

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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Εποχιακή διακύμανση της διατροφικής αξίας του λυθρινιού
(*Pagellus erythrinus*) και της κουτσομούρας (*Mullus barbatus*)»**

Νικολέτα Χάλαρη

ΒΟΛΟΣ 2011

«Εποχιακή διακύμανση της διατροφικής αξίας του λυθρινού (*Pagellus erythrinus*) και της κουτσομούρας (*Mullus barbatus*)»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

- 1) **Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογία - Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**,
- 2) **Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Λέκτορας, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**,
- 3) **Έλενα Μεντέ**, Επίκουρος Καθηγήτρια, Φυσιολογία Θρέψης Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, καθηγητή κ. Χρήστο Νεοφύτου για τη βοήθειά του και την υποστήριξή του στη διεκπεραίωση της εργασίας. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω το Λέκτορα κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη, μέλος της εξεταστικής επιτροπής μου, για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή και καθοδήγησή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και την Επίκουρη Καθηγήτρια κα Έλενα Μεντέ, μέλος της εξεταστικής επιτροπής μου, για τις χρήσιμες συμβουλές της και τη βοήθεια της καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την υποψήφια διδάκτορα κα Λουκία Γιαννακοπούλου για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά της, όσον αφορά στην προμήθεια των δειγμάτων μέσω μηνιαίων δειγματοληπιών οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της διδακτορικής της διατριβής, καθώς επίσης το διδάκτορα κ. Βασίλη Καραλάζο για την αμέριστη συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια του πειράματος.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ιχθύες αποτελούν πλούσια πηγή πρωτεϊνών υψηλής βιολογικής αξίας, βιταμινών και ανόργανων στοιχείων. Επίσης περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις σε πολύτιμα για την ανθρώπινη υγεία πολυακόρεστα λιπαρά οξέα ω-3 και ω-6.

Το λυθρίνι και η κουτσομούρα είναι δύο σημαντικής εμπορικής αξίας αλιεύματα τόσο του Παγασητικού κόλπου, όσο και των ελληνικών θαλασσών, καθώς και της ευρύτερης Μεσογειακής λεκάνης, λόγω αφενός της υψηλής οικονομικής τους αξίας και αφετέρου της μεγάλης αφθονίας τους στις εκφορτώσεις. Ωστόσο υπάρχει περιορισμένη γνώση αναφορικά με τη θρεπτική τους αξία και το πώς αυτή μεταβάλλεται εποχιακά. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η εποχιακή διακύμανση της χημικής σύστασης του εδώδιμου μυϊκού ιστού των δύο ειδών στον Παγασητικό κόλπο στη διάρκεια ενός έτους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χημική σύσταση του μυϊκού ιστού του λυθρινιού και της κουτσομούρας παρουσίασε εποχιακή διακύμανση. Τις μεγαλύτερες στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των θρεπτικών συστατικών, παρουσίασε η λιποπερικτικότητα, η οποία παρουσίασε και διαφορετική μηνιαία διακύμανση στο μυϊκό ιστό των δύο ειδών στη διάρκεια ενός έτους. Το λυθρίνι παρουσίασε μέγιστο τους ανοιξιάτικους μήνες ενώ η κουτσομούρα τους χειμερινούς μήνες. Η αναπαραγωγική δραστηριότητα φάνηκε να έχει μεγαλύτερη επίδραση στα λιπιδικά αποθέματα της κουτσομούρας, τα οποία όμως ανέκτησε αμέσως μετά την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού της κύκλου. Αντίθετα τα λιπιδικά αποθέματα του λυθρινιού ήταν μειωμένα πριν και μετά την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού κύκλου, ενώ κατά την ανάπτυξη των γονάδων τους παρουσίασαν μέγιστο. Η λιποπερικτικότητα στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού δεν ξεπέρασε το 2 %, γεγονός που το κατατάσσει στη κατηγορία των άπαχων ειδών ενώ

στη κουτσομούρα δε ξεπέρασε το 4 % και αλόγως την εποχή κατατάσσεται στις κατηγορίες άπαχο ή χαμηλής λιποπεριεκτικότητας είδος, σύμφωνα με την κλίμακα που αναφέρεται από το Hui *et al.* (2006). Η εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας του μυϊκού ιστού σε υγρασία δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους μήνες ωστόσο ήταν αντιστρόφως ανάλογη με αυτή της λιποπεριεκτικότητας. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των δύο ειδών, αν και δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους μήνες, ήταν αυξημένη προς το τέλος του φθινοπώρου με αρχές του χειμώνα, ενώ μειώθηκε κατά την περίοδο της αναπαραγωγής. Η περιεκτικότητα των υδατανθράκων, στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού ήταν μειωμένη πριν την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού κύκλου ενώ στη κουτσομούρα μετά. Τέλος, η περιεκτικότητα σε τέφρα παρουσίασε μείωση και στα δύο είδη μετά την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού τους κύκλου. Η χημική σύσταση του μυϊκού ιστού των δύο ειδών επηρεάζεται επίσης από περιβαλλοντικούς παράγοντες οι οποίοι μεταβάλλονται εποχιακά όπως η θερμοκρασία του νερού, η διάρκεια της ημέρας και η αφθονία της διαθέσιμης τροφής. Μεγαλύτερης ενεργειακής αξίας είναι τα άτομα του λυθρινιού που αλιεύονται την Άνοιξη και τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Φεβρουάριο, ενώ της κουτσομούρας τους χειμερινούς μήνες.

Λέξεις κλειδιά: λυθρίνι, κουτσομούρα, χημική σύσταση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Θρεπτικά_συστατικά.....	1
1.2. Θρεπτική αξία ιχθύων.....	2
1.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του σώματος των ιχθύων.....	5
1.3.1. Ενδογενείς παράγοντες.....	5
1.3.1.1. Είδος.....	5
1.3.1.2. Στάδιο ανάπτυξης.....	6
1.3.1.3. Αναπαραγωγικό στάδιο.....	6
1.3.1.4. Ιστοί και μέρη του σώματος.....	7
1.3.1.5. Φύλο.....	8
1.3.2. Εξωγενείς παράγοντες.....	9
1.3.2.1. Εποχικότητα.....	9
1.3.2.2. Διατροφή.....	9
1.3.2.3. Υδάτινο περιβάλλον.....	10
1.4. Θρεπτική αξία ελληνικών αλιευμάτων.....	11
1.5. Βιολογία και σχετικές μελέτες των δύο ειδών.....	12
1.5.1. Λυθρίνι (<i>Pagellus erythrinus</i> L., 1758).....	12
1.5.2. Κουτσομούρα (<i>Mullus barbatus</i> L., 1758).....	13
1.6. Σκοπός μεταπτυχιακής διατριβής.....	14
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	15

2.1. Δειγματοληψίες ιχθύων.....	15
2.2. Χημικές αναλύσεις ιστών.....	17
2.2.1. Μέθοδος προσδιορισμού υγρασίας/ξηρής ουσίας.....	18
2.2.2. Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αζωτούχων ουσιών.....	19
2.2.3. Μέθοδος προσδιορισμού ολικών λιπαρών ουσιών.....	22
2.2.4. Μέθοδος προσδιορισμού τέφρας	24
2.4. Υπολογισμός υδατανθράκων.....	26
2.5. Υπολογισμός ενέργειας.....	26
2.6. Στατιστική ανάλυση.....	26
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	28
3.1. Σωματομετρικοί δείκτες	28
3.1.1. Ολικό μήκος, βάρος και δείκτης ευρωστίας των δύο ειδών.....	30
3.1.2. Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των δύο ειδών.....	31
3.1.3. Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) των δύο ειδών.....	34
3.1.4. Μάζα μυϊκού ιστού των δύο ειδών.....	37
3.2. Χημικές αναλύσεις μυϊκού ιστού.....	40
3.2.1. Χημική σύσταση του μυϊκού ιστού του λυθρινιού.....	40
3.2.1.1. Περιεκτικότητα σε υγρασία.....	41
3.2.1.2. Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.....	41
3.2.1.3. Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες.....	44
3.2.1.4. Περιεκτικότητα σε τέφρα.....	47
3.2.1.5. Περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες.....	48
3.2.1.6. Ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού του λυθρινιού.....	49

3.2.1.6. Συσχετίσεις θρεπτικών συστατικών και χημικής σύστασης με σωματομετρικούς δείκτες.....	50
3.2.2. Χημική σύσταση του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας	55
3.2.2.1. Περιεκτικότητα σε υγρασία.....	56
3.2.2.2. Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.....	57
3.2.2.3. Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες.....	59
3.2.2.4. Περιεκτικότητα σε τέφρα.....	61
3.2.2.5. Περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες.....	62
3.2.2.6 Ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας.....	63
3.2.2.6. Συσχετίσεις θρεπτικών συστατικών και χημικής σύστασης με σωματομετρικούς δείκτες.....	64
3.3. Σύγκριση των θρεπτικών στοιχείων των δύο ειδών.....	67
3.4. Χημική σύσταση των δύο ειδών - σχετικές μελέτες.....	68
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	74
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75
SUMMARY.....	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Θρεπτικά συστατικά

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

Τα λίπη, οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας για όλους τους ζωικούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των ιχθύων. Η ενέργεια που αποδίδουν τα λίπη (περίπου 9 Kcal/g) είναι πολύ υψηλή, συγκρινόμενη με αυτή που αποδίδουν οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες (περίπου 5 και 4 Kcal/g, αντίστοιχα). Εκτός από χρήσιμο ενεργειακό απόθεμα, τα λίπη αποτελούν επίσης μέσο μεταφοράς λιποδιαλυτών βιταμινών και πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων για τον οργανισμό (Henry & Ahlstrom 2009). Επίσης οι πρωτεΐνες αποτελούν δομικά συστατικά όλων των κυττάρων και συμμετέχουν σε εξαιρετικά μεγάλο πλήθος λειτουργιών των οργανισμών. Οι υδατάνθρακες αποτελούν δομικά συστατικά των ζωικών ιστών, ενώ παίζουν σημαντικό ρόλο στη γεύση και στη δομή των τροφίμων (Stylianopoulos 2005). Οι βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία, δεν παρέχουν ενέργεια, αλλά είναι απαραίτητα για την επιτέλεση των διαφόρων ζωικών λειτουργιών ενός ζωικού οργανισμού (Henry & Ahlstrom 2009). Το νερό, αν και δεν αποτελεί θρεπτικό συστατικό, αντιπροσωπεύει, ωστόσο, το αφθονότερο συστατικό στο σώμα των ιχθύων και γενικότερα όλων των ζωντανών οργανισμών. Η παρουσία

του στους ιστούς καθορίζει το ρυθμό της βιολογικής δραστηριότητας, δρα ως διαλύτης και ως μέσο για τη διεξαγωγή αντιδράσεων, αλλά και ως αντιδραστήριο και προϊόν αντιδράσεων, ενώ διευκολύνει τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών στα κύτταρα (Βαφοπούλου 2003). Η τροφή αποτελεί τη βασική πηγή πρόσληψης των θρεπτικών συστατικών από έναν οργανισμό, των οποίων η ποσότητα και η αναλογία στην τροφή καθορίζουν τη θρεπτική της αξία.

1.2. Θρεπτική αξία ιχθύων

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

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

Ο μυϊκός ιστός των ιχθύων χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, εξαιρετικά ποικίλλουσα περιεκτικότητα σε λίπη και πολύ μικρή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (Πίν. 1.1). Η κύρια ιδιαιτερότητα των ιχθύων συνίσταται στην ποιότητα του λιπιδικού περιεχομένου τους, καθώς αποτελούν πολύτιμη πηγή ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, ενώ έχουν μικρές ποσότητες κορεσμένων λιπιδίων και χοληστερόλης. Επίσης, αποτελούν πλούσια πηγή βιταμινών και ανόργανων στοιχείων (Arino *et al.* 2005).

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

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

Πηγή: Love 1980, Huss 1998.

Οι πρωτεΐνες της σάρκας των ιχθύων είναι υψηλής βιολογικής αξίας, διότι περιέχουν όλα τα απαραίτητα¹ για τον ανθρώπινο οργανισμό αμινοξέα, όπως η λυσίνη και η μεθειονίνη, σε σημαντική ποσότητα και ισορροπημένη αναλογία και είναι βιολογικά αξιοποιήσιμες από τον ανθρώπινο οργανισμό σε ποσοστό 93-97 % (Haard 1995).

Τα λίπη των ιχθύων αποτελούνται κυρίως από τριγλυκερίδια (90 %) και μικρότερες ποσότητες φωσφολιπιδίων, ελεύθερων λιπαρών οξέων, στερολών κ.α. Τα λιπαρά οξέα απαντούν σε ποσοστό 79-83% ως ακόρεστα λιπαρά οξέα

¹ Ονομάζονται απαραίτητα γιατί ο οργανισμός δεν μπορεί να τα συνθέσει από μόνος του και τα προσλαμβάνει αποκλειστικά από την τροφή.

(Παπαναστασίου 1990). Μέρος των ακόρεστων λιπαρών οξέων αποτελούν τα ω-3 και ω-6. Τα λιπαρά οξέα αυτά είναι γνωστά για τη συμβολή τους: α) στην πρόληψη των καρδιοπαθειών, της αρτηριοσκλήρωσης και των μυοκαρδιακών εμφράξεων (Ackman 1995, Marchioli 2002, Brouwer *et al.* 2006), β) στη πρόληψη και μείωση των συμπτωμάτων ρευματοειδούς αρθρίτιδας και τη βελτίωση της υγείας των οστών (Kruger *et al.* 2010), γ) στη μείωση του κινδύνου διαφόρων μορφών καρκίνου (McEntee & Whelan 2002), δ) στη μείωση των υπερβολικών επιπέδων τριγλυκεριδίων και χοληστερόλης και ε) στη μείωση της αρτηριακής πίεσης (Arino *et al.* 2003). Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι μειώνουν τις φλεγμονές στα εγκεφαλικά αγγεία, προστατεύοντας και βελτιώνοντας τις πνευματικές λειτουργίες, ενώ έχουν ευεργετική δράση στην ανάπτυξη του εγκεφάλου και στην ανάπλαση των νευρικών κυττάρων του (Simopoulos 2005).

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

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

Αναφορικά με τους υδατάνθρακες, η πιο σημαντική ένωση, από φυσιολογική άποψη, θεωρείται η γλυκόζη (άμεσα διαθέσιμη πηγή ενέργειας) και το γλυκογόνο (συσσωρευμένο κυρίως στο ήπαρ των ιχθύων) (Παπαναστασίου 1990).

Οι ιχθύες είναι πλούσιες πηγές σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες του συμπλέγματος Β, νιασίνη, παντοθενικό οξύ, αλλά και λιποδιαλυτές των ομάδων Α και D (Lall & Parazzo 1995). Επίσης, περιέχουν σημαντική ποσότητα ανόργανων, όπως ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, σίδηρο, ψευδάργυρο και σελήνιο, φθόριο και ιώδιο (στα θαλάσσια είδη) (Arino *et al.* 2005). Τέλος, η περιεκτικότητα του νερού στο σώμα των ιχθύων είναι εξαιρετικά ποικίλλουσα.

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

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

1.3.1. Ενδογενείς παράγοντες

1.3.1.1. Είδος

Η χημική σύσταση των ιχθύων ποικίλλει σημαντικά στα διάφορα είδη (Love 1980, Shearer 1994, Huss 1998). Οι μεγαλύτερες μεταβολές παρατηρούνται στη λιποπεριεκτικότητα. Όπως προαναφέρθηκε, τα διάφορα είδη ιχθύων διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες σύμφωνα με την περιεκτικότητα του σώματος τους σε λίπος. Η υγρασία έχει και αυτή διακυμάνσεις ανάμεσα στα διάφορα είδη αφού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη λιποπεριεκτικότητα. Το ποσοστό των πρωτεϊνών του σώματός τους παρουσιάζει επίσης διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών. Οι διαφορές αυτές, αναφορικά με τις πρωτεΐνες, οφείλονται στο διαφορετικό μεταβολισμό των αμινοξέων, το διαφορετικό ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης και το διαφορετικό βαθμό αξιοποίησης σωματικών πρωτεϊνών. Η βιβλιογραφία επικεντρώνεται στο ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης μεταξύ των ειδών παρά στις διαφορές που υπάρχουν στην

περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες (Guillaume *et al.* 2001). Τέλος, σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στην περιεκτικότητα των βιταμινών στα διάφορα είδη και ιδίως των λιποδιαλυτών βιταμινών, των οποίων η συγκέντρωση εξαρτάται άμεσα από την λιποπεριεκτικότητα (Lall & Parazzo 1995).

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 στην 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).

2.3.1.2. Στάδιο ανάπτυξης

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

1.3.1.3. Αναπαραγωγικό στάδιο

Οι θρεπτικές και ενεργειακές ανάγκες των ιχθύων μεταβάλλονται σύμφωνα με το στάδιο γεννητικής ωριμότητας (Love 1980, Zaboukas *et al.* 2006). Η κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών, πετυγχάινεται κυρίως μέσω της κατανάλωσης των αποθεμάτων λίπους του οργανισμού (Henderson & Tocher 1987). Πολλές μελέτες

έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τις μεταβολές των ενεργειακών αποθεμάτων (κατανάλωση ή ικανότητα αποθήκευσης) στο σώμα των ιχθύων κατά την περίοδο της ανάπτυξης και ωρίμανσης των γονάδων τους (Robards *et al.* 1999a,b, Zaboukas *et al.* 2006) και ιδίως στα λίπη (Hoynh 2007). Στα θηλυκά άτομα κυρίως, κατά την ωρίμανση των γονάδων τους και μέχρι την εναπόθεση των αυγών τους, παρατηρείται μείωση του επιπέδου των λιπαρών ουσιών στους μύες και αύξησή τους στα αναπτυσσόμενα αυγά (Shearer 1994, Litaay & De Silva 2003). Γενικά, οι ιχθύες έχουν υψηλότερη θρεπτική αξία κατά την περίοδο λίγο πριν την εναπόθεση των αυγών τους γιατί τότε περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα λίπους, φωσφόρου, βιταμινών, καλύτερη γεύση, άρωμα και υφή κρέατος (Παπαναστασίου 1990).

1.3.1.4. Ιστοί και μέρη του σώματος

Η παραλλακτικότητα της χημικής σύστασης ανάμεσα στους διάφορους ιστούς του σώματος των ιχθύων, όπως ο μυϊκός ιστός, το ηπατοπάγκρεας και οι γονάδες, έχει μελετηθεί αρκετά και παρουσιάζει διαφορές (Dawson & Grimm 1980, Eliasson & Vahl 1982). Σε πολλά είδη, η περιεκτικότητα του ηπατοπαγκρέατος και των γονάδων τους σε λίπη είναι αυξημένη συγκριτικά με την αντίστοιχη του μυϊκού ιστού (Henderson & Tocher 1987). Γενικά, στους περισσότερους ιχθύες το περιπλαχνικό-περιεντερικό λίπος (λιπώδης ιστός) είναι το κύριο μέρος αποθήκευσης του λίπους. Ακολουθεί κατά σειρά το ήπαρ (κύριο όργανο μεταβολισμού των λιπών) και ο ερυθρός μυϊκός ιστός (Sheridan 1988). 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).

Αναφορικά με το μυϊκό ιστό, διαφορές στη χημική σύσταση έχουν βρεθεί ανάμεσα στα δύο είδη ιστών (ερυθρό και λευκό). Ο Sheridan (1988, 1989) παρατήρησε ότι οι ερυθροί μύες του τόννου, σε σχέση με τους λευκούς μύες, περιέχουν μικρότερες ποσότητες πρωτεϊνών και νερού, και μεγαλύτερες σε λίπη. Διαφορετική είναι ακόμα η συγκέντρωση των διαφόρων βιταμινών ανάμεσα στα δύο είδη μυϊκού ιστού. Οι λευκοί μύες περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε κάποιες βιταμίνες, όπως Β και Ε (Lall & Parazzo 1995).

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

1.3.1.5. Φύλο

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

1.3.2. Εξωγενείς παράγοντες

1.3.2.1. Εποχικότητα

Η χημική σύσταση των ιχθύων, λόγω της μεταβολής των ενεργειακών αποθεμάτων και των ενεργειακών απαιτήσεών τους κατά τη διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου, παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις. Βασικοί συσχετιζόμενοι παράγοντες είναι ο αναπαραγωγικός κύκλος (ενδογενής παράγοντας), η διαθεσιμότητα της τροφής και η μεταβολή της θερμοκρασίας (εξωγενείς παράγοντες) (Chellapa *et al.* 1989).

Η εποχιακή διακύμανση της χημικής σύστασης και ιδιαίτερα της λιποπεριεκτικότητας, 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, την άνοιξη και το φθινόπωρο η λιποπεριεκτικότητα φτάνει τις μέγιστες τιμές και αυτό συσχετίζεται με τη διατροφή, λόγω της αυξημένης αφθονίας φυτοπλαγκτού (Παπαναστασίου 1990). Επίσης, η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες είναι μεγαλύτερη το χειμώνα και μικρότερη το καλοκαίρι.

1.3.2.2. Διατροφή

Διατροφικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του σώματος των ιχθύων είναι η διαθεσιμότητα και το είδος της τροφής, η συχνότητα σίτισης, το

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

1.3.2.3. Υδάτινο περιβάλλον

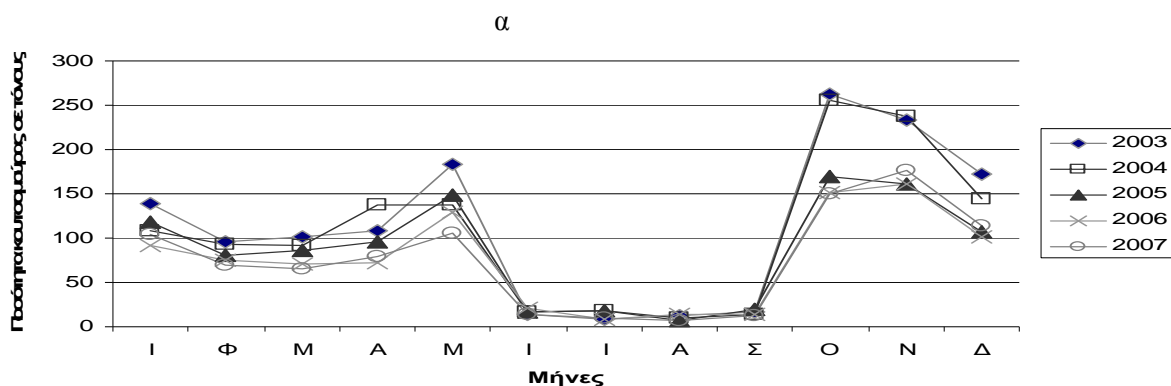
Συνήθως, τα θαλάσσια είδη ιχθύων έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες συγκριτικά με τα είδη του γλυκού νερού (Παπαναστασίου 1990). Αναφορικά με τη λιποπεριεκτικότητα, τα είδη των θαλάσσιων υδάτων έχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις λίπους στο ήπαρ συγκριτικά με τα είδη του γλυκού νερού. Επίσης, τα πρώτα αποτελούν πλουσιότερη πηγή ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (ΠΛΟ) από τα δεύτερα. Τέλος, διαφορές υπάρχουν και στην περιεκτικότητα των ανόργανων στοιχείων (Henderson & Tocher 1987). Τα θαλάσσια είδη ιχθύων περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα χλωριούχου νατρίου και ασβεστίου, ενώ τα είδη του γλυκού νερού έχουν μεγαλύτερη ποσότητα φωσφορικού καλίου (Παπαναστασίου 1990).

Διαφορές στη λιποπεριεκτικότητα παρατηρούνται ανάλογα με τη γεωγραφική θέση του περιβάλλοντος στο οποίο διαβίει ένα είδος. Αξιοσημείωτο είναι το παράδειγμα του σολομού του Ατλαντικού (*Salmo salar*), ο οποίος ανάλογα με την περιοχή εξαλιεύσής του, εμφανίζεται την ίδια εποχή, άπαχο, ημιλιπαρό και λιπαρό (Jacquot 1961). Ανάλογες διαφορές, μικρότερης κλίμακας, στη λιποπεριεκτικότητα παρατηρήθηκαν επίσης στη πέρκα (*Perca fluviatilis*) και το τσιρόνι (*Rutilus rutilus*) (Griffiths & Kirkwood 1995) και σε αρκετά είδη στη Μεσόγειο θάλασσα (Lloret *et al.* 2005).

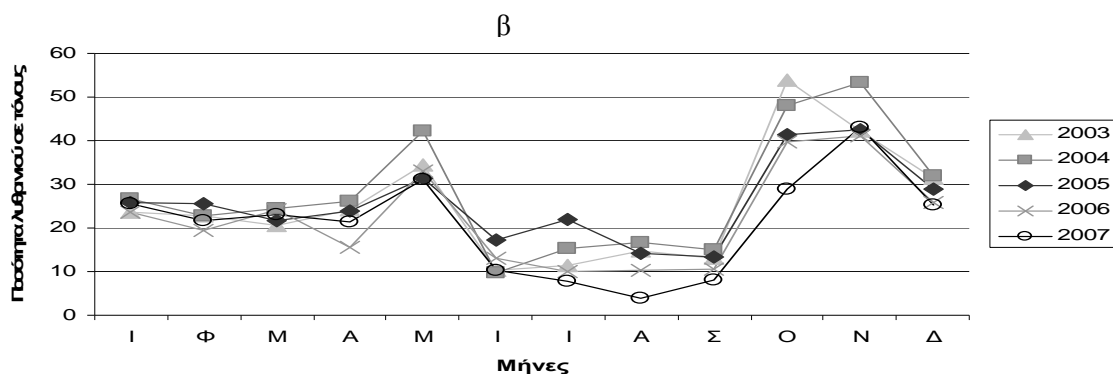
Το βάθος της υδάτινης στήλης που διαβιεί ένα είδος αποτελεί, επίσης, παράγοντα επηρεασμού της χημικής σύστασης του σώματός του. Σύμφωνα με τους Childress *et al.* (1990) και Drazen (2007) τα ψάρια που διαβιούν σε μεγαλύτερα βάθη παρουσιάζουν μειωμένη λιποπεριεκτικότητα.

1.4. Θρεπτική αξία ελληνικών αλιευμάτων

Στην Ελλάδα τα ιχθυηρά αποτελούσαν αναπόσπαστο μέρος της παραδοσιακής διατροφής, κάτι που εξακολουθεί να ισχύει μέχρι και σήμερα. Η ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση σε ψάρια και άλλα θαλασσινά είδη είναι περίπου 26 Kg (Failler 2007). Το λυθρίνι (*Pagellus erythrinus*) και η κουτσομούρα (*Mullus barbatus*), τα οποία είναι αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας, αποτελούν δύο από τα πιο σημαντικά αλιεύματα στην Ελλάδα, αλλά και σε ολόκληρη τη Μεσόγειο, τόσο λόγω της μεγάλης αφθονίας τους στις εκφορτώσεις, όσο και λόγω της υψηλής εμπορικής τους αξίας. Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα στοιχεία της ΕΣΥΕ (2007), η κουτσομούρα αποτελεί περίπου το 2,7 % και το λυθρίνι το 0,8 %² του συνολικού βάρους των εξαλιευθέντων ιχθύων στα ελληνικά ύδατα. Οι εκφορτώσεις των δύο ειδών παρουσιάζουν εποχιακή διακύμανση (Σχ. 1.1).



² Στο ποσοστό αυτό συμπεριλαμβάνεται και το βάρος των μη νοπών λυθρινιών.



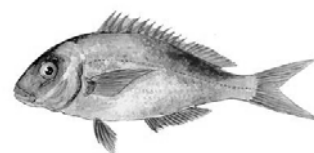
Σχήμα 1.1 : Εποχιακή διακύμανση εκφορτώσεων των δύο ειδών: α) κουτσομούρα, β) λυθρίνι (ΕΣΥΕ 2003-2007).

Στον Παρασητικό κόλπο, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία της ΕΣΥΕ (για τα έτη 2003-2007), τα δύο είδη αποτελούν το 2,3 % του συνολικού βάρους των εξαλιευθέντων ιχθύων με την κουτσομούρα να κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό και μια τάση αύξησης της αλιευτικής παραγωγής της από το 2003.

1.5. Βιολογία και σχετικές μελέτες των δύο ειδών

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

Το λυθρίνι (Εικ. 1.1) είναι βενθοπελαγικό



Εικόνα 1.1 : Λυθρίνι, *P. erythrinus* (www.fishbase.org)

είδος και ανήκει στην οικογένεια των σπαροειδών (Sparidae). Είναι ευρέως διαδεδομένο στη Μεσόγειο, τη Μαύρη θάλασσα και στις ευρωπαϊκές και αφρικάνικες ακτές του Ατλαντικού (Fisher *et al.* 1987). Μπορεί να βρεθεί μέχρι και στα 200 m βάθος. Συνήθως, όμως, απαντάται σε βάθος μεταξύ 20 και 100 m (Santos *et al.* 1995). Το λυθρίνι, παρά το γεγονός ότι συγκαταλέγεται στα παμφάγα είδη, είναι κυρίως σαρκοφάγο και τρέφεται με βενθικά ασπόνδυλα, μικρά ψάρια, οστρακοειδή, μικρά

μαλάκια και εχινόδερμα (Mihelakakis *et al.* 2001). Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους στη Μεσόγειο διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Ιούλιο (Valdes *et al.* 2004).

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

Οι μελέτες που έχουν γίνει έως τώρα για το είδος αυτό, αφορούν την αλιεία (Petrakis & Stergiou 1996), τη βιολογία, τη φυσιολογία και την οικολογία του (Vassilopoulou *et al.* 1986, Mytilineou 1987, Rajuelo & Lorentzo 1998, Somarakis & Machias 2002, Valdes *et al.* 2004). Σχετικά με τη χημική σύσταση του σώματος του λυθρινιού ελάχιστες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί (Mihelakakis *et al.* 2001, Κουσουλάκη 2007, Koubaa *et al.* 2010), ενώ η εποχιακή μεταβολή της χημικής σύστασης σε θρεπτικά συστατικά είναι άγνωστη.

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

Η κουτσομούρα (Εικ. 1.2) ανήκει στην οικογένεια Mullidae, είναι βενθικό είδος της υποτροπικής ζώνης και συναντάται συνήθως σε βάθος από 100 μέχρι 300 m. Εξαπλώνεται στη Μεσόγειο και στη Μαύρη θάλασσα καθώς και στον ανατολικό Ατλαντικό ωκεανό (Withhead *et al.* 1986). Τρέφεται με μικρά βενθικά ασπόνδυλα, όπως οστρακοειδή, σκουλήκια και μαλάκια. Το είδος αυτό



Εικόνα 1.2 : Κουτσομούρα, *M. barbatus* (www.Fishbase.org).

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 χημική σύσταση του σώματος της κουτσομούρας, ελάχιστες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί (Karakoltsidis *et al.* 1995, Guner *et al.* 1998, Koubaa *et al.* 2010), ενώ η εποχιακή μεταβολή της χημικής σύστασης - θρεπτικής αξίας στην περιοχή μελέτης είναι άγνωστη, καθώς προηγούμενες μελέτες περιορίστηκαν στον προσδιορισμό της λιποπεριεκτικότητας (Satsmadjis *et al.* 1988, Vassilopoulou *et al.* 1993).

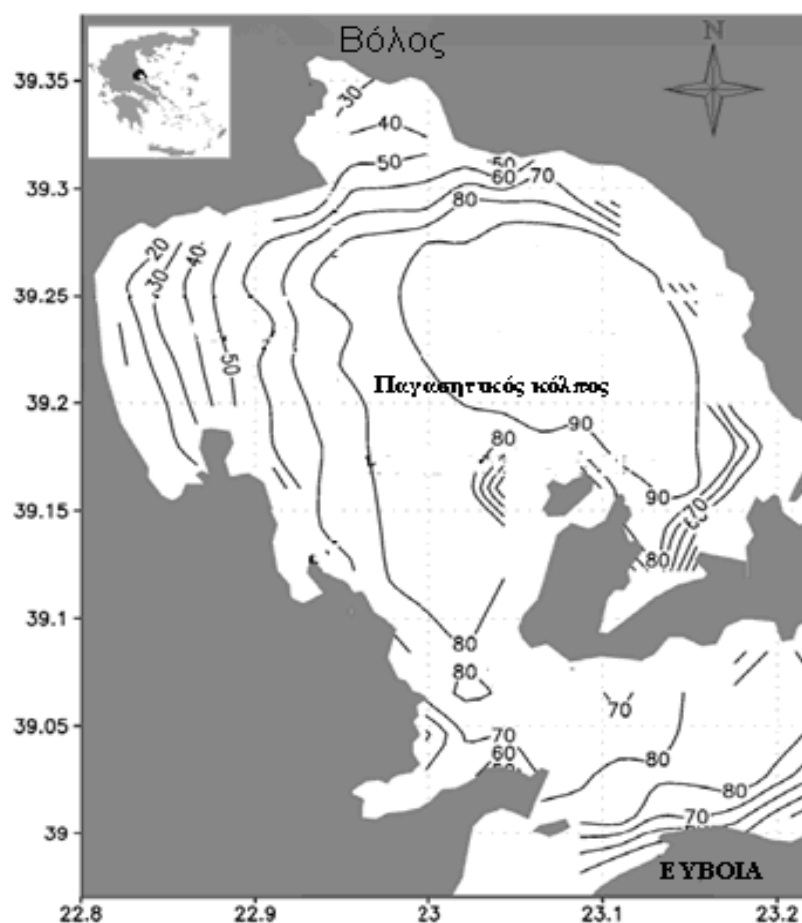
1.6. Σκοπός μεταπτυχιακής διατριβής

Το λυθρίνι (*P. erythrinus*) και η κουτσομούρα (*M. barbatus*) αποτελούν δύο από τα πιο εμπορικά είδη στον Παγασητικό κόλπο και γενικά στις ελληνικές θάλασσες. Ωστόσο δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες σχετικά με τη θρεπτική τους αξία και το πώς αυτή μεταβάλλεται εποχιακά. Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν να μελετηθεί η χημική σύσταση σε θρεπτικά συστατικά (υγρασία, πρωτεΐνες, λίπος, υδατάνθρακες και τέφρα) και η εποχιακή διακύμανση αυτών στον εδώδιμο μυϊκό ιστό του λυθρινιού και της κουτσομούρας.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Δειγματοληψίες ιχθύων

Μηνιαίες δειγματοληψίες 5 ατόμων λυθρινιού και 5 ατόμων κουτσομούρας πραγματοποιήθηκαν στον Παγασητικό κόλπο (Εικ. 2.1), οι οποίες διήρκησαν ένα έτος (από το Σεπτέμβριο του 2009 έως και τον Αύγουστο του 2010). Τα συλλεχθέντα άτομα προέρχονταν από τις μηνιαίες εκφορτώσεις παράκτιου αλιευτικού σκάφους που χρησιμοποιούσε μανωμένα δίχτυα και η επιλογή των ατόμων γίνονταν βάση του μέσου μεγέθους των ψαριών της εκφόρτωσης. Το συνολικό δείγμα ήταν 60 άτομα λυθρινιού και 60 άτομα κουτσομούρας.



Εικόνα 2.1 : Χάρτης Παγασητικού κόλπου Προσαρμογή από Triantafyllou *et al.* (2001).

Τα συλεχθέντα άτομα των ιχθύων μεταφέρονταν απευθείας στο εργαστήριο σε πάγο. Αρχικά, μετρήθηκε το ολικό μήκος (σε πρώτο δεκαδικό ψηφίο) με ιχθυόμετρο και το ολικό βάρος (σε δεύτερο δεκαδικό ψηφίο) των ατόμων με ηλεκτρονικό ζυγό. Έπειτα γινόταν τομή κατά μήκος της κοιλιακής περιοχής και λαμβάνονταν οι ακόλουθες μετρήσεις με ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων (Εικ. 2.2): το βάρος του ήπατος, το βάρος των γονάδων και το βάρος των υπολοίπων εντοσθίων. Τέλος αφαιρούταν και ζυγίζονταν όλος ο μυϊκός ιστός από τις δύο πλευρές κατά μήκος του σώματός τους. Ο μυϊκός ιστός ήταν όσο το δυνατόν απαλλαγμένος από κόκαλα και δέρμα.



Εικόνα 2.2: Ζυγός ακρίβειας 4 δεκαδικών ψηφίων (Kern ALS 220-4).

Η αποθήκευση των δειγμάτων (ήπαρ, γονάδες και μυϊκός ιστός του λυθρινιού και της κουτσομούρας) μέχρι την διεξαγωγή των χημικών αναλύσεων πραγματοποιήθηκε σε καταψύκτη θερμοκρασίας -20°C , αφού πρώτα εγκλείστηκαν σε ατομικές αεροστεγείς σακούλες.

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

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

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

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

Η εκτίμηση του σταδίου γεννητικής ωρίμανσης και η διάκριση του φύλλου πραγματοποιήθηκε με μακροσκοπική παρατήρηση των γονάδων και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος. Τα στάδια ωρίμανσης των γονάδων συμβολίζονται με αριθμούς από το 1 έως το 6. Η διάκριση των σταδίων ωρίμανσης των γονάδων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την κλίμακα Nikolskii (Nikolskii 1963) και περιγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 2 του Παραρτήματος.

2.2. Χημικές αναλύσεις ιστών

Οι χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Φυσιολογίας Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών του Τμήματος. Τα πρωτόκολλα των χημικών αναλύσεων προσαρμόστηκαν σύμφωνα με τις επίσημες μεθόδους ανάλυσης AOAC (1995).

2.2.1. Μέθοδος προσδιορισμού υγρασίας/ξηρής ουσίας

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 είναι απαραίτητο να βρίσκονται σε μορφή σκόνης (κονιορτοποιημένα) και πλήρως αποξηραμένα.

Ποσότητα δείγματος (νωπός αποψυγμένος ιστός) τοποθετούνταν σε προζυγισμένο δισκίο αλουμινίου, λαμβάνονταν η μέτρηση του καθαρού του βάρους και κατόπιν εισάγονταν σε κλίβανο (Εικ. 2.3) στους 105 °C για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η παραμονή των δειγμάτων στον κλίβανο εξαρτάται από την ποσότητα του δείγματος. Στην περίπτωση του μυϊκού ιστού, όπου οι ποσότητες των δειγμάτων ήταν 6-15 g, ο απαιτούμενος χρόνος ήταν τουλάχιστον 20 ώρες. Η διαδικασία, μετά το πέρας της παραμονής τους στον κλίβανο, ολοκληρώνονταν με τη μέτρηση του τελικού βάρους των δειγμάτων (με το αλουμινένιο δισκίο), αφού είχε προηγηθεί η τοποθέτησή τους σε ξηραντήρα (Εικ. 2.4) μέχρι απόκτησης σταθερού βάρους. Για το κάθε δείγμα έγιναν 3 επαναλήψεις. Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιήθηκαν σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Το % ποσοστό της υγρασίας προκύπτει από της παρακάτω σχέσεις:

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

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

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

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



Εικόνα 2.3 : Κλίβανος (Fermaks).



Εικόνα 2.4 : Ξηραντήρας.

2.2.2. Μέθοδος προσδιορισμού ολικών αζωτούχων ουσιών

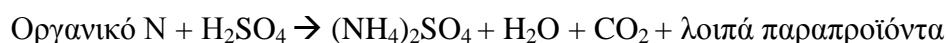
Ο ποσοτικός προσδιορισμός των πρωτεϊνών παρουσιάζει μεγάλες δυσχέρειες οι οποίες οφείλονται στο χαρακτήρα αυτών των μεγαλομορίων, καθώς και στην αδυναμία πλήρους διαχωρισμού τους. Στα τρόφιμα ο προσδιορισμός τους έγκειται στον υπολογισμό των ολικών αζωτούχων ουσιών κατά Kjeldahl.

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην ολική μετατροπή των μορφών αζώτου της πρωτεΐνης σε αμμωνιακά άλατα. Αναπόφευκτα συνυπολογίζεται και το άζωτο άλλων αζωτούχων ενώσεων που εμπεριέχονται στο δείγμα (μη πρωτεϊνικό άζωτο).

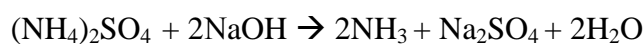
Το πρωτεϊνικό άζωτο υπερισχύει σημαντικά στη σύσταση των μυών των ιχθύων με μέση περιεκτικότητα 16,8 %. Το μη πρωτεϊνικό άζωτο, όπως το οξείδιο της τριμεθυλαμίνης (TMAO), τα αμινοξέα, τα νουκλεοτίδια, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, η κρεατίνη και η ταυρίνη, ανέρχεται σε ποσοστό μόλις 0,5-1 % (Βαφοπούλου 2003).

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

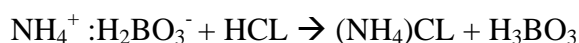
Η διαδικασία του πρώτου σταδίου ήταν η εξής: Οι φιάλες βρασμού της συσκευής Kjeldahl πληρώνονταν με την ποσότητα των 0,2 g του προς εξέταση αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος-ιστού. Στις φιάλες προστίθονταν 15 ml πυκνού θειικού οξέος (H₂SO₄), καθαρότητας 96 % και 2 ταμπλέτες (τύπου Kjeltabs CX του οίκου Gerhardt), οι οποίες αποτέλεσαν τον καταλύτη επιτάχυνσης της πέψης. Οι φιάλες βρασμού εισάγονταν στη συσκευή πέψεως (Εικ. 2.5), όπου πραγματοποιούταν χώνευση με θέρμανση του μείγματος για περίπου 1,5 ώρα. Η συσκευή είχε ρυθμιστεί έτσι ώστε να δουλεύει στο 100% της ισχύος της τα 5 πρώτα min, στο 55% τα επόμενα 20 min και στο 90% τα υπόλοιπα 60 min. Οι φιάλες βρασμού, μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της χώνευσης, παρέμεναν κάτω από τον απαγωγό για περίπου 20-30 min, ώστε να ψυχθούν. Η χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα στο στάδιο αυτό είναι η ακόλουθη:



Το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας, απετέλεσε η απόσταξη κατά την οποία προστίθεται βασικό διάλυμα στο όξινο διάλυμα της πέψης, μετατροπή της αμμωνίας (NH₄) σε αμμωνιακά ιόντα (NH₃) και δέσμευση αυτών σε διάλυμα βορικού οξέος. Έτσι, η κάθε φιάλη βρασμού τοποθετούνταν στην ειδική υποδοχή της συσκευής αποστάξεως (Εικ.2.6), ενώ στην άλλη υποδοχή τοποθετούνταν μια κενή φιάλη όγκου 250 ml έχοντας προσθέσει σε αυτή 3 σταγόνες δείκτη ερυθρού του μεθυλίου (0,2 g methyl red διαλυμένο σε 100 ml αλκοόλης 95 %). Η συσκευή είχε ρυθμιστεί έτσι ώστε να προσθέτει 100 ml H₂O και 80 ml καυστικού νατρίου NaOH 40 % στη φιάλη βρασμού που περιείχε το δείγμα και 50 ml βορικού οξέος H₂BO 4% στην κενή φιάλη, όπου θα δεσμεύονταν τα αμμωνιακά ιόντα. Ο χρόνος απόσταξης του κάθε δείγματος ήταν 6 min. Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο στάδιο αυτό είναι οι ακόλουθες:



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



Κάθε δείγμα ιστού αναλύθηκε με 2 επαναλήψεις Η περιεκτικότητα του δείγματος σε 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 ήταν η τιτλοδότηση κενής φιάλης (χωρίς δείγμα), η οποία χρησιμοποιείται ως συντελεστής διόρθωσης.

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

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



Εικόνα 2.5 : Συσκευή πέψης (digestion apparatus InKjel P της Behr).



Εικόνα 2.6 : Συσκευή απόταξης (Steam Distillation Apparatus S4 της Behr).

2.2.3. Μέθοδος προσδιορισμού ολικών λιπαρών ουσιών

Το συνολικό λιπιδικό περιεχόμενο συνήθως προσδιορίζεται μέσω μεθόδων εκχύλισης με οργανικούς διαλύτες, όπως ο πετρελαϊκός αιθέρας. Η πιο συνήθης μέθοδος είναι η εκχύλιση κατά Soxhlet. Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται το ποσοστό των ολικών λιπαρών ουσιών στο δείγμα. Το αιθερικό εκχύλισμα περιλαμβάνει κυρίως ουδέτερα λίπη (γλυκερίδια λιπαρών οξέων). Επίσης, σε

μικρότερη αναλογία απαντώνται ελεύθερα λιπαρά οξέα, λιποδιαλυτές βιταμίνες και χρωστικές, αιθέρια έλαια, ρητίνες, στερόλες και άλλες ουσίες που διαλύονται στον αιθέρα.

Για τις αναλύσεις των δειγμάτων, ποσότητα ξηρού κονιορτοποιημένου δείγματος 1 g μεταφέρονταν σε ειδικούς χάρτινους ηθμούς, οι οποίοι στη συνέχεια τοποθετούνταν σε γυάλινα δοχεία της συσκευής Soxhlet. Πριν την τοποθέτηση των χάρτινων ηθμών καταγράφονταν το βάρος των γυάλινων δοχείων, στα οποία είχαν προστεθεί 5-6 ειδικές πέτρες βρασμού, οι οποίες εξυπηρετούσαν την ομαλή βράση. Στη συνέχεια, οι χάρτινοι ηθμοί καλύπτονταν με μικρή ποσότητα βαμβακιού προς αποφυγήν υπερχειλίσεως και τα γυάλινα δοχεία πληρώνονταν με 150 ml πετρελαϊκού αιθέρα. Έπειτα, τα δείγματα τοποθετούνταν στη συσκευή εκχύλισης, όπου και υπόκειντο σε επαναλαμβανόμενες εκχυλίσεις. Η συσκευή εκχυλίσεως (Εικ. 2.7) λειτουργεί ως εξής: τα γυάλινα δοχεία εφάπτονται με το κάτω μέρος της συσκευής όπου βρίσκεται μια αντίσταση, η οποία αναπτύσσει θερμοκρασία 150 °C (άνω του σημείου ζέσεως του πετρελαϊκού αιθέρα). Με τη διαδικασία αυτή γίνεται ο βρασμός του δείγματος και η εκχύλιση των λιπαρών ουσιών. Κατόπιν, ο πετρελαϊκός αιθέρας απορροφάται από τα γυάλινα δοχεία και οδηγείται στο επάνω μέρος της συσκευής. Εκεί, μέσω διερχόμενου νερού ψύχεται η συσκευή και υγροποιείται ο αιθέρας. Ο υγροποιημένος αιθέρας, κατόπιν, διέρχεται από τον χάρτινο ηθμό με το δείγμα εκπλένοντας το δείγμα και εκχυλίζοντας το περαιτέρω. Η διαδικασία της έκπλυσης ήταν συνεχής και διήρκεσε 80 min.

Μετά το πέρας της διαδικασίας της εκχύλισης, απομακρύνονταν οι χάρτινοι ηθμοί και τα γυάλινα δοχεία, στα οποία είχε απομείνει το εκχυλισμένο λίπος, μια μικρή ποσότητα αιθέρα και οι πέτρες βρασμού εισάγονταν στο κλίβανο στους 105 °C για περίπου 20 min, ώστε να εξατμιστεί όλος ο εναπομείνον αιθέρας. Τέλος, τα

δοχεία ψύχονται σε ξηραντήρα για περίπου 30 min και καταγράφονται το βάρος τους (με τις πέτρες). Για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν 2 επαναλήψεις. Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιήθηκαν σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Η ποσότητα του λίπους (g) στο δείγμα υπολογίστηκε από τη διαφορά του βάρους των αρχικά άδειων δοχείων από το τελικό βάρος των δοχείων με το λίπος. Το % ποσοστό του λίπους προκύπτει από την αναγωγή του παραπάνω λίπους σε 100 προς το καθαρό βάρος του προ εκχύλισης δείγματος σύμφωνα με τη σχέση:

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



Εικόνα 2.7 : Συσκευή εκχύλισης (Soxtherm της Gerhardt).

2.2.4. Μέθοδος προσδιορισμού τέφρας

Η τέφρα αποτελείται από όλα τα ανόργανα στοιχεία που απομένουν ύστερα από την απανθράκωση της οργανικής ύλης μέσω της ανάφλεξης και της πλήρους οξείδωσής 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). Για τον προσδιορισμό της τέφρας των δειγμάτων της παρούσας εργασίας ακολουθήθηκε η διαδικασία της ξηρής καύσης.

Αρχικά, καταγράφονταν το βάρος των ειδικών πυρίμαχων πορσελάνινων δοχείων, τα οποία στη συνέχεια πληρώνονταν με 1 g αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος. Τα δοχεία εισάγονταν σε κλίβανο αποτέφρωσης (Εικ. 2.8) στους 600 °C για 3 ώρες έως ότου απανθρακωθούν όλα τα οργανικά συστατικά. Τα δοχεία, στα οποία είχε απομείνει η τέφρα μετά το πέρας της διαδικασίας, τοποθετούνταν στον ξηραντήρα μέχρι απόκτησης σταθερού βάρους και επαναζυγίζονταν. Η τέφρα σε όλα σχεδόν τα δείγματα ήταν λευκού χρώματος, γεγονός που αποδεικνύει την απουσία ανθρακοποιημένων τμημάτων. Οι μετρήσεις βάρους πραγματοποιούνταν σε ζυγό ακρίβειας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Το καθαρό βάρος της τέφρας υπολογίστηκε από την αφαίρεση του βάρους του κενού δοχείου από το βάρος του δοχείου με την τέφρα. Το % ποσοστό της τέφρας προκύπτει από την αναγωγή της παραπάνω τέφρας σε 100 προς το καθαρό βάρος του δείγματος σύμφωνα με τη σχέση:

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

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



Εικόνα 2.8 : Αποτεφρωτήρας (Nabertherm).

2.4. Υπολογισμός υδατανθράκων

Η περιεκτικότητα των υδατανθράκων στον μυϊκό ιστό των δύο ειδών υπολογίστηκε από την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Υδατάνθρακες (\%)} = 100 - [\text{Πρωτεΐνες (\%)} + \text{Ολικές λιπαρές ουσίες (\%)} + \text{Τέφρα (\%)}]$$

2.5. Υπολογισμός ενέργειας

Η ενέργεια που προκύπτει από την περιεκτικότητα των θρεπτικών συστατικών υπολογίστηκε από την παρακάτω εξίσωση (Potter & Hotchkiss 1995):

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

2.6. Στατιστική ανάλυση

Η γραφική απεικόνιση της εποχιακής διακύμανσης των σωματομετρικών δεικτών και των θρεπτικών στοιχείων πραγματοποιήθηκε με το υπολογιστικό πρόγραμμα ECXEL. Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 14. Η ανάλυση της μηνιαίας διακύμανσης των περιεκτικοτήτων των θρεπτικών στοιχείων στο μυϊκό ιστό των δύο ειδών και των σωματομετρικών δεικτών τους, πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο ανάλυσης των διακυμάνσεων μονής κατεύθυνσης (one-way ANOVA) αφού ελέγχθηκαν όλες οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή της ανάλυσης (κανονικότητα του δείγματος και ομοιογένεια διακυμάνσεων). Για την κάθε παράμετρο τα στοιχεία ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με τον έλεγχο πολλαπλής αντίθεσης του Scheffe. Έλεγχος γραμμικής συσχέτισης (κατά Pearson) πραγματοποιήθηκε για τον έλεγχο των συσχετίσεων μεταξύ των περιεκτικοτήτων των θρεπτικών συστατικών, για τον έλεγχο των

συσχετίσεων μεταξύ των σωματομετρικών δεικτών καθώς και για τον έλεγχο της συσχέτισης των περιεκτικότητων των θρεπτικών συστατικών με το ολικό μήκος, το ολικό βάρος και τους σωματομετρικούς δείκτες (γοναδοσωματικό δείκτη, ηπατοσωματικό δείκτη και δείκτη ευρωστίας). Η ίδια ανάλυση χρησιμοποιήθηκε, επίσης, για τον έλεγχο της συσχέτισης των σωματομετρικών δεικτών με το ολικό μήκος και το ολικό βάρος για το κάθε είδος.

Τέλος, εξετάστηκε εάν η περιεκτικότητα των θρεπτικών συστατικών διαφέρει στα δύο είδη με τον έλεγχο υπόθεσης για τη διαφορά των μέσων δύο ανεξάρτητων μεταβλητών t-test (independent samples).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και αιτιολογούνται τα αποτελέσματα της μελέτης της χημικής σύστασης, και συγκεκριμένα της περιεκτικότητας σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες, υδατάνθρακες, τέφρα και ολική ενέργεια, του εδώδιμου μυϊκού ιστού του λυθρινιού και της κουτσομούρας, καθώς και η εποχιακή διακύμανση αυτών σε ένα ημερολογιακό έτος. Ωστόσο, είναι εύλογο σε μια ιχθυολογική μελέτη να παρουσιαστούν πρώτα τα διάφορα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των ειδών όπως το ολικό μήκος, το βάρος, ο γοναδοσωματικός δείκτης, ο ηπατοσωματικός δείκτης, ο δείκτης ευρωστίας και το ποσοστό μυϊκής μάζας σώματος και τα οποία αργότερα, πλην του τελευταίου, στο παρόν κείμενο θα συσχετιστούν με τη θρεπτική αξία του μυϊκού ιστού των δύο ειδών.

3.1. Σωματομετρικοί δείκτες

3.1.1. Ολικό μήκος, βάρος και δείκτης ευρωστίας των δύο ειδών

Τα μεγέθη των ατόμων του λυθρινιού παρουσίασαν μηνιαία διακύμανση. Το ολικό μήκος κυμάνθηκε από 12,5 έως 22 cm, με μέσο όρο $17,4 \pm 2,4$ cm, και ο μέσος όρος του βάρους των ατόμων των μηνιαίων δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 24 έως 102 g με μέσο όρο $67,57 \pm 25,54$ g. Από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο αλιεύθηκαν τα μεγαλύτερα μεγέθη, ενώ από τον Ιούλιο μέχρι το Σεπτέμβριο τα μικρότερα. Το μέγεθος των ατόμων του λυθρινιού σε ορισμένους μήνες είχε διακυμάνσεις ακόμα και ανάμεσα στα άτομα της ίδιας δειγματοληψίας (Πιν. 3.1).

Το μέγεθος των ατόμων της κουτσομούρας δεν παρουσίασε σημαντική μηνιαία διακύμανση. Επίσης δεν παρουσιάστηκαν διακυμάνσεις ανάμεσα στα άτομα της ίδιας δειγματοληψίας. Το ολικό μήκος κυμάνθηκε από 15,4 έως 17 cm, με μέσο όρο $16 \pm 0,5$ cm και ο μέσος όρος του βάρους των ατόμων των μηνιαίων

δειγματοληψιών κυμάνθηκε από 40 έως 53 g, με μέσο όρο $46,64 \pm 3,21$ g. Τα μεγαλύτερα άτομα αλιεύθηκαν το Μάρτιο, ενώ τα μικρότερα τους μήνες Ιούλιο και Οκτώβριο (Πιν. 3.1).

Ο δείκτης ευρωστίας κυμάνθηκε από 1,08 έως 1,24, με μέσο όρο $1,16 \pm 0,05$ στα άτομα του λυθρινιού και από 0,97 έως 1,15, με μέσο όρο $1,09 \pm 0,06$ στα άτομα της κουτσομούρας (Πιν. 3.1). 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). Στη παρούσα μελέτη η εκτίμηση του δείκτη είναι ενδεικτική λόγω περιορισμένου αριθμού δειγμάτων.

Το λυθρίνι βρέθηκε να είναι πιο εύρωστο το Μάιο και το Σεπτέμβριο, ενώ λιγότερο εύρωστο ήταν το Φεβρουάριο. Η κουτσομούρα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις στην ευρωστία ανάμεσα στους 12 μήνες. Από τα δύο είδη, το λυθρίνι βρέθηκε να είναι το πιο εύρωστο (υψηλότερη τιμή K). Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, οι διαφορές στη φυσιολογική κατάσταση ανάμεσα σε διαφορετικούς πληθυσμούς ιχθύων, φαίνεται να σχετίζονται άμεσα με το περιβάλλον διαβίωσής τους (Chouinard & Swain 2001, Lloret *et al.* 2002, Lloret & Planes 2003, Rätz & Lloret 2003). Συνήθως, στην εύκρατη ζώνη σχετίζονται κυρίως με τη διαθεσιμότητα τροφής και λιγότερο με τη θερμοκρασία (Love 1980).

Πίνακας 3.1: Μηνιαία διακύμανση μορφομετρικών στοιχείων του λυθρινιού και της κουτσομούρας.

	<i>P. erythrinus</i>			<i>M. barbatus</i>		
	Μήκος (cm)	Βάρος (g)	K	Μήκος (cm)	Βάρος (g)	K
Σεπτέμβριος	15,7±1,8 ^{αβγ}	51,40±16,47 ^{αβγ}	1,24±0,04 ^β	15,5±0,8	45,26±6,23	1,14±0,09
Οκτώβριος	16,1±1,2 ^{αβγδ}	50,04±12,27 ^{αβγ}	1,13±0,06 ^{αβ}	15,4±0,6	43,33±6,79	1,13±0,07
Νοέμβριος	18,3±0,5 ^{γδε}	71,62±4,15 ^{βγδ}	1,13±0,06 ^{αβ}	16,3±1,0	46,58±8,11	1,02±0,05
Δεκέμβριος	16,8±1,7 ^{αβγδε}	60,07±18,49 ^{αβγ}	1,19±0,03 ^{αβ}	16,0±0,6	47,50±3,55	1,10±0,06
Ιανουάριος	16,7±0,5 ^{αβγδε}	57,39±4,50 ^{αβγ}	1,17±0,06 ^{αβ}	15,7±0,5	46,93±5,14	1,14±0,04
Φεβρουάριος	16,7±0,5 ^{δεζ}	83,78±4,30 ^{γδε}	1,08±0,04 ^α	16,2±0,8	43,78±5,95	0,97±0,06
Μάρτιος	21,4±0,5 ^ζ	115,02±9,03 ^ε	1,11±0,02 ^{αβ}	16,4±0,6	51,77±3,67	1,14±0,08
Απρίλιος	20,2±1,6 ^{εζ}	102,09±23,87 ^{δε}	1,17±0,02 ^{αβ}	16,0±0,4	47,68±2,30	1,13±0,06
Μάιος	17,2±0,4 ^{βγδε}	65,15±9,28 ^{αβγδ}	1,23±0,08 ^β	16,2±0,6	49,47±4,11	1,12±0,07
Ιούνιος	19,3±1,0 ^{δεζ}	87,22±15,07 ^{γδε}	1,16±0,02 ^{αβ}	17,0±0,9	50,89±9,21	0,99±0,04
Ιούλιος	14,4±1,9 ^{αβ}	36,43±15,30 ^{αβ}	1,13±0,04 ^{αβ}	15,4±0,6	40,52±4,32	1,04±0,13
Αύγουστος	13,5±0,7 ^α	30,67±4,71 ^α	1,19±0,06 ^{αβ}	15,7±0,7	45,97±5,63	1,15±0,07
M.O.	17,4±2,4	67,57±25,54	1,16±0,05	16±0,5	46,64±3,21	1,09±0,06

Σημ.: Οι τιμές που φέρουν διαφορετικό εκθέτη για κάθε παράμετρο στη κάθετη στήλη υποδηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μηνών ($P>0,05$).

Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση για $n=5$.

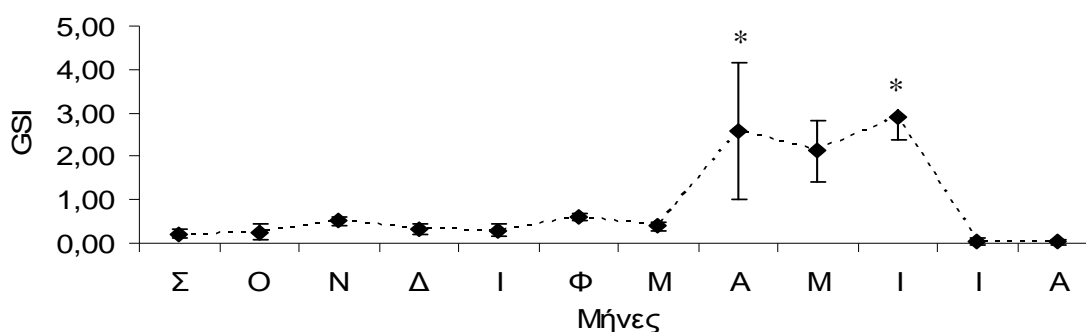
3.1.2. Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) των δύο ειδών

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

Ο γοναδοσωματικός δείκτης του λυθρινιού κυμάνθηκε στη διάρκεια ενός έτους από 0,02 έως 2,90, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές

($F=22,937 > F_{\text{op.}}$, $p < 0,05$). Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1, από το Σεπτέμβριο μέχρι και το Μάρτιο διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα και από τον Απρίλιο μέχρι και τον Ιούνιο είχε αυξημένες τιμές. Η μέγιστη τιμή του γοναδοσωματικού δείκτη του λυθρινιού παρουσιάστηκε τον Ιούνιο και η ελάχιστη τιμή τον Αύγουστο.

Οι μηνιαίες τιμές του γοναδοσωματικού δείκτη του λυθρινιού, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, υποδεικνύουν ότι το Μάρτιο ξεκινάει η φάση της ταχείας αύξησης των γονάδων, ενώ τον Απρίλιο και το Μάιο οι γονάδες βρίσκονται στη φάση της πλήρους ωρίμανσης τους. Το διάστημα μεταξύ Ιουνίου (μήνα με τη μέγιστη τιμή) και Ιουλίου (απορρόφηση γονάδων), ολοκληρώνεται ο αναπαραγωγικός κύκλος με την απελευθέρωση του γεννητικού τους υλικού. Σύμφωνα και με τα αποτελέσματα της μακροσκοπικής παρατήρησης των γονάδων, τα οποία συνάδουν με τη μηνιαία διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη προκύπτει ότι η αναπαραγωγική περίοδος του λυθρινιού στον Παγασητικό κόλπο είναι διάρκειας τεσσάρων μηνών (Απρίλιο-Ιούλιο), συμπέρασμα που συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες (Valdes *et al.* 2004, EATE 2001) που διεξήχθησαν στη Μεσόγειο θάλασσα (Νοτιοανατολικές ακτές της Ισπανίας και ελληνικές θάλασσες, αντίστοιχα).

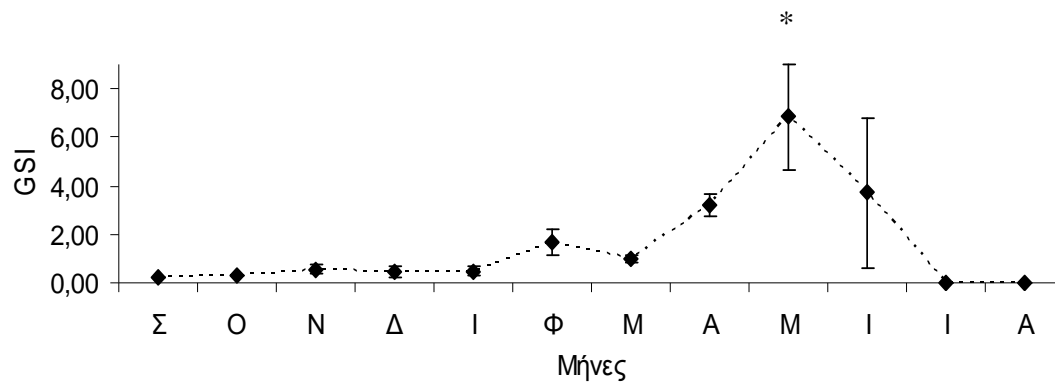


Σχήμα 3.1: Μηνιαία διακύμανση γοναδοσωματικού δείκτη λυθρινιού (*P. erythrinus*). Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Συγκριτικά με άλλες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στη Μεσόγειο, η αναπαραγωγική περίοδος του λυθρινιού στον Παγασητικό κόλπο διαφοροποιείται ελαφρώς. Οι Santos *et al.* (1995) και ο Ghorbel (1981), αναφέρουν ότι η αναπαραγωγική περίοδος του λυθρινιού διαρκεί από το Μάιο μέχρι τον Αύγουστο στις ακτές νότια της Πορτογαλίας και στις ακτές της Τυνησίας, αντίστοιχα, ενώ ο Girardin (1978) αναφέρει ότι η αναπαραγωγική περίοδος διαρκεί από τον Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο στο κόλπο του Λέοντος και τη βαλεαριδική θάλασσα. Οι Caragitsou *et al.* (1997) ανέφεραν ότι η εναπόθεση του γεννητικού υλικού πραγματοποιείται το Μάιο στο Αιγαίο, ένα μήνα νωρίτερα συγκριτικά με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας.

Τέλος, η συντριπτική πλειοψηφία των ατόμων των μηνιαίων δειγματοληψιών καθόλη τη διάρκεια του έτους ήταν γένους θηλυκού. Κυριαρχία θηλυκών ατόμων του είδους στις δειγματοληψίες παρατηρήθηκε και σε προηγούμενες μελέτες (Vasilopoulou *et al.* 1986, Rajuelo & Lorenzo 1998). Αυτό, φυσικά, οφείλεται στον πρωτόγυνο αναπαραγωγικό τύπο του είδους, μιας και η πλειοψηφία των ατόμων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν ολικού μήκους μικρότερου των 16 cm, το οποίο θεωρείται ορόσημο μέγεθος αλλαγής του φύλου (Νεοφύτου 2007).

Ο γοναδοσωματικός δείκτης της κουτσομούρας κυμάνθηκε από 0 έως 6,84, στη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=24,171 > F_{0,05}$, $P < 0,05$). Από το Σεπτέμβριο έως και το Μάρτιο, ο γοναδοσωματικός δείκτης κυμάνθηκε σε πολύ χαμηλές τιμές, ενώ από τον Απρίλιο μέχρι και τον Ιούνιο ήταν αυξημένος με μέγιστη τιμή το Μάιο. Έπειτα, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο ο δείκτης παρουσίασε πάλι αρκετά χαμηλές τιμές (Σχ. 3.2).



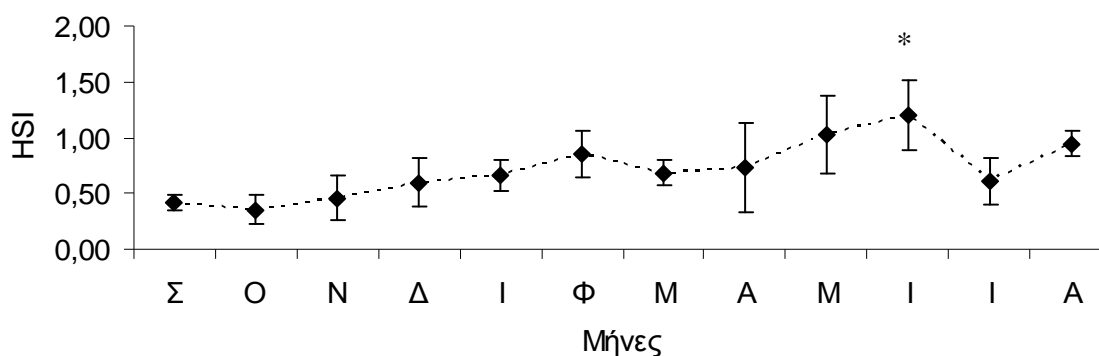
Σχήμα 3.2: Μηνιαία διακύμανση γοναδοσωματικού δείκτη κουτσομούρας (*M. barbatus*).

Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Σύμφωνα με τη μηνιαία διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη της κουτσομούρας, οι γονάδες της βρίσκονται στη φάση της ταχείας αυξήσεως τους από το Μάρτιο μέχρι και το Μάιο, στη φάση της πλήρους ωρίμανσής τους το Μάιο, ενώ η εναπόθεση του γεννητικού υλικού λαμβάνει χώρα στο διάστημα μεταξύ Μαΐου και Ιουλίου. Αν και τα στοιχεία αυτά προέρχονται από μικρό αριθμό δειγμάτων, θα μπορούσε κανείς να συμπεράνει πως η αναπαραγωγική περίοδος της κουτσομούρας στον Παγασητικό κόλπο διαρκεί τέσσερις μήνες (Απρίλιο- Ιούλιο). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τις αναφορές άλλων μελετών που πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο σχετικά με το είδος (Metin 2005, Cherif *et al.* 2007), ενώ 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). Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί πως στις δειγματοληψίες της κουτσομούρας της παρούσας εργασίας βρέθηκε αριθμητική υπεροχή των θηλυκών ατόμων, όπως έχει παρατηρηθεί και σε άλλες μελέτες (Celik & Torcu 2000, Cherif *et al.* 2007, Vivien *et al.* 2009).

3.1.3. Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) των δύο ειδών

Ο ηπατοσωματικός δείκτης του λυθρινιού κυμάνθηκε από 0,35 έως 1,20 κατά τη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=6,217 > F_{op.}, p < 0.05$). Από τον Οκτώβριο, όπου παρουσιάστηκε η ελάχιστη τιμή, μέχρι και τον Ιούνιο παρουσίασε σταδιακά μία αυξητική τάση, όπου μετρήθηκε η μέγιστη τιμή. Έπειτα ακολούθησε πτώση τον Ιούλιο και άνοδο της τιμής του τον Αύγουστο (Σχ. 3.3).

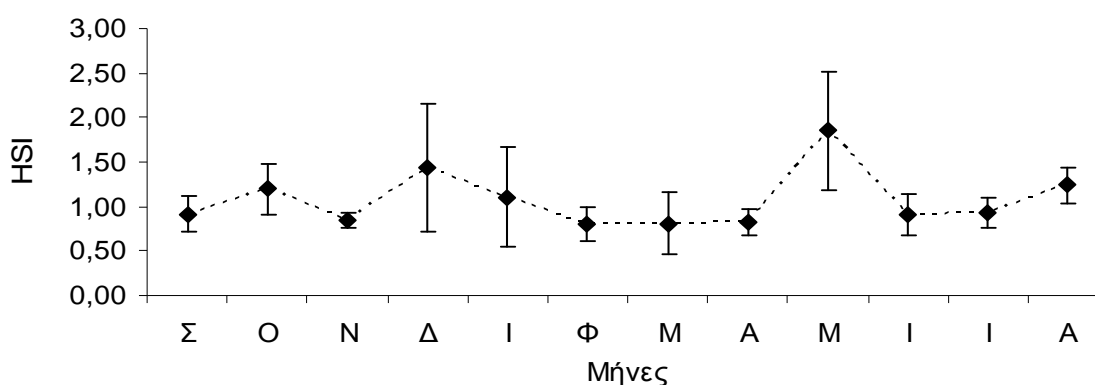


Σχήμα 3.3: Μηνιαία διακύμανση ηπατοσωματικού δείκτη λυθρινιού (*P. erythrinus*).
Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο ηπατοσωματικός δείκτης συχνά χρησιμοποιείται 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). Σύμφωνα με τα ενδεικτικά αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, η χαμηλή τιμή του ηπατοσωματικού δείκτη του λυθρινιού τους φθινοπωρινούς μήνες πιθανόν να υποδηλώνει μειωμένη πρόσληψη τροφής, ενώ η αυξημένη τιμή του κατά το τέλος της άνοιξης με αρχές της καλοκαιρινής περιόδου υποδηλώνει καλή διατροφική κατάσταση, η οποία συνδέεται, τους ευτροφικούς αυτούς μήνες, με την αφθονία τροφής και συνεπώς την αυξημένη προσληψιμότητα της. Η πτώση της τιμής του

δείκτη τον Ιούλιο πιθανώς να συνδέεται με την αναπαραγωγική δραστηριότητα (εναπόθεση γεννητικών προϊόντων) του είδους κατά την οποία τα αποθέματα θρεπτικών ουσιών του ηπατοπαγκρέατος καταβολίζονται για την παραγωγή μεταβολικής ενέργειας.

Ο ηπατοσωματικός δείκτης της κουτσομούρας κυμάνθηκε από 0,80 έως 1,85 κατά τη διάρκεια ενός έτους, χωρίς ωστόσο, να παρουσιάσει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δώδεκα μηνιαίων δειγματοληψιών ($F=1,345 < F_{op}$, $P > 0,05$). Τα άτομα της δειγματοληψίας του Μαΐου εμφάνισαν τη μέγιστη τιμή του δείκτη, εκείνα του Δεκεμβρίου τη δεύτερη υψηλότερη τιμή, ενώ εκείνα του Φεβρουαρίου είχαν την ελάχιστη (Σχ. 3.4).



Σχήμα 3.4: Μηνιαία διακύμανση ηπατοσωματικού δείκτη κουτσομούρας (*M. barbatus*).

Ο ηπατοσωματικός δείκτης της κουτσομούρας, αν και δεν παρουσίασε σημαντικές διακυμάνσεις ανάμεσα στους μήνες, η μέγιστη τιμή του συνέπεσε χρονικά με τη μέγιστη τιμή του γοναδοσωματικού δείκτη. Το ήπαρ είναι το κύριο όργανο αποθήκευσης ενέργειας και μεταβολισμού των πλούσιων σε ενέργεια θρεπτικών συστατικών (Sheridan 1994). Η μέγιστη τιμή του ηπατοσωματικού δείκτη στη φάση της πλήρους ωρίμανσης των γονάδων το Μάιο, πιθανώς να υποδεικνύει την

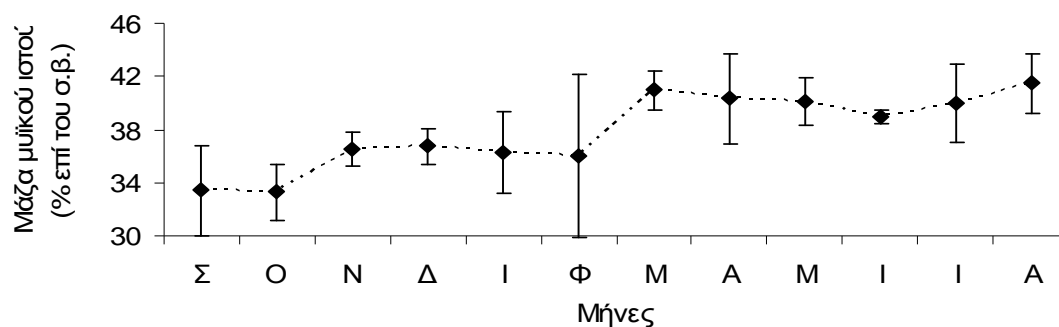
ανάγκη αποθήκευσης ενέργειας για τις απαιτήσεις της αναπαραγωγικής δραστηριότητας, όπως υποστηρίζουν και οι N Da & Deniel (1993), αλλά επίσης, όπως αναφέρθηκε και για το λυθρίνι, μπορεί να οφείλεται και στη καλή διατροφική κατάσταση του είδους το μήνα αυτό, λόγω της αφθονίας της διαθέσιμης τροφής. Η πτώση του ηπατοσωματικού δείκτη κατά την τελευταία φάση του αναπαραγωγικού κύκλου υποδηλώνει τις αυξημένες ενεργειακές ανάγκες για αυτή του τη δραστηριότητα. Τους επόμενους δύο καλοκαιρινούς μήνες, κατά τη διάρκεια των οποίων έχει ολοκληρωθεί ο αναπαραγωγικός κύκλος και συνεχίζονται οι ευνοϊκές συνθήκες σίτισης, ο ηπατοσωματικός δείκτης αυξάνει και πάλι. Την περίοδο αυτή, οι πληθυσμοί της κουτσομούρας μεταναστεύουν σε πιο ρηχά νερά (Καρλου-Ρήγα 2000), όπου επικρατούν ευνοϊκότερες συνθήκες διατροφής.

3.1.4. Μάζα μυϊκού ιστού των δύο ειδών

Η μυϊκή μάζα (κινητικοί μύες) των ιχθύων διαφέρει μεταξύ των ειδών και έχει υπολογιστεί ότι κυμαίνεται μεταξύ 36% και 60% της συνολικής μάζας σώματός τους (Hoar & Randall 1978). Η μυϊκή μάζα των ιχθύων, επίσης, αποτελεί ένα δείκτη της ανάπτυξής τους. Στους ιχθύες, σε αντίθεση με ότι συμβαίνει στα θηλαστικά, ο αριθμός των μυϊκών ινών, ιδιαίτερα του λευκού μυϊκού ιστού που αποτελεί το κυριότερο εδωδιμο μέρος τους, αυξάνει καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους τόσο σε αριθμό όσο και σε διάμετρο (Weatherley 1988). Έτσι, η μυϊκή μάζα ενός είδους είναι χαρακτηριστική του γονότυπού του, της ηλικιακής κλάσης του και της ανάπτυξής του (Johnston 1999) και προσφάτως έχει μελετηθεί εκτενώς σε διάφορα είδη για τα οποία υπάρχει ενδιαφέρον από ιχθυοκαλλιεργητικής πλευράς με σκοπό την επιλογή ειδών με ταχεία μυϊκή ανάπτυξη (Pai-Silva *et al.* 2003, Cui & Wang 2007).

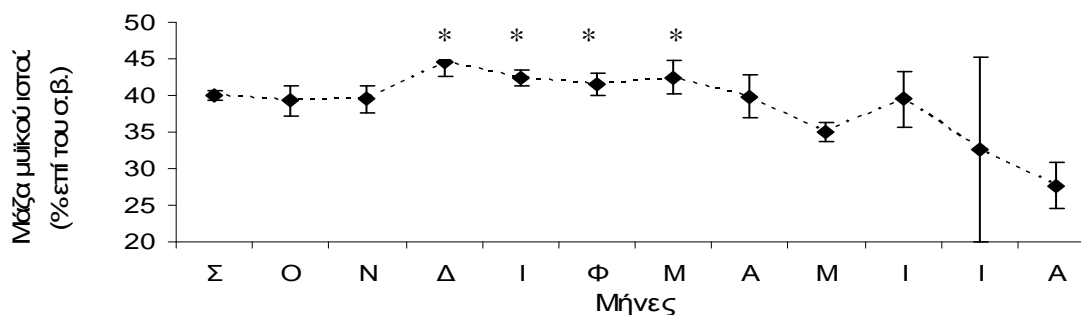
Η ποσοστιαία (%) αναλογία της μυϊκής μάζας προς το σωματικό βάρος του λυθρινιού κυμάνθηκε από 33,3 έως 41,5 % στη διάρκεια ενός έτους. Την άνοιξη και

το καλοκαίρι η αναλογία αυτή ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με το χειμώνα και το φθινόπωρο, γεγονός που υποδεικνύει την έντονη ανάπτυξη του είδους την περίοδο αυτή (Σχ. 3.3). Ωστόσο, δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$) μεταξύ των ατόμων των δώδεκα διαφορετικών μηνιαίων δειγματοληψιών.



Σχήμα 3.5: Μηνιαία διακύμανση της μυϊκής μάζας του λυθρινιού (*P.erythrinus*).

Η ποσοστιαία (%) αναλογία της μυϊκής μάζας προς το σωματικό βάρος της κουτσομούρας κυμάνθηκε από 27,7 έως 44,5 % κατά τη διάρκεια ενός έτους παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=6,206>F_{op}$, $P<0,05$). Η μυϊκή μάζα της κουτσομούρας τους μήνες Σεπτέμβριο έως Απρίλιο ήταν σταθερή παρουσιάζοντας, έπειτα, πτωτική τάση με ελάχιστη τιμή στα άτομα της δειγματοληψίας του Αυγούστου (Σχ. 3.6).



Σχήμα 3.6: Μηνιαία διακύμανση μυϊκής μάζας της κουτσομούρας (*M. barbatus*).

Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Στο συγκεντρωτικό Πίνακα 3.2 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές των σωματομετρικών δεικτών (γοναδοσωματικός και ηπατοσωματικός) και της μυϊκής μάζας (% επί του σωματικού βάρους) για τα δύο είδη.

Πίνακας 3.2: Συγκεντρωτικά στοιχεία γοναδοσωματικού (GSI), ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) και μυϊκής μάζας (% επί του σωματικού βάρους) του λυθρινιού και της κουτσομουρας σε μηνιαία βάση.

	<i>Pagellus erythrinus</i>			<i>Mullus barbatus</i>		
	GSI	HSI	Μυϊκή μάζα (% επί του σ.β.)	GSI	HSI	Μυϊκή μάζα (% επί του σ.β.)
Σεπτέμβριος	0,22±0,10 ^α	0,41±0,07 ^α	33,43±3,39 ^α	0,26±0,0 ^α	0,92±0,21 ^α	40,05±0,71 ^{αβ}
Οκτώβριος	0,26±0,17 ^α	0,35±0,13 ^α	33,28±2,10 ^α	0,30±0,01 ^α	1,19±0,29 ^α	39,27±2,07 ^{αβ}
Νοέμβριος	0,51±0,10 ^α	0,46±0,20 ^α	36,50±1,28 ^α	0,56±0,20 ^{αβ}	0,84±0,08 ^α	39,52±1,87 ^{αβ}
Δεκέμβριος	0,33±0,13 ^α	0,60±0,22 ^{αβ}	36,72±1,29 ^α	0,46±0,20 ^{αβ}	1,44±0,72 ^α	44,51±1,85 ^β
Ιανουάριος	0,30±0,15 ^α	0,66±0,14 ^{αβ}	36,30±3,06 ^α	0,48±0,21 ^{αβ}	1,11±0,56 ^α	42,31±1,10 ^β
Φεβρουάριος	0,61±0,07 ^{αβ}	0,85±0,21 ^{αβ}	36,02±6,16 ^α	1,69±0,53 ^{βγδ}	0,80±0,19 ^α	41,51±1,45 ^β
Μάρτιος	0,39±0,11 ^α	0,69±0,11 ^{αβ}	40,95±1,44 ^α	1,01±0,17 ^{αβγ}	0,81±0,35 ^α	42,41±2,29 ^β
Απρίλιος	2,59±1,56 ^γ	0,73±0,40 ^{αβ}	40,36±3,39 ^α	3,21±0,44 ^{γδ}	0,83±0,14 ^α	39,87±3,02 ^{αβ}
Μάιος	2,13±0,71 ^{βγ}	1,02±0,35 ^{αβ}	40,08±1,78 ^α	6,84±2,18 ^δ	1,85±0,66 ^α	35,01±1,35 ^{αβ}
Ιούνιος	2,90±0,53 ^γ	1,20±0,31 ^β	38,98±0,47 ^α	3,73±3,09 ^{γδ}	0,91±0,23 ^α	39,46±3,90 ^{αβ}
Ιούλιος	0,04±0,09 ^α	0,61±0,20 ^{αβ}	40,00±2,97 ^α	0,00 ^α	0,93±0,16 ^α	32,66±12,59 ^{αβ}
Αύγουστος	0,02±0,05 ^α	0,94±0,11 ^{αβ}	41,46±2,25 ^α	0,00 ^α	1,24±0,21 ^α	27,68±3,18 ^α

Σημ.: Οι τιμές που φέρουν διαφορετικό εκθέτη για κάθε παράμετρο στη κάθετη στήλη, υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μηνών (P<0,05).

Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση (n=5)

3.2. Χημικές αναλύσεις μυϊκού ιστού

3.2.1. Χημική σύσταση μυϊκού ιστού του λυθρινιού

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης της χημικής σύστασης του εδώδιμου μυϊκού ιστού του λυθρινιού, και συγκεκριμένα της περιεκτικότητας σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες, υδατάνθρακες και τέφρα αλλά και η ολική ενεργειακή του αξία καθώς και η εποχιακή διακύμανση αυτών σε ένα ημερολογιακό έτος.

Πίνακας 3.3: Συγκεντρωτικός πίνακας μηνιαίας διακύμανσης θρεπτικών συστατικών στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού (ποσοστό % επί το υγρό βάρος ιστού).

<i>Pagellus erythrinus</i>						
	Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	Υδατ/κες (%)	Τέφρα (%)	Ενέργεια* (Kcal/g)
Σεπτέμβριος	77,21 ± 1,76 ^α	20,37 ± 1,35 ^α	0,72 ± 0,06 ^{αβ}	0,20 ± 0,38 ^α	1,50 ± 0,12 ^β	1,22 ± 0,09 ^α
Οκτώβριος	77,98 ± 2,92 ^α	19,65 ± 2,54 ^α	0,44 ± 0,23 ^α	0,54 ± 0,25 ^{αβγ}	1,39 ± 0,16 ^{αβ}	1,17 ± 0,15 ^α
Νοέμβριος	75,40 ± 0,61 ^α	22,05 ± 0,58 ^α	0,89 ± 0,25 ^{αβ}	0,10 ± 0,13 ^α	1,56 ± 0,06 ^β	1,33 ± 0,04 ^{αβ}
Δεκέμβριος	74,06 ± 1,82 ^α	21,24 ± 1,30 ^α	1,93 ± 0,99 ^{αβ}	1,26 ± 0,42 ^γ	1,50 ± 0,10 ^β	1,43 ± 0,14 ^β
Ιανουάριος	76,32 ± 0,37 ^α	20,80 ± 0,52 ^α	0,73 ± 0,33 ^{αβ}	0,69 ± 0,30 ^{αβγ}	1,45 ± 0,13 ^{αβ}	1,27 ± 0,03 ^α
Φεβρουάριος	75,39 ± 0,65 ^α	21,65 ± 0,26 ^α	1,09 ± 0,60 ^{αβ}	0,45 ± 0,13 ^{αβ}	1,41 ± 0,06 ^{αβ}	1,34 ± 0,06 ^{αβ}
Μάρτιος	76,45 ± 0,60 ^α	21,17 ± 0,51 ^α	0,51 ± 0,08 ^α	0,40 ± 0,18 ^{αβ}	1,48 ± 0,02 ^β	1,26 ± 0,03 ^α
Απρίλιος	75,58 ± 0,91 ^α	21,36 ± 0,84 ^α	1,00 ± 0,32 ^{αβ}	0,46 ± 0,20 ^{αβ}	1,60 ± 0,05 ^β	1,32 ± 0,06 ^{αβ}
Μάιος	74,01 ± 1,94 ^α	20,68 ± 0,75 ^α	2,81 ± 1,56 ^β	1,06 ± 0,30 ^{βγ}	1,45 ± 0,11 ^{αβ}	1,47 ± 0,17 ^β
Ιούνιος	75,85 ± 0,77 ^α	20,35 ± 0,32 ^α	1,22 ± 0,64 ^{αβ}	0,99 ± 0,14 ^{βγ}	1,59 ± 0,07 ^β	1,30 ± 0,07 ^{αβ}
Ιούλιος	76,96 ± 1,18 ^α	20,00 ± 1,05 ^α	0,66 ± 0,35 ^{αβ}	1,00 ± 0,27 ^{βγ}	1,38 ± 0,09 ^{αβ}	1,23 ± 0,08 ^α
Αύγουστος	77,75 ± 0,66 ^α	19,84 ± 0,62 ^α	0,47 ± 0,22 ^α	0,74 ± 0,18 ^{αβγ}	1,20 ± 0,03 ^α	1,19 ± 0,05 ^α
Μ.Ο.	76,08 ± 1,29	20,76 ± 0,75	1,04 ± 0,69	0,66 ± 0,36	1,46 ± 0,11	1,29 ± 0,09

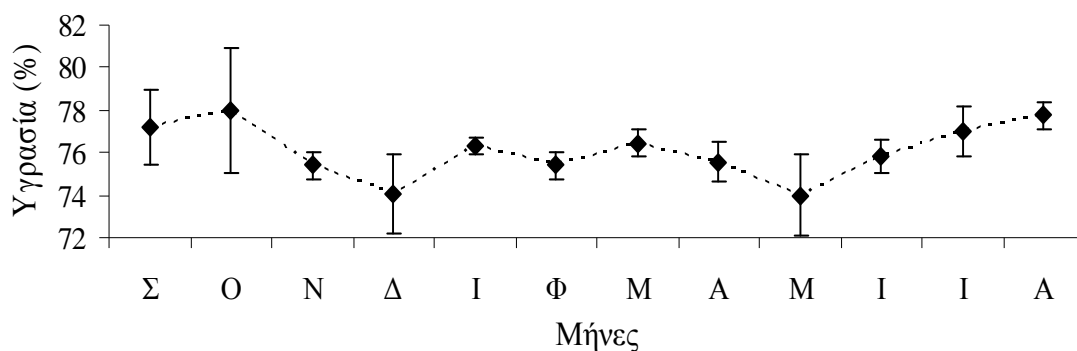
Σημ.: Οι τιμές που φέρουν διαφορετικό εκθέτη για κάθε παράμετρο στη κάθετη στήλη υποδηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μηνών (P>0,05)

Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση (n=5).

* 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).

3.2.1.1. Περιεκτικότητα σε υγρασία

Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού κυμάνθηκε από 74,01 έως 77,98 % με μέσο όρο $76,08 \pm 1,29$ % επί του υγρού σωματικού βάρους στη διάρκεια ενός έτους. Γενικά, η υγρασία βρέθηκε σε υψηλά επίπεδα, όπως συμβαίνει με το μυϊκό ιστό όλων των ιχθύων, αλλά και γενικότερα όλων των ζωικών ιστών (Ackman 1995). Το Δεκέμβριο και το Μάιο, τα άτομα λυθρινιού περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε υγρασία ($74,06 \pm 1,82$ % και $74,01 \pm 1,94$ %, αντίστοιχα), ενώ από τον Αύγουστο μέχρι τον Οκτώβριο, περιείχαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία, με μέγιστη περιεκτικότητα τον Οκτώβριο ($77,98 \pm 2,92$ %) (Σχ. 3.7). Οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές ($P > 0,05$) και γενικά δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της υγρασίας μεταξύ των ατόμων των δώδεκα μηνιαίων δειγματοληψιών.

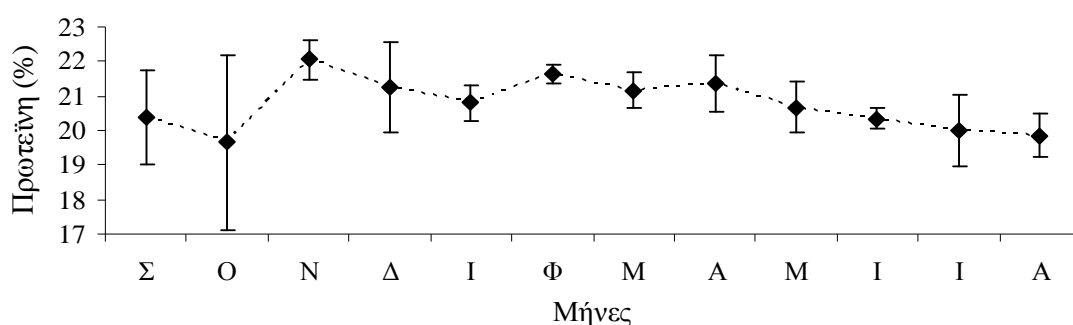


Σχήμα 3.7: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε υγρασία (% επί του υ.σ.β.) στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού.

3.2.1.2. Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού κυμάνθηκε από 19,65 έως 22,05 % με μέσο όρο $20,76 \pm 0,75$ % επί του υγρού

σωματικού βάρους. Τον Οκτώβριο, σημειώθηκε η μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στα άτομα του λυθρινιού ($19,65 \pm 2,54$ %) και ακολούθησε αύξηση της περιεκτικότητας τον επόμενο μήνα. Το Νοέμβριο, τα άτομα λυθρινιού περιείχαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο μυϊκό τους ιστό ($22,05 \pm 0,58$ %). Από το Νοέμβριο μέχρι και τον Αύγουστο, σημειώθηκε πτώση της περιεκτικότητας του μυϊκού ιστού τους σε πρωτεΐνη. Ωστόσο, οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και γενικά δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της πρωτεΐνης μεταξύ των ατόμων των δώδεκα μηνιαίων δειγματοληψιών ($F=2,567 < F_{op}$, $P > 0,05$) (Σχ. 3.8).



Σχήμα 3.8: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (% επί του υ.σ.β.) στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού.

Σε αναπτυσσόμενα και ενήλικα άτομα ιχθύων, ελεύθερα διαβιούντων αλλά και εκτρεφόμενων, το ποσοστό των πρωτεϊνών του σώματος τους μπορεί να παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών, παραμένοντας ωστόσο σχεδόν αμετάβλητο (από περίπου 16% έως 23% επί υγρής βάσεως) καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους (Παπουτσόγλου 2008).

Σε περιόδους καλής διατροφικής κατάστασης, η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών είναι η πρώτη που θα αυξηθεί στο μυϊκό ιστό των ιχθύων και ακολουθεί η αύξηση της λιποπεριεκτικότητας (Huss 1998, Boran 2007). Αντίθετα, σε περιόδους

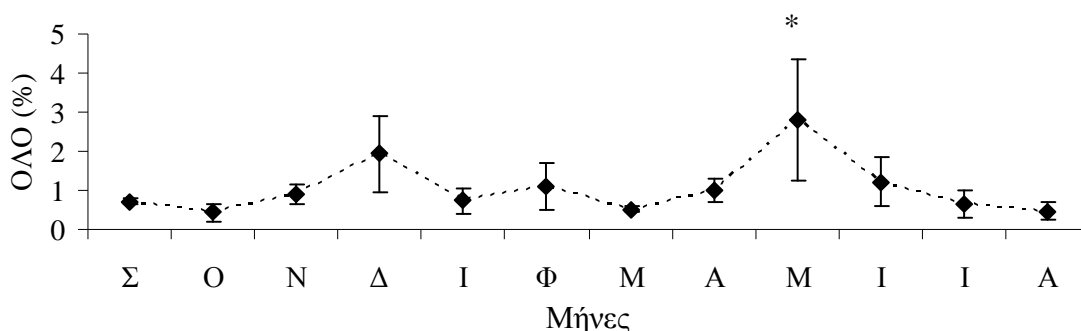
ασιτίας και ύστερα από την εξάντληση των λιπιδικών αποθεμάτων, οι πρωτεΐνες είναι το επόμενο συστατικό που καταβόλιζεται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών (Shearer 1994, Cui & Wang 2007). Έτσι, η αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη παρατηρήθηκε στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού το Νοέμβριο, η οποία προηγείται της αύξησης της λιποπεριεκτικότητας τον Δεκέμβριο πιθανώς οφείλεται στη καλή διατροφική του κατάσταση.

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). Αντίθετα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, τα πρωτεϊνικά αποθέματα ήταν μειωμένα τους Φθινοπωρινούς μήνες σε άλλα είδη, όπως στο *Solea solea* (Gokce *et al.* 2004) και στο *Trachurus trachourous* (Celik 2008).

Κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου οι Flick *et al.* (1994) υποστήριζαν ότι επίκειται πτώση των πρωτεϊνικών αποθεμάτων στο μυϊκό ιστό των ιχθύων, ενώ οι Ozyutr *et al.* (2005) υποστήριζαν ότι η αύξηση των πρωτεϊνικών αποθεμάτων στο μυϊκό ιστό των ιχθύων μπορεί να οφείλεται στη μείωση των λιπιδιακών αποθεμάτων. Έτσι, η πτωτική τάση που σημείωσε η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων του λυθρινιού σε πρωτεΐνες από το Φεβρουάριο μέχρι τον Αύγουστο μπορεί να συνδέεται αρχικά με διατροφικούς παράγοντες και εν συνεχεία με την αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους.

3.2.1.3. Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες

Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού κυμάνθηκε από 0,44 έως 2,81 % με μέσο όρο $1,04 \pm 0,69$ % επί του υγρού σωματικού βάρους, στη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας αρκετά έντονες στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=5,804 > F_{op}$, $P < 0,05$). Έτσι, λυθρίνι μπορεί να χαρακτηριστεί ως άπαχο ψάρι, σύμφωνα με την κατάταξη που αναφέρεται στον Hui *et al.* (2006). Το Μάιο, τα άτομα λυθρινιού περιείχαν τη μέγιστη περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες στο μυϊκό τους ιστό ($2,81 \pm 1,56$ %), το Δεκέμβριο περιείχαν τη δεύτερη υψηλότερη περιεκτικότητα ($1,93 \pm 0,99$ %) ενώ τον Οκτώβριο περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα ($0,44 \pm 0,23$ %) (Σχ.3. 9).



Σχήμα 3.9: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε ολικές λιπαρές ουσίες (% επί του υ.σ.β.) στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού. Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Η αύξηση των λιπιδιακών αποθεμάτων προς το τέλος της άνοιξης (μέγιστη τιμή το Μάιο), πιθανώς σχετίζεται με την καλύτερη διατροφική κατάσταση που βρίσκεται το είδος την περίοδο αυτή, καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας σε συνδυασμό με την αύξηση της φωτοπεριόδου συμπράττουν στην αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής που κατά συνέπεια, μέσω της τροφικής αλυσίδας, οδηγεί σε υψηλότερη αφθονία τροφής για το είδος (Forsberg 1995, Olsson *et al.* 2002, Palomera *et al.* 2007). Εκτός όμως από την αυξημένη διατροφική

δραστηριότητα, η υψηλή λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού ιστού του λυθρινιού μπορεί να οφείλεται και στη διατροφή του είδους με περισσότερο λιπαρές τροφές την περίοδο αυτή, αφού είναι γνωστό πως η διαίτα του μεταβάλλεται εποχιακά (Caragitsou & Paraconstantinou 1988, Rizkalla *et al.* 1999). Οι διατροφικές συνήθειες του λυθρινιού αλλάζουν εποχιακά και σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα των ζωοβενθικών οργανισμών με τους οποίους διατρέφεται (πολύχαιτοι, βραγχίουροι, δεκάποδα). Κύρια λεία του λυθρινιού το χειμώνα είναι οι πολύχαιτοι, ενώ τις υπόλοιπες εποχές του χρόνου τα βραχίουρα δεκάποδα (Caragitsou & Paraconstantinou 1988, Rizkalla *et al.* 1999). Στον Παγασητικό κόλπο, όπως και στις περισσότερες ελληνικές παραλιακές ζώνες κυριαρχούν αριθμητικά οι πολύχαιτοι (56%) και ακολουθούν τα καρκινοειδή (16%), τα μαλάκια (14%) και τα εχινόδερμα (6%) (Bogdanos & Satsmatzis 1983, Diapoulis & Koussouris 1989). Μελέτη της χημικής σύστασης των παραπάνω επιβενθικών οργανισμών δεν έχει πραγματοποιηθεί στη Μεσόγειο ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί εάν η εποχιακή διαφοροποίηση της σύνθεσης της τροφής-λείας του λυθρινιού συσχετίζεται με τις μεταβολές της χημικής σύστασης στο μυϊκό ιστό του.

Η αυξημένη λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού ιστού του λυθρινιού που παρατηρήθηκε προς το τέλος της άνοιξης πιθανώς να οφείλεται και στη φυσιολογία αναπαραγωγής του. Έτσι, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μηνιαίας διακύμανσης του γοναδοσωματικού δείκτη, το λυθρίνι, την περίοδο αυτή, βρίσκεται στην τελευταία φάση της ωρίμανσης των γονάδων του λίγο πριν την εναπόθεση του γεννητικού υλικού. Η αυξημένη λιποπεριεκτικότητα στο μυϊκό ιστό των ιχθύων λίγο πριν την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού τους κύκλου έχει επίσης παρατηρηθεί και σε άλλα είδη της Μεσογείου, όπως στο σαργό, *Diplodus sargus* (Ozyurt *et al.* 2005), στο ασπροσαύριδο *Trachurus mediterraneus* (Tzikas *et al.* 2007, Celik 2008), αλλά

και σε είδη που διαβιούν σε άλλες θάλασσες (Lloret & Ratz 2000, Richoux *et al.* 2004, Saoud *et al.* 2008, Celik 2008).

Η μειωμένη λιποπερικτικότητα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού, στις αρχές της άνοιξης (φάση της ταχείας ανάπτυξης των γονάδων) μπορεί να συνδέεται με την αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους, αλλά και με τη διατροφή του. 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). Επίσης, έχει βρεθεί ότι στις αρχές της άνοιξης, το λυθρίνι παρουσιάζει μειωμένη διατροφική δραστηριότητα σύμφωνα με μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί στον Πατραϊκό κόλπο και στο Ιόνιο Πέλαγος (Caragitsou & Papanastasiou 1988).

Η μειωμένη λιποπερικτικότητα στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού τους καλοκαιρινούς μήνες πιθανώς να συνδέεται με την απελευθέρωση των γεννητικών προϊόντων. Πτώση του λιπιδικού περιεχομένου στο μυϊκό ιστό των ιχθύων κατά την περίοδο εναπόθεσης των γεννητικών προϊόντων έχει αναφερθεί ότι συμβαίνει σε διάφορα είδη (Huss 1988, Mendez & Gonzalez 1997, Lloret & Ratz, 2000, Richoux *et al.* 2004, Blanes *et al.* 2007, Saoud *et al.* 2008).

Η διατροφική δραστηριότητα του λυθρινιού στον Παγασητικό κόλπο δεν έχει μελετηθεί προς το παρόν. Εντούτοις, σύμφωνα με μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί στον Πατραϊκό κόλπο και στο Ιόνιο Πέλαγος (Caragitsou & Papaconstantinou 1988), το είδος παρουσιάζει μέγιστη διατροφική δραστηριότητα κατά τους φθινοπωρινούς μήνες σε σχέση με άλλες εποχές στις συγκεκριμένες θάλασσες. Έτσι, η δεύτερη τάση αύξησης του λιπιδικού περιεχομένου στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού στο τέλος του φθινοπώρου πιθανόν συνδέεται με την εκδήλωση της μέγιστης διατροφικής

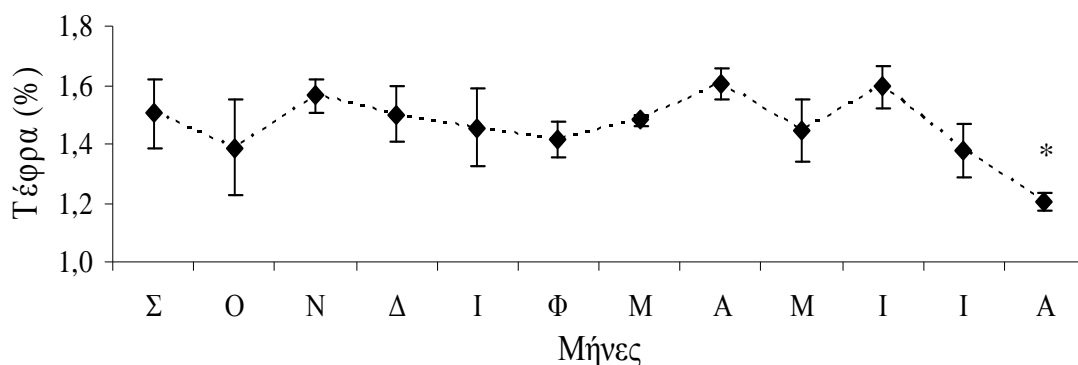
δραστηριότητας του. Παρόμοια αύξηση της λιποπεριεκτικότητας τους φθινοπωρινούς μήνες έχει παρατηρηθεί και σε άλλα είδη από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στα νερά της Μεσογείου, όπως για παράδειγμα στη τσιπούρα (*Sparus aurata*) (Blanes *et al.* 2007).

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

3.2.1.4. Περιεκτικότητα σε τέφρα

Η περιεκτικότητα της τέφρας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού κυμάνθηκε από 1,20 έως 1,60 % με μέσο όρο $1,46 \pm 0,11$ % επί του υγρού σωματικού βάρους, στη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=7,251 > F_{op}$, $P < 0,05$). Η περιεκτικότητα της τέφρας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού ήταν σχεδόν σταθερή καθόλη τη διάρκεια του έτους, με εξαίρεση τον

Αύγουστο όπου μετρήθηκε σημαντικά ($P<0,05$) μικρότερη περιεκτικότητα ($1,20 \pm 0,03$ %). Τον Απρίλιο, τα άτομα λυθρινιού περιείχαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα ($1,60 \pm 0,05$ %) (Σχ. 3.10).



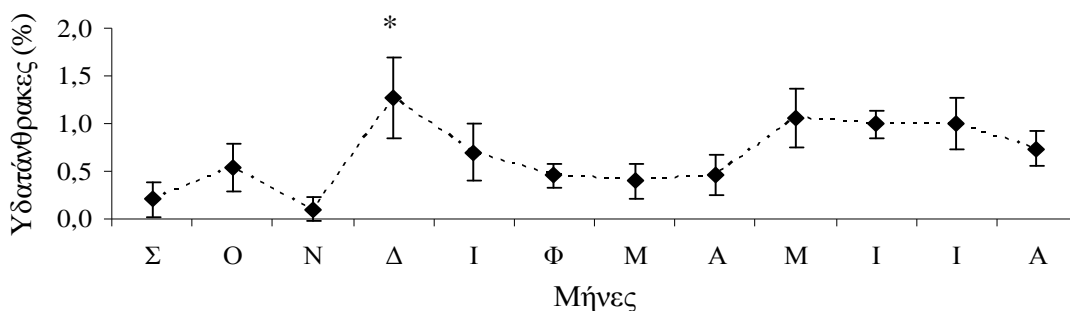
Σχήμα 3.10: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε τέφρα (% επί του υ.σ.β.) στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού.
Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Η παραλλακτικότητα αυτή πιθανόν να οφείλεται στο είδος της τροφής που προσλαμβάνει στη διάρκεια του έτους αφού τα διάφορα τροφικά αντικείμενα περιέχουν διαφορετικές συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων και ολικής ανόργανης ουσίας- τέφρας (Tan 1971).

3.2.1.5. Περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες

Η περιεκτικότητα των υδατανθράκων στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού κυμάνθηκε από 0,10 έως 1,26 %, με μέσο όρο $0,66 \pm 0,36$ % επί του υγρού σωματικού βάρους, στη διάρκεια ενός έτους και παρά τη μικρή τους περιεκτικότητα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=9,826>F_{0,05}$, $P<0,05$). Το Δεκέμβριο, τα άτομα λυθρινιού περιείχαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες στο μυϊκό τους ιστό ($1,26 \pm 0,42$ %), ακολουθούν οι μήνες μέχρι τον Απρίλιο με χαμηλή

περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες και οι μήνες από τον Απρίλιο μέχρι και τον Αύγουστο με υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, ενώ το Νοέμβριο ο μυϊκός ιστός των ατόμων του λυθρινιού περιείχε τη μικρότερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες ($0,10 \pm 0,13$ %) (Σχ. 3.11).



Σχήμα 3.11: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (% επί του υ.σ.β.) στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού.
Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Οι υδατάνθρακες που περιέχονται στο μυϊκό ιστό των ιχθύων, αποτελούν χρήσιμες ενεργειακής αξίας ουσίες. Η μειωμένη περιεκτικότητα των υδατανθράκων πριν την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού κύκλου, πιθανώς υποδεικνύει τον καταβολισμό τους προς παραγωγή μεταβολικής ενέργειας για τη συγκεκριμένη φυσιολογική δραστηριότητα.

3.2.1.6. Ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού του λυθρινιού

Η ολική ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των ατόμων του λυθρινιού, όπως αυτή εκτιμήθηκε από τη ποσοστιαία σύσταση του στα θρεπτικά συστατικά, κυμάνθηκε από 1,17 έως 1,47 Kcal/ g, με μέσο όρο $1,29 \pm 0,09$ Kcal/ g στη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$).

Η μηνιαία αυτή διακύμανση ήταν έντονα επηρεαζόμενη από την περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών. Ο μυϊκός ιστός των ατόμων του

λυθρινιού είναι μεγαλύτερης ενεργειακής αξίας τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Φεβρουάριο, Απρίλιο και Μάιο με μέγιστο το Μάιο και ελάχιστο από τον Ιούλιο έως τον Οκτώβριο.

3.2.1.6. Συσχετίσεις θρεπτικών συστατικών και χημικής σύστασης με σωματομετρικούς δείκτες

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των περιεκτικοτήτων του μυϊκού ιστού των ατόμων λυθρινιού σε υγρασία, πρωτεΐνη, ολικές λιπαρές ουσίες, υδατάνθρακες και τέφρα. Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού παρουσίασε κατά σειρά ισχυρή αρνητική γραμμική συσχέτιση με την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης ($r=-0,806$, $P<0,01$), των ολικών λιπαρών ουσιών ($r=-0,746$, $P<0,01$), και της τέφρας ($r=-0,563$, $P<0,05$), ενώ δεν επηρεάστηκε από την περιεκτικότητα των υδατανθράκων. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων της λυθρινιού παρουσίασε ισχυρή αρνητική γραμμική συσχέτιση, εκτός από την υγρασία, με την περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών ($r=-0,878$, $P<0,01$). Επίσης, παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με την περιεκτικότητα της τέφρας ($r=0,374$, $P<0,01$) και των υδατανθράκων ($r=0,554$, $P<0,01$). Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού, εκτός από τις προαναφερθείσες σχέσεις της με την περιεκτικότητα των πρωτεϊνών και της υγρασίας, παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με την περιεκτικότητα της τέφρας ($r=-0,430$, $P<0,01$), ενώ δε συσχετίζεται με την περιεκτικότητα των υδατανθράκων. Η περιεκτικότητα των υδατανθράκων στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού, εκτός από τις προαναφερθείσες σχέσεις, παρουσίασε αρνητική αλλά όχι ισχυρή (χαμηλή τιμή r) γραμμική συσχέτιση με τη περιεκτικότητα της τέφρας ($r=-0,257$, $P<0,05$).

Πίνακας 3. 4: Συσχέτιση των περιεκτικότητων των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού του λυθρινιού.

<i>Pagellus erythrinus</i>					
	Πρωτεΐνη %	Λίπος %	Υδατ/κες %	Υγρασία %	Τέφρα %
Πρωτεΐνη %	1				
Λίπος %	-0,878**	1			
Υδατ/κες %	0,554**	0,107	1		
Υγρασία %	-0,806**	-0,746**	-0,157	1	
Τέφρα %	0,374**	-0,430**	-0,257*	-0,563*	1

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

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

Σημ.: Η συσχέτιση της περιεκτικότητας (ποσοστό %) της υγρασίας με των υπόλοιπων θρεπτικών συστατικών πραγματοποιήθηκε σε υγρό σωματικό βάρος, ενώ η συσχέτιση των υπόλοιπων θρεπτικών συστατικών μεταξύ τους πραγματοποιήθηκε ύστερα από μετατροπή της περιεκτικότητας τους σε ποσοστό (%) επί ξηρού σωματικού βάρους. Η μετατροπή πραγματοποιήθηκε βάση του τύπου: [Περιεκτικότητα θρεπτικού συστατικού (σε υ.σ.β.) X 100] / 100 – υγρασία.

Η αρνητική σχέση υγρασίας-λίπους είναι γνωστή σε πολλά είδη ιχθύων (Huss 1998, Shearer 1994, Zaboukas *et al.* 2006), κάτι το οποίο ανέδειξε και η ισχυρή αρνητική γραμμική συσχέτιση που βρέθηκε μεταξύ των δύο περιεκτικότητων.

Για το λόγω αυτό, στα δεδομένα των περιεκτικότητων λίπους-υγρασίας εκτιμήθηκε η εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης των δύο αυτών μεταβλητών, η οποία δίνεται παρακάτω:

$$\text{Λίπος (\%)} = -0,370 \times \text{Υγρασία (\%)} + 29,194, \quad R^2 = 0,556$$

Η πρακτική χρησιμότητα των σχέσεων αυτών για κάθε είδος έγκειται στο γεγονός ότι μπορεί να υπολογιστεί η περιεκτικότητα του λίπους εύκολα και γρήγορα από την απλή και οικονομική μέθοδο εκτίμησης της υγρασίας χωρίς την ανάγκη χημικής ανάλυσης. Σε αυτήν την τεχνική εξάλλου βασίζονται τα διάφορα φορητά

ηλεκτρονικά όργανα μέτρησης λίπους που κυκλοφορούν στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται κοινώς στους ποιοτικούς ελέγχους των τροφίμων.

Επίσης, είναι γνωστό πως η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στους μύες των ιχθύων επηρεάζεται σημαντικά από την περιεκτικότητα σε λίπη και νερό (Stansby 1962). Όπως προέκυψε και από τα αποτελέσματα της γραμμικής συσχέτισης, η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού του λυθρινιού σε πρωτεΐνες μειώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία και λίπος και το αντίστροφο. Επειδή η περιεκτικότητα σε υγρασία καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό στους ιστούς, η σχέση λίπους- πρωτεΐνης είναι ορθότερο να υπολογίζεται σε μάζα ξηρής ουσίας όπως και έγινε στην παρούσα εργασία.

Οι παρακάτω εξισώσεις γραμμικής παλινδρόμησης αποδίδουν τη σχέση της περιεκτικότητας της πρωτεΐνης με την περιεκτικότητα του λίπους και της υγρασίας, στο μυϊκό ιστό των ατόμων του λυθρινιού που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

$$\text{Πρωτεΐνη (\%)} = - 0,994 \times \text{Λίπος (\%)} + 91,120, \quad R^2 = 0,770$$

$$\text{Πρωτεΐνη (\%)} = - 0,550 \times \text{Υγρασία (\%)} + 62,970, \quad R^2 = 0,649$$

$$\text{Πρωτεΐνη (\%)} = - 0,924 \times \text{Υγρασία (\%)} - 1,011 \times \text{Λίπος (\%)} + 92,108, \quad R^2 = 0,889$$

Από τις παραπάνω εξισώσεις, γνωρίζοντας την περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού του λυθρινιού σε υγρασία ή/και λίπος, μπορεί κανείς να οδηγηθεί σε μία ικανοποιητική προσέγγιση της περιεκτικότητας του μυϊκού ιστού του λυθρινιού σε πρωτεΐνες. Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων περιορίζεται γνωρίζοντας μόνο την περιεκτικότητα της υγρασίας ή του λίπους. Αξίζει να αναφερθεί πως οι παραπάνω εξισώσεις είναι προσεγγιστικές και πως για να είναι ασφαλείς για μελλοντικές

χρήσεις θα πρέπει να αναλυθούν πολύ περισσότερα δείγματα και να πιστοποιηθούν με χημικές αναλύσεις.

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης (r) των περιεκτικοτήτων των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των ατόμων του λυθρινιού με τους σωματομετρικούς δείκτες (ολικό μήκος, ολικό βάρος, γοναδοσωματικός δείκτης, ηπατοσωματικός δείκτης και δείκτης ευρωστίας). Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος ($r=-0,319$, $P<0,05$), το ολικό βάρος ($r=-0,292$, $P<0,05$) και το γοναδοσωματικό δείκτη ($r=-0,322$, $P<0,05$), ενώ δε συσχετίζεται γραμμικά με τον ηπατοσωματικό δείκτη και το δείκτη ευρωστίας. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό του λυθρινιού παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος ($r=0,411$, $P<0,01$) και το ολικό βάρος ($r=0,380$, $P<0,01$), ενώ δεν εμφάνισε γραμμική συσχέτιση με τους σωματομετρικούς δείκτες. Η περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το γοναδοσωματικό δείκτη ($r=0,425$, $P<0,01$), τον ηπατοσωματικό δείκτη ($r=0,353$, $P<0,01$) και το δείκτη ευρωστίας ($r=0,257$, $P<0,05$), ενώ δεν εμφάνισε γραμμική συσχέτιση με τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά. Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού του λυθρινιού σε τέφρα παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος ($r=0,488$, $P<0,01$), το ολικό βάρος ($r=0,455$, $P<0,01$) και αρνητική γραμμική συσχέτιση με το γοναδοσωματικό δείκτη ($r=-0,405$, $P<0,01$), ενώ δεν εμφάνισε γραμμική συσχέτιση με τους υπόλοιπους σωματομετρικούς δείκτες. Η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος ($r=-0,342$, $P<0,01$) και το ολικό βάρος ($r=-0,325$, $P<0,05$), ενώ δεν εμφάνισε γραμμική συσχέτιση με τους σωματομετρικούς δείκτες. Ωστόσο, όλες οι παραπάνω γραμμικές συσχετίσεις δεν ήταν ισχυρές (χαμηλός συντελεστής r).

Πίνακας 3.5: Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών λυθρινιού με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>Pagellus erythrinus</i>					
	TL	W	GSI	HSI	K
Πρωτεΐνη %	0,411**	0,380**	0,061	0,005	-0,048
Λίπος %	0,166	0,152	0,425**	0,353**	0,257*
Υδατάνθρακες %	-0,342**	-0,325*	0,163	0,238	0,119
Υγρασία %	-0,319*	-0,292*	-0,322*	-0,233	-0,124
Τέφρα %	0,488**	0,455**	-0,405**	-0,056	0,000

**Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0,01$ (2-tailed).

* Υπάρχει στατιστικά σημαντική γραμμική σχέση σε επίπεδο $P < 0,05$ (2-tailed).

Η περιεκτικότητα των θρεπτικών συστατικών στο μυϊκό ιστό των ιχθύων εξαρτάται από το μέγεθός τους (Shearer 1994). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού του λυθρινιού σε ολικές πρωτεΐνες και τέφρα αυξάνουν με την αύξηση του σωματικού μεγέθους (ολικό βάρος και ολικό μήκος) των ατόμων, ενώ η περιεκτικότητα σε υγρασία και υδατάνθρακες μειώνονται. Σε παρόμοιο συμπέρασμα σε άλλα είδη κατέληξαν οι μελέτες των Larson (1991) και Hernandez *et al.* (2003), οι οποίοι, ωστόσο, καθώς και οι Gill & Weatherley (1984), Degani *et al.* (1986), Griffiths & Kirkwood (1995) αναφέρουν ότι η αύξηση του μεγέθους των ιχθύων σχετίζεται και με αύξηση του σωματικού λίπους.

Η συσχέτιση που προέκυψε, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, του ηπατοσωματικού δείκτη με τη λιποπεριεκτικότητα στο μυϊκό ιστό, επισημαίνει τη συσχέτιση του ηπατοπαγκρέατος, το οποίο αποτελεί το κύριο όργανο αποθήκευσης και μεταβολισμού λιπιδίων με τη συσσώρευση λίπους στο μυϊκό ιστό, (βιβλιογραφική επισκόπηση από Shearer 1994). Η συσχέτιση της λιποπεριεκτικότητας του μυϊκού ιστού με το γοναδοσωματικό δείκτη, επίσης

υποδηλώνει πως κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των γονάδων επιτελείται μια έντονη μεταβολική κινητοποίηση και αποθήκευση των λιπαρών ουσιών, σε όλη τη μυϊκή μάζα του λυθρινιού, προφανώς για ενεργειακούς σκοπούς. Η θετική συσχέτιση της λιποπεριεκτικότητας του μυϊκού ιστού με το δείκτη ευρωστίας υποδηλώνει ότι η διατροφική κατάσταση των ιχθύων αντανακλάται τόσο στο δείκτη ευρωστίας όσο και στην αυξημένη λιποπεριεκτικότητα του σώματος.

3.2.2. Χημική σύσταση μυϊκού ιστού της κουτσομούρας

Στον Πίνακα 3.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης της χημικής σύστασης του εδώδιμου μυϊκού ιστού της κουτσομούρας, και συγκεκριμένα της περιεκτικότητας σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες, υδατάνθρακες και τέφρα αλλά και η ολική ενεργειακή του αξία καθώς και η εποχιακή διακύμανση αυτών σε ένα ημερολογιακό έτος.

Πίνακας 3.6: Συγκεντρωτικός πίνακας μηνιαίας διακύμανσης θρεπτικών συστατικών στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας (% επί του υγρού βάρους).

<i>Mullus barbatus</i>						
	Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	Υδατ/κες (%)	Τέφρα (%)	Ενέργεια* (Kcal/g)
Σεπτέμβριος	76,15± 1,53 ^α	19,37± 0,33 ^α	2,13± 1,36 ^{βγ}	1,15±0,23 ^{βγ}	1,21± 0,04 ^α	1,34±0,13 ^{αβ}
Οκτώβριος	77,34± 0,55 ^α	19,23± 0,54 ^α	1,08± 0,47 ^{αβγ}	1,07±0,66 ^{αβγ}	1,28± 0,07 ^{αβ}	1,23±0,01 ^α
Νοέμβριος	75,18± 2,13 ^α	20,65± 1,01 ^α	2,22± 1,68 ^{αβγ}	0,46±0,21 ^{αβ}	1,48± 0,07 ^γ	1,39±0,18 ^{αβ}
Δεκέμβριος	75,72± 1,31 ^α	19,59± 0,56 ^α	2,57± 1,05 ^{βγ}	0,90±0,07 ^{αβγ}	1,22± 0,06 ^{αβ}	1,38±0,11 ^{αβ}
Ιανουάριος	73,84± 2,87 ^α	19,75± 0,74 ^α	4,09± 2,16 ^γ	0,99±0,12 ^{αβγ}	1,33± 0,02 ^{αβγ}	1,54±0,24 ^β
Φεβρουάριος	75,51± 0,75 ^α	19,81± 0,48 ^α	2,59± 0,36 ^{βγ}	0,81±0,11 ^{αβγ}	1,30± 0,01 ^{αβγ}	1,39±0,05 ^{αβ}
Μάρτιος	74,38± 3,77 ^α	20,11± 2,42 ^α	2,99± 1,82 ^{βγ}	1,14±0,18 ^{βγ}	1,36± 0,13 ^{αβγ}	1,46±0,27 ^β
Απρίλιος	75,97± 0,97 ^α	19,54± 0,82 ^α	2,16± 0,58 ^{βγ}	0,94±0,11 ^{αβγ}	1,40± 0,10 ^{βγ}	1,34±0,07 ^{αβ}
Μάιος	76,95± 2,14 ^α	19,00± 0,93 ^α	1,98± 1,30 ^{αβγ}	0,70±0,08 ^{αβγ}	1,35± 0,03 ^{αβγ}	1,29±0,17 ^α
Ιούνιος	78,89± 0,82 ^α	19,01± 0,80 ^α	0,38± 0,14 ^α	0,36±0,16 ^α	1,39± 0,04 ^{βγ}	1,12±0,05 ^α
Ιούλιος	78,02± 0,81 ^α	18,73± 0,59 ^α	0,78± 0,50 ^{αβ}	1,27±0,22 ^γ	1,22± 0,06 ^α	1,18±0,06 ^α
Αύγουστος	76,32± 0,77 ^α	18,58± 0,56 ^α	2,49± 0,85 ^{βγ}	1,43±0,23 ^γ	1,19± 0,04 ^α	1,34±0,07 ^{αβ}
M.O.	76,19±1,45	19,45±0,59	2,12±1,00	0,93±0,31	1,31±0,09	1,33±0,12

Σημ.: Οι τιμές που φέρουν διαφορετικό εκθέτη για κάθε παράμετρο στη κάθετη στήλη υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μηνών (P>0,05)

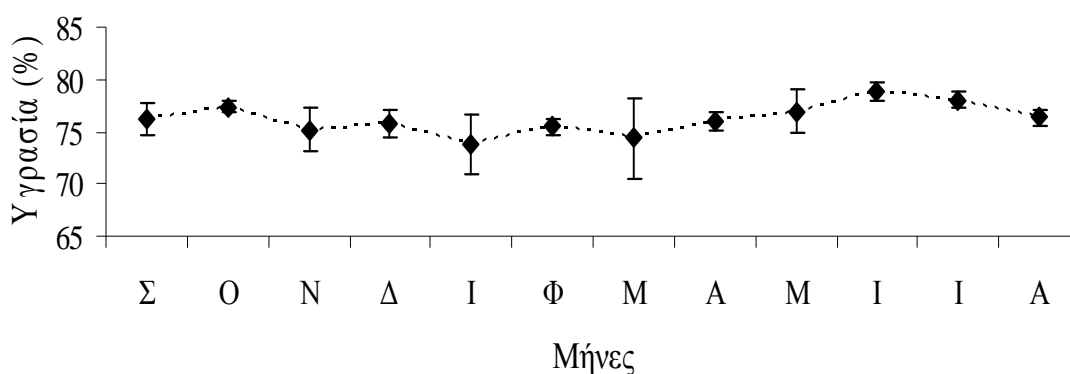
Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση (n=5).

* 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).

3.2.2.1. Περιεκτικότητα σε υγρασία

Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας κυμάνθηκε από 73,84 έως 78,89 %, με μέσο όρο 76,19 ± 1,45 % επί του υγρού σωματικού βάρους στη διάρκεια ενός έτους. Από τον Ιούλιο μέχρι τον Ιανουάριο, η περιεκτικότητα της υγρασίας των ατόμων της κουτσομούρας στο μυϊκό τους ιστό εμφάνισε πτωτική τάση, οπότε και παρατηρήθηκε η ελάχιστη τιμή (73,84 ± 2,87 %),

ενώ από τον Ιανουάριο μέχρι τον Ιούνιο, η περιεκτικότητα της υγρασίας, εμφάνισε αυξητική τάση, οπότε και παρατηρήθηκε η μέγιστη τιμή ($78,89 \pm 0,82$ %) (Σχ. 3.12). Ωστόσο, οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($P > 0,05$) και γενικά δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της υγρασίας μεταξύ των ψαριών των δώδεκα μηνιαίων δειγματοληψιών.



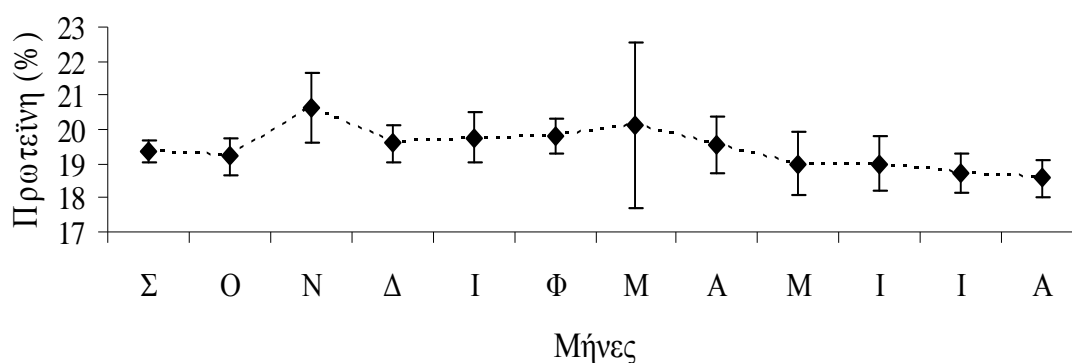
Σχήμα 3.12: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε υγρασία (% επί του υ.σ.β.) στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας.

Αυτή η αυξομείωση της περιεκτικότητας του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας σε υγρασία συμβαδίζει με την αναπαραγωγική περίοδο του είδους, και συγκεκριμένα τους μήνες που η κουτσομούρα βρίσκεται σε αναπαραγωγική ανάπαυση η περιεκτικότητα σε υγρασία βρίσκεται σε χαμηλές τιμές, ενώ τους μήνες ωρίμανσης των γονάδων η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι σε υψηλές τιμές.

3.2.2.2. Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας ήταν σχετικά σταθερή καθόλη τη διάρκεια του έτους και κυμάνθηκε από 18,58 έως 20,65 %, με μέσο όρο $19,45 \pm 0,59$ % επί του υγρού σωματικού βάρους. Το Νοέμβριο, ο μυϊκός ιστός των ατόμων της κουτσομούρας περιείχε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ($20,65 \pm 1,01$), ενώ την περίοδο Νοεμβρίου-

Αυγούστου, οπότε και παρατηρήθηκε η μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ($18,58 \pm 0,56$ %), παρουσίασε μία μικρή πτωτική τάση (Σχ. 3.13). Ωστόσο, οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και γενικά δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της πρωτεΐνης μεταξύ των ψαριών των δώδεκα μηνιαίων δειγματοληψιών ($F=2,011 < F_{op}$, $P > 0,05$).



Σχήμα 3.13: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (% επί του υ.σ.β.) στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας.

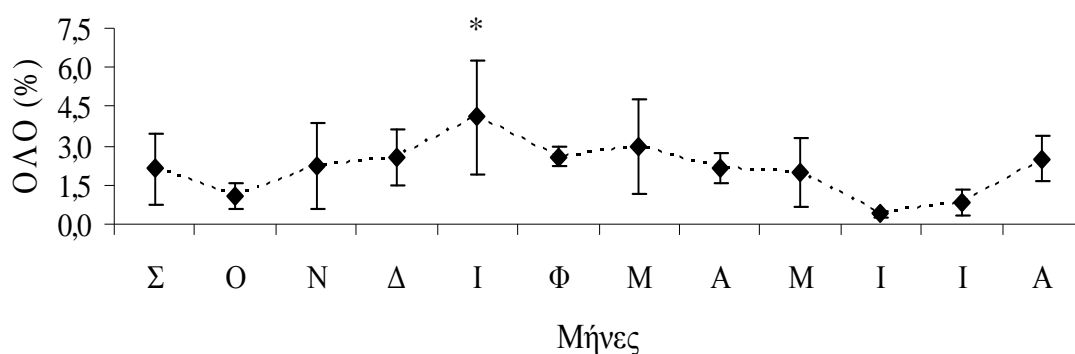
Όπως συνέβη και με την αντίστοιχη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του μυϊκού ιστού του λυθρινιού, αλλά και άλλων ειδών της Μεσογείου που προαναφέρθηκαν (Celik 2008, Ozyurt *et al.* 2007, Ozyurt *et al.* 2005, Tzikas *et al.* 2007), η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων της κουτσομούρας σε πρωτεΐνη ήταν υψηλότερη τους φθινοπωρινούς μήνες σε σχέση με τους καλοκαιρινούς μήνες.

Τα αυξημένα επίπεδα της περιεκτικότητας στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας σε πρωτεΐνη που παρατηρήθηκαν το Νοέμβριο προηγούνταν της αυξημένης λιποπεριεκτικότητας. Όπως προαναφέρθηκε, σε περιόδους έντονης διατροφικής δραστηριότητας πρώτα αυξάνεται η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών στο μυϊκό ιστό των ιχθύων και ακολουθεί η αύξηση της λιποπεριεκτικότητας (Huss 1998, Boran 2007). Η πτωτική τάση που παρουσίασε η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού των

ατόμων της κουτσομούρας σε πρωτεΐνη από το Μάρτιο μέχρι τον Αύγουστο, πιθανόν να οφείλεται στην αναπαραγωγική δραστηριότητα του είδους.

3.2.2.3. Περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες

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 σωματικού βάρους στη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=7,160 > F_{op}$, $P < 0,05$). Έτσι, η κουτσομούρα κατατάσσεται στα άπαχα και στα χαμηλής λιποπεριεκτικότητας είδη ανάλογα με την εποχή εξαλίευσης, σύμφωνα με την κατάταξη που αναφέρεται στον Hui *et al.* (2006). Από τον Οκτώβριο έως τον Ιανουάριο, όπου ο μυϊκός ιστός των ατόμων του λυθρινιού είχε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες ($4,09 \pm 2,16$ %), η περιεκτικότητα παρουσίασε αυξητική τάση ενώ από τον Ιανουάριο έως τον Ιούνιο, όπου παρατηρήθηκε η μικρότερη περιεκτικότητα ($0,38 \pm 0,14$ %), παρουσίασε πτωτική τάση. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας ακολούθησε πάλι αυξητική τάση (Σχ. 3.14).



Σχήμα 3.14: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε ολικές λιπαρές ουσίες (% επί του υ.σ.β.) στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας.

Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Η αυξητική τάση της λιποπεριεκτικότητας από τον Οκτώβριο έως τον Ιανουάριο πιθανόν να οφείλεται στην καλή διατροφική κατάσταση του είδους. Η μείωση των λιπιδικών αποθεμάτων από τον Ιανουάριο μέχρι τον Ιούνιο πιθανόν να οφείλεται, αρχικά στη μειωμένη διαθεσιμότητα τροφής κατά τους χειμερινούς μήνες και στη συνέχεια στην αναπαραγωγή δραστηριότητα του είδους, κατά τους ανοιξιάτικους μήνες, καθώς θα πρέπει να επενδύει ενεργειακά στην ανάπτυξη-ωρίμανση των γονάδων. Μείωση των λιπιδικών αποθεμάτων του μυϊκού ιστού καθόλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής διαδικασίας έχει βρεθεί σε διάφορα είδη, όπως το *Ammodytes hexapterus* (Robards *et al.* 1999a,b) και το *Sarda sarda* (Zaboukas *et al.* 2006), και είναι ένα μεταβολικό φαινόμενο που συμβαίνει γενικά στους ιχθύες (Love 1980, Shearer 1994).

Τέλος, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και μετά το πέρας της αναπαραγωγικής διαδικασίας, η άμεση επανάκτηση των λιπιδικών αποθεμάτων που παρατηρήθηκε στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας έχει παρατηρηθεί και σε άλλα είδη, όπως το *Siganus rivulatus* (Saoud *et al.* 2008), και οφείλεται σε ευνοϊκούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η αυξημένη θερμοκρασία του νερού, η αυξημένη διάρκεια της ημέρας (φωτοπερίοδος) και η αφθονία της διαθέσιμης τροφής, οι οποίοι όπως προαναφέρθηκε αυξάνουν τους διατροφικούς ρυθμούς των ιχθύων.

Σε άλλες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στην κουτσομούρα, υποστηρίζεται ότι, παρά το γεγονός ότι στις γονάδες εναποτίθενται μεγάλες ποσότητες λίπους, η λιποπεριεκτικότητα στο μυϊκό ιστό της δεν επηρεάζεται από την ανάπτυξη των γονάδων, διότι η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών επιτυγχάνεται διαμέσου της έντονης διατροφικής δραστηριότητας του είδους την περίοδο αυτή (Bizsel 1987, Lloret *et al.* 2007), και ότι ο πρωταρχικός παράγοντας που επηρεάζει τη

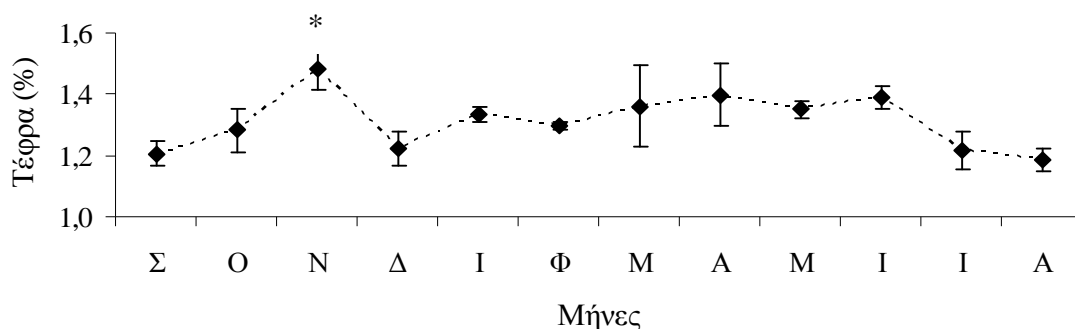
λιποπεριεκτικότητα είναι η διαθεσιμότητα της τροφής (Lloret *et al.* 2007). Το ότι η εποχιακή διακύμανση της λιποπεριεκτικότητας στο μυϊκό ιστό των ιχθύων οφείλεται κυρίως στη διαθεσιμότητα της τροφής και δευτερευόντως σε άλλους περιβαλλοντικούς και μη παράγοντες υποστηρίζεται από πολλούς μελετητές (Ackman 1995, Mendez & Gonzalez 1997, Robards *et al.* 1999a, Petit *et al.* 2009).

Η κουτσομούρα τρέφεται κυρίως με πολύχαιτους και λιγότερο με μικρά δεκάποδα καρκινοειδή και αμφίποδα καθόλη τη διάρκεια του έτους (Machias & Labropoulou 2002). Οι παραπάνω ζωοβενθικοί οργανισμοί αποτελούν τους κύριους αντιπροσώπους της πανίδας της υποπαραλιακής ζώνης, οι οποίοι στην κατώτερη υποπαραλιακή ζώνη δεν παρουσιάζουν εποχιακή μεταβολή στην αφθονία, στη μεσαία υποπαραλιακή ζώνη παρουσιάζουν μέγιστη αφθονία το χειμώνα και ιδιαίτερα οι πληθυσμοί των πολυχαιτών, ενώ στην ανώτερη υποπαραλιακή παρουσιάζουν μέγιστο το καλοκαίρι (Αντωνιάδου 2003). Γενικά οι παράκτιες περιοχές χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη διαθεσιμότητα τροφής σε σχέση με την ανοικτή θάλασσα και οι πληθυσμοί των ιχθύων που διαβιούν στις πρώτες βρίσκονται σε καλύτερη φυσιολογική κατάσταση (Love 1974).

3.2.2.4. Περιεκτικότητα σε τέφρα

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 σωματικού βάρους στη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=10,674 > F_{op}$, $P < 0,05$). Από το Σεπτέμβριο έως το Νοέμβριο, όπου παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τέφρα ($1,48 \pm 0,07$ %), η περιεκτικότητα της τέφρας παρουσίασε αυξητική τάση, η οποία ακολουθήθηκε από απότομη πτώση το Δεκέμβριο. Έπειτα, από το Δεκέμβριο έως τον Ιούνιο, η

περιεκτικότητα της τέφρας στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας παρουσίασε σταδιακή μικρή αύξηση, ενώ από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο ακολούθησε πτωτική τάση, οπότε και παρατηρήθηκε η μικρότερη τιμή της ($1,19 \pm 0,04$ %) (Σχ. 3.15).

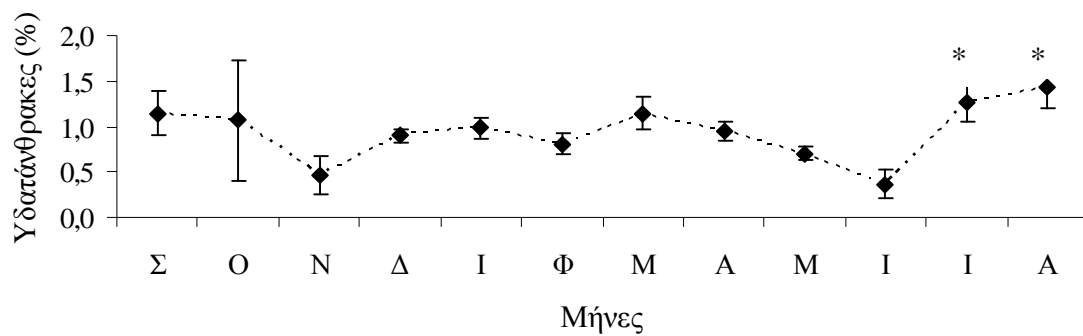


Σχήμα 3.15: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε τέφρα (% επί του υγρού σωματικού βάρους) στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας. Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Η παραλλακτικότητα αυτή, όπως αναφέρθηκε και για το λυθρίνι πιθανόν να οφείλεται στο είδος της τροφής που προσλαμβάνει στη διάρκεια του έτους αφού τα διάφορα τροφικά αντικείμενα περιέχουν διαφορετικές συγκεντρώσεις ανόργανων στοιχείων και ολικής ανόργανης ουσίας- τέφρας (Tan 1971).

3.2.2.5. Περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες

Η περιεκτικότητα των υδατανθράκων στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας κυμάνθηκε από 0,36 έως 1,43 %, με μέσο όρο $0,93 \pm 0,31$ % επί του υγρού σωματικού βάρους, στη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=7,998 > F_{op}$, $P < 0,05$). Τον Αύγουστο, τα άτομα της κουτσομούρας περιείχαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες στο μυϊκό τους ιστό ($1,43 \pm 0,23$ %), ενώ το Νοέμβριο και τον Ιούνιο περιείχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα ($0,46 \pm 0,21$ % και $0,36 \pm 0,16$ % αντίστοιχα) (Σχ.3.16).



Σχήμα 3.16: Εποχιακή διακύμανση της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (% επί του υ.σ.β) στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας.
Σημ. ο αστερίσκος υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Τα επίπεδα της περιεκτικότητας των υδατανθράκων μειώθηκαν με την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού κύκλου και επανακτήθηκαν αμέσως μετά. Αυτό πιθανώς υποδεικνύει τον έντονο καταβολισμό τους προς παραγωγή μεταβολικής ενέργειας για τη συγκεκριμένη φυσιολογική δραστηριότητα.

3.2.2.6. Ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας

Η ολική ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των ατόμων της κουτσομούρας, όπως αυτή εκτιμήθηκε από τη ποσοστιαία σύσταση του στα θρεπτικά συστατικά, κυμάνθηκε από 1,12 έως 1,54 Kcal/ g, με μέσο όρο $1,33 \pm 0,12$ Kcal/ g στη διάρκεια ενός έτους, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$).

Η μηνιαία αυτή διακύμανση ήταν έντονα επηρεαζόμενη από την περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών. Ο μυϊκός ιστός των ατόμων της κουτσομούρας είναι υψηλότερης ενεργειακής αξίας τους χειμωνιάτικους μήνες με μέγιστο τον Ιανουάριο και χαμηλής ενεργειακής αξίας τους καλοκαιρινούς μήνες.

3.2.2.7. Συσχετίσεις θρεπτικών συστατικών και χημικής σύστασης με σωματομετρικούς δείκτες

Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης (r) των περιεκτικότητων των διαφόρων θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των ατόμων της κουτσομούρας σε στατιστικό επίπεδο $\alpha=0,01$. Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας παρουσίασε κατά σειρά ισχυρή αρνητική γραμμική συσχέτιση με την περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών ($r=-0,896$), της πρωτεΐνης ($r=-0,746$) και λιγότερο με της τέφρας ($r=-0,322$), ενώ δε συσχετίζεται γραμμικά με την περιεκτικότητα των υδατανθράκων. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας παρουσίασε ισχυρή αρνητική γραμμική συσχέτιση, εκτός από την υγρασία, με την περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών ($r=-0,898$). Επίσης, παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με την περιεκτικότητα της τέφρας ($r=0,747$), ενώ δε συσχετίζεται γραμμικά με την περιεκτικότητα των υδατανθράκων. Η περιεκτικότητα των ολικών λιπαρών ουσιών στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας, εκτός από τις προαναφερθείσες σχέσεις της με την περιεκτικότητα των πρωτεϊνών και της υγρασίας, παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με την περιεκτικότητα της τέφρας ($r=-0,692$), ενώ δε συσχετίζεται γραμμικά με την περιεκτικότητα των υδατανθράκων. Η περιεκτικότητα των υδατανθράκων στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας, εκτός από τις προαναφερθείσες σχέσεις, παρουσίασε αρνητική αλλά όχι ισχυρή γραμμική συσχέτιση με τη περιεκτικότητα της τέφρας ($r=-0,392$).

Πίνακας 3.7: Συσχέτιση των περιεκτικοτήτων των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας.

<i>Mullus barbatus</i>					
	Πρωτεΐνη %	Λίπος %	Υδατ/κες %	Υγρασία %	Τέφρα %
Πρωτεΐνη %	1				
Λίπος %	-0,898**	1			
Υδατ/κες %	-0,184	0,008	1		
Υγρασία %	-0,746**	-0,896**	-0,100	1	
Τέφρα %	0,747**	-0,692**	-0,392**	-0,322**	1

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

Σημ.: Η συσχέτιση της περιεκτικότητας (ποσοστό %) της υγρασίας με των υπόλοιπων θρεπτικών συστατικών πραγματοποιήθηκε σε υγρό σωματικό βάρος, ενώ η συσχέτιση των υπόλοιπων θρεπτικών συστατικών μεταξύ τους πραγματοποιήθηκε ύστερα από μετατροπή της περιεκτικότητας τους σε ποσοστό (%) επί ξηρού σωματικού βάρους. Η μετατροπή πραγματοποιήθηκε βάση του τύπου: [Περιεκτικότητα θρεπτικού συστατικού (σε υ.σ.β.) X 100]/ 100 – υγρασία.

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω και για το λυθρίνι, στα δεδομένα των περιεκτικοτήτων λίπους-υγρασίας εκτιμήθηκε η εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης των δύο αυτών μεταβλητών, η οποία δίνεται παρακάτω:

$$\text{Λίπος (\%)} = - 0,605 \times \text{Υγρασία (\%)} + 48,194, \quad R^2 = 0,803$$

Όπως συνέβη στο λυθρίνι αλλά και γενικότερα στους μύες των ιχθύων (Huss 1998) έτσι και στην κουτσομούρα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γραμμικής συσχέτισης, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες επηρεάστηκε σημαντικά από την περιεκτικότητα σε λίπη και νερό (μείωση τη περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες με την αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία και λίπος και το αντίστροφο). Οι παρακάτω εξισώσεις της γραμμικής παλινδρόμησης αποδίδουν τη σχέση της περιεκτικότητας της πρωτεΐνης με την περιεκτικότητα του λίπους και της υγρασίας, στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

$$\text{Πρωτεΐνη (\%)} = - 0,827 \times \text{Λίπος (\%)} + 89,194, \quad R^2 = 0,806$$

$$\text{Πρωτεΐνη (\%)} = - 0,362 \times \text{Υγρασία (\%)} + 47,016, \quad R^2 = 0,559$$

$$\text{Πρωτεΐνη (\%)} = - 0,936 \times \text{Υγρασία (\%)} - 0,949 \times \text{Λίπος (\%)} + 92,771, \quad R^2 = 0,899$$

Στον Πίνακα 3.8 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης (r) των περιεκτικοτήτων των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των ατόμων της κουτσομούρας με τους σωματομετρικούς δείκτες (ολικό μήκος, ολικό βάρος, γοναδοσωματικός δείκτης, ηπατοσωματικός δείκτης και δείκτης ευρωστίας).

Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το γοναδοσωματικό δείκτη ($r=0,319$, $P<0,05$) και αρνητική γραμμική συσχέτιση με το δείκτη ευρωστίας ($r=-0,282$, $P<0,05$), ενώ συσχετίζεται θετικά με το μέγεθος των ιχθύων (ολικό βάρος και ολικό μήκος) και τον ηπατοσωματικό δείκτη. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας δε συσχετίζεται γραμμικά με τους σωματομετρικούς δείκτες. Η περιεκτικότητα σε ολικές λιπαρές ουσίες παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το δείκτη ευρωστίας ($r=0,326$, $P<0,05$), ενώ δεν εμφάνισε γραμμική συσχέτιση με τους σωματομετρικούς δείκτες. Η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας σε τέφρα παρουσίασε θετική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος ($r=0,255$, $P<0,05$), ενώ δεν εμφάνισε γραμμική συσχέτιση με το βάρος και τους υπόλοιπους σωματομετρικούς δείκτες. Η περιεκτικότητα των υδατανθράκων παρουσίασε αρνητική γραμμική συσχέτιση με το ολικό μήκος ($r=-0,583$, $P<0,01$), το ολικό βάρος ($r=-0,401$, $P<0,01$) και το γοναδοσωματικό δείκτη ($r=-0,306$, $P<0,05$) των ατόμων της κουτσομούρας και θετική γραμμική συσχέτιση με το δείκτη ευρωστίας ($r=0,398$, $P<0,01$), ενώ δε συσχετίζεται γραμμικά με τον ηπατοσωματικό δείκτη. Όλες οι παραπάνω γραμμικές συσχετίσεις δεν ήταν ισχυρές.

Πίνακας 3.8: Συσχέτιση θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας με το ολικό μήκος (TL), το ολικό βάρος (W), το γοναδοσωματικό δείκτη (GSI), τον ηπατοσωματικό δείκτη (HSI) και το δείκτη ευρωστίας (K).

<i>Mullus barbatus</i>					
	TL(cm)	W(g)	GSI	HSI	K
Πρωτεΐνη %	0,114	0,121	-0,297	-0,104	0,001
Λίπος %	-0,011	0,180	-0,219	0,199	0,326*
Υδατάνθρακες %	-0,583**	-0,401**	-0,306*	0,002	0,398**
Υγρασία %	0,042	-0,118	0,319*	0,074	-0,282*
Τέφρα %	0,255*	0,163	0,033	-0,196	-0,156

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

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

Η περιεκτικότητα των θρεπτικών συστατικών στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας, εξαιρουμένου των υδατανθράκων, δεν επηρεάστηκε από το μέγεθος τους (ολικό μήκος, ολικό βάρος), το οποίο ήταν αναμενόμενο λόγω του γεγονότος ότι η διακύμανση των μεγεθών των ατόμων της κουτσομούρας που αλιεύτηκαν στη διάρκεια των 12 μηνών ήταν πολύ μικρή. Ωστόσο, γνωρίζουμε ότι η θρεπτική σύσταση της κουτσομούρας μπορεί να επηρεάζεται και από το μέγεθος των ατόμων. Συγκεκριμένα, οι Vasilopoulou *et al.* (1993) παρατήρησαν αλλαγές στη λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων της κουτσομούρας σε σχέση με το μέγεθος τους.

3.4. Σύγκριση των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των δύο ειδών

Στον Πίνακα 3.9 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των δύο ειδών για όλο το έτος και συγκρίνονται μεταξύ τους μέσω του στατιστικού ελέγχου t-test. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης, των ολικών λιπαρών

ουσιών και των υδατανθράκων στο μυϊκό ιστό των δύο ειδών διέφερε σημαντικά μεταξύ των δύο ειδών ($P < 0,05$). Ο μυϊκός ιστός των ατόμων του λυθρινιού έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, ενώ ο μυϊκός ιστός των ατόμων της κουτσομούρας έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος και υδατάνθρακες. Αντίθετα, η περιεκτικότητα της υγρασίας και της τέφρας δε διέφερε στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στα δύο είδη ($P > 0,05$).

Πίνακας 3.9: Σύγκριση των περιεκτικότητων (%) των θρεπτικών συστατικών του μυϊκού ιστού των δύο ειδών.

	<i>P. erythrinus</i>	<i>M. barbatus</i>	P-value
Υγρασία	76,08±1,29	76,19±1,45	0,847
Πρωτεΐνη	20,76±0,75	19,45±0,59	0,002
Λίπος	1,04±0,69	2,12±1,00	0,001
Υδατάνθρακες	0,66±0,36	0,93±0,31	0,004
Τέφρα	1,46±0,11	1,31±0,09	0,089

Σημ.: οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους ± τυπική απόκλιση (n=12). των μέσων μηνιαίων τιμών.

3.5. Χημική σύσταση των δύο ειδών - σχετικές μελέτες

Στον Πίνακα 3.10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη χημική σύσταση του μυϊκού ιστού του λυθρινιού. Τα άτομα τα οποία αναλύθηκαν στη μελέτη των Mihelakakis *et al.* (2001) είχαν τη μεγαλύτερη λιποπεριεκτικότητα (6,18 %) στο μυϊκό τους ιστό συγκριτικά με όλες τις υπόλοιπες μελέτες. Ο λόγος για τον οποίο τα άτομα της συγκεκριμένης μελέτης παρουσίασαν αυξημένη λιποπεριεκτικότητα στο μυϊκό τους ιστό είναι ότι η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε σε άτομα εκτροφής. Τέτοιες διαφορές ανάμεσα

στους εκτρεφόμενους και ελευθέρως διαβίωσης πληθυσμούς ιχθύων (κυρίως λόγω διατροφής και κολυμβητικής δραστηριότητας) έχουν παρατηρηθεί σε αρκετές μελέτες (Serot *et al.* 1998, Karapanagiotidis *et al.* 2006, Grigorakis 2007, Fuentes *et al.* 2010). Οι Koubaa *et al.* (2010) και οι Tanakol *et al.* (1999), βρήκαν ότι η λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων του λυθρινιού είναι περίπου 3%. Τα άτομα των δειγματοληψιών της παρούσας εργασίας περιείχαν τη μικρότερη ποσότητα λίπους στο μυϊκό τους ιστό (1,04 %) συγκριτικά με τις υπόλοιπες μελέτες των οποίων η λιποπεριεκτικότητα κυμάνθηκε περίπου στο 1,5 % (Imre & Saglik 1998, Ozogul & Ozogul 2007, Lloret *et al.* 2005, Soriguer *et al.* 1997). Ανόμοια είναι επίσης, η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων του λυθρινιού σε υγρασία στις διάφορες μελέτες, με τα άτομα της παρούσας εργασίας να περιέχουν στο μυϊκό τους ιστό το μεγαλύτερο ποσοστό. Τέλος, η περιεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων του λυθρινιού σε πρωτεΐνες και τέφρα διαφέρει στις διάφορες μελέτες, ωστόσο τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας ταυτίζονται αρκετά με αυτά της μελέτης της Κουσουλάκη (2007) για τα δύο αυτά συστατικά. Η παραλλακτικότητα της λιποπεριεκτικότητας αλλά και των υπόλοιπων θρεπτικών συστατικών οφείλεται σε διάφορους εξωγενείς και ενδογενείς παράγοντες, όπως η γεωγραφική περιοχή διαβίωσης, η εποχή εξαλίευσης των πληθυσμών όπως επίσης, η ηλικία και το στάδιο γεννητικής ωρίμανσης αυτών. Διαφορές στη λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων του λυθρινιού οφειλόμενες στη διαφορετική περιοχή εξαλίευσης παρατηρήθηκαν και στη μελέτη των Lloret *et al.* (2005) οι οποίοι τις συσχετίζουν με την παραγωγικότητα της κάθε περιοχής.

Πίνακας 3.10: Χημική σύσταση μυϊκού ιστού ατόμων λυθρινιού.

<i>P.erythrinus</i>						
Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	Υδατ/κες (%)	Τέφρα (%)	Περιοχή	Αναφορά
		1,40			Αγορά της Κωνσταντινούπολης	Imre & Saglik 1998
73,19	15,89	6,18		4,74	Εκτροφής	Mihelakakis <i>et al.</i> 2001
		1,67			Αιγαίο και Μαύρη Θάλασσα	Ozogul & Ozogul 2007
	18,77	1,56			Ανδαλουσία	Soriguer <i>et al.</i> 1997
		(0,20-7,15)			Κόλπος του Λέοντος, Θάλασσα της Καταλονίας	Lloret <i>et al.</i> 2005
72,87	19,52	3,18		3,08	Κόλπος του Γκάμπεξ	Koubaa <i>et al.</i> 2010
		2,0-4,0			Μαύρη θάλασσα & θάλασσα του Μαρμαρά	Tanakol <i>et al.</i> 1999
74,8	21,1	3,0		1,5	Εκτροφής	Κουσουλάκη 2007
76,08	20,76	1,04	0,66	1,46	Παγασητικός	Παρούσα μελέτη

Στον Πίνακα 3.11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη χημική σύσταση του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας. Αναφορικά με τη λιποπεριεκτικότητα, οι Karakoltsidis *et al.* (1995) και οι Lloret *et al.* (2005) βρήκαν παρόμοια με την παρούσα εργασία αποτελέσματα.

Οι Lloret *et al.* (2007) βρήκαν λιποπεριεκτικότητα κατά μέσο όρο 9 % επί ξηρής ουσίας. Στις μελέτες των Guner *et al.* (1998) και των Simeonidou *et al.* (1998), η λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων της κουτσομούρας κυμάνθηκε στο 9 % και σύμφωνα με αυτές τις μελέτες η κουτσομούρα κατατάσσεται στα λιπαρά είδη, ενώ οι Koubaa *et al.* (2010), οι Bayarri *et al.* (2001) και οι Soriguer *et al.* (1997) βρήκαν λιποπεριεκτικότητα 6,05 %, 4,53 % και 5,32 %, αντίστοιχα και σύμφωνα με αυτές τις μελέτες η κουτσομούρα κατατάσσεται στα ημιλιπαρά είδη. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο μυϊκό ιστό των ατόμων της παρούσας εργασίας ταυτίζεται με αυτή που βρέθηκε στις μελέτες των Koubaa *et al.* (2010) και των Soriguer *et al.* (1997), ενώ οι Guner *et al.* (1998) βρήκαν μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη αφού τα άτομα της μελέτης αυτής περιείχαν στο μυϊκό τους ιστό το μεγαλύτερο ποσοστό λίπους. Η περιεκτικότητα της υγρασίας στο μυϊκό ιστό των ατόμων της κουτσομούρας παρουσίασε παραλλακτικότητα στις διάφορες μελέτες ενώ η περιεκτικότητα της τέφρας δε παρουσίασε έντονες διαφορές με αυτή που βρέθηκε στα άτομα της παρούσας εργασίας.

Οι Karakoltsidis *et al.* (1995) μελέτησαν τη χημική σύσταση του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας για τις τρεις εποχές του χρόνου (φθινόπωρο, χειμώνα και άνοιξη), σύμφωνα με τους οποίους, μικρότερη λιποπεριεκτικότητα βρέθηκε την άνοιξη και μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες το φθινόπωρο, ενώ στην παρούσα εργασία μικρότερη λιποπεριεκτικότητα βρέθηκε το φθινόπωρο συγκριτικά με την άνοιξη και το χειμώνα και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες δε παρουσίασε σημαντικές διακυμάνσεις.

Οι Satsmadjis *et al.* (1988) μελέτησαν τη λιποπεριεκτικότητα στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας για τις τρεις εποχές του χρόνου (φθινόπωρο, χειμώνα και άνοιξη) με μηνιαίες δειγματοληψίες το Σεπτέμβριο, το Δεκέμβριο και το Μάρτιο αντίστοιχα.

Ο μυϊκός ιστός των ατόμων που αλιεύθηκαν την άνοιξη και το χειμώνα, όπως και στη παρούσα εργασία, περιείχε μεγαλύτερο ποσοστό λίπους από αυτά που αλιεύθηκαν το φθινόπωρο.

Οι Vasiloroulou *et al.* (1993) μελέτησαν τη λιποπεριεκτικότητα στο μυϊκό ιστό της κουτσομούρας και τις τέσσερις εποχές του χρόνου (φθινόπωρο, χειμώνα, άνοιξη και καλοκαίρι) με μηνιαίες δειγματοληψίες το Σεπτέμβριο, το Δεκέμβριο το Μάρτιο και τον Ιούνιο αντίστοιχα. Ο μυϊκός ιστός των ατόμων που αλιεύθηκαν το χειμώνα και την άνοιξη, όπως και στη παρούσα εργασία, περιείχε το μεγαλύτερο ποσοστό λίπους ενώ το καλοκαίρι περιείχε το μικρότερο.

Οι διαφορές στη χημική σύσταση του μυϊκού ιστού των ατόμων της κουτσομούρας στις διάφορες μελέτες οφείλονται στους προαναφερθέντες για το λυθρίνι ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες. Οι Giouranovits- Psyllidou *et al.* (1994) μελετώντας τη λιποπεριεκτικότητα στο μυϊκό ιστό ατόμων κουτσομούρας, τα οποία είχαν αλιευθεί από διαφορετικές θαλάσσιες περιοχές του Αιγαίου παρατήρησαν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των πληθυσμών των διαφόρων περιοχών. Παρόμοια με της παρούσας εργασίας επίπεδα λιποπεριεκτικότητας στο μυϊκό ιστό των ιχθύων βρέθηκαν στα άτομα που αλιεύθηκαν δυτικά της Ρόδου. Στις πιο ευτροφικές περιοχές, όπως η περιοχή του Β. Αιγαίου (Stergiou *et al.* 1997), η λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού ιστού των ατόμων της κουτσομούρας σύμφωνα με αυτή τη μελέτη βρέθηκε αυξημένη. Οι Lloret *et al.* (2005) παρατήρησαν βαθυμετρικές αλλαγές στη λιποπεριεκτικότητα του μυϊκού ιστού της κουτσομούρας, σύμφωνα με τους οποίους η λιποπεριεκτικότητα μειώνεται με την αύξηση του βάθους. Οι διαφορές αυτές όπως υποστηρίζουν οι συγγραφείς συνδέονται με τη διαθεσιμότητα της τροφής, καθώς τα ρηγά νερά θεωρούνται πιο ευτροφικά οικοσυστήματα σε σύγκριση με την ανοικτή θάλασσα.

Πίνακας 3.11: Χημική σύσταση μυϊκού ιστού ατόμων κουτσομούρας.

<i>M. barbatus</i>						
Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	Υδατ/κες (%)	Τέφρα (%)	Περιοχή	Συγγραφείς
		9,04 (σε ξ.σ.β.)			Θάλασσα της Καταλονίας	Lloret <i>et al.</i> 2007
78,0 A 77,0 Φ 77,0 X	19,4 A 15,0 Φ 18,0 X	2,0 A 3,0 Φ 3,0 X	4,0 A 1,0 X	1,0 A 1,0 Φ 1,0 X	Αιγαίο Πέλαγος	Karakoltsidis <i>et al.</i> 1995
69,75	16,3	9,72	3,44	0,9	Μαύρη θάλασσα	Guner <i>et al.</i> 1998
		(0,27-10,96)			Κόλπος του Λέοντος, Θάλασσα της Καταλονίας	Lloret <i>et al.</i> 2005
70,92	20,27	6,05		1,62	Κόλπος του Γκάμπεζ	Koubaa <i>et al.</i> 2010
	20,64	5,32			Ανδαλουσία	Soriguer <i>et al.</i> 1997
		1.94 Φ 4.46 X 5.73 A			Παγασητικός	Satsmadjis <i>et al.</i> 1988
		2,26 Φ 4,16 X 5,4 A 0,76 K			Παγασητικός	Vassilopoulou <i>et al.</i> 1993
(73,9-76,6) 75,16		(1,7-6,1)			Αλεξανδρούπολη, Πρέβεζα, Βορειοδυτικά της Κρήτης, Νότια της Χίου, Δυτικά της Ρόδου	Giouranovits-Psyllidou <i>et al.</i> 1994
		9,3			Νοτιοανατολικά της Χαλκιδικής	Simeonidou <i>et al.</i> 1998
		4,53			Αδριατική	Bayarri <i>et al.</i> 2001
76,19	19,45	2,12	0,93	1,31	Παγασητικός	Παρούσα μελέτη

Σημ. A = άνοιξη, Φ = φθινόπωρο, X = χειμώνας.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η χημική σύσταση του μυϊκού ιστού του λυθρινιού και της κουτσομούρας παρουσιάζει εποχιακή διακύμανση, η οποία συνδέεται με τον αναπαραγωγικό κύκλο και τη διατροφική δραστηριότητα των ειδών,
- Τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις μεταξύ των θρεπτικών συστατικών παρουσιάζει η λιποπεριεκτικότητα,
- Το λυθρίνι κατατάσσεται στα άπαχα είδη, ενώ η κουτσομούρα αναλόγως την εποχή κατατάσσεται στα άπαχα ή στα είδη με χαμηλή λιποπεριεκτικότητα.
- Μεγαλύτερη λιποπεριεκτικότητα είχε ο μυϊκός ιστός των ατόμων του λυθρινιού τους ανοιξιάτικους μήνες, ενώ της κουτσομούρας του χειμερινούς μήνες,
- Τα δύο είδη εμφανίζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στο μυϊκό τους ιστό προς το τέλος της φθινοπωρινής περιόδου,
- Η περιεκτικότητα του κάθε θρεπτικού συστατικού εξαρτάται άμεσα από την περιεκτικότητα των υπόλοιπων θρεπτικών συστατικών και ιδιαίτερα, της υγρασίας, του λίπους και της πρωτεΐνης, τα οποία εμφανίζουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους,
- Η ενεργειακή αξία του μυϊκού ιστού των δύο ειδών παρουσίασε εποχιακή διακύμανση έντονα επηρεαζόμενη από τη λιποπεριεκτικότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Ackman R.G. (1995) Composition and nutritive value of fish and shellfish lipids. In: Ruither A. (ed) Fish and fishery products. CAB International, Oxford, UK, p. 117–156.
- Alasalvar C. and Taylor K.D. (2002) Sea foods- Quality, Technology and Nutraceutical Applications. Springer, Germany, p. 3-8.
- 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.
- AOAC (1995) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. Arlinton, VA, USA, 16th ed.
- Arino A., Beltran J.A., Roncales P. (2003) Dietary importance of fish and shellfish. In: Caballero B., Trugo L., Finglas P. (eds) Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, 2nd edn. Oxford: Elsevier Science Ltd. p. 2471–2478.
- Arino A., Beltran J.A., Herrena A., Roncales P. (2005) Fish. In: Caballero B., Allen L., Prentice P. (eds) Encyclopedia of Human Nutrition, 2nd ed., Vol. 2, Oxford: Elsevier Science Ltd, p. 247-256.
- Bayarri S., Baldassarri L.T., Lacovella N., Ferrara F., Domenico A. (2001) PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea. Chemosphere 43: 601-610.
- Berg O.K., Thronæs E., G. Bremset (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.
- Bizsel K.C. (1987) Seasonal variations in the diel diet of the red mullets (*Mullus barbatus* L.) in the northern Sicilian Basin. Msc thesis, Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University.
- 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.
- Bogdanos C. and Satsmatzis J. (1983) The macrozoobenthos of an Aegean embayment. Thalassographica 6: 77-105.
- Boran G., Boran M., Karacam H. (2008) Seasonal changes in proximate composition of anchovy and storage stability of anchovy oil. Journal of Food Quality 31(4):503-513.
- Brett J.R., Shelbourn J.E., Shoop C.T. (1969) Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to temperature and ration size. J. Fish. Res. Board Can. 26: 2363-2394.
- Brouwer I.A., Geelen A., Katan M.B. (2006) n-3 fatty acids, cardiac arrhythmia and fatal coronary heart disease. Prog Lipid Res 45: 357–367.
- Caragitsou E. and Papaconstantinou C. (1988) Feeding habits of Red Pandora (*Pagellus erythrinus*) off the western coast of Greece. Journal of Applied Ichthyologists 4:14-22.

- Caragitsou E., Siapatis A., Anastasopoulou A., Papaconstantinou C. (1997) Seasonal distribution of ichthyoplankton in the Aegean Sea. Proceedings of the 6th Panhellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, Vol. 2, p. 143-145.
- Caragitsou E. and 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. and 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.
- 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. and 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.
- Cui Z. and 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. and 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.
- Diapoulis A. and Koussouris T. (1989) Oil Pollution Effects to Marine Benthos in a Greek Bay. *Geodoumal* 5: 305-309.
- Domvnguez-Petit R., Saborido-Rey F., Medina I. (2009) Changes of proximate composition, energy storage and condition of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) through the spawning season. *Fisheries Research* (in press).
- Donnelly J., Torres J.J., Hopkins T.L., Lancraft T.M. (1990) Proximate composition of Antarctic mesopelagic fishes. *Marine Biology* 106: 13-23.
- Drazen J.C. (2007) Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific. *Deep-Sea Research 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. and 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 (2010) World review of fisheries and aquaculture. State of World Fisheries and Aquaculture, p. 3-87.
- Farkas T., Csenger I., Majoros F., Olah J. (1978) Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture* 14:57-65.
- 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.
- Forsberg O.I. (1995) Empirical investigation on growth of post smolt Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in land based farms. Evidence of photoperiodic influence. *Aquaculture* 133: 259–264.
- 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.
- Ghorbel M. (1981) Contribution a l'étude morphologique et biologique des poissons *Pagellus* et *Lithognathus* de Tunisie; etude dynamique pnnimain du pageau darts le Golf de Gabes. Rapport de stage, DEA de biologie marine et d'Ocmographie, Faculte des Sciences de Tunis, pp 139.
- Ghorbel M. (1996) Le pageot commun *Pagellus erythrinus* (poison, Sparidae) e'cobiologie et e'tat d'exploitation dans le Golfe de Gabe`s. Ph.D. Thesis in Marine Biology and Oceanography, University of Sfax, Tunisia.
- Giouranovits- Psyllidou R., Georgakopoulos-Gregoriades E., Vassilopoulou V. (1994) Monitoring of Organochlorine Residues in Red Mullet (*Mullus barbatus*) from Greek Waters. *Marine Pollution Bulletin* 28 (2):121-123.
- Girardin M. (1978) GFCM Working party on resource appraisal and fishery statistics. Report of the Technical Consultation on stock assessment in the Balearic and Gulf of Lions Statistical Division. FAO Fish. Rep., No. 227, Rome, pp 125.
- Gokce M.A., Tasbozan O., Celik M., Tabakoglu S.S. (2004) Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chemistry* 88: 419–423.
- Griffiths D. and Krikwood R.C. (1995) Seasonal variation in growth, mortality and fat stores of roach and perch in Lough Neagh, Northern Ireland. *Journal of Fish Biology*, 47: 537–554.
- Grigorakis K. (2007) Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: A review. *Aquaculture* 272: 55–75.
- Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Metailler R. (2001) Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Praxis Pub., UK, pp. 403

- Guner S., Dincer B., Alemdag N., Colak A., Tu. 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 Nutrive Value of fish Proteins and Other Nitrogen Compounds. In: Ruiter (ed) *Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability*. Cab International, Wallingford, UK, p. 77-116.
- 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.
- Harbers L.H. and Nielsen S.S. (2003) Ash Analysis. In: Nielsen, S.S. (ed) *Food Analysis*, 3rd edn, Klumer Academic/ Plenum Publishers, New York, p.103-112.
- Henderson R.J. and Tocher D.R. (1987) The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res* 26:281-347.
- Henry C.J. and Ahlstrom L. (2009) Nutrition. In: Campbell-Platt G. (ed) *Food Science and Technology*, Blackwell Publishers, U.K., p. 299-322.
- Hernandez M.D., Egea M.A., Rueda F.M., Martinez F.J., Garcia Garcia B. (2003) Seasonal condition and body composition changes in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) raised in captivity. *Aquaculture* 220: 569–580.
- Hoar W. S. and 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.
- Hoynh M.D., Kitts D.D., Chun Hu, Trites A.W. (2007) Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 146:504–511.
- Hui Y.H., Gross N., Kristinsson H.G., Lin M.H., Nip W.K., Siow L.F., Stanfield P.S. (2006) *Biochemistry of Sea Food Processing*. In: Hui Y.H. (ed) *Food biochemistry and food processing*, Blackwell Publishers, USA, p. 351-366.
- Huss H.H. (1998) *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*, FAO fisheries technical paper 358, Rome, Italy, p. 20.
- 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.
- Imre S. and Saglik S. (1998) Fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish fish species. *Turk J Chem* 22: 321-324.
- Jacquot R. (1961) Organic constituents of fish and other aquatic animal foods. In: G. Borgstrom (ed) *Fish as Food* vol. 1., New York Academic Press, p. 145–209
- Jobling M. (1995) *Environmental biology of fishes*. Chapman & Hall Publishers, London, pp.455.
- Jonston I.A. (1999) Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. *Aquaculture* 177:99-115.
- Kapantagakakis 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.
- Karapanagiotidis I.T., Bell M.V., Little D.C., Yakupitiyage A., Rakshit S.K. (2006) Polyunsaturated fatty acid content of wild and farmed Tilapias in Thailand: Effect of aquaculture practices and implications for human nutrition. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54: 4304–4310.
- Klaoudatos S.D., Iakovopoulos G., Klaoudatos D.S. (2004) *Pagellus erythrinus* (common pandora): a promising candidate species for enlarging the diversity of aquaculture production. *Aquaculture International* 12: 299–320.
- 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.
- Kousoulaki K., Miliou E., Apostolopoulou M., Alexis M.N. (2007) Effect of feeding intensity and feed composition on nutrient digestibility and production performance of common pandora (*Pagellus erythrinus*) in sea cages. *Aquaculture* 272: 514–527
- Kruger M.C., Coetzee M., Haag M., Weiler H. (2010) Long-chain polyunsaturated fatty acids: Selected mechanisms of action on bone. *Progress in Lipid Research* 49(4):438-449.
- Lall S.P. and Parazzo M.P. (1995) Vitamins in Fish and Shelfish. In: Ruiter (ed) *Fish and Fishery Products, Compositio, Nutritive Properties and Stability*. Cab International, Wallingford, UK, p. 157-186.
- Larson R.G. (1991) Seasonal cycles of reserves in relation to reproduction in *Sebastes*. *Environmental Biology of fishes* 30:57-70.
- Litaay M. and De Silva S.S (2003) Spawning season, fecundity and proximate composition of the gonads of wild-caught blacklip abalone (*Haliotis rubra*) from Port Fairy waters, south eastern Australia. *Aquatic Living Resources* 16:353–361.
- Lloret J. and 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. and Ratz H. (2000) Condition of cod (*Gadus morhua*) off Greenland during 1982–1998. *Fish Res.* 48 (1): 79–86.
- 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., Galzin R., Gil de Sola L., Souplet A., Demestre M. (2005) Habitat related differences in lipid reserves of some exploited fish species in the north-western Mediterranean continental shelf. *Journal of Fish Biology* 67: 51-65.
- Lloret J., Demestre M., P-Sanchez J. (2007) Lipid reserves of red mullet (*Mullus barbatus*) during pre-spawning in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina* 71:269-277.
- Love R.M. (1980) *The Chemical Biology of Fishes*. Advances 1968–1977, vol. 2, Academic Press, London, pp. 943.
- Love R.M. (1997) Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In: Hall M. (ed) *Fish Processing Technology* 2nd ed. Blackie Academic & Professional, London p.1-31.

- Machias A. and Labropoulou M. (2002) Intra-specific variation in resource use by red mullet, *Mullus barbatus*. Est. Coast. Shelf Sci. 55: 565-578.
- Marchioli R. (2002) Early protection against sudden death by n-3 polyunsaturated fatty acids after myocardial infarction: Time-course analysis of the results of GISSI-prevenzione. Circulation 105: 1897-1903.
- McEntee M. F. and Whelan J. (2002) Dietary polyunsaturated fatty acids and colorectal neoplasia. Biomedicine & Pharmacotherapy 56(8):380-387.
- Mendez E. and 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.
- 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., Tsolkasi C. (2001) Effect of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition in young common pandora. Aquaculture International 9: 197-204.
- Mytilineou C. (1987) Preliminary study of the reproductive cycle and hermaphroditism of *Pagellus erythrinus* L. in the Patraikos and Korinthiakos Gulfs and the Ionian Sea. Proceedings of the 2nd Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, p. 551-557.
- N'Da K. and Déniel C. (1993) Sexual cycle and seasonal changes in the ovary of the red mullet, *Mullus surmuletus*, from the southern coast of Brittany. J. Fish Biol. 43:229-244.
- Newsome G.E. and 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.
- Nikolsky G.V. (1963) The Ecology of Fishes. Academic Press, New York.
- Olsson G.B., Olsen R.L., Carlehog M., Ofstad R. (2002) Seasonal variation in chemical and sensory characteristics of farmed and wild atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Aquaculture 217(1-4): 191-205.
- Ozogul Y. and Ozogul F. (2007) Fatty acid profiles of commercially important fish species from Mediterranean, Aegean and Black Seas. Food Chemistry 100:1634-1638.
- 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.
- Pai-Silva D.M., Carvalho R.F., Pellizzon C.H., Dal Pai V. (2003) Muscle growth in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Histochemical, ultrastructural and morphometric study. Tissue and Cell 35(3):179-187.
- Pajuelo J.G. and Lorenzo J.M. (1998) Population biology of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) off the Canary Islands. Fisheries Research 36: 75-86.
- Palomera I., Olivar M.P., Salat J. (2007) Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. Prog. Oceanogr. 74:377-396.
- 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. and 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.

- 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. and Hotchkiss H. (1995) *Food Science* 5th ed., Aspen publication, USA, p.46-68.
- Rätz H.J. and Lloret J. (2003) Variation in fish condition between Atlantic cod (*Gadus morhua*) stocks and implications for their management. *Fisheries Research* 60:369–380.
- Richoux N.B., Deibel D., Thompson R.J., Parrish C.C. (2004) Seasonal changes in the lipids of *Mysis mixta* (Mysidacea) from the hyperbenthos of a cold-ocean environment (Conception Bay, Newfoundland). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61 (10):1940–1953.
- Robards M.D., Anthony J.L., Rose G.A., Piatt J.F. (1999a) Changes in proximate composition and somatic energy content for Pacific sand lance (*Ammodytes hexapterus*) from Kachemak Bay, Alaska relative to maturity and season. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 242:245–258.
- Robards M.D., Piatt J.F., Rose G.A. (1999b) Maturation, fecundity, and intertidal spawning of Pacific sand lance (*Ammodytes hexapterus*) in the northern Gulf of Alaska. *Journal of 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.
- Salihoglu I. and Mutlu E. (2000) Ulusal Deniz Arastırma ve İzleme Programı, Akdeniz, Marmara Denizi, Türk Boğazlar Sistemi, Karadeniz ve Atmosfer alt Projeleri, 1995–1999 Dönemi Sentez Raporu, Orta Dogu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, İçel, Turkey.
- Santos M.N., Monteiro C.C., Erzini K. (1995) Aspects of the biology and gillnet selectivity of the axillary Sea bream (*Pagellus acarne*, Risso) and common Pandora (*Pagellus erythrinus*, Linnaeus) from the Algarve (South Portugal). *Fisheries Research* 23: 223-236.
- Saoud I.P., Batal M., Ghanawi J., Lebboş 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.
- 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.
- Serot T., Gandemer G., Demaimay M. (1998) Lipid and fatty acid compositions of muscle from farmed and wild adult turbot. *Aquaculture International* 6: 331–343.
- Shearer K.D. (1994) Factors affecting the proximate composition of culture fish with emphasis on salmonids. *Aquaculture* 119:63-88.
- Sheridan M.A. (1988) Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. *Comp. Biochemistry and Physiology* 90B (4): 679-690.
- Sheridan M.A. (1989) Alteration in lipid metabolism accompanying smoltification and seawater adaptation of salmonid fish. *Aquaculture* 82: 191-203.
- Sheridan M.A. (1994) Regulation of lipid metabolism in poikilothermic vertebrates. *Comp. Biochemistry Physiology* 107B: 495-508.

- Simeonidou S., Govaris A., Vareltzis K. (1998) Quality assessment of seven Mediterranean fish species during storage on ice. *Food Research International* 30: 479-484.
- 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.
- Slimani A., Elouamari N., Hamdi H. (2003) *Etat des stocks des principales ressources* Publishers, Dubuque, Iowa, Usa, p. 421.
- Somarakis S. and Machias A. (2002) Age, growth and bathymetric distribution of red pandora (*Pagellus erythrinus*) on the Cretan shelf (eastern Mediterranean). *J. Marine Biology Assoc. UK* 84:149– 169.
- Soriguer F., Serna S., Valverde E., Hernando J., Reyes A.M., Soriguer M, Pareja A., Tinahones F., Esteva I. (1997) Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten in the south of Spain. *European Journal of Epidemiology* 13: 451–463.
- Stergiou K.I., Christou E.D., Georgopoulos D., Zenetos A., Souvermezoglou C. (1997) The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 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.
- Tan H.T. (1971) Proximate Composition of Freshwater Fish - Grass Carp, *Puntius gonionotus* and *Tilapia*. *Hydrobiologia* 37(2):361-366.
- Tanakol R., Yazıcı Z., Sener E., Sencer E. (1999) Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids* 34(3):291-297.
- 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.
- Triantafyllou G., Petihakis G., Dounas C., Theodorou A. (2001) Assessing marine ecosystem response to nutrient inputs. *Marine pollution bulletin* 43 (7): 175-186.
- 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., Soutos 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.
- UNEP (United Nations Environmental Programme) (1997) Report of the meeting of experts to review the MEDPOL biomonitoring programme. Athens, Greece, Document UNEP-(OCA)/MED WG. 132/7. UNEP, Athens.
- Valdes P., Garcia-Alcazar A., Abdel I., Arizcun M., Suarez C., Abellan E. (2004) Seasonal changes on gonadosomatic index and maturation stages in common pandora *Pagellus erythrinus* (L.). *Aquaculture Int* 12:333–343.

- Vassilopoulou V. and 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., Mytilineou C., Papaconstantinou C. (1986) Preliminary biological data on the red pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758) in the Greek seas. FAO Fish Rep. 361: 107-112.
- Vassilopoulou V. and 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., 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.
- Weatherley A.H., Gill H.S., Lobo A.F. (1988) Recruitment and maximal diameter of axial muscle fibres in teleosts and their relationship to somatic growth and ultimate size. J. Fish Biol. 33:851-859.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds) (1986) Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Volumes I, II and III. UNESCO, Paris.
- Wills R. and 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.

Ελληνική

- EATE (Εργαστ. Αλ/κής Τεχν/γίας & Εφαρ/γών ΥΠ.ΓΕ) (2001) Πρότυπα σχέδια διαχείρισης- αλιευτική έρευνα σε περιοχές με πλούσια ιχθυαποθέματα. Τεχνική Έκθεση, σελ. 149.
- Αντωνιάδου X. (2003) Δομή των συνευρέσεων του σκληρού υποστρώματος της κατώτερης υποπαραλιακής ζώνης στο βόρειο Αιγαίο. Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ, σελ.433.
- Βαρελτζής Κ. (2000) Τεχνολογία αλιευμάτων. Στο βιβλίο: (Συγγραφείς) Γεωργάκης Σ., Βαρελτζής Κ., Αμβροσιάδης Ι.Α. Τεχνολογία Τροφίμων Ζωικής προέλευσης, Σύγχρονη Παιδιά, Θεσσαλονίκη, σελ. 513-570.
- Βαφοπούλου Α.Μ. (2003) *Βιοχημεία Τροφίμων*. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Βάση δεδομένων της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος. www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-database.
- Κάρλου-Ρήγα Κ. (2000) Εποχιακή διακύμανση της αφθονίας βενθοπελαγικών ειδών στον Σαρωνικό κόλπο σε σχέση με τον τύπο βυθού. Προκαταρκτικά αποτελέσματα. Υπ. Γεωργίας, Εργαστήριο Αλιευτικής Τεχνολογίας και Εφαρμογών.
- 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.

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

SUMMARY

Fish constitute excellent source of high quality proteins, vitamins and minerals. Also contain substantial concentrations of the beneficial for the human health ω -3 polyunsaturated fatty acids.

Common pandora (*Pagellus erythrinus*) and red mullet (*Mullus barbatus*) are two 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 and how it is altered seasonally is still limited. The aim of the present study was to characterise the proximate composition of the edible muscle tissue of these two species captured in Pagasitikos gulf , as well as to examine its seasonal fluctuation over one year period. The chemical composition in common pandora's and red mullet's muscle tissue showed seasonal fluctuation. Lipid content varied the most among all nutrients. Lipid reserves did not exceed 3% (wet weight) in the muscle tissue of both species, and therefore the species can be classified as of lean fat and low fat according to Hui *et al.* (2006) scale. Lipid content in muscle tissue of the two species presented different monthly fluctuation. Higher lipid content was observed in spring for common pandora and in winter for red mullet. The reproductive activity appears to have strong effect in red mullet's lipid reserves, although these recover immediately after the reproduction period. On the other hand common pandora's lipid reserves were decreased before and afterwards the reproductive activity. The seasonal fluctuation of water content was not statistically significant but was inversed to lipid content in both species. Muscle protein content of both species, although was not statistically significant, increased at the end of autumn and beginning of winter, but

decreased during the reproductive activity. Carbohydrates' content of common Pandora's muscle decreased before gonad development and after fecundity. Finally, ash content of both species decreased after fecundity. The muscle proximate composition of both species seems to be influenced by seasonally fluctuated environmental factors, such as sea temperature, duration of daylight and prey abundance. The energy value of common pandora was higher in spring as well as in November, December, February, whereas red mullets energy value was higher in winter.

Key words: common pandora, red mullet, chemical composition, seasonal variation.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Στάδιο ωρίμανσης γονάδων και διαχωρισμός φύλου για το λυθρίνι και τη κουτσομούρα ανά μήνα

	Λυθρίνι										Κουτσομούρα													
	1		2		3		4		5		6		1		2		3		4		5		6	
		A	Θ	A	Θ	A	Θ	A	Θ	A	Θ		A	Θ	A	Θ	A	Θ	A	Θ	A	Θ		
Σεπτέμβριος			+		+								+											
Οκτώβριος			+		+								+											
Νοέμβριος					+								+											
Δεκέμβριος			+		+								+											
Ιανουάριος			+		+								+											
Φεβρουάριος					+									+	+									
Μάρτιος					+									+										
Απρίλιος					+		+									+								
Μάιος					+		+										+							
Ιούνιος										+					+							+		
Ιούλιος*																							+	
Αύγουστος*																							+	

Όπου: Θ= θηλυκά, Α= Αρσενικά

Πίνακας 2. Στάδια γεννητικής ωρίμανσης σύμφωνα με την κλίμακα Nikolskii (Nikolskii 1963).

Στάδιο	Περιγραφή
I Ανώριμα	Νεαρά άτομα που δεν έχουν αναπαραχθεί ποτέ. Γονάδες πάρα πολύ μικρού μεγέθους. Όρχεις και ωοθήκες διαφανείς και άχρωμοι. Αδυναμία προσδιορισμού φύλλου.
II Στάδιο ανάπτυξης	Τα προϊόντα αναπαραγωγής δεν έχουν αρχίσει ακόμη να αναπτύσσονται. Γονάδες πολύ μικρού μεγέθους. Τα ωοκύτταρα δεν είναι ευδιάκριτα με γυμνό μάτι.
III Ωρίμανση	Τα ωοκύτταρα διακρίνονται με γυμνό μάτι. Πολύ γρήγορη αύξηση των γονάδων σε βάρος. Οι όρχεις αποκτούν απαλό ροζ χρώμα.
IV Ωριμότητα	Οι γονάδες έχουν αποκτήσει το μέγιστο βάρος τους αλλά τα προϊόντα αναπαραγωγής δεν εκκρίνονται με την εφαρμογή ελαφριάς πίεσης στην κοιλιακή περιοχή. Όρχεις λευκοί, ωοκύτταρα στρογγυλά.
V Αναπαραγωγή	Σπέρμα και ωοκύτταρα εκκρίνονται με την εφαρμογή ελαφριάς πίεσης στην κοιλιακή περιοχή.
VI Εξάντληση	Όρχεις και ωοθήκες άδειοι, ίσως μερικά υπολείμματα σπέρματος και ωοκυττάρων αντίστοιχα. Η γενετική οπή ερεθισμένη.

