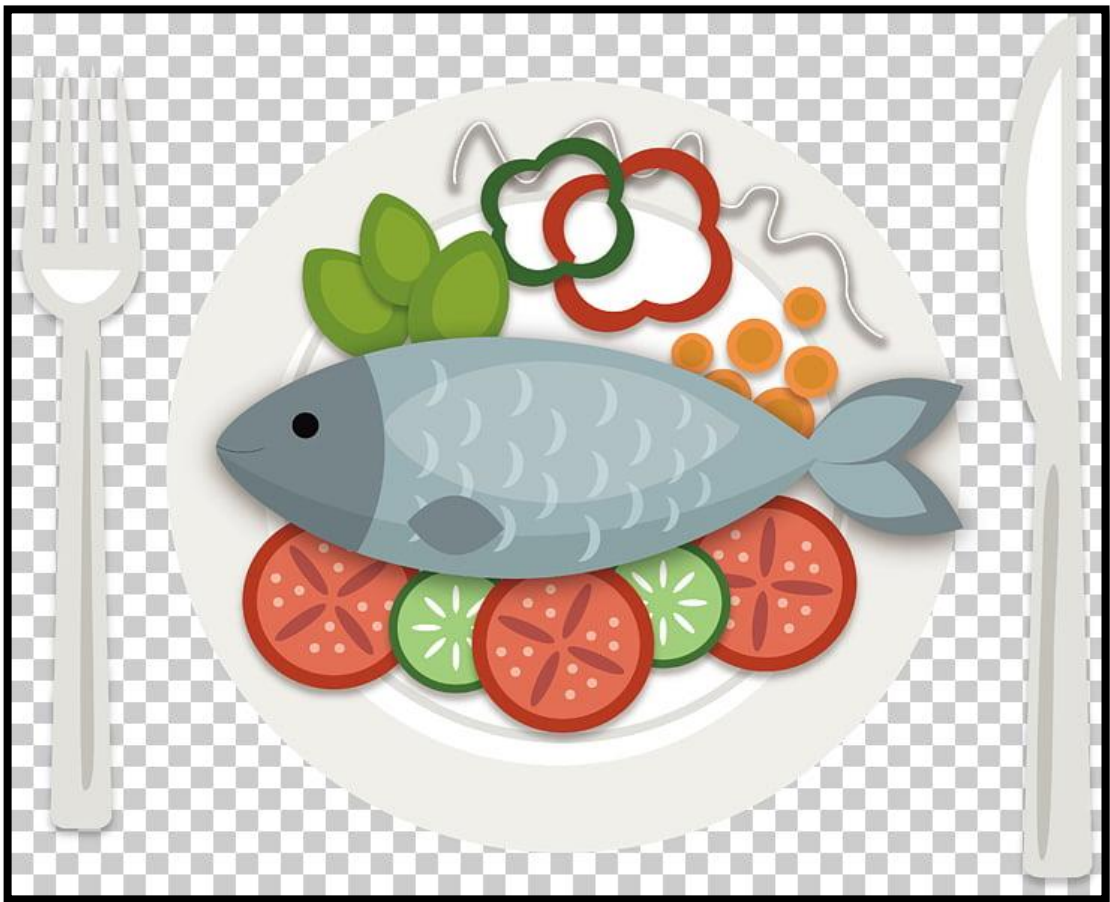




ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΕΣ Σ.Τ.Ε.Γ.Τ.Ε.ΤΡΟ.Δ.  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΨΑΡΙΩΝ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΚΟΚΥΡΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΓΙΑΝΝΑΚΑ ΑΝΝΑ

Θεσσαλονίκη, 2019



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ψάρια είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την διατροφή του ανθρώπου και αποτελούν βασικό συστατικό της Μεσογειακής διατροφής. Η κατανάλωση τους θεωρείται απαραίτητη για την επίτευξη μιας υγιεινής και ισορροπημένης διατροφής, καθώς είναι γνωστό ότι έχουν αρκετά ευεργετικά χαρακτηριστικά. Οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με τη διατροφική σύσταση ψαριών των ελληνικών θαλασσών είναι πολύ περιορισμένες. Η κατά προσέγγιση σύνθεση των ειδών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η εποχή, ο τρόπος συντήρησης και αποθήκευσης, η μέθοδο επεξεργασίας, κ.ά. Όλα τα είδη που μελετήθηκαν βρέθηκε ότι αποτελούσαν πηγή πρωτεϊνών υψηλής βιολογικής αξίας. Θεωρούνται επίσης, πλούσια πηγή ω-3 λιπαρών οξέων, εικοσιπενταϊκού (EPA) και εικοσιδιεξανοϊκού οξέος (DHA), με χαμηλό θερμιδικό περιεχόμενο.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ:

Ελληνικά ψάρια, ω-3 λιπαρά οξέα, μέταλλα, διατροφική αξία

## ABSTRACT

Fish are an important constituent of the human diet and form one of the main part of Mediterranean diet. Their consumption is considered necessary to achieve a healthy and balanced diet, as they are known of their several beneficial characteristics. Available information on fish nutrition in the Greek seas is very limited. Approximate composition of species depends on many factors such as season, way of maintenance and storage, processing method, etc. All species studied were found to be a source of proteins of high biological value. They are also considered to be a rich source of n-3 fatty acids, eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), with low energy content.

Keywords

Greek fish, n-3 fatty acids, minerals, nutritional value

## Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΙΔΙΩΝ.....	7
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ .....	7
1.3 Ω-3 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΣΕ ΨΑΡΙΑ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ.....	9
1.4 ΟΦΕΛΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ .....	10
1.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ Ω-3 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ .....	10
1.6 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΓΚΥΜΟΣΥΝΗ .....	11
1.7 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ Ω-6/Ω-3.....	12
1.8 ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ.....	13
1.9 ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΡΟΜΒΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ .....	13
1.10 ΑΝΤΙΑΡΡΥΘΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	13
1.11 ΚΟΛΠΙΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΗ.....	14
1.12 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΨΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	14
1.13 ΜΕΤΑΛΛΑ .....	15
1.14 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΛΗΨΕΙΣ .....	16
1.14.1 ΑΣΒΕΣΤΙΟ - Ca .....	18
1.14.2 ΚΟΒΑΛΤΙΟ - Co .....	19
1.14.3 ΧΡΩΜΙΟ - Cr.....	20
1.14.4 ΧΑΛΚΟΣ – Cu.....	20
1.14.5 ΦΘΟΡΙΟ - F .....	20
1.14.6 ΣΙΔΗΡΟΣ - Fe .....	21
1.14.7 ΙΩΔΙΟ – I .....	22
1.14.8 ΚΑΛΙΟ - K .....	22
1.14.9 ΜΑΓΝΗΣΙΟ – Mg .....	23
1.14.10 ΜΑΓΓΑΝΙΟ - Mn .....	23
1.14.11 ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ – Mo .....	23
1.14.12 ΝΙΚΕΛΙΟ – Ni .....	24
1.14.13 ΦΩΣΦΟΡΟΣ - P .....	24
1.14.14 ΣΕΛΗΝΙΟ -Se .....	24
1.14.15 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ - Zn.....	25
1.15 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ .....	26
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	27

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	28
3.1 ΜΑΚΡΟΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ-ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ .....	28
3.2 ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	32
3.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ .....	34
3.4 ΝΩΠΑ ΚΑΙ ΑΠΟΨΥΓΜΕΝΑ ΕΙΔΗ.....	36
3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΓΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ .....	37
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	38
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	40
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα θαλασσινά είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη διατροφή του ανθρώπου. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθές για χώρες όπως η Ελλάδα, η οποία έχει 12000km ακτών και πάνω από 3000 νησιά (Karakoltsidis et al., 1995). Η κατανάλωση ψαριών θεωρείται απαραίτητη για μια ισορροπημένη διατροφή, δεδομένου ότι τα οφέλη που παρέχει στην ανθρώπινη υγεία είναι υψίστης σημασίας. Έχουν αναγνωρισθεί ως πλούσια πηγή πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA), ω-6 λινολενικού οξέος (LA), ω-3 α-λινολενικού οξέος (ALA), εικοσαπεντανοϊκού οξέος (EPA ή 20: 5η-3) και εικοσιδιεξανοϊκού οξέος (DHA ή 22: 6η-3) που παρέχουν ενέργεια, με χαμηλή θερμιδική πυκνότητα και πολλές ευεργετικές ιδιότητες. Αποτελούν επίσης, πηγή πρωτεϊνών υψηλής βιολογικής αξίας, υδατανθράκων, βιταμινών (A, D, E, B12), σημαντικών αμινοξέων και άλλων βασικών μικροστοιχείων που συμβάλλουν στην πρόληψη ασθενειών και στη βελτίωση της υγείας. Ακόμη, περιέχουν βιοδραστικά συστατικά όπως ταυρίνη, φυτοστερόλες, αντιοξειδωτικά και φωσφολιπίδια, που ρυθμίζουν κυτταρικές και μοριακές διεργασίες που οδηγούν σε αυξημένη φυσιολογική λειτουργία και βασικά στοιχεία (π.χ. Fe, Co, Cu, Zn, Ni, Mo, Cr, Mg, Se, V, P, Ca) που είναι σημαντικά για τη σκελετική δομή, την ενεργοποίηση ενζύμων και τη ρύθμιση της ισορροπίας της όξινης βάσης (Sampels et al., 2018; Sofoulaki et al., 2019).

Η κατά προσέγγιση σύνθεση όλων των θαλάσσιων ειδών ποικίλλει ανάλογα με την εποχή, τη γεωγραφική θέση των αλιευμάτων, το μέγεθος, το φύλο και τη διατροφή των ψαριών. Επιπλέον, σχετίζονται με τον κύκλο ζωής τους, καθώς και με τη θερμοκρασία, την αλμυρότητα και τη σύνθεση λιπαρών οξέων της διατροφής τους. Κάθε βήμα που πραγματοποιείται, όπως για παράδειγμα ο τρόπος παραγωγής, επεξεργασίας και αποθήκευσης, επιδρά στην ποιότητα του τελικού προϊόντος. Υπό συνθήκες εντατικής καλλιέργειας, η σύνθεση της τροφής και η σίτιση έχουν μεγάλες επιδράσεις. Ιδιαίτερα η περιεκτικότητα σε λιπίδια και η σύνθεση λιπαρών οξέων μπορούν εύκολα να επηρεαστούν από τη σύνθεση της τροφής που τους χορηγείται. Όσον αφορά τα άγρια ψάρια, η ποιότητα των ψαριών και των μεταγενέστερων προϊόντων θα επηρεαστεί από το χειρισμό και την επεξεργασία που θα υποστούν (Karakoltsidis et al., 1995; Zlatanov et al., 2006; Zotos et al., 2012).

Τα ψάρια είναι γνωστό πως έχουν αρκετά ευεργετικά χαρακτηριστικά όπως, αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές ιδιότητες, συμβάλλουν στην φυσιολογική ανάπτυξη του νευρικού συστήματος, στη βελτίωση της γνωστικής και σχολικής επίδοσης στα παιδιά, στη μείωση του κινδύνου στεφανιαίας νόσου, υψηλής αρτηριακής πίεσης, αρτηριοσκλήρωσης, εγκεφαλικού επεισοδίου, ρευματοειδούς αρθρίτιδας, ασθένεια των πνευμόνων και ψυχιατρικές διαταραχές (Sofoulaki et al., 2019).

Σκοπός αυτής της εργασίας και της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε ήταν η συλλογή στοιχείων και πληροφοριών σχετικά με τη διατροφική σύσταση ελληνικών ψαριών. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρεται η περιεκτικότητα των ψαριών σε μακροθρεπτικά συστατικά, μέταλλα και ιχνοστοιχεία, καθώς και οι ιδιότητες που έχουν, σύμφωνα με την βιβλιογραφία. Επιπλέον, αναφέρονται και οι επιδράσεις που θα έχουν από διάφορες επεξεργασίες, χειρισμούς ή εποχιακές αλλαγές. Η μελέτη αυτή ήταν μια προσπάθεια για

δημιουργία ενός ενιαίου πίνακα ή μιας κοινής βάσης δεδομένων με όλες τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν σχετικά με τα ελληνικά είδη και τη διατροφική τους αξία.

### **1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΙΔΙΩΝ**

Τα λιπίδια είναι μια ετερογενής ομάδα χημικών ενώσεων με κοινό χαρακτηριστικό ότι είναι υδρόφοβες, οπότε παραλαμβάνονται με εκχύλιση με μη πολικούς οργανικούς διαλύτες όπως ο αιθέρας, το χλωροφόρμιο ή το εξάνιο. Ο υδρόφοβος χαρακτήρας των λιπιδίων συνδέεται με την υδρογονανθρακική τους σύσταση, αποτελούνται δηλαδή σε μεγάλο βαθμό από άτομα άνθρακα (C) και υδρογόνου (H). Επιπλέον, λειτουργούν ως αποθηκευτικά μόρια, δομικά συστατικά κυττάρων, ρυθμιστικοί παράγοντες, βιταμίνες και ορμόνες (Kalogiannis et al., 2012).

### **1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ**

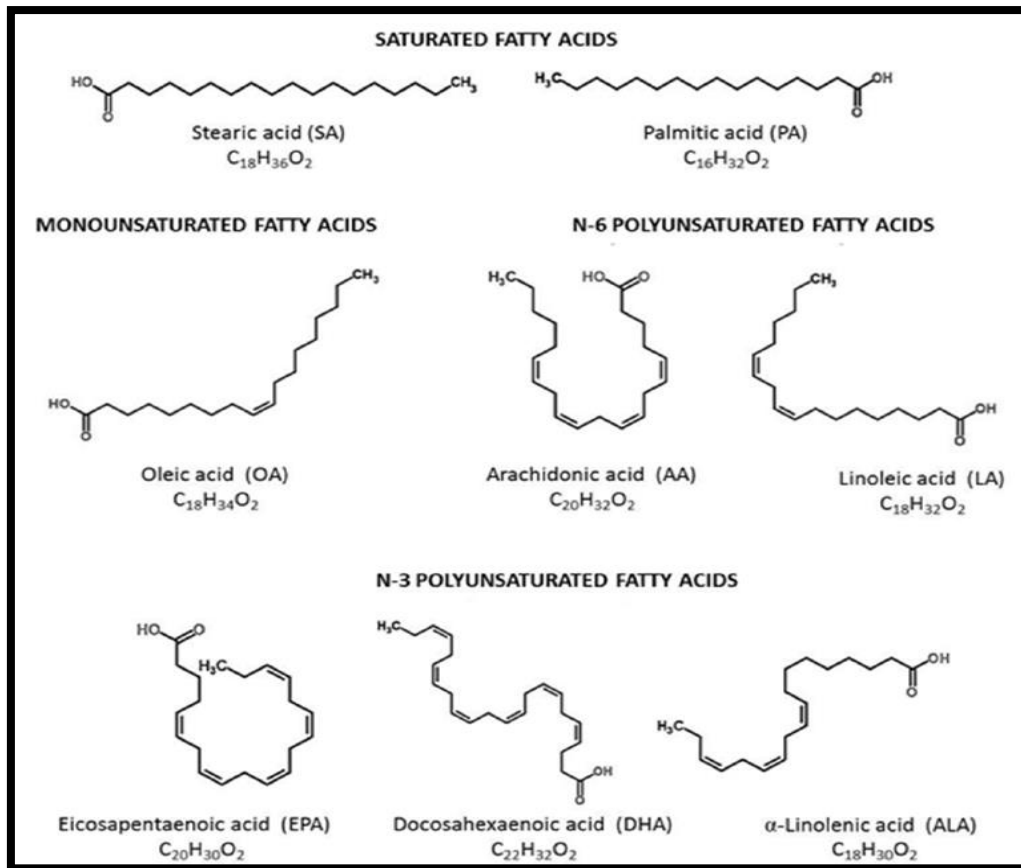
Τα λιπαρά οξέα είναι οργανικές ενώσεις που αποτελούνται από μια καρβοξυλική ομάδα και μια μακριά υδρόφοβη υδρογονανθρακική αλυσίδα. Ανάλογα με τα άτομα άνθρακα που περιέχουν στο μόριό τους διακρίνονται σε μακράς (12 ή περισσότερα), μεσαίας (7-11) και μικρής αλυσού (έως 6 άτομα άνθρακα). Προσφέρουν ενέργεια και αποτελούν σημαντικά δομικά συστατικά των λιπιδίων.

Μπορεί να περιέχουν διπλούς δεσμούς, δηλαδή ακόρεστα λιπαρά οξέα που απαντώνται σε φυσιολογικές συνθήκες σε *cis*- διαμόρφωση. Αν περιέχουν έναν μόνο διπλό δεσμό ονομάζονται μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA). Οι διπλοί δεσμοί προκαλούν «κάμψη» της κατά τα άλλα ευθύγραμμης μοριακής αλυσίδας, καθιστώντας το μόριο περισσότερο ευέλικτο.

Η υδρογόνωση, καθώς και άλλες εντατικές, θερμικές επεξεργασίες, μπορεί να προκαλέσουν μεταβολές της διαμόρφωσης των διπλών δεσμών, οδηγώντας σε διαμορφώσεις *trans*- (Kalogiannis et al., 2012).

Η αρίθμηση τους ξεκινά από το πλέον οξειδωμένο άτομο C, επομένως το άτομο C της καρβοξυλικής ομάδας ορίζεται ως «1». Η ακριβής περιγραφή ενός λιπαρού οξέος συμπεριλαμβάνει τουλάχιστον τον αριθμό των ατόμων C και των αριθμό, όπως και τη θέση των διπλών δεσμών. Το ω (ή η) υποδηλώνει τη θέση του πρώτου διπλού δεσμού, μετρώντας από το μεθυλικό άκρο. Όσο μεγαλύτερη είναι η αλυσίδα και λιγότεροι οι διπλοί δεσμοί, τόσο πιο σκληρό είναι το λίπος.

Τα μακράς αλυσού πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA), είναι απαραίτητα και χρειάζεται να παρθούν από την τροφή. Σύμφωνα με τους Biesalski et al (2008), οι καθημερινές απαιτήσεις των ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων έχουν καθοριστεί στο 0,7% των συνολικών θερμίδων. Το πραγματικό πηλίκο της πρόσληψης των ω-6 λιπαρών οξέων σε σχέση με τα ω-3 είναι ~ 10:1. Προκειμένου να επιτευχθεί το πηλίκο στόχος του 5:1, συστήνεται η σημαντική αύξηση της πρόσληψης άγριων ωκεάνιων ψαριών (για την Ελλάδα, πελαγίσια αφρόψαρα, όπως σαρδέλες). Θα πρέπει να τονιστεί ότι συστήνεται συνολικά η αύξηση της πρόσληψης των PUFA και η μετατόπιση του πηλίκου ω-6/ω-3 προς όφελος των ω-3 λιπαρών οξέων μέσω αυξημένης κατανάλωσης ψαριού και λαχανικών (Biesalski et al., 2008).

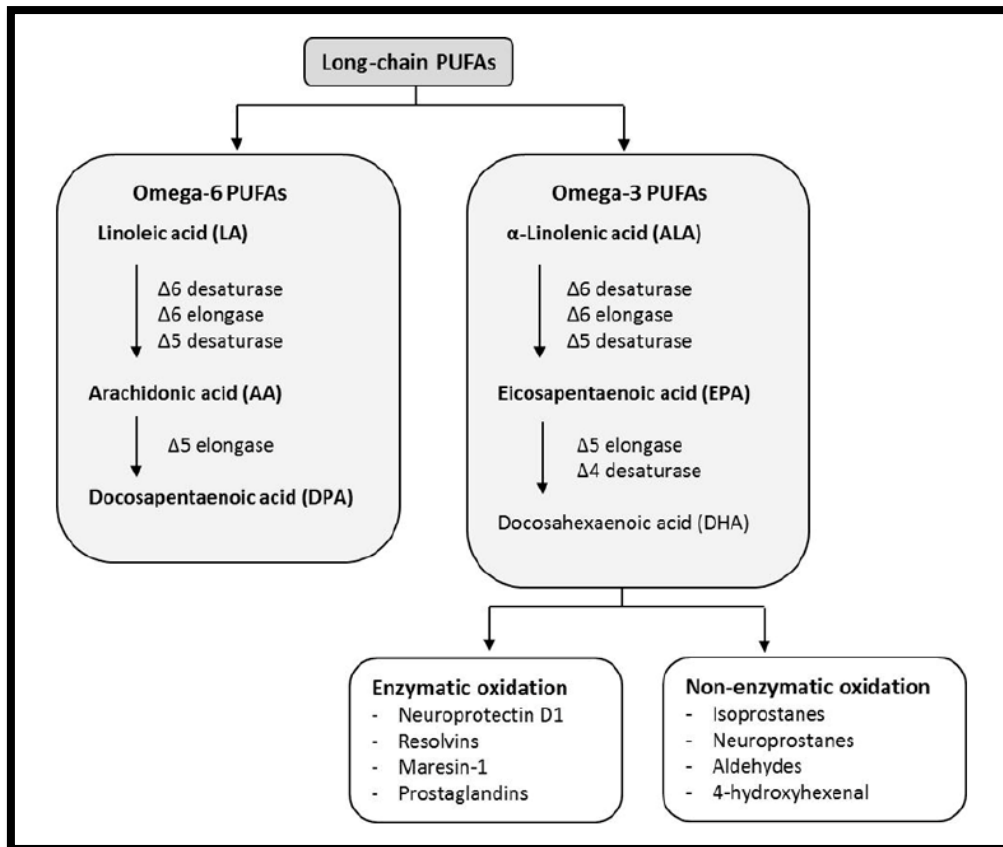


**ΕΙΚΟΝΑ 1.1** Ταξινόμηση λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας (Wysoczanska et al., 2018)

Τα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας (LC) διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανθρώπινη διατροφή και την υγεία, εξυπηρετώντας ως δομικά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών και διαμορφώνοντας διάφορες μοριακές οδούς. Ως εκ τούτου, πρέπει να προσλαμβάνονται από τη διατροφή. Τα θρεπτικά συστατικά λαμβάνονται συνήθως από τα θαλασσινά και τα συμπληρώματα ιχθυελαίων. Αυτές οι πηγές περιέχουν ένα μείγμα διαφόρων λιπαρών οξέων. Η σειρά n-6 προέρχεται από το λινελαϊκό οξύ (LA, 18: 2n-6) και από τη σειρά n-3 το α-λινολενικό οξύ (ALA, 18: 3n3). Αν και αυτές οι πηγές περιέχουν ένα μείγμα διαφόρων λιπαρών οξέων, οι περισσότερες από τις ωφέλιμες επιδράσεις στην υγεία συχνά αποδίδονται από το εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA, C20: 5n3), το εικοσιδιεξανοϊκό οξύ (DHA, C22: 6n3) ή γενικά τα ω-3. Πράγματι, το EPA και το DHA είναι τα δυο μεγάλα προϊόντα μακράς αλυσού ω-3 στα θαλασσινά και συχνά αποτελούν το 20-30% του συνολικού βάρους. Φυσιολογικά σημαντικότερο από αυτά τα γονικά λιπαρά οξέα είναι τα επιμηκυμένα και ακόρεστα παράγωγά τους ή οι μεταβολίτες τους. Αυτά τα λιπαρά οξέα επηρεάζουν τη ρευστότητα, την ευκαμψία και τη διαπερατότητα των μεμβρανών, είναι πρόδρομοι των εικοσανοειδών και είναι απαραίτητα για τη διατήρηση του φραγμού της στεγανότητας του δέρματος (Werner., 2018; Li et al., 2016).

Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας (PUFA) του τύπου n-3, ιδιαίτερα το εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA) και το εικοσιδιεξανοϊκό οξύ (DHA) για την ανθρώπινη υγεία έχουν αυξηθεί σημαντικά. Εξαιρετική πηγή αυτών των λιπαρών οξέων είναι τα ιχθυέλαια.





**ΕΙΚΟΝΑ 1.2** Υποκατηγορίες πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA): ωμέγα-6 και ωμέγα-3 (Wysoczanska et al., 2018).

Οι ισχυροί δεσμοί μεταξύ της κατανάλωσης θαλασσινών και των θετικών επιπτώσεων στην υγεία, ιδίως με τον μειωμένο κίνδυνο στεφανιαίας νόσου και καρδιαγγειακών παθήσεων, μείωση στις φλεγμονώδεις ασθένειες, καθώς και η αρθρίτιδα και πρόληψη του καρκίνου έχουν αποδειχθεί από πολλούς συγγραφείς (Sampels et al., 2018).

### 1.3 Ω-3 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΣΕ ΨΑΡΙΑ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Δίαιτα πλούσια σε PUFA, ειδικά τα n-3 λιπαρά οξέα, έχει αποδειχθεί ότι έχουν ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία. Τα n-3 PUFA είναι σημαντικά για παράδειγμα στην πρόληψη της αρτηριοσκλήρυνσης και των αυτοάνοσων νοσημάτων. Τα εικοσανοειδή που παράγονται από n-3 PUFA έχουν ανοσοκατασταλτικές ιδιότητες, ενώ τα εικοσανοειδή από n-6 PUFA έχουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και ενισχύουν τις ανοσολογικές αντιδράσεις όπως ο πυρετός και ο πόνος. Η υπερβολική πρόσληψη n-6 PUFA συνδέεται συνεπώς με δυσμενείς επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, όπως για παράδειγμα καρδιαγγειακές παθήσεις και διαβήτη καθώς και υπέρταση, κατάθλιψη, νευρολογική δυσλειτουργία και ανοσολογικές διαταραχές. Επίσης κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και της νεογνικής περιόδου είναι απαραίτητο για τη νευρική ανάπτυξη των εμβρύων και των παιδιών, βέλτιστη διατροφή που περιέχει μια κατάλληλη ποσότητα των βασικών n-3 PUFA. Σύμφωνα με τους Larsen et al (2011) συσχετίστηκε επίσης και με την βρεφική και παιδική γνωστική ανάπτυξη και οπτική οξύτητα (Larsen et al., 2011; Sampels et al., 2018).

#### 1.4 ΟΦΕΛΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ

Πολλοί συγγραφείς έχουν δείξει ότι τα n-3 PUFAs έχουν αντι-αθηρωματική επίδραση και μπορούν να μειώσουν την ασθένεια του κυκλοφορικού συστήματος. Τα συνιστώμενα επίπεδα κατανάλωσης EPA και DHA για τους ανθρώπους βρίσκονται στην περιοχή των 300-400mg ημερησίως. Με δύο μερίδες λιπαρών ψαριών την εβδομάδα είναι δυνατόν να επιτευχθούν αυτά τα επίπεδα. Αλλά υπάρχουν ενδείξεις ότι τα πολυακόρεστα n-3 λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας μπορεί επίσης να έχουν ευεργετικές επιδράσεις σε ασθένειες άλλες από εκείνες της καρδιάς και των αιμοφόρων αγγείων. Αυτές είναι φλεγμονώδεις ασθένειες, αρθρίτιδα, νεφρίτιδα, ερυθρελάτης, σκλήρυνση κατά πλάκας, εγκεφαλικά επεισόδια, καρκίνος, δερματικές παθήσεις, άσθμα, ασθένεια Alzheimer και ηλικιακός εκφυλισμός της ωχράς κηλίδας (Werner., 2018).

Σε μια μελέτη με περίπου 1500 μεσήλικες και ηλικιωμένους συμμετέχοντες αποδείχθηκε ότι η υψηλή πρόσληψη EPA και DHA συσχετίστηκαν θετικά με τον όγκο του εγκεφάλου, την οπτική μνήμη και την αφηρημένη σκέψη, ακόμη και σε άτομα χωρίς κλινική άνοια. Εν τω μεταξύ, δημοσιεύθηκαν πολλές μελέτες που αποδεικνύουν σαφώς τη γενική καρδιοπροστατευτική αξία της κατανάλωσης ψαριών ή τη λεγόμενη μεσογειακή διατροφή (DASH: Διαιτητικές προσεγγίσεις για τη διακοπή της υπέρτασης) (Werner., 2018).

Ένας σημαντικός μηχανισμός που βασίζεται στην ανάπτυξη διαταραχών μετατραυματικού στρες (PTSD) μπορεί να είναι ο μεταβολισμός λιπαρών οξέων (FA). Τα μακράς αλυσού πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (LC-PUFAs) είναι τα κύρια συστατικά των νευρωνικών μεμβρανών, τα οποία είναι απαραίτητα για την κανονική λειτουργία του εγκεφάλου.

Σύμφωνα με τους Vries et al (2016) βρέθηκαν ω-3 PUFAs που περιλαμβάνουν εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA, 20: 5 η-3) και εικοσιδιεξανοϊκό οξύ (DHA, 22: 6 η-3) σε:

- a. χαμηλότερη συμπαθητική δραστηριότητα
- b. αυξάνουν τον εγκεφαλικό νευροτροφικό παράγοντα (BDNF) και
- c. όλες εμπλέκονται στην παθογένεση PTSD.

Επιπλέον, το EPA και το αραχιδονικό οξύ (AA, 20: 4 η-6) είναι πρόδρομοι για εικοσανοειδή που ρυθμίζουν και διεγείρουν τη φλεγμονή, αντίστοιχα (Vries et al., 2016).

#### 1.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ Ω-3 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

Η ισορροπία μεταξύ των ωμέγα-6 και των ω-3 λιπαρών οξέων στη διατροφή μας είναι σημαντική για την υγεία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αλλά έχει διαβρωθεί πρόσφατα τόσο από την μειωμένη πρόσληψη των ωμέγα-3 όσο και από την αύξηση του λινολεϊκού οξέος (ωμέγα-6). Επιπλέον, η μετατροπή του ALA σε EPA και DHA φαίνεται επίσης να διαταράσσεται όταν η αναλογία ωμέγα-6 προς ωμέγα-3 είναι υψηλή. Σύμφωνα με τους Harnack et al (2009) έχει αποδειχθεί στα κύτταρα του ήπατος ότι ο υψηλότερος ρυθμός σχηματισμού EPA και DHA εμφανίστηκε όταν υπήρχε αναλογία 1: 1 μεταξύ του λινελαϊκού οξέος και του ALA. Η διατάραξη της ισορροπίας μεταξύ ωμέγα-6 και ωμέγα-3 λιπαρών οξέων συνδέεται με την αύξηση της ψυχικής υγείας. Η σημασία του DHA για την ανάπτυξη

και λειτουργία του εγκεφάλου είναι πλέον διεθνώς αναγνωρισμένη (FAO-WHO, 2010). Υπάρχουν πολύ λίγα ALA ή EPA στον εγκέφαλο. Ο μηχανισμός δράσης του DHA θεωρείται συχνά ότι παρέχει τις σωστές φυσικές συνθήκες για να λειτουργούν σωστά οι υποδοχείς, οι μεταφορείς και άλλες πρωτεΐνες μεμβράνης. Υπάρχουν επίσης νέα στοιχεία ότι το DHA δρα ως πρόδρομος για ισχυρές αντιοξειδωτικές νευροπροτεκτίνες. Αυτό εξηγεί πώς προστατεύεται ο εγκέφαλος από οξειδωτικό στρες. Η αυτό-προστατευτική φύση του DHA θα σήμαινε ότι η απώλεια του DHA στη διατροφή όχι μόνο θα συνέβαλε σε προβλήματα διατήρησης του εγκεφάλου αλλά και στο οξειδωτικό στρες που θεωρείται ότι συμβάλλει ως αίτιο στη νόσο του Alzheimer καθώς και σε καρδιακές παθήσεις.

Η σχέση μεταξύ έλλειψης προσοχής και διαταραχών υπερκινητικότητας στα παιδιά αρχίζει τώρα να προσελκύει την προσοχή των ανθρώπων. Πειραματικά στοιχεία για την έλλειψη ωμέγα-3 που προκαλούν συμπεριφορική παθολογία παρατηρήθηκαν αρχικά σε πρωτεύοντα θηλαστικά. Υπάρχει επίσης καλή επεξηγηματική ένδειξη ότι το DHA διεγείρει την έκφραση πάνω από 100 γονιδίων που είναι σημαντικά για την ανάπτυξη του εγκεφάλου. Είναι ενδιαφέρον ότι τα άτομα που ακολουθούν δίαιτες πλούσιες σε DHA έχουν τα μεγαλύτερα μεγέθη εγκεφάλου σε σχέση με το σωματικό μέγεθος. Αναφέρεται ότι ο εγκέφαλος δεν περιέχει ωμέγα-3 ή ωμέγα-6 λιπαρά οξέα φυτικής προέλευσης, μόνο τα 20 και 22 μήκη αλυσίδας άνθρακα με DHA (22: 6 n-3) κυριαρχούν και δεν φαίνεται να εμπλέκονται άλλα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα. Στον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο αρουραίου, βρέθηκε ότι το DHA επιλέγεται κατά προτίμηση έναντι όλων των άλλων λιπαρών οξέων σε ποσοστά τουλάχιστον 10 φορές υψηλότερα από τα ALA που προέρχονται από φυτικές πηγές. Αναγνωρίστηκε στη δεκαετία του 1970 ότι το DHA ήταν σημαντικό για τον εγκέφαλο. Έτσι, πρέπει να έχει ιδιαίτερη σημασία για τη διατροφή του ανθρώπου, καθώς το 70% των ανθρώπινων εγκεφαλικών κυττάρων διαιρείται πριν από τη γέννηση και το υπόλοιπο κυρίως στα πρώτα δύο χρόνια της ζωής. Αυτό οδήγησε σε μια σειρά δημοσιεύσεων για τη μητρική διατροφή και τη σύνθεση γάλακτος του μαστού (Stark et al., 2016).

## **1.6 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΓΚΥΜΟΣΥΝΗ**

Η κατανάλωση ψαριών που περιέχουν n-3 PUFAs από έγκυες γυναίκες είναι πολύ σημαντική για την ανάπτυξη και την υγεία του εμβρύου και του νεογέννητου βρέφους (Werner., 2018).

Ο εγκέφαλος είναι το δεύτερο παχύτερο όργανο του σώματος με πάνω από το 60% του δομικού υλικού του, ένα εξαιρετικά εξειδικευμένο λίπος πλούσιο σε φωσφολιπίδια και χοληστερόλη. Το μεγαλύτερο μέρος της ανάπτυξης συμβαίνει κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ζωής. Ενώ το βάρος γέννησης είναι μόνο το 5% ενός ενήλικα, ο νεογέννητος εγκέφαλος είναι περίπου 70% μεγέθους ενήλικου. Μακράς αλυσού πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (LCPUFA) μεταφέρονται επιλεκτικά από τη μητέρα στο έμβρυο και συσσωρεύονται στο εμβρυϊκό νευρικό σύστημα ήδη από το δεύτερο μέρος της εγκυμοσύνης. Συγκεκριμένα, το εικοσιδιεξαενοϊκό οξύ (DHA) είναι το κυρίαρχο των λιπαρών οξέων στον ιστό του εγκεφάλου, ιδιαίτερα στις συναπτικές μεμβράνες και στον αμφιβληστροειδή. Ένας μεγάλος αριθμός των μελετών έχει δείξει ότι υπάρχει επαρκής διαθεσιμότητα LC-PUFA κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ζωής και αυτό μπορεί να επηρεάσει θετικά το οπτικό και το νευροαναπτυξιακό αποτελέσματα (Hoge et al., 2018).

Εκτός από τους πιο γνωστές ιδιότητες στη νευρική ανάπτυξη των βρεφών, αρκετές μελέτες υποδεικνύουν επιπλοκές του PUFA σε πολλές συνθήκες εγκυμοσύνης και τοκετού με αποτελέσματα τη μείωση της πρόωρης γέννησης, τη μείωση βρεφών με χαμηλό βάρος γέννησης, μειωμένος κίνδυνος προεκλαμψίας και περιγεννητικής κατάθλιψης, καθώς και η βασική πρόληψη του άσθματος και των αλλεργιών στην πρώιμη παιδική ηλικία και την παιδική ηλικία. Κατά τη διάρκεια της κύησης, τα λιπαρά οξέα που συσσωρεύονται στους αναπτυσσόμενους ιστούς εξαρτώνται από τη μεταφορά του πλακούντα, η οποία με τη σειρά της επηρεάζεται από τη μητρική διατροφή και το μεταβολισμό. Η παροχή PUFA της μητέρας είναι κρίσιμη για τον προσδιορισμό της κατάστασης PUFA τόσο της μητέρας όσο και του νεογέννητου (Hoge et al., 2018).

Σύμφωνα με τους Li et al (2016) μια σημαντική συσσώρευση μακριάς αλύσου ω-3 συμβαίνει στον εγκέφαλο και στον αμφιβληστροειδή κατά τη διάρκεια του τρίτου τριμήνου της εγκυμοσύνης και συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια του πρώτου έτους της μεταγεννητικής ζωής. Περίπου 67mg / d ω-3 συσσωρεύονται σε εμβρυϊκούς ιστούς κατά τη διάρκεια του τελευταίου τριμήνου της εγκυμοσύνης και περίπου 22mg / εβδομάδα ω-3 συσσωρεύονται στον εγκέφαλο. Μετά τη γέννηση, απαιτούνται περισσότερα μακριάς αλύσου ω-3 για την αύξηση του εγκεφάλου (περίπου 45,8mg / εβδομάδα) για την πρώτη εβδομάδα της ζωής (Li et al., 2016).

Το ανθρώπινο μητρικό γάλα θεωρείται η ιδανική πηγή θρεπτικών ουσιών για τη διατήρηση της υγιούς ανάπτυξης και ανάπτυξης σε βρέφη. Έχει αναφερθεί ότι τα νεογνά που θηλάζουν έχουν καλύτερα νευροαναπτυξιακά αποτελέσματα σε σχέση με τα νεογνά που σιτίζονται με φόρμουλα. Τα πλεονεκτήματα του μητρικού γάλακτος στην πρώιμη ανάπτυξη οφείλονται τουλάχιστον εν μέρει στη σύνθεση των LC ω-3, ιδιαίτερα του DHA. Εξαιτίας αυτού, η πρόσληψη DHA έχει προταθεί και πλέον προστίθεται, συνήθως στη φόρμουλα για βρέφη και περιλαμβάνεται στο μεγαλύτερο μέρος της φυσιολογικής βιταμινούχου αγωγής των εγκύων και των θηλαζουσών γυναικών (Li et al., 2016).

### **1.7 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ Ω-6/Ω-3**

Η τροποποίηση των διατροφικών προτύπων οδήγησε σε αλλαγή στην κατανάλωση λιπαρών οξέων, με αυξημένη κατανάλωση ω-6 λιπαρών οξέων και σημαντική μείωση στην κατανάλωση ω-3 λιπαρών οξέων. Αυτό με τη σειρά του δημιούργησε μια ανισορροπία στην αναλογία ω-6 / ω-3, η οποία τώρα είναι πολύ διαφορετική από την αρχική αναλογία 1:1, η οποία υπήρχε στο παρελθόν.

Πολλές επιδημιολογικές μελέτες και κλινικές δοκιμές έδειξαν τη σχέση μεταξύ της πρόσληψης των ω-3 λιπαρών οξέων και ευεργετικών επιδράσεων σε διάφορες ασθένειες: καρδιαγγειακές διαταραχές, διαφορετικοί τύποι καρκίνου (μαστού, ορθοκολικού, προστάτη κ.λπ.), άσθμα, φλεγμονώδη νόσο του εντέρου, ρευματοειδή αρθρίτιδα και οστεοπόρωση, μεταξύ άλλων.

Συμπερασματικά, οι περισσότερες μελέτες έδειξαν ότι ο λόγος ω-6 / ω-3 θα πρέπει να είναι χαμηλότερος από αυτόν που υπάρχει σήμερα στο γενικό πληθυσμό, με σκοπό τη βελτίωση

της γενικής υγείας και τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης ασθενειών (Gomez Candela C et al., 2011).

### **1.8 ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ**

Μια μελέτη που έγινε από τους Zhang et al (2015) έδειξαν ότι η παρατεταμένη χορήγηση ιχθυελαίου προκάλεσε αύξηση σε επίπεδο των εγκεφαλικών ω-3 και παρείχε μακροχρόνια ιστολογική και νευρολογική προστασία από ισχαιμική εγκεφαλική βλάβη. Αυτή η μελέτη επίσης έδειξε ότι τα ω-3 PUFAs που προέρχονται από συμπληρώματα μπορούν να προωθήσουν ενεργά την επιδιόρθωση του εγκεφάλου λόγω της δυνατότητας δημιουργίας αγγείων του εγκεφάλου μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο καθώς και ενισχυμένης νευρογένεσης και την ολιγοδενδρογένεση, και όχι μόνο να ανακουφίζουν τον ισχαιμικό εγκεφαλικό τραυματισμό.

Μια μετά-ανάλυση της σχέσης κατανάλωσης ψαριών σε εγκεφαλικό επεισόδιο που πραγματοποιήθηκε από τους Larsson et al (2011) έδειξε ότι η αυξημένη κατανάλωση ψαριών (τρεις μερίδες εβδομαδιαίως) συνδέεται με μια συχνότητα εμφάνισης εγκεφαλικού επεισοδίου κατά 6%. Επίσης, μια πιο πρόσφατη μετά-ανάλυση που διεξήχθη από τους Siscovick et al (2017) παρείχε μόνο μικρά αποδεικτικά στοιχεία για μείωση της συχνότητας εμφάνισης του εγκεφαλικού επεισοδίου στους ασθενείς που έλαβαν συμπληρώματα με ω-3 PUFAs. Ακόμη, μια μελέτη 12 χρόνων σε άνδρες, κατέδειξε 45% χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης ισχαιμικού αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, αλλά καμία αλλαγή στο αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο στην περίπτωση κατανάλωσης ψαριών (2-4 μερίδες / εβδομάδα) (Wysoczanska et al., 2018).

### **1.9 ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΡΟΜΒΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ**

Πολλαπλές ερευνητικές μελέτες αποκάλυψαν ότι τα μακράς αλυσίδας ω-3 λιπαρά οξέα μπορεί να προλάβουν το έμφραγμα του μυοκαρδίου και τις αρρυθμίες, να μειώσουν τη συστολική και διαστολική πίεση αίματος και να βελτιώσουν την αγγειακή λειτουργία.

Το αντιθρομβωτικό δυναμικό επιβεβαιώθηκε επίσης σε μια μελέτη βασισμένη στη συμπληρωματική χορήγηση πλούσιων σε ιχθυέλαια (500 g / εβδομάδα για 4 εβδομάδες), η οποία είχε ως αποτέλεσμα τη μειωμένη συσσωμάτωση αιμοπεταλίων-μονοκυττάρων στη μελέτη σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Μια πρόσφατη μελέτη από τους Mozaffarian et al (2011) έκαναν ανασκόπηση των διαθέσιμων στοιχείων για καρδιαγγειακά αποτελέσματα των ω-3 λιπαρών οξέων και βρέθηκε ότι υπάρχει μια σημαντική ένδειξη σχετικά με τα ευεργετικά αποτελέσματα των ω-3 λιπαρών οξέων για τη μείωση του κινδύνου καρδιακού θανάτου. Πειραματικές μελέτες επιβεβαίωσαν ότι τα ω-3 λιπαρά οξέα μπορούν να βελτιώσουν την καρδιακή λειτουργία λόγω των αντιπηκτικών, αντι-τριγλυκεριδαιμικών, αντιϊπερτασικών, αιμοστατικών και αντιαρρυθμικών ιδιοτήτων (Wysoczanska et al., 2018).

### **1.10 ΑΝΤΙΑΡΡΥΘΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

Οι αντιαρρυθμικές ιδιότητες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους ερευνητές. Τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών δείχνουν ότι τα ελεύθερα PUFAs μπορούν να μειώσουν την ηλεκτρική διεγερσιμότητα της μεμβράνης των καρδιακών κυττάρων.

Επιπτώσεις στους διαύλους νατρίου προκαλεί μετατόπιση της κατάστασης της δυναμικής απενεργοποίησης και εξισορρόπησης προς υπερπολωμένα δυναμικά. Κατά συνέπεια, τα καρδιομυοκύτταρα είναι λιγότερο ευαίσθητα στη διέγερση. Επιπλέον, φαίνεται ότι τα ω-3 PUFA χαρακτηρίζονται από ακόμα μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα σε συνθήκες αρρυθμίας που προκαλούνται από ισχαιμία (η κατάσταση αυτή συχνά οδηγεί σε κοιλιακή μαρμαρυγή). Επιδημιολογικές μελέτες και διαιτητικές δοκιμές στον άνθρωπο υποδηλώνουν ότι το α-λινολενικό οξύ είναι ένα σημαντικό καρδιοπροστατευτικό θρεπτικό συστατικό (Wysoczanska et al., 2018).

### **1.11 ΚΟΛΠΙΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΗ**

Η κολπική μαρμαρυγή (AF), τα αίτια της οποίας διακρίνονται κυρίως σε καρδιαγγειακής αιτιολογίας βαλβιδοπάθεια, αρτηριακή υπέρταση, ισχαιμική καρδιακή νόσο, οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου κ.α. ή σε μη καρδιακής αιτιολογίας νόσους όπως θυρεοειδοπάθεια, πνευμονοπάθειες, αλκοολισμός, παχυσαρκία, σακχαρώδης διαβήτης κ.α. έχει γίνει ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα δημόσιας υγείας κατά την τελευταία εικοσαετία και αποτελεί σημαντική αιτία για την αύξηση του κόστους και για την υγειονομική περίθαλψη στις δυτικές χώρες.

Έχει εφαρμοστεί μια επιδημιολογική προσέγγιση προκειμένου να αξιολογηθεί η σχέση μεταξύ των επιπέδων του πλάσματος ALA, την κατανάλωση ALA μέσω της διατροφής και τον κίνδυνο AF. Η ερευνητική ομάδα Fretts et al (2013) διερεύνησε μια ομάδα ατόμων, τα οποία ήταν 65 ετών ή μεγαλύτερα κατά την είσοδό τους στη μελέτη και δεν παρουσίασαν καμία σχέση μεταξύ τους πλάσματος ALA και της AF, μετά από διόρθωση για ηλικία, φύλο και διάφορους κλινικούς και δημογραφικούς παράγοντες. Ωστόσο, μια τεχνική αδυναμία της μελέτης περιελάμβανε μέτρηση των επιπέδων ALA στο πλάσμα που εμφανίζονταν μόνο σε ένα χρονικό σημείο. Κολπική μαρμαρυγή και καρδιακή ανεπάρκεια είναι συχνά συνυπάρχουσες καταστάσεις. Φαίνεται πιθανό ότι οι δίαιτες που ουσιαστικά έχουν αυξημένη την κατανάλωση ALA με ταυτόχρονη μείωση της πρόσληψης ω-6 PUFA θα ήταν ευεργετική επηρεάζοντας την καρδιαγγειακή νοσηρότητα και θνησιμότητα (Wysoczanska et al., 2018).

### **1.12 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΨΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

Πολλά στοιχεία δείχνουν ότι τα θαλασσινά, ειδικά τα λιπαρά ψάρια μειώνουν τον κίνδυνο σε καρδιαγγειακές ασθένειες. Οι Larsen et al (2011) αναφέρουν ότι ψάρια με υψηλή περιεκτικότητα σε EPA και DHA μειώνει τον κίνδυνο καρδιακής προσβολής κατά 30% και τη συνολική θνησιμότητα κατά 17% και η πρόσληψη 250mg από EPA και DHA την ημέρα, θεωρήθηκε σημαντική για αρχική πρόσληψη.

Επιπρόσθετα, η κατανάλωση ψαριών σε σχέση με την θνησιμότητα της στεφανιαίας νόσου έδειξε ότι τα άτομα που καταναλώνουν ψάρι μια φορά την εβδομάδα είχαν κατά 15% μικρότερο κίνδυνο εμφάνισης, σε σχέση με εκείνους που δεν καταλάωναν. Επίσης, βρέθηκε μια αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ψαριού και του εγκεφαλικού επεισοδίου.

Μελέτη που έγινε σε 84136 γυναίκες έδειξε ότι μία μερίδα ψάρι την ημέρα συσχετιζόταν με μείωση κινδύνου στεφανιαίας νόσου κατά 24%, συγκριτικά με μία μερίδα κόκκινου κρέατος την ημέρα.

Η American Heart Association γενικότερα συστήνει καθημερινώς μια πρόσληψη σε ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα 400-500mg EPA και DHA, τα οποία μπορούν να επιτευχθούν με μία κατανάλωση τουλάχιστον δύο μερίδων, προτιμότερο, λιπαρών ψαριών ανά εβδομάδα ή μωρουνόλαδο ή ω-3 PUFA αιθυλικούς εστέρες σε κάψουλα. Σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο συνιστάτε η καθημερινή κατανάλωση 1g EPA+DHA, ενώ άτομα με υπερλιπιδαιμία συμβουλεύεται να καταναλώνουν 2-4g EPA+DHA ημερησίως.

Αυξημένη πρόσληψη EPA και DHA επίσης έχει συσχετιστεί με προστατευτικά συμπτώματα και/ή συμπτώματα ανακούφισης για διάφορες ασθένειες και ιατρικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων φλεγμονωδών ασθενειών, όπως ρευματοειδής αρθρίτιδα και φλεγμονώδης νόσους του εντέρου, διάφορες μορφές καρκίνου, ψυχολογικές καταστάσεις και γνωστική παράκμαση.

Έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε σε πληθυσμό της Βρετανίας έδειξε ότι η συνολική πρόσληψη λευκών και λιπαρών ψαριών συσχετίστηκε με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη.

Η κατανάλωση θαλασσινών και η πρόσληψη των ω-3 PUFA έχουν επίσης συσχετιστεί με θετικά αποτελέσματα σε παχυσαρκία, μεταβολικό σύνδρομο, ευαισθησία στην ινσουλίνη και στη μείωση φλεγμονωδών δεικτών.

Επίσης οι Larsen et al (2011) αναφέρουν ότι το DHA είναι εξαιρετικά συμπυκνωμένο στον ιστό του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδούς και έχει αποδειχθεί ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την εγκεφαλική και οπτική ανάπτυξη και την ανάπτυξη των νευρώνων. Εκτός από τα συζητούμενα αποτελέσματα, καρδιαγγειακές ασθένειες, επιδημιολογικές και προκλινικές μελέτες υποστηρίζουν ότι το DHA μπορεί να προστατεύσει έναντι του Alzheimer και στον εκφυλισμό της ωχράς κηλίδας (Larsen et al., 2011).

Γενικότερα μια πιο ισορροπημένη πρόσληψη των n-6 και n-3 PUFA είναι σημαντική. Λόγω αυτού, η ημερήσια πρόσληψη εικοσαπεντανοϊκού (EPA, 20: 5 n-3) και εικοσιδιεξανοϊκού οξέος (DHA, 22: 6 n-3) τουλάχιστον 0,22g για το κάθε ένα, έχει προταθεί ως επαρκής ποσότητα για τους ενήλικες. Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) έχει επίσης προτείνει τις τιμές πρόσληψης και σήμανσης αναφοράς για τα λιπαρά οξέα για τον γενικό πληθυσμό: 250 mg EPA+DHA ανά ημέρα. Επιπλέον, αναφέρθηκε ότι η κατανάλωση 1 έως 2 μερίδων την εβδομάδα θα μπορούσε να προστατεύσει από ασθένειες στεφανιαίας νόσου και ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου (Sampels et al., 2018).

### **1.13 ΜΕΤΑΛΛΑ**

Τα μέταλλα είναι ανόργανες ουσίες που είναι απαραίτητες για τον οργανισμό σε μικρές ποσότητες για διάφορες λειτουργίες. Αυτές περιλαμβάνουν τον σχηματισμό οστών και δοντιών, ως ουσιώδη συστατικά των σωματικών υγρών και ιστών, ως συστατικά των ενζυμικών συστημάτων και για την κανονική λειτουργία των νευρών.

Ορισμένα μέταλλα χρειάζονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από άλλα, π.χ. ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, νάτριο, κάλιο και χλώριο. Άλλες απαιτούνται σε μικρότερες ποσότητες και μερικές φορές ονομάζονται ιχνοστοιχεία, π.χ. σίδηρος, ψευδάργυρος, ιώδιο, φθόριο, σελήνιο και χαλκός. Παρά το γεγονός ότι απαιτούνται σε μικρότερες ποσότητες, τα ιχνοστοιχεία δεν είναι λιγότερο σημαντικά από άλλα μέταλλα.

Απορροφούνται συχνά αποτελεσματικότερα από τον οργανισμό εάν παρέχονται σε τρόφιμα και όχι ως συμπληρώματα. Μια πλούσια και με ποικιλία διατροφή θα βοηθήσει να εξασφαλιστεί η επαρκής προμήθεια περισσότερων μετάλλων και ιχνοστοιχείων για έναν υγιή οργανισμό.

Τα μέταλλα είναι υπεύθυνα για τον σχηματισμό του σκελετού, τη διατήρηση των κολλοειδών συστημάτων, τη ρύθμιση της ισορροπίας της όξινης βάσης και για τις βιολογικά σημαντικές ενώσεις όπως οι ορμόνες και τα ένζυμα. Οι ανωμαλίες των μετάλλων μπορούν να προκαλέσουν βιοχημικές, δομικές και λειτουργικές παθολογίες που εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της διάρκειας και του βαθμού έλλειψης των μετάλλων (Watanabe et al., 1997).

#### **1.14 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΛΗΨΕΙΣ**

Το σώμα απαιτεί διαφορετικές ποσότητες κάθε μετάλλου, επειδή κάθε μέταλλο έχει διαφορετικό σύνολο λειτουργιών. Οι απαιτήσεις ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία, το φύλο και τη φυσιολογική κατάσταση (για παράδειγμα την εγκυμοσύνη). Μπορούν επίσης να επηρεαστούν από την κατάσταση της υγείας. Το Υπουργείο Υγείας έχει δημοσιεύσει συστάσεις με τη μορφή Διαιτητικών Τιμών Αναφοράς (DRVs) για τα μέταλλα για διάφορες ομάδες υγιών ανθρώπων (BNF., 2009).



## Nutrition Requirements



### Reference Nutrient Intakes for Minerals

Age	Calcium	Phosphorus <sup>1</sup>	Magnesium	Sodium	Potassium	Chloride <sup>4</sup>	Iron	Zinc	Copper	Selenium	Iodine
	mg/d	mg/d	mg/d	mg/d <sup>2</sup>	mg/d <sup>3</sup>	mg/d	mg/d	mg/d	mg/d	µg/d	µg/d
0-3 months	525	400	55	210	800	320	1.7	4.0	0.2	10	50
4-6 months	525	400	60	280	850	400	4.3	4.0	0.3	13	60
7-9 months	525	400	75	320	700	500	7.8	5.0	0.3	10	60
10-12 months	525	400	80	350	700	500	7.8	5.0	0.3	10	60
1-3 years	350	270	85	500	800	800	6.9	5.0	0.4	15	70
4-6 years	450	350	120	700	1100	1100	6.1	6.5	0.6	20	100
7-10 years	550	450	200	1200	2000	1800	8.7	7.0	0.7	30	110
<b>Males</b>											
11-14 years	1000	775	280	1600	3100	2500	11.3	9.0	0.8	45	130
15-18 years	1000	775	300	1600	3500	2500	11.3	9.5	1.0	70	140
19-50 years	700	550	300	1600	3500	2500	8.7	9.5	1.2	75	140
50+ years	700	550	300	1600	3500	2500	8.7	9.5	1.2	75	140
<b>Females</b>											
11-14 years	800	625	280	1600	3100	2500	14.8 <sup>5</sup>	9.0	0.8	45	130
15-18 years	800	625	300	1600	3500	2500	14.8 <sup>5</sup>	7.0	1.0	60	140
19-50 years	700	550	270	1600	3500	2500	14.8 <sup>5</sup>	7.0	1.2	60	140
50+ years	700	550	270	1600	3500	2500	8.7	7.0	1.2	60	140
Pregnancy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Lactation:</b>											
0-4 months	+ 550	+ 440	+ 50	*	*	*	*	+ 6.0	+ 0.3	+ 15	*
4+ months	+ 550	+ 440	+ 50	*	*	*	*	+ 2.5	+ 0.3	+ 15	*

mg/d – milligram per day. A milligram is one thousandth of a gram  
µg/d – microgram per day. A microgram is a millionth of a gram

<sup>1</sup>Phosphorus RNI is set equal to calcium in molar terms; <sup>2</sup>mmol sodium = 23 mg; <sup>3</sup>mmol potassium = 39 mg; <sup>4</sup>Corresponds to sodium 1 mmol = 35.5 mg; <sup>5</sup>Insufficient for women with high menstrual losses where the most practical way of meeting iron requirements is to take iron supplements

Sources: Department of Health, Dietary Reference Values for Food Energy and Nutrients for the United Kingdom, HMSO, 1991; SACN Vitamin D and Health, 2016.

Ενεργοποιήστε τ  
Μετάβαση στις ρυθμί  
Windows

**ΕΙΚΟΝΑ 1.3** Μέση πρόσληψη ανόργανων και ιχνοστοιχείων από πηγές τροφής ως ποσοστό της χαμηλότερης πρόσληψης θρεπτικών ουσιών αναφοράς (LRNI), (BNF., 2009).

Η πρόσληψη θρεπτικών ουσιών αναφοράς (RNI) είναι η ποσότητα θρεπτικής ουσίας που ικανοποιεί τις ανάγκες σχεδόν ολόκληρου του πληθυσμού (δηλαδή 97,5%), με άλλα λόγια συνήθως δεν είναι απαραίτητο να υπερβεί το RNI. Λιγότερες προσλήψεις θρεπτικών ουσιών αναφοράς έχουν επίσης καθιερωθεί.

Ωστόσο, ορισμένες ομάδες ατόμων ενδέχεται να έχουν υψηλότερες απαιτήσεις για συγκεκριμένα ανόργανα στοιχεία, π.χ. οι γυναίκες με ιδιαίτερα βαριές περιόδους μπορεί να χρειαστούν επιπλέον σίδηρο και επιπλέον ασβέστιο (και βιταμίνη D) συνιστάται μερικές φορές από γιατρούς, για γυναίκες με υψηλό κίνδυνο οστεοπόρωσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, τα συμπληρώματα μπορεί να είναι χρήσιμα, αλλά δεν πρέπει να αντικαθιστούν μια ποικίλη και υγιεινή διατροφή (BNF., 2009).

#### **1.14.1 ΑΣΒΕΣΤΙΟ - Ca**

Το ασβέστιο (Ca) είναι το πιο άφθονο από τα μέταλλα στο σώμα και είναι απαραίτητο για μια σειρά ζωτικών λειτουργιών. Το σώμα χρειάζεται επαρκή ποσότητα ασβεστίου (παράλληλα με τη βιταμίνη D και με πολλά άλλα θρεπτικά συστατικά όπως η βιταμίνη K) για να αναπτύξει και να διατηρήσει υγιή οστά και δόντια. Διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο σε πολλά συστήματα, συμπεριλαμβανομένης της ενδοκυτταρικής σηματοδότησης, ώστε να καθίσταται δυνατή η ενσωμάτωση και ρύθμιση των μεταβολικών διεργασιών, η μετάδοση πληροφοριών μέσω του νευρικού συστήματος, ο έλεγχος της συστολής των μυών (συμπεριλαμβανομένης της καρδιάς) και η πήξη του αίματος. Επιπλέον, έχει προταθεί ότι η επαρκής πρόσληψη ασβεστίου (για παράδειγμα, από τα γαλακτοκομικά προϊόντα μειωμένου λίπους) μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της υψηλής πίεσης του αίματος και μπορεί επίσης να βοηθήσει στην προστασία από τον καρκίνο του παχέος εντέρου.

Ο σκελετός περιέχει περίπου το 99% του ασβεστίου του σώματος, με περίπου 1kg παρόν σε οστά ενηλίκων. Τα κυριότερα συστατικά του οστού είναι το ασβέστιο και ο φώσφορος, που σχηματίζουν υδροξυαπατίτη, το οποίο συνδέεται μέσα σε ένα πλέγμα ινών κολλαγόνου για να σχηματίσει μια άκαμπτη δομή. Η απαίτηση του σώματος για ασβέστιο κυμαίνεται με το ρυθμό ανάπτυξης οστού, έτσι ώστε, καθώς προστατεύονται ζωτικά όργανα, ο σκελετός δρα ως «τράπεζα» μετάλλων, από την οποία το ασβέστιο και ο φώσφορος μπορούν να αποσυρθούν συνεχώς ή να κατατεθούν για να υποστηρίξουν τις φυσιολογικές απαιτήσεις.

Η κατάσταση του ασβεστίου διατηρείται με εξισορρόπηση της απορρόφησης ασβεστίου από το έντερο, απέκκριση μέσω των νεφρών και κινητοποίηση και εναπόθεση στα οστά. Αυτές οι θέσεις ρυθμίζονται από μηχανισμούς ανάδρασης που ελέγχονται από αρκετές ορμόνες, συμπεριλαμβανομένης της παραθυρεοειδούς ορμόνης και της ενεργοποιημένης μορφής βιταμίνης D. Το χαμηλό ασβέστιο στο αίμα ονομάζεται υπασβεσταιμία και το υψηλό ασβέστιο στο αίμα ονομάζεται υπερασβεσταιμία.

#### **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Για ορισμένα θρεπτικά συστατικά, η διατροφική ανεπάρκεια εντοπίζεται από την ύπαρξη χαμηλού επιπέδου του θρεπτικού συστατικού στο αίμα, αλλά για θρεπτικά συστατικά όπως το ασβέστιο, για τους λόγους που περιγράφονται παραπάνω, σπάνια εμφανίζονται χαμηλά επίπεδα αίματος. Λόγω της ανάγκης διατήρησης των επιπέδων του αίματος, η επίδραση μιας κακής παροχής ασβεστίου αντανακλάται συνήθως στην οστική πυκνότητα επειδή το οστό δρα ως δεξαμενή σε περιόδους ανάγκης. Για παράδειγμα, το ανεπαρκές ασβέστιο στα οστά μπορεί να οφείλεται σε ανεπαρκή παροχή βιταμίνης D, η οποία είναι απαραίτητη για την απορρόφηση του ασβεστίου. Στα παιδιά, η ανεπάρκεια βιταμίνης D καταλήγει σε ραχίτιδα και, σε ενήλικες, οστεομαλακία, στην οποία τα οστά εξασθενούν λόγω έλλειψης ασβεστίου.

Όσον αφορά τη διατροφική πρόσληψη, ένα σημαντικό ποσοστό των νέων γυναικών έχει μέση πρόσληψη ασβεστίου κάτω από τις χαμηλότερες προσλαμβανόμενες τιμές αναφοράς (8% των γυναικών ηλικίας 19-24 ετών και 6% των γυναικών ηλικίας 25-34 ετών) γεγονός που δείχνει ότι αυτές οι προσλήψεις είναι πιθανό να είναι ανεπαρκής. Μια επαρκής πρόσληψη ασβεστίου είναι ζωτικής σημασίας για την υγεία, ιδιαίτερα σε περιόδους ανάπτυξης (στην παιδική ηλικία, την εφηβεία, την εγκυμοσύνη) για την επίτευξη μέγιστης οστικής μάζας και επίσης κατά τη διάρκεια της γαλουχίας (θηλασμός). Τα συμπληρώματα συνιστώνται μερικές φορές για εκείνους που διατρέχουν κίνδυνο οστεοπόρωσης.

#### **ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ**

Η απορρόφηση ασβεστίου επηρεάζεται από έναν αριθμό προωθητικών και ανασταλτικών παραγόντων. Παράγοντες προαγωγής περιλαμβάνουν τη βιταμίνη D, τη λακτόζη, τη διατροφική πρωτεΐνη, τους μη εύπεπτες ολιγοσακχαρίτες και ένα όξινο περιβάλλον στο λεπτό έντερο. Το ασβέστιο απορροφάται πολύ εύκολα από το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Οι ανασταλτικοί παράγοντες περιλαμβάνουν φυτά (π.χ. σε δημητριακά ολικής αλέσεως), οξαλικά (π.χ. από σπανάκι, ραβέντι, παντζάρια), χρήση αντιόξινων, μη απορροφημένων διαιτητικών λιπών, υπερβολική πρόσληψη διαιτητικών ινών και μεγάλες προσλήψεις φωσφορικού οξέος (Watanabe et al., 1997; BNF., 2009; Davis et al., 1996).

#### **1.14.2 ΚΟΒΑΛΤΙΟ - Co**

Το κοβάλτιο διαθέτει μία μόνο γνωστή λειτουργία, είναι το κεντρικό ιόν της κοβαλαμίνης (Βιταμίνη B12). Ο μεταβολισμός του στον άνθρωπο δεν έχει σημασία, καθώς τόσο οι άνθρωποι όσο και τα ζώα δεν μπορούν να συνθέσουν βιταμίνη B12. Τα εντερικά βακτηρίδια χρησιμοποιούν το κοβάλτιο για να συνθέσουν βιταμίνη B12 καθιστώντας τη διαθέσιμη στα ζώα όχι όμως και τους ανθρώπους. Επομένως, μεγαλύτερη σημασία για τη διατροφή του ανθρώπου είχε η περιεκτικότητα του κοβαλτίου σε ζωικές τροφές, σε σχέση με την ανθρώπινη διατροφή. Εδώ και πολλά χρόνια υπάρχουν αναφορές σχετικές με την ανεπάρκεια κοβαλτίου στην κτηνοτροφία. Η ανεπάρκεια του επηρεάζει πολλά βακτηρίδια. Επομένως, μπορεί να επηρεάσει την αποδόμηση πολλών άλλων θρεπτικών ουσιών, κάνοντας δύσκολη τη διάκριση ανάμεσα στην ανεπάρκεια βιταμίνης B12 και τη διαταραχή του ισοζυγίου άλλων θρεπτικών ουσιών (Watanabe et al., 1997; Biesalski et al., 2008).

### **1.14.3 ΧΡΩΜΙΟ - Cr**

Το χρώμιο (III) είναι η ενεργός μορφή αυτής της θρεπτικής ουσίας και οι κύριες λειτουργίες της φαίνεται να συνδέονται με το μεταβολισμό των υδατανθράκων και των λιπιδίων. Αυτή η μορφή χρωμίου πιστεύεται ότι προάγει τη δράση της ινσουλίνης, της ορμόνης που ελέγχει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα. Τα άτομα με επαρκές διαιτητικό χρώμιο έχουν βελτιωμένο έλεγχο της γλυκόζης στο αίμα και βελτιωμένο προφίλ λιπιδίων στο αίμα.

Μολαταύτα, μέχρι σήμερα δεν έχει αποδειχτεί οποιαδήποτε διατροφική ανεπάρκεια.

Οι αναφορές σε σχέση με την τοξική δράση του χρωμίου είναι σπάνιες (αποτέλεσμα υπερβολικής πρόσληψης συμπληρωμάτων). (BNF., 2009; Biesalski et al., 2008)

### **1.14.4 ΧΑΛΚΟΣ – Cu**

Ο χαλκός είναι το τρίτο πιο άφθονο μεταλλικό ιχνοστοιχείο μετά από τον σίδηρο και τον ψευδάργυρο. Είναι ένα συστατικό πολλών ενζύμων και απαιτείται για την παραγωγή κόκκινων και λευκών αιμοσφαιρίων. Ο οργανισμός χρειάζεται επίσης χαλκό για να χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά το σίδηρο και πιστεύεται ότι είναι σημαντικό για τη βρεφική ανάπτυξη, την ανάπτυξη του εγκεφάλου, το ανοσοποιητικό σύστημα και για ισχυρά οστά.

#### **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Η ανεπάρκεια χαλκού που προκαλείται από τη διατροφή είναι εξαιρετικά σπάνια λόγω της άφθονης προσφοράς στη διατροφή και της υψηλής απόδοσης απορρόφησης. Ωστόσο, κάποια από τα συμπτώματα της έλλειψης χαλκού είναι, αρχικά πέφτει ο αριθμός των ουδετερόφιλων κοκκιοκυττάρων, των λευκοκυττάρων και των ερυθροκυττάρων και ακολουθούν μορφολογικές αλλαγές στο δέρμα, διαταραχές του ΚΝΣ και, στα παιδιά, σκελετικές ανωμαλίες με ελλειμματική ανάπτυξη.

#### **ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ**

Η τοξικότητα του χαλκού είναι μικρή και τα τοξικά επίπεδα πιθανότατα δεν μπορούν να επιτευχθούν αποκλειστικά μέσω των τροφών. Η υπερβολική έκθεση λόγω συγκεκριμένων επαγγελματικών συνθηκών οδηγεί σε μη ειδικά, οξέα συμπτώματα και, σε προχωρημένα στάδια, σε ηπατική βλάβη και αιματολογικές αλλαγές. Ανάλογα με τη διαβρωτικότητα του, το νερό που λιμνάζει σε σωλήνες χαλκού, μπορεί να διαλύει μεγάλες ποσότητες χαλκού, που θα μπορούσαν να είναι επικίνδυνες, ειδικά για τα βρέφη ή τα άτομα με νόσο του Wilson. Συνήθως, το νερό στα δημόσια συστήματα υδροδότησης έχει αρκετά υψηλό pH ώστε να εμποδίζεται μία τόσο μεγάλη πρόσληψη (Watanabe et al., 1997; BNF., 2009; Biesalski et al., 2008).

### **1.14.5 ΦΘΟΡΙΟ - F**

Η κύρια λειτουργία του φθορίου στο σώμα είναι στην ανοργανοποίηση των οστών και των δοντιών. Προστατεύει επίσης τα δόντια από την οδοντική τερηδόνα (φθορά των δοντιών) και τώρα προστίθεται συνήθως στις περισσότερες οδοντόκρεμες.

Σε σπάνιες περιπτώσεις, πολύ μεγάλες ποσότητες φθοριούχου (μη διαιτητικού) φθορίου μπορεί να προκαλέσουν φθορίωση. Τα συμπτώματα μπορεί να είναι ήπια, όπως στίγματα και θρυμματισμό των δοντιών, ή πιο σοβαρά προκαλούν σκελετικές μεταβολές όπως η ασβεστοποίηση των συνδέσμων και των τενόντων που οδηγεί σε προβλήματα μυών, αρθρώσεων και οστών (BNF., 2009).

#### **1.14.6 ΣΙΔΗΡΟΣ - Fe**

Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για τον σχηματισμό αιμοσφαιρίνης στα ερυθρά αιμοσφαίρια. Η αιμοσφαιρίνη δεσμεύει το οξυγόνο και το μεταφέρει γύρω από το σώμα. Ο σίδηρος αποτελεί επίσης βασικό συστατικό πολλών ενζυμικών αντιδράσεων και έχει σημαντικό ρόλο στο ανοσοποιητικό σύστημα. Επιπλέον, απαιτείται για τον φυσιολογικό μεταβολισμό της ενέργειας και για το μεταβολισμό φαρμάκων και ξένων ουσιών που πρέπει να απομακρυνθούν από το σώμα.

#### **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Η έλλειψη διαιτητικού σιδήρου εξαντλεί τα αποθέματα σιδήρου στο σώμα και αυτό μπορεί τελικά να οδηγήσει σε αναιμία της ανεπάρκειας σιδήρου. Ειδικότερα, οι γυναίκες σε ηλικία τεκνοποίησης και τα κορίτσια στην εφηβεία πρέπει να καταναλώνουν επαρκή διαιτητικό σίδηρο επειδή οι απαιτήσεις τους είναι υψηλότερες από εκείνες των ανδρών της ίδιας ηλικίας. Επίσης, η απώλεια αίματος λόγω τραυματισμού ή μεγάλων εμμηνορροϊκών απωλειών αυξάνει τις ανάγκες σε σίδηρο βραχυπρόθεσμα.

Μολαταύτα, είναι αδιαμφισβήτητο ότι εκατομμύρια ανθρώπων σε όλο τον κόσμο εκδηλώνουν κλινικά συμπτώματα ανεπάρκειας Fe. Τα πρώιμα συμπτώματα είναι οι μεταβολές του στοματικού και οισοφαγικού βλεννογόνου. Συμπτώματα, όπως πονοκέφαλοι, ζάλη ή κόπωση, αποδίδονται, συχνά, στη λανθάνουσα ανεπάρκεια του σιδήρου. Όταν επιβεβαιωθεί η χαρακτηριστική αναιμία, μέσω των χαμηλών τιμών των μετρήσεων του σιδήρου και της αιμοσφαιρίνης (Hb), προσβάλλεται το θερμορυθμιστικό σύστημα (αίσθημα ψύχους), το συμπαθητικό νευρικό σύστημα, ο θυρεοειδής και το ανοσοποιητικό σύστημα. Περισσότεροι από 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως υποφέρουν από αναιμία λόγω ανεπάρκειας σιδήρου, καθιστώντας την πιο κοινή διατροφική ανεπάρκεια. Ειδικά στα παιδιά, η αναιμία μπορεί να εκδηλωθεί ως ελλειμματική νοητική ανάπτυξη και με προβλήματα συμπεριφοράς (Biesalski et al., 2008).

#### **ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ**

Όπως με μερικά άλλα μέταλλα, υπό κανονικές συνθήκες η απορρόφηση του σιδήρου ελέγχεται αυστηρά καθώς ο σίδηρος μπορεί να έχει δυσμενείς επιδράσεις εξαιτίας της ικανότητάς του να παράγει ελεύθερες ρίζες οξυγόνου. Ωστόσο, 1 άτομο σε 200 βορειοευρωπαϊκές γεννήσεις είναι γενετικά προδιατεθειμένο στην αιμοχρωμάτωση της νόσου φόρτωσης σιδήρου (Watanabe et al., 1997; BNF., 2009; Biesalski et al., 2008).

### **1.14.7 ΙΩΔΙΟ – Ι**

Το ιώδιο αποτελεί βασικό συστατικό των ορμονών του θυρεοειδούς, της θυροξίνης και της τριιωδοθυρονίνης, που είναι ζωτικής σημασίας ρυθμιστές του μεταβολικού ρυθμού και της σωματικής και πνευματικής ανάπτυξης.

#### **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Παρά την πολύπλοκη ρύθμιση, ο υπο- και ο υπερθυρεοειδισμός δεν είναι σπάνιοι. Η συχνότερη συνέπεια της ανεπάρκειας ιωδίου είναι η βρογχοκήλη, μία αντισταθμιστική υπερτροφία του θυρεοειδούς. Η βρογχοκήλη επανέρχεται στα φυσιολογικά μετά από 1-2 χρόνια θεραπείας. Ο υποθυρεοειδισμός λόγω της ανεπάρκειας ιωδίου, έχει σοβαρές επιπτώσεις, ειδικά στα νεογνά. Τα πρώιμα συμπτώματα είναι μεταξύ άλλων, η απροθυμία θηλασμού και η δυσκοιλιότητα. Αργότερα, γίνονται εμφανείς η καθυστέρηση στην ανάπτυξη και η βλάβη του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ). Το πλήρες σύνδρομο ονομάζεται κρετινισμός. Σύμφωνα με τον WHO, τουλάχιστον 30 εκατομμύρια άτομα σε όλο τον κόσμο, έχουν ποικίλου βαθμού εγκεφαλικές βλάβες, λόγω της επίδρασης της ανεπάρκειας του ιωδίου κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του εμβρυϊκού εγκεφάλου, οι οποίες θα μπορούσαν να προληφθούν. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η ανάπτυξη κρετινισμού μπορεί να προληφθεί, με την έγκαιρη χορήγηση θεραπείας υποκατάστασης των θυρεοειδικών ορμονών.

#### **ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ**

Το υπερβολικό ιώδιο δεν απορροφάται, επομένως η τοξικότητα είναι απίθανη σε υγιή άτομα (Watanabe et al., 1997; BNF., 2009; Biesalski et al., 2008).

### **1.14.8 ΚΑΛΙΟ - Κ**

Το κάλιο είναι απαραίτητο για την ισορροπία του νερού και των ηλεκτρολυτών και την κανονική λειτουργία των κυττάρων, συμπεριλαμβανομένων των νεύρων. Οι αυξημένες διατροφικές προσλήψεις του καλίου έχουν συσχετιστεί με μείωση της αρτηριακής πίεσης, καθώς προάγει την απώλεια νατρίου στα ούρα. Προτείνεται ότι η αύξηση της πρόσληψης καλίου μπορεί να αντισταθμίσει την επίδραση κάποιας ποσότητας από το νάτριο στη διατροφή, βοηθώντας έτσι στην προστασία της καρδιαγγειακής υγείας.

#### **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Τα αίτια της ανεπάρκειας σπάνια είναι αμιγώς διατροφικά. Μαζικές απώλειες μπορεί να προκληθούν από τη διάρροια ή τη κατάχρηση υπακτικών και διουρητικών. Τα κλινικά συμπτώματα εκδηλώνονται στους σκελετικούς μύες, με αδυναμία πάρεση σε ακραίες περιπτώσεις, τον πεπτικό σωλήνα, με δυσκοιλιότητα και σε ακραίες περιπτώσεις ειλεός, και στην καρδιά όπου παρατηρούνται τυπικές αλλαγές του δυναμικού ενέργειας του καρδιακού μυός. Η χαμηλή του συγκέντρωση στο πλάσμα, ακόμη και αν είναι > 6,5 mmol/l, μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα υγείας, όπως αρρυθμίες ακόμη και μαρμαρύγη. Η οξέωση (όπως στο διαβητικό κώμα), η δηλητηρίαση με διγοξίνη και η νεφρική ανεπάρκεια μπορεί να οδηγήσουν σε απειλητική για τη ζωή υπερκαλιαιμία (Biesalski et al., 2008; Watanabe et al., 1997; BNF., 2009).

#### **1.14.9 ΜΑΓΝΗΣΙΟ – Mg**

Το μαγνήσιο είναι ένα απαραίτητο μέταλλο που υπάρχει σε όλους τους ανθρώπινους ιστούς, ειδικά στα οστά. Έχει τόσο φυσιολογικές όσο και βιοχημικές λειτουργίες και έχει σημαντικές αλληλεξαρτήσεις με ασβέστιο, κάλιο και νάτριο. Χρειάζεται για την ενεργοποίηση πολλών ενζύμων (για παράδειγμα ένζυμα που σχετίζονται με την αντιγραφή του DNA και τη σύνθεση του RNA) και για την έκκριση παραθυρεοειδικών ορμονών, τα οποία συμμετέχουν στον μεταβολισμό των οστών. Είναι επίσης απαραίτητο για τη λειτουργία των μυών και των νεύρων. Επιπλέον, είναι απαραίτητο για την κυτταρική αναπνοή και τις αντιδράσεις μεταφοράς φωσφορικών αλάτων που περιλαμβάνουν τρι-, δι- και μονοφωσφορική αδενοσίνη.

#### **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Η διατροφική ανεπάρκεια είναι σπάνια και χαρακτηρίζεται από προοδευτική μυϊκή αδυναμία και νευρομυϊκή δυσλειτουργία. Η ήπια υπομαγνησιαιμία (χαμηλό μαγνήσιο στο αίμα) είναι συχνή σε σοβαρές ασθένειες, αλκοολικούς και ασθενείς με διαταραχές δυσασπορόφησης.

#### **ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ**

Δεν υπάρχουν στοιχεία ότι οι μεγάλες διαιτητικές προσλήψεις είναι επιβλαβείς για τους ανθρώπους με φυσιολογική νεφρική λειτουργία. Ωστόσο, η τακτική λήψη συμπληρωμάτων υψηλής δόσης μπορεί να οδηγήσει σε διάρροια και μπορεί επίσης να οδηγήσει σε αυξημένα επίπεδα μαγνησίου στο αίμα με σχετικές ανεπιθύμητες ενέργειες (Watanabe et al., 1997; BNF., 2009; Davis et al., 1996).

#### **1.14.10 ΜΑΓΓΑΝΙΟ - Mn**

Το μαγγάνιο είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό των οστών και για τον ενεργειακό μεταβολισμό. Είναι επίσης συστατικό ενός αντιοξειδωτικού ενζύμου, το οποίο βοηθά στην πρόληψη βλάβης των κυττάρων που προκαλείται από τις ελεύθερες ρίζες. Λειτουργεί ως συμπαραγόντας σε διάφορα συστήματα ενζύμων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που εμπλέκονται στη σύνθεση ουρίας από αμμωνία, στο μεταβολισμό αμινοξέων, στο μεταβολισμό λιπαρών οξέων και στην οξείδωση γλυκόζης.

#### **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Οι αναφορές για ανεπάρκεια του μαγγανίου στους ανθρώπους είναι σπάνιες και αναφέρονται μόνο σε κάποιες περιπτώσεις παρεντερικής σίτισης. Αφού τα συμπτώματα πιθανότατα προέκυψαν από ένα συνδυασμό θρεπτικών ανεπαρκειών, είναι αδύνατο να καθοριστούν τα συμπτώματα ανεπάρκειας στους ανθρώπους.

Η τοξικότητα του μαγγανίου δεν αποτελεί πρόβλημα, καθώς τα επίπεδα του αίματος ελέγχονται προσεκτικά (BNF., 2009; Biesalski et al., 2008; Davis et al., 1996).

#### **1.14.11 ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ – Mo**

Το μολυβδαίνιο απορροφάται παθητικά στο λεπτό έντερο. Ο ρυθμός απορρόφησης είναι υψηλός αλλά δεν έχει ποσοτικοποιηθεί επαρκώς. Μεταφέρεται, κυρίως συνδεδεμένο με

πρωτεΐνες, στο εσωτερικό των ερυθροκυττάρων. Απεκκρίνεται νεφρικά- η απέκκριση μπορεί να χρησιμεύει στη διατήρηση της ισορροπίας της ομοιόστασης.

Αναφέρεται μόνο μία περίπτωση συμπτωμάτων ανεπάρκειας στους ανθρώπους, σε ασθενή με νόσο του Crohn, ο οποίος σιτίστηκε παρεντερικά για > 18 μήνες. Εκδήλωσε ταχυκαρδία, πονοκεφάλους, νυχτερινή τύφλωση, εμετούς και τελικά κώμα. Τα συμπτώματά του βελτιώθηκαν με την ελάττωση της πρόσληψης αμινοξέων. Οι μεταβολικές μελέτες έδειξαν ανωμαλίες της οξειδάσης του θειώδους και της οξειδάσης της ξανθίνης (Biesalski et al., 2008).

#### **1.14.12 ΝΙΚΕΛΙΟ – Ni**

Το νικέλιο απορροφάται στο λεπτό έντερο με ένα ρυθμό της τάξης του 1-10%. Εικάζεται συνεργία με τον σίδηρο. Σε πειράματα σε ζώα, η ανεπάρκεια του επηρεάζει το μεταβολισμό του σιδήρου και την παραγωγή αίματος. Δεν έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί μέρος του ανθρώπινου ενζυμικού συστήματος. Αφού δεν υπάρχουν αναφορές για ανεπάρκεια του στους ανθρώπους, η αναγκαιότητά του παραμένει αμφιλεγόμενη.

Έχει αποκτήσει τη φήμη για την τοξικότητά του, που προκαλεί οξέα συμπτώματα, που μοιάζουν με άσθμα. Αν και η τοξικότητα αυτή, δεν είναι γνωστό ότι προκαλείται από την πρόσληψη του με τις τροφές, η έκθεση μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκειά της παραγωγής και της επεξεργασίας μπαταριών, μεταλλικών κραμάτων κλπ, μέσω της εισπνοής ενώσεων νικελίου. Συχνότερη είναι η αλλεργία στο νικέλιο, η οποία εκδηλώνεται, συνήθως, με τη μορφή εκζέματος (Biesalski et al., 2008).

#### **1.14.13 ΦΩΣΦΟΡΟΣ - P**

Η κύρια λειτουργία του φωσφόρου είναι στον σχηματισμό του οστικού συστατικού υδροξυαπατίτη, σε συνεργασία με το ασβέστιο. Το 80% του φωσφόρου στο σώμα υπάρχει ως άλατα ασβεστίου στον σκελετό και επομένως είναι απαραίτητο για την υγιή δομή των οστών και των δοντιών. Στον ενήλικα, υπάρχει μια δυναμική ισορροπία μεταξύ ασβεστίου και φωσφόρου στην συνεχή αναδιαμόρφωση των οστών. Το υπόλοιπο του φωσφόρου του σώματος κατανέμεται σε όλα τα κύτταρα. Είναι απαραίτητο για τη δομή των κυτταρικών μεμβρανών (στα φωσφολιπίδια) και του διακυτταρικού φωσφόρου να συμβάλλει σε μια σειρά διαδικασιών που σχετίζονται με τον ενεργειακό μεταβολισμό.

Οι διατροφικές ανεπάρκειες του φωσφόρου είναι άγνωστες. Συμπτώματα ανεπάρκειας έχουν αναφερθεί μόνο ως αποτέλεσμα της παρεντερικής διατροφής και της καθημερινής χρήσης αντιόξινων που περιέχουν αλουμίνιο. Τα πρώιμα συμπτώματα είναι η γενικευμένη σωματική αδυναμία.

#### **ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ**

Ο φωσφόρος έχει πολύ χαμηλή τοξικότητα (Watanabe et al., 1997; BNF., 2009).

#### **1.14.14 ΣΕΛΗΝΙΟ -Se**

Η κύρια λειτουργία του σεληνίου είναι ως συστατικό μερικών από τα πιο σημαντικά αντιοξειδωτικά ένζυμα (π.χ. υπεροξειδάση γλουταθειόνης), και επομένως για την



προστασία του σώματος από οξειδωτική βλάβη. Είναι επίσης απαραίτητο για τη χρήση ιωδίου στην παραγωγή θυρεοειδικών ορμονών, για λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και για αναπαραγωγική λειτουργία. Το σελήνιο σε συνδυασμό με τη βιταμίνη Ε είναι απαραίτητο για την αποφυγή της διατροφικής μυϊκής δυστροφίας. Οι ενώσεις του σεληνίου είναι επίσης ικανοί να προστατεύουν από την τοξικότητα βαρέων μετάλλων όπως το κάδμιο και ο υδράργυρος.

## **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Στην κτηνοτροφία είναι γνωστά εδώ και χρόνια τα συμπτώματα ανεπάρκειας του σεληνίου (ηπατική νέκρωση, καρδιακές επιπτώσεις, τερατογένεση). Η μόνη γνωστή μορφή στους ανθρώπους είναι η «νόσος του Keshan», που έχει αναπτυχθεί αποκλειστικά στην Κίνα. Είναι μια συμφορητική μυοκαρδιοπάθεια, που προκάλεσε μεγάλο αριθμό θανάτων σε μία συγκεκριμένη περιοχή της Κίνας, όπου οι προσλήψεις σεληνίου ήταν <11 μg/ ημέρα. Επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι η συχνότητα της ισχαιμικής καρδιοπάθειας αυξάνεται σε συγκεντρώσεις πλάσματος <60 μg/l. Επίσης πιθανολογείται μια συσχέτιση μεταξύ καρκίνου και ανεπάρκειας σεληνίου. Αυτές οι προληπτικές δράσεις – αν επιβεβαιωθούν- βασίζονται, πιθανότατα, στην ενεργοποίηση των υπεροξειδασών, μια και σε αυτές τις παθήσεις, εμπλέκεται η αυξημένη παραγωγή ελεύθερων ριζών. Σε αυτά τα πλαίσια, τα συμπληρώματα σεληνίου χρησιμοποιούνται στην εντατική θεραπεία σοβαρής σηψαιμίας και εγκαυμάτων.

## **ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ**

Το θεραπευτικό φάσμα του σεληνίου δείχνει ότι το εύρος ασφαλείας ανάμεσα στην οριακή ανεπάρκεια και στην τοξικότητα είναι πολύ στενό. Η τοξικότητα, ωστόσο, παρατηρείται σπάνια, ακόμα και σε περιοχές πλούσιες σε σελήνιο. Οι μόνες γνωστές περιπτώσεις αφορούν άτομα που προσλάμβαναν ένα συμπλήρωμα από λανθασμένη παραγωγή που περιείχε σελήνιο. Τα πρώιμα συμπτώματα τοξικότητας (σεληνίωση) δεν είναι ειδικά και περιλαμβάνουν διάρροια, ευερεθιστότητα, δερματικό κνησμό, μεταλλική γεύση, ναυτία και εμετό, κόπωση και αδυναμία καθώς και μία χαρακτηριστική μυρωδιά σκόρδου της αναπνοής και του ιδρώτα από το διμεθυλοσεληνίδιο (Watanabe et al., 1997; BNF., 2009; Biesalski et al., 2008).

### **1.14.15 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ - Zn**

Η κύρια λειτουργία του ψευδαργύρου στον ανθρώπινο μεταβολισμό είναι ως συμπαραγόντας για πολλά ένζυμα. Ο ψευδάργυρος έχει βασικό ρόλο ως καταλύτης σε ένα ευρύ φάσμα αντιδράσεων. Συμμετέχει άμεσα ή έμμεσα στις κύριες μεταβολικές οδούς που σχετίζονται με μεταβολισμό πρωτεϊνών, λιπιδίων, υδατανθράκων και ενέργειας και είναι επίσης απαραίτητη για την κυτταρική διαίρεση και επομένως για την ανάπτυξη και την αποκατάσταση των ιστών και για την κανονική αναπαραγωγική ανάπτυξη. Επιπλέον, ο ψευδάργυρος απαιτείται για τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και στη δομή και τη λειτουργία του δέρματος και ως εκ τούτου διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στην επούλωση πληγών.

## **ΕΛΛΕΙΨΗ**

Τα παθολογικά συμπτώματα της ανεπάρκειας ψευδαργύρου εξαρτώνται από την ηλικία, το φύλο, τη διάρκεια και την ένταση της ανεπάρκειας. Κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας, κυριαρχεί η καθυστέρηση της ανάπτυξης, αργότερα εγκαθίσταται η απώλεια γεύσης και της όσφρησης, η τριχόπτωση, οι δερματικές βλάβες, οι ψυχολογικές διαταραχές και η αυξημένη ευαλωτότητα στις λοιμώξεις με αργή επούλωση των τραυμάτων. Ο Zn έχει χρησιμοποιηθεί για πολλά χρόνια για την επούλωση εξωτερικών τραυμάτων. Οι ανεπάρκειες του έχουν αναφερθεί σε περιπτώσεις παρεντερικής διατροφής και εντερικών νόσων (κοιλιοκάκη και άλλες). Σε αποκλειστικά χορτοφάγους έχει παρατηρηθεί μία οριακή ανεπάρκεια, εκτός και αν λαμβάνουν συμπληρώματα. Με την αυξανόμενη τάση για δίαιτες περισσότερο πλούσιες σε λαχανικά, αυξάνεται και ο κίνδυνος ανεπάρκειας ψευδαργύρου, ιδιαίτερα στις γυναίκες και τα παιδιά. Στις ΗΠΑ, η χαμηλή περιεκτικότητα σιδήρου σχετίζεται με την χαμηλή πρόσληψη ψευδαργύρου. Στις αναπτυσσόμενες χώρες με υψηλή αναλογία πίτυρου στα δημητριακά προϊόντα, η διαθεσιμότητα μπορεί να επηρεαστεί αρκετά ώστε να προκαλέσει ανεπάρκειες.

Η εντεροπατική ακροδερματίτιδα, είναι μια σπάνια, υπολειπόμενη νόσος, που οφείλεται στην κληρονομική δυσαπορρόφηση του ψευδαργύρου. Προκαλεί ερυθηματώδεις δερματικές βλάβες, κυρίως γύρω από τις σωματικές οπές. Επηρεάζει, επίσης, τους βλεννογόνους με αποτέλεσμα συχνές λοιμώξεις και σοβαρές διάρροιες (Watanabe et al., 1997; BNF., 2009; Biesalski et al., 2008; Davis et al., 1996).

### **1.15 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ**

Οι πρωτεΐνες των ψαριών περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, είναι πολύ εύπεπτες και ποιοτικά υψηλές, σύμφωνα με τους Larsen et al (2011). Μελέτες έχουν δείξει ότι οι πρωτεΐνες των ψαριών σχετίζονται με την φλεγμονή, το μεταβολικό σύνδρομο, την οστεοπόρωση, την αντίσταση στην ινσουλίνη, τη συνύπαρξη της παχυσαρκίας με την ανάπτυξη καρκίνου και ότι σε γενικό βαθμό πρωτεΐνες και πεπτίδια έχουν δείξει τη σημαντικότητα τους σε πολλούς τομείς, όπως τα λιπίδια των ψαριών. Για παράδειγμα, μια δίαιτα με πρωτεΐνη σαρδέλας έδειξε ότι μειώνει την αντίσταση στην ινσουλίνη, τη λεπτίνη και το TNFα (παράγοντας νέκρωσης όγκου α), βελτιώνει την υπεργλυκαιμία και το μειωμένο οξειδωτικό στρες του λιπώδους ιστού, σε αρουραίους με επαγόμενο μεταβολικό σύνδρομο. Οι συγγραφείς πρότειναν τη διατροφική πρωτεΐνη σαρδέλας ως μια πιθανή προφύλαξη από την αντίσταση στην ινσουλίνη. Επιπλέον, μερικά άλλα αμινοξέα και ιδιαίτερα η ταυρίνη μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στις ωφέλιμες επιδράσεις της πρωτεΐνης ψαριών, ιδιαίτερα των λιπαρών ψαριών, συμπεριλαμβανομένης της σαρδέλας, για παράδειγμα, περιορίζοντας τις επιπλοκές του διαβήτη τύπου 2 και μειώνοντας τη γλυκόζη, την ινσουλίνη και την αντίσταση στην ινσουλίνη. Από την άλλη πλευρά, οι Balfego et al (2016) έδειξαν ότι η προσθήκη 100 g σαρδέλας, 5 ημέρες την εβδομάδα στη συνήθη δίαιτα για διαβήτη τύπου 2 σε διάστημα 6 μηνών, δεν είχε επίδραση στον γλυκαιμικό έλεγχο, αλλά είχε μειώσει τις τιμές στον καρδιαγγειακό κίνδυνο. Ακόμη, οι πρωτεΐνες από διάφορα ψάρια, όπως η παλαμίδα, ο σολομός, το σκουμπρί, η ρέγγα και ο μπακαλιάρος έχουν δείξει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, ενώ ο σολομός και η πρωτεΐνη μπακαλιάρου βελτιώνουν την ευαισθησία στην ινσουλίνη σε αρουραίους. Οι συγγραφείς κατέληξαν ότι η δίαιτα με πρωτεΐνη 60%, λιπαρών ψαριών είχε επίδραση στη μακροχρόνια ανάπτυξη της αντίστασης

στην ινσουλίνη, στον διαβήτη τύπου 2 και στις καρδιαγγειακές παθήσεις. Τα αποτελέσματα σχετικά με τον διαβήτη τύπου 2 συμβαδίζουν με προηγούμενες έρευνες που έδειξαν ότι η πρωτεΐνη ψαριού βελτιώνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και στη συνέχεια αυξάνει την ικανότητα αποθήκευσης της γλυκόζης ως γλυκογόνο (Larsen et al., 2011).

## **2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση άρθρων και αναφορών από τις ηλεκτρονικές πλατφόρμες των scopus, pubmed και google scholar. Στη συνέχεια, προχωρήσαμε στην ανάγνωση του συγκεντρωτικού υλικού και επιλογή της κατάλληλης βιβλιογραφίας, σύμφωνα με το θέμα. Έπειτα, διεξάχθηκε συγκέντρωση των στοιχείων και καταγραφή σε πίνακες του προγράμματος Microsoft Excel, με ταξινόμηση αρχικά για κάθε είδος ξεχωριστά. Ακολούθησε η ομαδοποίηση των δεδομένων κατά κοινά χαρακτηριστικά, πραγματοποιήθηκε η μετατροπή των μονάδων μέτρησης σε μία ενιαία μονάδα μέτρησης, για να είναι εφικτή και η σύγκριση μεταξύ των δεδομένων. Τέλος, δημιουργήθηκε ένας ενιαίος πίνακας δεδομένων για κάθε ομάδα ξεχωριστά και ακολούθησε η καταγραφή και η σύγκριση των δεδομένων.

Στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση, στις περιπτώσεις των μακροθρεπτικών συστατικών και των μετάλλων, οι ΜΟ των 23 ειδών κατατάχθηκαν σε μια αύξουσα σειρά με βάση τη συγκέντρωσή τους. Με βάση αυτή τη σειρά κατάταξης, δημιουργήθηκε μια στήλη με τον αύξοντα αριθμό (α/α). Σύμφωνα με τη στήλη του αύξοντα αριθμού (α/α), το είδος με τον μικρότερο αριθμό παρουσιάζει την μεγαλύτερη ποσότητα συγκέντρωσης. Στη συνέχεια, αθροίσαμε τις στήλες των στοιχείων α/α ανά είδος. Το είδος με το μικρότερο ολικό άθροισμα στη λίστα των α/α θεωρήθηκε το πιο πλούσιο είδος με βάση τα στοιχεία που εξετάζουμε.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 ΜΑΚΡΟΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ-ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ

Πίνακας 3.1 Μέσος όρος σύνθεσης μακροθρεπτικών συστατικών (%) από εποχιακή μεταβολή.

ΕΙΔΟΣ	ΥΓΡΑΣΙΑ	α/α ΥΓΡ	ΠΡΩΤΕΙΝΗ	α/α PRO	ΛΙΠΙΔΙΑ	α/α FAT	ΥΔΑΤ	α/α CHO	ΤΕΦΡΑ	α/α ΤΕΦΡΑ	sum a/a
ΓΑΥΡΟΣ	75,0	17	19,0	11	1,8	11	2,7	10	1,33	2	51
ΓΛΩΣΣΑ	79,0	7	16,7	23	0,7	19	3,2	3	1,00	5	57
ΓΟΠΑ	79,3	3	18,3	16	1,2	14	0,8	19	1,00	6	58
ΚΕΦΑΛΟΣ	76,7	15	19,7	9	1,3	13	1,3	16	1,00	7	60
ΚΟΛΙΟΣ	72,0	20	25,0	1	4,0	4	3	4	2,00	1	30
ΚΟΥΤΣΟΜ	77,3	11	17,3	20	2,7	7	1,7	14	1,00	8	60
ΛΑΒΡΑΚΙ	78,0	8	21,0	4	2,0	9	2	11	1,00	9	41
ΛΙΘΡΙΝΙ	79,0	4	21,0	5	2,0	10	3	5	1,00	10	34
ΜΕΛΑΝΟΥΡΙ	77,0	13	19,0	12	1,0	15	2	12	1,00	11	63
ΜΟΥΡΜΟΥΡΑ	78,0	9	18,0	17	0,7	18	2	13	1,00	12	69
ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ	80,3	1	17,0	22	1,0	16	0,5	22	1,33	3	64
ΠΑΛΑΜΙΔΑ	70,0	23	21,7	3	5,0	2	3	8	0,97	20	56
ΣΑΛΠΑ	77,3	12	19,3	10	3,7	5	3,3	2	1,00	13	42
ΣΑΡΔΕΛΑ	74,7	18	17,3	21	5,0	3	1,7	15	1,33	4	61
ΣΑΥΡΙΔΙ	78,0	10	19,0	13	1,5	12	0,5	21	1,00	14	70
ΣΙΚΙΟΣ	79,0	6	20,0	6	0,4	20	0,4	23	1,00	15	70
ΣΚΑΘΑΡΙ	76,0	16	19,0	14	0,2	23	4	1	0,80	21	75
ΣΚΟΡΠΙΟΣ	79,0	5	19,0	15	0,4	21	0,6	20	1,00	16	77
ΣΚΟΥΜΠΡΙ	70,0	22	18,0	18	13,5	1	2,9	9	0,55	23	73
ΤΑΟΥΚΙ	80,0	2	18,0	19	0,3	22	1	17	0,70	22	82
ΤΟΝΟΣ	71,0	21	22,5	2	2,6	8	3	6	1,00	17	54
ΤΣΙΠΟΥΡΑ	73,0	19	20,0	7	3,0	6	3	7	1,00	18	57
ΧΡΙΣΤΟΦΑΡΟ	77,0	14	20,0	8	1,0	17	1	18	1,00	19	76

#### ΥΓΡΑΣΙΑ

Η υγρασία (στα 23 είδη των ψαριών σύμφωνα με τους Karakoltsidis et al., 1995) κυμαίνεται σε τιμές από 59 έως 80,3% με διάμεση τιμή το 77% και μέση τιμή το 75,5%. Η τυπική απόκλιση των τιμών είναι 4,6% και το διάστημα εμπιστοσύνης μέσα στο οποίο κυμαίνεται το 95% των ειδών είναι από 75 έως 77,6%. Τα ψάρια κατατάσσονται σε μια φθίνουσα σειρά με βάση την τιμή της υγρασίας. Τις πέντε πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν ο μπακαλιάρος, το ταούκι, το λιθρίνι ο σκορπιός και το λαυράκι και τις πέντε τελευταίες ο κολιός, ο τόνος, η παλαμίδα, το σκουμπρί, και η γλώσσα (Πίνακας 3.1).

Το λαβράκι παρουσίασε σημαντικές μεταβολές την περίοδο που πραγματοποιήθηκε η έρευνα, εμφανίζοντας μια σημαντική μείωση ( $p < 0.05$ ) την περίοδο της άνοιξης (Απρίλιος, Ιούνιος), συνεχίζοντας με μια σημαντική αύξηση ( $p < 0.05$ ) το φθινόπωρο (Σεπτέμβριος, Οκτώβριος) και καταλήγοντας σε μια σημαντική μείωση ( $p < 0.05$ ) το χειμώνα (Δεκέμβριος). Ο μπακαλιάρος, από την άλλη, δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές, παρά μόνο κατά τη διάρκεια της άνοιξης (Απρίλιος), που εμφάνισε μια σημαντική αύξηση ( $p < 0.05$ ). Η γόπα,

επίσης εμφάνισε μια σημαντική αύξηση ( $p < 0.05$ ) κατά τη διάρκεια της άνοιξης (Απρίλιος), αλλά συνέχισε με μια σημαντική μείωση ( $p < 0.05$ ) το καλοκαίρι (Ιούνιος). Στην περίπτωση της σαρδέλας, παρουσίασε μια σημαντική μείωση ( $p < 0.05$ ) κατά τη διάρκεια της άνοιξης (Απρίλιος) και συνεχίστηκε σημαντική μείωση ( $p < 0.05$ ) καθ' όλη τη διάρκεια της θερμής περιόδου (Ιούνιος) έως και το φθινόπωρο (Σεπτέμβριος, Οκτώβριος) και τέλος επανήλθε με μια σημαντική αύξηση ( $p < 0.05$ ) κατά τους ψυχρούς μήνες (Δεκέμβριος, Ιανουάριος). Το σκουμπρί γενικότερα δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές, εκτός από το φθινόπωρο (Σεπτέμβριος), που εμφάνισε μια σημαντική αύξηση ( $p < 0.05$ ) (Πίνακας 3.2).

**Πίνακας 3.2** Ποσοστό υγρασίας σε 5 είδη (Zotos et al., 2012)

ΕΙΔΟΣ	ΙΑΝ	ΑΠΡ	ΙΟΥΝ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΔΕΚ	ΜΟ	ΜΟ Karak
ΓΟΠΑ	72,72 <sup>a</sup>	80,14 <sup>b</sup>	78,22 <sup>c</sup>	73,08 <sup>a</sup>	73,61 <sup>a</sup>	73,25 <sup>a</sup>	75,2	79,3
ΛΑΒΡΑΚΙ	73,52 <sup>a</sup>	67,3 <sup>b</sup>	68,56 <sup>b</sup>	70,02 <sup>d</sup>	71,17 <sup>e</sup>	66,88 <sup>b</sup>	69,6	78,0
ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ	79,78 <sup>a</sup>	84,3 <sup>b</sup>	79,6 <sup>a</sup>	78,12 <sup>a</sup>	79,73 <sup>a</sup>	78,43 <sup>a</sup>	80,0	80,3
ΣΑΡΔΕΛΑ	75,9 <sup>a</sup>	74,01 <sup>b</sup>	69,1 <sup>a</sup>	67,6 <sup>a</sup>	68,2 <sup>a</sup>	75,8 <sup>a</sup>	71,8	74,7
ΣΚΟΥΜΠΡΙ	75,52 <sup>a</sup>	67,3 <sup>a</sup>	68,56 <sup>a</sup>	70,02 <sup>b</sup>	71,17 <sup>a</sup>	66,88 <sup>a</sup>	69,9	70,0

## ΠΡΩΤΕΪΝΗ

Η πρωτεΐνη (Πίνακας 3.1) κυμαίνεται σε τιμές από 16,7 έως 25% με διάμεση τιμή το 19% και μέση τιμή το 19,4%. Η τυπική απόκλιση των τιμών είναι 1,93% και το διάστημα εμπιστοσύνης μέσα στο οποίο κυμαίνεται το 95% των ειδών είναι από 18,5 έως 20,2%. Τα ψάρια κατατάσσονται σε μια φθίνουσα σειρά με βάση την τιμή της υγρασίας. Τις πέντε πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν ο κολιός, ο τόνος, η παλαμίδα, το λαβράκι και το λιθρίνι και τις πέντε τελευταίες το ταούκι, η κουτσομούρα, η σαρδέλα, ο μπακαλιάρος και η γλώσσα.

Το λαβράκι, η σαρδέλα και το σκουμπρί δεν παρουσίασαν, σημαντικές μεταβολές σχετικά με την εποχικότητα. Ο μπακαλιάρος όμως, παρουσίασε μια σημαντική μείωση ( $p < 0.05$ ) κατά τη περίοδο της άνοιξης (Απρίλιος) και στη συνέχεια κατά την περίοδο του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος) εμφάνισε μια σημαντική αύξηση ( $p < 0.05$ ) και εν τέλει καταλήγει με μια σημαντική μείωση τους ψυχρούς μήνες (Δεκέμβριος). Η γόπα επίσης εμφάνισε σημαντικές μεταβολές, με μια σημαντική μείωση ( $p < 0.05$ ) τη θερμή περίοδο (Απρίλιος, Ιούνιος) και μετέπειτα μια σημαντική αύξηση ( $p < 0.05$ ) την περίοδο του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος, Οκτώβριος) (Πίνακας 3.3).

**Πίνακας 3.3** Ποσοστό πρωτεΐνης σε 5 είδη (Zotos et al., 2012)

ΕΙΔΟΣ	ΙΑΝ	ΑΠΡ	ΙΟΥΝ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΔΕΚ	ΜΟ	ΜΟ Karak
ΓΟΠΑ	20,1 <sup>a</sup>	17,99 <sup>b</sup>	17,84 <sup>b</sup>	18,67 <sup>c</sup>	18,34 <sup>c</sup>	20,36 <sup>a</sup>	18,9	18,3
ΛΑΒΡΑΚΙ	18,24 <sup>a</sup>	18,23 <sup>a</sup>	18,72 <sup>a</sup>	18,59 <sup>a</sup>	18,49 <sup>a</sup>	18,69 <sup>a</sup>	18,5	21,0
ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ	17,83 <sup>a</sup>	14,17 <sup>b</sup>	17,89 <sup>a</sup>	20,06 <sup>c</sup>	18,28 <sup>a</sup>	19,16 <sup>c</sup>	17,9	17,0
ΣΑΡΔΕΛΑ	17,32 <sup>a</sup>	17,5 <sup>a</sup>	17,33 <sup>a</sup>	17,56 <sup>a</sup>	17,76 <sup>a</sup>	18,22 <sup>a</sup>	17,6	17,3

## ΛΙΠΙΔΙΑ

Τα λιπίδια (Πίνακας 3.1) κυμαίνονται σε τιμές από 0,2 έως 13,5% με διάμεση τιμή το 1,5% και μέση τιμή το 2,39%. Η τυπική απόκλιση των τιμών είναι 2,82% και το διάστημα εμπιστοσύνης μέσα στο οποίο κυμαίνεται το 95% των ειδών είναι από 1,17 έως 3,61%. Τα ψάρια κατατάσσονται σε μια φθίνουσα σειρά με βάση την τιμή των λιπιδίων. Τις πέντε πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν το σκουμπρί, η παλαμίδα, η σαρδέλα, ο κολιός και η σάλπα και τις πέντε τελευταίες το ταούκι, η κουτσομούρα, η σαρδέλα, ο μπακαλιάρος και η γλώσσα.

Ο μπακαλιάρος δεν παρουσιάζει κάποια σημαντική μεταβολή κατά τη διάρκεια του έτους (Πίνακας 3.4). Το λαβράκι εμφανίζει μια σημαντική αύξηση την άνοιξη (Απρίλιος,  $p < 0.05$ ), ενώ στη συνέχεια εμφανίζει μια σημαντική μείωση τους θερμούς μήνες (Ιούνιος, Σεπτέμβριος  $p < 0.05$ ) και τελικά αυξάνεται σημαντικά και πάλι το χειμώνα (Δεκέμβριος,  $p < 0.05$ ). Η γόπα παρουσιάζει μια σημαντική μείωση τον Απρίλιο ( $p < 0.05$ ) και επανέρχεται με μια σημαντική αύξηση τον Ιούνιο ( $p < 0.05$ ). Η σαρδέλα παρουσιάζεται μια σημαντική αύξηση την θερμή περίοδο (Απρίλιος, Ιούνιος, Σεπτέμβριος,  $p < 0.05$ ), ενώ στη συνέχεια παρουσιάζει μια σημαντική μείωση το φθινόπωρο (Οκτώβριος,  $p < 0.05$ ) και συνεχίζει και το χειμώνα (Δεκέμβριος,  $p < 0.05$ ). Το σκουμπρί παρουσιάζει μια σημαντική μείωση το φθινόπωρο (Σεπτέμβριος,  $p < 0.05$ ), ενώ επανέρχεται μια σημαντική αύξηση πάλι το φθινόπωρο (Οκτώβριος,  $p < 0.05$ ) (Πίνακας 3.4).

**Πίνακας 3.4** Ποσοστό λιπιδίων σε 5 είδη (Zotos et al., 2012)

ΕΙΔΟΣ	ΙΑΝ	ΑΠΡ	ΙΟΥΝ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΔΕΚ	Μέσος	Μέσος Karak
ΓΟΠΑ	7,14 <sup>a</sup>	1,55 <sup>b</sup>	3,66 <sup>c</sup>	8,04 <sup>a</sup>	6,37 <sup>a</sup>	7,29 <sup>a</sup>	5,675	1,2
ΛΑΒΡΑΚΙ	8,06 <sup>a</sup>	14,05 <sup>b</sup>	12,41 <sup>c</sup>	10,34 <sup>d</sup>	10,66 <sup>d</sup>	14,32 <sup>b</sup>	11,74	2,0
ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ	1,29 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>	1,87 <sup>ba</sup>	1,32	1,18 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,30667	1,0
ΣΑΡΔΕΛΑ	7,07 <sup>a</sup>	7,99 <sup>b</sup>	13,99 <sup>c</sup>	14,51 <sup>c</sup>	12,41 <sup>d</sup>	4,18 <sup>e</sup>	10,025	5,0
ΣΚΟΥΜΠΡΙ	7,71 <sup>a</sup>	9,12 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	4,98 <sup>c</sup>	6,44 <sup>b</sup>	8,98 <sup>a</sup>	7,73833	13,5

## ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Οι υδατάνθρακες (Πίνακας 3.1) κυμαίνονται σε τιμές από 0,4 έως 4% με διάμεση τιμή το 2% και μέση τιμή το 2,02%. Η τυπική απόκλιση των τιμών είναι 1,1% και το διάστημα εμπιστοσύνης μέσα στο οποίο κυμαίνεται το 95% των ειδών είναι από 1,55 έως 2,5%. Τα ψάρια κατατάσσονται σε μια φθίνουσα σειρά με βάση την τιμή των λιπιδίων. Τις πέντε πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν το σκαθάρι, η σάλπα, η γλώσσα, ο κολιός και το λιθρίνι και τις πέντε τελευταίες ο σκορπιός, το σαυρίδι, ο μπακαλιάρος και ο σίκιος.

## ΤΕΦΡΑ

Η τέφρα (Πίνακας 3.1) κυμαίνεται σε τιμές από 0,6 έως 2% με διάμεση τιμή το 1% και μέση τιμή το 1,04%. Η τυπική απόκλιση των τιμών είναι 0,27% και το διάστημα εμπιστοσύνης μέσα στο οποίο κυμαίνεται το 95% των ειδών είναι από 0,93 έως 1,16%. Τα ψάρια κατατάσσονται σε μια φθίνουσα σειρά με βάση την τιμή της τέφρας. Τις πέντε πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν ο κολιός, ο γαύρος, ο μπακαλιάρος, η σαρδέλα και η γλώσσα και τις πέντε τελευταίες το χριστόψαρο, η παλαμίδα, το σκαθάρι, το ταούκι και το σκουμπρί.

Το λαβράκι, ο μπακαλιάρος, η σαρδέλα και το σκουμπρί δεν εμφανίζουν σημαντικές εποχιακές διαφορές, ενώ η γόπα παρουσιάζει μια σημαντική μείωση τους θερμούς μήνες (Απρίλιος, Ιούνιος,  $p < 0.05$ ) (Πίνακας 3.5).

**Πίνακας 3.5** Ποσοστό τέφρας σε 5 είδη (Zotos et al., 2012)

ΕΙΔΟΣ	ΙΑΝ	ΑΠΡ	ΙΟΥΝ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΔΕΚ	ΜΟ	ΜΟ Karak
ΛΑΒΡΑΚΙ	1,34 <sup>a</sup>	1,28 <sup>a</sup>	1,3 <sup>a</sup>	1,47 <sup>a</sup>	1,64 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	1,55	1
ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ	1,41 <sup>a</sup>	1,27 <sup>a</sup>	1,32 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	1,53 <sup>a</sup>	1,41	1
ΓΟΠΑ	1,72 <sup>a</sup>	1,3 <sup>b</sup>	1,28 <sup>b</sup>	1,73 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	1,61 <sup>a</sup>	1,36	1,3
ΣΑΡΔΕΛΑ	1,79 <sup>a</sup>	1,73 <sup>a</sup>	1,58 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>	1,73 <sup>a</sup>	1,6 <sup>a</sup>	1,69	1,3
ΣΚΟΥΜΠΡΙ	1,40 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,36 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>	1,43 <sup>a</sup>	1,39	0,55

### 3.2 ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα πέντε πρώτα πιο θρεπτικά είδη στα μέταλλα ήταν το σαυρίδι, η σαρδέλα, ο γαύρος, το ταούκι και το σκαθάρι, ενώ τα πέντε τελευταία ήταν το χριστόψαρο, το λαβράκι, η γλώσσα, ο μπακαλιάρος και η παλαμίδα. Τα μέταλλα με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα ήταν το κάλιο (K), ακολουθεί το ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg), ενώ ο σίδηρος (Fe), ο ψευδάργυρος (Zn) και ο χαλκός (Cu) βρέθηκαν ότι είχαν τα χαμηλότερα επίπεδα.

**Πίνακας 3.6** Περιεκτικότητες μετάλλων (mg/100g) σε κάλιο (K), σίδηρο (Fe), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), κοβάλτιο (Co), ψευδάργυρο (Zn), χαλκό (Cu), μόλυβδος (Pb), μαγγάνιο (Mn), χρώμιο (Cr), νικέλιο (Ni), κάδμιο (Cd) (Karakoltsidis et al., (1995).

ΕΙΔΟΣ	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Ni	Pb	Zn
ΓΑΥΡΟΣ	99	0,03	0,01	0,3	1,1	95	492	2,2	0,6	0,3	0,3	4,2
ΓΛΩΣΣΑ	27	0,02	0,01	0,1	0,2	31	256	1,9	0,2	0,03	0,3	1,5
ΓΟΠΑ	65	0,01	0,01	0,4	0,9	41	348	2,2	0,2	0,1	0,2	2
ΚΕΦΑΛΟΣ	42	0,01	0,01	0,2	1	74	592	2	0,2	0,2	0,2	2
ΚΟΥΤΣΟΜΟΥΡΑ	66	0,01	0,01	0,03	2,4	56	719	3	0,2	0,1	0,1	2,4
ΛΑΒΡΑΚΙ	25	0,04	0,01	0,01	0,7	41	307	2,9	0,1	0,01	0,1	2,1
ΛΙΘΡΙΝΙ	34	0,03	0,01	0,04	0,4	43	690	2,2	0,1	0,02	0,2	1,6
ΜΕΛΑΝΟΥΡΙ	32	0,02	0,01	0,3	0,6	42	427	1,7	0,1	0,2	0,1	1,4
ΜΟΥΡΜΟΥΡΑ	69	0,02	0,01	0,2	0,7	56	287	2	0,3	0,2	0,2	2
ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ	25	0,02	0,01	0,1	0,3	31	527	2	0,1	0,1	0,1	2
ΠΑΛΑΜΙΔΑ	16	0,02	7,00	0,01	0,2	26	35	1	0,1	0,02	0,1	0,8
ΣΑΛΠΑ	28	0,01	0,01	0,02	0,6	43	540	2,9	0,1	0,1	0,2	3,3
ΣΑΡΔΕΛΑ	26	0,03	0,01	0,2	1,6	102	978	7	1,1	0,3	2,3	3,9
ΣΑΥΡΙΔΙ	92	0,02	0,01	0,6	1,9	146	986	6,9	0,2	0,9	0,3	2,7
ΣΚΑΘΑΡΙ	38	0,03	0,01	0,9	1,3	78	483	2,2	0,5	0,6	0,2	2
ΣΚΟΡΠΙΟΣ	61	0,02	0,01	0,1	0,5	55	465	2,1	0,3	0,1	0,2	1,8
ΣΚΟΥΜΠΡΙ	16	0,01	0,01	0,2	0,7	59	501	2,1	0,2	0,1	0,2	1,9
ΤΑΟΥΚΙ	38	0,03	0,01	0,4	1,3	91	611	2,1	0,5	0,5	0,3	2,5
ΤΣΙΠΟΥΡΑ	34	0,03	0,01	0,1	0,3	40	648	1,7	0,2	0,1	0,2	1,6
ΧΡΙΣΤΟΨΑΡΟ	23	0,01	0,02	0,2	0,5	36	373	2,5	0,1	0,1	0,1	1,6

**Πίνακας 3.7** Αύξοντας αριθμός περιεκτικότητας μετάλλων.

ΕΙΔΟΣ	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Ni	Pb	Zn	sum α/α
ΓΑΥΡΟΣ	1	5	4	5	8	3	11	14	2	4	4	3	64
ΓΛΩΣΣΑ	16	14	14	14	21	19	19	24	8	22	5	25	201
ΓΟΠΑ	5	17	11	4	10	14	16	15	10	11	8	15	136
ΚΕΦΑΛΟΣ	9	16	12	9	9	6	7	19	9	8	7	17	128
ΚΟΥΤΣΟΜΟΥΡΑ	4	20	10	22	3	8	3	10	13	17	15	11	136
ΛΑΒΡΑΚΙ	18	2	17	27	11	15	17	12	16	25	16	14	190
ΛΙΘΡΙΝΙ	12	8	18	21	18	11	4	17	15	23	13	23	183
ΜΕΛΑΝΟΥΡΙ	14	10	20	6	15	13	14	26	17	6	17	26	184
ΜΟΥΡΜΟΥΡΑ	3	11	8	8	12	9	18	22	5	7	9	18	130
ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ	19	13	19	16	19	18	9	23	19	16	19	19	209
ΠΑΛΑΜΙΔΑ	22	15	1	28	22	20	20	27	20	24	20	27	246
ΣΑΛΠΑ	15	21	16	23	14	12	8	11	14	18	11	5	168
ΣΑΡΔΕΛΑ	17	6	3	7	5	2	2	8	1	5	1	4	61
ΣΑΥΡΙΔΙ	2	9	9	2	4	1	1	9	7	1	2	7	54



<b>ΣΚΑΘΑΡΙ</b>	11	3	5	1	7	5	12	16	4	2	6	16	88
<b>ΣΚΟΡΠΙΟΣ</b>	6	12	7	13	16	10	13	18	6	14	12	21	148
<b>ΣΚΟΥΜΠΡΙ</b>	21	18	13	10	13	7	10	21	11	12	10	20	166
<b>ΤΑΟΥΚΙ</b>	10	4	6	3	6	4	6	20	3	3	3	10	78
<b>ΤΣΙΠΟΥΡΑ</b>	13	7	15	15	20	16	5	25	12	15	14	24	181
<b>ΧΡΙΣΤΟΨΑΡΟ</b>	20	19	2	11	17	17	15	13	18	13	18	22	185

Στα πέντε είδη που μελετήθηκαν (Πίνακας 3.8), παρουσίασαν μεγάλες διαφορές στις περιπτώσεις του σιδήρου (Fe), και του μαγνησίου (Mg), σε σχέση με τις περιεκτικότητες που αναφέρονται στον πίνακα 3.6. Βρέθηκε επίσης ότι ήταν καλές πηγές μαγνησίου (Mg), ψευδαργύρου (Zn) και σιδήρου (Fe). Ο σίδηρος (Fe) παρουσίασε μικρότερες τιμές σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.6, σε γόπα, λαβράκι, μπακαλιάρο, σαρδέλα και σκουμπρί. Αντίθετα το μαγνήσιο (Mg), παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με εκείνες των αντίστοιχων δειγμάτων του πίνακα 3.6.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8** Περιεκτικότητες μετάλλων (mg/100g) σε σίδηρο (Fe), μαγνήσιο (Mg) ψευδάργυρο (Zn), χαλκό (Cu), μαγγάνιο (Mn), χρώμιο (Cr), νικέλιο (Ni), κάδμιο (Cd) σε πέντε είδη ψαριών, στην παρένθεση παρουσιάζονται οι τιμές από τους Karakoltsidis et al., (1995) (Zotos et al., 2012).

<b>ΕΙΔΟΣ</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mg</b>	<b>Mn</b>	<b>Ni</b>	<b>Zn</b>
<b>ΓΟΠΑ</b>	(0,01) 0,01	(0,4) 0,06	(0,9) 0,06	(41) 2,82	(2,2) 41,19	(0,2) 0,09	(0,1) 0,11	(2) 2,61
<b>ΛΑΒΡΑΚΙ</b>	(0,04) 0,00	(0,01) 0,09	(0,7) 0,05	(41) 2,71	(2,9) 32,68	(0,1) 0,06	(0,01) 0,07	(2,1) 2,21
<b>ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ</b>	(0,02) 0,05	(0,1) 0,07	(0,3) 0,09	(31) 2,46	(2) 60,04	(0,1) 0,10	(0,1) 0,11	(2) 2,38
<b>ΣΑΡΔΕΛΑ</b>	(0,03) 0,01	(0,2) 0,11	(1,6) 0,20	(102) 2,49	(7) 42,66	(1,1) 0,06	(0,3) 0,06	(3,9) 2,53
<b>ΣΚΟΥΜΠΡΙ</b>	(0,01) 0,00	(0,2) 0,07	(0,7) 0,15	(59) 2,68	(2,1) 37,72	(0,2) 0,08	(0,1) 0,08	(1,9) 2,71

### 3.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA), πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) και τα ω-3 λιπαρά οξέα σε όλα τα τηγανιτά δείγματα παρουσίασαν στατιστικά πάρα πολύ σημαντική μείωση ( $p < 0,001$ ), σε σχέση με τα αντίστοιχα νωπά τους. Τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA), ω-6 λιπαρά οξέα και η αναλογία ω-6/ω-3 λιπαρών οξέων σε όλα τα τηγανιτά δείγματα παρουσίασαν στατιστικά πάρα πολύ σημαντική μείωση ( $p < 0,001$ ), σε σχέση με τα αντίστοιχα νωπά τους. Τα EPA και DHA δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p > 0,001$ ) (Πίνακας 3.9).

**Πίνακας 3.9** Περιεκτικότητα ( $\text{gkg}^{-1}$ ) λιπαρών οξέων σε νωπά και τηγανιτά ψάρια. Όλα τα ποσά των κατηγοριών λιπαρών οξέων και των αναλογιών που αντιστοιχούν στα τηγανισμένα δείγματα διέφεραν στατιστικά πάρα πολύ σημαντικά ( $p \leq 0,001$ ) από τις αντίστοιχες πρώτες. Με έντονη γραφή επισημαίνονται οι σημαντικά μεγαλύτερες τιμές. Ν: νωπό. Τ: τηγανιτό. SFA: κορεσμένα λιπαρά οξέα. MUFA: μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. PUFA: πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. EPA: εικοσιπεντανοϊκό οξύ. DHA: εικοσιδιεξανοϊκό οξύ (Kalogeropoulos et al., 2004).

	Τρ. Μαγειρ	SFA <sup>b</sup>	MUFA <sup>b</sup>	PUFA <sup>b</sup>	Ω-3 <sup>b</sup>	EPA	DHA	Ω-6 <sup>b</sup>	Ω-6/Ω-3 <sup>b</sup>
ΑΘΕΡΙΝΑ	N	<b>391,8<sup>a</sup></b>	397,9 <sup>a</sup>	<b>192<sup>a</sup></b>	<b>125,7<sup>a</sup></b>	32,7	63,9	66,3 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>
	T	220,5 <sup>b</sup>	<b>602,1<sup>b</sup></b>	162,1 <sup>b</sup>	68,8 <sup>b</sup>	17	25	<b>93,3<sup>b</sup></b>	<b>1,36<sup>b</sup></b>
		*	*	*	*			*	*
ΓΑΥΡΟΣ	N	<b>404,3<sup>a</sup></b>	284,2 <sup>a</sup>	<b>293,7<sup>a</sup></b>	<b>253,6<sup>a</sup></b>	82,3	152,2	40,1 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>
	T	197,6 <sup>b</sup>	<b>641,1<sup>b</sup></b>	144,2 <sup>b</sup>	73,4 <sup>b</sup>	20,4	41,7	<b>70,8<sup>b</sup></b>	<b>0,96<sup>b</sup></b>
		*	*	*	*			*	*
ΓΟΠΑ	N	<b>452,8<sup>a</sup></b>	295,1 <sup>a</sup>	<b>227<sup>a</sup></b>	<b>183,9<sup>a</sup></b>	60,9	104,8	43,1 <sup>a</sup>	0,23 <sup>a</sup>
	T	214,9 <sup>b</sup>	<b>584,4<sup>b</sup></b>	188,3 <sup>b</sup>	101,6 <sup>b</sup>	18,2	66,8	<b>86,7<sup>b</sup></b>	<b>0,85<sup>b</sup></b>
		*	*	*	*			*	*
ΜΑΡΙΔΑ	N	<b>469<sup>a</sup></b>	305 <sup>a</sup>	<b>203,9<sup>a</sup></b>	<b>170,4<sup>a</sup></b>	42,9	109,8	33,5 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>
	T	236,2 <sup>b</sup>	<b>562,8<sup>b</sup></b>	158,2 <sup>b</sup>	86,4 <sup>b</sup>	22,9	48,3	<b>72,1<sup>b</sup></b>	<b>0,84<sup>b</sup></b>
		*	*	*	*			*	*
ΣΑΥΡΙΔΙ	N	<b>348<sup>a</sup></b>	386,6 <sup>a</sup>	<b>250,7<sup>a</sup></b>	<b>227,1<sup>a</sup></b>	69,3	143,1	23,5 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>
	T	232,4 <sup>b</sup>	<b>569,5<sup>b</sup></b>	179,8 <sup>b</sup>	114 <sup>b</sup>	44,8	52,7	<b>65,8<sup>b</sup></b>	<b>0,58<sup>b</sup></b>
		*	*	*	*			*	*

Τα τηγανιτά δείγματα της αθερίνας, του γαύρου, της γόπας και της μαρίδας στην περίπτωση της υγρασίας, παρουσίασαν στατιστικά πάρα πολύ σημαντική μείωση ( $p < 0,001$ ), σε σχέση με τα αντίστοιχα νωπά τους. Το τηγανιτό σαυρίδι εμφάνισε στατιστικά πολύ σημαντική μείωση ( $p < 0,01$ ), σε σχέση με το αντίστοιχο νωπό. Στις περιπτώσεις του λίπους, των πρωτεϊνών και της ενέργειας, Τα τηγανιτά δείγματα του γαύρου, της γόπας, της μαρίδας και του σαυριδίου παρουσίασαν στατιστικά πάρα πολύ σημαντική αύξηση ( $p < 0,001$ ) σε σχέση με τα αντίστοιχα νωπά τους. Το τηγανιτό δείγμα της αθερίνας εμφάνισε στατιστικά πολύ σημαντική αύξηση ( $p < 0,01$ ), σε σχέση με το αντίστοιχο νωπό της δείγμα (Πίνακας 3.10)

**Πίνακας 3.10** Περιεκτικότητες μακροθρεπτικών συστατικών. Όλες οι τιμές που αντιστοιχούν στα τηγανιτά δείγματα διέφεραν σημαντικά ( $p < 0,001$ ) από τα αντίστοιχα νωπά. Με έντονη γραφή επισημαίνονται οι σημαντικά μεγαλύτερες τιμές. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι τιμές που διέφεραν σημαντικά  $p < 0,01$ . N: νωπό. T: τηγανιτό. (Kalogeropoulos et al., 2004).

	Τρ Μαγειρ	<b>ΥΓΡΑΣΙΑ</b> (gkg-1 FW)	<b>ΛΙΠΟΣ</b> gkg-1 FW	<b>ΠΡΩΤ</b> gkg-1 FW	<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b> kcal kg- 1FW
<b>ΑΘΕΡΙΝΑ</b>	<b>N</b>	<b>766,3<sup>a</sup></b>	21,1 <sup>a</sup>	172,1 <sup>a</sup>	1282 <sup>a</sup>
	<b>T</b>	571,2 <sup>b</sup>	<b>142,3<sup>b</sup></b>	<b>208,8<sup>b</sup></b>	<b>2959<sup>b</sup></b>
<b>ΓΑΥΡΟΣ</b>	<b>N</b>	<b>745,3<sup>a</sup></b>	20,7 <sup>a</sup>	204,7 <sup>a</sup>	1473 <sup>a</sup>
	<b>T</b>	493,8 <sup>b</sup>	<b>182,8<sup>b</sup></b>	<b>268,3<sup>b</sup></b>	<b>3458<sup>b</sup></b>
<b>ΓΟΠΑ</b>	<b>N</b>	<b>787,9<sup>a</sup></b>	13,1 <sup>a</sup>	182,2 <sup>a</sup>	1207 <sup>a</sup>
	<b>T</b>	648,3 <sup>b</sup>	<b>85,9<sup>b</sup></b>	<b>247,3<sup>b</sup></b>	<b>2266<sup>b</sup></b>
<b>ΜΑΡΙΔΑ</b>	<b>N</b>	<b>711,8<sup>a</sup></b>	38,7 <sup>a</sup>	190,3 <sup>a</sup>	1667 <sup>a</sup>
	<b>T</b>	453,6 <sup>b</sup>	<b>156,8<sup>b</sup></b>	<b>669,3<sup>b</sup></b>	<b>3892<sup>b</sup></b>
<b>ΣΑΥΡΙΔΙ</b>	<b>N</b>	<b>779<sup>a</sup></b>	38,1 <sup>a</sup>	160,4 <sup>a</sup>	1389 <sup>a</sup>
	<b>T</b>	<b>615,1<sup>b</sup></b>	<b>111,6<sup>b</sup></b>	<b>725,8<sup>b</sup></b>	<b>2598<sup>b</sup></b>

### 3.4 ΝΩΠΑ ΚΑΙ ΑΠΟΨΥΓΜΕΝΑ ΕΙΔΗ

#### ΛΑΒΡΑΚΙ

Το λαβράκι εμφανίζει μια μεταβολή μεταξύ των νωπών και αποψυγμένων δειγμάτων. Στις περιπτώσεις των EPA, DHA και ω-3 λιπαρών οξέων δεν παρουσιάζεται καμιά σημαντική μεταβολή ( $p>0,05$ ). Στην περίπτωση των ακόρεστων, πολυακόρεστων και ω-6 λιπαρών οξέων παρουσιάζεται μια σημαντική αύξηση στα αποψυγμένα δείγματα ( $p<0,05$ ), σε σχέση με τα νωπά. Ενώ στην αναλογία ω-3/ω-6 των αποψυγμένων δειγμάτων παρουσιάζεται μια σημαντική μείωση ( $p<0,05$ ), σε σχέση με τα αντίστοιχα νωπά (Πίνακας 3.11).

**Πίνακας 3.11** Περιεκτικότητα (mg/kg) λιπαρών οξέων σε νωπό και αποψυγμένο λαβράκι (Nasorouli et al., 2012). \* δείχνει σημαντικά διαφορετικές τιμές μεταξύ του νωπού και αποψυγμένου λαβρακίου ( $p<0,05$ ). Με έντονη γραφή επισημαίνονται οι σημαντικά μεγαλύτερες τιμές. SFA: κορεσμένα λιπαρά οξέα. MUFA: μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. EPA: εικοσιπεντανοϊκό οξύ. DHA: εικοσιδιεξανοϊκό οξύ

	ΝΩΠΟ	ΑΠΟΨ	
<b>SFA</b>	360 <sup>a</sup>	<b>435<sup>b</sup></b>	*
<b>MUFA</b>	83,2 <sup>a</sup>	<b>163<sup>b</sup></b>	*
<b>EPA</b>	92,9 <sup>a</sup>	109,9 <sup>a</sup>	
<b>DHA</b>	272 <sup>a</sup>	249 <sup>a</sup>	
<b>Ω-3</b>	365 <sup>a</sup>	358 <sup>a</sup>	
<b>Ω-6</b>	24,7 <sup>a</sup>	<b>40,2<sup>b</sup></b>	*
<b>Ω-3/Ω-6</b>	<b>14,7<sup>a</sup></b>	8,91 <sup>b</sup>	*

#### ΤΣΙΠΟΥΡΑ

Στην περίπτωση της τσιπούρας δεν παρουσιάζεται κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των νωπών και αποψυγμένων δειγμάτων ( $p>0,05$ ) (Πίνακας 3.12).

**Πίνακας 3.12** Περιεκτικότητα (mg/kg) λιπαρών οξέων σε νωπή και αποψυγμένη τσιπούρα. Δεν βρέθηκαν σημαντικά διαφορετικές τιμές μεταξύ της σύνθεσης λιπαρών οξέων της νωπής και αποψυγμένης τσιπούρας ( $p>0,05$ ). SFA: κορεσμένα λιπαρά οξέα. MUFA: μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. EPA: εικοσιπεντανοϊκό οξύ. DHA: εικοσιδιεξανοϊκό οξύ (Nasorouli et al., 2012).

	ΝΩΠΟ	ΑΠΟΨ
<b>SFA</b>	556 <sup>a</sup>	612 <sup>a</sup>
<b>MUFA</b>	215 <sup>a</sup>	210 <sup>a</sup>
<b>Ω-3</b>	585 <sup>a</sup>	648 <sup>a</sup>
<b>EPA</b>	153 <sup>a</sup>	178 <sup>a</sup>
<b>DHA</b>	405 <sup>a</sup>	446 <sup>a</sup>
<b>Ω-6</b>	80,9 <sup>a</sup>	88,7 <sup>a</sup>
<b>Ω-3/Ω-6</b>	7,23 <sup>a</sup>	7,31 <sup>a</sup>

### 3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΓΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ

#### ΦΑΓΚΡΙ

Το φαγκρί εμφανίζει μια μεταβολή μεταξύ των άγριων και εκτρεφόμενων δειγμάτων. Στις περιπτώσεις των κορεσμένων, πολυακόρεστων,  $\omega$ -3, εικοσιδιεξανοϊκού οξέος και της αναλογίας  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 παρουσιάζεται στα άγρια δείγματα, μια σημαντική αύξηση ( $p < 0,05$ ), σε σχέση με τα αντίστοιχα δείγματα του εκτροφείου. Ενώ στις περιπτώσεις των μονοακόρεστων, εικοσιπεντανοϊκού οξέος και των  $\omega$ -6 λιπαρών οξέων των άγριων δειγμάτων, εμφανίζεται μια σημαντική μείωση ( $p < 0,05$ ), σε σχέση με τα αντίστοιχα δείγματα του εκτροφείου (Πίνακας 3.13).

**Πίνακας 3.13** Περιεκτικότητα (% w/w) λιπιδίων σε φαγκρί εκτροφείου και άγριο. Όλες οι τιμές που αντιστοιχούν στα άγρια δείγματα διέφεραν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0,05$ ). Με έντονη γραφή επισημαίνονται οι σημαντικά μεγαλύτερες τιμές. SFA: κορεσμένα λιπαρά οξέα. MUFA: μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. PUFA: πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. EPA: εικοσιπεντανοϊκό οξύ. DHA: εικοσιδιεξανοϊκό οξύ (Loukas et al., 2010).

	ΕΚΤΡΕΦ <sup>a</sup>	ΑΓΡΙΑ <sup>b</sup>
<b>SFA</b>	32,03	<b>38,32</b>
<b>MUFA</b>	<b>47,12</b>	34,33
<b>PUFA</b>	20,65	<b>26,98</b>
<b><math>\Omega</math>-3</b>	12,15	<b>21,85</b>
<b>EPA</b>	<b>4,48</b>	3,12
<b>DHA</b>	7,67	<b>18,73</b>
<b><math>\Omega</math>-6</b>	<b>8,2</b>	4,51
<b><math>\Omega</math>-3/<math>\Omega</math>-6</b>	1,48	<b>4,84</b>

#### ΣΑΡΓΟΣ

Στην περίπτωση του σαργού δεν παρουσιάζεται κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων εκτροφείου και άγριου ( $p > 0,05$ ) (Πίνακας 3.14).

**Πίνακας 3.14** Περιεκτικότητα (%) λιπαρών οξέων σε σάργο εκτροφείου και άγριο (Grigorakis., 2015). Δεν βρέθηκαν σημαντικά διαφορετικές τιμές μεταξύ της σύνθεσης λιπαρών οξέων του άγριου και εκτρεφόμενου σαργού ( $p > 0,05$ ). SFA: κορεσμένα λιπαρά οξέα. MUFA: μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. EPA: εικοσιπεντανοϊκό οξύ. DHA: εικοσιδιεξανοϊκό οξύ (Grigorakis., 2015).

	Ε	Α
<b>SFA</b>	31,8	37,7
<b>MUFA</b>	23,1	25,4
<b><math>\Omega</math>-3</b>	36,3	16,4
<b>EPA</b>	6,04	5,45
<b>DHA</b>	25,1	9,91
<b><math>\Omega</math>-6</b>	5,99	7,59

## 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### ΕΠΟΧΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Τα μακροθρεπτικά συστατικά και των 23 ψαριών, τονίζεται ότι επηρεάζονται από τις εποχιακές αλλαγές και από την περίοδο ψαρέματος (Karakoltsidis et al., 1995; Zotos et al., 2012). Τα επίπεδα λιπιδίων και η σύνθεση λιπαρών οξέων ποικίλλουν ανάλογα με το είδος, το φύλο, την ηλικία, την εποχή του έτους, τη διαθεσιμότητα τροφής, την αλατότητα, την παρουσία διαφόρων μολυσματικών ουσιών και τη θερμοκρασία του νερού και αν τα ψάρια είναι καλλιεργημένα ή όχι (Karakoltsidis et al., 1995; Zotos et al., 2012; Zlatanov et al., 2006). Ο κολιός, το λιθρίνι, το λαβράκι, η σάλπα και ο γαύρος βρέθηκε ότι είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία, πρωτεΐνη, λιπίδια, υδατάνθρακες και τέφρα. Ενώ τις τελευταίες θέσεις καταλαμβάνουν το σκουμπρί, το σκαθάρι, το χριστόψαρο, ο σκορπιός και το ταούκι (Πίνακας 3.1). Τα λιπαρά ψάρια (γόπα, σαρδέλα και σκουμπρί) σύμφωνα με τους Zotos et al., (2012) έδειξαν μια σημαντικά υψηλή αύξηση στην υγρασία, την οποία ακολούθησε μείωση στα λιπίδια, κυρίως κατά την αναπαραγωγική τους περίοδο. Η περίοδος ωοτοκίας εντοπίστηκε την άνοιξη για την γόπα, το χειμώνα για την σαρδέλα και το φθινόπωρο για το σκουμπρί. Όπως φαίνεται και στους πίνακες 3.3, 3.4 και 3.5 ενώ η τέφρα και η πρωτεΐνη παραμένουν σταθερές στα δείγματα της σαρδέλας και του σκουμπριού, κατά τη διάρκεια των έξι μηνών που πραγματοποιήθηκε η μελέτη των Zotos et al., (2012), άλλαξαν και τα δύο ταυτόχρονα σε λιπίδια στο δείγμα της γόπας. Αυτό υποδεικνύει ότι πιθανόν το είδος της γόπας καταναλώνει όλες τις πηγές ενέργειας κατά τη περίοδο της ωοτοκίας, αν και σε μικρότερη έκταση από ότι τα λιπίδια, τα οποία είναι η κύρια πηγή ενέργειάς τους. Η περιεκτικότητα λιπιδίων των λιπαρών ψαριών ποικίλει κατά τη διάρκεια του χρόνου, επειδή τα λιπίδια αποθηκεύονται ως πιθανή εκμεταλλεύσιμη ενέργεια, ενώ η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών συνήθως παραμένει σταθερή. Η περιεκτικότητα σε λιπίδια συνδέεται άμεσα με την αναπαραγωγική περίοδο και ποικίλει ανάλογα με την εποχή. Σε κάποια είδη, ωστόσο, η περιεκτικότητα πρωτεΐνης επίσης μειώνεται κατά την περίοδο ωοτοκίας. Δεδομένου ότι η ωοτοκία είναι μια διαδικασία που απαιτεί υψηλή ενέργεια και γενικότερα δεν τροφοδοτούνται κατά τη διάρκεια της ωοτοκίας, έτσι, τα αποθέματα λιπιδίων πέφτουν καθώς προχωράει η ωοτοκία και οι πρωτεΐνες μπορούν επίσης να εξαντληθούν για το σκοπό αυτό. Κατά τη διάρκεια των περιόδων εντατικής σίτισης, τα επίπεδα των πρωτεϊνών επανέρχονται στις κανονικές τιμές. Τα αποτελέσματα και τον μη λιπαρών ψαριών (μπακαλιάρος), επιβεβαιώνουν ότι χρησιμοποιούν πρωτεΐνη ως πηγή ενέργειας κατά την περίοδο ωοτοκίας, για τα είδη που εντοπίστηκαν την άνοιξη, όπου οι πρωτεΐνες μειώθηκαν σημαντικά, αντιθέτως με την περιεκτικότητα σε υγρασία, που αυξήθηκε σημαντικά (Πίνακες 3.2 και 3.3).

### ΜΕΤΑΛΛΑ

Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι η συγκέντρωση των μετάλλων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως οι εποχιακές και βιολογικές διαφορές (είδος, μέγεθος, σκούρος / άσπρος μυς, ηλικία, φύλο), περιοχή αλίευσης, μέθοδος μεταποίησης, πηγή τροφίμων και περιβάλλον (χημεία ύδατος, αλμυρότητα, θερμοκρασία και προσμείξεις). Η συγκέντρωση μετάλλων στα 20 είδη που μελετήθηκαν βρέθηκε ότι ήταν αρκετά υψηλή στο

σαυρίδι, στη σαρδέλα, στο γαύρο, στο ταούκι και στο σκαθάρι, ενώ από τις πιο χαμηλές θέσεις κατέλαβαν το χριστόψαρο, το λαβράκι, η γλώσσα, ο μπακαλιάρος και η παλαμίδα (Πίνακας 3.6, 3.7 και 3.8).

### **ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

Το τηγάνισμα προκάλεσε σημαντική απώλεια νερού και αύξηση του ολικού λίπους, της πρωτεΐνης και του ενεργειακού περιεχομένου. Στις περιπτώσεις των τηγανιτών δειγμάτων της αθερίνας, του γαύρου, της γόπας και της μαρίδας, η υγρασία παρουσίασε μια πάρα πολύ σημαντική μείωση ( $p < 0,001$ ), σε σχέση με τα αντίστοιχα νωπά τους δείγματα. Ενώ στην περίπτωση του τηγανιτού δείγματος του σαυριδίου, η υγρασία εμφάνισε μια πολύ σημαντική μείωση ( $p < 0,01$ ), σε σχέση με το αντίστοιχο νωπό δείγμα. Το ολικό λίπος και το θερμιδικό περιεχόμενο αυξήθηκαν σημαντικά πάρα πολύ ( $p < 0,001$ ), σε όλα τα τηγανιτά δείγματα σε σχέση με τα αντίστοιχα νωπά τους. Η πρωτεΐνη στις περιπτώσεις των τηγανιτών δειγμάτων του γαύρου, της γόπας, της μαρίδας και του σαυριδίου, εμφάνισαν μια πάρα πολύ σημαντική αύξηση ( $p < 0,001$ ), σε σχέση με τα αντίστοιχα νωπά τους δείγματα. Ενώ στην περίπτωση της αθερίνας, η πρωτεΐνη παρουσίασε μια πολύ σημαντική αύξηση ( $p < 0,01$ ), σε σχέση με το αντίστοιχο νωπό δείγμα (Πίνακας 3.10). Η σύνθεση των λιπαρών οξέων από όλα τα είδη που μελετήθηκαν επηρεάστηκε σημαντικά από το τηγάνισμα, με κυριότερη αλλαγή την αύξηση των MUFA. Τα SFA και  $\omega$ -3 PUFA μειώθηκαν μετά από το τηγάνισμα και αυξήθηκαν τα  $\omega$ -6 PUFA. Επίσης, προκάλεσε σημαντική απώλεια νερού και αύξηση του ολικού λίπους, της πρωτεΐνης και του ενεργειακού περιεχομένου (Πίνακας 3.9).

### **ΝΩΠΑ ΚΑΙ ΑΠΟΨΥΓΜΕΝΑ ΕΙΔΗ**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη σταθερότητα της θρεπτικής αξίας των κατεψυγμένων τροφίμων περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία ψύξης της μονάδας και την εμβέλειά της, τη διάρκεια αποθήκευσης, το μέγεθος της κοπής, τη μέθοδο απόψυξης και τη μέθοδο συσκευασίας. Η κατανομή των λιπαρών οξέων σε φρέσκα φιλέτα και των δύο ειδών και στην αποψυγμένη τσιπούρα ήταν PUFA > κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) > MUFA, ενώ στον αποψυγμένο λαβράκι ήταν SFA > PUFA > MUFA. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης υπό ψύξη, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές μεταβολές στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα στην τσιπούρα σε σύγκριση με τα αποψυγμένα δείγματα, ενώ στο λαβράκι, ορισμένα λιπαρά οξέα ήταν σημαντικά υψηλότερα στο αποψυγμένο δείγμα απ' ό,τι στο φρέσκο, πιθανώς λόγω απώλειας μεγάλης ποσότητας νερού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας απόψυξης, με αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων λιπών και την αύξηση των λιπαρών οξέων. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε  $\omega$ -3 λιπαρά οξέα ήταν μεγαλύτερη από τις  $\omega$ -6, τόσο σε νωπά όσο και σε κατεψυγμένα δείγματα. Στην περίπτωση του λαβρακίου παρουσιάζονται υψηλότερες τιμές στα αποψυγμένα δείγματα (Πίνακας 3.11 και 3.12).

### **ΕΙΔΗ ΕΚΤΡΟΦΕΙΟΥ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑ**

Η διαχείριση της υδατοκαλλιέργειας, η διατροφική επεξεργασία και η εποχή μπορούν να επηρεάσουν τη σύνθεση των ειδών εκτροφείου και την ποιότητα των λιπαρών οξέων, ενώ η εποχή επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα των λιπιδίων σε άγρια είδη, μέσω της

διαθεσιμότητας τροφίμων και της διαδικασίας ωρίμανσης. Όλα τα είδη εκτροφείου βρέθηκαν ότι ήταν πλούσια σε  $\omega$ -3 PUFA. Τα εκτρεφόμενα είδη διαφέρουν στην περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων από τα άγρια, με το φαγκρί να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές στα άγρια δείγματα (Πίνακας 3.13 και 3.14).

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η βιοποικιλότητα του θαλάσσιου περιβάλλοντος και η ποικιλία των τροφών, καθιστούν δύσκολη τη δημιουργία ενός ενιαίου συμπεράσματος, σχετικά με τα διατροφικά χαρακτηριστικά που ισχύουν για τα ελληνικά ψάρια. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι τα ψάρια έχουν διατροφικά χαρακτηριστικά που προάγουν την υγεία του ανθρώπου. Γενικά τα ψάρια και ειδικότερα τα λιπαρά, μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου και καρδιαγγειακών επεισοδίων (Larsen et al., 2011; Sampels et al., 2018; Hoge et al., 2018; Stark et al., 2016; Werner., 2018; Wysoczanska et al., 2018; Sofoulaki et al., 2019). Αυτό συνδέεται άμεσα με την υψηλή πρόσληψη  $\omega$ -3 PUFA, EPA και DHA. Τα ελληνικά είδη, έχουν μια ευνοϊκή σύνθεση λιπαρών οξέων, που χαρακτηρίζεται από χαμηλή περιεκτικότητα σε SFA και υψηλή περιεκτικότητα σε EPA και DHA. Αποτελούν, επίσης, μια πολύ καλή πηγή πρωτεϊνών και απαραίτητων μετάλλων.



## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Biesalski HK, Grimm P (2008). Pocket Atlas of nutrition. Broken Hills

British Nutrition Foundation (2009)

Davis DA, Gatlin DM(1996). Dietary mineral requirements of fish and marine crustaceans.Reviews in Fisheries Science, 4: 75-99

Gomez Candela C, Bermejo Lopez LM, Loria Kohen V (2011). Importance of a balanced omega 6/ omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. Nutrition Hospitalaria, 26:323-329

Hoge A, Bernardy F, Donneau AF, Dardenne N, Degée S, Timmermans M, Nisolle M, Guillaume M, Castronovo V (2018). Low omega-3 index values and monounsaturated fatty acid levels in early pregnancy: an analysis of maternal erythrocytes fatty acids. Lipids in Health and Disease 17:63

Kalogiannis S (2012). Εισαγωγή στη Βιοχημεία

Karakoltsidis PA, Zotos A, Constantinides SM (1995). Composition of the commercially important mediterranean finfish, crustaceans, and molluscs. Journal of Food Composition and Analysis, 8: 258-273

Larsen R, Eilertsen KE, Elvevoll EO (2011). Health benefits of marine foods and ingredients. Biotechnology Advances, 29: 508-518

Li J, Yin H, Bibus DM, Byelashov OA (2016). The role of Omega-3 docosapentaenoic acid in pregnancy and early development. European Journal of Lipid Science and Technology, 118:1692-1701

Myers GJ, Davidson PW, Strain JJ (2007). Nutrient and Methyl Mercury Exposure from Consuming Fish. The Journal of Nutrition 137: 2805–2808

Sampels S, Khalili Tilami S (2018). Nutritional Value of Fish: Lipids, Proteins, Vitamins and Minerals. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 26: 243-253

Sofoulaki K, Kalantzi I, Machias A, Pergantisa SA, Tsapakis M (2019), Metals in sardine and anchovy from Greek coastal areas: Public health risk and nutritional benefits assessment, Food and Chemical Toxicology, 123:113–124

Stark AH, Reifen R, Crawford MA (2016). Past and Present Insights on Alpha-linolenic Acid and the Omega-3 Fatty Acid Family. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56: 2261–2267

Tocher DR (2015). Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids and aquaculture in perspective, Aquaculture 449: 94–107

- Vries GJ, Mocking R, Lok A, Assies J, Schene A, Olff M (2016). Fatty acid concentrations in patients with posttraumatic stress disorder compared to healthy controls. *Journal of Affective Disorders*, 205: 351-359
- Watanabe T, Kiron V, Satoh S (1997). Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture* 151: 185-207
- Werner S (2018). Fish: important source of essential fatty acids for human nutrition. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 7: 294-295
- Wysoczanska ES, Wysoczanski T, Wagner J, Czyz K, Bodkowski R, Lochynski S, Patkowska-Sokoła B (2018). Polyunsaturated Fatty Acids and Their Potential Therapeutic Role in Cardiovascular System Disorders—A Review. *Nutrients* 10: 1561-1582
- Zlatanov S, Laskaridis K (2006). Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish- sardine (*Sardine pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). *Food Chemistry*, 103: 725-728
- Zotos A, Vouzanidou M (2012). Seasonal changes in composition, fatty acid, cholesterol and mineral content of six highly commercial fish species of Greece. *Food Science and Technology International*, 18:139-149