σπλαχνικά όργανα, όπου με χρήση ζυγού ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων (Εικ. 2.1) μετρήθηκε το βάρος τους. Έπειτα, αφαιρέθηκε και ζυγίστηκε όλος ο μυϊκός ιστός του σώματος των ατόμων, ο οποίος ήταν απαλλαγμένος από κόκαλα και δέρμα. Ακολούθως, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ατομικές αεροστεγείς σακούλες και καταψύχτηκαν σε θερμοκρασία - 20 °C, μέχρι τη διεξαγωγή των χημικών αναλύσεων.

Επίσης έγινε υπολογισμός της σχέσης μήκους-βάρους από τα συλληφθέντα άτομα για κάθε είδος ξεχωριστά με την εφαρμογή της παρακάτω εξίσωσης:

$$W=aTL^b$$

Όπου, W=ολικό βάρος και TL=ολικό μήκος

Επιπρόσθετα υπολογίστηκαν οι σωματομετρικοί δείκτες όπως:

Ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) σύμφωνα με την εξίσωση:

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

Ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) σύμφωνα με την εξίσωση:

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

Και τέλος ο δείκτης ευρωστίας (K)

$$K = \frac{\text{Ολικό μήκος (TL)}}{\text{Ολικό βάρος του σώματος}} \times 100$$

2.2 Χημικές αναλύσεις ιστών

Η διεξαγωγή των χημικών αναλύσεων πραγματοποιήθηκε 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

Η διαδικασία της αποξήρανσης για τον προσδιορισμό της υγρασίας των δειγμάτων προηγήθηκε των άλλων διαδικασιών, καθώς, για τις υπόλοιπες χημικές αναλύσεις (πρωτεΐνης, λίπους και τέφρας) τα δείγματα ήταν απαραίτητο να βρίσκονται σε μορφή σκόνης (κονιορτοποιημένα) και πλήρως αποξηραμένα.

Ποσότητα νοπού αποψυγμένου ιστού τοποθετήθηκε σε προζυγισμένο δισκίο αλουμινίου, αφού πρώτα λήφθηκε η μέτρηση του καθαρού του βάρους, και στη συνέχεια εισήχθηκε σε κλίβανο (Εικ. 2.2) στους 105 °C για 24 ώρες (AOAC 1995). Η διαδικασία, μετά το πέρας των 24 ωρών στον κλίβανο, ολοκληρώθηκε με τη μέτρηση του τελικού βάρους των δειγμάτων (με το αλουμινένιο δισκίο), αφού είχε προηγηθεί η τοποθέτησή τους σε ξηραντήρα (Εικ. 2.3) για να ψυχθούν. Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιήθηκαν σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Η ξηρή ουσία των δειγμάτων υπολογίστηκε σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις:

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

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

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

Ακολούθως τα δείγματα μετατράπηκαν σε μορφή σκόνης (κονιορτοποιήθηκαν) και αποθηκεύθηκαν σε πλαστικούς αεροστεγείς περιέκτες για τις περαιτέρω αναλύσεις.



Εικόνα 2.2: Κλίβανος (φωτογραφία συγγραφέα)



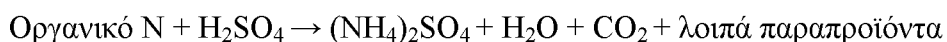
Εικόνα 2.3: Ξηραντήρας (φωτογραφία συγγραφέα)

2.2.2. Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αζωτούχων ουσιών

Ο προσδιορισμός των αζωτούχων ενώσεων (ολικών πρωτεϊνών) πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο προσδιορισμού αζωτούχων ενώσεων Kjeldahl. Ο ποσοτικός προσδιορισμός τους παρουσιάζει μεγάλες δυσχέρειες, οι οποίες οφείλονται στο χαρακτήρα αυτών των μεγαλομορίων, καθώς και στην αδυναμία πλήρους διαχωρισμού τους.

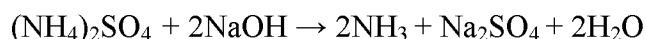
Αρχικά, με τη βοήθεια ενός μικρού κομματιού από αλουμινόχαρτο που τοποθετήθηκε πάνω στο ζυγό ακριβείας, ζυγίστηκαν 200 mg δείγματος και καταγράφηκαν τα βάρη τους. Ακολούθως, τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδικές φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl (Εικ. 2.4) και ακολούθησε η διαδικασία της πέψης των δειγμάτων. Η διαδικασία ολοκληρώνεται σε τρία στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο της χώνευσης-πέψης του δείγματος, πραγματοποιείται βρασμός του δείγματος σε πυκνό

θεικό οξύ, έτσι επιτυγχάνεται η διάσπαση όλων των αζωτούχων ουσιών, η απελευθέρωση του αζώτου και τέλος η δέσμευση του σε θειικό αμμώνιο. Οι φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl πληρώνονταν με την ποσότητα των 0,2 g του προς εξέταση αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος. 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. Κατόπιν, οι φιάλες βρασμού εισάγονταν στη συσκευή πέψεως, όπου πραγματοποιούνταν χώνευση του διαλύματος με θέρμανση για 1,5 ώρα. Η συσκευή δούλεψε 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 στον απαγωγό για περίπου 20-30 λεπτά, ώστε να ψυχθούν και να σταματήσουν οι αναθυμιάσεις. Η χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα στο στάδιο αυτό είναι η ακόλουθη:

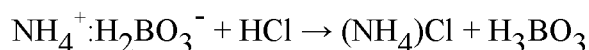


Κατά το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας, πραγματοποιήθηκε η απόσταξη κατά την οποία προστέθηκε βασικό διάλυμα στο όξινο διάλυμα της πέψης, έγινε μετατροπή της αμμωνίας (NH₄) σε αμμωνιακά ιόντα (NH₃) και δέσμευση αυτών σε διάλυμα βορικού οξέος. Η κάθε φιάλη βρασμού τοποθετούνταν στην ειδική υποδοχή της συσκευής αποστάξεως, ενώ στην άλλη υποδοχή τοποθετούνταν μια κενή φιάλη 250 ml έχοντας προσθέσει σε αυτή 3 σταγόνες δείκτη ερυθρού του μεθυλίου (0,2 g methyl red διαλυμένο σε 100 ml αλκοόλης 95 %) (Εικ. 2.5). Το πρόγραμμα που ήταν προγραμματισμένο να τρέξει τα δείγματα μας 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 H₂BO₃ 4% στην κενή φιάλη, όπου θα δεσμεύονταν τα αμμωνιακά ιόντα. Ο συνολικός χρόνος απόσταξης του κάθε δείγματος ήταν 6 λεπτά. Η χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα στο στάδιο αυτό είναι η ακόλουθη:



Έπειτα ακολούθησε η διαδικασία της τιτλοδότησης κατά την οποία το βορικό αμμώνιο τιτλοδοτείται με υδροχλωρικό οξύ χρησιμοποιώντας ένα δείκτη για το τελικό σημείο της παρακάτω χημικής αντίδρασης:



Η συγκέντρωση (σε 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.

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

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

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



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

Κατόπιν, από τη συγκέντρωση του αζώτου (N) στο δείγμα μπορεί να υπολογιστεί η περιεχόμενη πρωτεΐνη του σύμφωνα με τον τύπο:

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

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



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

2.2.3. Προσδιορισμός ολικών λιπιδίων

Το συνολικό λιπιδικό περιεχόμενο προσδιορίστηκε μέσω μεθόδων εκχύλισης με οργανικούς διαλύτες (όπως π.χ. πετρελαϊκός αιθέρας). Η πιο συνήθης μέθοδος είναι η εκχύλιση κατά Soxhlet. Με την εφαρμογή της μεθόδου αυτής προσδιορίστηκε 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 χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα δοχεία εκχύλισης στα οποία προστέθηκαν 3-4 πέτρες βρασμού, οι οποίες εξυπηρετούσαν στην ομαλή βράση, το μικτό βάρος των οποίων είχε ζυγιστεί από πριν σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Κατόπιν, σε κάθε γυάλινο δοχείο εκχύλισης τοποθετήθηκε ένα χάρτινο δοχείο ηθμού μέσα στο οποίο προστέθηκε 1 g ξηρής ουσίας δείγματος. Σε κάθε δοχείο εκχύλισης προστέθηκαν 150 ml πετρελαϊκού αιθέρα με τη βοήθεια ενός ογκομετρικού κυλίνδρου και το χάρτινο δοχείο ηθμού σκεπάστηκε με βαμβάκι για την αποφυγή υπερχειλίσεως κατά τη διάρκεια του βρασμού που θα ακολουθούσε.



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

Τα γυάλινα δοχεία εκχύλισης με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε ειδική συσκευή εκχύλισης λιπαρών ουσιών (συσκευή Soxhlet) (Εικ. 2.6). Κατά τη διαδικασία της εκχύλισης, τα δείγματα θερμάνθηκαν στους 150 °C υπό την παρουσία του οργανικού διαλύτη, όπου έλαβε χώρα το πρώτο στάδιο της εκχύλισης. Έπειτα, ο οργανικός διαλύτης απορροφήθηκε και εκλύθηκε στο δείγμα για 1,5 ώρες, όπου έλαβε χώρα το δεύτερο στάδιο της εκχύλισης. Κατόπιν, απορροφήθηκε ο διαλύτης για 15 λεπτά με αποτέλεσμα τα ολικά λιπίδια του δείγματος να παραμείνουν στον πάτο του δοχείου εκχύλισης. Μετά το πέρας της εκχύλισης, τα δοχεία με τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε φούρνο στους 105°C για 30 λεπτά προκειμένου να εξατμιστεί εντελώς ο πετρελαιϊκός αιθέρας που τυχόν παρέμεινε στο δείγμα. Στη συνέχεια τα δοχεία εκχύλισης μεταφέρθηκαν στο ξηραντήρα για 1 ώρα περίπου ώστε να ψυχθούν. Αφού απομακρύνθηκε το χάρτινο δοχείο ηθμού που περιείχε το απολιπασμένο δείγμα, ακολούθησε επαναζύγιση των γυάλινων δοχείων εκχύλισης (που περιείχαν και τις πέτρες βρασμού) σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων και καταγράφηκε το βάρος τους. 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 όπως φαίνεται στην παρακάτω σχέση:

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

2.2.4. Προσδιορισμός τέφρας

Η τέφρα αποτελείται από όλα τα ανόργανα στοιχεία που απομένουν ύστερα από την απανθράκωση της οργανικής ύλης μέσω της ανάφλεξης και της πλήρους οξείδωσης της. Τα περισσότερα στοιχεία είτε μετατρέπονται σε άλατα (χλωριούχα, φωσφορικά) και σε οξείδια, είτε σε απλά συστατικά οργανικών μορίων. Μερικά ανόργανα στοιχεία

όπως Fe, Se, Pb και Hg μπορεί να υποστούν μερική εξάτμιση (Harbers & Nielsen 2003).

Ο προσδιορισμός της τέφρας των συμπήκτων πραγματοποιήθηκε αρχικά με την καταγραφή του βάρους των ειδικών πυρίμαχων πορσελάνινων δοχείων, στα οποία τοποθετώντας στη συνέχεια 1g αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος εισάγονταν σε κλίβανο αποτέφρωσης για 3 ώρες σε θερμοκρασία 600 °C (AOAC 1990) έως ότου απανθρακωθούν όλα τα οργανικά συστατικά. Μετά την αποτέφρωση, τα δισκία τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο για να ψυχθούν και ακολούθως επαναζυγίζονταν. Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιούνταν σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Η τέφρα σε όλα σχεδόν τα δείγματα ήταν λευκού χρώματος, γεγονός που αποδεικνύει την απουσία ανθρακοποιημένων τμημάτων.

Ο προσδιορισμός της τέφρας των δειγμάτων υπολογίστηκε ως εξής:

$$W_{\text{αποτεφρωμένου δείγματος (g)}} = W_{\text{μικτού αποτεφρωμένου δείγματος (g) \& δισκίου (g)}} - W_{\text{δισκίου (g)}}$$

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

2.3 Υπολογισμός υδατανθράκων

Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας των υδατανθράκων στον μυϊκό ιστό των δύο ειδών πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή της παρακάτω εξίσωσης (NRC 1993):

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

2.4 Υπολογισμός ενέργειας

Ο υπολογισμός της ενέργειας που προκύπτει από την περιεκτικότητα των θρεπτικών συστατικών πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή της παρακάτω εξίσωσης (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

Μετά το πέρας των αναλύσεων και τη συλλογή των δεδομένων, πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των αποτελεσμάτων και η δημιουργία πινάκων με τους σωματομετρικούς δείκτες των ειδών που μελετούνται, καθώς και των θρεπτικών τους στοιχείων με την χρήση του υπολογιστικού προγράμματος ECXEL. Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 17, όπου η σύγκριση των μέσων όρων των διαφόρων παραμέτρων μεταξύ των ειδών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο ανάλυσης των διακυμάνσεων μονής κατεύθυνσης (one-way ANOVA), αφού πρώτα ελέγχθηκαν όλες οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή της ανάλυσης (κανονικότητα του δείγματος και ομοιογένεια διακυμάνσεων). Τα αποτελέσματα κρίθηκαν στατιστικά σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ και οι διαφορές ανιχνεύθηκαν με το Tukey Test. Τα δεδομένα τροποποιήθηκαν στις περιπτώσεις που δεν ικανοποιούσαν την προϋπόθεση ομοιογένειας των παραλλακτικότητων.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται και γίνεται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις αναλύσεις της χημικής σύστασης του εδώδιμου μυϊκού ιστού εννέα θαλάσσιων ειδών ιχθύων 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, η σχέση μήκους-βάρους, ο ηπατικός δείκτης και ο δείκτης ευρωστίας.

Πέραν της εξέτασης της θρεπτικής σύστασης των ειδών, σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε και η συσχέτιση της τελευταίας με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των ειδών προκειμένου να ανιχνευθούν οι οποιεσδήποτε πιθανές συσχετίσεις μεταξύ τους.

3.1 Σωματομετρικοί δείκτες

3.1.1. Ολικό μήκος, βάρος και δείκτης ευρωστίας των ιχθύων

Ο δείκτης ευρωστίας του Fulton (1904), θεωρείται δείκτης προσαρμογής ενός ιχθυοπληθυσμού σε μία περιοχή (Καρύδας & Μήνος 2008). Επίσης, είναι δείκτης εκτίμησης της φυσιολογικής κατάστασης των ιχθύων (Mihelakakis *et al.* 2001).

Τα άτομα των ειδών καπόνι γκρίζο (*Eutrigla gurnardus*), χριστόψαρο (*Zeus faber*) και κουτσομούρα (*Mullus barbatus*) 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 κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στα άτομα των εννέα ειδών ιχθύων που μελετήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

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>E. gurnardus</i> , μεγάλου μεγέθους	10	16,5-19,8	33,53-60,34	0,71-0,89
<i>E. gurnardus</i> , μικρού μεγέθους	10	12,9-15,7	16,89-27,75	0,72-0,84
<i>L. cavillone</i>	29	9,6-13	10,4-26,17	0,84-1,27
<i>Z. faber</i> , μεγάλου μεγέθους	5	22,5-29,5	178,22-356,39	1,36-1,56
<i>Z. faber</i> , μικρού μεγέθους	5	10,5-17,3	14,63-90,99	1,26-2,31
<i>M. barbatus</i> , μεγάλου μεγέθους	7	16,5-20,3	48,09-88,75	0,88-1,16
<i>M. barbatus</i> , μικρού μεγέθους	5	13,5-14,6	21,99-30,23	0,89-1,13
<i>E. encrasicolus</i>	8	10,3-12,9	5,52-13,63	0,42-0,77
<i>A. fallax</i>	1	24,6	123,36	0,83
<i>S. cabrilla</i>	30	8,1-10,6	8,41-17,88	1,25-1,99
<i>S. maena</i>	20	13,1-17,8	24,76-47,07	0,79-1,24
<i>S. flexuosa</i>	22	11,3-16,7	14,9-43,6	0,81-1,31

Το ολικό μήκος του *E. gurnardus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 16,5 έως 19,8 cm με μέσο όρο $18,08 \pm 1,11$ cm και βάρος από 33,53 έως 60,34 g με μέσο όρο $46,90 \pm 8,31$ g. Το ολικό μήκος στο *E. gurnardus* μικρού μεγέθους των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 12,9 έως 15,7 cm με μέσο όρο $13,72 \pm 0,79$ cm και το βάρος από 16,89 έως 27,75 g με μέσο όρο $20,27 \pm 3,24$ g (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας (K) κυμάνθηκε από 0,71 έως 0,89 με μέσο όρο $0,79 \pm 0,05$ στα άτομα του *E. gurnardus* μεγάλου μεγέθους και από 0,72 έως 0,84 με μέσο όρο $0,78 \pm 0,04$ στα άτομα του *E. gurnardus* μικρού μεγέθους (Πιν. 3.1). Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε ο δείκτης ευρωστίας (K) για το είδος *E. Gurnardus* για άτομα που συλλέχθηκαν στον Παγασητικό κόλπο κατά το έτος 1982 υπολογίστηκε 0,219 (Paraconstantinou 1982)

Αντίστοιχα, το ολικό μήκος στο *L. cavillone* κυμάνθηκε από 9,6 έως 13 cm με μέσο όρο $11,89 \pm 0,75$ cm και το βάρος από 10,4 έως 26,17 g με μέσο όρο $19,06 \pm 3,7$ g. Επιπρόσθετα, ο δείκτης ευρωστίας (K) στα άτομα του *L. cavillone* κυμάνθηκε από 0,84 έως 1,27 με μέσο όρο $1,12 \pm 0,08$ (Πιν. 3.1). Σε αντίστοιχη έρευνα που πραγματοποιήθηκε ο δείκτης ευρωστίας (K) για άτομα του *L. cavillone* που εξαλιεύτηκαν στις ελληνικές θάλασσες βρέθηκε 0,188 (Paraconstantinou 1982).

Το ολικό μήκος του *Z. faber* μεγάλου μεγέθους των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 22,5 έως 29,5 cm με μέσο όρο $26,6 \pm 3,09$ cm, ενώ το ολικό μέγεθος του *Z. faber* μικρού μεγέθους των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 10,5 έως 17,3 cm με μέσο όρο $14,9 \pm 2,77$ cm. Αντίστοιχα, το βάρος του *Z. faber* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 178,22 έως 356,39 g με μέσο όρο $274,05 \pm 81,18$ g, ενώ το βάρος του *Z. faber* μικρού μεγέθους από 14,63 έως 90,99 g με μέσο όρο $58,94 \pm 31,33$ g (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας (K) κυμάνθηκε από 1,36 έως 1,56 με μέσο όρο $1,43 \pm 0,08$ στα άτομα του *Z. faber* μεγάλου μεγέθους και από 1,26 έως 2,31 με μέσο όρο $1,60 \pm 0,42$ στα άτομα του

Z. faber μικρού μεγέθους (Πιν. 3.1) Ο δείκτης ευρωστίας που προκύπτει για άτομα του είδους *Z. faber* που αλιεύτηκαν στις ακτές της Ιταλίας υπολογίστηκε 0,300 (Righini & Voliani 1996).

Το ολικό μήκος του *M. barbatus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 16,5 έως 20,3 cm με μέσο όρο $18,34 \pm 1,37$ cm και το βάρος από 48,09 έως 88,75 g με μέσο όρο $64,59 \pm 15,91$ g. Το ολικό μήκος του *M. barbatus* μικρού μεγέθους των δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 13,5 έως 14,6 cm με μέσο όρο $13,74 \pm 0,48$ cm και το βάρος από 21,99 έως 30,23 g με μέσο όρο $26,21 \pm 3,21$ g (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας (K) κυμάνθηκε από 0,88 έως 1,16 με μέσο όρο $1,03 \pm 0,11$ στα άτομα του *M. barbatus* μεγάλου μεγέθους και από 0,89 έως 1,13 με μέσο όρο $1,01 \pm 0,09$ στα άτομα του *M. barbatus* μικρού μεγέθους (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας για το είδος *M. barbatus* σε άτομα που μελετήθηκαν στο Σαρωνικό κόλπο παρουσίασε τιμή 0,271, ενώ αντίστοιχη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο κεντρικό Αιγαίο πέλαγος παρουσίασε τιμή 0,250 (Karlou Riga & Vrantzas 1989), (Vassilopoulou. & Papaconstantinou 1992).

Στο είδος *E. encrasicolus* το ολικό μήκος εμφανίζει ελάχιστο 10,3 cm και μέγιστο 12,9 cm με μέσο όρο $11,43 \pm 0,8$ cm, ενώ το ολικό βάρος εμφανίζει ελάχιστο 5,52 g και μέγιστο 13,63 g με μέσο όρο $8,16 \pm 2,70$ g. Επίσης, ο δείκτης ευρωστίας στα άτομα του *E. encrasicolus* παρουσιάζει διακύμανση από 0,42 έως 0,77 με μέσο όρο $0,53 \pm 0,12$ (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας για άτομα του *E. encrasicolus* σε πληθυσμούς που εξαλιεύτηκαν στο Θρακικό πέλαγος βρέθηκε 0,536 έως 0,587 (Kallianiotis *et al.* 2003)

Για το είδος *A. fallax* το ολικό μήκος μετρήθηκε στα 24,6cm, ενώ το ολικό βάρος του εξεταζόμενου ατόμου μετρήθηκε στα 123,36g. Ο δείκτης ευρωστίας (K) στο άτομο του είδους υπολογίστηκε στα 0,83. Για το είδος *A. fallax* δεν υπάρχουν

δεδομένα για το δείκτη ευρωστίας σε πληθυσμούς των ελληνικών θαλασσών. Ο δείκτης ευρωστίας που προκύπτει για άτομα του είδους *A. fallax* σε ποτάμια της Γαλλίας κυμάνθηκε από 0,212 μέχρι 0,555 (Douchement 1981).

Για τα άτομα του είδους *S. Cabrilla* το ολικό μήκος κυμάνθηκε από 8,1 έως 10,6 cm με μέσο όρο $9,56 \pm 0,54$ cm και το βάρος από 8,41 έως 17,88 g με μέσο όρο $13,92 \pm 2,21$ g. Επιπρόσθετα, ο δείκτης ευρωστίας (K) στα άτομα του *S. cabrilla* κυμάνθηκε από 1,25 έως 1,99 με μέσο όρο $1,59 \pm 0,17$ (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας για άτομα του *S. Cabrilla* που εξαλιεύτηκαν στις ακτές της Κρήτης βρέθηκε 0,380, ενώ για άτομα που εξαλιεύτηκαν στο Βόρειο Αιγαίο 0,300 (Tserpes & Tsimenides 2001, Paraconstantinou *et al* 1994).

Το ολικό μήκος του είδους *S. maena* κυμάνθηκε από 13,1 έως 17,8 cm με μέσο όρο $14,95 \pm 1,05$ cm και το βάρος από 24,76 έως 47,07 g με μέσο όρο $36,02 \pm 5,51$ g. Όσον αφορά το δείκτη ευρωστίας στα άτομα της *S. maena* που μελετήθηκαν κυμάνθηκε από 0,79 έως 1,24 με μέσο όρο $1,08 \pm 0,09$ (Πιν. 3.1). Ο δείκτης ευρωστίας για το είδος *S. maena* σε άτομα που μελετήθηκαν στον Πατραϊκό κόλπο παρουσίασε τιμές από 0,230 έως 0,240 (Mytilineou & Paraconstantinou 1991).

Τέλος, το ολικό μήκος του *S. flexuosa* κυμάνθηκε μεταξύ του εύρους τιμών από 11,3 έως 16,7 cm με μέσο όρο $13,90 \pm 1,53$ cm και το βάρος από 14,9 έως 43,6 g με μέσο όρο $28,69 \pm 8,65$ g. Ο δείκτης ευρωστίας στα άτομα του *S. flexuosa* που εξετάστηκαν κυμάνθηκε από 0,81 έως 1,31 με μέσο όρο $1,04 \pm 0,11$ (Πιν. 3.1). Ανάλογη διακύμανση παρουσίασε ο δείκτης ευρωστίας για το είδος *S. flexuosa* σε άτομα που μελετήθηκαν στον Πατραϊκό κόλπο παρουσίασε τιμές από 0,230 έως 0,240 (Mytilineou & Paraconstantinou 1991).

Από τα είδη των αλιευθέντων ιχθύων τα οποία μελετήθηκαν πιο εύρωστο είδος στο οποίο αντιστοιχούσε μεγαλύτερη τιμή K βρέθηκε το *S. Cabrilla* με τιμή $1,59 \pm 0,17$, ενώ το είδος με την χαμηλότερη τιμή K βρέθηκε το *E. encrasicolus* με τιμή $0,53 \pm 0,12$.

Σε διάφορες μελέτες, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικούς πληθυσμούς ιχθύων, οι διαφορές στη φυσιολογική κατάσταση των ειδών φαίνεται να σχετίζεται άμεσα από το περιβάλλον διαβίωσης τους (Ratz & Lloret 2000, Chouinard & Swain 2001, Lloret *et al.* 2002, Lloret & Planes 2003).

3.1.2. Σχέση μήκους-βάρους των ειδών

Η συσχέτιση μήκους-βάρους είναι ο πιο εύκολος και γρήγορος τρόπος εκτίμησης της φυσιολογικής κατάστασης των ιχθύων (Moutopoulos & Stergiou 2002). Λόγω του μικρού αριθμού των ατόμων του δείγματος οι παρακάτω σχέσεις παρουσιάζονται με κάθε επιφύλαξη (πιν 3.2). Οι εξισώσεις που ακολουθούν δίνουν τη σχέση μήκους – βάρους ($y=ax^b$) της κατάστασης των ειδών ιχθύων που αλιεύθηκαν.

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 συσχέτισης).

Ολικό μήκος (TL, cm)			Παράμετροι σχέσης $W=aTL^b$			
Είδος	Min	max	a	b	r^2	Τύπος Αύξησης
<i>E. gurnardus</i> , μεγάλου μεγέθους	16,5	19,8	0,02	2,677	0,8483	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>E. gurnardus</i> , μικρού μεγέθους	12,9	15,7	0,0277	2,5165	0,8973	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>L. cavillone</i>	9,6	13	0,0163	2,8481	0,865	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>Z. faber</i> , μεγάλου μεγέθους	22,5	29,5	0,055	2,588	0,9923	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>Z. faber</i> , μικρού μεγέθους	10,5	17,3	0,0039	3,5171	0,9164	Θετική αλλομετρία
<i>M. barbatus</i> , μεγάλου μεγέθους	16,5	20,3	0,0153	2,8629	0,7866	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>M. barbatus</i> , μικρού μεγέθους	13,5	14,6	0,0281	2,608	0,5255	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>E. encrasicolus</i>	10,3	12,9	0,0059	2,9482	0,5241	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>A. fallax</i>	---	---	---	---	---	---
<i>S. cabrilla</i>	8,1	10,6	0,0735	2,3182	0,6128	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>S. maena</i>	13,1	17,8	0,1309	2,0745	0,8266	αρνητική αλλομετρική αύξηση
<i>S. flexuosa</i>	11,3	16,7	0,0163	2,8266	0,9086	αρνητική αλλομετρική αύξηση

3.1.3. Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των ιχθύων

Ο γοναδοσωματικός δείκτης και η μακροσκοπική παρατήρηση των γονάδων χρησιμοποιούνται κατά κόρον 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 την γονιμοποίηση τους (Jobling 1995).

Τα άτομα του είδους *E. gurnardus* μικρού μεγέθους παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή (5,53) του γοναδοσωματικού δείκτη, ενώ την μικρότερη τιμή παρουσίασε το είδος *M. barbatus* μικρού μεγέθους (0,40) (Πιν. 3.3).

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *E. gurnardus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 2,28 έως 5,81, ενώ του *E. gurnardus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 5,43 έως 5,63. Οι τιμές αυτές υποδεικνύουν ότι τον Ιούνιο, χρονικό διάστημα κατά το οποίο συλλέχθηκαν τα άτομα, το είδος βρισκόταν σε διαδικασία ωρίμανσης των γονάδων τους (Πιν. 3.3). Σύμφωνα με τους Fischer *et al.* (1987) η αναπαραγωγική περίοδος του *E. gurnardus* διαρκεί από τον μήνα Φεβρουάριο μέχρι και τον μήνα Αύγουστο στη Μεσόγειο θάλασσα.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *L. cavillone* κυμάνθηκε 1,82 έως 7,46 (Πιν. 3.3), ο οποίος υποδηλώνει ότι τα άτομα του είδους βρισκόταν σε διαδικασία ωρίμανσης των γονάδων. Οι Colloca *et al.* (1997) σε έρευνα που έγινε στο Τυρρηνικό πέλαγος υπολόγισε το μέσο γοναδοσωματικό δείκτη 7,2, όπως και ο Papaconstantinou (1982) σε έρευνα που έγινε στο Αιγαίο πέλαγος με μέσο γοναδοσωματικό δείκτη 7,0. Στις μελέτες αυτές ανέφερεται ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *L. cavillone* διαρκεί από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο.

Στο είδος *Z. faber*, στα άτομα μεγάλου μεγέθους ο γοναδοσωματικός δείκτης κυμάνθηκε από 0,48 έως 0,69, ο οποίος υποδηλώνει ότι τα άτομα βρίσκονται σε γεννητική ανωριμότητα είτε στην έναρξη της αναπαραγωγικής διαδικασίας. Στα άτομα μικρού μεγέθους του ίδιου είδους, ο γοναδοσωματικός δείκτης κυμάνθηκε από 0,25 έως 0,79, που επίσης υποδηλώνει τη γεννητική ανωριμότητα των ατόμων αυτών (Πιν. 3.3). Ο Akyol (2001) κατά την έρευνα του ανέφερε ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *Z. faber* διαρκεί από το Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο και από το Σεπτέμβριο μέχρι το τέλος Νοεμβρίου στην θάλασσα του Αιγαίου. Στην έρευνα αυτή, ο μέσος γοναδοσωματικός δείκτης αντιστοιχούσε σε 1,6.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *M. barbatus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 0,84 έως 7,97, ενώ του *M. barbatus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 0,14 έως 0,76 (Πιν. 3.3). Σύμφωνα με τη Χάλαρη (2011), κατά τον μήνα Ιούνιο πραγματοποιείται εναπόθεση του γεννητικού υλικού. Η αναπαραγωγική περίοδος του *M. barbatus* στον Παγασητικό Κόλπο διαρκεί τέσσερις μήνες (Απρίλιο- Ιούλιο) όπως αυτό επιβεβαιώνεται και από αναφορές άλλων μελετών που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο σχετικά με το είδος (Metin 2005, Cherif *et al.* 2007), όπου ο μέσος γοναδοσωματικός δείκτης υπολογίστηκε σε 10,0 και 2,77 αντίστοιχα. Μεγαλύτερης διάρκειας αναπαραγωγική περίοδο παρατήρησαν οι Slimani *et al.* (2003) στις Μεσογειακές ακτές του Μαρόκου (Απρίλιο- Αύγουστο) και οι Celik & Torcu (2000) στα νερά του Αιγαίου πελάγους (Μάρτιο- Σεπτέμβριο).

Πίνακας 3.3. Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των ιχθύων.

Είδος	Αριθμός ατόμων (n)	GSI (διακύμανση τιμών)	GSI ±S.D
<i>E. gurnardus</i> , μεγάλου μεγέθους	7	2,28-5,81	4,10±1,16
<i>E. gurnardus</i> , μικρού μεγέθους	2	5,43-5,63	5,53±0,14
<i>L. cavillone</i>	15	1,82-7,46	4,30±1,80
<i>Z. faber</i> , μεγάλου μεγέθους	5	0,48-0,69	0,60±0,09
<i>Z. faber</i> , μικρού μεγέθους	4	0,25-0,79	0,41±0,25
<i>M. barbatus</i> , μεγάλου μεγέθους	7	0,84-7,97	5,97±2,38
<i>M. barbatus</i> , μικρού μεγέθους	4	0,14-0,76	0,40±0,27
<i>E. encrasicolus</i>	---	---	---
<i>A. fallax</i>	---	---	---
<i>S. cabrilla</i>	9	1,22-4,47	2,86±1,10
<i>S. maena</i>	---	---	---
<i>S. flexuosa</i>	17	0,19-1,72	0,61±0,40

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

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του *S. cabrilla* κυμάνθηκε από 1,22 έως 4,47 (Πιν.3.3). Οι τιμές αυτές του γοναδοσωματικού δείκτη υποδηλώνουν ότι και το είδος *S. cabrilla* βρίσκονταν σε διαδικασία ωρίμανσης των γονάδων κατά τη συλλογή του. Ο Slastenenko (1956) ανέφερε ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *S. cabrilla* λαμβάνει χώρα του μήνες Ιούλιο και Αύγουστο στη Θάλασσα του Μαρμαρά, ενώ ο Grubisic (1962) ανέφερε ότι η αναπαραγωγική περίοδος πραγματοποιείται τους μήνες Ιούνιο-Ιούλιο στην Αδριατική θάλασσα.

Τέλος, ο γοναδοσωματικός δείκτης του *S. flexuosa* κυμάνθηκε από 0,19 έως 1,72 (Πιν. 3.3). Οι τιμές αυτές του γοναδοσωματικού δείκτη υποδηλώνουν ότι και το είδος *S. flexuosa* βρίσκονταν σε φάση αύξησης των γονάδων του κατά τη συλλογή του. Η

Mytilineou (1988) ανέφερε ότι η αναπαραγωγική περίοδος του *S. flexuosa* διαρκεί από το Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο στο Ιόνιο πέλαγος.

3.1.4. Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) των ιχθύων

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).

Κατά τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατά τον Ιούνιο ο ηπατοσωματικός δείκτης του *E. gurnardus* κυμάνθηκε από 0,55 έως 3,49, ενώ του *E. gurnardus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 1,19 έως 1,21. Ο ηπατοσωματικός δείκτης του *Z. faber*, μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 0,94 έως 2,80, ενώ ο ηπατοσωματικός δείκτης του *Z. faber*, μικρού μεγέθους κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα από 1,46 έως 4,36. Ο ηπατοσωματικός δείκτης του *M. barbatus*, μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 0,81 έως 1,85, ενώ ο ηπατοσωματικός δείκτης του *M. barbatus*, μικρού μεγέθους κυμάνθηκε σε χαμηλότερα επίπεδα από 0,25 έως 0,82. Ο ηπατοσωματικός δείκτης του *S. cabrilla* κυμάνθηκε από 0,17 έως 1,10, ενώ του *S. maena* κυμάνθηκε από 0,26 έως 0,83. Τέλος ο ηπατοσωματικός δείκτης του *S. flexuosa* κυμάνθηκε από 0,20 έως 1,32 (Πιν. 3.4).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, οι χαμηλές τιμές του ηπατοσωματικού δείκτη των ειδών του *S. cabrilla*, *S. flexuosa* και *S. maena* πιθανώς να

υποδηλώνουν μειωμένη πρόσληψη τροφής ή να συνδέονται με την αναπαραγωγική δραστηριότητα (εναπόθεση γεννητικών προϊόντων) των ειδών, 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 *E. gurnardus* και *Z. faber* 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 –
<i>E. gurnardus</i> , μεγάλου μεγέθους	5	0,55-3,49	1,47±1,20
<i>E. gurnardus</i> , μικρού μεγέθους	3	1,19-1,21	1,20±0,01
<i>L. cavillone</i>	---	---	---
<i>Z. faber</i> , μεγάλου μεγέθους	5	0,94-2,80	1,93±0,79
<i>Z. faber</i> , μικρού μεγέθους	5	1,46-4,36	2,73±1,39
<i>M. barbatus</i> , μεγάλου μεγέθους	7	0,81-1,85	1,38±0,39
<i>M. barbatus</i> , μικρού μεγέθους	5	0,25-0,82	0,56±0,20
<i>E. encrasicolus</i>	---	---	---
<i>A. fallax</i>	---	---	---
<i>S. cabrilla</i>	9	0,17-1,10	0,69±0,33
<i>S. maena</i>	10	0,26-0,83	0,59±0,21
<i>S. flexuosa</i>	18	0,20-1,32	0,27±0,63

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

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, τέφρα και ολική ενέργεια, του εδώδιμου μυϊκού ιστού των 9 θαλάσσιων ειδών της παρούσας μελέτης.

3.2.1.1 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). Η υγρασία του μυϊκού ιστού διέφερε στατιστικά ($P < 0,05$) μεταξύ των ειδών. Τα άτομα του *E. encrasicolus* περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε υγρασία με μέση τιμή $74,42 \pm 0,38$, ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία περιείχε το άτομο του *A. fallax* με μέση τιμή $78,03 \pm 0,43\%$. Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *E. gurnardus* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από $71,72$ έως $77,54\%$ με μέσο όρο $75,16 \pm 2,21\%$, ενώ για τα άτομα *E. gurnardus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από $74,77$ έως $76,27\%$ με μέσο όρο $75,53 \pm 0,70\%$. Σε σχετικές μελέτες (FAO 2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα, η περιεκτικότητα της υγρασίας για το είδος *E. gurnardus* μετρήθηκε από 76 έως 77% . Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *L. cavillone* κυμάνθηκε από $74,11$ έως $76,42\%$ με μέσο όρο $75,10 \pm 0,84\%$.

Πίνακας 3.5 Χημική σύσταση μυϊκού ιστού.

Είδος	Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Ολικά λιπίδια (%)	Τέφρα (%)	Ενέργεια* (Kcal/g)
<i>Eutrigla gurnardus</i> Μεγάλου μεγέθους	75,16±2,21 ^{ab}	22,49±1,81 ^d	0,39±0,32 ^{ab}	1,18±0,11 ^a	1,34±0,13 ^c
<i>Eutrigla gurnardus</i> Μικρού μεγέθους	75,53±0,70 ^{abc}	21,73±0,60 ^{bcd}	0,36±0,28 ^{ab}	1,17±0,03 ^a	1,31±0,03 ^{bc}
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	75,10±0,84 ^{ab}	22,06±0,84 ^{cd}	0,59±0,13 ^{ab}	1,83±0,06 ^c	1,32±0,04 ^{bc}
<i>Zeus faber</i> Μεγάλου μεγέθους	76,58±0,44 ^{cd}	21,22±0,50 ^{abcd}	0,64±0,08 ^{ab}	1,32±0,02 ^c	1,24±0,02 ^{abc}
<i>Zeus faber</i> Μικρού μεγέθους	76,69±0,58 ^{bcd}	21,12±0,64 ^{abcd}	0,64±0,07 ^{ab}	1,35±0,03 ^c	1,26±0,03 ^{abc}
<i>Mullus barbatus</i>	77,13±0,43 ^{bcd}	21,06±0,42 ^{abcd}	0,24±0,21 ^a	1,34±0,03 ^c	1,22±0,02 ^{abc}
<i>Engraulis encrasicolus</i>	74,42±0,38 ^a	19,85±0,15 ^{ab}	1,84±0,73 ^c	3,71±0,14 ^g	1,30±0,04 ^{bc}
<i>Alosa fallax</i>	78,03±0,43 ^d	19,58±0,60 ^a	0,34±0,01 ^{ab}	1,53±0,03 ^d	1,16±0,03 ^a
<i>Serranus cabrilla</i>	77,02±0,25 ^{bcd}	20,32±0,60 ^{abc}	0,56±0,05 ^{ab}	1,99±0,02 ^f	1,20±0,01 ^{ab}
<i>Spicara maena</i>	77,78±0,99 ^d	20,33±0,96 ^{abc}	1,01±0,13 ^b	1,20±0,05 ^{ab}	1,23±0,06 ^{abc}
<i>Spicara flexuosa</i>	75,78±0,79 ^{ab}	21,61±0,56 ^{bcd}	1,06±0,42 ^b	1,30±0,04 ^{bc}	1,33±0,06 ^{bc}

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). *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 *Z. faber* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 76,79 έως 77,55% με μέσο όρο $77,18 \pm 0,30\%$, ενώ για τα *Z. faber* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 76,05 έως 77,19% με μέσο όρο $76,69 \pm 0,58\%$. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Özden *et al.* (2011) στο Αιγαίο πέλαγος, η περιεκτικότητα του είδους μετρήθηκε $77,95 \pm 0,32\%$, ενώ σε άλλες σχετικές μελέτες (FAO 2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα, η περιεκτικότητα της υγρασίας του είδους μετρήθηκε στα 78%.

Επίσης, η περιεκτικότητα της υγρασίας του *M. barbatus* κυμάνθηκε από 76,62 έως 77,63% με μέσο όρο $77,13 \pm 0,43\%$, ενώ σε ανάλογη μελέτη των Polat *et al.* (2009) στο Αιγαίο πέλαγος αναφέρεται ότι η τιμή της υγρασίας μετρήθηκε στα 73,84% με τυπική απόκλιση 0,25. Σύμφωνα με τη μελέτη της Χαλαρη (2011) για το είδος στον Παγασητικό κόλπο, η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας κυμάνθηκε καθόλη τη διάρκεια ενός έτους από 73,84 έως 78,89 %, με μέσο όρο $76,19 \pm 1,45$ % επί του υγρού βάρους. Στο είδος *E. encrasicolus* η περιεκτικότητα της υγρασίας κυμάνθηκε από 70,68 έως 77,17% με μέσο όρο $74,42 \pm 0,38\%$. Σε αντίστοιχη μελέτη από τους Öksüz *et al.* (2010) στη Μαύρη θάλασσα, το ελάχιστο της περιεκτικότητας υγρασίας (64,93%) παρατηρήθηκε τον Οκτώβριο, ενώ το μέγιστο τον Απρίλιο (74,32%). Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία μετρήθηκε στο είδος *A. fallax*, η οποία κυμάνθηκε από 77,72 έως 78,34% με μέσο όρο $78,03 \pm 0,43\%$. Οι Boran *et al.* (2011) υπολόγισαν την περιεκτικότητα της υγρασίας στο είδος *A. fallax* $61,52 \pm 4,98\%$, η οποία είναι μικρότερη από αυτή που μετρήθηκε στην παρούσα μελέτη.

Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *S. cabrilla* κυμάνθηκε από 76,89 έως 77,45% με μέσο όρο $77,02 \pm 0,25\%$. Σε σχετική μελέτη που

πραγματοποιήθηκε από τους Στεργίου & συν (2009), τα ποσοστά περιεκτικότητας σε υγρασία στο *S. Cabrilla* ανήλθε στο 77,06%. Στα άτομα του είδους *S. maena*, η υγρασία κυμάνθηκε από 76,67 έως 79,33% με μέσο όρο $77.78 \pm 0.99\%$. Τέλος στο είδος *S. flexuosa* η υγρασία κυμάνθηκε από 74,90 έως 76,91% με μέσο όρο $75,78 \pm 0,79\%$.

Για τα είδη *S. maena*, *S. flexuosa*, *L. cavillone* δε βρέθηκαν βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την περιεκτικότητα υγρασίας του εδώδιμου μυϊκού ιστού τους.

3.2.1.2 Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες του μυϊκού ιστού διέφερε στατιστικά ($P < 0,05$) μεταξύ των ειδών (Πιν. 3.5). Τα άτομα του *A. fallax* περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ($19,58 \pm 0,60\%$), ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη περιείχαν τα άτομα του *L. cavillone* με μέγιστη περιεκτικότητα $22,06 \pm 0,84\%$. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *E. gurnardus* μικρού και μεγάλου μεγέθους ήταν $22,49 \pm 1,81\%$ και $21,73 \pm 0,60\%$, αντίστοιχα οι περιεκτικότητες αυτές ήταν υψηλότερες συγκριτικά με τις τιμές που βρέθηκαν για το είδος στη Μεσόγειο θάλασσα, όπου η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μετρήθηκε από 19,7 έως 20,2% (FAO 2005).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *L. cavillone* κυμάνθηκε από 20,81 έως 22,97% με μέσο όρο $22,06 \pm 0,84\%$. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *Z. faber* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 20,66 έως 21,54% με μέσο όρο $21,22 \pm 0,50\%$ και η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *Z. faber* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 20,57 έως 21,83% με μέσο όρο $21,12 \pm 0,64\%$. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Özden *et al.* (2011) στο Αιγαίο πέλαγος η περιεκτικότητα

σε πρωτεΐνη του *Z. faber* μετρήθηκε $18,55 \pm 0,29\%$, ενώ σε άλλες σχετικές μελέτες σύμφωνα με τον FAO (2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μετρήθηκε στα $18,4\%$.

Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. barbatus* κυμάνθηκε από $20,65$ έως $21,67\%$ με μέσο όρο $21,06 \pm 0,42\%$. Σε σχετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Polat *et al.* (2009) στο Αιγαίο πέλαγος, η περιεκτικότητα πρωτεΐνης του είδους μετρήθηκε στα $20,43 \pm 0,67\%$, ενώ σε ανάλογη μελέτη της Χαλαρη (2011) στον Παγασητικό κόλπο η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας ήταν σχετικά σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και κυμάνθηκε από $18,58$ έως $20,65\%$. Για τα συλληφθέντα άτομα του *E. encrasicolus*, η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης κυμάνθηκε από $19,71$ έως $20,06\%$ με μέσο όρο $19,85 \pm 0,15\%$. Σε μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε από τους Boran *et al.* (2008), καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ο μέσος όρος περιεκτικότητας της πρωτεΐνης στα άτομα του είδους υπολογίστηκε στο $14,4\%$. Για το είδος *A. fallax* η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης κυμάνθηκε από $19,15$ έως $20,00\%$ με μέσο όρο $19,58 \pm 0,60\%$. Σύμφωνα με τους Boran *et al.* (2011), η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο *A. fallax* υπολογίστηκε $16,43 \pm 2,46$, η οποία είναι μικρότερη από αυτή που μετρήθηκε στην παρούσα μελέτη.

Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *S. cabrilla* κυμάνθηκε από $19,60$ έως $20,80\%$ με μέσο όρο $20,32 \pm 0,60\%$. Σε σχετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Στεργίου & συν (2009) τα ποσοστά περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη στο *S. cabrilla* ανήλθε στα $19,32\%$. Για το είδος *S. maena* η πρωτεΐνη κυμάνθηκε από $18,82$ έως $21,30\%$ με μέσο όρο $20,33 \pm 0,96\%$. Τέλος για τα συλληφθέντα άτομα του *S. flexuosa*, η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης κυμάνθηκε από $20,90$ έως $22,39\%$ με μέσο όρο $21,61 \pm 0,56\%$.

Είναι γνωστό ότι η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών του σώματος των ιχθύων σε αναπτυσσόμενα και ενήλικα άτομα ιχθύων, ελεύθερα διαβιούντων αλλά και εκτρεφόμενων, μπορεί να παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών, παραμένοντας, ωστόσο, σχεδόν αμετάβλητο (από περίπου 16 έως 23% επί υγρής βάσεως) καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους (Παπουτσόγλου 2008).

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 mediteraneus* (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).

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 συστατικό που καταβολίζεται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών (Shearer 1994, Cui & Wang 2007).

Οι Flick *et al.* (1994) κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου 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 λιπιδικών αποθεμάτων. Επίσης, 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 σε πρωτεΐνες μειώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία και λίπος και το αντίστροφο. Για το λόγο ότι η περιεκτικότητα σε υγρασία καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό στους ιστούς, η σχέση λίπους-πρωτεΐνης είναι ορθότερο να υπολογίζεται σε μάζα ξηρής ουσίας.

3.2.1.3 Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες

Η περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες του μυϊκού ιστού διέφερε στατιστικά ($P < 0,05$) μεταξύ των ειδών (Πιν. 3.5). Οι τιμές των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ιχθύων κυμάνθηκαν από $0,24 \pm 0,21\%$ έως $1,06 \pm 0,42\%$. Τα άτομα του είδους *M. barbatus*, περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες ($0,24 \pm 0,21\%$), ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες περιείχαν τα άτομα του είδους *S. flexuosa* που ανήλθε σε $1,06 \pm 0,42\%$ (Πιν. 3.5).

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *E. gurnardus* μεγάλου και μικρού μεγέθους κυμάνθηκαν με μέσους όρους $0,39 \pm 0,32\%$ και $0,36 \pm 0,28\%$, αντίστοιχα. Σε σχετικές μελέτες (FAO 2005) με το είδος στη Μεσόγειο θάλασσα η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών μετρήθηκε πολύ υψηλότερη ($1,1-2,3\%$).

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *L. cavillone* κυμάνθηκε από $0,46$ έως $0,77\%$ με μέσο όρο $0,59 \pm 0,13\%$. Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *Z. faber* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από $0,55$ έως $0,69\%$ με μέσο όρο $0,64 \pm 0,08\%$, ενώ των ατόμων του *Z. faber* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από $0,60$ έως $0,72\%$ με μέσο όρο $0,64 \pm 0,07\%$. Σε αντίστοιχη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Özden *et al.*

(2011) στο Αιγαίο πέλαγος, η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες μετρήθηκε $1,89 \pm 0,29\%$, ενώ σε άλλες σχετικές μελέτες (FAO 2005) που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο θάλασσα, η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών μετρήθηκε στα $1,3\%$.

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. barbatus* κυμάνθηκε από $0,13$ έως $0,61\%$ με μέσο όρο $0,24 \pm 0,21\%$. Σε σχετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Polat *et al.* (2009) στο Αιγαίο πέλαγος, η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες μετρήθηκε $3,68 \pm 0,34\%$, ενώ σε σχετική μελέτη της Χαλαρη (2011) στον Παγασητικό κόλπο, η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας ήταν αρκετά κυμαινόμενη από $0,38$ έως $4,09\%$, με μέσο όρο $2,12 \pm 1,00\%$ επί του υγρού βάρους σώματος στη διάρκεια ενός έτους.

Στα άτομα του *E. encrasicolus*, οι ολικές λιπαρές ουσίες κυμάνθηκαν από $0,85$ έως $2,58\%$ με μέσο όρο $1,84 \pm 0,73\%$. Σύμφωνα με μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε από τους Öksüz *et al.* (2010) στη Μαύρη θάλασσα το μέγιστο επίπεδο λιπιδίων στο *E. encrasicolus* παρατηρήθηκε κατά την έναρξη της αλιευτικής περιόδου ($16,32 \pm 0,19\%$) και ελαττώθηκε σταδιακά.

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών του ατόμου *A. fallax* κυμάνθηκε από $0,33$ έως $0,34\%$ με μέσο όρο $0,34 \pm 0,01\%$. Οι Boran *et al.* (2011) υπολόγισαν την περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες $19,70 \pm 8,30$ στο είδος *A. fallax*, τιμή κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτή που μετρήθηκε στην παρούσα μελέτη.

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών του *S. cabrilla* κυμάνθηκε από $0,50$ έως $0,62\%$ με μέσο όρο $0,56 \pm 0,05\%$. Σε σχετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε

από τους Στεργίου & συν (2009) τα ποσοστά περιεκτικότητας σε ολικές λιπαρές ουσίες στο *S. cabrilla* ανήλθε στα 1,69%.

Επίσης, η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του είδους *S. maena* κυμάνθηκε από 0,80 έως 1,14% με μέσο όρο $1,01 \pm 0,13\%$. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Μεσόγειο θάλασσα από τους Ozugul *et al.* (2008) το ποσοστό των λιπαρών ουσιών υπολογίστηκε $3,20 \pm 0,28\%$. Τέλος, για το *S. flexuosa* η περιεκτικότητα λιπαρών ουσιών κυμάνθηκε από 0,47 έως 1,37% με μέσο όρο $1,06 \pm 0,42\%$.

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, 2003, 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 στα άτομα της οικογένειας Centracanthidae και σε άλλα είδη της Μεσογείου, όπως στο *Diplodus sargus* (Ozyurt *et al.* 2005), στο *Trachurus mediterraneus* (Tzikas *et al.* 2007, Celik 2008), αλλά και σε είδη που διαβιούν σε άλλες θάλασσες (Lloret & Ratz 2003, Richoux *et al.* 2004, Saoud *et al.* 2008, Celik 2008).

Σε περιόδους ασιτίας, το λίπος αποτελεί το βασικότερο στοιχείο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με αποτέλεσμα οι ιχθύες να μεταβολίζουν τα σωματικά λιπιδιακά αποθέματα (Shearer 1994, Cui & Wang 2007). Παράλληλα, η ίδια η πτώση της

θερμοκρασίας του νερού μπορεί να οδήγησε 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 *et al.* 1969), εντούτοις είναι εμφανής και στη Μεσόγειο σύμφωνα με αρκετές μελέτες (Ibarz *et al.* 2005, Ozyurt *et al.* 2007, Celik 2008, Saoud *et al.* 2008).

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).

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).

Οι Zlatanov και Laskaridis (2006) εξέτασαν την ολική περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα σε τρία κοινά είδη ιχθύων της Μεσογείου, τη σαρδέλα (*Sardina pilchardus*), το γαύρο (*Engraulis encrasicolus*) και τη μαρίδα (*Spicara smaris*), κατά την διάρκεια ενός έτους. Το λίπος και η περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων των ειδών της συγκεκριμένης έρευνας παρουσίασαν σημαντική εποχική εξάρτηση. Ο γαύρος και η μαρίδα εμφάνισαν το υψηλότερο ποσοστό κατά τα τέλη του χειμώνα και αρχές της άνοιξης. Η μαρίδα παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό ολικών λιπαρών οξέων. Επίσης, η μαρίδα είχε την πιο σταθερή περιεκτικότητα ολικών λιπαρών οξέων κατά την διάρκεια του χρόνου. Ενώ

ο γαύρος παρουσίασε την μεγαλύτερη διακύμανση με υψηλότερες τιμές τον Απρίλιο και τον Ιούνιο.

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

Η περιεκτικότητα σε τέφρα του μυϊκού ιστού, επίσης, διέφερε στατιστικά ($P < 0,05$) μεταξύ των ειδών (Πιν. 3.5). Τα άτομα του *E. gurnardus* μικρού μεγέθους περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε τέφρα ($1,17 \pm 0,03\%$), ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα περιείχαν τα άτομα του *E. encrasicolus* με τιμή $3,71 \pm 0,04\%$ (Πιν. 3.5).

Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *E. gurnardus* μικρού και μεγάλου μεγέθους ήταν $1,17 \pm 0,03\%$ και $1,18 \pm 0,11\%$, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *L. cavillone* κυμάνθηκε από 1,73 έως 1,91% με μέσο όρο $1,83 \pm 0,06\%$. Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *Z. faber* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 1,30 έως 1,35% με μέσο όρο $1,32 \pm 0,02\%$ και στα άτομα *Z. faber* μικρού μεγέθους από 1,32 έως 1,39% με μέσο όρο $1,35 \pm 0,03\%$. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Özden *et al.* (2011) στο Αιγαίο πέλαγος η τέφρα του *Z. faber* μετρήθηκε $1,53 \pm 0,05\%$.

Σε ανάλογα επίπεδα με το *Z. faber*, συγκεκριμένα από 1,31 έως 1,37% με μέσο όρο $1,34 \pm 0,03\%$, κυμάνθηκε η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *M. barbatus*. Σε σχετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Polat *et al.* (2009) στο Αιγαίο πέλαγος, η τέφρα μετρήθηκε $1,24 \pm 0,01\%$, ενώ σε σχετική μελέτη της

Χαλαρη (2011) στον Παγασητικό κόλπο, η περιεκτικότητα της τέφρας στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας κυμάνθηκε από 1,19 έως 1,48 % με μέσο όρο $1,31 \pm 0,09$ % επί του υγρού βάρους σώματος στη διάρκεια ενός έτους.

Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *E. encrasicolus* κυμάνθηκε από 3,35 έως 3,85% με μέσο όρο $3,71 \pm 0,14$ %, η οποία είναι πολύ υψηλότερη από εκείνη που αναφέρεται από τους Öksüz *et al.* (2010) στη Μαύρη θάλασσα, η οποία ήταν κατά ανώτατη τιμή $1,68 \pm 0,14$ %. Οι συγγραφείς ανέφεραν πως η περιεκτικότητα της τέφρας του *E. encrasicolus* ήταν εποχικά κυμαινόμενη με τις υψηλότερες τιμές να ανιχνεύονται τους μήνες Δεκέμβριο και Απρίλιο. Τα ποσοστά της τέφρας στο άτομο του *A. fallax* κυμάνθηκε από 1,51 έως 1,56% με μέσο όρο $1,53 \pm 0,03$ %. Περαιτέρω, η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *S. cabrilla* κυμάνθηκε από 1,97 έως 2,02% με μέσο όρο $1,99 \pm 0,02$ %. Σε σχετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Στεργίου & συν (2009), το ποσοστό περιεκτικότητας της τέφρας στο *S. cabrilla* ανήλθε στα 1,80%. Η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *S. maena* κυμάνθηκε από 1,12 έως 1,26% με μέσο όρο $1,20 \pm 0,05$ %. Τέλος σε ανάλογα επίπεδα με το *S. maena*, συγκεκριμένα από 1,24 έως 1,35% με μέσο όρο $1,30 \pm 0,04$ %, κυμάνθηκε η περιεκτικότητα σε τέφρα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *S. flexuosa*.

3.2.1.5 Ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού

Τα άτομα του *A. fallax* περιείχαν τη μικρότερη ενεργειακή αξία ($1,16 \pm 0,03$ Kcal/g), ενώ τη μεγαλύτερη ενεργειακή αξία περιείχαν τα άτομα του *E. gurnardus* μεγάλου μεγέθους με τιμή ($1,34 \pm 0,13$ Kcal/g) (Πιν. 3.5).

Η ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των ατόμων του *E. gurnardus* μικρού μεγέθους κυμάνθηκε από 1,28 έως 1,34 Kcal/g με μέσο όρο $1,31 \pm 0,03$ Kcal/g. Αντίστοιχα, η ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των ατόμων του *L. cavillone* κυμάνθηκε από 1,25 έως 1,37 Kcal/g με μέσο όρο $1,32 \pm 0,04$ Kcal/g. Η ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των ατόμων του *Z. faber* μεγάλου μεγέθους κυμάνθηκε από 1,22 έως 1,26 Kcal/g με μέσο όρο $1,24 \pm 0,02$ Kcal/g και των ατόμων του *Z. faber* μικρού μεγέθους από 1,24 έως 1,29 Kcal/g με μέσο όρο $1,26 \pm 0,03$ Kcal/g. Η ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των ατόμων του *M. barbatus* κυμάνθηκε από 1,22 έως 1,33 Kcal/g με μέσο όρο $1,22 \pm 0,02$ Kcal/g και η ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού του *E. encrasicolus* κυμάνθηκε από 1,25 έως 1,34 Kcal/g με μέσο όρο $1,30 \pm 0,04$ Kcal/g.

Η περιεκτικότητα σε ενέργεια στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *A. fallax* κυμάνθηκε από 1,14 έως 1,18 Kcal/g με μέσο όρο $1,16 \pm 0,03$ Kcal/g. Η ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των ατόμων του *S. cabrilla* κυμάνθηκε από 1,19 έως 1,21 Kcal/g με μέσο όρο $1,20 \pm 0,01$ Kcal/g και των ατόμων του *S. maena* από 1,13 έως 1,29 Kcal/g με μέσο όρο $1,23 \pm 0,06$ Kcal/g. Τέλος, η ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των ατόμων του *S. flexuosa* κυμάνθηκε από 1,24 έως 1,39 Kcal/g με μέσο όρο $1,33 \pm 0,06$ Kcal/g.

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 *E. gurnardus*, μεγάλου μεγέθους, με το HIS, GSI και K. Αντίθετα, στα μεγάλα μεγέθους άτομα του *E. gurnardus*, η περιεκτικότητα (%) της πρωτεΐνης του μυϊκού ιστού παρουσίασε θετική ισχυρή γραμμική συσχέτιση με το σωματικό βάρος (W, $r=0,983$, $P<0.01$), και το ολικό μήκος (TL, $r=0,966$, $P<0.05$). Αυτό υποδεικνύει ότι η μυϊκή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του *E. gurnardus*, μεγάλου μεγέθους επηρεάζεται από το βάρος και το ολικό μήκος των ατόμων θετικά, όπου αυξάνει καθώς αυξάνονται οι δύο αυτές παράμετροι. Η περιεκτικότητα της υγρασίας % στο μυϊκό ιστό των μεγάλου μεγέθους ατόμων του *E. gurnardus* παρουσίασε ισχυρή αρνητική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος (TL, $r=-0,932$, $P<0.05$) και ολικό βάρος σώματος (W, $r=-0,962$, $P<0.01$). Συγκεκριμένα η περιεκτικότητα της υγρασίας μειώνεται καθώς αυξάνει το ολικό μήκος και βάρος των ατόμων του είδους.

Πίνακας 3.6. Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού του *E. gurnardus*, 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>E. gurnardus</i> , μεγάλου μεγέθους					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	0,966*	0,983**	0,444	-0,645	-0,554
Λίπος %	0,404	0,461	0,087	-0,597	-0,123
Υγρασία %	-0,932*	-0,962**	-0,405	0,665	0,505

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

** Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P<0.01$ (2-tailed).

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

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 *L. cavillone* (Πιν. 3.8).

Στα άτομα του είδους *Z. faber*, σύμφωνα με τα αποτελέσματα στους Πίνακες 3,9 και 3,10, δε βρέθηκε γραμμική συσχέτιση μεταξύ των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των ατόμων και των μορφομετρικών χαρακτηριστικών, του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) και του δείκτη ευρωστίας (K).

Για τα άτομα του είδους *M. barbatus*, μεγάλου μεγέθους, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 3.11, η περιεκτικότητα της υγρασίας % στο μυϊκό ιστό παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το ολικό βάρος σώματος (W, $r=-0,908$, $P<0.05$). Η περιεκτικότητα (%) της πρωτεΐνης του μυϊκού ιστού παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το σωματικό βάρος (W, $r=-0,959$, $P<0.01$). Συγκεκριμένα καθώς αυξάνει το ολικό βάρος των ατόμων, η περιεκτικότητα της υγρασίας αυξάνεται ενώ μειώνεται η μυϊκή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Πίνακας 3.7 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *E. gurnardus*, 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>E. gurnardus</i> , μικρού μεγέθους					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	0,368	0,463	-0,334	0,074	0,051
Λίπος %	-0,219	-0,238	0,120	-0,090	0,180
Υγρασία %	-0,345	-0,433	0,293	-0,077	-0,033

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

<i>L. cavillone</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	-0,015	0,511	0,174	-	0,720
Λίπος %	-0,524	-0,750	0,676	-	-0,600
Υγρασία %	0,242	-0,306	-0,423	-	-0,631

Πίνακας 3.9 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *Z. faber*, 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>Z. faber</i> , μεγάλου μεγέθους					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	0,387	0,278	-0,546	0,382	-0,720
Λίπος %	0,551	0,525	-0,761	0,037	-0,561
Υγρασία %	-0,224	-0,175	0,745	0,135	0,366

Πίνακας 3.10 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *Z. faber*, 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>Z. faber</i> , μικρού μεγέθους					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	0,543	-0,277	-0,314	0,296	-0,468
Λίπος %	-0,961	0,840	-0,387	0,405	0,933
Υγρασία %	-0,554	0,289	0,302	-0,284	0,479

Πίνακας 3.11 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *M. barbatus*, 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>M. barbatus</i> , μεγάλου μεγέθους					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	-0,664	-0,959**	0	0,333	-0,855
Λίπος %	0,005	0,347	0,828	-0,633	0,543
Υγρασία %	0,649	0,908*	-0,354	-0,107	0,777

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

** Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0.01$ (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 *E. encrasicolus*, *S. Cabrilla*, *S. Maena*, και *S. flexuosa* (Πίνακες 3.12, 3.13, 3.14 και 3.15 αντίστοιχα).

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

<i>E. encrasicolus</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	-0,138	-0,592	-	-	-0,656
Λίπος %	0,069	0,408	-	--	0,476
Υγρασία %	0,162	-0,510	-	-	-0,678

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

<i>S. cabrilla</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	-0,637	-0,615	0,179	-0,446	-0,540
Λίπος %	0,096	0,036	0,414	-0,157	-0,046
Υγρασία %	-0,158	-0,070	-0,204	0,364	0,107

Πίνακας 3.14 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *S. maena* με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>S. maena</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	0,302	0,152	-	0,079	-0,324
Λίπος %	-0,190	-0,417	-	-0,272	-0,032
Υγρασία %	-0,235	-0,108	-	-0,097	0,254

Πίνακας 3.15 Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών *S. flexuosa* με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>S. flexuosa</i>					
	TL	W	GSI	HIS	K
Πρωτεΐνη %	-0,18	0,192	0,074	0,218	0,270
Λίπος %	-0,268	-0,139	0,072	0,464	0,403
Υγρασία %	-0,020	-0,225	-0,128	-0,423	-0,228

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η θρεπτική σύσταση του μυϊκού ιστού των ιχθύων διέφερε μεταξύ των ειδών,
- Η περιεκτικότητα της υγρασίας μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από 75,10 έως 78,03%. Ήταν σημαντικά χαμηλότερη στο μυϊκό ιστό των ατόμων του *E. encrasicolus* και σημαντικά υψηλότερη στα άτομα του *A. fallax*,
- Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από 19,58 έως 22,06%. Ήταν σημαντικά χαμηλότερη στο *A. fallax* και σημαντικά υψηλότερη στα άτομα του *L. cavillone*,
- Η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από 0,24 έως 1,06. Ήταν σημαντικά χαμηλότερη στο *M. barbatus* και σημαντικά υψηλότερη στα άτομα του *S. flexuosa*, Όλα τα είδη της μελέτης μπορεί να χαρακτηριστούν ως άπαχα ψάρια στα οποία η λιποπεριεκτικότητα είναι χαμηλότερη από 2%, σύμφωνα με την κατάταξή που αναφέρεται στον Hui *et al.* (2006),
- Η περιεκτικότητα σε τέφρα μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από 1,17 έως 3,71. Ήταν σημαντικά χαμηλότερη στα μικρού μεγέθους άτομα του *E. gurnardus* και σημαντικά υψηλότερη στα άτομα του *E. encrasicolus*,
- Η ενεργειακή αξία μεταξύ των ειδών κυμάνθηκε από 1,16 έως 1,34 Kcal/g. Ήταν σημαντικά χαμηλότερη στο *A. fallax* και σημαντικά υψηλότερη στα άτομα του *E. gurnardus* μεγάλου μεγέθους,
- Η περιεκτικότητα (%) της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό του *E. gurnardus*, μεγάλου μεγέθους παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το σωματικό βάρος (W, $r=0,983$, $P<0.01$), και το ολικό μήκος (TL, $r=0,966$, $P<0.05$). Αντίθετα, η

περιεκτικότητα (%) της πρωτεΐνης του μυϊκού ιστού στα άτομα του είδους *M. barbatus*, μεγάλου μεγέθους παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το σωματικό βάρος (W, $r=-0,959$, $P<0.01$),

- Η περιεκτικότητα (%) της υγρασίας στο μυϊκό ιστό του *E. gurnardus*, μεγάλου μεγέθους παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος (TL, $r=-0,932$, $P<0.05$) και ολικό βάρος σώματος (W, $r=-0,962$, $P<0.01$). Αντίθετα, η περιεκτικότητα της υγρασίας % στο μυϊκό ιστό των ατόμων του είδους *M. barbatus*, μεγάλου μεγέθους παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το ολικό βάρος σώματος (W, $r=-0,908$, $P<0.05$),

- Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική γραμμική συσχέτιση των θρεπτικών συστατικών των ειδών *E. gurnardus* μικρού μεγέθους, *L. cavillone*, *Z. faber* μεγάλου μεγέθους, *Z. faber* μικρού μεγέθους, *E. encrasicolus*, *S. cabrilla*, *S. maena* και *S. flexuosa* με τα TL, W, GSI, HIS και K.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενογλώσση

- Ackman R.G. (1989) Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, Volume 13, Issue 3-4, 1989, Pages 161-289.
- Ackman R.G. (1995) Composition and nutritive value of fish and shellfish lipids. In: Ruithier A. (ed) *Fish and fishery products*. CAB International, Oxford, UK, p. 117–156.
- Akyol O. (2001) Some biological properties and stock estimates of *Zeus faber* L., 1758 (Pisces, Zeidae) in the Aegean coasts of turkey. *EU J Fisher Aquat Sci* 18:39–46.
- 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.
- Bauchot M. L. (1987) Poissons osseux In W. Fischer, M.L. Bauchot and M. Schneider (eds.) *Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche*. (rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Commission des Communautés Européennes and FAO, Rome. p. 891-1421.
- Berg O.K., Thronæs E., Bremset G. (2000) Seasonal cycle of body composition and energy of brown trout (*Salmo trutta*) in a temperate zone lake. *Ecology of Freshwater Fish* 9:163-169.
- Bianchi G., Carpenter K.E., Roux J.P., Molloy F.J., Boyer D., Boyer H.J. (1993) FAO species identification field guide for fishery purposes. The living marine resources of Namibia. FAO, Rome. 250 p.
- Bianchi G., Carpenter K.E., Roux J.P., Molloy F.J., Boyer D., Boyer H.J. (1999) Field guide to the living marine resources of Namibia. FAO species identification guide for fishery purposes. Rome, FAO. 265 p.
- Bianchi, G., Carpenter K.E., Roux J.P., Molloy F.J., Boyer D. Boyer H.J. (1999) Field guide to the living marine resources of Namibia. FAO species identification guide for fishery purposes. Rome, FAO. 265 p.
- 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. *Arch Environ Contam Toxicol* 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.
- Boran G., Karaçam H. (2011) Seasonal changes in proximate composition of some fish species from the black sea [Karadeniz'deki bazı balık türlerinin biyokimyasal kompozisyonundaki mevsimsel değişimler], *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11 (1), pp. 01-05.
- Breder C. M., Rosen D. E. (1966). *Modes of Reproduction in Fishes*. Neptune City, NJ: T.F.H. Publications.
- 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. *J. Fish. Res. Board Can.* 26: 2363-2394.

- Caragitsou E., Tsimenides N. (1982) Seasonal changes and comparative analysis of the food of red mullet (*M. barbatus*) in the gulfs of Saronikos and Thermaikos. *Thalassographica* 5: 41-61.
- Celik O., Torcu H. (2000) Investigations on the Biology of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) in Edremit Bay, Aegean Sea, Turkey. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 24 (3): 287-295.
- 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.
- Chaijan M., Jongjareonrak A., Phatcharat S., Benjakul S., Rawdkuen S. (2010) Chemical compositions and characteristics of farm raised giant catfish (*Pangasianodon gigas*) muscle. *Food Science and Technology* 43:452–457.
- Chaouch A., Bouhlef I., Chraief I., Hammami M., El Hani A., Romdhane M.S., El Cafsi M. (2003) Seasonal variation of polyunsaturated fatty acids (n-3) composition in *Diplodus annularis* from the gulf of Tunis: Nutritional benefits. *J Soc Chim Tunis*, 5, pp. 55-63.
- 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.
- Cherif M., Zarrad R., Gharbi H., Missaoui H., Jarboui O. (2007) Some biological parameters of the red mullet, *Mullus barbatus* L., 1758, from the Gulf of Tunis. *Acta Adriatica* 48 (2): 131-144.
- Childress J.J., Price M.H., Favuzzi J., Cowles D. (1990) Chemical composition of midwater fishes as a function of depth of occurrence off the Hawaiian Islands: food availability as a selective factor? *Marine Biology* 105:235-246.
- 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.
- Colloca F., Cardinale M., Ardizzone G.D. (1997) Biology, spatial distribution and population dynamics of *Lepidotrigla cavillone* (Pisces: Triglidae) in the central Tyrrhenian Sea. *Fish. Res.* 32(1):21-32.
- 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.
- 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*.
- Donnelly J., Torres J.J., Hopkins T.L., Lancraft T.M. (1990) Proximate composition of Antarctic mesopelagic fishes. *Marine Biology*, 106: 13-23.
- Douchement C. (1981) Les aloses des fleuves français *Alosa fallax* (Lacepède, 1803) et *Alosa alosa* (Linné, 1758). *Biométrie, Ecobiologie, autonomie des populations*. Thèse 3ème Cycle, U.S.T.L. Montpellier. 377 p.
- Drazen J.C. (2007) Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific. *Deep-Sea Research I* 54: 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* 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, vol. 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.
- Foegeding E.A., Lanier C.T., Hultin H.O. (1996) Characteristics of Edible Muscle Tissues. In: Fennema (ed) *Food Chemistry* 3rd ed., Marcel Dekker, New York, p.879-942.
- Frimodt C. (1995) Multilingual illustrated guide to the world's commercial warm water fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
- Fuentes A., Fernandez-Segovia I., Serra J.A., Barat J.M. (2010) Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. *Food Chemistry* 119:1514–1518.
- Garcia A., Palomera I. (1996). Anchovy early life history and its relation to its surrounding environment in the Western Mediterranean basin, *Scientia Marina*, 60 (Suppl. 2): 155-166.
- Garcia Lafuente J., Garcia A., Mazzola S., Quintanilla L, Delgado J., Cuttita A., Patti B. (2002). Hydrographic phenomena influencing early life stages of the Sicilian Channel anchovy, *Fisheries Oceanography*, 11 (1): 31-44.
- 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.
- 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.
- Gruger Jr. E.H. (1967). Fatty acid composition. Stansby ME, editor. Westport, CT: AVI Publishing Co.
- Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Metailler R. (2001) Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Praxis Pub., UK, pp. 403.

- Guner S., Dincer B., Alemdag N., Colak A., Fekci M. (1998) Proximate Composition and Selected Mineral Content of Commercially Important Fish Species from the Black Sea. *Journal Sci Food Agric* 78: 337-342.
- 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 Nutritive Value of fish Proteins and Other Nitrogen Compounds. In: Ruitter (ed) *Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability*. Cab International, Wallingford, UK, p. 77-116.
- Haliloglu H. I., Bayır A., Sirkecioglu A. N., Aras N. M., Atamanalp M. (2004) Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Food Chemistry* 86:55–59.
- 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.
- Harbers L.H., Nielsen S.S. (2003) Ash Analysis. In: Nielsen, S.S. (ed) *Food Analysis*, 3rd edn, Klumer Academic/ Plenum Publishers, New York, p.103-112.
- Heemstra, P.C. (1990) Centracanthidae. In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2. p. 768-772.
- Henderson R.J., Tocher D.R. (1987) The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res* 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, pp 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.
- 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.
- Hureau J.-C. (1986) Mullidae. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris. Vol. 2. p. 877-882.
- Hureau, J.-C. (1986) Triglidae. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris. Vol. 3. p. 1230-1238.
- HUSS H.H. (1988) *Fresh Fish Quality and Quality Changes*, FAO, Rome, Italy.
- Huss H.H. (1998) *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*, FAO fisheries technical paper 358, Rome, Italy, p. 20.
- Ibarz A., Blasco J., Beltran M. (2005) Cold-induced alterations on proximate composition and fatty acid profiles of several tissues in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 249:477–486.
- Jobling M. (1995) *Environmental biology of fishes*. Chapman & Hall Publishers, London, pp.455.

- Kailola P.J., Williams M.J., Stewart P.C., Reichelt R.E., McNee A., Grieve C. (1993) Australian fisheries resources. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. p 422.
- Kallianiotis A., Papantoniou B., Euthimiadis K., Panora D. Argiri A. (2003) Age and growth of anchovy in Thracian Sea. Proceedings of the 11th Panhellenic Congress of Ichthyologists 11:43-46.
- 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.
- Karakoltsidis P.A., Zotos A., Constantinides S.M. (1995) Composition of the commercially important Mediterranean finfish, crustaceans and molluscs. Journal of food composition and analysis 8: 258-273.
- Karlou-Riga C., N. Vrantzas (1989) Evaluation of the relative yield-per-recruit approach in the case of the stock of red mullet (*Mullus barbatus* L. 1758) in the Saronikos Gulf. FAO Fish. Rep. 412:28-43.
- Karrer, C., Post A. (1990) In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2. Zeidae. p. 631-633.
- Kaya Y., Turan H., (2010) Comparison of protein, lipid and fatty acids composition of anchovy (*engraulis encrasicolus* l. 1758) during the commercial catching season, Journal of Muscle Foods 21 (3), p. 474-483
- Kottelat M., Freyhof J. (2007) Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 p.
- 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, 1-7.
- Koutsikopoulos C., B. Le Cann, (1996) Physical processes and hydrological structures related to the Bay of Biscay anchovy, Scientia Marina, 60 (Suppl. 2): 9-19.
- Labropoulou M., C. Papaconstantinou (2005) Effect of fishing on community structure of demersal fish assemblages. Belg. J. Zool. 135(2):191-197.
- 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.
- 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 Mar Ecol Prog Ser 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, Academic Press, London, vol. 2, 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.
- Maigret J., B. Ly (1986) Les poissons de mer de Mauritanie. Science Nat., Compiègne. 213 p.
- May J.L., Maxwell J.G.H. (1986) Trawl fish from temperate waters of Australia. CSIRO Division of Fisheries Research, Tasmania. 492 p.
- Mendez E., Gonzalez R.M. (1997) Seasonal changes in the chemical and lipid composition of fillets of the southwest Atlantic hake (*Merluccius hubbsi*). Food Chem. 59:213–217.
- Mengoli, A. (1994) Nutritional qualities of fish muscle. Industrie Alimentari. v. 33(332) p. 1221-1228.
- Metin G. (2005) Reproduction characteristics of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) in Izmir Bay (in Turkish). J. Fish. Aqua. Sci. 22(1-2): 225-228.
- Mihelakakis I., Yoshimatsu T., Tsoikasi C. (2001) Effect of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition in young common pandora. Aquaculture International 9: 197–204.
- Millan M., (1999) Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain), Fisheries Research 41: 73-86.
- Motos L. (1996) Reproductive biology and fecundity of the Bay of Biscay anchovy population (*Engraulis encrasicolus* L.), Scientia Marina, 60 (Suppl. 2): 195-207.
- Motos L., Uriarte A., V. Valencia (1996) The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.), Scientia Marina, 60 (Suppl. 2): 117-140.
- 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.
- Muus, B.J., J.G. Nielsen (1999) Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedeusene, Denmark. 340 p.
- Mytilineou C (1988) L'hermaphrodisme et le cycle sexuel de la Gerie *Spicara flexuosa* (Centranchidae) dans le golfe de Patraikos, Gre`ce. Rapp Comm Int Mer Me'dit 31:272.
- Mytilineou C. (1987) Contribution to the biology of the blotched pickerel *Spicara flexuosa* (Rafinesque 1810) in the Patraikos Gulf. MSc. Thesis, University of Athens. (In Hellenic).
- Mytilineou C., Papaconstantinou C. (1991) Age and growth of *Spicara flexuosa* (Rafinesque, 1810) (Pisces, Centranchidae) in the Patraikos gulf (Greece). *Scientia Marina* 55, 483–490.
- Mytilineou C., Politou C.-Y., Papaconstantinou C., Kavadas S., D'Onghia G., Sion L. (2005) Deep-water fish fauna in the Eastern Ionian Sea. Belg. J. Zool., 135(2):229-233.
- Newsome G.E., Leduc G. (1975) Seasonal Changes in Fat Content in the yellow perch (*Perca flavescens*) of two Laurentian lakes. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 32: 2214-2221.
- Öksüz A., Özyilmaz A. (2010) Changes in fatty acid compositions of black sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.1758) during catching season [Avlanma Sezonu

- Boyunca Karadeniz Hamsisindeki (*Engraulis encrasicolus*, L.1758) Yag Asitleri Kompozisyonlarindaki Degisim], Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 10 (3), pp. 1-8.
- Özden O., Erkan N (2011) A preliminary study of amino acid and mineral profiles of important and estimable 21 seafood species, British Food Journal 113 (4), pp. 457-469.
- Ozogul Y., Ozogul F. (2007) Fatty acid profiles of commercially important fish species from Mediterranean, Aegean and Black Seas. Food Chemistry 100:1634-1638.
- Özogul Y., Özogul F., Çiçek E., Polat A., Kuley E. (2009) Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea, International Journal of Food Sciences and Nutrition 60 (6), pp. 464-475
- 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.
- Papaconstantinou C. (1982) Age and growth of grey gurnard (*Eutrigla gurnardos*) in the Pagassitikos Gulf (Greece). Inv. Pesq. 46:191-213.
- Papaconstantinou C. (1982) On the biology of the *Lepidotrigla cavillone* (Family Triglididae) of the Greek Seas. Thalassographica 5(1):33-59.
- Papaconstantinou C., Politou C.-Y., Caragitsou E., Stergiou K.I., Mytilineou C., Vassilopoulou V., Fourtouni A., Karkani M., Kavadas S., Petrakis G., Siapatis A., Chatzinikolaou P., Giagnisi M. (1994) Investigations on the abundance and distribution of demersal stocks of primary importance in the Thermatikos Gulf and the Thracian Sea (Hellas). National Centre for Marine Research, Athens, Hellas, Technical Report, North Aegean Sea Series 4/1994. (In Hellenic). 356 p.
- Papaconstantinou C., Tsimenidis N., Daoulas C.H. (1981) Age, growth and reproduction of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) in the gulfs of Saronikos and Thermaikos. Thalassographica 4:39–66.
- 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.
- Polat A., Kuzu S., Özyurt G., Tokur B (2009). Fatty acid composition of red mullet (*Mullus barbatus*): A seasonal differentiation, Journal of Muscle Foods 20 (1), pp. 70-78.
- Porte C., Escartin E., Garcia de la Parra L.M., Biosca X., Albaiges J. (2002) Assessment of coastal pollution by combined determination of chemical and biochemical markers in *Mullus barbatus*. Marine Ecology Prog. Ser. 235:205-216.
- Potter N.N., Hotchkiss H. (1995) Food Science 5th ed., Aspen publication, USA, p.46-68.
- Quéro J.-C. (1986) Zeidae. p. 769-772. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. Vol. 2.
- Ramfos A., Koutsikopoulos K., Fragopoulou N., Machias A., Somarakis S., Pyrovolaki E., Lykakis I. (2000) Hydrology and biological features in the coastal areas of central Greece during the anchovy spawning period. In: Proceedings of the Sixth Hellenic Symposium on Ocean. Fish., Vol. 2, pp. 88–93.
- Rasoarahona J.R.E., Barnathan G., Bianchini J.-P., Gaydou E.M (2005) Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species

- (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar, *Food Chemistry* 91 (4), pp. 683-694.
- 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.
- Regner S. (1996) Effects of environmental changes on early stages and reproduction of anchovy in the Adriatic Sea, *Scientia Marina*, 60 (Suppl. 2): 167-177.
- 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). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61 (10):1940–1953.
- Righini P., A. Voliani (1996) Distribution and growth of *Zeus faber*. *Biol. Mar. Medit.* 3(1):567-568.
- 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 Fish. 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.
- Rochard E., P. Elie (1994) La macrofaune aquatique de l'estuaire de la Gironde. Contribution au livre blanc de l'Agence de l'Eau Adour Garonne. p. 1-56. In J.-L. Mauvais and J.-F. Guillaud (eds.) *Etat des connaissances sur l'estuaire de la Gironde*. Agence de l'Eau Adour-Garonne, Editions Bergeret, Bordeaux, France. 115 p.
- Saito H., Yamashiro R., Alasalvar C., Konno T. (1999) Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily Caesioninae (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and Family Siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids*, 34 (10), pp. 1073-1082.
- SALIHOGU, I. and MUTLU, E. 2000. *Ulusal Deniz Araştırma ve İzleme Programı, Akdeniz, Marmara Denizi, Türk Boğazlar Sistemi, Karadeniz ve Atmosfer alt Projeleri, 1995–1999 Dönemi Sentez Raporu*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, İçel, Turkey.
- 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.
- Sargent J.R., Bell J.G., Bell M.V., Henderson R.J., Tocher D.R. (1995) Requirements criteria for essential fatty acids. *J Appl Ichthyol*, 11, pp. 183-198.
- Satsmadjis J., Georgakopoulos- Gregoriades E., Voutsinou- Taliadouri F. (1988) Red Mullet Contamination by PCBs and Chlorinated Pesticides in the Pagassitikos Gulf, Greece. *Marine Pollution Bulletin* 19 (3):136-138.
- Seenappa D., 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* (Ham.), *Aquaculture* 129, 243-249.

- 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. (1989) Alteration in lipid metabolism accompanying smoltification and seawater adaptation of salmonid fish. *Aquaculture* 82: 191-203.
- 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 ed., Vol. 2, Oxford: Elsevier Science Ltd. p. 303-321.
- Slastenenko E (1956) Karadeniz Havzasi Balıklari (The fishes of the Black Sea basin). E.B.K. Yayini, Istanbul
- Grubišić F (1962) On the spawning period of some fishes from the central part of eastern Adriatic. *Biljeske Notes* 18:1–3.
- Slimani A., Elouamari N., Hamdi H. (2003) Etat des stocks des principales ressources Publishers, Dubuque, Iowa, Usa, p. 421.
- Somarakis S., Drakopoulos P., Filippou V. (2002) Distribution and abundance of larval fish in the Northern Aegean Sea – eastern Mediterranean – in relation to early summer oceanographic conditions. *Journal of Plankton Research* 24(4):339-357.
- Sportfiskarna.se 2002 knot = *Chelidonichthys gurnadus*. Swedish sportfishing records: <http://www.sportfiskarna.com/>.
- Stergiou K. I., Christou E. D., Georgopoulos D., Zenetos A., C. Souvermezoglou (1997) The Hellenic Seas: Physics, chemistry, biology and fisheries, *Oceanography and Marine Biology*, 35: 415-538.
- Stylianopoulos C.A. (2005) Carbohydrates In: Caballero B., Allen L., Prentice P. (eds) *Encyclopedia of Human Nutrition*, 2nd ed., Vol. 1, Oxford: Elsevier Science Ltd, p. 303-321.
- Thammapat P., Raviyan P., Siriamornpun S. (2010) Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*). *Food Chemistry* 122: 223–227.
- Tortonese E. (1986) Centracanthidae. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris. vol. 2. p. 908-911.
- Tortonese E. (1986) Serranidae In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris. vol. 2. p. 780-792.
- Tserpes G., N. Tsimenides (2001) Age, growth and mortality of *Serranus cabrilla* (Linnaeus, 1758) on the Cretan shelf. *Fish. Res.* 51:27-34.
- 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.
- Uriarte A., Prouzet P., Villamor B. (1996) Bay of Biscay and Ibero Atlantic anchovy populations and their fisheries, *Scientia Marina*, 60 (Suppl. 2): 237-255.
- Vassilopoulou V., Georgakopoulos-Gregoriades E. (1993) Factors influencing the uptake of organochlorines in red mullet (*Mullus barbatus*) from a gulf of Central Greece. *Mar. Pollut. Bull.* 26: 285-287.
- Vassilopoulou V., Papaconstantinou C. (1988) Distribution with depth and catches per unit effort of hake and red mullet in the western coasts of Greece. *FAO Fish Rep.* 394:174-180.
- Vassilopoulou V., Papaconstantinou C. (1992) Aspects of the biology of the red mullet (*Mullus barbatus*) in the Aegean Sea. *FAO Fisheries Report* 477:115-126.
- Vassilopoulou V., Papaconstantinou C., Christides G. (2001) Food segregation of sympatric *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* in the Aegean Sea. *Israel Journal of Zoology* 47: 201-211.
- Vivien M.H., Cossa D., Crochet S., Banaru D., Letourneur Y., Duval C.M. (2009) Difference of mercury bioaccumulation in red mullets from the north-western Mediterranean and Black seas. *Marine Pollution Bulletin* 58:679–685.
- Whitehead P.J.P. (1985) Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. *FAO Species Catalogue*. Vol. 7. 125(7/1):1-303.
- Wills R., Hopkirk G. (1976) Distribution and fatty acid composition of lipid of eels (*Anguilla australis*). *Comp. Biochemistry and Physiology* 53B:525-527.
- 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.
- Zlatanov S, Laskaridis K. (2006) Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish – sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*), *Food Chemistry Volume* 103, Issue 3, 2007, Pages 725-728.

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.
- 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. 99.
- Καρύδας, Μήνος Γ. (2008) Μελέτη της ευρωστίας του μπακαλιάρου *merluccius merluccius* (Linnaeus 1758) στο Θερμαϊκό κόλπο. 30^ο Επιστημονικό συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Βιολογικών Επιστημών, Θεσσαλονίκη, σελ.194.

- 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. 111-134.
- Νεοφύτου Χ. (2007). “Σημειώσεις μαθήματος Βιολογίας Υδρόβιων Σπονδυλωτών” , Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ. 127-129.
- 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.
- Στεργίου Δ., Τραγαντζοπούλος Α., Μόνιος Γ., Σταμάτης Ν., Καλλιανιώτης (2009) Η εξαιρετική θρεπτική αξία της ψαρό- σουπας, με ψάρια χαμηλής εμπορικής αξίας των ελληνικών θαλασσών. Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας Καβάλας.
- Χάλαρη Ν. (2011). Εποχιακή διακύμανση της διατροφικής αξίας του λυθρινιού (*Pagrus erythrinus*) και της κοτσομούρας (*Mullus barbatus*). Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

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. Blotched picarel (*Spicara maena*), Blotched picarel (*Spicara flexuosa*), Twaite shad (*Alosa fallax*), John dory (*Zeus faber*), Red mullet (*Mullus barbatus*), Large-scaled gurnard (*Lepidotrigla cavillone*), Grey gurnard (*Eutrigla gurnardus*), European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and Comber (*Serranus cabrilla*) are nine 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 ($74,42\pm 0,38\%$) among species occurred in *E. encrasicolus* and the higher ($78,03\pm 0,43\%$) in *A. fallax*. Also, the lower protein content $19,58\pm 0,60\%$ among species occurred in *A. fallax*, and the higher ($22,49\pm 1,81\%$) in *E. gurnardus*. Fat content among species was significantly smaller ($0,24\pm 0,21\%$) in *M. barbatus*, and significantly higher ($1,84\pm 0,73\%$) in *E. encrasicolus*. 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 ($1,17\pm 0,03\%$) was found in *E. gurnardus* small size, while the higher ($3,71\pm 0,04\%$) was found in *E. encrasicolus*. Energy content among species ranged from $1,16\pm 0,03$ Kcal/g in *A. fallax* to $1,34\pm 0,13$ Kcal/g in *E. gurnardus*.

Muscle protein content of *E. gurnardus* large size individuals showed positive linear correlation with weight and total length. Muscle moisture content of *E. gurnardus* large size showed negative linear correlation with weight and total length.. The content of protein in muscle tissue of individuals of *M. barbatus* large size showed negative linear correlation with body weight and moisture content showed a positive linear correlation with total body weight. For *E. gurnardus* small size, *L. cavillone*, *Z. faber* large size, *Z. faber* small size, *E. encrasicolus*, *S. cabrilla*, *S. maena* kai *S. flexuosa* 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, *Spicara maena*, *Spicara flexuosa*, *Alosa fallax*, *Zeus faber*, *Mullus barbatus*, *Lepidotrigla cavillone*, *Eutrigla gurnardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Serranus cabrilla*.