



2010

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Θεσσαλονίκης

Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής

Δαδανά Άννα

**Μεταβολές στη Σύσταση Έξι
(6) Ειδών Αλιευμάτων κατά
τους Μήνες Απρίλιο Ιούνιο και
Σεπτέμβριο.**

Υποβολή πτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των
απαιτήσεων για την απονομή του Πτυχίου του Τμήματος
Τεχνολογίας Τροφίμων του ΤΕΙ Θεσσαλονίκης

Εισηγητής: Ζώτος Αναστάσιος

12/5/2010



Μεταβολές στη σύσταση έξι (6) ειδών αλιευμάτων κατά τους μήνες Απρίλιο Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Περίληψη

Μελετήθηκαν οι μεταβολές στη μέση σύσταση (υγρασία, τέφρα, λιπαρές ύλες, πρωτεΐνες), στον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των λιπαρών οξέων και στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη σε 6 είδη εμπορικών αλιευμάτων, γαρίδα (*Alpheus rapacida*), καλαμάρι (*Logio vulgaris*), λαυράκι (*Seabass*), μύδι (*Mytilus galloprovincialis*), σαρδέλα (*Sardina pilchardus*), τσιπούρα (*Sparus aurata*). Τα δείγματα αυτά αλιεύθηκαν: από την Ιερισσό Χαλκιδικής η σαρδέλα (*Sardina pilchardus*), το καλαμάρι (*Logio vulgaris*) και η γαρίδα (*Alpheus rapacida*), από την υδατοκαλλιέργεια της Χαλκίδας η τσιπούρα (*Sparus aurata*) και το λαυράκι (*Seabass*) και από την Μεθώνη Περείας το μύδι (*Mytilus galloprovincialis*), κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο. Από τα αποτελέσματα της μέσης σύστασης, διαπιστώθηκε σημαντική εποχιακή διακύμανση στην περιεκτικότητα σε λιπαρές ύλες των δειγμάτων καλαμαριού (*Logio vulgaris*), μυδιού (*Mytilus galloprovincialis*) και λαυρακιού (*Seabass*) ενώ αντίθετα η μέση σύσταση των δειγμάτων τσιπούρας (*Sparus aurata*), γαρίδας (*Alpheus rapacida*) και σαρδέλας (*Sardina pilchardus*), δεν μεταβλήθηκε σημαντικά κατά τους τρεις αυτούς μήνες που μελετήθηκαν. Τα κυριότερα λιπαρά οξέα που ανιχνεύθηκαν στα εξεταζόμενα είδη ήταν το C16:0 (17-29,18%), το C20:5ω-3 (EPA) (6,67-21,61%), το C22:6ω-3 (DHA) (10,33-29,20%) και το C18:1ω-9 (14,75-23,35%), τα οποία διαφοροποιήθηκαν στη διάρκεια των τριών μηνών. Διαπιστώθηκε ότι όλα τα εξεταζόμενα είδη αποτελούν αξιόλογες πηγές ω-3 λιπαρών οξέων (13,64-44,57%) και ιδιαίτερα των EPA και DHA, των οποίων το σύνολο κυμάνθηκε από 11,93 έως 44,44%. Η αναλογία ω-6/ω-3 κυμάνθηκε σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, από 0,01 έως 1,23. Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη κυμάνθηκε από 5,28 έως 36,15 mg/100 g εδώδιμης σάρκας, στα δείγματα λαυρακιού, τσιπούρας, σαρδέλας και μυδιού, ενώ στο καλαμάρι κυμάνθηκε από 150,09 έως 151,27 mg/100g εδώδιμης σάρκας και στη γαρίδα από 57,82 έως 96,56 mg/100g εδώδιμης σάρκας, χωρίς ωστόσο να υπερβαίνει την ημερήσια αναγκαία για τον ανθρώπινο οργανισμό δόση των 300 mg.

Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	2
2.1 Διάρθρωση αλιευμάτων.....	2
2.1.1. Αλιεύματα με οστέινη μάζα.....	2
2.1.1.1. Άπαχα αλιεύματα.....	2
2.1.1.2. Λιπαρά αλιεύματα.....	3
2.1.2. Αλιεύματα με χόνδρους.....	3
2.2. Οστρακόδερμα.....	4
2.2.1. Μαλάκια.....	4
2.2.2. Μαλακόστρακα.....	5
2.3. Μεταβολές της σύστασης των αλιευμάτων κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	7
2.3.1. Λιπαρές ύλες.....	10
2.3.1.1. Περιεκτικότητα σε λίπος της σάρκας των αλιευμάτων σε σχέση με την περίοδο ωοτοκίας και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.....	15
2.3.1.2. Η σπουδαιότητα της διατροφής στη σύνθεση του λίπους των αλιευμάτων.....	17
2.3.1.3. Η σημασία των λιπαρών υλών των αλιευμάτων στην ανθρώπινη διατροφή.....	18
2.3.1.4. Χοληστερόλη στα αλιεύματα.....	21
2.3.2. Πρωτεΐνες αλιευμάτων.....	22
2.3.2.1. Βιολογική αξία πρωτεϊνών αλιευμάτων.....	25
2.4. Έλεγχος μεταβολών μέσης σύστασης αλιευμάτων.....	27
2.4.1. Έλεγχος μεταβολών ποσοστού υγρασίας.....	27
2.4.2. Έλεγχος μεταβολών ποσοστού τέφρας.....	27
2.4.3. Έλεγχος πρωτεϊνικών μεταβολών.....	28
2.4.4. Έλεγχος μεταβολών λιπαρών υλών.....	29
2.4.5. Έλεγχος μεταβολών μεθυλεστέρων των λιπαρών οξέων (FAME).....	30
2.4.6. Έλεγχος μεταβολών χοληστερόλης.....	30
3. Σκοπός της εργασίας.....	31
4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	32
4.1. Υλικά και μέθοδοι.....	32
4.1.1. Αλιεύματα.....	32
4.1.2. Αντιδραστήρια.....	33

4.1.3.	Όργανα.....	34
4.2.	Μεταχείριση των δειγμάτων.....	35
4.3.	Μέθοδοι ανάλυσης.....	36
4.3.1.	Προσδιορισμός υγρασίας.....	36
4.3.2.	Προσδιορισμός τέφρας.....	37
4.3.3.	Προσδιορισμός πρωτεϊνών.....	37
4.3.4.	Προσδιορισμός ολικού λίπους.....	39
4.3.5.	Προσδιορισμός μεθυλεστέρων.....	40
4.3.6.	Προσδιορισμός χοληστερόλης.....	43
4.3.7.	Στατιστική ανάλυση.....	44
5.	Αποτελέσματα και συζήτηση.....	45
5.1.	Μεταβολές στη μέση σύσταση των αλιευμάτων κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	45
5.1.1.	Μεταβολές στη μέση σύσταση της γαρίδας (<i>Alpheus rapacida</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	45
5.1.2.	Μεταβολές στη μέση σύσταση του καλαμαριού (<i>Logio vulgaris</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	47
5.1.3.	Μεταβολές στη μέση σύσταση του λαυρακιού (<i>Seabass</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	49
5.1.4.	Μεταβολές στη μέση σύσταση των μυδιών (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	52
5.1.5.	Μεταβολές στη μέση σύσταση της σαρδέλας (<i>Sardina pilchardus</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	54
5.1.6.	Μεταβολές στη μέση σύσταση της τσιπούρας (<i>Sparus aurata</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	56
5.2.	Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους των αλιευμάτων κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	58
5.2.1.	Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους της γαρίδας (<i>Alpheus rapacida</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	58
5.2.2.	Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους του καλαμαριού (<i>Logio vulgaris</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	61
5.2.3.	Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους του λαυρακιού (<i>Seabass</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	63
5.2.4.	Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους των μυδιών (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	66

5.2.5.	Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους της σαρδέλας (<i>Sardina pilchardus</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	68
5.2.6.	Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους της τσιπούρας (<i>Sparus aurata</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	71
5.3.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα των αλιευμάτων κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	73
5.3.1.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα της γαρίδας (<i>Alpheus rapacida</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	74
5.3.2.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα του καλαμαριού (<i>Logio vulgaris</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	75
5.3.3.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα του λαυρακιού (<i>Seabass</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	76
5.3.4.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα των μυδιών (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	77
5.3.5.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα της σαρδέλας (<i>Sardina pilchardus</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	78
5.3.6.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα της τσιπούρας (<i>Sparus aurata</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	79
5.4.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	80
5.4.1.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της γαρίδας (<i>Alpheus rapacida</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	81
5.4.2.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη του καλαμαριού (<i>Logio vulgaris</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	82
5.4.3.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη του λαυρακιού (<i>Seabass</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	84
5.4.4.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη των μυδιών (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	86
5.4.5.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της σαρδέλας (<i>Sardina pilchardus</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	88
5.4.6.	Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της τσιπούρας (<i>Sparus aurata</i>) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	90
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	91
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μέση σύσταση όλων των θαλασσιών ειδών υπόκειται σε τρομακτικές διακυμάνσεις ανάλογα με την εποχή, τη γεωγραφική θέση αλίευσης, το μέγεθος, το φύλο και την τροφή που καταναλώνουν. Αλλά οι ριζικότερες διακυμάνσεις είναι αναμφίβολα αποτέλεσμα της εκ νέου μυϊκής συγκρότησης (ανάπλασης), που προέρχεται από τον κύκλο αναπαραγωγής και τη συνοδευμένη εξάντληση που παρατηρείται στα αλιεύματα (Karakoltsidis *et al.*, 1995; Guner *et al.*, 1998; Alasalvar *et al.*, 2002; Grigorakis, 2007).

Οι λιπαρές ύλες των αλιευμάτων συμβάλουν σημαντικά στην καλή υγεία του καταναλωτή. Οι ευεργετικές ιδιότητες των λιπαρών υλών των αλιευμάτων οφείλονται στα περιεχόμενα λιπαρά τους οξέα, των οποίων η περιεκτικότητά τους ως μεταβαλλόμενη καλό είναι να ελέγχεται (Aggelousis and Lazos, 1991; Osman *et al.*, 2001; Gokce *et al.*, 2004).

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των αλιευμάτων σε χοληστερόλη είναι σημαντικό να μελετηθεί για να διαπιστωθεί και να επιβεβαιωθεί η περιεκτικότητά τους και η σημαντική συμβολή τους στην ανθρώπινη διατροφή (Kinsella *et al.*, 1977; Imre and Salik, 1998; Osman *et al.*, 2001).

Είναι επίσης σημαντική η απόκτηση γνώσης για την περιεκτικότητα των αλιευμάτων σε μέταλλα, όπως και στα λοιπά τρόφιμα, γιατί κάποια εξ αυτών έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, όταν συναντώνται σε υψηλές συγκεντρώσεις (Uluturhan and Kucuksezgin, 2007; Oluozlu *et al.*, 2007).

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να μελετήσει τις ανωτέρω μεταβολές στα εμπορικότερα είδη της χώρας. Να καταγράψει τις μεταβολές αυτές, ώστε να δοθεί η δυνατότητα: α) στη βιομηχανία επεξεργασίας αλιευμάτων, να αποκτήσει πλήρη γνώση για την καταλληλότερη εποχή αξιοποίησης των αλιευμάτων που προέρχονται από τις Ελληνικές θάλασσες, αφενός ως προς τη βασική σύσταση τους (λίπος, πρωτεΐνες), η οποία επηρεάζει σημαντικά την επεξεργασία τους και αφετέρου ως προς την πιθανή εποχιακή μεταβολή της περιεκτικότητας σε μέταλλα (αποφυγή αξιοποίησής τους), β) στον καταναλωτή, για καλύτερη αξιοποίηση της σημαντικής διατροφικής αξίας των λιπαρών τους υλών, συνδυαστικά με την αποφυγή

κατανάλωσής τους σε περιόδους που εμφανίζουν προβλήματα τοξικότητας (υψηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα, πιθανώς υψηλή περιεκτικότητα σε χοληστερόλη).

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ

Τα αλιεύματα αποτελούν μια συνομοταξία ζώντων οργανισμών η οποία περιλαμβάνει σπονδυλωτά και με χόνδρους, αποκλειστικά προσαρμοσμένα σε υδρόβια διαβίωση. Υπολογίζεται ότι εμφανίστηκαν πριν από 400 εκατομμύρια χρόνια. Η κύρια διάκριση τους γίνεται σε αυτά με χόνδρους και σε αυτά με οστέινη μάζα (Arino *et al.*, 2003).

2.1.1. Αλιεύματα με οστέινη μάζα (οστεϊχθύες)

Οι οστεϊχθύες αποτελούν ομάδα ψαριών με χαρακτηριστικό την παρουσία οστέινων σκελετικών σχημάτων. Είναι η επικρατέστερη ομάδα υδρόβιων οργανισμών, με 20.000 περίπου είδη. Το σχήμα του σώματος τους είναι ατρακτοειδές το οποίο χωρίζεται σε κεφάλι, κορμό και ουρά. Όλοι σχεδόν οι οστεοϊχθύες φέρουν ειδικό υδροστατικό όργανο, τη νηκτική κύστη. Η ομοταξία των οστεϊχθύων χωρίζεται σε τρεις τάξεις, τα κροσσοπτερύγια, τα δίπνοα και τα ακτινοπτερύγια. Πιο γενικά ο διαχωρισμός των αλιευμάτων αυτών γίνεται σε λευκά ή άπαχα αλιεύματα και λιπαρά αλιεύματα (Arino *et al.*, 2003).

2.1.1.1. Άπαχα αλιεύματα.

Η σάρκα των αλιευμάτων αυτών έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος (μικρότερη από 3%) και αποτελούνται κυρίως από μύες και λεπτά στρώματα συνδετικού ιστού.

Τα επίπεδα των ιχνοστοιχείων καθώς και οι συγκεντρώσεις των βιταμινών της σειράς Β είναι παρόμοιες με εκείνες των χερσαίων ζώων. Ωστόσο τα πολύ λεπτά οστά, που συνήθως καταναλώνονται με τη σάρκα των αλιευμάτων, μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την περιεκτικότητα σε ασβέστιο. Επιπλέον τα άπαχα αλιεύματα συσσωρεύουν λίπος στο ήπαρ τους και τις κυτταρικές τους μεμβράνες, το οποίο αποτελεί πηγή πλούσια σε βιταμίνη Α (ρετινόλη), βιταμίνη D και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς ανθρακικής αλυσίδα (PUFA). Τέτοια αλιεύματα είναι ο μπακαλιάρος, η γλώσσα, το λυθρίνι και γενικά τα αλιεύματα που έχουν λευκή σάρκα (Arino *et al.*, 2003).

2.1.1.2. Λιπαρά αλιεύματα

Τα αλιεύματα αυτά, όπως φαίνεται και από το όνομα τους, έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε λιπαρές ύλες στη σάρκα τους (ποσοστό από 1 έως 28%). Η σάρκα των αλιευμάτων αυτών είναι περισσότερο σκουρόχρωμη από αυτή των λευκών αλιευμάτων καθώς και πλουσιότερη σε βιταμίνες της σειρά Β (εκτός βέβαια από την βιταμίνη Β υπάρχουν και σημαντικά ποσοστά βιταμινών Α και D). Η ποσότητα του λίπους τους σχετίζεται με τον κύκλο αναπαραγωγής των αλιευμάτων. Πιο συγκεκριμένα κατά το στάδιο της αναπαραγωγής μειώνεται σημαντικά η περιεκτικότητα σε λίπος. Οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων διαφέρουν σημαντικά, με τα λιπαρά αλιεύματα να θεωρούνται ως καλύτερη πηγή σιδήρου. Το λίπος των αλιευμάτων αυτών, είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς ανθρακικής αλυσίδας, ειδικά της σειράς ω-3, όπως το εικοσιπενταενοϊκό (EPA) και εικοσιδιεξαενοϊκό οξύ (DHA). Τα αλιεύματα αυτής της κατηγορίας συσσωρεύουν το λίπος κυρίως κάτω από το δέρμα, στην κοιλιακή χώρα και στο μυϊκό τους σύστημα. Τέτοια αλιεύματα είναι η σαρδέλα, ο τόνος, η παλαμίδα, το χέλι κλπ. (Arino *et al.*, 2003).

2.1.2. Αλιεύματα με χόνδρους (χονδροϊχθύες).

Οι χονδροϊχθύες είχαν μεγάλη διάδοση ωστόσο με το πέρασμα του χρόνου διάφορα είδη εξαφανίζονταν και σήμερα υπάρχει μόνο μικρός αριθμός

αντιπροσωπευτικών ειδών. Η ομοταξία των χονδροϊχθύων χωρίζεται σε δύο τάξεις, στα σαλάχια και στις χίμαιρες. Μέχρι σήμερα έχουν μελετηθεί περίπου 31,000 είδη ψαριών, από τα οποία 3.000 ανήκουν στην ομοταξία των χονδροϊχθύων. Η σάρκα των αλιευμάτων αυτών είναι πλούσια σε συνδετικό ιστό και περιέχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος. Το λίπος τους βρίσκεται κατά κύριο λόγο συσσωρευμένο στο ήπαρ τους καθώς και μικρή ποσότητα στη σάρκα τους. Περιέχουν επίσης βιταμίνες και ιχνοστοιχεία σε συγκέντρωση ανάλογη με αυτή των λευκών αλιευμάτων (Arino *et al.*, 2003).

2.2. Οστρακόδερμα

Ο όρος οστρακόδερμο περιλαμβάνει οποιοδήποτε υδρόβιο ασπόνδυλο, το οποίο έχει εξωτερικό σκελετό όπως τα μαλάκια, μαλακόστρακα κλπ. Λόγω της παρουσίας σκληρού εξωτερικού σκελετού, η εδώδιμη ποσότητα στα οστρακόδερμα (περίπου 40%) είναι λιγότερη από την αντίστοιχη των ψαριών, με εξαίρεση τα κεφαλόποδα, των οποίων το ποσοστό της εδώδιμης σάρκας τους είναι της τάξης του 70–75% (Arino *et al.*, 2003).

2.2.1. Μαλάκια

Τα μαλάκια είναι ζώα με αμφίπλευρη συμμετρία, με σώμα μαλακό, χωρίς σκελετό και αρθρώσεις και χωρίς κινητά άκρα. Στα περισσότερα μαλάκια το σώμα είναι κλεισμένο μέσα σ' ένα ασβεστώδες κοχύλι, που σχηματίζεται από εκκρίσεις της επιδερμίδας, η οποία καλύπτει το εσωτερικό του κοχυλιού και ονομάζεται μανδύας.

Η συνομοταξία των μαλακίων ταξινομείται στις παρακάτω ομοταξίες:

- Αμφίνευρα
- Μονοπλακοφόρα
- Γαστερόποδα
- Σκαφόποδα
- Δίθυρα
- Κεφαλόποδα

Οι ομοταξίες περιλαμβάνουν πολλές τάξεις. Από τα γνωστά σε όλους είδη μαλακίων είναι: τα σαλιγκάρια και οι γυμνοσάλιαγκες από τα γαστερόποδα, το μύδι, το στρείδι και διάφορες αχιβάδες από τα δίθυρα, καθώς και η σουπιά, το χταπόδι και το καλαμάρι από τα κεφαλόποδα.

Η σάρκα των κεφαλοπόδων είναι μυώδης με χαμηλή περιεκτικότητα λίπους, το οποίο αποτελείται από κορεσμένα λιπαρά οξέα και είναι πλουσιότερο σε χοληστερόλη σε σχέση με το λίπος των αλιευμάτων.

Τα επίπεδα των ιχνοστοιχείων στα μαλάκια είναι συνήθως υψηλότερα από αυτά των λοιπών αλιευμάτων, ενώ η συγκέντρωση των βιταμινών είναι συνήθως χαμηλότερη (Ariño et al., 2003).

2.2.2. Μαλακόστρακα

Ζώα που ανήκουν στην τάξη των αρθρόποδων και, εκτός από λίγες εξαιρέσεις ζουν στη θάλασσα. Στα είδη αυτά ανήκουν οι γαρίδες, οι καραβίδες, οι αστακοί, τα καβούρια κ.α. Ανήκουν στη γενική κατηγορία των καρκινοειδών και αποτελούν τα ανώτερα καρκινοειδή, ενώ τα κατώτερα αποτελούν τα εντομόστρακα.

Το σώμα τους αποτελείται από διάφορα τμήματα που είναι ακίνητα στα μαλακόστρακα. Το κεφάλι, τις περισσότερες φορές, είναι κολλημένο με ορισμένους δακτύλιους στο θώρακα και σχηματίζεται από ένα χιτινώδες περίβλημα διαποτισμένο με ανθρακικό ασβέστιο. Έχουν δύο ζεύγη κεραίες που συνήθως το ένα είναι πολύ μεγαλύτερο από το άλλο. Επίσης έχουν κοιλιακά πόδια τα οποία βοηθούν στη σύλληψη της τροφής τους καθώς και στην ικανότητα να αναπλάθουν ένα τμήμα του σώματος τους που έχει υποστεί βλάβη ή έχει αποκοπεί.

Η σάρκα τους έχει χαρακτηριστικά χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος και υψηλά επίπεδα ιχνοστοιχείων ενώ τα επίπεδα των βιταμινών είναι όμοια με εκείνα των λοιπών αλιευμάτων (Ariño et al., 2003).

Έχοντας αναλύσει τις κατηγορίες των αλιευμάτων με τις οποίες ασχολείται η παρούσα εργασία, δίνονται στον πίνακα 1 τα κυριότερα είδη αλιευμάτων στον Ευρωπαϊκό υδάτινο χώρο.

Πίνακας 1: Εμπορικότερα είδη αλιευμάτων της χώρας.

Τάξη	Οικογένεια	Επιστημονική ονομασία	Αγγλική ονομασία	Ελληνική ονομασία
Acipenseriformes	Acipenseridae	<i>Acipenser sturio</i>	Sturgeon	Ξυρούχι
Perciformes	Sparidae	<i>Boops boops</i>	Bogue	Γόπα
Perciformes	Sparidae	<i>Dentex dentex</i>	Common dentex	Συναγρίδα
Perciformes	Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	European seabass	Λαυράκι
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	European anchovy	Γαύρος
Esociformes	Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Northern pike	Τούρνα
Gadiformes	Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i>	European hake	Μπακαλιάρος
Gadiformes	Gadidae	<i>Micromesistius poutassou</i>	Blue whiting	Προσφυγάκι
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	Flathead mullet	Κέφαλος
Perciformes	Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>	Striped red mullet	Μπαρμπούνι
Perciformes	Sparidae	<i>Oblada melanura</i>	Saddled seabream	Μελανούρι
Perciformes	Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i>	Common seabream	Φαγκρί
Perciformes	Scombridae	<i>Sarda sarda</i>	Atlantic bonito	Παλαμίδα
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	European pilchard	Σαρδέλα
Perciformes	Sparidae	<i>Sarpa salpa</i>	Salema	Σάλπα
Perciformes	Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	Chub mackerel	Κολιός
Perciformes	Scombridae	<i>Scomber scombrus</i>	Atlantic mackerel	Σκουμπρί
Pleuronectiformes	Soleidae	<i>Solea solea</i>	Common sole	Γλώσσα
Perciformes	Sparidae	<i>Sparus aurata</i>	Gilthead seabream	Τσιπούρα
Perciformes	Carangidae	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Mediterranean horse mackerel	Ασπροσαύριδο
Perciformes	Mullidae	<i>Upeneus moluccensis</i>	Goldband goatfish	Λοχίας
Cyprinodontiformes	Valenciidae	<i>Valencia letourneuxi</i>	Corfu toothcarp	Ζουρνάς
Perciformes	Xiphiidae	<i>Xiphias gladius</i>	Swordfish	Ξιφίας

(FAO, 2009)

2.3. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟ, ΙΟΥΝΙΟ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟ.

Η μέση σύσταση όλων των θαλασσιών ειδών υπόκειται σε διακυμάνσεις ανάλογα με την εποχή, τη γεωγραφική θέση αλίευσης, το μέγεθος, το φύλο, την τροφή που καταναλώνουν, αλλά οι ριζικότερες διακυμάνσεις είναι αναμφίβολα αποτέλεσμα της εκ νέου μυϊκής συγκρότησης (ανάπλασης) που προέρχεται από τον κύκλο αναπαραγωγής και τη συνοδευμένη εξάντληση που παρατηρείται στα αλιεύματα (Karakoltsidis *et al.*, 1995; Guner *et al.*, 1998; Alasalvar *et al.*, 2002; Grigorakis, 2007).

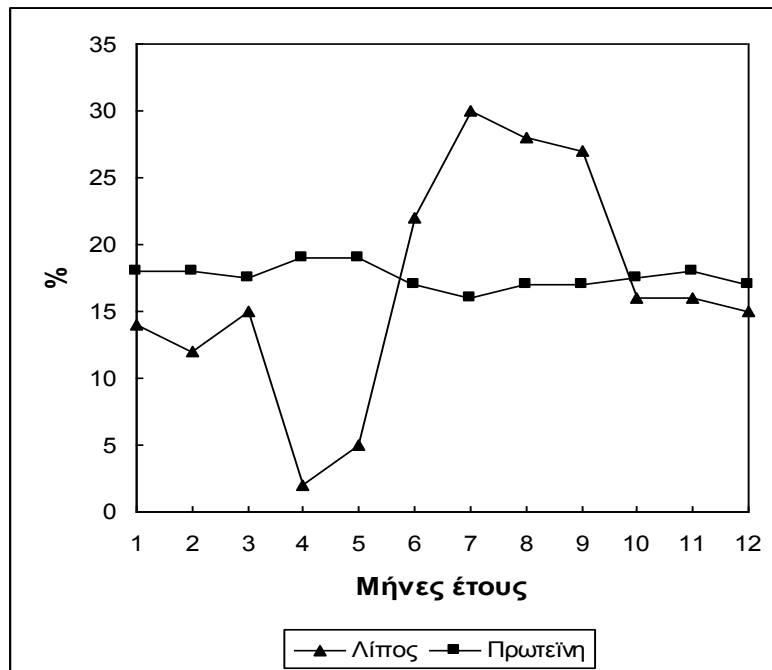
Οι διαφορετικές μορφές αποθηκευμένης ενέργειας δεν αξιοποιούνται ταυτόχρονα από τα αλιεύματα, υπάρχει μια διαδοχή στην αξιοποίηση τους, που είναι ανάλογη με το είδος του αλιεύματος και την έκταση εξάντλησης τους. Γενικά, μπορεί να παρατηρηθεί ότι ως πηγή ενέργειας που πρώτα αξιοποιείται είναι οι αποθηκευμένες λιπαρές ύλες (Nagai and Ikeda, 1971) ωστόσο μπορούν να διαπιστωθούν μεγάλες αποκλίσεις οι οποίες κύρια εξαρτώνται από το είδος του αλιεύματος.

Στη ρέγκα (*Clupea harengus*) και το σκουμπρί (*Scomber scombrus*) (σημαντικά εμπορικά είδη) για παράδειγμα καθώς και σε άλλα όμοια λιπαρά είδη βρέθηκε ότι το λίπος αποθηκεύεται στη σάρκα τους, κύρια κάτω από το δέρμα και με την εμφάνιση ανάγκης σε ενέργεια (εξάντληση), στα είδη αυτά, το αποθηκευμένο λίπος αξιοποιείται άμεσα παρουσιάζοντας σταδιακή μείωση (Σχήμα 1 και 2). Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τα σχήματα 1 και 2, η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ αντίθετα οι λιπαρές ύλες παρουσιάζουν τρομακτική διακύμανση ως αξιοποιούμενες για την απαραίτητη απαιτούμενη ενέργεια από αμφότερους τους οργανισμούς (Black and Love, 1986; Hardy and Keay, 1972).

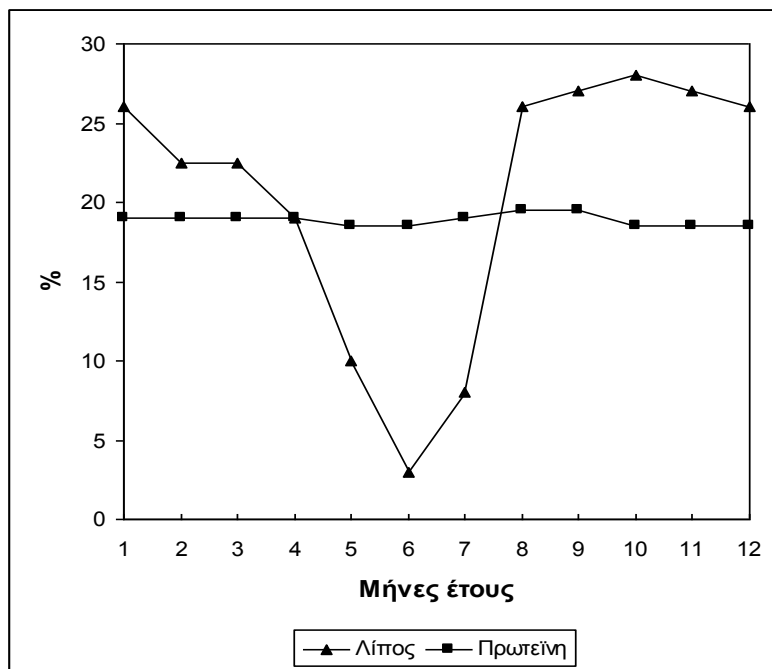
Στο μπακαλιάρο (*Gadus morhua*) ωστόσο και άλλα μη λιπαρά αλιεύματα, όπου το αποθηκευμένο λίπος σε χαμηλές συγκεντρώσεις βρίσκεται στο ήπαρ και στις κυτταρικές τους μεμβράνες, μικρές μεταβολές παρατηρούνται στην περιεκτικότητά του.

Οι πρωτεΐνες οι οποίες αποτελούν τα δομικά συστατικά των αλιευμάτων αξιοποιούνται ως πηγές ενέργειας όταν η εξάντληση τους είναι αρκετά προχωρημένη

και είναι τα πρώτα συστατικά που συντίθενται εκ νέου μετά την ολοκλήρωση της ωοτοκίας (Black and Love, 1986).



Σχήμα 1: Διακύμανση πρωτεϊνών & λίπους κατά τη διάρκεια τους έτους στη ρέγκα (*Clupea harengus*) (Black and Love, 1986).



Σχήμα 2: Διακύμανση πρωτεϊνών & λίπους κατά τη διάρκεια τους έτους στο σκουμπρί (*Scomber scombrus*) (Black and Love, 1986).

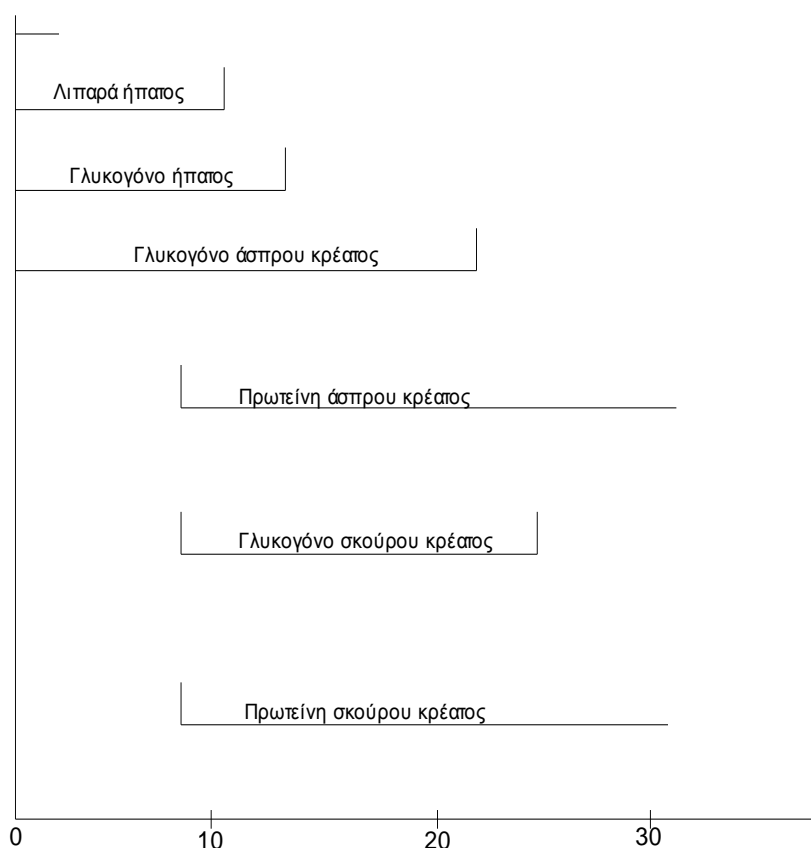
Τα αποτελέσματα λεπτομερειακών μελετών της αξιοποίησης ενέργειας εξαντλημένων μπακαλιάρων, μετά από ασιτία σε εργαστηριακό επίπεδο δίνονται στο σχήμα 3.

Από το σχήμα 3, μπορεί να παρατηρηθεί ότι οι λιπαρές ύλες καθώς και το γλυκογόνο του ήπατος και των λευκών μυών αξιοποιούνται άμεσα (από το ξεκίνημα της εξάντλησης) ως πηγές ενέργειας από το συγκεκριμένο είδος αλιεύματος. Το σκούρο κρέας, όπως το κρέας του ήπατος και πιθανά άλλων οργάνων, αποτελεί σταθερή πηγή ενέργειας για το συγκεκριμένο είδος αλιεύματος. Είναι λοιπόν η μικρή ποσότητα του σκούρου κρέατος πολύ σημαντικότερη, σε αυτό το είδος αλιεύματος, από την πολύ μεγάλη ποσότητα του άσπρου κρέατος που χρησιμοποιείται μόνο περιοδικά ως πηγή ενέργειας και μάλιστα μόνο σε έκτακτες περιπτώσεις.

Μπορεί επίσης να παρατηρηθεί από το σχήμα 3, ότι το γλυκογόνο του σκούρου κρέατος, δεν αξιοποιείται κατά τη διάρκεια της εξάντλησης του αλιεύματος για αρκετό χρονικό διάστημα και η αξιοποίησή του αρχίζει ταυτόχρονα με την αξιοποίηση των δομικών πρωτεϊνών. Στο σχήμα 3, δεν περιλαμβάνεται το λίπος της σάρκας του μπακαλιάρου, το οποίο όμως είναι μόνο περίπου 0.5% και από αυτό μόνο ένα μικρό ποσοστό μπορεί να είναι διαθέσιμο για αξιοποίηση, το λίπος δηλαδή που βρίσκεται στη μορφή τριγλυκεριδίων, το υπόλοιπο συναντάται σε μορφή φωσφολιπιδίων, λιπαρές ύλες που αποτελούν βασικά συστατικά της δομής των κυτταρικών μεμβρανών (Black and Love, 1986). Κατά συνέπεια, η αξιοποίηση του λίπους του λευκού κρέατος ως πηγής ενέργειας από το μπακαλιάρο, υποθετικά, αρχίζει ταυτόχρονα με την αξιοποίηση των δομικών του πρωτεϊνών αλλά η έκταση αξιοποίησής του είναι πολύ περιορισμένη.

Στο μπακαλιάρο το γλυκογόνο, ως φυσική πηγή ενέργειας, του ήπατος και του λευκού κρέατος αξιοποιούνται σχεδόν ταυτόχρονα, όμως στον κυπρίνο (γριβάδι) (*Cyprinus caprio*) και στο χρυσόψαρο (*Carassius auratus*) (Chavin and Young, 1970) η ποσότητα του γλυκογόνου δεν επηρεάζεται ακόμη και σε μεγάλα χρονικά διαστήματα εξάντλησης και τα είδη αυτά αποκτούν την απαιτούμενη ενέργεια από τις λιπαρές ύλες και τις πρωτεΐνες τους. Το χέλι (*Anguilla anguilla*) κατά την περίοδο έλλειψης τροφής αξιοποιεί ως πρώτη πηγή ενέργειας τις αποθηκευμένες πρωτεΐνες (δομικά συστατικά του οργανισμού) και μάλιστα σε μεγαλύτερο ποσοστό από ότι τις αποθηκευμένες λιπαρές ύλες, το τελικό όμως αποτέλεσμα είναι ότι τόσο οι

αποθηκευμένες μορφές πρωτεϊνών όσο και λίπους παρέχουν την ίδια ποσότητα ενέργειας (Boetius and Boetius, 1985).



Σχήμα 3: Διαδικασία αξιοποίησης των κύριων πηγών αποθηκευμένης ενέργειας από άσιτους μπακαλιάρους στους 9°C (Black & Love, 1986).

2.3.1. Λιπαρές ύλες

Το λίπος αποτελεί τη σπουδαιότερη και με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση πηγή αποθηκευμένης ενέργειας στα αλιεύματα και δεν είναι σύμπτωση ότι τα περισσότερα ενεργά είδη (καλοί κολυμβητές) όπως σολομός, τόνος και ρέγκα περιέχουν περισσότερο λίπος από τα λιγότερα ενεργά είδη όπως ο μπακαλιάρος ή η γλώσσα (όχι τόσο καλοί κολυμβητές).

Οι λιπαρές ύλες που συναντώνται στα αλιεύματα διαιρούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στις ουδέτερες και τις πολικές. Εκπρόσωπος της πρώτης κατηγορίας είναι τα τριγλυκερίδια (Love, 1997). Τα τριγλυκερίδια είναι η κύρια μορφή αποθηκευμένου λίπους που χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας (Love, 1997; Bandarra *et al.*, 1997;

Sinanoglou *et al.*, 2008). Έχουν σφαιρική μορφή, βρίσκονται στην υποδόρια χώρα των λιπαρών κύρια αλιευμάτων, με υψηλότερες συγκεντρώσεις στην κοιλιακή χώρα και στην περιοχή του ουραίου πτερυγίου. Συναντώνται επίσης στο ήπαρ όπου εμφανίζουν συνεχή τάση αύξησης της συγκέντρωσής τους και σε μερικά είδη αλιευμάτων περιβάλλουν τον εντερικό σωλήνα (Love, 1997; Bandarra *et al.*, 1997).

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν κύρια τα φωσφολιπίδια. Οι λιπαρές αυτές ύλες αποτελούν βασικά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών, των μιτοχονδρίων και άλλων εσωκυτταρικών σωματιδίων. Κατά συνέπεια δεν μπορούν να αποτελέσουν αξιόλογες πηγές ενέργειας (Love, 1997; Bandarra *et al.*, 1997). Οι δομικές λιπαρές ύλες όπως τα φωσφολιπίδια τείνουν να είναι περισσότερο σταθερά και ακόρεστα από τις αντίστοιχες ουδέτερες λιπαρές ύλες (Bandarra *et al.*, 1997). Επίσης η σύσταση των φωσφολιπιδίων σε λιπαρά οξέα καθορίζει τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες καθώς και τις βιολογικές τους λειτουργίες (Kreps *et al.*, 1969). Για παράδειγμα στο μπακαλιάρο όπως φαίνεται στο σχήμα 3, η αξιοποίηση των λιπαρών αυτών υλών ως πηγής ενέργειας δεν παρατηρείται, είναι πιθανόν η αξιοποίηση τους να συμπίπτει με την αξιοποίηση των δομικών πρωτεϊνών (Love, 1997). Ωστόσο, επειδή οι λιπαρές αυτές ύλες συνίστανται κύρια από πολυακόρεστα ω-3 λιπαρά οξέα, είναι εξίσου πιθανόν να μην αξιοποιούνται σε ανάλογη με τις πρωτεΐνες έκταση, γιατί ως συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών οδηγούν σε σημαντική μείωση του ολικού σημείου τήξης με αποτέλεσμα να καθιστούν τις κυτταρικές μεμβράνες ελαστικές και λειτουργικές στις χαμηλές περιβαλλοντολογικές θερμοκρασίες (Love, 1997; Bandarra *et al.*, 1997; Yanar and Celik, 2005; Skalli *et al.*, 2006).

Οι λιπαρές ύλες της σάρκας των αλιευμάτων παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τρεις κύρια λόγους.

Ο πρώτος λόγος σχετίζεται με το ότι κάθε αποθηκευμένη μορφή λίπους μπορεί σημαντικά να επηρεάσει τη γεύση ενός μαγειρεμένου προϊόντος, μπορεί δηλαδή να γίνει αισθητή η ύπαρξή του από το δοκιμαστή του προϊόντος. Η ρέγκα για παράδειγμα, όταν είναι πλούσια σε λίπος η υφή της είναι πολύ μαλακή και χυμώδης. Η χυμώδης αυτή υφή δεν είναι αποτέλεσμα της περιεκτικότητας σε νερό, όπως θα αναμενόταν, αλλά οφείλεται στο λίπος που περιέχεται στη σάρκα του αλιεύματος. Μετά την ωτοκία, όταν το λίπος στη σάρκα της ρέγκας βρίσκεται στη χαμηλότερη περιεκτικότητά του, η υφή του μαγειρεμένου προϊόντος είναι τελείως διαφορετική,

χαρακτηρίζεται από σκληρότητα και στεγνότητα και γενικά η υφή για το συγκεκριμένο είδος αλιευμάτων δεν είναι η επιθυμητή (Lands, 1986).

Ο δεύτερος λόγος, ευρύτατα αναγνωρισμένος σήμερα, είναι ότι οι λιπαρές ύλες των αλιευμάτων συμβάλουν σημαντικά στην καλή υγεία του καταναλωτή και είναι ευεργετικές στην καλή λειτουργία της καρδιάς. Σε περιπτώσεις απόφραξης του μυοκαρδίου, ασθενείς που εφάρμοσαν διατροφή πλούσια σε λιπαρά αλιεύματα παρουσίασαν σημαντική βελτίωση, με ταυτόχρονη σημαντική μείωση της πιθανότητας εκ νέου προσβολής (Hale and Brown, 1983; Lands, 1986; Bandarra *et al.*, 1997; Guner *et al.*, 1998; Simopoulos, 1999; Alasalvar *et al.*, 2002; Arino *et al.*, 2003; Yanar and Celik, 2005; Grigorakis, 2007). Οι Εσκιμώοι καθώς και οι Ιάπωνες οι οποίοι χρησιμοποιούν τα αλιεύματα ως κύριο μέρος της διατροφής τους πολύ σπάνια εμφανίζουν προβλήματα που σχετίζονται με ισχαιμικές ασθένειες (δηλ., καρδιακής προσβολής ή εγκεφαλικού επεισοδίου) (Dyerberg and Bang, 1979; Sanders, 1985; Kinsella, 1986; Neutze and Starling, 1986; Candela *et al.*, 1997; Arino *et al.*, 2003; Yanar and Celik, 2005). Επίσης, πολλές άλλες ασθένειες όπως η ρευματοειδής αρθρίτιδα, η ψωρίαση, η μείωση των επιπέδων των τριγλυκεριδίων του πλάσματος, η μείωση της εμφάνισης φλεγμονών και η βελτίωση του αμφιβληστροειδούς, η ανάπτυξη του εγκεφάλου καθώς και κάποιες μορφές καρκίνου παρουσίασαν βελτίωση μετά από εφαρμογή σε δίαιτα λιπαρών αλιευμάτων (Drevon, 1989; Aggelousis and Lazos, 1991; Candela *et al.*, 1997; Imre and Saglik, 1998; Simopoulos, 1999; Osman *et al.*, 2001; Saglik and Imre, 2001; Arino *et al.*, 2003; Yanar and Celik, 2005; Ozogul and Ozogul, 2007; Ozogul *et al.*, 2007; Castro-Gonzalez and Mendez-Armenta, 2008). Τα ευεργετικά συστατικά στα λιπαρά των αλιευμάτων είναι τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα της ω-3 σειράς και ειδικότερα το εικοσιπενταενοϊκό (eicosapentaenoic, EPA) λιπαρό οξύ με 20 άτομα άνθρακα και 5 διπλούς δεσμούς (C20:5ω-3) καθώς επίσης και το εικοσιδιεξαενοϊκό (docosahexaenoic, DHA) λιπαρό οξύ (C22:6ω-3). Τα δυο παραπάνω λιπαρά οξέα ανήκουν στη σειρά ω-3 (Hale and Brown, 1983; Aggelousis and Lazos, 1991; Mendez and Gonzalez, 1997; Guner *et al.*, 1998; Imre and Saglik, 1998; Simopoulos, 1999; Zlatanov and Laskoridis, 2007; Sinanoglou *et al.*, 2008; Castro-Gonzalez and Mendez-Armenta, 2008).

Ο τρίτος λόγος αφορά στο ότι οι λιπαρές ύλες της σάρκας των αλιευμάτων συμβάλουν σημαντικά στη γεύση και οσμή τους (άρωμα, flavour). Οι λιπαρές ύλες

από μόνες τους προσδίδουν μια ελαφρά ανεπαίσθητη γεύση στο προϊόν, όμως η μεγάλη σπουδαιότητα τους, όσον αφορά τη γεύση του τελικού προϊόντος αποδίδεται στην τάση τους να προσδίδουν πρόσθετη και άγνωστη γεύση και οσμή στα αλιεύματα τα οποία συντηρούνται σε θερμοκρασίες κατάψυξης. Το φαινόμενο αυτό είναι αποτέλεσμα δράσης του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα των αλιευμάτων και ειδικότερα στα πολυακόρεστα φωσφολιπίδια (οξειδωση) (Bandarra *et al.*, 1997; Grigorakis, 2007).

Στον πίνακα 2, δίνεται η κατανομή των λιπαρών οξέων δύο ειδών αλιευμάτων που εκπροσωπούν δύο μεγάλες κατηγορίες, τα λιπαρά (σκουμπρί, *Scomber scombrus*) και μη λιπαρά (μπακαλιάρος, *Gadus morhua*) αλιεύματα.

Πίνακας 2. Κατανομή λιπαρών οξέων σε μη λιπαρό αλείυμα (μπακαλιάρος, cod, *Gadus morhua*) και σε λιπαρό αλείυμα (σκουμπρί, mackerel, *Scomber scombrus*).

	Μπακαλιάρος (cod) % στο ολικό λίπος	Σκουμπρί % στο ολικό λίπος
Κορεσμένα		
C14:0	1.4	8.6
C15:0	–	0.4
C16:0	19.6	17.6
C17:0	–	0.5
C18:0	3.8	2.2
C19:0	–	0.1
C 20:0	–	0.1
Σύνολο	24.8	29.6
Μονοακόρεστα		
C16:1ω-9	–	0.4
C16:1ω-7	3.5	9.6
C18:1ω-9	13.8	9.5
C18:1ω-7	–	4.7
C18:1ω-5	–	0.6
C20:1ω-9	3.0	7.4
C20:1ω-7	–	0.9
C22:1ω-11	1.0	9.4
C22:1ω-9	–	0.6
Σύνολο	21.3	43.1
Πολυακόρεστα		
C16:2ω-4	–	0.5
C16:3ω-3	–	0.5
C16:4ω-3	–	0.5
C18:2ω-6	0.7	1.0
C18:3ω-3	0.1	0.7
C18:4ω-3	0.4	2.0
C20:4ω-6	2.5	0.3
C20:4ω-3	–	0.5
C20:5ω-3	17.0	9.4
C22:5ω-6	–	–
C22:5ω-3	1.3	1.2
C22:6ω-3	29.8	8.7
Σύνολο	51.8	25.3

(Ackman, 1980)

2.3.1.1 Περιεκτικότητα σε λίπος της σάρκας των αλιευμάτων σε σχέση με την περίοδο ωοτοκίας και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος

Η περιεκτικότητα σε λίπος και η σύνθεση των λιπαρών οξέων εξαρτώνται από το είδος, το φύλο, την ηλικία, την εποχή του έτους, τη διαθεσιμότητα τροφής, τις διατροφικές συνήθειες, τη γεωγραφική προέλευση, το στάδιο του αναπαραγωγικού κύκλου, την περιεκτικότητα άλατος του νερού, την παρουσία διάφορων μολυσματικών παραγόντων, την θερμοκρασία του νερού και εάν τα αλιεύματα εκτρέφονται ή είναι πελαγικά (Aggelousis and Lazos, 1991; Guner *et al.*, 1998; Osman *et al.*, 2001; Alasalvar *et al.*, 2002; Rasoarahona *et al.*, 2005). Στο ίδιο είδος και στο ίδιο φύλλο, η ανάπτυξη και η ηλικία συμβάλλουν σημαντικά σε διαφορές (Rasoarahona *et al.*, 2005; Ozogul *et al.*, 2007).

Η περιεκτικότητα σε λίπος της σάρκας των λιπαρών αλιευμάτων είναι άμεσα συνδεδεμένη με την περίοδο ωοτοκίας και ως εκ τούτου μεταβάλλεται εποχιακά. Το λίπος αποθηκεύεται κατά τη διάρκεια της κανονικής διατροφής, όταν οι γεννητικοί αδένες είναι ανενεργοί. Τα αλιεύματα συνεχίζουν να αποθηκεύουν λίπος ακόμα και κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των γεννητικών τους αδένων. Όμως, μετά από ένα συγκεκριμένο σημείο ανάπτυξης των γεννητικών αδένων, η ποσότητα του λίπους που μεταφέρεται στα γαμετοκύτταρα είναι πολύ μεγαλύτερη από την καθημερινή πρόσληψη, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την έναρξη της αξιοποίησης των αποθηκευμένων λιπαρών υλών από τα αλιεύματα (Hardy and Keay, 1972; Goldenberg *et al.*, 1987; Krzypowek *et al.*, 1992; Gokce *et al.*, 2004).

Κατά την αναπαραγωγική περίοδο τα αποθέματα λίπους του σολομού μειώνονται, επειδή αυτό το είδος υποσιτίζεται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των γεννητικών αδένων και τα αποθέματα του λίπους κατευθύνονται στους αναπαραγωγικούς αδένες ή αξιοποιούνται ως ενέργεια.

Το γατόψαρο του γλυκού νερού (*Clarias batrachus L.*) χρησιμοποιεί το κοιλιακό λίπος ως σημαντικότερη πηγή ενέργειας κατά την αναπαραγωγική περίοδο, ενώ ο σολομός του Ατλαντικού (*Salmo salar L.*) χρησιμοποιεί τόσο το λίπος όσο και τις πρωτεΐνες των μυών (Gokce *et al.*, 2004).

Επίσης, παρατηρήθηκε μια μικρή παράταση της αξιοποίησης των αποθεμάτων λίπους ακόμα και μετά την ολοκλήρωση της ωοτοκίας σε είδη όπως ο γάδος

(*Melanogrammus aeglefinus*) και ο μπακαλιάρος (*Merluccius hubbsi*) (Goldenberg *et al.*, 1987).

Η περιεκτικότητα σε λίπος τόσο στη σάρκα όσο και στο ήπαρ εξαρτάται από το φύλλο του αλιεύματος. Αυτό προκύπτει, σε μεγάλο βαθμό, από τους μεγαλύτερους ώριμους γεννητικούς αδένες που εμφανίζονται στα θηλυκά εάν συγκριθούν με τα αντίστοιχα αρσενικά, για παράδειγμα στον πλευρονήκτη ή πησσί (*Pleuronectes flesus*) βρέθηκε ότι οι ώριμοι γεννητικοί αδένες του θηλυκού αποτελούν το 18% του συνολικού βάρους του σώματος του, ενώ του αρσενικού σε ανάλογη κατάσταση μόνο το 4.2%. Οι ώριμοι γεννητικοί αδένες του αρσενικού γωβιού (*Gobius melanostomus*) περιέχουν περίπου το 10% του λίπους των αντίστοιχων του θηλυκού γωβιού, έτσι το θηλυκό χρειάζεται να αξιοποιήσει μικρή ποσότητα από το αποθηκευμένο σαρκικό λίπος κατά τη διάρκεια της ωοτοκίας (Cherurnov and Tkachenko, 1973). Κατά την ωρίμανση των αυγών της θηλυκής πέστροφας (*Salmo trutta*) καταναλώνεται περισσότερο ηπατικό λίπος σε σύγκριση με το λίπος που καταναλώνεται από την αντίστοιχη αρσενική. Ανακοινώθηκε επίσης ότι το θηλυκό σκουμπρί (*Scomber scombrus*) εμφανίζει τη μεγαλύτερη απώλεια σε λίπος κατά τη διάρκεια της ωοτοκίας από όλα σχεδόν τα είδη αλιευμάτων (Ackman and Eaton, 1971).

Όπως ανακοίνωσαν οι De Leonardis and Macciola, (2004) η περιεκτικότητα σε λίπος της σαρδέλας εξαρτάται από την αναπαραγωγική περίοδο, τη διαθεσιμότητα της τροφής και τη θερμοκρασία του θαλάσσιου νερού. Οι θρεπτικές ιδιότητες της σαρδέλας μεταβάλλονται σε σχέση με την περιεκτικότητα σε λίπος και επομένως σύμφωνα με την χρονική περίοδο αλίευσης. Η περιεκτικότητα σε λίπος και λιπαρών οξέων της σαρδέλας και του γαύρου παρουσιάζει σημαντική εποχιακή διακύμανση. Ο γαύρος (*Engraulis encrasicolus*) έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος κατά τη διάρκεια του τέλους της περιόδου χειμónας-άνοιξη. Ενώ, η σαρδέλα (*Sardina pilchardus*) παρουσιάζει υψηλότερες συγκεντρώσεις λίπους κατά τη διάρκεια της άνοιξης και αρχής του καλοκαιριού (Zlatanov and Laskoridis, 2007).

Γενικότερα τα αλιεύματα ρυθμίζουν την ακορεστότητα των λιπαρών οξέων των λιπαρών τους υλών ανάλογα με το περιβάλλον. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρείται μια αύξηση στα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας και υψηλής ακορεστότητας, με αξιοποίηση των C16 και C18 λιπαρών οξέων, έτσι με τον τρόπο αυτό τα αλιεύματα διασφαλίζουν την υγρή κατάσταση των ενδοκυτταρικών λιπαρών υλών (Kreps *et al.*, 1969).

Οι Farkas *et al.*, (1980) μελετώντας αλιεύματα του είδους κυπρίνου ανακοίνωσαν ότι μερικές ώρες έκθεσης σε ψυχρό περιβάλλον ήταν επαρκείς για να οδηγήσουν σε αύξηση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας στο ολικό λίπος, καθώς επίσης και στα φωσφολιπίδια. Η συσσώρευση του εικοσιδιεξαενοϊκού οξέος (DHA) στα φωσφολιπίδια, ως αντίδραση στο ψυχρό περιβάλλον, είναι μια βασική ιδιότητα του ήπατος των αλιευμάτων ή γενικά των υδρόβιων ποικιλόθερμων ζώων. Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει την ελαστικότητα των κυτταρικών μεμβρανών, η αναπροσαρμογή επομένως της ακορεστότητας των λιπαρών οξέων αποτελεί δεδομένη συνθήκη για τους οργανισμούς αυτούς, ανάλογη συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί και στα βακτήρια (Hardy and Keay, 1972; Farkas *et al.*, 1980; Yanar and Celik, 2005).

2.3.1.2. Η σπουδαιότητα της διατροφής στη σύνθεση του λίπους των αλιευμάτων

Η περιεκτικότητα των πολυακορέστων λιπαρών οξέων στη σάρκα των αλιευμάτων δεν διατηρείται σταθερή, διαπιστώνεται έτσι για μια ακόμη φορά ότι έχουμε να κάνουμε με ένα δυναμικό συνεχώς μεταβαλλόμενο σύστημα (Osman *et al.*, 2001; Ozogul and Ozogul, 2007; Zlatanov and Laskoridis, 2007). Η σύσταση των λιπαρών υλών της τροφής των αλιευμάτων συνδυαστικά με το περιβάλλον όπου ενδημούν, είναι πιθανότατα οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση του λίπους τους (Kreps *et al.*, 1969; Farkas *et al.*, 1980; Shirai *et al.*, 2002^a; Alasalvar *et al.*, 2002; Grigorakis *et al.*, 2002; Arino *et al.*, 2003; Gokce *et al.*, 2004; Skalli *et al.*, 2006; Grigorakis, 2007; Sinanoglou *et al.*, 2008).

Οι Worthington and Lovell, (1973) κατέληξαν ότι η τροφή καθορίζει το 93% της σύστασης των λιπαρών οξέων στο γατόψαρο (*Ictalurus punctatus*) της Μάγχης, οι δε γενετικοί και άλλοι παράγοντες συμβάλλουν στο υπόλοιπο 7%.

Η δυνατότητα της σύνθεσης πολυακορέστων λιπαρών οξέων από απλά ακόρεστα που περιέχονται στην τροφή των αλιευμάτων είναι ανάλογη από το είδος του αλιεύματος. Ο σολομός chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) για παράδειγμα αναπτύσσονταν πολύ αργά όταν στη διατροφή του δεν υπήρχαν λιπαρές ύλες, η ανάπτυξή του όμως έγινε απόλυτα κανονική όταν στη διατροφή του προστέθηκε μόνο

το λινελαϊκό (C18:2 ω -6) λιπαρό οξύ (Lee and Sinnhuber, 1973). Τα αλιεύματα είναι σε θέση να εκτελούν επιμήκυνση της ανθρακικής αλυσίδας των λιπαρών οξέων, μέσω συνηθισμένων μεταβολικών οδών και να σχηματίζουν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας όπως τα C20:4 ω -6, C20:5 ω -3, C22:4 ω -6, C22:5 ω -3 και C22:6 ω -3 (Krebs *et al.*, 1969). Αρκετά είδη χορτοφάγων αλιευμάτων είναι σε θέση να παράγουν DHA και EPA από λινολενικό οξύ (C18:3 ω -3) και αραχιδονικό οξύ από λινελαϊκό οξύ (C18:2 ω -6) (Sargent *et al.*, 1999).

2.3.1.3. Η σημασία των λιπαρών υλών των αλιευμάτων στην ανθρώπινη διατροφή

Τα λιπαρά των αλιευμάτων περιέχουν χαμηλές ποσότητες λιπαρών οξέων της ω -6 σειράς, συμπεριλαμβανομένου και του λινελαϊκού οξέος, το οποίο θεωρείται ως απαραίτητο λιπαρό οξύ (essential fatty acid, EFA) (Simopoulos, 1999; Saglik and Imre, 2001; Gokce *et al.*, 2004; Ozogul *et al.*, 2007). Ο Stansby, (1982) παρατήρησε ότι οι λιπαρές ύλες των αλιευμάτων συμβάλλουν στην ανάπτυξη του ανθρώπινου οργανισμού σε ισοδύναμο βαθμό με τις αντίστοιχες των φυτικών τροφίμων, οι οποίες είναι πλούσιες σε λιπαρά οξέα της ω -6 σειράς. Ο Hornstra, (1982) πρότεινε ότι τα απαραίτητα λιπαρά οξέα είναι αναγκαία για την ακεραιότητα του κυτταρικού ενδοπλασματικού δικτύου και της μεμβράνης των μιτοχονδρίων καθώς και για μια σειρά άλλες φυσιολογικές λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού. Το αραχιδονικό οξύ (C20:4 ω -6) έχει ανταγωνιστική δράση και αρνητικά αποτελέσματα στην ευεργετική δράση των ω -3 λιπαρών οξέων στην υγεία των ασθενών με καρδιαγγειακά προβλήματα. Τα αλιεύματα συστήνονται για κατανάλωση σε ασθενείς, γιατί περιέχουν μικρό ποσοστό αραχιδονικού οξέος (Ozogul and Ozogul, 2007).

Οι Dyerberg *et al.* (1978) πρότειναν ότι πλούσια διατροφή σε πολυακόρεστα της σειράς ω -3 λιπαρά οξέα οδηγεί στη μείωση της συνάθροισης των αιμοπεταλίων, γιατί έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό της θρομβοξάνης A3 (TXA3) η οποία αντίθετα με τη θρομβοξάνη A2 (TXA2) δεν εμφανίζει συσσωρευτική δράση των αιμοπεταλίων.

Το εικοσιπενταενοϊκό λιπαρό οξύ (eicosapentaenoic acid, EPA) επίσης αξιοποιείται από τα τοιχώματα των αιμοφόρων αγγείων για την παραγωγή προστακυκλίνης (prostacyclin, PGI3) της οποίας η δράση είναι δραστικά

αντισυσφρευτική, αντιθρομβωτική (Dyerberg *et al.*, 1978; Aggelousis and Lazos, 1991; Simopoulos, 1999; Osman *et al.*, 2001; Luzia *et al.*, 2003). Έτσι, οι ερευνητές κατέληξαν ότι το εικοσιπενταενοϊκό λιπαρό οξύ παρά το αραχιδονικό είναι μάλλον υπεύθυνο *in vivo* για τον εκτοπισμό των συνθηκών εκείνων που είναι πρόδρομοι της συνάθροισης των αιμοπεταλίων και για τη δημιουργία συνθηκών κατάλληλων να συνεισφέρουν στη δημιουργία μιας αντιθρομβωτικής κατάστασης. Η παραπάνω δράση του εικοσιπενταενοϊκού λιπαρού οξέος έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη αιμάτωση των αγγειακών τοιχωμάτων και τη σημαντική καθυστέρηση της διαδικασίας αθηροσκλήρωσης στα αγγεία, φαινόμενο που παρατηρήθηκε στους Εσκιμώους.

Το εικοσιδιεξαενοϊκό λιπαρό οξύ (DHA, C22:6ω-3) είναι το σημαντικότερο συστατικό του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδούς χιτώνα των οφθαλμών (Osman *et al.*, 2001; Ozogul *et al.*, 2007).

Οι Dyerberg *et al.*, (1978) επίσης παρατήρησαν ότι η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη και τριγλυκερίδια στις λιπαρές ύλες και στις λιποπρωτεΐνες του πλάσματος αίματος των Εσκιμώων βρίσκονταν σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Επίσης, οι συγκεντρώσεις σε λιποπρωτεϊνικές ενώσεις χαμηλής πυκνότητας (LDLs) καθώς και σε λιποπρωτεϊνικές ενώσεις πολύ χαμηλής πυκνότητας (VLDLs), οι οποίες όπως προαναφέρθηκε αμφότερες διαδραματίζουν σημαντικότερο ρόλο στη διαδικασία αθηροσκλήρωσης, ήταν επίσης πολύ χαμηλές. Ο Sanders, (1985) παρατήρησε σημαντική μείωση των τριγλυκεριδίων στο πλάσμα του αίματος και μικρή αύξηση στη συγκέντρωση των λιποπρωτεϊνικών ενώσεων υψηλής πυκνότητας (High Density Lipoproteins, HDLs), όταν ακολουθήθηκε διατροφή ιδιαίτερα πλούσια σε λιπαρά αλιεύματα. Ανακοινώθηκε επίσης ότι η μείωση των τριγλυκεριδίων στο αίμα, σχετίζεται με τη μείωση της σύνθεσης των λιποπρωτεϊνικών ενώσεων πολύ χαμηλής πυκνότητας (VLDLs). Οι λιποπρωτεϊνικές αυτές ενώσεις (VLDLs) προκαλούν την αύξηση της παραγωγής και συγκέντρωσης των λιποπρωτεϊνικών ενώσεων χαμηλής πυκνότητας (LDLs) οι οποίες βρέθηκε ότι είναι υπεύθυνες για τη μεταφορά της αθηρογενετικής χοληστερόλης στις αρτηρίες. Προτάθηκε έτσι ότι τα λιπαρά των αλιευμάτων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη θεραπεία της υπερτριγλυκεριμίας (Anon, 1987; Chen *et al.*, 1995; Arino *et al.*, 2003; Sidhu, 2003).

Ωστόσο οι περισσότεροι επιστήμονες δεν συνιστούν πρόσληψη του λίπους των αλιευμάτων μέσω συμπληρωμάτων διατροφής και προτείνουν τη συχνότερη

κατανάλωση αλιευμάτων, στα πλαίσια μιας υγιεινής διατροφής και μιας κανονικής σωματικής δραστηριότητας (Arino *et al.*, 2003; Castro-Gonzalez and Mendez-Armenta, 2008).

Οι Neutze and Starling, (1986) πρότειναν ότι η διατροφή πλούσια σε αλιεύματα, συμβάλει στη μείωση της πυκνότητας του αίματος, γιατί τα λιπαρά οξέα εικοσιδιεξαενοϊκό και εικοσιπενταενοϊκό (DHA και EPA) ενσωματώνονται με τα φωσφολιπίδια των κυτταρικών μεμβρανών με αποτέλεσμα να τις κάνουν περισσότερο ελαστικές.

Άλλα σημαντικά πλεονεκτήματα των ω -3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων είναι η συμβολή τους στο ρυθμό ανάπτυξης κάποιων μορφών καρκίνου και η σημαντική ανοσολογική τους δράση (Sidhu, 2003). Ο Stansby, (1982) ανακοίνωσε ότι φαινόμενα πολλαπλής σκλήρυνσης κάνουν την εμφάνισή τους σε άτομα που ακολουθούν δίαιτες με έλλειψη ή ανεπάρκεια σε ω -3 λιπαρά οξέα. Οι υποφέροντες μπορεί να παρουσιάσουν κακό μεταβολισμό ο οποίος να έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία του οργανισμού να παράγει σε ικανοποιητικά επίπεδα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας. Έχει επίσης ιδιαίτερη σημασία και πρέπει να τονιστεί ότι τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα DHA και EPA βρίσκονται σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις στα εξωτερικά τμήματα των φωτοευαίσθητων μορίων του αμφιβληστροειδούς των οφθαλμών, στα σακίδια των όρχεων και στις ουδέτερες μεμβράνες (Kinsella, 1986).

Οι συστάσεις για τις καθημερινές προσλήψεις DHA και EPA μέσω της δίαιτας είναι 0.5g για νήπια και ένας μέσος όρος 1g/ημέρα για τους ενήλικες και τους ασθενείς με στεφανιαίες καρδιακές παθήσεις. Η επιθυμητή αναλογία ω -6/ ω -3 πρέπει να είναι χαμηλότερη από 5 (Sargent *et al.*, 1999; Ozogul and Ozogul, 2007). Το βρετανικό τμήμα υγείας συστήνει ως ιδανική αναλογία ω -6/ ω -3 ίση με 4 ως μέγιστη τιμή. Τιμές υψηλότερες του 4, είναι επιβλαβής στην υγεία και μπορεί οδηγήσουν σε καρδιαγγειακές παθήσεις (Ozogul and Ozogul, 2007). Ο Simopoulos, (1999) προτείνει ως βέλτιστη αναλογία των ω -6/ ω -3 λιπαρών οξέων 1-2:1, αντίστοιχα.

Μια ισορροπημένη αναλογία ω -3/ ω -6 στη διατροφή, είναι απαραίτητη για την κανονική ανάπτυξη και μπορεί να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη και τη θεραπεία της ασθένειας των στεφανιαίων αρτηριών, του διαβήτη, της υπέρτασης και του καρκίνου. Έχει επίσης επιπτώσεις στην ανάπτυξη των νευρικών

ιστών στα νήπια, τον έλεγχο του γλυκαιμικού δείκτη, τη δυνατότητα εκμάθησης και την λειτουργία της όρασης (Gokce *et al.*, 2004).

Δεν υπάρχει συνιστώμενη ω-3/ω-6 αναλογία αλλά τα δεδομένα από άγρια ζώα και εκτιμήσεις από την πρόσληψη διατροφικών συστατικών κατά την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους συνηγορούν σε μια αναλογία της τάξης 1:1 (Osman *et al.*, 2001; Gokce *et al.*, 2004).

Για να συμβάλουν τα αλιεύματα ως μέσο βελτίωσης της υγείας των καταναλωτών, πρέπει να μελετηθεί η περιεκτικότητά τους σε λίπος και η κατανομή των λιπαρών τους οξέων (Aggelousis and Lazos, 1991; Osman *et al.*, 2001; Gokce *et al.*, 2004), καθώς και η περιεκτικότητά τους σε χοληστερόλη (Peterson and Amado, 1997; Imre and Saglik, 1998).

2.3.1.4 Χοληστερόλη στα αλιεύματα

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλης στη σάρκα των αλιευμάτων εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε λίπους και κυμαίνεται σε παραπλήσιες συγκεντρώσεις στα εκτρεφόμενα και πελαγικά αλιεύματα. Τα ζωικά τρόφιμα, όπως το κόκκινο κρέας, τα πουλερικά και τα αλιεύματα, περιέχουν χοληστερόλη. Τα περισσότερα είδη αλιευμάτων περιέχουν περίπου 100mg χοληστερόλης ανά 100g, ενώ στα άπαχα η συγκέντρωση είναι συνήθως χαμηλότερη, 40-60mg ανά 100g εδώδιμης σάρκας (Arino *et al.*, 2003). Γενικά η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη είναι υψηλή στα αλιεύματα με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος (Teshima, 1991).

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη στα αλιεύματα επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Όταν η περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα αυξηθεί παρατηρείται μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης. Αυτό δείχνει ότι αλιεύματα που ενδημούν σε χαμηλές θερμοκρασίες ή βρίσκονται κατά τη διάρκεια ή μετά την περίοδο ωοτοκίας έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε χοληστερόλη (Osman *et al.*, 2001).

Ανακοινώθηκε ότι η χοληστερόλη, είναι η κύρια, σχεδόν μοναδική, στερόλη σε δείγματα σαρδέλας. Η περιεκτικότητά της, ως ποσοστό του ολικού λίπους, στα μη λιπαρά δείγματα σαρδέλας είχε μέση τιμή της τάξης του $3.7 \pm 0.7\%$, ενώ στα δείγματα σαρδέλας με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος είχε μέση τιμή της τάξης του $0.8 \pm 0.1\%$.

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη ως ποσοστό του ολικού λίπους συσχετίστηκε αντιστρόφως ανάλογα με την περιεκτικότητα σε ολικό λίπος των δειγμάτων σαρδέλας με συντελεστή συσχέτισης -0.89 (De Leonardis and Macciola, 2004).

Εκφράζοντας, ωστόσο, την περιεκτικότητα της χοληστερόλης ως $\text{mg}/100\text{g}$ σάρκας σαρδέλας, διαπιστώθηκε ότι ήταν παρόμοια τόσο στα μη λιπαρά όσο και στα λιπαρά δείγματα, με μέσες τιμές 88.0 ± 12.2 και $97.5 \pm 9.2 \text{mg}/100\text{g}$ σάρκας, αντίστοιχα. Γενικά η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη στη σάρκα σαρδέλας κυμαίνεται από 67 έως $131 \text{mg}/100\text{g}$ σάρκας, είναι ανεξάρτητη από την περιεκτικότητα σε ολικό λίπος και σημαντικά χαμηλότερη από τα 300mg των καθημερινών απαιτήσεων του ανθρώπινου οργανισμού (De Leonardis and Macciola, 2004).

Η περιεκτικότητα σε λίπος και η σύσταση του, που λαμβάνεται από τη δίαιτα, είναι οι παράγοντες που επιδρούν στην χοληστερόλη του ορού του αίματος και κατ' επέκταση στον κίνδυνο των καρδιαγγειακών ασθενειών. Η λήψη χοληστερόλης μέσω της τροφής φαίνεται να είναι γενικά δευτερεύουσας σημασίας. Το ενδιαφέρον, από διατροφικής άποψης, έχει εστιαστεί στα προϊόντα οξείδωσης της χοληστερόλης, στα διάφορα τρόφιμα πλούσια σε χοληστερόλη και τη σημασία τους στην υγεία (Piironen *et al.*, 2002).

Έχει παρατηρηθεί ότι η λήψη χοληστερόλης μέσω της τροφής έχει γραμμική σχέση με τη χοληστερόλη του αίματος. Έτσι, διαπιστώθηκε ότι για κάθε 100mg χοληστερόλης ανά 1000kcal που καταναλώνονται, οδηγεί σε αύξηση 12mg χοληστερόλης ανά 100mL αίματος. Ένας κάτοικος των αναπτυγμένων χωρών καταναλώνει μεταξύ 600 και 1000mg χοληστερόλης ημερησίως κατά μέσον όρο. Ενώ, η μέγιστη συνιστώμενη από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας πρόσληψη είναι $300 \text{mg}/\text{ημέρα}$ (Luzia *et al.*, 2003).

2.3.2. Πρωτεΐνες Αλιευμάτων

Οι πρωτεΐνες αποτελούν μαζί με το νερό και το λίπος ένα από τα βασικότερα συστατικά των αλιευμάτων. Τα αλιεύματα αποτελούν σημαντικές πηγές πρωτεϊνών στην ανθρώπινη διατροφή. Η περιεκτικότητα σε ακατέργαστες πρωτεΐνες (crude protein) των αλιευμάτων κυμαίνεται μεταξύ 11 – 27% . Όμως, η συμμετοχή των μη πρωτεϊνικών αζωτούχων (NPN) ενώσεων μπορεί να προσεγγίσει το $\frac{1}{4}$ της ανωτέρω

συγκέντρωσης (Connell, 1964). Ελεύθερα αμινοξέα, πεπτίδια, αμίνες, αμινο – οξείδια, γουανιδίνες, τεταρτοταγής ενώσεις του αμμωνίου, πολυαμίνες, νουκλεοτίδια και τα προϊόντα αποικοδόμησής τους, ουρία και νουκλεϊκά οξέα συμμετέχουν στις μη πρωτεϊνικές ενώσεις των αλιευμάτων (Connell, 1964; Agino *et al.*, 2003).

Οι πρωτεΐνες είναι τα συστατικά που καθορίζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τις φυσικές ιδιότητες της σάρκας των αλιευμάτων και οι ποσοτικές και ποιοτικές μεταβολές τους συμβάλλουν στις αλλαγές των φυσικών ιδιοτήτων τους (Connell, 1964). Η περιεκτικότητα των μυών σε πρωτεΐνες δεν συμβάλει σημαντικά στα γευστικά χαρακτηριστικά των αλιευμάτων, όπως συμβαίνει με το λίπος, επηρεάζει ωστόσο άλλα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Σε περιπτώσεις όπου οι πρωτεΐνες αλληλεπιδρούν με τις λιπαρές ύλες, καθώς επίσης και σε περιπτώσεις μακροπρόθεσμης ασιτίας των αλιευμάτων (περίοδος ωστοκίας), η μείωση των πρωτεϊνών των μυών δίνει στη μαγειρευμένη σάρκα μαλακή, μη αποδεκτή υφή (Grigorakis, 2007).

Όπως και οι υπόλοιπες μυϊκές ζωικές πρωτεΐνες έτσι κι αυτές διακρίνονται σύμφωνα με την διαλυτότητά τους (Πίνακας 3).

Οι σαρκοπλασματικές (ευκολοδιαλυτές) πρωτεΐνες αποτελούνται κατά μεγάλο μέρος από τα ένζυμα του μυός, γλυκολυτικά και υδρολυτικά, επομένως έχουν ιδιαίτερη σημασία για τις βιοχημικές μεταβολές οι οποίες συμβαίνουν στα αλιεύματα μετά τη θανάτωσή τους καθώς και κατά τη διάρκεια διάφορων χειρισμών. Οι σπουδαιότητά τους αναδείχθηκε από τον Connell, (1964) ο οποίος έδειξε ότι συγκεκριμένα ένζυμα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση ενώσεων υπεύθυνων στη γεύση, οσμή, χρώμα και υφή, στην αλλοίωση δηλαδή των φυσικών χαρακτηριστικών των αλιευμάτων. Άλλες σημαντικές σαρκοπλασματικές πρωτεΐνες είναι η μυοσφαιρίνη και άλλες αλβουμίνες. Οι σαρκοπλασματικές πρωτεΐνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αποτυπώματα για την ταυτοποίηση ειδών αλιευμάτων με ηλεκτροφορητικές μεθόδους.

Πίνακας 3. Χαρακτηριστικά των πρωτεϊνών των αλιευμάτων.

Δυναμικό ιονισμού που είναι διαλυτές	Ονομασία ομάδας	Μέρος του σώματος που βρίσκονται
0 – 0.2	“Myogen” Πρωτεΐνες του οπού Ευκολοδιαλυτές	Κύρια σαρκοπλασματικές (διαλυμένες στον μυϊκό οπό)
0.3 – 1.0	“Structural” Δομικές πρωτεΐνες Λιγότερο διαλυτές	Δομικά συστατικά των μυών (συσταλλά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών)
Αδιάλυτες	“Stroma” Σκληροπρωτεΐνες	Κύρια συστατικά του συνδετικού ιστού

(Connell, 1964)

Η περιεκτικότητα των σαρκοπλασματικών πρωτεϊνών είναι γενικά υψηλότερη στα πελαγικά είδη αλιευμάτων σε σύγκριση με τα βαθύβια. Οι σκούροι επίσης μύες κάποιων ειδών αλιευμάτων περιέχουν λιγότερες σαρκοπλασματικές πρωτεΐνες από τους λευκούς μύες. Ωστόσο, η παρουσία μεγάλων ποσοτήτων μυοσφαιρίνης, αιμοσφαιρίνης και κυτοχρώματος C στους σκούρους μύες είναι πιθανό να αντιστρέψουν την τάση. Επιπλέον, είδη αλιευμάτων προερχόμενα από κρύα νερά ωκεανών περιέχουν ορισμένες χαρακτηριστικές πρωτεΐνες αναφερόμενες ως αντιψυκτικές και γλυκοπρωτεΐνες οι οποίες ανήκουν στην ομάδα των σαρκοπλασματικών πρωτεϊνών. Η ποσότητα της ομάδας αυτής αποτελεί περίπου το 20-22% των συνολικών πρωτεϊνών των αλιευμάτων και ο χώρος που καταλαμβάνεται από το σαρκόπλασμα στα αλιεύματα είναι της ίδιας περίπου αναλογίας (Connell, 1964).

Οι σαρκοπλασματικές πρωτεΐνες είναι περισσότερο σταθερές από τις δομικές και κατά συνέπεια μπορούν να παραμένουν σταθερές, χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές, ακόμη και σε επίπονες επεξεργασίες. Επίσης, διαδραματίζουν μικρό ρόλο στον καθορισμό των φυσικών ιδιοτήτων των αλιευμάτων, όπως για παράδειγμα στην υφή τους.

Οι δομικές πρωτεΐνες είναι οι κύρια υπεύθυνες πρωτεΐνες για τον καθορισμό των φυσικών ιδιοτήτων των αλιευμάτων και κατά συνέπεια των τεχνολογικών προβλημάτων που προκύπτουν κατά την επεξεργασία τους. Η ομάδα αυτή των

πρωτεϊνών είναι πολύ απλούστερη σε σύνθεση από τις σαρκοπλασματικές και αποτελείται από τη μυοσίνη, την ακτίνη, την τροπομυοσίνη και τις τροπονίνες C, I και T. Σύμφωνα με τον Connell, (1964) το ποσοστό αυτών των πρωτεϊνών στη σάρκα των αλιευμάτων κυμαίνεται από 15-25% και ως ποσοστό στη συνολική πρωτεΐνη 50-60%. Το μόριο της μυοσίνης αποτελείται από δύο βαριές αλυσίδες (200 και 240kDa) οι οποίες μη – ομοιοπολικά συνδέονται με δύο ζεύγη ελαφριάς αλυσίδας (16 μέχρι 28kDa). Αντίθετα με τις περισσότερες ζωικές πρωτεΐνες, η απώλεια της ενεργότητας της ATPασης συμβαίνει με ταχύτερο ρυθμό στους μύες των αλιευμάτων. Η ενεργοποίηση της ATPασης της μυοσίνης αλλά και της ακτίνης των αλιευμάτων επιταχύνεται από ιόντα Ca^{2+} και Mg^{2+} . Αυτές οι πρωτεΐνες μπορούν καλύτερα να εκφραστούν ως μίγμα ακτομυοσίνης, η περιεκτικότητα της οποίας είναι της τάξης του 67-75% εκφρασμένη στο σύνολο των πρωτεϊνών του μύος. Οι λοιπές δομικές πρωτεΐνες των αλιευμάτων (τροπομυοσίνη και τροπονίνες) απαντώνται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, 3-5% της συνολικής μυϊκής πρωτεΐνης και δεν διαπιστώθηκε ότι έχουν κάποια ιδιαίτερη τεχνολογική σημασία.

Το υπόλειμμα μετά την εκχύλιση των σαρκοπλασματικών και δομικών (μυϊκών) πρωτεϊνών είναι γνωστό ως στρώμα ή σκληροπρωτεΐνες. Αποτελείται από κολλαγόνο και ελαστίνη και σχηματίζει το συνδετικό ιστό. Το στρώμα είναι διαλυτό σε διαλύματα HCl ή NaOH και αποτελεί το 10% περίπου των ακατέργαστων μυϊκών πρωτεϊνών.

Η περιεκτικότητα του κολλαγόνου εξαρτάται από το είδος, την τροφή και την ηλικία των αλιευμάτων. Γενικά, στο μυϊκό σύστημα των αλιευμάτων περιέχεται περίπου από 0.2 μέχρι 2.0% κολλαγόνο.

2.3.2.1. Βιολογική αξία πρωτεϊνών αλιευμάτων

Η βιολογική αξία μιας πρωτεΐνης (g πρωτεΐνης που σχηματίζονται στο σώμα / 100g πρωτεΐνης τροφίμου) καθορίζεται από την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης σε απαραίτητα αμινοξέα, από τα σχετικά ποσοστά των απαραίτητων αμινοξέων, από τη σχέση τους με δευτερεύοντα αμινοξέα και από παράγοντες όπως η πεπτικότητα και η διαθεσιμότητα (Πίνακας 4).

Παράμετροι που ορίζουν τη βιολογική αξία της πρωτεΐνης είναι:

Το βιολογικό σθένος (BV):

$$BV = \frac{N \text{ Ουρία (μη πρωτεϊνική δίαιτα) + ισοζύγιο } N}{\text{Πρόσληψη } N} \times 100$$

Το καθαρό ποσό χρησιμοποιούμενης πρωτεΐνης (NPU):

$$NPU = \frac{\text{Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη Gr2} - \text{περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη Gr1}}{\text{Πρόσληψη πρωτεΐνης}} \times 100$$

Βιολογική αξία πρωτεΐνης (PER):

$$PER = \frac{\text{Αύξηση βάρους (g)}}{\text{Διαθέσιμη πρωτεΐνη (g)}}$$

Πίνακας 4. Βιολογική αξία πρωτεϊνών σημαντικών πρωτεϊνούχων τροφίμων.

Πρωτεΐνη	Βιολογική αξία			Περιοριστικό αμινοξύ
	BV	NPU	PER	
Αυγά	94	93	3.9	-
Γάλα αγελάδας	84	81	3.1	Met
Αλιεύματα	76	80	3.5	Thr
Κρέατα βοδινά	74	67	2.3	Met
Πατάτες	73	60	2.6	Met
Φασόλια σόγιας	73	61	2.3	Met
Ρύζι	64	57	2.2	Lys, Tyr
Φασόλια	58	38	1.5	Met
Άλευρα σίτου	52	57	0.6	Lys, Thr

(Belitz *et al.*, 2006)

2.4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΜΕΣΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ

2.4.1. Έλεγχος μεταβολών ποσοστού υγρασίας

➤ Μέθοδος ξήρανσης (drying methods)

Η μέθοδος της ξήρανσης είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος που εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό της υγρασίας των τροφίμων η οποία επιτρέπει την ανάλυση πολλών δειγμάτων ταυτόχρονα. Βασίζεται στην απώλεια βάρους ως αποτέλεσμα της εφαρμογής θέρμανσης και πίεσης. Τα στάδια της μεθόδου είναι, η προετοιμασία του δείγματος, το ζύγισμα, η ξήρανση, η ψύξη και η ζύγιση εκ νέου (Bradley, 2003).

➤ Μέθοδοι με απόσταξη (distillation methods)

Οι μέθοδοι με απόσταξη στηρίζονται στη θέρμανση του τροφίμου με αδρανές υγρό υψηλού σημείου ζέσεως, μη αναμιγνυόμενο με το νερό και ελαφρότερο ή βαρύτερο απ' αυτό. Συνήθως χρησιμοποιείται ξυλόλιο, τολουόλιο ή βενζόλιο. Οι μέθοδοι αυτοί υστερούν σε ακρίβεια συγκριτικά με τις μεθόδους με ξήρανση, ειδικότερα όταν πρόκειται για μικρές ποσότητες νερού.

2.4.2. Έλεγχος μεταβολών ποσοστού τέφρας

➤ Μέθοδος ξηρής καύσης

Η κυριότερη μέθοδος προσδιορισμού του ποσοστού τέφρας είναι αυτή της ξηρής καύσης η οποία πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού κλίβανου αποτέφρωσης ο οποίος μπορεί να διατηρήσει το δείγμα σε θερμοκρασίες μεταξύ 500 και 600°C. Το δείγμα των τροφίμων ζυγίζεται πριν και μετά την αποτέφρωση για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε τέφρα.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι μπορούν να αναλύονται ταυτόχρονα πολλά δείγματα, είναι απλή μέθοδος, είναι ασφαλείς και δεν απαιτεί επικίνδυνες χημικές ουσίες. Τα μειονεκτήματα είναι ότι η διαδικασία

είναι χρονοβόρα (12-24h), οι κλίβανοι αποτέφρωσης είναι αρκετά δαπανηροί γιατί καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια (Harbers and Nielsen, 2003).

2.4.3. Έλεγχος πρωτεϊνικών μεταβολών

➤ Μέθοδος Kjeldahl

Η πλέον χρησιμοποιούμενη και γενικά παραδεκτή μέθοδος προσδιορισμού του οργανικού οξέος είναι η μέθοδος Kjeldahl. Κατά τη μέθοδο αυτή αρχικά πραγματοποιείται η καύση της οργανικής ύλης με πυκνό θειικό οξύ (πέψη της οργανικής ύλης) και στη συνέχεια πραγματοποιείται ο προσδιορισμός της αμμωνίας που απελευθερώνεται. Κατά το στάδιο της πέψης της οργανικής ύλης έχουμε αφυδάτωση και αποκαρβοξυλίωση, σε συνδυασμό με την οξείδωση του άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα. Παράλληλα πραγματοποιείται η μετατροπή του οργανικού αζώτου σε αμμωνία, η οποία δεσμεύεται από την περίσσεια του οξέος ως θειικό αμμώνιο. Η επιτάχυνση και η ολοκλήρωση του σταδίου αυτού γίνεται με την προσθήκη αλάτων, τα οποία αυξάνουν την θερμοκρασία βρασμού του θειικού οξέος (π.χ. θειικό κάλιο), με παρουσία καταλύτη και με προσθήκη οξειδωτικών μέσων (π.χ. υπεροξείδιο του υδρογόνου, χρωμικό οξύ κ.α.) τα οποία ελαχιστοποιούν τον αφρισμό.

➤ Μέθοδος διουρίας

Η μέθοδος της διουρίας βασίζεται σε ένα χρωματομετρικό προσδιορισμό των πρωτεϊνών η οποία στηρίζεται στο γεγονός ότι ενώσεις που περιέχουν 2 ή περισσότερους πεπτιδικούς δεσμούς δίνουν με αλκαλικό διάλυμα δισθενούς χαλκού (Cu^{2+}) ένα σταθερό ιώδες σύμπλοκο, του οποίου η συγκέντρωση μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά με απορρόφηση στα 540nm. Η μέθοδος της διουρίας έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να γίνει ο χειρισμός μεγάλου αριθμού δειγμάτων καθώς και είναι πιο απλά από τη μέθοδο Kjeldahl, εντούτοις εμφανίζει χαμηλή ευαισθησία καθώς και διαφορές στο χρώμα προερχόμενες από την παρουσία άλλων συστατικών των τροφίμων και ιδιαίτερα λιπών, αποτελούν προβλήματα που περιορίζουν την εφαρμογή της.

➤ Μέθοδος με αντιδραστήριο φαινόλης(μέθοδος Lowry)

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αντίδραση των πρωτεϊνών με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu (συγκεκριμένα στη μείωση του) από την οξείδωση των αμινοξέων, τα οποία βρίσκονται στις πολυπεπτιδικές αλυσίδες των πρωτεϊνών. Κατά την αντίδραση αυτή έχουμε το σχηματισμό μπλε χρώματος του οποίου η απορρόφηση μετράται στα 600nm. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό μικρών ποσοτήτων πρωτεϊνών σε διαλύματα καθώς και 10-20 φορές πιο ευαίσθητη από τη άμεση φασματοφωτομετρική όπως και 100 φορές από τη μέθοδο διουρίας. Εντούτοις ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται λόγω της αστάθειας του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu σε αλκαλικό περιβάλλον. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η μέτρια σχέση ανάπτυξης χρώματος-σύνθεσης αμινοξέων, ο μεγάλος αριθμός ενώσεων που παρεμβάλλονται στον υπολογισμό, η μη γραμμικότητα πρότυπης καμπύλης σε υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεϊνών και η απαίτηση μεγάλης διαλυτοποίησης πριν την μέτρηση (Van Camp and Huyghebaert, 1996).

2.4.4. Έλεγχος μεταβολών λιπαρών υλών

➤ Εκχύλιση (Soxhlet)

Η μέθοδος αυτή είναι η πλέον διαδεδομένη για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε λίπος των τροφίμων. Πριν από τη διαδικασία της μεθόδου Soxhlet είναι απαραίτητη η κατάτμηση καθώς και η ξήρανση του υλικού. Η περιεκτικότητα του εκχυλίσματος σε λίπος εκτιμάται στη συνέχεια με ζύγιση, με μέτρηση του δείκτη διάθλασης, με μέτρηση της διηλεκτρικής σταθεράς και με πυκνομετρική μέθοδο (Gonzalez-Fandos *et al.*, 2004).

➤ Χρήση μεθανόλης-χλωροφορμίου-νερού

Μία γρήγορη μέθοδος για την εξαγωγή του λίπους προτάθηκε αρχικά από τους Folch *et al.* (1957) και αφορούσε την απομόνωση του ολικού λίπους από τις μυϊκές ίνες, με τη χρήση μίγματος μεθανόλης-χλωροφορμίου-νερού. Οι Bligh & Dyer (1959) απλοποίησαν αυτή τη μέθοδο, ενώ οι Hanson & Olley (1963) την τροποποίησαν περαιτέρω. Κατά την διαδικασία αυτή το δείγμα ομογενοποιείται με ένα μίγμα χλωροφορμίου και μεθανόλης σε τέτοιες αναλογίες ώστε να σχηματίζεται ένα αναμίξιμο σύστημα με το νερό του

δείγματος. Η διάλυση σε χλωροφόρμιο και νερό διαχωρίζει το ομογενοποιημένο δείγμα σε δύο φάσεις, αυτή του χλωροφορμίου που περιέχει όλες τις λιπαρές ουσίες και αυτή της μεθανόλης, στην οποία δεν υπάρχει λίπος. Με την απομόνωση της φάσης του χλωροφορμίου απομακρύνεται το εκχύλισμα του λίπους (Ago et al. 2000).

2.4.5. Έλεγχος μεταβολών μεθυλεστέρων των λιπαρών οξέων (FAME)

➤ Μέθοδος αέριας χρωματογραφίας

Για τον έλεγχο της κατανομής των λιπαρών οξέων σε έλαιο ή σε λίπος με τη βοήθεια της αέριας χρωματογραφίας, τα λιπαρά οξέα θα πρέπει να γίνουν περισσότερο πτητικά με την ποσοτική μετατροπή τους σε εστέρες των αλιφατικών αλκοολών. Στις περισσότερες περιπτώσεις παρασκευάζονται οι μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων (FAME).

Μία απλή και γρήγορη μέθοδος για την μεθυλεστεροποίηση των λιπαρών οξέων περιέγραψαν οι Zotos et al., (1995). Οι μεθυλεστέρες σαπωνοποιούνται και στη συνέχεια με τη χρήση κατάλληλων αντιδραστηρίων/διαλυτών (ισο-οκτάνιο, εξάνιο) πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των φάσεων. Τα εκχυλίσματα των διαλυτών συλλέγονται και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για τον ποιοτικό όσο και για τον ποσοτικό προσδιορισμό των λιπαρών οξέων. (Sempore and Berad, 1996).

2.4.6. Έλεγχος μεταβολών χοληστερόλης

➤ Μέθοδος Kovacs

Μία απλή αναλυτική διαδικασία προσδιορισμού της χοληστερόλης προτάθηκε από τους Kovacs et al., (1979). Με τη χρήση της μεθόδου αυτής είναι εφικτός και ο προσδιορισμός μερικών φυτικών στερολών όπως βρασσικαστερόλη, καμπεστερόλη, σιγμαστερόλη και το β-σητοστερόλη. Τα δείγματα σαπωνοποιούνται άμεσα, το ασαπωνοποίητο κλάσμα εκχυλίζεται και η χοληστερόλη προσδιορίζεται με αέρια χρωματογραφία. Η ανάλυση είναι

απλή, ευαίσθητη και οικονομική τόσο σε χρόνο όσο και σε διαλύτες. Θεωρείται κατάλληλη για μία ευρεία ποικιλία τροφίμων.

3. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν :

- Η μελέτη της μεταβολής της χημικής σύστασης (ολικό λίπος, πρωτεΐνες, τέφρα και υγρασία) σε έξι είδη αλιευμάτων [γαρίδα (*Alpheus rapacida*), καλαμάρι (*Logio vulgaris*), λαυράκι (*Seabass*), μύδια (*Mytilus galloprovincialis*), σαρδέλα (*Sardina pilchardus*), τσιπούρα (*Sparus aurata*)] κατά τη διάρκεια των μηνών Απριλίου, Ιουνίου και Σεπτεμβρίου καθώς και η αναζήτηση των αιτιών που οδήγησαν σε αυτές τις μεταβολές.
- Η μελέτη της μεταβολής της κατανομής των λιπαρών οξέων με GC-MS στο λίπος των ανωτέρω αλιευμάτων κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.
- Ο ποσοτικός προσδιορισμός των σημαντικότερων λιπαρών οξέων της σάρκας των ανωτέρω αλιευμάτων με GC-MS και η μελέτη της μεταβολής τους κατά τους μήνες αυτούς.
- Η μελέτη της μεταβολής της περιεκτικότητας των ανωτέρω αλιευμάτων σε χοληστερόλη με GC-MS επίσης κατά τους μήνες αυτούς.

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1.1. Αλιεύματα

Τα είδη των αλιευμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα εργασία είναι έξι και η παραλαβή τους έγινε από το μόνιμο προμηθευτή αλιευμάτων του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης (ποσότητα περίπου 1kg για κάθε είδος). Τα δείγματα της συγκεκριμένης εργασίας ήταν γαρίδα (*Alpheus rapacida*), καλαμάρι (*Logio vulgaris*), λαυράκι (*Seabass*), μύδι (*Mytilus galloprovincialis*), σαρδέλα (*Sardina pilchardus*) και τσιπούρα (*Sparus aurata*) τα οποία αλιεύτηκαν στις ακόλουθες περιοχές.



Ιερισσός Χαλκιδικής

- σαρδέλα (*Sardina pilchardus*)
- καλαμάρι (*Logio vulgaris*)
- γαρίδα (*Alpheus rapacida*)



Υδατοκαλιέργια Χαλκίδας

- λαυράκι (*Dicentrarchus labrax*)
- τσιπούρα (*Sparus aurata*)



Μεθώνη Πιερίας

- μύδια (*Mytilus galloprovincialis*)

Επιπρόσθετα δεν υπάρχουν πληροφορίες για τη σύσταση της τροφής των αλιευμάτων και για τις συνθήκες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία νερού και

αλατότητα). Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή για τη σωστή συντήρηση των αλιευμάτων κατά τη μεταφορά τους από τον προμηθευτή μέχρι το εργαστήριο για να μην υπάρξει η παραμικρή μεταβολή στην ποιότητα και τα χαρακτηριστικά των αλιευμάτων. Για το λόγο αυτό η μεταφορά τους έγινε ταχύτατα (30 min μέγιστο) και μέσα σε πάγο. Η αρχική τους επεξεργασία περιελάμβανε τον καθαρισμό τους και στη συνέχεια την πραγματοποίηση των προσδιορισμών της τέφρας, της υγρασίας, του ολικού λίπους, των πρωτεϊνών και του ποιοτικού και ποσοτικού προσδιορισμού των λιπαρών οξέων.

4.1.2. Αντιδραστήρια

Όλα τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν αναλυτικής καθαρότητας.

Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν δύο πρότυπα διαλύματα:

- Πρότυπο λιπαρών οξέων (PUFA No 2, Animal Source 100mg, Net 100mg).
- Πρότυπο χοληστερόλης (10mg/mL in chloroform).

4.1.3. Όργανα



Ομογενοποιητής τύπου Yellow line DI 25 basic για την ομογενοποίηση των δειγμάτων



Αναλυτικός ζυγός για τη ζύγιση των δειγμάτων



Φούρνος σταθερής θερμοκρασίας για τον προσδιορισμό της υγρασίας.



Κλίβανος αποτέφρωσης σταθερής θερμοκρασίας για τον προσδιορισμό της τέφρας



Ηλεκτρικό μάτι για την θέρμανση των δειγμάτων πριν την αποτέφρωση



Συσκευή καύσης και απόσταξης Kjeldahl τύπου Kjeltec 2200 (Auto Distillation Unit Foss) για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών



Φυγόκεντρος Sorvall RC-28S με ελεγχόμενη θερμοκρασία για την φυγοκέντριση των δειγμάτων κατά τον προσδιορισμό του ολικού λίπους



Περιστροφικός συμπυκνωτής κενού Buchi 461 Re III για την εκχύλιση του λίπους.



Ειδική συσκευή θέρμανσης (heating block) του οίκου LAB-LINE για την θέρμανση των δειγμάτων κατά τον προσδιορισμό των μεθυλεστέρων και της χοληστερόλης



Αέρια χρωματογραφία (Gas chromatography) μοντέλο Focus GC-MS (Mass Spectrometry) μάζας (ThermoFinnigan Italia S.p.A.) με τριχοειδή στήλη μήκους 30 m με πάχος 0,25 μm και ID 0,25 mm για τον έλεγχο της κατανομής των λιπαρών οξέων και τον προσδιορισμό της χοληστερόλης

4.2. ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Έπειτα από την παραλαβή των αλιευμάτων στον εργαστηριακό χώρο πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του μήκους και του βάρους κάθε αλιεύματος. Ο μέσος όρος του μήκους και του βάρους των δειγμάτων φαίνονται στον πίνακα 5 (εκτός από τα μύδια (*Mytilus galloprovincialis*)).

Πίνακας 5: Μήκος και βάρος των αλιευμάτων που μελετήθηκαν.

Μήνες Είδος αλιεύματος	Απρίλιος		Ιούνιος		Σεπτέμβριος	
	Μήκος (cm)	Βάρος (g)	Μήκος (cm)	Βάρος (g)	Μήκος (cm)	Βάρος (g)
Τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i>)	25,00 ±1,27	391,90±31,54	24,25 ±0,35	350,70±56,57	24,75±0,35	371,85±7,99
Καλαμάρι (<i>Logio vulgaris</i>)	Σώμα 10,79±1,65	70,79±26,16	Σώμα 16,7±1,66	156,18±48,35	Σώμα 18,83±2,36	199,56±99,19
	Πλοκάμια 8,0 ±1,79		Πλοκάμια 19,00±3,74		Πλοκάμια 12,5±1,32	
Γαρίδα (<i>Alpheus rapacida</i>)	9,15±0,58	5,45±0,97	9,13±1,75	4,96 ±0,73	9,05±0,83	5,23±0,55
Λαυράκι (<i>Seabass</i>)	30,5±1,3	433±85,9	29±0,85	424,3±26,56	30±1,1	492,9±52,3
Σαρδέλα (<i>Sardina pilchardus</i>)	12±0,4	32±2,5	13,5±0,58	24,2±4,5	13±0,65	28,5±5,7

Ακολούθησε ο καθαρισμός των αλιευμάτων ο οποίος περιελάμβανε τον αποκεφαλισμό τους, την απολέπιση και τον εκσπλαχνισμό τους. Στη συνέχεια έγινε η φιλετοποίηση τους (αφαίρεση του σκελετού) και η άλεση της σάρκας τους για την επίτευξη της ομοιόμορφης κατανομής των συστατικών τους για την απόκτηση

αντιπροσωπευτικότερου δείγματος. Τα αλεσμένα δείγματα διατηρήθηκαν σε ψύξη (μέγιστο τρεις (3) ημέρες) μέχρι να ολοκληρωθούν οι προσδιορισμοί της υγρασίας, της τέφρας, του ολικού λίπους, των λιπαρών οξέων και της χοληστερόλης.

4.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

4.3.1. Προσδιορισμός υγρασίας

Ο προσδιορισμός της υγρασίας έγινε με βάση την προτεινόμενη από την CEC (Commission of European Communities) μέθοδο ISOR 1442 (EEC 1979). Η περιεχόμενη υγρασία μετρήθηκε τρεις φορές για κάθε δείγμα (3 επαναλήψεις).

Περίπου 5g δείγματος τοποθετήθηκαν σε τρυβλίο Petri και ζυγίστηκαν με ακρίβεια σε αναλυτικό ζυγό, στο οποίο προηγουμένως είχαν τοποθετηθεί και με ακρίβεια ζυγιστεί 10g άμμου καθώς και ένα υάλινο ραβδάκι. Εν συνεχεία το μίγμα άμμου και αλιεύματος αναμείχθηκε καλά με το ραβδάκι, ώστε η άμμος να απλωθεί ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του τρυβλίου. Τα δείγματα κατόπιν μεταφέρθηκαν σε φούρνο με αέρα στους $100 \pm 2^\circ\text{C}$, μέχρι σταθερού βάρους για τουλάχιστον 24 ώρες. Τέλος μετά το πέρας των 24 ωρών τα τρυβλία μεταφέρθηκαν σε ξηραντήρα μέχρις ότου αποκτήσουν θερμοκρασία δωματίου και κατόπιν εκτελέστηκε η ακριβής ζύγισή τους.

Το ποσοστό της υγρασίας των αλιευμάτων δίνεται από τον εξής τύπο:

Τύπος υπολογισμού % ποσοστού υγρασίας

$$\text{\%Υγρασία} = \frac{(\text{Αρχικό βάρος} - \text{τελικό βάρος})}{\text{Βάρος δείγματος}}$$

4.3.2. Προσδιορισμός τέφρας

Ο προσδιορισμός της τέφρας έγινε με βάση την πρότυπη μέθοδο (AOAC, 1990). Η περιεχόμενη τέφρα μετρήθηκε τρεις φορές για κάθε δείγμα (3 επαναλήψεις).

Σε αναλυτικό ζυγό ζυγίστηκε το βάρος του ειδικού πυρίμαχου καψιδίου και προστέθηκαν περίπου 5g δείγματος. Ακολούθησε η θέρμανση των δειγμάτων σε ηλεκτρικό μάτι για δύο ώρες και στη συνέχεια η μεταφορά τους σε κλίβανο αποτέφρωσης στους 550°C για 24 ώρες. Μετά το πέρας των 24 ωρών τα καψίδια μεταφέρθηκαν σε ξηραντήρα έτσι ώστε να αποκτήσουν θερμοκρασία δωματίου και κατόπιν έγινε η ακριβής ζύγισή τους.

Ο υπολογισμός της τέφρας των αλιευμάτων πραγματοποιήθηκε με τον εξής τύπο:

Τύπος υπολογισμού % ποσοστού τέφρας

$$\boxed{\% \text{ Περιεχόμενη τέφρα}} = \boxed{(B1 - B2)} \div \boxed{\text{Βάρος δείγματος} * 100}$$

Όπου: B₁: το βάρος της κάψας μετά την αποτέφρωση

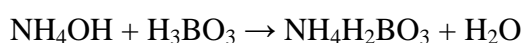
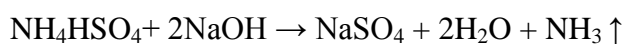
B₂: το βάρος της κάψας πριν την αποτέφρωση.

4.3.3. Προσδιορισμός πρωτεϊνών

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών έγινε με βάση την μέθοδο Kjeldahl, όπως περιγράφεται από τους Cowie and Mackie (1968). Η μέτρηση των πρωτεϊνών έγινε τρεις φορές για κάθε δείγμα (3 επαναλήψεις).

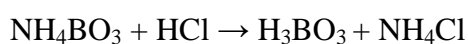
Περίπου 1 g σάρκας δείγματος ζυγίστηκε με ακρίβεια σε αναλυτικό ζυγό, μέσα σε άτεφο ηθμό. Το δείγμα τυλίχτηκε προσεκτικά με τον ηθμό και τοποθετήθηκε σε φιάλη Kjeldahl. Στη φιάλη προστέθηκαν δύο ταμπλέτες (Kjeldahl 3,5g K₂SO₄ και 0,4g CuSO₄·5H₂O) και 20mL 98% πυκνόθειικό οξύ. Η φιάλη στη συνέχεια θερμάνθηκε στους 400-800°C σε ειδικό μπλοκ θέρμανσης, μέχρι το περιεχόμενο να γίνει πράσινο (λόγω θειικού χαλκού) και διαυγές για περίπου δύο ώρες.

Μετά την καύση της οργανικής ύλης, που είχε ως αποτέλεσμα την μετατροπή της σε αμμωνιακό άλας (NH_4HSO_4), ακολούθησε η απόσταξη της. Κατά την απόσταξη που πραγματοποιήθηκε σε έντονα αλκαλικό περιβάλλον (προσθήκη NaOH 50%) και με σημαντική συμμετοχή της θέρμανσης απελευθερώθηκε αμμωνία (σε αέρια μορφή), η οποία διέφυγε από την άκρη της αποστακτικής συσκευής και δεσμεύτηκε από 40mL βορικού οξέος συγκέντρωσης 4%. Το βορικό οξύ μαζί με τον δείκτη (0,1g ερυθρό του μεθυλίου και 0,05g μπλε του μεθυλίου σε 100mL αιθανόλης) τοποθετήθηκαν στο άκρο της συσκευής απόσταξης, το οποίο ήταν εμβαπτισμένο μέσα σε οξύ έτσι ώστε να μην επιτρέπει στην αμμωνία να διαφεύγει στο περιβάλλον, αλλά να δεσμεύεται απευθείας από το βορικό οξύ.



Η δέσμευση της αμμωνίας διαπιστώθηκε με την αλλαγή του χρώματος του δείκτη.

Η απόσταξη ολοκληρώθηκε με την συγκέντρωση 100mL αποστάγματος. Ακολούθησε η ογκομέτρηση του βορικού ανιόντος με 0,1N διάλυμα υδροχλωρικού οξέος. Η αντίδραση που έλαβε χώρα σε αυτό το στάδιο περιγράφεται παρακάτω:



Έχοντας εκτελέσει την μέθοδο του προσδιορισμού των πρωτεϊνών υπολογίστηκε, με βάση τον αμέσως παραδιδόμενο τύπο, το ποσοστό της πρωτεΐνης κάθε αλιεύματος.

Τύπος υπολογισμού % ποσοστού πρωτεϊνών

$$\boxed{\% \text{Ολικό άζωτο}} = \boxed{[14 (S - B)/W]} \div \boxed{6,25}$$

Όπου:

S: τα mL υδροχλωρικού που κατανάλωσα για την ογκομέτρηση του δείγματος,

B: τα mL υδροχλωρικού που κατανάλωσα για την ογκομέτρηση του λευκού (πάντα 0,7 mL)

W: το βάρος του δείγματος.

Για τον υπολογισμό της πρωτεΐνης το ολικό άζωτο πολλαπλασιάστηκε με τον εμπειρικό συντελεστή Kjeldahl 6,25.

4.3.4. Προσδιορισμός ολικού λίπους

Ο προσδιορισμός του ολικού λίπους έγινε με τη μέθοδο Bligh & Dyer (1959), όπως τροποποιήθηκε από τους Hanson & Olley (1963).

Περίπου 30g δείγματος ζυγίστηκαν με ακρίβεια σε φιάλη ομογενοποίησης 200mL και στη συνέχεια προστέθηκαν 3-4mL αποσταγμένου νερού. Ακολούθησε η προσθήκη 30mL χλωροφορμίου με 0,01% BHT και 60mL μεθανόλης. Το μίγμα ομογενοποιήθηκε για 1 λεπτό. Κατά τη διάρκεια της ομογενοποίησης η θερμοκρασία του δείγματος διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, με την τοποθέτηση της φιάλης σε πάγο. Άλλα 30mL χλωροφορμίου με 0,01% BHT προστέθηκαν και ακολούθησε νέα ομογενοποίηση του δείγματος για 30 δευτερόλεπτα. Τέλος μία τρίτη ομογενοποίηση έλαβε χώρα μετά την προσθήκη 30mL αποσταγμένου νερού.

Οι φιάλες φυγοκέντρισης ζυγίστηκαν ώστε να μην έχουν διαφορά βάρους μεγαλύτερη από 0,1g και το ομογενοποιημένο μίγμα φυγοκεντρήθηκε στις 3000 rpm για 20 λεπτά στους 4°C.

Μετά την φυγοκέντρηση και με τη βοήθεια ενός σιφωνίου πλήρωσεως, ελήφθησαν συνολικά 20mL από το υποκείμενο υγρό των φιαλών φυγοκέντρησης και μεταφέρθηκαν σε αποξηραμένη και προζυγισμένη με ακρίβεια φιάλη του περιστροφικού συμπυκνωτή για την απομάκρυνση του χλωροφορμίου. Το διάλυμα του χλωροφορμίου, το οποίο περιέχει και το διαλυμένο λίπος συμπυκνώθηκε με τη χρήση περιστροφικού συμπυκνωτή σε θερμοκρασία 38°C. Μετά το τέλος της συμπύκνωσης η φιάλη με το λίπος τοποθετήθηκε σε φούρνο στους 105°C για 30 λεπτά και στη συνέχεια σε ξηραντήρα για 15 λεπτά. Τέλος ακολούθησε η ζύγιση του δείγματος. Ο προσδιορισμός του ολικού λίπους έγινε τρεις φορές για κάθε δείγμα (3 επαναλήψεις).

Έχοντας εκτελέσει την μέθοδο του προσδιορισμού του ολικού λίπους υπολογίστηκε, με βάση τον τύπο, το ποσοστό του ολικού λίπους κάθε αλιεύματος.

Τύπος υπολογισμού % ποσοστού ολικού λίπους

$$\% \text{ Λίπος} = \frac{\text{(Βάρος εκχυλίζόμενου λίπους)}}{\text{Βάρος δείγματος} \cdot 3 \cdot 100}$$

4.3.5. Προσδιορισμός μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων

Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί ο προσδιορισμός των μεθυλεστέρων πρέπει πρώτα να εκτελεσθεί η εκχύλιση του λίπους, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 4.2.4 χωρίς το στάδιο της ξήρανσης στο φούρνο.

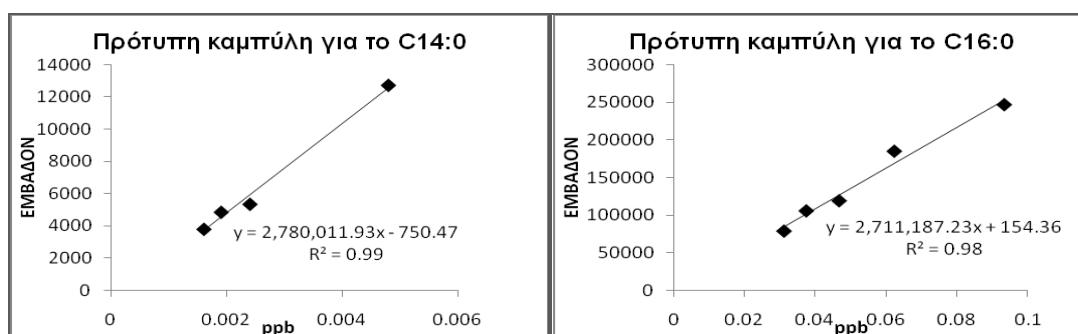
Έπειτα από την παραλαβή του λίπους των δειγμάτων ζυγίστηκαν με ακρίβεια 25-50mg (1 σταγόνα) λίπους σε βιδωτό φιαλίδιο των 10mL και προστέθηκε 1,5mL 0,5M υδροξειδίου του νατρίου σε μεθανόλη. Το φιαλίδιο βιδώθηκε ερμητικά και το περιεχόμενο αναδεύθηκε και θερμάνθηκε στους 100°C σε ειδική συσκευή θέρμανσης (heating block) για 20 λεπτά. Μετά την θέρμανση το φιαλίδιο αφέθηκε να κρυώσει και προστέθηκαν 2mL 14% τριφθοριούχου βόριου (boron trifluoride) σε μεθανόλη. Το φιαλίδιο βιδώθηκε και πάλι ερμητικά και το περιεχόμενό του αναδεύθηκε και θερμάνθηκε εκ νέου στους 100°C για 5 λεπτά στην ίδια συσκευή. Ακολούθησε η πτώση της θερμοκρασίας του μίγματος στους 30-40°C και η προσθήκη 1mL εξανίου HPLC καθαρότητας. Το φιαλίδιο πωματίστηκε ερμητικά και το μίγμα αναδεύθηκε, με τη χρήση αναδευτήρα δοκιμαστικών σωλήνων για 30 δευτερόλεπτα. Ακολούθησε η προσθήκη 5mL κορεσμένου χλωριούχου νατρίου και το μίγμα αναδεύθηκε για άλλα 30 δευτερόλεπτα. Το φιαλίδιο αφέθηκε σε ηρεμία ώστε να επιτραπεί ο διαχωρισμός των φάσεων. Με τη βοήθεια πιπέτας Pasteur σιφωνίστηκε η στοιβάδα του εξανίου και μεταφέρθηκε σε μικρό σκοτεινόχρωμο φιαλίδιο. Επιπλέον 1mL εξανίου HPLC καθαρότητας προστέθηκε και ακολούθησε δεύτερη εκχύλιση. Τα δύο εκχυλίσματα ενώθηκαν για να χρησιμοποιηθούν αμέσως για τον ποιοτικό και ποσοτικό

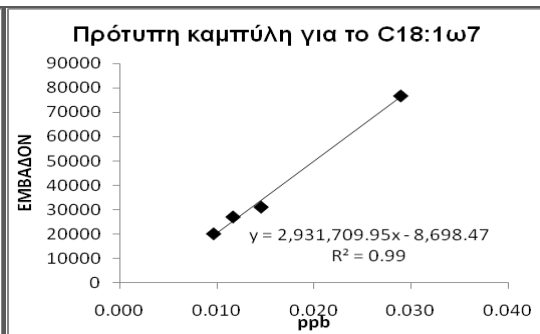
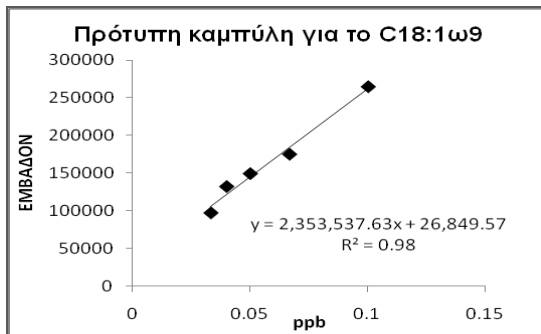
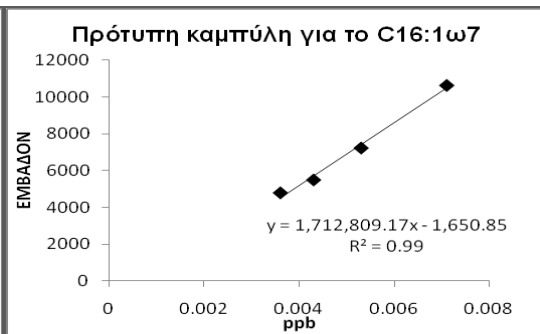
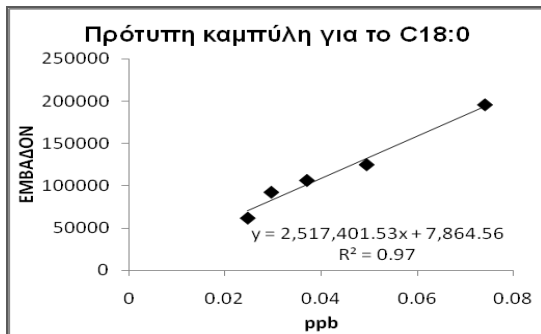
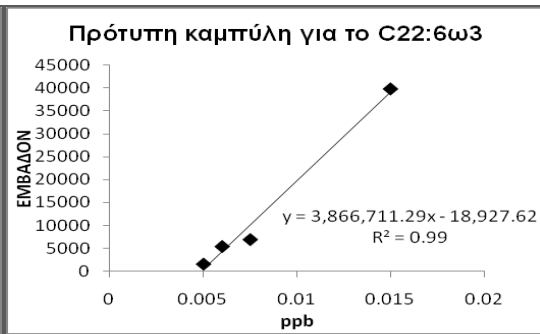
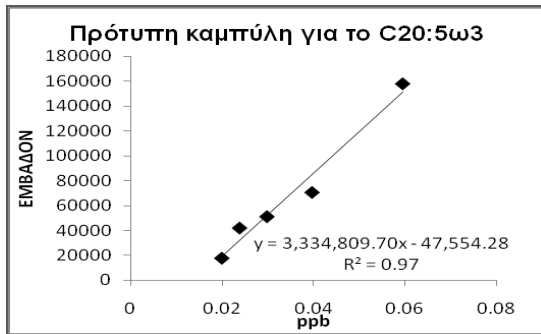
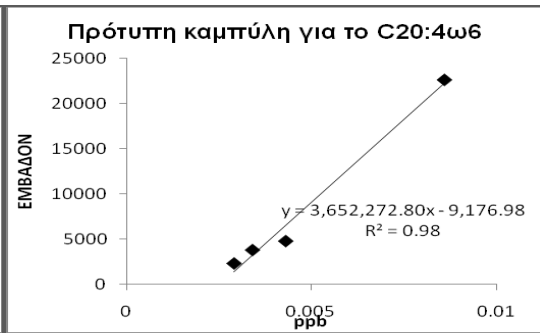
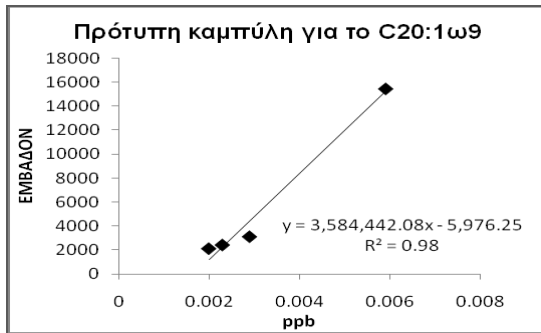
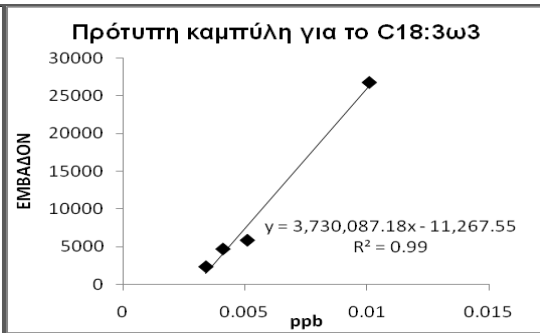
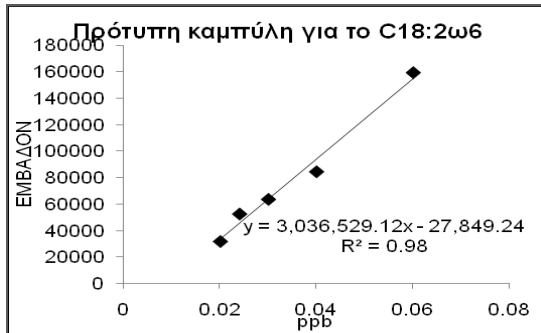
προσδιορισμό των λιπαρών οξέων ή να καταγυθθούν στους -30°C μέχρι την ανάλυσή τους στον αέριο χρωματογράφο.

Συνθήκες αέριου χρωματογράφου

Η σύνθεση των λιπαρών οξέων αναλύθηκε με αέριου χρωματογράφο μάζας (GC-MS) με τριχοειδή στήλη μήκους 30m με πόρους 0,25μm και εσωτερική διάμετρο (ID) 0,25mm. Η θερμοκρασία του φούρνου ρυθμίστηκε στους 150°C για 1min, με αύξηση στους 280°C με ρυθμό $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ και διατηρήθηκε στους 280°C για 5 min. Η ποσότητα του δείγματος ήταν 1μl. Τα λιπαρά οξέα προσδιορίστηκαν συγκρίνοντας τον χρόνο κατακράτησης αυτών με το χρόνο κατακράτησης των λιπαρών οξέων του προτύπου (PUFA No 2, Animal Source 100mg, Net 100mg). Τρεις επαναλήψεις πραγματοποιήθηκαν, υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών \pm η τυπική απόκλιση και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως επί της εκατό (%) ποσοστό του κάθε λιπαρού οξέος στο σύνολο των ολικών λιπαρών οξέων του δείγματος.

Επιπλέον έλαβε χώρα ο ποσοτικός προσδιορισμός των λιπαρών οξέων των δειγμάτων με βάση τα λιπαρά οξέα του προτύπου και υπολογίστηκαν τα g του κάθε λιπαρού οξέος στα 100g εδάδιμου ιστού κάθε δείγματος. Για τον προσδιορισμό αυτό απαραίτητη ήταν η κατασκευή πρότυπων καμπυλών η οποία έγινε με την ανάλυση των πρότυπων διαλυμάτων λιπαρών οξέων. Τα πρότυπα λιπαρά οξέα ήταν μίγμα της εταιρείας Supelco 100mg, το οποίο περιείχε τα λιπαρά οξέα: C14:0, C16:0, C16:1ω-7, C18:0, C18:1ω-7, C18:1ω-9, C18:2ω-6, C18:3ω-3, C18:3ω-3, C20:1ω-9, C20:3ω-6, C20:4ω-6, C20:5ω-3, C22:5ω-6 και C22:6ω-3. Με την βοήθεια διαδοχικών αραιώσεων του προτύπου διαλύματος διαμορφώθηκαν οι πρότυπες καμπύλες βαθμονόμησης των λιπαρών οξέων (Σχήμα 4).





Σχήμα 4: Πρότυπες καμπύλες για το ποσοτικό προσδιορισμό των λιπαρών οξέων.

4.3.6. Προσδιορισμός χοληστερόλης

Ο προσδιορισμός της χοληστερόλης πραγματοποιήθηκε με μέθοδο που περιγράφεται από τους Kovacs et al. (1979).

Ζυγίστηκαν με ακρίβεια 25-100mg λίπους σε βιδωτό φιαλίδιο των 10mL και προστέθηκαν 1mL 50% υδροξειδίου του καλίου και 4mL 95% μεθανόλης. Το φιαλίδιο βιδώθηκε ερμητικά και το περιεχόμενο αναδεύθηκε και θερμάνθηκε στους 100°C σε ειδική συσκευή θέρμανσης (heating block) για 30 λεπτά. Μετά την θέρμανση το φιαλίδιο αφέθηκε να κρυώσει και προστέθηκαν 2,5mL αποσταγμένου νερού. Ακολούθησε η προσθήκη 3mL εξανίου HPLC καθαρότητας, το φιαλίδιο πωματίστηκε ερμητικά και το μίγμα αναδεύθηκε, με τη χρήση αναδευτήρα δοκιμαστικών σωλήνων για 30 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια το φιαλίδιο αφέθηκε σε ηρεμία ώστε να επιτραπεί ο διαχωρισμός των φάσεων. Με τη βοήθεια πιπέτας Pasteur σιφωνίστηκε η στοιβάδα του εξανίου και μεταφέρθηκε σε μικρό σκοτεινόχρωμο φιαλίδιο. Ακολούθησαν δύο επιπλέον εκχυλίσεις με 3mL εξανίου HPLC καθαρότητας κάθε φορά. Τα τρία εκχυλίσματα ενώθηκαν σε σκοτεινόχρωμο φιαλίδιο για να χρησιμοποιηθούν αμέσως για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό της χοληστερόλης ή να καταψυχθούν στους -30°C μέχρι την ανάλυσή τους στον αέριο χρωματογράφο.

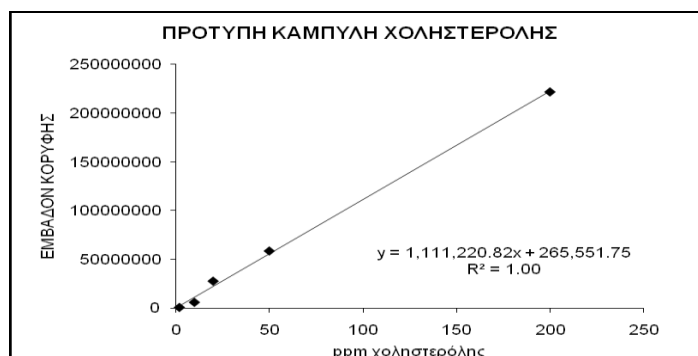
Συνθήκες αέριου χρωματογράφου

Για την ανάλυση της αέριας χρωματογραφίας χρησιμοποιήθηκε ήλιο ως φέρον αέριο με ροή 1mL/min. Η ποσότητα του ενέσιμου δείγματος ήταν 1μL. Η στήλη που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύπου AT-5-MS, μήκους 30m, εσωτερικής διαμέτρου 0,25mm, με πόρους 0,25μm. Η αρχική θερμοκρασία της στήλης ήταν στους 150° C για 1min και ρυθμίστηκε έτσι, ώστε να αυξάνει 10°C ανά λεπτό ως τους 280°C και να παραμένει σε αυτή τη θερμοκρασία 20 λεπτά. Οι θερμοκρασίες της στήλης μεταφοράς (transfer liner) ήταν 285°C και η θερμοκρασία της πηγής MS 200°C.

Η εξερχόμενη από τη στήλη χοληστερόλη ανιχνεύτηκε με φασματογράφο μάζας (MS). Η ανίχνευση της χοληστερόλης και η ολοκλήρωση της κορυφής έγινε

αυτόματα με το λογισμικό Xcalibur και τις βιβλιοθήκες φασμάτων μάζας. Έγιναν 3 επαναλήψεις για κάθε δείγμα.

Για την ποσοτική ανάλυση της χοληστερόλης προηγήθηκε η ανάλυση του πρότυπου διαλύματος χοληστερόλης της εταιρίας Supelco, καθαρότητας 99,9%. Με την βοήθεια διαδοχικών αραιώσεων του προτύπου διαλύματος χοληστερόλης διαμορφώθηκε η πρότυπη καμπύλη βαθμονόμησης της χοληστερόλης (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Πρότυπη καμπύλη για τον ποσοτικό προσδιορισμό της χοληστερόλης.

4.3.7. Στατιστική ανάλυση

Για τη σύγκριση των μέσων όρων στις μεταβλητές που μετρήθηκαν πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος. Συγκεκριμένα εκτελέστηκε ο έλεγχος της ανάλυσης διακύμανσης ενός παράγοντα (one way ANOVA) για να γίνει ο εντοπισμός των στατιστικά σημαντικών διαφορών ανάμεσα στους μήνες (επίπεδα του παράγοντα) σε κάθε δείγμα. Στις περιπτώσεις που η τιμή p του ελέγχου μεταξύ των επιπέδων του παράγοντα ήταν μικρότερη του 0,05 ($p < 0,05$) εκτελέστηκε ο έλεγχος των πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων όρων με τη βοήθεια της χρήσης του ελέγχου Fisher για να μπορέσει να γίνει ο εντοπισμός των διαφορών αυτών.

Μια δεύτερη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε είναι η εξέταση της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις διεξήχθησαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο Minitab 15.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟ, ΙΟΥΝΙΟ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟ.

Όπως αναλύθηκε εκτενέστερα στη βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας εργασίας, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μέση σύσταση των αλιευμάτων μπορούν να είναι είτε ενδογενείς είτε εξωγενείς.

Οι ενδογενείς παράγοντες συνδέονται με τον κύκλο αναπαραγωγής των αλιευμάτων. Ο κύκλος αναπαραγωγής μπορεί να επηρεάσει τους παράγοντες αυτούς διότι οι πρωτεΐνες και το λίπος κινητοποιούνται από το μυϊκό ιστό και μεταφέρονται στις ωοθήκες κατά την περίοδο της αναπαραγωγής.

Επιπλέον παράγοντας στον οποίο είναι πιθανό να οφείλονται οι μεταβολές της σύστασης τους είναι οι ιδιαίτερες περιβαλλοντικές μεταβολές και διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα και τη σύσταση της τροφής που περαιτέρω επιδρούν στην σύσταση των μυών τους (Gokce *et al.*, 2004; Periago *et al.*, 2005).

5.1.1. Μεταβολές στη μέση σύσταση της γαρίδας (*Alpheus rapacida*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

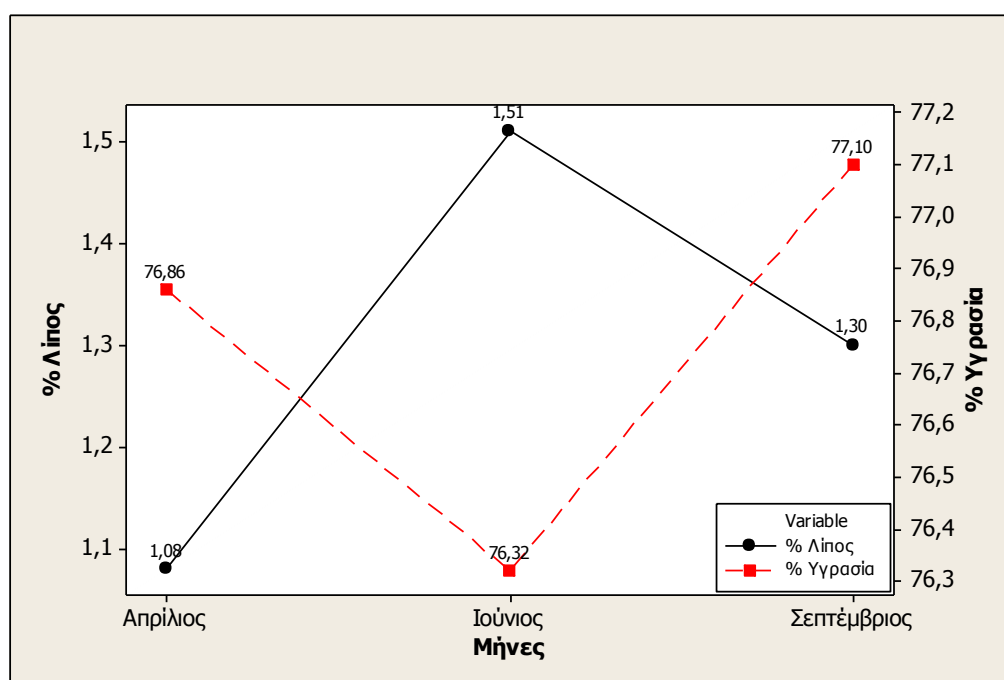
Από τον πίνακα 6 μπορεί να παρατηρηθεί ότι η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στα δείγματα γαρίδας δεν μεταβλήθηκε ενώ η περιεκτικότητα σε τέφρα, υγρασία και λίπος παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Πιο συγκεκριμένα τον μήνα Ιούνιο το ποσοστό τέφρας και λίπους παρουσίασε μέγιστο 1,86% και 1,51%, αντίστοιχα. Το λίπος της γαρίδας (*Aristeus antennatus*) ήταν το συστατικό που εμφάνισε τις σημαντικότερες διαφορές στους μήνες που μελετήθηκαν. Το ποσοστό της υγρασίας κυμάνθηκε από 76,86% μέχρι 77,10%.

Πίνακας 6: Επίδραση της περιόδου αλίευσης στη μέση σύσταση της γαρίδας (*Alpheus rapacida*)

γαρίδα (<i>Alpheus rapacida</i>)					
	Μέση σύσταση (%)	Πρωτεΐνες	Τέφρα	Λίπος	Υγρασία
Μήνας	Απρίλιος	20,00±0,30 ^a	1,73±0,03 ^b	1,08±0,02 ^a	76,86±0,28 ^a
	Ιούνιος	20,32±0,04 ^a	1,86±0,04 ^a	1,51±0,05 ^b	76,32±0,09 ^b
	Σεπτέμβριος	20,08±0,06 ^a	1,85±0,03 ^a	1,30±0,1 ^γ	77,10±0,20 ^a

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές στην ίδια στήλη με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$)

Στο σχήμα 6 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία της γαρίδας. Όπως φαίνεται από το σχήμα 6 η αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος οδήγησε σε μείωση στην περιεκτικότητα σε υγρασία.



Σχήμα 6: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικό λίπος και υγρασία στη γαρίδα (*Alpheus rapacida*).

Οι Pedraja et al., (1970) ανακοίνωσαν ότι το λίπος της γαρίδας είναι χαμηλό (0,5-0,8%) συγκρινόμενο με το πρωτεϊνικό της περιεχόμενο.

Οι Krzypowek and Panunzio (1989) μελετώντας 11 είδη γαρίδας παρατήρησαν ότι τη υγρασία τους κυμάνθηκε από 80 έως 84%, ενώ το λίπος τους από 0,8 έως 1,1%, ταξινομώντας τα οστρακόδερμα στα τρόφιμα με χαμηλά λιπαρά.

Οι Yanar et al., (2006) για την πράσινη γαρίδα τίγρη (*Penaeus semisulcatus*) ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε υγρασία κυμάνθηκε από 74,87 έως 75,77%, σε τέφρα από 1,55 έως 1,65%, σε πρωτεΐνες από 20,44 έως 21,70% και σε λιπαρές ύλες από 1,66 έως 2,23%. Επίσης για τη γαρίδα (*Metapenaeus monoceros*) από την Ανατολική Μεσόγειο ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε υγρασία κυμάνθηκε από 74,70 έως 75,57%, σε τέφρα από 1,59 έως 1,62%, σε πρωτεΐνες από 21,06 έως 22,46% και σε λιπαρές ύλες από 1,23 έως 1,75%, παραπλήσια δηλαδή αποτελέσματα για δύο διαφορετικά είδη.

Οι Karakoltsidis et al., (1995) μελετώντας δείγματα γαρίδας (*Aristeus antennatus*) που αλιεύτηκαν από το Αιγαίο πέλαγος σε τρεις διαφορετικές εποχές (άνοιξη, φθινόπωρο και χειμώνας) ανακοίνωσαν ότι η υγρασία τους κυμάνθηκε από 77 έως 80%, η τέφρα από 1 έως 2%, οι πρωτεΐνες από 16 έως 19% και το λίπος από 0,2 έως 2%. Ανάλογα δηλαδή με τα αποτελέσματα που διαπιστώθηκαν και στη συγκεκριμένη εργασία.

5.1.2. Μεταβολές στη μέση σύσταση του καλαμαριού (*Logio vulgaris*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 7 η περιεκτικότητα της υγρασίας κυμάνθηκε από 82,94% έως 85,92% παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική μεταβολή τον Ιούνιο όπου και εμφανίζεται το υψηλότερο ποσοστό. Τον ίδιο μήνα παρουσιάστηκε σημαντική μείωση της περιεκτικότητας των πρωτεϊνών (12%) καθώς και της τέφρας (0,82%). Η περιεκτικότητα σε λιπαρές ύλες των δειγμάτων καλαμαριού (*Loligo vulgaris*) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές τον Απρίλιο και το Σεπτέμβριο, ενώ παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή τον Ιούνιο (1,35%).

Από τις διακυμάνσεις αυτές μπορεί να διαπιστωθεί ότι η περίοδος αναπαραγωγής του συγκεκριμένου είδους καλαμαριού (*Loligo vulgaris*) παρατηρείται κατά το μήνα Ιούνιο. Επιπλέον φαίνεται ότι κατά την περίοδο αναπαραγωγής το

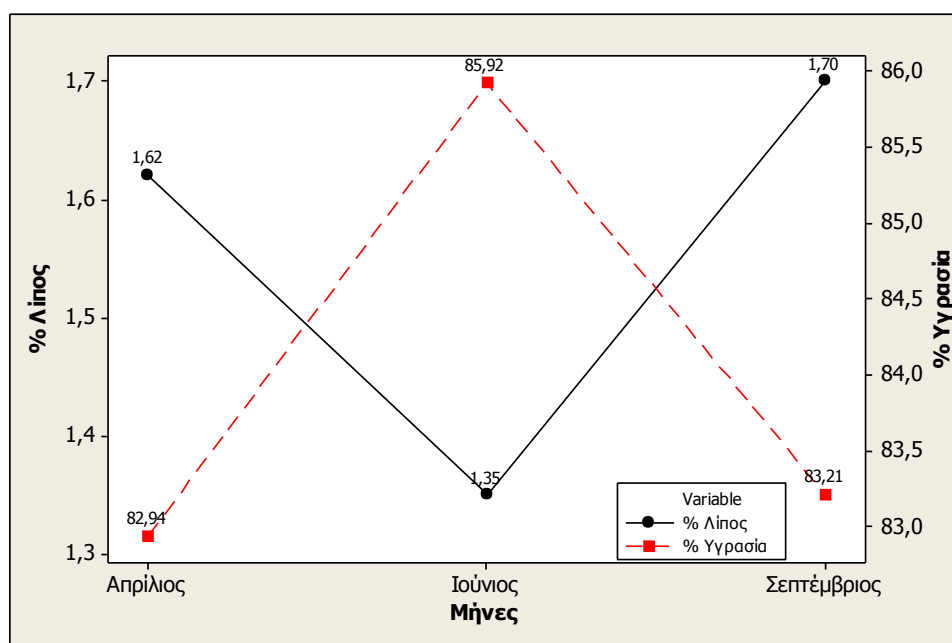
συγκεκριμένο είδος αξιοποιεί τόσο μέρος των λιπαρών του υλών όσο και μέρος των πρωτεϊνών του, αλλά και κάποιες ουσίες που συνθέτουν την τέφρα του είδους.

Πίνακας 7: Επίδραση της περιόδου αλίευσης στη μέση σύσταση του καλαμαριού (*Logio vulgaris*).

		καλαμάρι (<i>Logio vulgaris</i>)			
	Μέση σύσταση (%)	Πρωτεΐνες	Τέφρα	Λίπος	Υγρασία
Μήνας	Απρίλιος	14,44±0,35 ^a	1,31±0,04 ^a	1,62±0,14 ^a	82,94±0,28 ^a
	Ιούνιος	12,00±0,10 ^b	0,82±0,01 ^b	1,35±0,03 ^b	85,92±0,24 ^b
	Σεπτέμβριος	14,5±0,17 ^a	1,30±0,04 ^a	1,70±0,06 ^a	83,21±0,39 ^a

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές στην ίδια στήλη με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$)

Στο σχήμα 7 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του καλαμαριού. Από το σχήμα 7 διαπιστώνεται ότι οι μεταβολές είναι ανάλογες με αυτές που παρατηρήθηκαν και στα δείγματα γαρίδας. Η μείωση της περιεκτικότητας σε λίπος δηλαδή ακολουθήθηκε από αύξηση στην περιεκτικότητα σε υγρασία.



Σχήμα 7: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικό λίπος και υγρασία στο καλαμάρι (*Logio vulgaris*).

Οι Zlatanov et al., (2006) μελέτησαν κεφαλόποδα από αγορές της Θεσσαλονίκης το μήνα Σεπτέμβριο και ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα της υγρασίας των δειγμάτων ήταν 78,3%, της τέφρας 1,5%, των πρωτεϊνών 18% και των λιπαρών υλών 0,9%. Οι παραπάνω ερευνητές κατέληξαν ότι το είδος αυτό αποτελεί μία εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών, περιέχοντας ταυτόχρονα χαμηλές ποσότητες λίπους.

Οι Ozogul et al., (2008) μελέτησαν τα πιο εμπορικά κεφαλόποδα, στα οποία συμπεριλαμβάνεται και το καλαμάρι (*Loligo vulgaris*), τις τρεις εποχές του έτους από την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Η περιεκτικότητα σε υγρασία των δειγμάτων καλαμαριού κυμάνθηκε από 77,91 έως 79,41%, σε τέφρα από 1,26 έως 1,95%, σε πρωτεΐνες από 17,44 έως 18,60% και σε λιπαρές ύλες από 1,34 έως 1,92%.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αυτά των υπόλοιπων ερευνητών.

5.1.3. Μεταβολές στη μέση σύσταση του λαυρακιού (Seabass) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Η μέση σύσταση του λαυρακιού, παρά την προέλευσή του (υδατοκαλλιέργεια), επηρεάστηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια των τριών μηνών ως προς την υγρασία, την τέφρα και το ολικό του λίπος, αντίθετα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες παρέμεινε σταθερή (Πίνακας 8).

Σύμφωνα με τον πίνακα 8 η υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος παρατηρήθηκε τον Απρίλιο (14,05%) ενώ αντίθετως η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα παρατηρήθηκε το Σεπτέμβριο, 70,02 % και 1,47% αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τέφρα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά, γεγονός που δείχνει ότι η περίοδος αλίευσης δεν επηρεάζει την περιεκτικότητά τους.

Οι μεταβολές ολικού λίπος και υγρασίας στη συγκεκριμένη εργασία πιθανά οφείλονται στη διάθεση εντονότερης λήψης τροφής από το είδος λαυρακιού κατά τις

περιόδους έναρξης του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, όπως παρατηρήθηκε και από άλλους ερευνητές (Grigorakis *et al.*, 2002; Grigorakis, 2007).

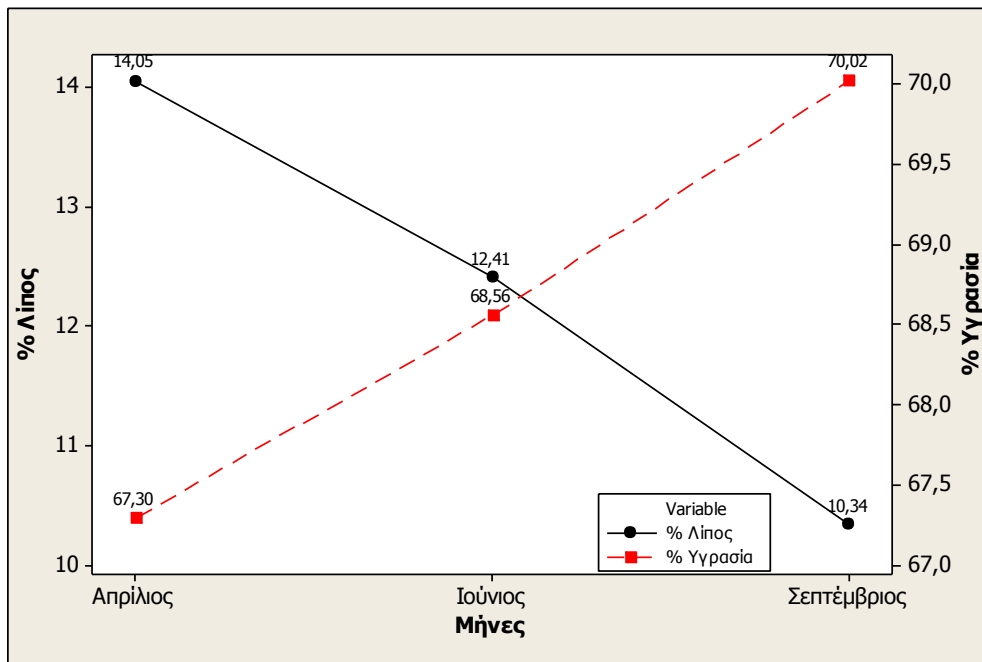
Οι Ozyurt and Polat, (2006) μελετώντας πελαγικά λαυράκια ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε λίπος μειώνεται κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου που διαρκεί από το φθινόπωρο μέχρι το χειμώνα και αυξάνεται μετά από την περίοδο ωορρηξίας (άνοιξη και καλοκαίρι).

Πίνακας 8: Επίδραση της περιόδου αλίευσης στη μέση σύσταση του λαυρακιού (*Seabass*).

		λαυράκι (<i>Seabass</i>)			
	Μέση σύσταση (%)	Πρωτεΐνες	Τέφρα	Λίπος	Υγρασία
Μήνας	Απρίλιος	18,23±0,44 ^a	1,28±0,02 ^a	14,05±0,23 ^a	67,3±0,15 ^b
	Ιούνιος	18,72±0,30 ^a	1,30±0,03 ^a	12,41±0,030 ^b	68,56±0,09 ^b
	Σεπτέμβριος	18,59±0,13 ^a	1,47±0,3 ^a	10,34±0,39 ^γ	70,02±0,90 ^a

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές στην ίδια στήλη με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$)

Στο σχήμα 8 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του λαυρακιού. Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από το σχήμα 8 τα συστατικά υγρασία και λίπος παρουσίασαν αντίθετη συσχέτιση. Συγκεκριμένα η αύξηση της υγρασίας οδήγησε σε μείωση της περιεκτικότητας σε λίπος.



Σχήμα 8: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικό λίπος και υγρασία στο λαυράκι (*Seabass*).

Οι Erkan and Ozden, (2007) μελέτησαν λαυράκι υδατοκαλλιέργειας στην περιοχή του Αιγαίου κατά την περίοδο Ιουνίου-Ιουλίου. Η μέση περιεκτικότητα σε υγρασία και ολικό λίπος ήταν 70,71% και 6,10% αντίστοιχα.

Οι Erkan and Ozden, (2007) μελέτησαν λαυράκι υδατοκαλλιέργειας από την περιοχή του Αιγαίου κατά την περίοδο Ιουνίου-Ιουλίου. Η μέση περιεκτικότητα σε τέφρα και ολικές πρωτεΐνες ήταν 1,66% και 20,35%, αντίστοιχα.

Οι Alasalvar *et al.*, (2002) ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε υγρασία και ολικό λίπος ήταν $72,2 \pm 1,8\%$ και $5,2 \pm 1,3\%$, αντίστοιχα σε λαυράκι ηλικίας ενός έτους από υδατοκαλλιέργεια, κατά τον μήνα Μάιο. Ανακοινώθηκε επιπλέον, ότι η περιεκτικότητα σε ολικό λίπος των ειδών λαυρακιού υδατοκαλλιεργειών επηρεάζεται σημαντικά από την περιεκτικότητα σε λίπος της τροφής, έτσι διαπιστώθηκε ότι η χορήγηση τροφής με περιεκτικότητα σε λίπος 27,5% οδήγησε σε 9,20% ολικό λίπος στο μυϊκό ιστό (Grigorakis, 2007).

Ανακοινώθηκε επίσης, από τους Alasalvar *et al.*, (2002) ότι η περιεκτικότητα σε τέφρα και ολικές πρωτεΐνες ήταν $1,5 \pm 0,1\%$ και $20,7 \pm 1\%$ αντίστοιχα, σε λαυράκια ηλικίας ενός έτους από υδατοκαλλιέργεια κατά τον μήνα Μάιο.

Οι Grigorakis *et al.*, (2004) μελετώντας λαυράκια από υδατοκαλλιέργεια της δυτικής Ελλάδας, ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ήταν 18,6% και σε τέφρα 1,26%.

Όπως προαναφέρθηκε για τα δείγματα της συγκεκριμένης εργασίας δεν υπάρχει γνώση ιδιαιτεροτήτων εκτροφής. Είναι γνωστή ωστόσο η προέλευσή τους η οποία χαρακτηρίζεται από μη έντονες μεταβολές και σχετικά υψηλές τιμές της μέσης θερμοκρασίας (υδατοκαλλιέργεια), παράμετροι οι οποίοι αμφότεροι συμβάλουν στην παρατηρούμενη υψηλή περιεκτικότητα σε ολικό λίπος. Από την υψηλή περιεκτικότητα σε ολικό λίπος μπορούν επίσης, να εξαχθούν ενδείξεις πλούσιας εκτροφής και μάλιστα με αυξημένες ποσότητες λιπαρών υλών.

5.1.4. Μεταβολές στη μέση σύσταση των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Από τον πίνακα 9 μπορεί να παρατηρηθεί ότι τα ποσοστά των πρωτεϊνών και τις τέφρας δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το ποσοστό του λίπους ωστόσο παρουσίασε μεγάλη διακύμανση η οποία κυμάνθηκε από 1,36% έως 7,82% για τους μήνες Σεπτέμβριο και Ιούνιο αντίστοιχα. Το ποσοστό της υγρασίας εμφανίστηκε υψηλότερο το μήνα Σεπτέμβριο (89,31%) και χαμηλότερο το μήνα Ιούνιο (83,61%).

Τα ποσοστά αυτά δείχνουν ότι το συγκεκριμένο είδος αξιοποιεί αποκλειστικά τις λιπαρές ύλες ως μορφή ενέργειας, τόσο κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής όσο και για οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα.

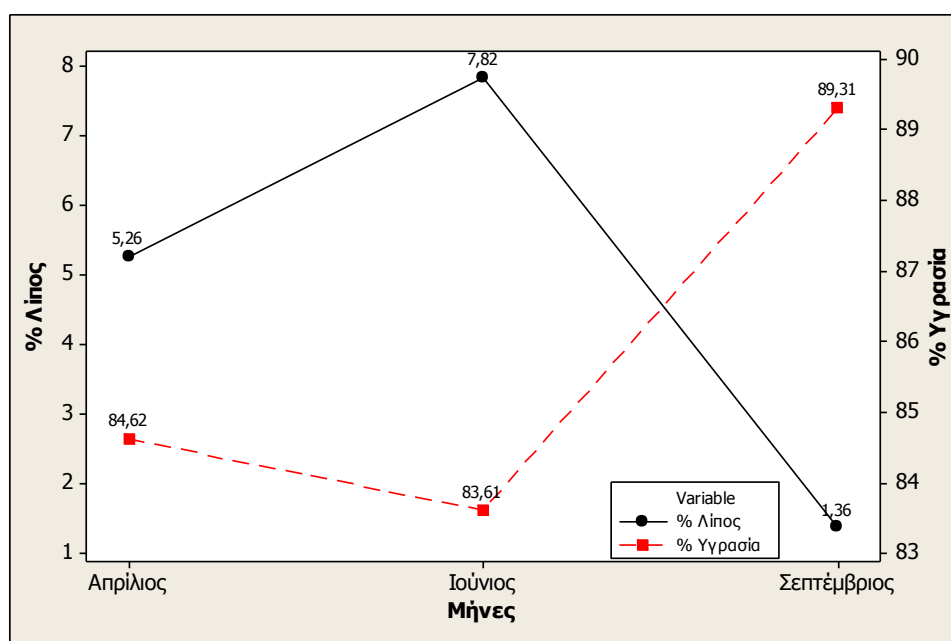
Πίνακας 9: Επίδραση της περιόδου αλίευσης στη μέση σύσταση των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*)

		μύδι (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)				
		Μέση σύσταση (%)	Πρωτεΐνες	Τέφρα	Λίπος	Υγρασία
Μήνα	5	Απρίλιος	8,93±0,21 ^α	0,65±0,07 ^α	5,26±0,02 ^β	84,62±0,18 ^β
		Ιούνιος	8,00±0,04 ^α	0,67±0,02 ^α	7,82±0,1 ^γ	83,61±0,06 ^γ

	Σεπτέμβριος	8,62±0,1 ^α	0,64±0,05 ^α	1,36±0,08 ^α	89,31±0,21 ^α
--	-------------	-----------------------	------------------------	------------------------	-------------------------

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές στην ίδια στήλη με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$)

Στο σχήμα 9 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του μυδιού. Μπορεί από το σχήμα 9 να παρατηρηθεί, όπως και στα προαναφερόμενα είδη που μελετήθηκαν, αντίθετη συσχέτιση μεταξύ των συστατικών λίπους και υγρασίας. Η αύξηση δηλαδή της περιεκτικότητας σε υγρασία οδήγησε σε μείωση της περιεκτικότητας σε λίπος.



Σχήμα 9: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικό λίπος και υγρασία στο μύδι (*Mytilus galloprovincialis*).

Οι Karakoltsidis et al., (1995) ανακοίνωσαν ότι σε δείγματα εκτρεφόμενων μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) από το Αιγαίο πέλαγος σε τρεις διαφορετικές εποχές (άνοιξη, φθινόπωρο και χειμώνας) η υγρασία τους κυμάνθηκε από 82 έως 87%, η τέφρα από 0,7 έως 2%, οι πρωτεΐνες από 8 έως 13% και οι λιπαρές ύλες από 1 έως 2%. Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα και της παρούσας εργασίας.

Οι Sirot et al., (2008) ανακοίνωσαν ότι σε μύδια ελεγχόμενης εκτροφής (*Mytilus galloprovincialis*) από την Γαλλία, που μελετήθηκαν από τα τέλη Ιανουαρίου μέχρι τον Απρίλιο, η περιεκτικότητα σε λιπαρές ύλες ήταν 1,09%.

Οι Fuentes et al., (2009) ανακοίνωσαν ότι η σύσταση εκτρεφόμενου μυδιού (*Mytilus galloprovincialis*) από τρεις διαφορετικές περιοχές της Ισπανίας (Ria de Vigo (Galicia), the Ebro Delta (Catalonia) και Valencia Harbour (Valencian Community) το μήνα Ιούλιο ήταν η ακόλουθη: υγρασία 79, 83,81 και 81,5%, τέφρα 2,2 , 3,37 και 3,38%, πρωτεΐνες 10, 6,5 και 10% και λιπαρές ύλες 1,4, 1,7 και 2,10%, αντίστοιχα.

5.1.5. Μεταβολές στη μέση σύσταση της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 10 η περιεκτικότητα σε υγρασία και λίπος επηρεάστηκε σημαντικά από την περίοδο αλίευσης, ενώ η περιεκτικότητα σε τέφρα και πρωτεΐνες δεν παρουσίασε κάποια σημαντική μεταβολή. Έτσι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λίπος διαπιστώθηκε στα δείγματα του Σεπτεμβρίου (14,51%) ενώ η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία διαπιστώθηκε στα δείγματα του Απριλίου (74,01%).

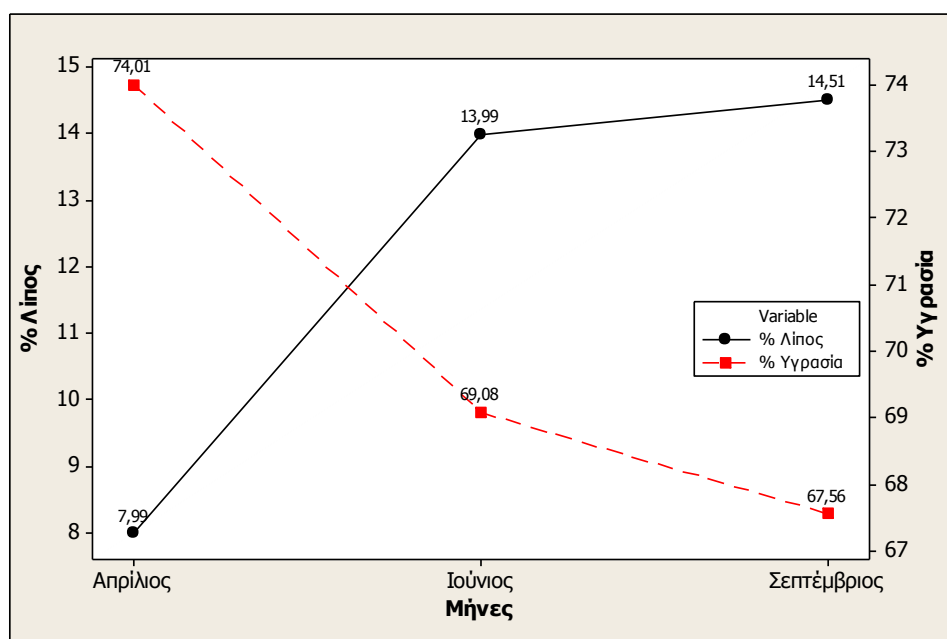
Είναι γνωστό ότι τα λιπαρά αλιεύματα, στα οποία ανήκουν και τα είδη της σαρδέλας, συσσωρεύουν και αποθηκεύουν υποδόρια λίπος στη διάρκεια του έτους κατά τις κανονικές περιόδους πρόσληψης τροφής, το οποίο καταναλώνουν κύρια κατά την περίοδο της αναπαραγωγής (De Leonardis and Macciola, 2004).

Πίνακας 10: Επίδραση της περιόδου αλίευσης στη μέση σύσταση της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*).

		σαρδέλα (<i>Sardina pilchardus</i>)			
	Μέση σύσταση (%)	Πρωτεΐνες	Τέφρα	Λίπος	Υγρασία
Μήνας	Απρίλιος	17,50±0,32 ^a	1,73±0,10 ^a	7,99±0,17 ^b	74,01±0,24 ^a
	Ιούνιος	17,33±0,13 ^a	1,58±0,07 ^a	13,99±0,21 ^a	69,08±0,19 ^b
	Σεπτέμβριος	17,56±0,14 ^a	1,71±0,00 ^a	14,51±0,12 ^a	67,56±0,40 ^γ

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές στην ίδια στήλη με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$)

Στο σχήμα 10 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία της σαρδέλας. Αντίστροφη συσχέτιση, όπως ήταν αναμενόμενο επειδή πρόκειται για λιπαρό είδος αλιεύματος, διαπιστώθηκε μεταξύ της περιεκτικότητας σε λίπος και της περιεκτικότητας σε υγρασία. Ανάλογες διαπιστώσεις έγιναν από ποικίλους ερευνητές (Karakoltsidis *et al.*, 1995; Karayannakidis *et al.*, 2007).



Σχήμα 10: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικό λίπος και υγρασία στη σαρδέλα (*Sardina pilchardus*).

Οι Bandarra *et al.*, (1997) μελετώντας δείγματα σαρδέλας από την περιοχή της Πορτογαλίας, κατά τη διάρκεια του έτους, ανακοίνωσαν, ότι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος (18,4%) διαπιστώθηκε το μήνα Σεπτέμβριο, όπως και στη συγκεκριμένη εργασία.

Η υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και η αντίστοιχη χαμηλή κατά τη διάρκεια του χειμώνα έχει αναφερθεί επίσης και για δείγματα σαρδέλας στην Ιαπωνία (*Sardinops melanostictus*) (Shirai *et al.*, 2002^b).

Η σημαντική διακύμανση που παρατηρείται τόσο ως προς τη χαμηλότερη τιμή ολικού λίπους όσο και ως προς την ακριβή περίοδο εμφάνισής της, αναδεικνύει τη δυσκολία κωδικοποίησης της μέσης σύστασης του συγκεκριμένου είδους.

5.1.6. Μεταβολές στη μέση σύσταση της τσιπούρας (*Sparus aurata*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

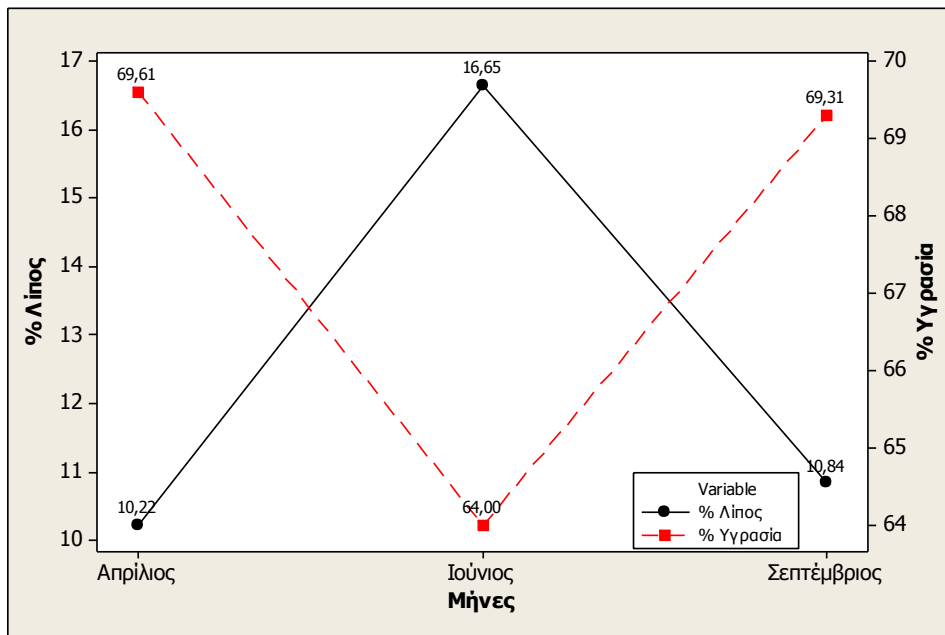
Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 11 το μήνα Σεπτέμβριο τα ποσοστά της τέφρας και των πρωτεϊνών ήταν πιο αυξημένα από τους άλλους δυο μήνες, ωστόσο δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μεγαλύτερη διακύμανση παρατηρήθηκε στην περιεκτικότητα σε λίπος όπου κατά το μήνα Ιούνιο ήταν 16,65% έναντι 10,22% και 10,84% των άλλων μηνών. Η σημαντική αυτή αύξηση που παρατηρήθηκε κατά το μήνα Ιούνιο, πιθανά οφείλεται στη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το συγκεκριμένο μήνα καθώς και στην υψηλότερη περιβαλλοντολογική θερμοκρασία.

Πίνακας 11: Επίδραση της περιόδου αλίευσης στη μέση σύσταση της τσιπούρας (*Sparus aurata*).

		τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i>)			
	Μέση σύσταση (%)	Πρωτεΐνες	Τέφρα	Λίπος	Υγρασία
Μήνας	Απρίλιος	18,83±0,02 ^a	1,35±0,04 ^a	10,22±0,05 ^a	69,61±0,16 ^a
	Ιούνιος	18,33±0,21 ^a	1,33±0,04 ^a	16,65±0,05 ^b	64,00±0,88 ^b
	Σεπτέμβριος	19,13±0,08 ^a	1,45±0,08 ^a	10,84±0,41 ^a	69,31±0,31 ^a

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές στην ίδια στήλη με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$)

Στο σχήμα 11 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία της τσιπούρας. Αντίστροφη συσχέτιση, παρατηρήθηκε και για το συγκεκριμένο είδος μεταξύ της περιεκτικότητας σε λίπος και της περιεκτικότητας σε υγρασία (Σχήμα 11).



Σχήμα 11: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικό λίπος και υγρασία στην τσιπούρα (*Sparus aurata*).

Οι Erkan et al., (2007) ανακοίνωσαν ότι η σύσταση των δειγμάτων τσιπούρας (*Sparus aurata*) ιχθυοτροφείου από το Αιγαίο πέλαγος τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο είναι οι εξής: υγρασία 63,52%, τέφρα 1,35%, πρωτεΐνες 19,81% και λίπος 15,11%.

Οι Goulas και Kontominas (2007) μελετώντας εκτρεφόμενη τσιπούρα (*Sparus aurata*) από την Ηγουμενίτσα το μήνα Ιούλιο, παρατήρησαν πολύ χαμηλό ποσοστό λίπους (6,2%), ενώ τα ποσοστά της υγρασίας, των πρωτεϊνών και της τέφρας ήταν 72,4%, 19,9% και 1,4%, αντίστοιχα.

Οι Kyraia et al., (1997) ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα των λιπαρών υλών των δειγμάτων εκτρεφόμενης τσιπούρας (*Sparus aurata*) του Αιγαίου πελάγους ήταν 7,69%, ποσοστό σημαντικά υψηλότερο από τα δείγματα τα προερχόμενα από το φυσικό τους περιβάλλον (θάλασσα).

Οι Grigorakis et al., (2002) μελέτησαν δείγματα θαλάσσιας τσιπούρας (*Sparus aurata*) από τον Αργοσαρωνικό Κόλπο τους μήνες Ιανουάριο και Αύγουστο και ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε υγρασία ήταν 78,11% και 69,91%, της τέφρας 1,44% και 1,22%, των πρωτεϊνών 20,05% και 18,25% και των λιπαρών υλών 1,16% και 10,37%, αντίστοιχα.

5.2. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ ΤΩΝ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟ, ΙΟΥΝΙΟ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟ.

Η κατανομή των λιπαρών οξέων στο λίπος των αλιευμάτων καθορίζεται από την τροφή που είναι διαθέσιμη στα αλιεύματα και αυτό επηρεάζεται σημαντικά από τη γεωγραφική περιοχή όπου αυτά ενδημούν, την εποχή του έτους και τις διακυμάνσεις που παρατηρούνται από χρόνο σε χρόνο. Ως αποτέλεσμα, η μέχρι σήμερα δημοσιευμένη πληροφόρηση για την ποιότητα και ποσότητα των λιπαρών οξέων των διαφορετικών ειδών αλιευμάτων ποικίλει τρομακτικά και δεν μπορεί να κωδικοποιηθεί.

Οι διαφορές στην κατανομή των λιπαρών οξέων μπορούν να εμφανιστούν από αλίευμα σε αλίευμα που προέρχεται από την ίδια παρτίδα, σε παρτίδες αλιευμάτων που αλιεύθηκαν από την ίδια περιοχή αλλά σε διαφορετική εποχή, σε παρτίδες που αλιεύθηκαν την ίδια εποχή αλλά από διαφορετικές περιοχές και ακόμη σε αλιεύματα που αλιεύθηκαν από την ίδια περιοχή και την ίδια ημερομηνία αλλά με διαφορά ενός ημερολογιακού έτους (Ζώτος, 2009).

5.2.1. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους της γαρίδας (*Alpheus rapacida*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 12 το κυριότερο κορεσμένο λιπαρό οξύ που ανιχνεύτηκε ήταν το C16:0 το οποίο εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό το μήνα Απρίλιο (27,79%) παρουσιάζοντας μικρή ωστόσο αύξηση από τους άλλους μήνες, της τάξης του 1%. Το δεύτερο σε ποσοστό λιπαρό οξύ ήταν το C18:1 ω -9 το οποίο εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό το μήνα Σεπτέμβριο (16,43%) παρουσιάζοντας και αυτό μικρή διακύμανση από τους άλλους μήνες. Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό τον Ιούνιο (26,01%) και το χαμηλότερο τον Απρίλιο (24,29%). Το σύνολο των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ PUFA), κυρίως της σειράς ω -3, παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό το Σεπτέμβριο (38,47%) με μια διακύμανση από τους άλλους μήνες της τάξης του 1,6%. Σε αυτή την ομάδα το κυριότερο λιπαρό οξύ ήταν το DHA, με

ποσοστό που κυμάνθηκε από 15,27% (Ιούνιος) έως 16,80% (Σεπτέμβριος). Το σύνολο των λιπαρών οξέων DHA και EPA κυμάνθηκε από 31,26% (Ιούνιος) έως 33,31% (Σεπτέμβριος).

Οι τιμές του λόγου ω-6/ω-3 για τη γαρίδα κατά τους τρεις μήνες κυμάνθηκαν από 0,13 έως 0,16, δείχνοντας την επικράτηση των ω-3 λιπαρών οξέων και ως εκ τούτου τη σημαντική διατροφική συμβολή του είδους.

Πίνακας 12: Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων της γαρίδας (*Alpheus rapacida*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

		γαρίδα (<i>Alpheus rapacida</i>)			
		Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0		1,36±0,22	1,53±0,35	1,35±0,09
	C15:0		1,63±0,55	1,68±0,78	1,70±0,80
	C16:0		27,79±0,33	27,65±0,71	26,81±0,56
	C16:1ω-7		3,06±0,10	4,03±0,36	3,60±0,23
	C17:0		0,24±0,18	0,12±0,18	0,21±0,18
	C18:0		6,70±0,69	5,90±0,33	5,61±0,17
	C18:1ω-7		5,33±0,21	5,00±0,69	5,08±0,13
	C18:1ω-9		15,06±0,63	16,37±0,76	16,43±0,73
	C18:2ω-6		2,68±0,11	2,30±0,44	2,42±0,21
	CLA		0,92±0,06	0,83±0,05	0,95±0,01
	C18:3 ω-3		0,84±0,03	0,79±0,02	0,72±0,03
	C20:0		0,19±0,04	0,26±0,04	0,29±0,04
	C20:1ω-9		0,83±0,12	0,61±0,01	0,45±0,03
	C20:4ω-6		1,49±0,10	1,65±0,16	1,07±0,09
	C20:5ω-3		15,86±0,22	16,01±1,05	16,51±0,16
	C22:6ω-3		16,00±1,02	15,27±2,31	16,80±1,37
		Σύνολο		100	100
	Σ SFA		37,92	37,14	35,97
	Σ MUFA		24,29	26,01	25,56

Σ PUFA	37,80	36,85	38,47
Σ ω-3	32,71	32,07	34,03
Σ ω-6	5,09	4,78	4,44
ω-6/ω-3	0,16	0,15	0,13
EPA+DHA	31,86	31,28	33,31

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

^aCLA, συζευγμένα λινελαϊκά οξέα C18:2(c9, tr11), C18:2 (tr10, c12), C18:2 (tr7, c9)

Οι Krzypnowek and Panunzio (1989) μελετώντας 5 είδη γαρίδας ανακοίνωσαν ότι τα λιπαρά οξέα που ανιχνεύτηκαν σε υψηλότερα ποσοστά ήταν το C20:5ω-3, του οποίου το ποσοστό κυμάνθηκε από 16,2 έως 21,7%, το C16:0, του οποίου το ποσοστό κυμάνθηκε από 13 έως 18 %, το C22:6ω-3, του οποίου το ποσοστό κυμάνθηκε από 9,8 έως 15,2% και το C18:1ω-9, του οποίου το ποσοστό κυμάνθηκε από 6,2 έως 11,8%.

Οι Zlatanov & Sagredos (1993) μελετώντας δείγματα γαρίδας (*Penaeus kerathurus*) που αλιεύτηκαν από τη Μεσόγειο θάλασσα ανακοίνωσαν ότι τα επικρατέστερα λιπαρά οξέα ήταν το C16:0, το C18:1ω-9 και το C20:5ω-3, σε ποσοστά 19,2%, 17,4% και 14,1% αντίστοιχα. Ακολούθησαν το C16:1ω-7 με ποσοστό 9,4%, το C22:6ω-3 με ποσοστό 7,6% και το C18:0 με ποσοστό 5,3%. Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα της κατανομής των λιπαρών οξέων της συγκεκριμένης εργασίας.

Οι Karakoltsidis et al., (1995) μελετώντας δείγματα γαρίδας (*Aristeus antennatus*) που αλιεύτηκαν από το Αιγαίο πέλαγος σε τρεις διαφορετικές εποχές ανακοίνωσαν ότι τα επικρατέστερα λιπαρά οξέα ήταν το C18:1ω-9 με ποσοστό 21%, το C22:6ω-3 με ποσοστό 20%, το C16:0 με ποσοστό 18% και το C20:5ω-3 με ποσοστό 18%.

Από τα ανωτέρω μπορεί να διαπιστωθεί η σημαντική διακύμανση της κατανομής λιπαρών οξέων που παρατηρείται στο συγκεκριμένο είδος αλιεύματος.

5.2.2. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους του καλαμαριού (*Logio vulgaris*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 13 το κυριότερο κορεσμένο λιπαρό οξύ που ανιχνεύτηκε ήταν το C16:0 το οποίο εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό το μήνα Απρίλιο (29,18%) και το χαμηλότερο το μήνα Σεπτέμβριο (27,35%). Το δεύτερο σε ποσοστό λιπαρό οξύ ήταν το C18:0 το οποίο εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό το μήνα Απρίλιο παρουσιάζοντας ωστόσο μικρή διακύμανση από τους άλλους μήνες. Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό τον Απρίλιο (16,22%) και το χαμηλότερο τον Ιούνιο (17,54%). Το σύνολο των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ PUFA), κυρίως της σειράς ω -3, παρουσίασε υψηλότερο ποσοστό το Σεπτέμβριο (45,42%) με μια διακύμανση από τους άλλους μήνες της τάξης του 1,5%. Σε αυτή την ομάδα το κυριότερο λιπαρό οξύ ήταν το DHA, με ποσοστό που κυμάνθηκε από 27,33% (Απρίλιος) έως 29,06% (Σεπτέμβριος). Το σύνολο των λιπαρών οξέων DHA και EPA κυμάνθηκε από 42,67% (Ιούνιος) έως 44,44% (Σεπτέμβριος).

Οι τιμές του λόγου ω -6/ ω -3 για το καλαμάρι ήταν σταθερές και για τους τρεις μήνες (0,01). Από τα ποσοστά αυτά μπορεί να διαπιστωθεί ότι το καλαμάρι αποτελεί μια καλή πηγή ω -3 λιπαρών οξέων και συγκεκριμένα των EPA και DHA, παρά το γεγονός ότι η περιεκτικότητα του σε λιπαρές ύλες είναι χαμηλή.

Πίνακας 13: Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων του καλαμαριού (*Logio vulgaris*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

		καλαμάρι (<i>Logio vulgaris</i>)			
		Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0		3,16±0,22	4,24±0,42	3,87±0,17
	C15:0		0,63±0,02	0,75±0,01	0,67±0,01
	C16:0		29,18±1,05	27,48±1,27	27,35±1,19
	C16:1ω-7		6,17±1,08	6,96±0,79	7,08±0,84
	C17:0		0,99±0,48	0,76±0,16	0,84±0,22
	C18:0		5,66±0,52	5,25±0,13	5,12±0,70
	C18:1ω-7		0,52±0,19	1,67±0,31	1,44±0,77
	C18:1ω-9		4,32±0,77	4,28±0,21	3,66±0,63

C18:2ω-6	0,40 \pm 0,07	0,48 \pm 0,41	0,52 \pm 0,51
CLA^a	0,12 \pm 0,06	0,16 \pm 0,08	0,2 \pm 0,09
C18:3ω-3	0,19 \pm 0,03	0,29 \pm 0,07	0,13 \pm 0,01
C20:0	0,17 \pm 0,02	0,11 \pm 0,05	0,17 \pm 0,03
C20:1ω-9	5,21 \pm 0,19	4,63 \pm 0,42	4,38 \pm 0,36
C20:4ω-6	0,28 \pm 0,02	0,27 \pm 0,01	0,13 \pm 0,07
C20:5ω-3	15,67 \pm 0,99	15,12 \pm 0,56	15,38 \pm 0,82
C22:6ω-3	27,33 \pm 0,97	27,55 \pm 1,01	29,06 \pm 1,14
Σύνολο	100	100	100
Σ SFA	39,79	38,59	38,02
Σ MUFA	16,22	17,54	16,56
Σ PUFA	43,99	43,87	45,42
Σ ω-3	43,19	42,96	44,57
Σ ω-6	0,40	0,43	0,33
ω-6/ω-3	0,01	0,01	0,01
EPA+DHA	43,00	42,67	44,44

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων \pm τυπική απόκλιση.

^a CLA, συζευγμένα λινελαϊκά οξέα C18:2(c9, tr11), C18:2 (tr10, c12), C18:2 (tr7, c9)

Οι Karakoltsidis et al., (1995) μελετώντας δείγματα καλαμαριού (*Loligo vulgaris*) που αλιεύτηκαν από το Αιγαίο πέλαγος ανακοίνωσαν ότι τα επικρατέστερα λιπαρά οξέα ήταν το C16:0 με το ποσοστό 40%, το C20:5 ω -3 με ποσοστό 18% και το C20:1 ω -9 με ποσοστό 15%. Τα λιπαρά οξέα C14:0, C18:1 ω -9, C18:0, το C22:6 ω -3 και το C22:1 ω -9 κυμάνθηκαν σε ποσοστά από 4 έως 6%, ενώ τα C15:0, C15:1 ω -9, C16:1 ω -7, C17:1 ω -9, ανιχνεύτηκαν σε χαμηλότερα ποσοστά (0,4-1 %).

Οι Zlatanov et al., (2006) ανακοίνωσαν ότι δείγματα καλαμαριού (*Loligo vulgaris*) από αγορές της Θεσσαλονίκης περιείχαν υψηλά ποσοστά ω -3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και συγκεκριμένα το C22:6 ω -3 σε ποσοστό 32,24% και το C20:5 ω -3 σε ποσοστό 13,96%. Διαπίστωσαν επίσης ότι τα λιπαρά οξέα C16:0, C18:0, C14:0, C18:1 ω -9, και το C20:1 ω -9 ανιχνεύτηκαν σε ποσοστά 29,67%, 4,09%, 3,99%, 2,72% και 2,57%, αντίστοιχα. Η κατανομή των λιπαρών οξέων που

διαπιστώθηκε από τους ανωτέρω ερευνητές για καλαμάρια από την περιοχή της Θεσσαλονίκης είναι ανάλογη με την κατανομή λιπαρών οξέων που παρατηρήθηκε στη συγκεκριμένη εργασία.

Οι Ozogul et al., (2008) μελετώντας την κατανομή λιπαρών οξέων στα εμπορικότερα κεφαλόποδα [συμπεριλαμβανομένου και του καλαμαριού (*Loligo vulgaris*)] από την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, τις τρεις εποχές του έτους, ανακοίνωσαν ότι το C22:6ω-3 ήταν το λιπαρό οξύ που ανιχνεύτηκε στα υψηλότερα ποσοστά σε όλες τις εποχές του έτους. Το ποσοστό που ανιχνεύτηκε κυμάνθηκε από 35,96 έως 39%, ενώ το ποσοστό του C16:0 κυμάνθηκε από 22,3 έως 25,2% και του C20:5ω-3 από 12,05 έως 14,31%. Τα δείγματα καλαμαριού (*Loligo vulgaris*) παρουσίασαν υψηλά ποσοστά πολυακόρεστων ω-3 και κορεσμένων λιπαρών οξέων, τα οποία κυμάνθηκαν από 50,33 έως 51,42% και από 31,83 έως 35,28%, αντίστοιχα.

Ανάλογα αποτελέσματα με αυτά που ανακοινώθηκαν από τους ερευνητές βρέθηκαν και στην παρούσα εργασία.

5.2.3. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους του λαιρακιού (Seabass) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 14, στην ομάδα των κορεσμένων λιπαρών οξέων το κυριότερο ήταν το C16:0 το οποίο δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές στη διάρκεια των τριών μηνών. Το δεύτερο σε ποσοστό κορεσμένο λιπαρό οξύ επί του συνόλου των λιπαρών οξέων, ήταν το C18:0, το οποίο παρουσίασε υψηλότερο ποσοστό το Σεπτέμβριο (5,43%) και χαμηλότερο τον Απρίλιο (3,39%). Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) εμφάνισε πολύ μικρή μεταβολή της τάξης του 0,5%. Το σύνολο των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ PUFA), κυρίως της σειράς ω-3, εμφάνισε σχεδόν ίδια ποσοστά τους μήνες Απρίλιο και Ιούνιο ενώ τον μήνα Σεπτέμβριο εμφάνισε το μικρότερο ποσοστό (30,47%). Το ποσοστό του DHA κυμάνθηκε από 4,88% (Σεπτέμβριος) έως 8,07% (Ιούνιος) και το ποσοστό του EPA από 7,04% (Σεπτέμβριος) έως 9,96% (Απρίλιος). Οι τιμές του λόγου ω-6/ω-3 κυμάνθηκαν από 0,62 έως 1,23. Το σύνολο των λιπαρών οξέων DHA και EPA κυμάνθηκε από 11,93% (Σεπτέμβριος) έως 17,86% (Απρίλιος).

Το ποσοστό των ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, στα λιπίδια των εκτρεφόμενων θαλασσίων αλιευμάτων, είναι συχνά χαμηλότερο από αυτό στα πελαγικά αλιεύματα, επειδή οι βιομηχανικές τροφές περιέχουν συνήθως μεγάλες αναλογίες λιπιδίων πλούσιων σε κορεσμένα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, αλλά είναι ανεπαρκείς σε ω-3 πολυακόρεστα (Alasalvar *et al.*, 2002).

Πίνακας 14: Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων του λαυρακιού (*Seabass*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

	λαυράκι (<i>Seabass</i>)			
	Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0	3,09±0,03	3,86±0,03	3,82±0,03
	C15:0	0,56±0,09	0,47±0,02	0,37±0,06
	C16:0	18,40±0,06	18,83±0,01	18,45±0,03
	C16:1ω-7	4,14±0,04	5,52±0,02	4,13±0,05
	C16:3ω-3	0,64±0,06	0,53±0,05	0,09±0,01
	C17:0	0,47±0,08	0,40±0,04	0,82±0,02
	C18:0	3,39±0,07	3,84±0,07	5,43±0,04
	C18:1ω-7	9,42±0,02	8,42±0,07	4,14±0,03
	C18:1ω-9	20,93±0,01	19,34±0,02	28,59±0,05
	C18:2ω-6	10,54±0,04	10,52±0,02	15,80±0,06
	CLA^a	0,77±0,02	0,76±0,06	0,40±0,02
	C18:3ω-3	0,95±0,06	0,96±0,04	0,41±0,03
	C20:0	0,28±0,04	0,25±0,07	0,10±0,05
	C20:1ω-9	3,95±0,08	4,29±0,01	2,51±0,02
	C20:4ω-6	1,19±0,08	1,15±0,02	0,63±0,03
	C20:5ω-3	9,96±0,02	8,14±0,04	7,04±0,05
	C22:1ω-9	2,59±0,01	2,78±0,01	1,18±0,08
C22:5ω-3	0,83±0,02	1,87±0,02	1,21±0,01	
C22:6ω-3	7,92±0,03	8,07±0,06	4,88±0,03	
Σύνολο	100	100	100	

Σ SFA	26,19	27,64	28,99
Σ MUFA	41,02	40,35	40,54
Σ PUFA	32,81	32,01	30,47
Σ ω-3	20,31	19,58	13,64
Σ ω-6	12,50	12,43	16,83
ω-6/ω-3	0,62	0,63	1,23
EPA+DHA	17,89	16,22	11,93

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

^a CLA, συζευγμένα λινελαϊκά οξέα C18:2(c9, tr11), C18:2 (tr10, c12), C18:2 (tr7, c9)

Οι Alasalvar *et al.*, (2002) σε μελέτη τους σε λαυράκι υδατοκαλλιέργειας το μήνα Μάιο, ανακοίνωσαν ότι το C16:0 ήταν σε ποσοστό 20,5% και ήταν το κύριο κορεσμένο λιπαρό οξύ, συμβάλλοντας περίπου κατά 70% στη συνολική περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα. Το σύνολο των κορεσμένων λιπαρών οξέων των λιπαρών υλών ήταν 29,2%, τα υπόλοιπα λιπαρά οξέα (70,8%) ήταν μονο- και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Το C18:1ω-9 ήταν σε ποσοστό 20,9±1%, το μήνα Μάιο, το DHA σε ποσοστό 18,1±0,3% και το EPA σε ποσοστό 6,0±0,3%, παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στην συγκεκριμένη εργασία.

Οι Skalli *et al.*, (2006) ανακοίνωσαν ότι η θερμοκρασία συμβάλει σημαντικά στην κατανομή των λιπαρών οξέων σε δείγματα λαυρακιών. Διαπίστωσαν ότι στους 22°C η περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και σε C18:1ω-9 ήταν χαμηλή και η περιεκτικότητα σε ω-3 λιπαρά οξέα ήταν υψηλή, ενώ αντίθετα ήταν τα αποτελέσματα σε δείγματα που εκτράφηκαν στους 29°C.

Οι Periago *et al.*, (2005) σε μελέτη τους σε λαυράκια υδατοκαλλιέργειας από το Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας της Ισπανίας, ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα ήταν 27,46%, σε μονοακόρεστα 41,63% και σε πολυακόρεστα 30,9%, σε ολικά ω-3 λιπαρά οξέα 28,99% και σε ω-6 8,29%. Το λιπαρό οξύ σε υψηλότερο ποσοστό στην ομάδα των κορεσμένων λιπαρών οξέων ήταν το C16:0, στην ομάδα των μονοακόρεστων το C18:1ω-9 και στην ομάδα των πολυακόρεστων τα λιπαρά οξέα DHA και EPA.

Τα αποτελέσματά τους είναι παρόμοια με αυτά στη συγκεκριμένη εργασία.

5.2.4. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 15 το κυριότερο κορεσμένο λιπαρό οξύ ήταν το C16:0 το οποίο εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό τον Ιούνιο (28,54%) και χαμηλότερο το Σεπτέμβριο (25,66%). Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) κυμάνθηκε από 22,8% για το μήνα Απρίλιο έως 26,72% για το μήνα Ιούνιο. Το σύνολο των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ PUFA), κυρίως της σειράς ω-3, εμφάνισε το μεγαλύτερο ποσοστό το Σεπτέμβριο (43,02%) παρουσιάζοντας διακύμανση της τάξης του 7,3%. Το ποσοστό DHA παρουσίασε την υψηλότερη τιμή το μήνα Απρίλιο και το ποσοστό EPA εμφάνισε αρκετά μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των μηνών με διαφορά 7% μεταξύ Σεπτεμβρίου και Ιουνίου. Η τιμή του λόγου ω-6/ω-3 παρέμεινε σχεδόν σταθερή (0,05% με 0,06%). Το σύνολο των λιπαρών οξέων DHA και EPA κυμάνθηκε από 29,28% (Ιούνιος) έως 37,08% (Σεπτέμβριος).

Πίνακας 15: Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

		μύδι (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)			
		Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0		3,12±0,44	3,41±0,79	3,19±0,67
	C15:0		0,36±0,02	0,55±0,33	0,70±0,07
	C16:0		26,04±0,67	28,54±0,93	25,66±1,30
	C16:1ω-7		9,41±0,70	11,13±0,38	9,05±0,60
	C16:3ω-3		0,84±0,12	0,37±0,01	0,14±0,06
	C17:0		0,18±0,02	0,14±0,01	0,22±0,07
	C18:0		4,24±0,74	4,79±0,64	4,18±0,98
	C18:1ω-7		3,87±0,57	4,81±0,47	2,37±0,73

C18:1ω-9	3,40±0,37	3,56±0,49	4,54±0,93
C18:2ω-6	1,27±0,30	1,26±0,18	1,53±0,53
CLA^a	0,48±0,07	0,43±0,02	0,51±0,03
C18:3ω-3	2,04±0,56	2,40±0,33	1,42±0,49
C20:0	0,23±0,05	0,15±0,39	0,1±0,02
C20:1ω-9	4,30±0,98	5,58±0,73	5,64±0,17
C20:4ω-6	0,37±0,02	0,43±0,01	0,54±0,1
C20:5ω-3	20,68±0,91	14,31±1,03	20,9±0,88
C22:1ω-9	1,90±0,43	1,63±0,06	1,31±0,09
C22:5ω-3	0,98±0,49	1,33±0,57	1,79±0,67
C22:6ω-3	16,25±0,79	15,15±0,38	16,18±0,99
Σύνολο	100	100	100
Σ SFA	34,19	37,59	34,06
Σ MUFA	22,89	26,72	22,92
Σ PUFA	42,92	35,69	43,02
Σ ω-3	40,80	33,57	40,44
Σ ω-6	2,12	2,12	2,58
ω-6/ω-3	0,05	0,06	0,06
EPA+DHA	36,93	29,28	37,08

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

^a CLA, συζευγμένα λινελαϊκά οξέα C18:2(c9, tr11), C18:2 (tr10, c12), C18:2 (tr7, c9)

Οι Karakoltsidis et al., (1995) μελετώντας δείγματα εκτρεφόμενων μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) από το Αιγαίο πέλαγος ανακοίνωσαν ότι τα επικρατέστερα λιπαρά οξέα ήταν το C16:0 και το C16:1ω-7 με ποσοστό 19% έκαστο, το C20:5ω-3 με ποσοστό 15%, το C22:6ω-3 με ποσοστό 9%, το C14:0 και το C18:1ω-9 με ποσοστό 7% έκαστο, το C22:1ω-9 με ποσοστό 6% και το C15:0 με ποσοστό 5%.

Οι Orban et al., (2002) μελετώντας μύδια ελεγχόμενης εκτροφής (*Mytilus galloprovincialis*) από την βόρεια Αδριατική ακτή ανακοίνωσαν ότι τα επικρατέστερα λιπαρά οξέα ήταν το C16:0, το C16:1ω-7, το C20:5ω-3 και το C22:6ω-3. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα κινήθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα (40,21-48,18%) από τα

κορεσμένα (25,98-35,28%) και τα μονοακόρεστα (16,18-28,35%). Ενώ σε υψηλά επίπεδα κυμάνθηκαν και το ποσοστό των ω-3 λιπαρών οξέων, συνεπώς και η αναλογία ω-3/ω-6 εμφανίστηκε ιδιαίτερα χαμηλή κατά την περίοδο του χειμώνα. Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα που διαπιστώθηκαν και στη συγκεκριμένη εργασία.

Οι Sirot et al., (2008) μελετώντας μύδια ελεγχόμενης εκτροφής (*Mytilus galloprovincialis*) από την Γαλλία (τέλη Ιανουαρίου- Απρίλιο) ανακοίνωσαν ότι τα επικρατέστερα λιπαρά οξέα ήταν το C20:5ω-3 με ποσοστό 16,2%, το C16:0 με ποσοστό 15,8% και το C22:6ω-3 με ποσοστό 15,1%.

5.2.5. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 16, το σύνολο των κορεσμένων λιπαρών οξέων (Σ SFA) κυμάνθηκε από 31,05 το μήνα Απρίλιο έως 34,76 το μήνα Σεπτέμβριο. Στην ομάδα των κορεσμένων λιπαρών οξέων το κυριότερο λιπαρό οξύ ήταν το C16:0 με ποσοστό που κυμάνθηκε από 18,76% (Σεπτέμβριο) έως 19,52% (Ιούνιος). Το δεύτερο σε ποσοστό κορεσμένο λιπαρό οξύ ήταν το C18:0, όπου το ποσοστό κυμάνθηκε από 3,85% (Απρίλιος) έως 6,74% (Ιούνιος).

Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων κυμάνθηκε από 26,80% (Ιούνιος) έως 29,72% (Σεπτέμβριος). Σε αυτή την ομάδα το κυριότερο λιπαρό οξύ ήταν το C18:1ω-9, με ποσοστό που κυμάνθηκε από 7,98% (Απρίλιος) έως 10,58% (Σεπτέμβριος). Το σύνολο των πολυακόρεστων κυμάνθηκε από 35,50% (Σεπτέμβριος) έως 41,66% (Απρίλιος).

Τα επίπεδα του C20:4ω-6 ήταν ιδιαίτερα χαμηλά στη σαρδέλα (0,19 έως 0,5%). Το ποσοστό του DHA κυμάνθηκε από 16,92% (Σεπτέμβριο) έως 22,23% (Απρίλιο). Στο ποσοστό του EPA παρουσίασε μικρή μεταβολή. Οι τιμές του λόγου ω-6/ω-3 παρέμειναν σταθερές και τους τρεις μήνες. Το σύνολο των λιπαρών οξέων DHA και EPA κυμάνθηκε από 29,36% (Σεπτέμβριος) έως 34,12% (Απρίλιος).

Πίνακας 16: Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

		σαρδέλα (<i>Sardina pilchardus</i>)			
		Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0		4,55±0,04	4,60±0,05	6,38±0,01
	C15:0		1,43±0,06	1,43±0,03	1,52±0,04
	C16:0		19,41±0,03	19,52±0,02	18,76±0,02
	C16:1ω-7		8,73±0,09	8,86±0,08	10,69±0,03
	C16:3ω-3		0,32±0,07	0,32±0,06	0,30±0,04
	C17:0		1,47±0,09	1,49±0,03	1,40±0,04
	C18:0		3,85±0,02	6,74±0,06	6,26±0,05
	C18:1ω-7		3,48±0,04	3,62±0,01	5,02±0,02
	C18:1ω-9		7,98±0,03	8,02±0,06	10,85±0,08
	C18:2ω-6		1,08±0,02	1,08±0,06	1,05±0,09
	CLA^a		1,08±0,08	1,11±0,09	1,07±0,07
	C18:3ω-3		3,12±0,09	2,16±0,03	2,11±0,02
	C20:0		0,33±0,09	0,22±0,01	0,43±0,07
	C20:1ω-9		3,72±0,06	2,49±0,08	2,45±0,07
	C20:4ω-6		0,40±0,02	0,50±0,03	0,19±0,01
	C20:5ω-3		11,88±0,03	10,28±0,06	12,44±0,07
	C22:1ω-9		3,39±0,08	3,81±0,08	0,71±0,04
	C22:5ω-3		1,54±0,07	1,55±0,02	1,45±0,09
	C22:6ω-3		22,23±0,05	22,22±0,08	16,92±0,06
		Σύνολο		100	100
	Σ SFA		31,05	34,00	34,76
	Σ MUFA		27,29	26,80	29,72
	Σ PUFA		41,66	39,18	35,50
	Σ ω-3		39,10	36,53	33,21

	Σ ω-6	2,56	2,66	2,29
	ω-6/ω-3	0,07	0,07	0,07
	EPA+DHA	34,12	32,50	29,36

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

^a CLA, συζευγμένα λινελαϊκά οξέα C18:2(c9, tr11), C18:2 (tr10, c12), C18:2 (tr7, c9)

Οι Bandarra *et al.*, (1997) σε μελέτη τους σε σαρδέλες που αλιεύτηκαν στην Πορτογαλία (ακτή Peniche) και αναλύθηκαν ως προς τα λιπαρά τους οξέα κατά τη διάρκεια ενός έτους, ανακοίνωσαν ότι το κύριο λιπαρό οξύ στην ομάδα των κορεσμένων ήταν το C16:0.

Οι Bandarra *et al.*, (1997) επίσης ανακοίνωσαν ότι τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα ήταν η κύρια ομάδα σε όλη τη διάρκεια του έτους και το ποσοστό έφτασε στην υψηλότερη τιμή του το Μάιο (50,2%) όταν η σαρδέλα είχε ολικό λίπος 4,9%. Ανακοίνωσαν επίσης, ότι το μήνα Απρίλιο, οπότε η περιεκτικότητα σε λίπος ήταν πολύ χαμηλή (1,3%), παρατηρήθηκε μείωση στο ποσοστό του DHA και μια αναλογική αύξηση στο ποσοστό του EPA.

Οι Zlatanov and Laskaridis, (2007) μελέτησαν τη μεταβολή της σύστασης του λίπους σαρδέλας του Αιγαίου κατά τη διάρκεια ενός έτους και ανακοίνωσαν ότι το λιπαρό οξύ σε υψηλότερο ποσοστό ήταν το DHA. Αντιθέτως, τέσσερις μελέτες στη σαρδέλα της μεσογείου αναφέρουν ότι το C16:0 είναι το λιπαρό οξύ σε μεγαλύτερη αφθονία, όμως δεν αναφέρεται ο μήνας αλίευσης των δειγμάτων (Karakoltsidis *et al.*, 1995; Guner *et al.*, 1998; Saglik and Imre, 2001; De Leonardis and Macciola, 2004).

Από τα αποτελέσματα αναδεικνύεται και για το συγκεκριμένο είδος η αστάθεια στην κατανομή των λιπαρών οξέων, επιβεβαιώνεται επίσης, η γενικότερη τοποθέτηση της τρομακτικής διακύμανσης των λιπαρών οξέων όλων των ειδών.

5.2.6. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους της τσιπούρας (*Sparus aurata*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 17 το C18:1 ω -9 ήταν το κύριο μονοακόρεστο λιπαρό οξύ των δειγμάτων τσιπούρας (*Sparus aurata*) και το ποσοστό του κυμάνθηκε από 20,17% έως 21,9% παρουσιάζοντας σχετικά μικρές μεταβολές. Το C16:0 ήταν το κύριο κορεσμένο λιπαρό οξύ των δειγμάτων και το ποσοστό του κυμάνθηκε από 17,00% για τον μήνα Απρίλιο έως 20,53% για τον μήνα Ιούνιο.

Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) παρουσίασε αύξηση τον Ιούνιο (36,87%). Το σύνολο των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ PUFA), κυρίως της σειράς ω -3, εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό τον Απρίλιο (40,70%) και χαμηλότερο τον Ιούνιο (34,97%).

Το ποσοστό του DHA κυμάνθηκε από 10,35% (Ιούνιο) έως 11,73% (Ιούνιο) παρουσιάζοντας μικρή διακύμανση. Στα δείγματα του μηνός Απριλίου σημειώθηκε το υψηλότερο ποσοστό EPA σε σχέση με τους άλλους μήνες (12,34%) παρουσιάζοντας μεγάλη διακύμανση της τάξης του 5,6%. Οι τιμές του λόγου ω -6/ ω -3 κυμάνθηκαν από 0,61 έως 0,69 δείχνοντας τη σημαντική επικράτηση των ω -3 λιπαρών οξέων και ως εκ τούτου τη σημαντική διατροφική συμβολή των συγκεκριμένων ειδών.

Πίνακας 17: Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων της τσιπούρας (*Sparus aurata*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

		τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i>)			
		Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0		3,09 \pm 0,77	2,18 \pm 0,30	2,39 \pm 0,51
	C15:0		0,41 \pm 0,17	0,64 \pm 0,11	0,22 \pm 0,13
	C16:0		17,00 \pm 2,32	20,53 \pm 0,69	19,72 \pm 1,91
	C16:1ω-7		4,68 \pm 0,32	5,85 \pm 0,19	4,40 \pm 0,70
	C16:3ω-3		0,11 \pm 0,03	0,06 \pm 0,07	0,09 \pm 0,03
	C17:0		0,59 \pm 0,34	0,26 \pm 0,71	0,23 \pm 0,61
	C18:0		3,47 \pm 0,26	4,18 \pm 0,63	4,07 \pm 0,72
	C18:1ω-7		3,07 \pm 0,78	7,05 \pm 0,39	5,50 \pm 0,46
	C18:1ω-9		21,9 \pm 0,49	20,17 \pm 0,33	21,02 \pm 0,83
	C18:2ω-6		10,82 \pm 0,70	9,98 \pm 0,63	10,92 \pm 0,51

CLA^a	3,80±0,77	3,74±0,40	3,71±0,81
C18:3ω-3	0,99±0,16	1,26±0,19	0,47±0,31
C20:0	0,30±0,02	0,37±0,08	0,41±0,01
C20:1ω-9	3,18±0,30	2,23±0,71	1,47±0,60
C20:4ω-6	0,77±0,46	0,51±0,29	0,46±0,21
C20:5ω-3	12,94±1,11	6,67±1,00	12,40±0,92
C22:1ω-9	1,60±0,80	1,56±0,67	0,88±0,11
C22:5ω-3	0,91±0,93	1,01±0,10	0,43±0,05
C22:6ω-3	10,35±0,80	11,73±0,01	11,18±0,99
Σύνολο	100	100	100
Σ SFA	24,86	28,16	27,05
Σ MUFA	34,44	36,87	33,29
Σ PUFA	40,70	34,97	39,67
Σ ω-3	25,31	20,74	24,58
Σ ω-6	15,39	14,23	15,09
ω-6/ω-3	0,61	0,69	0,61
EPA+DHA	23,29	18,40	23,58

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

α CLA, συζευγμένα λινελαϊκά οξέα C18:2(c9, tr11), C18:2 (tr10, c12), C18:2 (tr7, c9)

Ο Ozyurt (2005) μελετώντας τσιπούρα (*Sparus aurata*) ελεγχόμενης εκτροφής από τις ανατολικές ακτές της Μεσογείου ανακοίνωσε ότι τα ποσοστά του C18:1ω-9 κυμάνθηκαν από 13,70 έως 20,41%, του C16:0 από 15,73 έως 20,82 %, του C22:6ω-3 από 7,07 έως 15,37% και του C18:2ω-6 από 0,84 έως 7,15%. Σε χαμηλότερα ποσοστά ανιχνεύτηκαν το C20:5ω-3 από 4,27 έως 5,42%, το C18:0 από 3,32 έως 6,42%, το C14:0 από 2,64 έως 4,64%, το C16:1ω-7 από 6,22 έως 7,71% και το C18:2ω-6 από 0,8 έως 7,15%.

Οι Ozogul et al., (2007) μελετώντας δείγματα τσιπούρας (*Sparus aurata*) ελεγχόμενης εκτροφής από τις ακτές της Τουρκίας ανακοίνωσαν ότι τα ποσοστά του C18:1ω-9 ήταν 20%, του C22:6ω-3 ήταν 17,4%, του C16:0 ήταν 16,1%, του C18:2ω-6 ήταν 7,46%, του C16:1ω-7 ήταν 7,25% και του C20:5ω-3 ήταν 6,77%. Σε

χαμηλότερα ποσοστά ανιχνεύτηκαν το C14:0, το C18:0 και το C18:3 ω -3. Το Τα ποσοστό των κορεσμένων λιπαρών οξέων ήταν 25,5% και των πολυακόρεστων 34,5%. Τα ω -3 λιπαρά οξέα ανιχνεύτηκαν σε ποσοστό 26,2%, ενώ η αναλογία ω -6/ ω -3 ήταν 0,31.

Οι Grigorakis et al., (2002) μελέτησαν δείγματα θαλάσσιας τσιπούρας (*Sparus aurata*) από τον Αργοσαρωνικό κόλπο το μήνα Νοέμβριο και ανακοίνωσαν ότι εμφάνισαν υψηλά ποσοστά C16:0 (23,62%), C22:6 ω -3 (17,61%), και C18:1 ω -9 (16,06%). Σε χαμηλότερα ποσοστά εμφανίστηκαν το C18:0 (7,21%), το C20:5 ω -3 (6,96%), το C16:1 ω -7 (6,91%), το C20:4 ω -6 (5,85%), το C14:0 (2,89%) και το C18:2 ω -6 (1,03%). Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα ανιχνεύτηκαν σε ποσοστό 34,49%, τα ω -3 λιπαρά οξέα 28,68%, ενώ η αναλογία ω -3/ ω -6 ήταν 3,09.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας είναι ανάλογα με αυτά που ανακοινώθηκαν από άλλους ερευνητές.

5.3. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΤΩΝ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟ, ΙΟΥΝΙΟ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟ.

Οι λιπαρές ύλες των αλιευμάτων έχουν ευεργετική δράση για τον ανθρώπινο οργανισμό και συμβάλουν σημαντικά στην καλή υγεία του καταναλωτή.

Οι ευεργετικές ιδιότητες των λιπαρών υλών των αλιευμάτων οφείλονται στα περιεχόμενα λιπαρά τους οξέα, των οποίων η περιεκτικότητά τους, ως μεταβαλλόμενη, καλό είναι να ελέγχεται (Aggelousis and Lazos, 1991; Osman *et al.*, 2001; Gokce *et al.*, 2004).

5.3.1. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα της γαρίδας (*Alpheus rapacida*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των λιπαρών οξέων στη σάρκα της γαρίδας φαίνεται στον πίνακα 18. Όπως προκύπτει από τον πίνακα, το λιπαρό οξύ με την

υψηλότερη περιεκτικότητα σε όλη τη διάρκεια του έτους ήταν το C16:0, το οποίο κυμάνθηκε από 0,21 έως 0,24g/100g εδώδιμης σάρκας τους μήνες Απρίλιο και Ιούνιο, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε C18:1ω-9 κυμάνθηκε από 0,11 έως 0,15g/100g εδώδιμης σάρκας. Η περιεκτικότητα σε DHA κυμάνθηκε από 0,13 έως 0,15g/100g εδώδιμης σάρκας, ενώ η περιεκτικότητα σε EPA κυμάνθηκε από 0,13 έως 0,14g/100g εδώδιμης σάρκας, παραμένοντας σχεδόν σταθερή. Όλες οι διακυμάνσεις δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές κατά τους τρεις μήνες που μελετήθηκαν.

Πίνακας 18: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα (g/100g εδώδιμης σάρκας) της γαρίδας (*Alpheus rapacida*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

	Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0	0,01±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01
	C16:0	0,21±0,04	0,24±0,03	0,23±0,09
	C16:1ω-7	0,03±0,01	0,05±0,02	0,03±0,01
	C18:0	0,06±0,02	0,06±0,01	0,03±0,01
	C18:1ω-7	0,04±0,01	0,05±0,02	0,04±0,01
	C18:1ω-9	0,11±0,7	0,15±0,44	0,14±0,09
	C18:2ω-6	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01
	C18:3ω-3	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01
	C20:1ω-9	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01
	C20:4ω-6	0,02±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01
	C20:5ω-3	0,13±0,04	0,14±0,03	0,14±0,02
	C22:6ω-3	0,14±0,03	0,13±0,06	0,15±0,04

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

Οι Krzynowek and Panunzio (1989) μελετώντας 5 είδη γαρίδας ανακοίνωσαν ότι τα λιπαρά οξέα που εμφανίστηκαν σε υψηλότερες ποσότητες ήταν το C20:5ω-3, που κυμάνθηκε από 0,10 έως 0,12g/100g εδώδιμου ιστού, το C16:0, που κυμάνθηκε από 0,07 έως 0,12g/100g εδώδιμου ιστού, το C22:6ω-3, που κυμάνθηκε από 0,05 έως 0,08g/100g εδώδιμου ιστού και το C18:1ω-9, κυμάνθηκε από 0,03 έως 0,08g/100g εδώδιμου ιστού.

Οι Zlatanov & Sagredos (1993) μελετώντας δείγματα γαρίδας (*Penaeus kerathurus*) που αλιεύτηκαν από τη Μεσόγειο θάλασσα ανακοίνωσαν ότι το C20:5ω-3 προσδιορίστηκε σε ποσότητα 0,08g/100g αλιεύματος και το C22:6ω-3 σε 0,24g/100g αλιεύματος.

Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα και της συγκεκριμένης εργασίας.

5.3.2. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα του καλαμαριού (*Logio vulgaris*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Τα αποτελέσματα του ποσοτικού προσδιορισμού των λιπαρών οξέων στη σάρκα του καλαμαριού δίνονται στον πίνακα 19. Όπως φαίνεται, το λιπαρό οξύ με τη υψηλότερη περιεκτικότητα είναι το C16:0 το οποίο κυμάνθηκε από 0,33 μέχρι 0,44g/100g εδώδιμης σάρκας για τους μήνες Απρίλιο και Σεπτέμβριο, αντίστοιχα. Επίσης υψηλή είναι η περιεκτικότητα σε DHA η οποία φτάνει τα 0,47 g/100g τον Σεπτέμβριο παρουσιάζοντας διακύμανση της τάξης των 0,14 g/100g. Η περιεκτικότητα σε EPA κυμάνθηκε από 0,16 έως 0,24g/100g εδώδιμης σάρκας τους μήνες Απρίλιο και Σεπτέμβριο, αντίστοιχα. Επομένως συνίσταται η κατανάλωση του καλαμαριού τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Πίνακας 19: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα (g/100g εδώδιμης σάρκας) του καλαμαριού (*Logio vulgaris*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

	Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0	0,03±0,01	0,04±0,01	0,06±0,02
	C16:0	0,33±0,12	0,35±0,12	0,44±0,26
	C16:1ω-7	0,07±0,02	0,08±0,03	0,10±0,02
	C18:0	0,07±0,02	0,07±0,03	0,08±0,03
	C18:1ω-7	0,01±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01
	C18:1ω-9	0,06±0,02	0,04±0,01	0,05±0,02
	C18:2ω-6	0,01±0,01	0,01±0,01	0,02±0,01
	C18:3ω-3	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01

	C20:1ω-9	0,07±0,02	0,04±0,01	0,06±0,01
	C20:4ω-6	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01
	C20:5ω-3	0,16±0,04	0,18±0,03	0,24±0,02
	C22:6ω-3	0,33±0,16	0,35±0,18	0,47±0,03

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

5.3.3. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα του λαυρακιού (Seabass) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των λιπαρών οξέων στη σάρκα του λαυρακιού φαίνεται στον πίνακα 20. Όπως προκύπτει από τον πίνακα 20, το λιπαρό οξύ με την υψηλότερη περιεκτικότητα ήταν το C18:1ω-9 και κυμάνθηκε από 2,51 έως 4,13g/100g εδώδιμης σάρκας. Η περιεκτικότητα σε C16:0 κυμάνθηκε από 1,36 έως 1,66g/100g εδώδιμης σάρκας τους μήνες Σεπτέμβριο και Απρίλιο, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε DHA κυμάνθηκε από 0,16 έως 0,43g/100g εδώδιμης σάρκας. Η περιεκτικότητα σε EPA κυμάνθηκε από 0,17 έως 1,04g/100g εδώδιμης σάρκας τους μήνες Σεπτέμβριο και Απρίλιο, αντίστοιχα. Η χαμηλότερη περιεκτικότητα σε EPA και DHA παρατηρήθηκε το μήνα Σεπτέμβριο (0,33g/100g εδώδιμης σάρκας).

Πίνακας 20: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα (g/100g εδώδιμης σάρκας) του λαυρακιού (Seabass) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

	Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0	0,47±0,02	0,42±0,02	0,13±0,01
	C16:0	1,66±0,09	1,47±0,09	1,36±0,07
	C16:1ω-7	1,04±0,05	0,92±0,03	0,42±0,02
	C18:0	0,39±0,02	0,34±0,01	0,40±0,02
	C18:1ω-7	2,47±0,14	1,92±0,10	0,31±0,02
	C18:1ω-9	4,13±0,29	2,51±0,15	3,14±0,10

	C18:2ω-6	1,10±0,00	0,61±0,15	2,01±0,07
	C18:3ω-3	0,08±0,00	0,07±0,00	0,03±0,00
	C20:1ω-9	0,34±0,02	0,28±0,00	0,14±0,01
	C20:4ω-6	0,10±0,01	0,09±0,01	0,04±0,00
	C20:5ω-3	1,04±0,10	0,87±0,04	0,17±0,01
	C22:6ω-3	0,43±0,04	0,37±0,02	0,16±0,01

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

Στην εργασία των Imre and Saglik, (1998) εξετάστηκαν δείγματα λαυρακιού που αγοράστηκαν από την τοπική αγορά της Κωνσταντινούπολης, το μήνα Απρίλιο το λαυράκι είχε ολικό λίπος 2,3%, η περιεκτικότητα σε EPA ήταν 0,18g/100g εδώδιμης σάρκας, σε DHA 0,22g/100g εδώδιμης σάρκας και σε συνολικά ω-3 0,43g/100g εδώδιμης σάρκας.

5.3.4. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα των μυδιών (Mytilus galloprovincialis) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Τα αποτελέσματα του ποσοτικού προσδιορισμού των λιπαρών οξέων στη σάρκα του μυδιού φαίνονται στον πίνακα 21. Όπως προκύπτει, το λιπαρό οξύ με την υψηλότερη περιεκτικότητα ήταν το C16:0 το μήνα Ιούνιο οι τιμές του οποίου κυμάνθηκαν από 1,02 έως 1,46g/100g εδώδιμης σάρκας. Η περιεκτικότητα σε DHA κυμάνθηκε από 0,29 έως 0,73g/100g εδώδιμης σάρκας, τους μήνες Σεπτέμβριο και Ιούνιο, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε EPA κυμάνθηκε από 0,35 έως 0,76g/100g εδώδιμης σάρκας τους μήνες Σεπτέμβριο και Απρίλιο, αντίστοιχα.

Πίνακας 21: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα (g/100g εδώδιμης σάρκας) οξέα των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

	Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0	0,14±0,07	0,13±0,05	0,05±0,01
	C16:0	1,02±0,47	1,46±0,32	0,45±0,07
	C16:1ω-7	0,37±0,05	0,53±0,16	0,15±0,06
	C18:0	0,16±0,07	0,24±0,07	0,07±0,02
	C18:1ω-7	0,14±0,05	0,26±0,09	0,04±0,01
	C18:1ω-9	0,12±0,02	0,18±0,07	0,08±0,04
	C18:2ω-6	0,05±0,02	0,06±0,01	0,02±0,01
	C18:3ω-3	0,07±0,02	0,12±0,05	0,02±0,01
	C20:1ω-9	0,21±0,08	0,34±0,16	0,09±0,06
	C20:4ω-6	0,01±0,01	0,03±0,01	0,01±0,01
	C20:5ω-3	0,76±0,08	0,67±0,11	0,35±0,06
	C22:6ω-3	0,61±0,04	0,73±0,18	0,29±0,11

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

5.3.5. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Από τα αποτελέσματα του ποσοτικού προσδιορισμού των λιπαρών οξέων στη σάρκα της σαρδέλας προκύπτει ότι το λιπαρό οξύ με την υψηλότερη περιεκτικότητα είναι το C16:0 το οποίο κυμάνθηκε από 1,37 έως 2,40g/100g εδώδιμης σάρκας. Η περιεκτικότητα σε DHA κυμάνθηκε από 1,18 έως 2,05g/100g εδώδιμης σάρκας, τους μήνες Απρίλιο και Ιούνιο, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε EPA κυμάνθηκε από 0,84 έως 1,48g/100g εδώδιμης σάρκας τους μήνες Απρίλιο και Σεπτέμβριο, αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε C18:1ω-9 κυμάνθηκε από 0,84 έως 1,90g/100g εδώδιμης σάρκας τους μήνες Απρίλιο και Ιούνιο, αντίστοιχα.

Πίνακας 22: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα (g/100g εδώδιμης σάρκας) της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

	Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0	0,32±0,02	0,56±0,02	0,98±0,15
	C16:0	1,37±0,08	2,40±0,12	2,17±0,16
	C16:1ω-7	0,83±0,04	1,46±0,06	1,71±0,20
	C18:0	0,27±0,01	0,84±0,65	0,73±0,06
	C18:1ω-7	0,25±0,01	0,45±0,05	0,59±0,09
	C18:1ω-9	0,84±0,04	1,47±0,07	1,90±0,14
	C18:2ω-6	0,15±0,01	0,27±0,01	0,26±0,08
	C18:3ω-3	0,17±0,01	0,29±0,02	0,19±0,07
	C20:1ω-9	0,20±0,02	0,23±0,17	0,22±0,08
	C20:4ω-6	0,02±0,00	0,14±0,19	0,02±0,00
	C20:5ω-3	0,84±0,07	1,01±0,82	1,48±0,11
	C22:6ω-3	1,18±0,08	2,05±0,14	1,32±0,10

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

Οι Domingo *et al.*, (2007) εξέτασαν δείγματα σαρδέλας από την περιοχή της Καταλονίας της Ισπανίας, την περίοδο Μάρτιος- Απρίλιος. Ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε EPA και DHA ήταν 0,18g/100g και 0,25g/100g σάρκας, αντίστοιχα.

5.3.6. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα της τσιπούρας (*Sparus aurata*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 23, το λιπαρό οξύ με την υψηλότερη περιεκτικότητα ήταν το C18:1ω-9 το οποίο κυμάνθηκε από 1,69 έως 2,63g/100g εδώδιμης σάρκας τους μήνες Απρίλιο και Ιούνιο, αντίστοιχα. Επίσης σε υψηλή περιεκτικότητα βρίσκεται και το C16:0 το οποίο εμφάνισε το μεγαλύτερο ποσοστό τον μήνα Ιούνιο (2,69g/100g εδώδιμης σάρκας). Η περιεκτικότητα σε DHA κυμάνθηκε από 0,83 έως 1,54g/100g εδώδιμης σάρκας ενώ η περιεκτικότητα σε EPA

κυμάνθηκε από 0,96 έως 1,03g/100g εδάδιμης σάρκας τους μήνες Απρίλιο και Σεπτέμβριο, αντίστοιχα.

Πίνακας 23: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα (g/100g εδάδιμης σάρκας) της τσιπούρας (*Sparus aurata*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

	Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Λιπαρά οξέα	C14:0	0,35±0,10	0,28±0,07	0,19±0,01
	C16:0	1,31±0,20	2,69±0,31	1,64±0,17
	C16:1ω-7	0,36±0,05	0,76±0,08	0,36±0,09
	C18:0	0,26±0,01	0,54±0,01	0,33±0,06
	C18:1ω-7	0,23±0,02	1,48±0,32	0,45±0,17
	C18:1ω-9	1,69±0,26	2,63±0,05	1,75±0,62
	C18:2ω-6	0,83±0,09	1,30±0,07	0,90±0,01
	C18:3ω-3	0,07±0,01	0,16±0,03	0,04±0,01
	C20:1ω-9	0,25±0,03	0,29±0,09	0,13±0,01
	C20:4ω-6	0,06±0,01	0,06±0,01	0,04±0,01
	C20:5ω-3	0,96±0,02	0,88±0,01	1,03±0,05
	C22:6ω-3	0,83±0,03	1,54±0,13	0,93±0,14

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση.

5.4. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΑΠΡΙΛΙΟ, ΙΟΥΝΙΟ ΚΑΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟ.

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των αλιευμάτων σε χοληστερόλη είναι σημαντικό να μελετηθεί για να διαπιστωθεί και να επιβεβαιωθεί η χαμηλή περιεκτικότητά τους και η σημαντική συμβολή τους στην ανθρώπινη διατροφή (Kinsella *et al.*, 1977; Imre and Salik, 1998; Osman *et al.*, 2001).

5.4.1. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της γαρίδας (Alpheus rapacida) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη στα δείγματα της γαρίδας επηρεάστηκε σημαντικά από την περίοδο αλίευσης, όπως φαίνεται στον πίνακα 24.

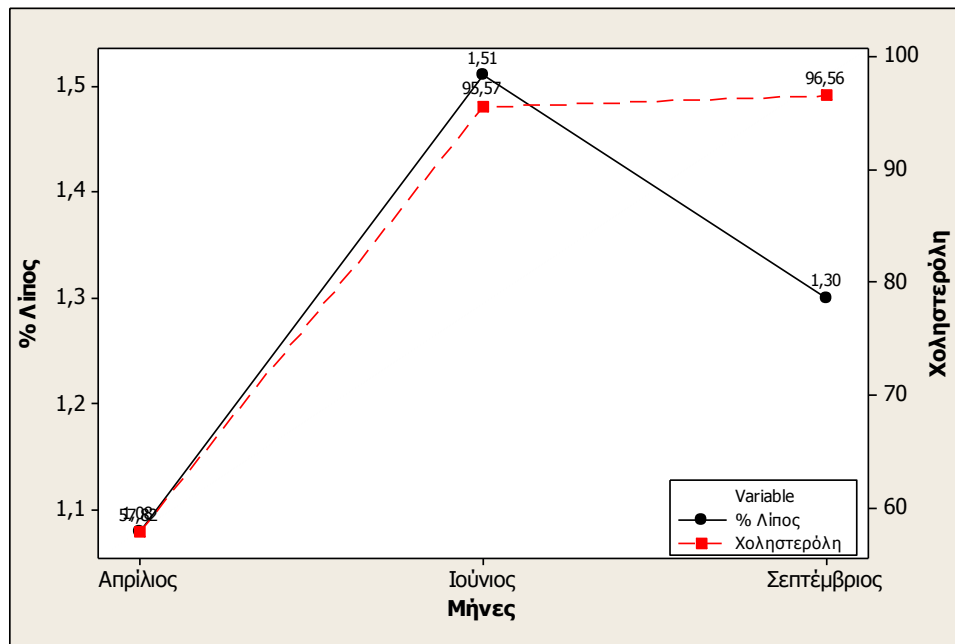
Στον πίνακα, λοιπόν, παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα εμφανίστηκε τον μήνα Σεπτέμβριο (96,56mg/100g εδώδιμης σάρκας) ενώ η μικρότερη παρατηρήθηκε τον μήνα Απρίλιο (57,82mg/100g εδώδιμης σάρκας).

Πίνακας 24: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της γαρίδας (Alpheus rapacida) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Χοληστερόλη (mg/100g εδώδιμης σάρκας)	57,82±1,16 ^a	95,57±1,12 ^b	96,56±0,31 ^b

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$).

Στο σχήμα 12 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε χοληστερίνη και της περιεκτικότητας σε λίπος. Από το σχήμα 12 μπορεί να παρατηρηθεί ότι κατά τους μήνες Απρίλιο και Ιούνιο οι τιμές και των δύο συστατικών παρουσιάζουν την ίδια αυξητική τάση. Τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο παρουσιάζουν μια μικρή διαφορά εφόσον η περιεκτικότητα σε λίπος εμφανίζει μια μικρή μείωση.



Σχήμα 12: Συσχέτιση λίπους-χοληστερόλης στα δείγματα της γαρίδας (*Alpheus rapacida*).

Οι Kritchevsky et al., (1967) ανακοίνωσαν ότι σε είδη γαρίδας, η συγκέντρωση της χοληστερόλης ήταν 201mg/100g εδώδιμης σάρκας. Ανάλογες τιμές στην περιεκτικότητα χοληστερόλης σε δείγματα γαρίδας (*P. Aztecus*) ανακοινώθηκαν και από τους Johnston et al., (1983).

Ο Greenly, (2000) ανακοίνωσε ότι σε δείγματα γαρίδας η συγκέντρωση της χοληστερόλης ήταν 166mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη των δειγμάτων γόπας που εξετάστηκαν στη συγκεκριμένη εργασία ήταν πολύ χαμηλότερη από τα 300mg των καθημερινών απαιτήσεων του ανθρώπινου οργανισμού.

5.4.2. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη του καλαμαριού (*Logio vulgaris*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη στα δείγματα του καλαμαριού δεν επηρεάστηκε από την περίοδο αλίευσης, όπως φαίνεται στον πίνακα 25. Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη και τους τρεις μήνες παραμένει σχεδόν σταθερή.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα, η υψηλότερη περιεκτικότητα σε χοληστερόλη (151,27mg/100g εδώδιμης σάρκας), διαπιστώθηκε την περίοδο του

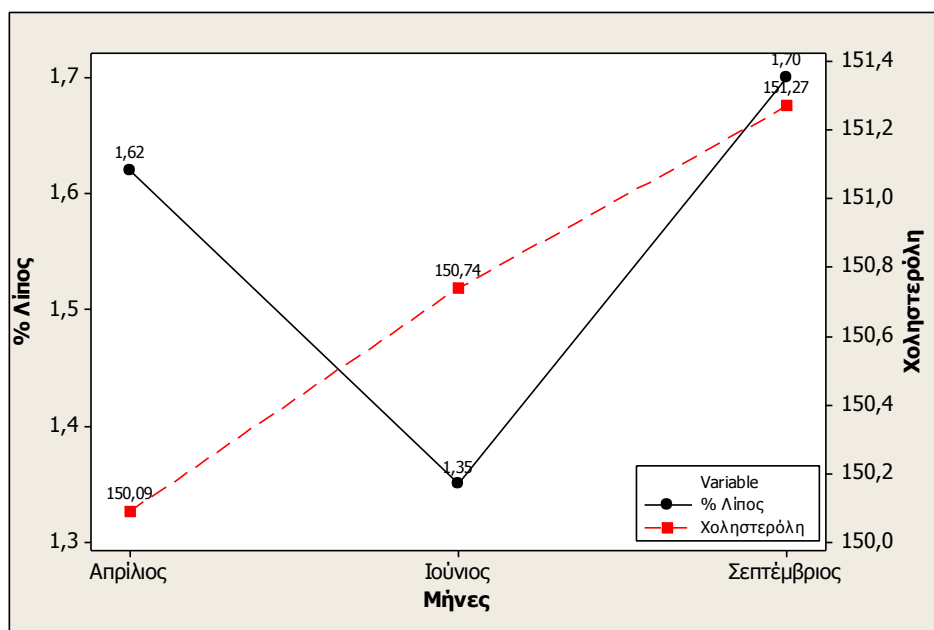
Σεπτεμβρίου και η χαμηλότερη την περίοδο του Απριλίου (150,09mg/100g εδώδιμης σάρκας).

Πίνακας 25: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη του καλαμαριού (*Logio vulgaris*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Χοληστερόλη (mg/100g εδώδιμης σάρκας)	150,09±0,86 ^a	150,74±0,76 ^a	151,27±0,41 ^a

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$).

Στο σχήμα 13 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε χοληστερίνη και της περιεκτικότητας σε λίπος. Από το σχήμα 13 δεν μπορεί να παρατηρηθεί συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε λίπος και της περιεκτικότητας σε χοληστερόλη, ωστόσο φαίνεται ότι η υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος ακολουθείται από υψηλή περιεκτικότητα σε χοληστερόλη.



Σχήμα 13: Συσχέτιση λίπους-χοληστερόλης στα δείγματα του καλαμαριού (*Logio vulgaris*).

Οι Mathew et al., (1999) μελετώντας αλιεύματα από την περιοχή της Ινδίας, ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη των δειγμάτων καλαμαριού

(*Loligo duvauceli*) ήταν σχετικά υψηλή και κυμάνθηκε από 188 έως 198mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Οι Krzyniwek et al., (1989) ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη δειγμάτων καλαμαριού (*Logigo pealei*) κυμάνθηκε από 110 έως 450mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε χοληστερόλη στη συγκεκριμένη εργασία. Από τα αποτελέσματα μπορεί να διαπιστωθεί ότι η περιεκτικότητα της χοληστερόλης είναι υψηλότερη από αυτήν που ανιχνεύτηκε στα είδη ψαριών, ωστόσο η περιεκτικότητα της δεν υπερβαίνει την ημερήσια αναγκαία για τον ανθρώπινο οργανισμό δόση των 300mg.

5.4.3. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη του λαυρακιού (Seabass) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη στα δείγματα λαυρακιού, επηρεάστηκε σημαντικά από την περίοδο αλίευσης όπως φαίνεται στον πίνακα 26, ωστόσο η περιεκτικότητα παρέμεινε ιδιαίτερα χαμηλή σε όλες τις μετρήσεις.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα, η υψηλότερη περιεκτικότητα σε χοληστερόλη (36,15mg/100g εδώδιμης σάρκας), διαπιστώθηκε την περίοδο του Σεπτεμβρίου και η χαμηλότερη την περίοδο του Ιουνίου (28,42mg/100g εδώδιμης σάρκας).

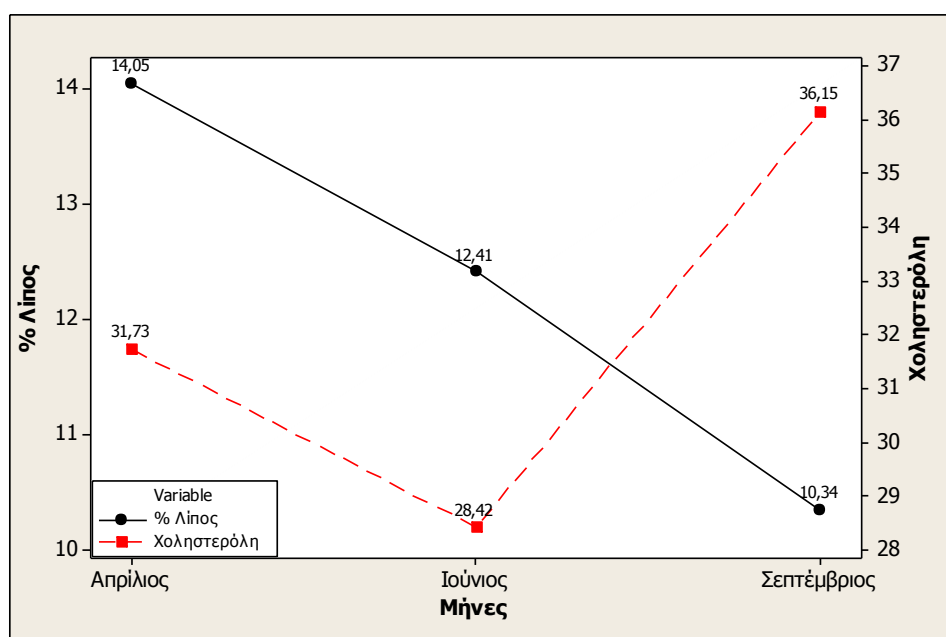
Πίνακας 26: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη του λαυρακιού (Seabass) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Χοληστερόλη (mg/100g εδώδιμης σάρκας)	31,73±0,21 ^α	28,42±0,75 ^γ	36,15±0,93 ^β

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$).

Στο σχήμα 14 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε χοληστερίνη και της περιεκτικότητας σε λίπος. Αντίθετη είναι η συσχέτιση που μπορεί να παρατηρηθεί μεταξύ των δύο συστατικών (Σχήμα 14). Η αύξηση δηλαδή

της περιεκτικότητας σε χοληστερόλη ακολουθήθηκε από μείωση της περιεκτικότητας σε λίπος.



Σχήμα 14: Συσχέτιση λίπους-χοληστερόλης στα δείγματα του λαυρακιού (Seabass).

Οι Imre and Saglik, (1998) ανακοίνωσαν ανάλογα αποτελέσματα μελετώντας δείγματα λαυρακιού από την περιοχή της Κωνσταντινούπολης, κατά το μήνα Απρίλιο η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη ήταν 42,90mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Οι Karakoltsidis *et al.*, (1995) μελετώντας δείγματα λαυρακιού από την περιοχή του Αιγαίου ανακοίνωσαν ότι το λαυράκι είχε περιεκτικότητα σε χοληστερόλη 72mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη των δειγμάτων λαυρακιού που εξετάστηκαν στη συγκεκριμένη εργασία ήταν πολύ χαμηλότερη από τα 300mg των καθημερινών απαιτήσεων του ανθρώπινου οργανισμού.

5.4.4. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη των μυδιών (Mytilus galloprovincialis) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη στα δείγματα μπακαλιάρου επηρεάστηκε από την περίοδο αλίευσης όπως φαίνεται στον πίνακα 27, ωστόσο η περιεκτικότητα παρέμεινε ιδιαίτερα χαμηλή σε όλες τις μετρήσεις.

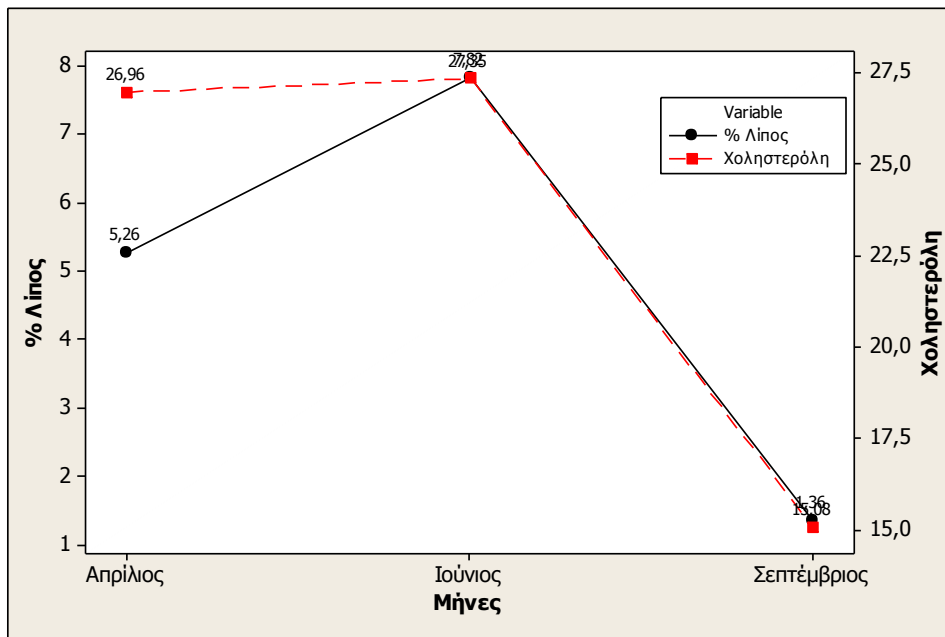
Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα, η υψηλότερη περιεκτικότητα σε χοληστερόλη (27,35mg/100g εδώδιμης σάρκας), διαπιστώθηκε την περίοδο του Ιουνίου και η χαμηλότερη την περίοδο του Σεπτεμβρίου (15,08mg/100g εδώδιμης σάρκας).

Πίνακας 27: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Χοληστερόλη (mg/100g εδώδιμης σάρκας)	26,96±1,08 ^β	27,35±2,06 ^β	15,08±0,36 ^α

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$).

Στο σχήμα 15 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε χοληστερίνη και της περιεκτικότητας σε λίπος. Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από το σχήμα 15 η περιεκτικότητα σε λίπος και χοληστερόλη έχουν σημαντική συσχέτιση.



Σχήμα 15: Συσχέτιση λίπους-χοληστερόλης στα δείγματα των μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*).

Οι Krzypowek & Murphy (1987), ανακοίνωσαν ότι σε διάφορα είδη μυδιού από την Αυστραλία και την Αγγλία η συγκέντρωση της χοληστερόλης κυμάνθηκε από 45 έως 60 mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Οι Orban et al., (2002) ανακοίνωσαν ότι σε μύδια ελεγχόμενης εκτροφής (*Mytilus galloprovincialis*) από την βόρεια Αδριατική ακτή, η συγκέντρωση της χοληστερόλης κυμάνθηκε από 10mg/g λίπους το μήνα Φεβρουάριο έως 30mg/g λίπους το μήνα Σεπτέμβριο.

Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας μπορεί επίσης να διαπιστωθεί ότι η περιεκτικότητα της χοληστερόλης του συγκεκριμένου είδους γαρίδας ήταν χαμηλότερη από αυτές που ανακοινώθηκαν από άλλους ερευνητές.

5.4.5. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη στα δείγματα σαρδέλας επηρεάστηκε σημαντικά από την περίοδο αλίευσης όπως φαίνεται στον πίνακα 28, ωστόσο η περιεκτικότητα παρέμεινε ιδιαίτερα χαμηλή σε όλες τις μετρήσεις.

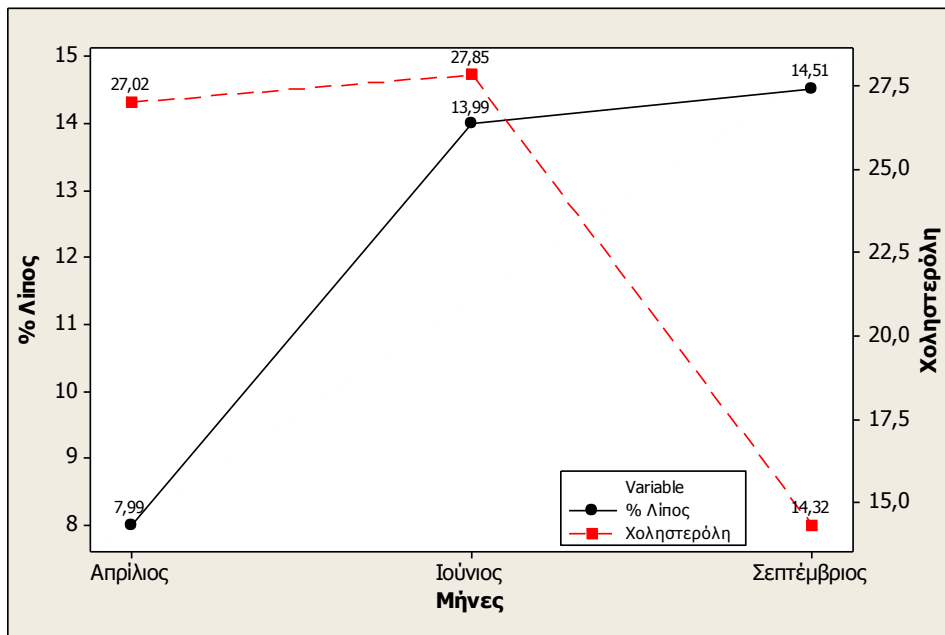
Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 28, η υψηλότερη περιεκτικότητα σε χοληστερόλη (27,85mg/100g εδώδιμης σάρκας), διαπιστώθηκε την περίοδο του Απριλίου και η χαμηλότερη την περίοδο του Σεπτεμβρίου (14,32mg/100g εδώδιμης σάρκας).

Πίνακας 28: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Χοληστερόλη (mg/100g εδώδιμης σάρκας)	27,02±0,64 ^a	27,85±0,32 ^a	14,32±0,79 ^b

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$).

Στο σχήμα 16 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε χοληστερίνη και της περιεκτικότητας σε λίπος. Αντίθετη είναι η συσχέτιση που μπορεί να παρατηρηθεί μεταξύ των δύο συστατικών (Σχήμα 16). Η μείωση δηλαδή της περιεκτικότητας σε χοληστερόλη ακολουθήθηκε από αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος.



Σχήμα 16: Συσχέτιση λίπους-χοληστερόλης στα δείγματα της σαρδέλας (*Sardina pilchardus*).

Οι Karakoltsidis *et al.*, (1995) μελετώντας δείγματα σαρδέλας (*Sardina pilchardus*) από την περιοχή του Αιγαίου ανακοίνωσαν ότι η σαρδέλα είχε περιεκτικότητα σε χοληστερόλη 63mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Οι De Leonardis and Macciola, (2004) μελέτησαν τις μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη σε φιλέτα σαρδέλας που αλιεύθηκαν στην Αδριατική θάλασσα σε διαφορετικές περιόδους (Αύγουστος-Οκτώβριος). Ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη των δειγμάτων σαρδέλας που αλιεύθηκαν από τον Αύγουστο μέχρι τον Οκτώβριο ήταν 97,5mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Οι περιεκτικότητες σε χοληστερόλη στα δείγματα σαρδέλας που εξετάστηκαν στη συγκεκριμένη εργασία, ήταν χαμηλότερες από αυτές που έχουν ανακοινωθεί από άλλους ερευνητές καθώς και πολύ χαμηλότερες από τα 300mg των καθημερινών απαιτήσεων του ανθρώπινου οργανισμού.

5.4.6. Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της τσιπούρας (*Sparus aurata*) κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Στον πίνακα 29 φαίνεται η συγκέντρωση της χοληστερόλης (mg/100g εδώδιμης σάρκας) των δειγμάτων τσιπούρας (*Sparus aurata*) για τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο η οποία δεν επηρεάζεται από την περίοδο αλίευσης.

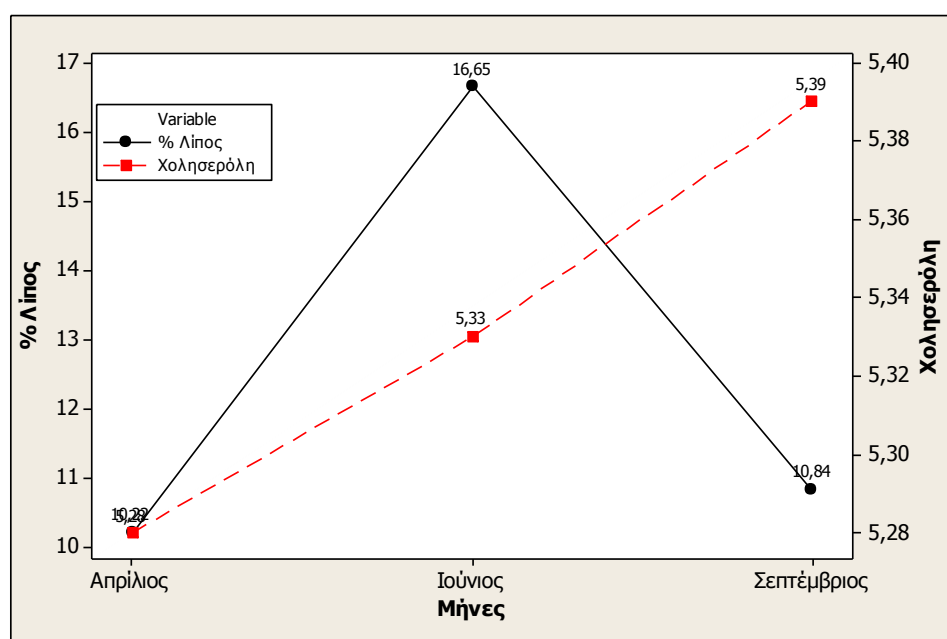
Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα η συγκέντρωση της χοληστερόλης παρέμεινε σε αρκετά χαμηλά επίπεδα και κυμάνθηκε από 5,28 έως 5,39mg/100g εδώδιμης σάρκας.

Πίνακας 29: Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε χοληστερόλη της τσιπούρας (*Sparus aurata*) κατά τους μήνες που μελετήθηκαν.

Μήνες	Απρίλιος	Ιούνιος	Σεπτέμβριος
Χοληστερόλη (mg/100g εδώδιμης σάρκας)	5,28±0,11 ^α	5,33±0,22 ^α	5,39±0,17 ^α

Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων ± τυπική απόκλιση. Οι τιμές με τον ίδιο εκθέτη δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \geq 0,05$).

Στο σχήμα 17 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε χοληστερίνη και της περιεκτικότητας σε λίπος. Δεν μπορεί να διαπιστωθεί συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε χοληστερόλη και της περιεκτικότητας σε λίπος.



Σχήμα 17: Συσχέτιση λίπους-χοληστερόλης στα δείγματα της τσιπούρας (*Sparus aurata*).

Οι Orban et al., (1997) μελετώντας δείγματα τσιπούρας (*Sparus aurata*) σε δύο διαφορετικά συστήματα ελεγχόμενης εκτροφής από την περιοχή της Σικελίας, ανακοίνωσαν ότι η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη κυμάνθηκε από 63,5 έως 677mg/100g εδώδιμης σάρκας.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι λιπαρές ύλες των εξεταζόμενων ειδών (καλαμαριού (*Logio vulgaris*) μυδιού (*Mytillus galloprovincialis*), λαυρακιού (*Seabass*) και σαρδέλας (*Sardina pilchardus*), επηρεάστηκαν σημαντικά από την περίοδο αλίευσης.
- Τα κυριότερα λιπαρά οξέα με υψηλότερο ποσοστό στο σύνολο των λιπαρών που ανιχνεύθηκαν, στα αλιεύματα που εξετάστηκαν είναι το C16:0, το DHA και το C18:1ω-9. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα λιπαρά οξέα διαφοροποιήθηκαν στη διάρκεια των τριών μηνών που εξετάστηκαν. Επομένως, όλα τα εξεταζόμενα είδη αποτελούν αξιόλογες πηγές ω-3 λιπαρών οξέων και ιδιαίτερα σε EPA και DHA, τα οποία θεωρούνται ευεργετικά για την καλή υγεία του καταναλωτικού κοινού,. Επιπρόσθετα η αναλογία ω-6/ω-3 κυμάνθηκε σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα σε όλα τα είδη των αλιευμάτων, ενισχύοντας έτσι την προστασία του καταναλωτή σε καρδιαγγειακές παθήσεις.
- Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη ήταν ιδιαίτερα χαμηλή σε όλα τα αλιεύματα που εξετάστηκαν, χωρίς να υπερβαίνει την ημερήσια αναγκαία για τον ανθρώπινο οργανισμό δόση των 300mg, συμβάλλοντας έτσι στην ανωτέρω ευεργετική δράση των συγκεκριμένων τροφίμων. Η χαμηλή αυτή περιεκτικότητα της χοληστερόλης σε συνδυασμό με την αξιόλογη ποσότητα των ω-3 λιπαρών οξέων καθιστούν τα είδη αυτά τρόφιμα υψηλής ποιότητας και ιδιαίτερα σημαντικά για την καλή υγεία του καταναλωτή.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aggelousis G. and Lazos E.S. (1991). Fatty acid composition of the lipids from eight freshwater fish species from Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, 4, 68-76.
- Alasalvar C., Taylor K.D.A., Shahidi F., Alexis M. (2002). Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79, 145–150.
- Arino A, Beltran J.A. and Roncales P. (2003). Dietary importance of fish and shellfish. In: *Fish*. pp 2471-2477, University of Zaragoza, Spain.
- Arino A, Beltran J.A, Herrera A and Roncales P (2005). *Fish*., pp 247-256, University of Zaragoza, Spain.
- Aro T., Tahvonen R., Mattila T., Nurmi J., Sivonen T., Kallio H. (2000). Effects of Season and Processing on Oil Content and Fatty Acids of Baltic Herring (*Clupea harengus membras*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48, 6085–6093.
- Bandarra N.M., Batista I., Nunes M.L., Empis J.M., Christie W.W. (1997). Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of Food Science*, 62, 40-42.
- Black D. and Love R.M. (1986). The sequential mobilization and restoration of energy reserves in tissues of Atlantic cod during starvation and refeeding. *Journal of Comparative Physiology B*, 156, 469-479.
- Bligh E.G., & Dyer W.J., (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.
- Bradley R.L.J. (2003). Moisture and total solids analysis. In: *Food analysis* (Eds Nielsen S.S.) pp. 81-99, Kluwer Academic/Plenum publisher, New York.
- Conor W.E., & Don S.L., (1982). The effect of shellfish in the diet upon the plasma lipid levels in humans. *Metabolism*, 31 (10), 1046-1051.
- Cowie W. P., & Mackie I.M. (1968). Examination of the protein extractability method for determining cold storage protein denaturation in cod. *Journal of Food Science and Agriculture*, 19, 696-700.

- De Leonardis A. and Macciola V. (2004). A study on the lipid fraction of Adriatic sardine filets (*Sardina pilchardus*). *Nahrung/Food*, 48, 209-212.
- Domingo J.L., Bocio A., Falco G., Llobet J.M. (2007). Benefits and risks of fish consumption Part I. A quantitative analysis of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminants. *Toxicology*, 230, 219–226.
- EEC (1979). Commission of European Communities. Method- I S Q 1442-1973.
- Etherton K., Harris PM., Appel LJ. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 106, 2747-2757.
- Erkan N. and Ozden O. (2007). Proximate composition and mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. *Food Chemistry*, 102, 721–725.
- FAO, (2009). Food Agriculture Organization.
- Folch J., Lees M., Sloan-Stanley G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Fuentes A., Fernandez-Segovia I., Escriche I., Serra J.A. (2009). Comparison of physico-chemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different Spanish origins. *Food Chemistry*, 112, 295-302.
- 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.
- Gonzalez-Fandos E., Garcia-Linares M.C., Villarino-Rodríguez A., Garcia-Arias M.T., Garcia-Fernandez M.C. (2004). Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. *Food Microbiology*, 21, 193–201.
- Goulas A.E. and Kontominas M.G. (2007). Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *European Food Research and Technology*, 224, 545–553.

- Goulas A. E. & Kontominas M. G. (2007). Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, **100**, 287-296.
- Greenly L.W. (2000). A nutrition primer: fat and cholesterol. *Journal of Chiropractic Medicine*, **1**(4), 201-205.
- 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.
- Grigorakis K., Alexis M., Gialamas I., Nikolopoulou D. (2004). Sensory, microbiological, and chemical spoilage of cultured common sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice: a seasonal differentiation. *European Food Research and Technology*, **219**, 584–587.
- Guner, S., Dincer, B., Alemdag N., Colak, A.,& Tufeksi, M. (1998). Proximate and selected mineral content of commercially important fish species from the Black sea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **78**, 337-342.
- Hanson S.W.F. and Olley J. (1963). Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochemical Journal*, **89**, 101-108.
- Harbers L.H. and Nielsen S.S. (2003). Ash analysis. In: *Food analysis*, (Eds Nielsen S.S.) pp. 103-110, Kluwer Academic/Plenum publisher, New York.
- He K., Liu K., Daviglius ML. (2008). Intakes of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and fish in relation to measurements of subclinical atherosclerosis. *American Journal of Clinical Nutrition*, **88**, 1111-1118.
- Imre S. and Saglik S. (1998). Fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish fish species. *Turkish Journal Chemistry*, **22**, 321- 324.
- Karakoltsidis P.A., Zotos A., Costantinides S.M. (1995). Composition of commercially important Mediterranean finfish crustaceans and mollusks. *Journal of Food Composition and Analysis*, **8**, 258-273.

- Karayannakidis P.D., Zotos A., Petridis D., Taylor K.D.A. (2007). The effect of initial wash at acidic and alkaline pHs on the properties of protein concentrate (kamaboko) products from sardine (*Sardina pilchardus*) samples. *Journal of Food Engineering*, 78, 775–783.
- Kinsella J.E. (1986). Food components with potential therapeutic benefits: The n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. *Food Technology*, 2, 89–97.
- Kinsella, J. E., Shimp J. L., Mai J., Weihrauch J. (1977). Sterol, phospholipid, mineral content and proximate composition of filets of select freshwater fish species. *Journal of Food Biochemistry*, 1, 131-140.
- Kovacs M.I.P., Anderson W.E and Ackman R. G. (1979). A simple method for the determination of cholesterol and some plant sterols in fishery-based food products. *Journal of Food Science*, 44, 1299-1301.
- Kritchevsky D., Tepper S. A., DiTullio N.W., Holmes W. L. (1967). The sterols of seafood. *Journal Food Science*, 32, 64.
- Krzynowek J., D' Entremont D. L., Murphy J. (1989). Proximate composition and fatty acid and cholesterol content of squid, *Loligo paelei* and *Illex illecebrosus*. *Journal of Food Science*, 54(1), 45-48.
- Krzynowek J. and Murphy J. (1987). Proximate composition, energy, fatty acid, sodium, and cholesterol content of finfish, shellfish, and their products, pp 1-52. National Marine Fisheries Service. U.S, Springfield.
- Krzynowek J., Murphy J., Maney R.S., Panunzio L.A. (1989). Proximate composition and fatty acid and cholesterol content of 22 Species of northwest Atlantic finfish, pp 11-34, National Marine Fisheries Service, Springfield.
- Krzynowek J., & Panunzio L.J. (1989). Cholesterol and fatty acids in several species of shrimp. *Journal of Food Science*, 54(2), 237-239.
- Kyra V., Lougovois V.P & Valsamis D.S., (1997). Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 32, 339-347.
- Luzia A., Sampaio G.R., Castellucci C.M.N., Torres E.A.F.S., (2003). The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry*, 83, 93-97.

- Mahaffey K.R., Clickner R.P., Jeffries R.A. (2004). Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury and the ω -3 fatty acids, eicosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risks and benefits. *Environmental Research*, 95, 414-428.
- Mathew S., Ammu K., Viswanathan Nair P.G., Devadasan K. (1999). Cholesterol content of Indian fish and shellfish. *Food Chemistry*, 66, 455-461.
- Μπλούκας Ι. Γ. (2001). Τεχνολογία αλιευμάτων. pp 21-25, Τμήμα εκδόσεων Α.Π.Θ, Θεσσαλονίκη.
- Μπόσκου Δ., (1997). Χημεία τροφίμων. pp 141, Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη.
- Nagai M. and Ikeda S. (1971). Carbohydrate metabolism in fish-1. Effects of starvation and dietary composition on the blood-glucose level and the hepatopancreatic glycogen and lipid contents in carp. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 37, 404-415.
- Oluozlu O.D., Tuzen M., Mendil D., Soylak M. (2007). Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. *Food Chemistry*, 104, 835-840.
- Orban E., Di Lena G., Nevigato T., Casini I., Marzetti A., Caproni R. (2002). Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemistry*, 77, 57-65.
- Orban E., Sinesio F., Paoletti F. (1997). The functional properties of the proteins, texture and the sensory characteristics of frozen sea bream fillets (*Sparus aurata*) from different farming systems. *Lebensm-Wiss, u-Technology*, 30, 214-217.
- Osman H., Suriah A.R., Law E.C. (2001). Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian water. *Food Chemistry*, 73, 55-60.

- Ozogul Y., Duysak O., Ozogul F., Ozkutuk A. S., Tureli C. (2008). Seasonal effects in the nutritional quality of the body structural tissue of cephalopods. *Food Chemistry*, 108, 847-852.
- Ozogul Y and Ozogul F. (2007). Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. *Food Chemistry*, 100, 1634–1638.
- Ozyurt G. and Polat A. (2006). Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): a seasonal differentiation. *European Food Research Technology*, 222, 316–320.
- Ozyurt G., Polat A., Ozkutuk S. (2005). Seasonal changes in the fatty acids of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and white sea bream (*Diplodus sargus*) captured in Iskenderun Bay, eastern Mediterranean coast of Turkey. *European Food Research Technology*, 220,120-124.
- Pedraja R.R. (1970). Change of composition of shrimp and other marine animals during processing. *Food Technology*, 24(37), 1355-1360.
- Periago M.J., Ayala M.D., López-Albors O., Abdel I., Martínez C., Garcia-Alcazar A., Ros G. & Gil F. (2005). Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., *Aquaculture*, 249, 175–188.
- Piironen V., Toivo J., and Lampi A.M., (2002). New Data for Cholesterol Contents in Meat, Fish Milk, Eggs and Their Products Consumed in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 705-713.
- Ρηγανάκος Κ.Α. (2004). Τεχνολογία αλιευμάτων. pp 5-6, Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων, Τμήμα Χημείας, Ιωάννινα.
- Ross D.A. (1977). Lipid metabolism of the cod (*Gadus morhua*). *PhD Thesis*, University of Aberdeen.
- Sağlık S. and Imre S. (2001). Ω3-fatty acids in some fish species from Turkey. *Food Chemistry and Toxicology*, 66, 210-212.

- Sempore B.G. and Berad I.A. (1996). Analysis of neutral lipids: fatty acids. In: *Handbook of food analysis* (Eds Nollet L.M.L.) pp 357-359, Marcel Dekker, Inc, New York.
- Shirai N., Suzuki H, Tokairin S., Ehara H., Wada S. (2002^b). Dietary and seasonal effects on the dorsal meat lipid composition of Japanese (*Silurus asotus*) and Thai catfish (*Clarias macrocephalus* and hybrid *Clarias macrocephalus* and *Clarias galipinus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 132, 609–619.
- Sirot V., Oseredczuk M., Bemrah-Aouachria N., Volatuer J-L., Leblanc J-C. (2008). Lipid and fatty acid composition of fish and seafood consumed in France: CALIPSO study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 8-16.
- Skalli A., Robin J.H., Le Bayon N., Le Delliou H., Person-Le Ruyet J. (2006). Impact of essential fatty acid deficiency and temperature on tissues' fatty acid composition of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 255, 223–232.
- Steffens W. (1997). Effects of variation feeds on nutritive in essential fatty acids in fish value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151, 97-119.
- Uluturhan E. and Kucuksezgin F. (2007). Heavy metal contaminants in Red Pandora (*Pagellus erythrinus*) tissues from the Eastern Aegean Sea, Turkey. *Water Research*, 41, 1185 –1192.
- Van Camp A. and Huyghebaert A. (1996). Determination of proteins in foods. In: *Handbook of Food Analysis*, vol1 (Eds Nollet L.M.L.) pp 282-301, Marcel Dekker, New York.
- Yanar Y., & Celik M., (2006). Seasonal amino acid profiles and mineral contents of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* De Haan, 1844) and speckled shrimp (*Metapenaeus monoceros* Fabricus, 1789) from the Eastern Mediterranean. *Food Chemistry*, 94, 33-36.
- Ζερφυρίδης Γ.Κ. (1998). Διατροφή του ανθρώπου. pp 83-85. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.

- Zlatanov S., & Laskaridis K. (2007). Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish – sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). *Food Chemistry*, 103, 725-728.
- Zlatanov S., Laskaridis K., Feist C., Sagredos A. (2006). Proximate composition, fatty acid analysis and protein digestibility-corrected amino acid score of three Mediterranean cephalopods. *Molecular Nutrition Food Research*, **50**, 967-970.
- Zlatanov S. & Sagredos A. N. (1993). The fatty acid composition of some important Mediterranean fish species. *Fat Science Technology*, **95**, 66-69.
- Ζώτος Α., (2003). Τεχνολογία και ποιοτικός έλεγχος αλιευμάτων. pp 92-121, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.
- Ζώτος Α. (2009). Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας αλιευμάτων, pp 19-24, Σημειώσεις για το τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΑΤΕΙΘ.