



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ

Πτυχιακή Εργασία

Γκαλιούρης Δημήτριος

Fns19013



**«Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την επίδραση των λειτουργικών τροφίμων στον αθλητισμό (Βιβλιογραφική)»**

**«Review of Bibliography of the Effect of Functional Foods in Sports (Bibliography)»**

**Τριμελής Επιτροπή:**

Κουτελιδάκης Α., «Επιβλέπων»

Πέτσας Α.

Καραντώνης Χ.

Λήμνος 2022-2023

## Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας , θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Κουτελιδάκη Αντώνη για την άριστη συνεργασία, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του για την εκπόνηση της πτυχιακής μελέτης μου. Επίσης, να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την στήριξη τους κατά την διάρκεια της συγγραφής της εργασίας και σε όλη την φοιτητική μου σταδιοδρομία.

## **Περίληψη**

**Εισαγωγή:** Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που σχετίζονται με την αθλητική επίδοση είναι η διατροφή. Οι αθλητές σε σχέση με τα άτομα που ακολουθούν καθιστική ζωή παρουσιάζουν μεγαλύτερες διατροφικές ανάγκες για να μπορέσουν να αναπληρώσουν τα αποθέματα τους σε απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που καταναλώθηκαν κατά την διάρκεια της άσκησης. Για να επιτευχθεί αυτό, πολλοί αθλητές αναζητούν εναλλακτικές λύσεις διατροφής που θα τους βοηθήσουν να καλύψουν τις θρεπτικές απαιτήσεις τους, χωρίς να χρειαστεί να καταφύγουν στην πρόσληψη συμπληρωμάτων διατροφής.

**Στόχος και Μεθοδολογία:** Στόχος της συγκεκριμένης πτυχιακής μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των λειτουργικών τροφίμων στην σωματική δραστηριότητα, μέσω της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας. Χρησιμοποιήθηκαν λέξεις κλειδιά εντός των βάσεων δεδομένων Google Scholar, PubMed και ScienceDirect. Επιλέχθηκαν 36 άρθρα, με βασικό κριτήριο την πιο πρόσφατη χρονολογία έκδοσης.

**Αποτελέσματα:** Τα λειτουργικά τρόφιμα είναι ένας σχετικά πρόσφατος όρος τροφίμων και παρουσιάζουν συσχέτιση με την ορθή λειτουργία και την υγεία του ανθρώπου. Αυτά μπορεί να είναι συμβατικά λειτουργικά τρόφιμα (φυσικά, δεν έχουν υποστεί επεξεργασία) ή τροποποιημένα λειτουργικά τρόφιμα (έχουν υποστεί επεξεργασία). Με βάση τις πιθανές ευεργετικές επιδράσεις των τροφίμων αυτών διερευνήθηκε η επίδραση που έχουν στους αθλητές. Τα συμβατικά λειτουργικά τρόφιμα που μελετήθηκαν (φρούτα, ξηροί καρποί, ελαιόλαδο, γάλα σόγιας) παρουσίασαν κυρίως πιθανή συμβολή στην αντιοξειδωτική δράση και στην ορθή σωματική αποκατάσταση μετά από έντονη σωματική δράση, έχοντας έτσι έμμεση βελτίωση της αθλητικής απόδοσης. Τα επεξεργασμένα λειτουργικά τρόφιμα που μελετήθηκαν (διατροφικές μπάρες, λειτουργικά ροφήματα, προβιοτικά, κουλούρια Πρέτζελ εμπλουτισμένα με σόγια κ.α.) παρουσίασαν διάφορες δράσεις ανάλογα με τα θρεπτικά συστατικά που έχουν εμπλουτιστεί. Τρόφιμα εμπλουτισμένα με υδατάνθρακες φαίνεται να συμβάλλουν κυρίως στην βελτίωση της απόδοσης και της αντοχής. Τρόφιμα εμπλουτισμένα με πρωτεΐνες πιθανόν να βοηθούν στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και άλιπης μάζας. Τρόφιμα εμπλουτισμένα με λιπαρά οξέα, κυρίως ω-3 πολυακόρεστα, παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση και ελέγχουν το λιπιδαιμικό προφίλ. Ωστόσο και στις τρεις περιπτώσεις παρατηρείται σημαντική επίδραση στην σωματική αποκατάσταση και αναπλήρωση των αποθεμάτων. Τα προβιοτικά, είτε ως συμπλήρωμα διατροφής είτε σε τρόφιμα, φαίνεται να συσχετίζονται με την βελτίωση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος και την ομαλή λειτουργία του εντερικού σωλήνα.

**Συμπεράσματα:** Τα λειτουργικά τρόφιμα είναι μία εξαιρετική πηγή θρεπτικών συστατικών και μία κατάλληλη εναλλακτική για την διατροφή των αθλητών που μπορούν να συμβάλλουν στην βελτίωση των αθλητικών επιδόσεων. Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες σχετικά με την επίδραση τους στον αθλητισμό λόγω της έλλειψης βιβλιογραφίας αλλά και της αντίθεσης που παρουσιάζουν τα πορίσματα διάφορων μελετών.

## **Abstract**

**Background:** One of the most important factors related to athletic performance is nutrition. Athletes, compared to people who follow a sedentary lifestyle, have greater nutritional needs in order to be able to replenish their reserves of essential nutrients consumed during exercise. To achieve this, many athletes are looking for alternative nutrition solutions that will help them cover their nutritional requirements, without having to resort to the intake of nutritional supplements.

**Aim and Method:** The aim of this degree study was to investigate the effect of functional foods on physical activity, through a literature review. Key-words were used while searching in databases such as Google Scholar, PubMed and ScienceDirect. 36 articles were selected, with basic criterion the most recent date of publication.

**Results:** Functional foods is a relatively recent food term and are associated with proper function and health of the human organism. These can be conventional functional foods (natural, unprocessed) or modified functional foods (processed). Based on the potential beneficial effects of these foods, the effect they have on athletes was investigated. The conventional functional foods studied (fruits, nuts, olive oil, soya milk) mainly contributed to possible antioxidant activity and proper physical recovery after intense physical activity, thus indirectly improving athletic performance. The processed functional foods studied (nutritional bars, functional drinks, probiotics, soy-enriched pretzels) showed different actions depending on the nutrients enriched. Foods enriched with carbohydrates seems to mainly contribute to improving performance and endurance. Protein-enriched foods could possibly help to increase muscle strength and lean mass. Foods enriched with fatty acids, mainly  $\omega$ -3 polyunsaturated, show antioxidant activity and control the lipid profile. However, in all three cases a significant effect on physical recovery and replenishment of reserves is observed. Probiotics, either as a dietary supplement or in food, appear to be associated with improved immune system function and smooth functioning of the intestinal tract.

**Conclusion:** Functional foods are an excellent source of nutrients and a suitable alternative for athletes' nutrition that can contribute to the improvement of sports performance. However, further studies are needed regarding their effect on sports due to the lack of literature and the contrast presented by the findings of various studies.

## Περιεχόμενα

<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>5</b>
1.1. Διατροφή και Αθλητισμός: Γενικά.....	5
1.2. Στόχος.....	10
1.3. Μεθοδολογία.....	10
<b>2. Λειτουργικά Τρόφιμα.....</b>	<b>11</b>
2.1. Ορισμός λειτουργικών τροφίμων.....	11
2.2. Συσχέτιση λειτουργικών τροφίμων με άλλες έννοιες.....	11
2.3. Ιστορικά Στοιχεία.....	12
2.4. Είδη-Κατηγορίες Λειτουργικών Τροφίμων.....	13
2.5. Μέθοδοι Παρασκευής Λειτουργικών Τροφίμων .....	14
2.6. Ιδιότητες και Βιοδραστικά Συστατικά Λειτουργικών Τροφίμων .....	14
<b>3. Φυσικά Συμβατικά Λειτουργικά Τρόφιμα και Άσκηση.....</b>	<b>18</b>
3.1. Φρούτα.....	24
3.1.1. Μπανάνα.....	24
3.1.2. Ρόδι.....	26
3.1.3. Μήλο Κάσιους.....	27
3.1.4. Κεράσια.....	28
3.1.5. Μύρτιλα.....	29
3.1.6. Σταφύλια.....	30
3.1.7. Μήλα.....	30
3.1.8. Ντομάτα.....	31
3.1.9. Αβοκάντο.....	32
3.2. Ξηροί καρποί.....	33
3.2.1. Αμύγδαλα.....	35
3.3. Ελαιόλαδο.....	36
3.4. Γάλα Σόγιας.....	37
<b>4. Καινοτόμα επεξεργασμένα Λειτουργικά Τρόφιμα και Άσκηση.....</b>	<b>39</b>
4.1. Μπάρες Διατροφής.....	42
4.1.1. Μπάρες με Χουρμά.....	43
4.1.2. Διατροφικές μπάρες εμπλουτισμένες με πρωτεΐνες σόγιας και ορού γάλακτος.....	44
4.2. Λειτουργικά αθλητικά ποτά.....	46
4.2.1. Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με υδατάνθρακες.....	46
4.2.2. Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με πρωτεΐνες.....	47
4.2.3. Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με λιπίδια.....	48
4.2.4. Σοκολατούχο Γάλα εμπλουτισμένο με ω-3 λιπαρά οξέα.....	49
4.3. Προβιοτικά.....	49
4.3.1. Προβιοτικό γιαούρτι.....	51
4.4. Κουλούρια Πρέτζελ εμπλουτισμένα με σόγια.....	51
<b>5. Συμπεράσματα.....</b>	<b>53</b>
<b>6. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>56</b>

## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Διατροφή και Αθλητισμός: Γενικά

Μία ορθά ισορροπημένη διατροφή έχει αποδειχθεί ότι συνδέεται άμεσα με την σωματική δραστηριότητα. Συγκεκριμένα, αποτελεί ένα από τα βασικότερα θεμέλια της αθλητικής απόδοσης, της προετοιμασίας του αθλητή, της αποφυγής τραυματισμών και της αποκατάστασης και προσαρμογής του οργανισμού μετά την άσκηση. Η διατροφή που ακολουθούν οι αθλητές, είτε είναι επαγγελματίες είτε ερασιτέχνες, διαφέρει από αυτή που ακολουθούν τα άτομα που κάνουν καθιστική ζωή. Οι αθλητές καλούνται να καταναλώσουν τρόφιμα πλούσια σε συγκεκριμένης βιολογικής ποιότητας μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά και σε κατάλληλες ποσότητες, ώστε να μπορέσουν να καλύψουν τις καθημερινές ανάγκες τους και να μην υπάρξει αρνητικό ισοζύγιο (Wataru Aoi et al, 2006, Kristina A Malsagova et al, 2021).

Οι διατροφικές συστάσεις δεν είναι οι ίδιες για όλους τους αθλητές αλλά πρέπει να είναι εξατομικευμένες. Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή μιας κατάλληλης διατροφής. Πρώτα από όλα, κάποιοι αθλητές τείνουν να αποφεύγουν την κατανάλωση ορισμένων τροφίμων λόγω τροφικών αλλεργιών και δυσανεξιών. Επίσης, ο τρόπος ζωής και διάφοροι κοινωνικοί παράγοντες μπορούν να καθορίσουν την επιλογή τροφίμων. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα εργασίας, του σχολείου, της εκπαίδευσης και άλλες πιεστικές καταστάσεις της καθημερινότητας ωθούν τα άτομα να επιλέξουν φαγητά που παρασκευάζονται γρήγορα και εύκολα. Το θρησκευτικό και πολιτισμικό υπόβαθρο παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή τροφίμων που θα προστεθούν στο καθημερινό διαιτολόγιο. Κάποιοι ακόμη παράγοντες είναι η γευστικές προτιμήσεις και οι οικονομική δυνατότητα (Kristina A Malsagova et al, 2021).

Κάποια παραδείγματα ειδικών διαίτων είναι η δίαιτα χωρίς γλουτένη, συγκεκριμένα άτομα με κοιλιοκάκη, δυσανεξία στην γλουτένη και αλλεργία στο σιτάρι καλούνται να περιορίσουν την κατανάλωση γλουτένης, η δίαιτα FODMAPs, βασίζεται στην κατανάλωση υδατανθράκων βραχείας αλυσίδας (FODMAP) και ακολουθείται κυρίως από αθλητές που παρουσιάζουν συμπτώματα του συνδρόμου ευερέθιστου εντέρου και τέλος χορτοφαγικές δίαιτες, οι οποίες είναι καταλληλότερο να μην ακολουθούνται από τους αθλητές λόγω σημαντικών ελλείψεων διάφορων θρεπτικών συστατικών ζωικής σημασίας που μπορούν να προσληφθούν μόνο από τροφές ζωικής προέλευσης. Οι χορτοφαγικές δίαιτες ακολουθούνται κυρίως από τους ανθρώπους με συγκεκριμένες θρησκευτικές και προσωπικές πεποιθήσεις (Kristina A Malsagova et al, 2021).

Παρά τις ειδικές περιπτώσεις και τους παράγοντες που αναφέρθηκαν, οι οποίες επηρεάζουν τις διατροφικές επιλογές των αθλητών, υπάρχουν κάποιες γενικές συστάσεις θρεπτικών συστατικών όπως είναι οι υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, αντιοξειδωτικά, νερό και άλλα, που οφείλουν να ακολουθούν όλοι οι αθλητές.

Κατά την διάρκεια της άσκησης, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του σώματος, ο οργανισμός για να εξισορροπήσει την θερμοκρασία, χρησιμοποιεί την μηχανισμό της εφίδρωση γεγονός που οδηγεί σε απώλειες νερού και ταυτόχρονα ηλεκτρολυτών. Η

απώλεια αυτή μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αθλητικής απόδοσης λόγω των βλαβών που προκαλεί στην θερμορύθμιση και στο κυκλοφορικό σύστημα. Έτσι, είναι απαραίτητη η κατανάλωση ικανοποιητικών ποσοτήτων τόσο νερού όσο και ισοτονικών ποτών που περιέχουν ηλεκτρολύτες κατά την διάρκεια της άσκησης ακόμα και όταν δεν υπάρχει η αίσθηση της δίψας. Είναι σημαντικό επίσης οι αθλητές να μην καταναλώνουν αποκλειστικά μεγάλες ποσότητες νερού κατά την παρατεταμένη άσκηση, διότι μπορεί να οδηγήσει σε υπονατριαιμία και να μειώσει την ωσμωτική πίεση των σωματικών υγρών γεγονός που αναστέλλει την απελευθέρωση της αντιδουρητικής ορμόνης με αποτέλεσμα να καταστέλλεται η απορρόφηση του νερού και να αυξάνεται η παραγωγή ούρων προκαλώντας αυθόρμητη αφυδάτωση. Για αυτό, οι αθλητές καλούνται όταν ασκούνται περισσότερο από 90 λεπτά να καταναλώνουν ροφήματα με ηλεκτρολύτες (Wataru Aoi et al, 2006).

Ο οργανισμός ενός ανθρώπου για να μπορέσει να ικανοποιήσει τις βιολογικές του ανάγκες χρειάζεται ενέργεια. Ένας αθλητής ωστόσο είναι λογικό ότι χρειάζεται περισσότερη ενέργεια από ένα άνθρωπο που δεν ασκείται, για να μπορέσει να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες και να έχει καλύτερη απόδοση κατά την διάρκεια της άθλησης. Τα μακροθρεπτικά συστατικά που χρησιμοποιεί ο οργανισμός ως πηγή ενέργειας κατά την άσκηση είναι οι υδατάνθρακες και τα λιπίδια (Wataru Aoi et al, 2006). Στα αθλήματα κυρίως αντοχής (αερόβια άσκηση), το ενεργειακό υπόστρωμα που αξιοποιείται αλλάζει με την πάροδο του χρόνου (Laura Esquiús et al, 2020). Σε ασκήσεις υψηλής έντασης ( $VO_2 \text{ max} > 85\%$ ) πρωταρχικό ρόλο έχουν οι υδατάνθρακες και σε ασκήσεις χαμηλής έντασης ( $VO_2 \text{ max} < 85\%$  και περίπου  $= 50\%$ ) αρχίζει να αξιοποιείται το λίπος.

Οι υδατάνθρακες που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως αποθηκευμένοι σε μορφή γλυκογόνου στους σκελετικούς μύες και στο ήπαρ. Το γλυκογόνο κατά την πάροδο της άσκησης εξαντλείται σταδιακά. Έτσι, οι αθλητές καλούνται να ακολουθούν μια δίαιτα υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες, να καταναλώνουν υδατάνθρακες πριν, κατά την διάρκεια και μετά την προπόνηση για να αναπληρωθούν τα αποθέματα γλυκογόνου ώστε να παρέχουν την επαρκή ενέργεια για την επόμενη φορά (Asker E Jeukendrup, 2004, Wataru Aoi et al, 2006). Πριν την έναρξη της άσκησης, οι αθλητές καλούνται να έχουν βέλτιστα αποθέματα γλυκογόνου έτσι ώστε ο οργανισμός τους να μπορέσει να έχει επαρκείς ποσότητες ενεργειακού υποστρώματος (Asker E Jeukendrup, 2004). Κατά την διάρκεια της άσκησης η πρόσληψη υδατανθράκων, είτε υγρής είτε στερεής μορφής, φαίνεται να συμβάλλει στην εξοικονόμηση του ηπατικού γλυκογόνου. Λόγω των αυξανόμενων ποσοστών υδατανθράκων που προσλαμβάνονται, αυξάνεται η συγκέντρωση γλυκόζης στο κυκλοφορικό σύστημα και έτσι παρατηρείται μείωση στην ενδογενή παραγωγή γλυκόζης, ηπατική γλυκογονόλυση και γλυκονεογένεση. Η διατήρηση του γλυκογόνου στο ήπαρ σημαίνει ότι υπάρχουν αποθέματα υδατανθράκων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς το τέλος της άσκησης διότι η εξωγενής πρόσληψη υδατανθράκων δεν μπορεί να διατηρήσει από μόνη της τις απαραίτητες συγκεντρώσεις γλυκόζης στο πλάσμα και τους υψηλούς ρυθμούς οξειδωσης της. Συνίσταται η πρόσληψη 40-75g υδατανθράκων ανά ώρα για την βέλτιστη επίδοση (Asker E Jeukendrup, 2004). Σημαντικό ρόλο παίζει και ο τύπος των υδατανθράκων. Για την αποτελεσματικότερη δράση και άμεση παροχή ενέργειας, οι υδατάνθρακες θα πρέπει να είναι ευκολά αφομοιώσιμοι και απορροφήσιμοι χωρίς να προκαλούν γαστρεντερικές διαταραχές και να οξειδώνονται σε σχετικά υψηλούς ρυθμούς (μονοσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες) (Asker E Jeukendrup, 2004, Wataru Aoi et al, 2006). Κάποια βασικοί



είναι η γλυκόζη, άμυλο πλούσιο σε αμυλοπηκτίνη, μαλτόζη, σακχαρόζη και πολυμερή της γλυκόζης. Μετά την άσκηση, η πρόσληψη πρωτεΐνης μαζί με υδατάνθρακες είναι πιο αποτελεσματική για την ταχεία αναπλήρωση του μυϊκού γλυκογόνου μετά την άσκηση σε σύγκριση με τα συμπληρώματα υδατανθράκων μόνο (Wataru Aoi et al, 2006, Kristina A Malsagova et al, 2021).

Τα λιπαρά οξέα αξιοποιούνται ως ενεργειακά υποστρώματα όταν η προπόνηση είναι χαμηλής έντασης και μεγάλης χρονικής διάρκειας. Δηλαδή, όσο περισσότερος χρόνος αφιερώνεται στην άσκηση τόσο αυξάνεται η συμβολή του λίπους για την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας. Η απελευθέρωση και οξειδωση των λιπαρών οξέων αυξάνεται παράλληλα με την σταδιακή εξάντληση των αποθεμάτων μυϊκού γλυκογόνου και αυξάνεται λόγω της απόκρισης σε αυξημένα επίπεδα κατεχολαμίνης στο κυκλοφορικό σύστημα και της μειωμένης συγκέντρωσης ινσουλίνης, ορμόνες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην διέγερση και την αναστολή της λιπόλυσης αντίστοιχα. Η χρήση λιπαρών οξέων ως ενεργειακό υπόστρωμα και η οξεία συμπλήρωση πριν την προπόνηση συμβάλλει στην αποθήκευση υδατανθράκων και άρα στην αύξηση των αποθεμάτων του μυϊκού γλυκογόνου, διότι ο ρυθμός οξειδωσης των μη εστεροποιημένων λιπαρών οξέων (NEFA) εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις τους στο πλάσμα του αίματος (Laura Esquius et al, 2020). Ωστόσο, η πρόσληψη ορισμένων υδατανθράκων οδηγούν στην αναστολή της αποικοδόμησης του λίπους και στην διέγερση της ινσουλίνης. Αυτό οδηγεί σε εξασθένηση της παραγωγής ενέργειας μέσω του μεταβολισμού των λιπιδίων και ο οργανισμός ακολουθεί τη γλυκόλυση ως εναλλακτική οδό παραγωγής ενέργειας. Ως αποτέλεσμα, καταναλώνεται το μυϊκό γλυκογόνο και το ενδομυϊκό pH θα μειωθεί λόγω της αυξημένης παραγωγής γαλακτικού οξέος, που μπορεί να οδηγήσει σε εξασθένηση της μυϊκής συστολής. Για αυτό είναι απαραίτητο να καταναλώνονται υδατάνθρακες που δεν αναστέλλουν τον μεταβολισμό των λιπιδίων όπως φρουκτόζη (Wataru Aoi et al, 2006).

Κάποια ακόμα θρεπτικά συστατικά που παίζουν σημαντικό ρόλο στην αθλητική απόδοση τόσο στους άνδρες αλλά κυρίως στις γυναίκες είναι ο σίδηρος (Fe), το ασβέστιο (Ca) και η βιταμίνη D. Ο σίδηρος πρόκειται για βασικό συστατικό για την λειτουργία πρωτεϊνών και ενζύμων σημαντικά για την διατήρηση της σωματικής και γνωστικής απόδοσης. Ο σίδηρος εντοπίζεται σε μεγάλες ποσότητες ενσωματωμένος στην αιμοσφαιρίνη και μυοσφαιρίνη, πρωτεΐνες μεταφοράς και αποθήκευσης οξυγόνου στους μύες. Οι γυναίκες αθλήτριες πρέπει να προσλαμβάνουν μέσω της διατροφής τους τις συνιστάμενες ποσότητες σιδήρου διότι λόγω της έμμηνου ρύσης έχουν απώλεια αίματος και αποτελεί κύρια οδό απέκκρισης σιδήρου. Το ασβέστιο και η βιταμίνη D αποτελούν κρίσιμης σημασίας θρεπτικά συστατικά για την υγεία των οστών. Επίσης, το ασβέστιο πρόκειται για βασικό παράγοντα της μυϊκής συστολής. Η πιθανή ανεπάρκεια των συστατικών αυτών επηρεάζει την σύσταση και την πυκνότητα των οστών και μπορούν να οδηγήσουν σε εξασθένηση των οστών αυξάνοντας το ρίσκο για κάταγμα. Η πρόσληψη των συστατικών αυτών, λοιπόν, σε επαρκείς ποσότητες είναι ζωτικής σημασίας τόσο για την μείωση των πιθανοτήτων πρόκλησης καταγμάτων αλλά και για την βελτίωση της απόδοσης των αθλητών χωρίς να είναι επιρρεπείς σε τραυματισμούς και πόνους των οστών (James P. McClung et al, 2014).

Οι αθλητές καλούνται να προσλαμβάνουν τις συνιστάμενες ποσότητες πρωτεΐνης ώστε να μπορέσουν να επανορθώσουν τυχόν βλάβες των μυών και για να αυξήσουν τον όγκο και την δύναμη των μυών. Ο μυϊκός ιστός αποτελείται από πρωτεΐνες (την ακτίνη και την μυοσίνη) και νερό. Αθλητές που ασχολούνται με άσκηση με αντιστάσεις συνήθως



προσλαμβάνουν μεγαλύτερες ποσότητες πρωτεϊνών, διότι στοχεύουν στην αύξηση της μυϊκής μάζας. Η άσκηση με αντιστάσεις ενισχύει την έκκριση και παραγωγή της αυξητικής ορμόνης και διάφορων αυξητικών παραγόντων και προάγει έτσι πιο έντονα την πρωτεϊνοσύνθεση και την αύξηση της μυϊκής μάζας σε σχέση με την αερόβια άσκηση. Για να επιτευχθεί αυτό οι αθλητές θα πρέπει να διατηρούν ένα θετικό ισοζύγιο αζώτου πρωτεϊνικές και μη πρωτεϊνικής φύσεως στο κυκλοφορικό σύστημα. Η κατανάλωση ενός γεύματος πλούσιο σε πρωτεΐνη αμέσως μετά την άσκηση με αντίσταση μπορεί να συμβάλει σε μεγαλύτερη αύξηση της μυϊκής μάζας σε σύγκριση με την κατάποση ενός γεύματος αρκετές ώρες αργότερα (Wataru Aoi et al, 2006). Η κατανάλωση πρωτεΐνης μετά την άσκηση με αντιστάσεις οδηγεί στην δημιουργία θετικού ισοζυγίου αζώτου πρωτεϊνικής φύσεως που μεταφράζεται σε αναβολική απόκριση, λόγω των αυξημένων επιπέδων σύνθεσης μυϊκών πρωτεϊνών (Ralf Jäger et al, 2017). Επίσης, η πρόσληψη υδατανθράκων με πρωτεΐνη μπορεί να επιταχύνει τη σύνθεση της μυϊκής πρωτεΐνης μέσω των δράσεων της ινσουλίνης, η οποία αυξάνει την πρωτεϊνοσύνθεση και αναστέλλει τον καταβολισμό της, (Wataru Aoi et al, 2006) και μπορεί να καταστείλει δείκτες μυϊκής βλάβης και να μειώσει το αίσθημα μυϊκού πόνου (Ralf Jäger et al, 2017, Kristina A Malsagova et al, 2021). Βάσει μελετών, οι συνιστάμενες ποσότητες πρωτεΐνης είναι 1,4-2g πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους. Για την κάλυψη των απαιτήσεων σε πρωτεΐνες, οι αθλητές πρέπει να καταναλώνουν κάποιες βασικές τροφές που είναι πλούσιες σε υψηλής βιολογικής αξίας πρωτεΐνες, όπως είναι το γάλα και τα προϊόντα του, τα αυγά και το κρέας (κόκκινο και λευκό). Αυτές οι πηγές είναι πλούσιες σε απαραίτητα αμινοξέα (EAA) (Ralf Jäger et al, 2017). Από αυτά, δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στα απαραίτητα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας (BCAA), στα οποία ανήκουν η βαλίνη, η λευκίνη και η ισολευκίνη. Αν και τα περισσότερα αμινοξέα μεταβολίζονται στο ήπαρ, τα BCAA μεταβολίζονται στους μύες. Τα BCAA χρησιμοποιούνται ως ενεργειακά υποστρώματα και η οξειδωσή τους ενισχύεται κατά τη διάρκεια της άσκησης με την ενεργοποίηση του συμπλόκου αφυδρογονάσης διακλαδισμένης αλυσίδας-ακετοξέος (BCKDH). Ρυθμίζουν το μεταβολισμό των πρωτεϊνών προωθώντας την πρωτεϊνοσύνθεση και αναστέλλοντας την αποικοδόμηση τους έχοντας έτσι αναβολική επίδραση στους μύες (Wataru Aoi et al, 2006).

Πέρα των πρωτεϊνών, η κρεατίνη έχει παρατηρηθεί ότι παρουσιάζει αναβολική δράση, συμβάλλοντας στην αύξηση της άλυπης μάζας και μυϊκής δύναμης. Στον άνθρωπο η κρεατίνη αποθηκεύεται ως φωσφορική κρεατίνη. Αυτό χρησιμοποιείται για την παραγωγή ATP με αποικοδόμηση σε κρεατίνη υπό αναερόβιες συνθήκες, επομένως μπορεί να αναμένεται βελτίωση του αναερόβιου μεταβολισμού αυξάνοντας τα αποθέματα κρεατίνης. Η πρόσληψη κρεατίνης διεγείρει επίσης την κατακράτηση νερού και τη σύνθεση πρωτεϊνών και βελτιώνει την αντοχή, ειδικά κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων με υψηλή απόδοση ισχύος (όπως τρέξιμο σε μικρές αποστάσεις ή ασκήσεις αντίστασης) (Wataru Aoi et al, 2006).

Η βραχυπρόθεσμη και μακροχρόνια προπόνησης μέτριας έως υψηλής έντασης είναι υπεύθυνη για την εμφάνιση τραυματισμών, μυϊκών πόνων και την εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος. Ένας βασικός παράγοντας εμφάνισης των παραπάνω περιπλοκών είναι η παραγωγή ενεργών ειδών οξυγόνου (ROS) (συμπεριλαμβανομένων ανιόντων υπεροξειδίου (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), υδροξυλίου (OH·), ρίζας υπεροξειδίου (RO<sub>2</sub>)), ενεργών ειδών αζώτου (συμπεριλαμβανομένων των υπερονιτριδίων) (Abbas Yavari et al, 2015) σε αρκετούς ιστούς και η αύξηση των βιοδεικτών οξειδωτικού στρες, οδηγώντας σε μερική

εξάντληση της βιταμίνης C και της γλουταθειόνης και στην οξείδωση των λιπιδίων, των πρωτεϊνών, της γλουταθειόνης και του DNA (Wataru Aoi et al, 2006, Maria E. Muñoz et al, 2010). Κύρια θέση παραγωγής ROS αποτελούν οι σκελετικοί μύες και πιο συγκεκριμένα τα μιτοχόνδρια τους. Κατά την σωματική άσκηση, η αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου κατά 10 με 20 φορές από τον οργανισμό, η αύξηση της ροής οξυγόνου στους δραστήριους σκελετικούς μύες, ο αυξημένος μεταβολικός ρυθμός και η κατανάλωση οξυγόνου από τις μυϊκές ίνες, η αυξημένη θερμοκρασία και το μειωμένο pH των κυτταρικών μυών ενισχύοντας έτσι την παραγωγή ROS και ελευθέρων ριζών που στοχοποιούν και επιτίθενται σε βιολογικά μακρομόρια (Abbas Yavari et al, 2015). Βασικοί παράγοντες που παίζουν ρόλο στην παραγωγή οξειδωτικού στρες είναι η ηλικία των αθλητών, το είδος, το διάστημα, η ένταση και η διάρκεια της προπόνησης (Maria E. Muñoz et al, 2010). Η άσκηση επηρεάζει όλα τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος τόσο στο έμφυτο όσο και στο προσαρμοστικό ανοσοποιητικό σύστημα, αυξάνοντας ιδιαίτερα τη δραστηριότητα των φυσικών φονικών κυττάρων (NK), των ουδετερόφιλων και των μακροφάγων μετά από μέτρια άσκηση (λιγότερο από το 60% του  $\dot{V}O_{2max}$ ) (Ahmad Alkhatib, 2020). Ωστόσο, η έντονη και χρόνια άσκηση είναι βλαβερή για την ευαισθησία σε λοιμώξεις, διότι αυξάνεται η παραγωγή ανοσοκατασταλτικών παραγόντων, όπως οι ορμόνες του φλοιού των επινεφριδίων και οι αντιφλεγμονώδεις κυτοκίνες, που οδηγεί σε μείωση του αριθμού και της δραστηριότητας των κυκλοφορούντων φυσικών φονικών κυττάρων και T κυττάρων καθώς και σε χαμηλότερη συγκέντρωση IgA στο σάλιο (Wataru Aoi et al, 2006). Η ανοσοποιητική λειτουργία κατά την διάρκεια της άσκησης επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η διατροφική κατάσταση, το σωματικό βάρος, η υγιεινή και η ψυχική υγεία (Ahmad Alkhatib, 2020).

Η αντιμετώπιση μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω μίας πλούσιας σε αντιοξειδωτικά διατροφής ή μέσω της συμπλήρωσης με αντιοξειδωτικές βιταμίνες ή μείγματα αντιοξειδωτικών μειώνοντας έτσι το βασικό και το επαγόμενο από την άσκηση οξειδωτικό στρες σαρώνοντας τα ROS και ρυθμίζοντας καλύτερα τις δραστηριότητες των αντιοξειδωτικών ενζύμων (Maria E. Muñoz et al, 2010). Μερικά από τα πιο συνηθισμένα αλλά σημαντικά αντιοξειδωτικά είναι:

- Η γλουταθειόνη: Αποτελεί ενδογενές αντιοξειδωτικό και αντιδρά με τα ROS ως συμπαραγοντας του αντιοξειδωτικού ενζύμου υπεροξειδάση της γλουταθειόνης.
- Βιταμίνη E: Αντιοξειδωτική δράση περιορίζοντας την υπεροξειδωση των λιπιδίων, μετατρέποντας τις ρίζες υπεροξειδίου και υδροξυλίου σε λιγότερο αντιδραστικές μορφές.
- Ασκορβικό οξύ: Υδατοδιαλυτό αντιοξειδωτικό περιορίζει άμεσα τις ρίζες υπεροξειδίου, υδροξυλίου και υδροϋπεροξειδίου. Παρουσιάζει και ρυθμιστικό ρόλο στην παραγωγή ουδετερόφιλων κυττάρων κατά την ROS.
- Πολυφαινόλες: Φυσικές φυτοχημικές ενώσεις με ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες όπου περιλαμβάνονται τα φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή, στυλβένια, λιγνάνες. Αυτές οι ενώσεις συμβάλλουν στην απομάκρυνση των ριζών υπεροξειδίου, υδροξυλίου και υπεροξυλίου και στην αναστολή της υπεροξειδωσης των λιπιδίων.
- Καροτενοειδή: Λιποδιαλυτά αντιοξειδωτικά που εντοπίζονται κατά κόρον σε βιολογικές μεμβράνες και μπορούν να ελαττώσουν την υποεροξειδωση των λιπιδίων

- **Μέταλλα:** Δρουν ως συμπράγοντες αντιοξειδωτικών ενζύμων και περιλαμβάνουν τον χαλκό (Cu), ψευδάργυρο (Zn), σίδηρο (Fe), σελήνιο (Se) και μαγγάνιο (Mn) (Abbas Yavari et al, 2015)

Η τακτική κατανάλωση διαφόρων φρέσκων φρούτων και λαχανικών, δημητριακών ολικής αλέσεως, οσπρίων και φασολιών, φύτρων και σπόρων είναι ένας αποτελεσματικός και ασφαλής τρόπος για την κάλυψη όλων των αντιοξειδωτικών απαιτήσεων σε σωματικά δραστήρια άτομα και αθλητές (Abbas Yavari et al, 2015). Ωστόσο, πολλές φορές λόγω συγκεκριμένων αντιοξειδωτικών ανεπαρκειών ή ελλείψεων, ακολουθούνται συγκεκριμένες εξατομικευμένες αντιοξειδωτικές παρεμβάσεις (Nikos V Margaritelis et al, 2018).

## **1.2 Στόχος**

Στόχος της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας του ρόλου των λειτουργικών τροφίμων, ως προς τα οφέλη που ενδεχομένως να έχουν αυτά (συμβατικά και επεξεργασμένα) στην σωματική δραστηριότητα και πως μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση, την μυϊκή δύναμη, την σωματική αποκατάσταση και να μειώσουν και αποτρέψουν τον κίνδυνο για τραυματισμό.

## **1.3 Μεθοδολογία**

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή μελέτη, οι πλατφόρμες αναζήτησης Google Scholar, PubMed και ScienceDirect αξιοποιήθηκαν για την εύρεση άρθρων σχετικά με τα λειτουργικά τρόφιμα και την επίδραση τους στην υγεία και στην αθλητική απόδοση. Κατά την αναζήτηση, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής λέξεις κλειδιά: Functional foods, exercise, nutrition, sports, athletes, fruits, oxidative stress, soy, nuts, nutrition bars, beverage, omega-3, probiotics, enriched foods, future trends and functional foods, biotechnology. Από τα αποτελέσματα των αναζητήσεων, επιλέχθηκαν 36 πηγές-επιστημονικά άρθρα που περιλαμβάνουν κυρίως επιδημιολογικές και κλινικές μελέτες, αναφορές, άρθρα ανασκόπησης και κεφάλαια βιβλίων. Βασικός παράγοντας επιλογής της βιβλιογραφίας αποτέλεσε η χρονολογία έκδοσης των πηγών, στοχεύοντας στην επιλογή των πιο πρόσφατων πηγών, κυρίως αυτά των τελευταίων 10 ετών.

## **2. Λειτουργικά Τρόφιμα**

### **2.1 Ορισμός Λειτουργικών Τροφίμων**

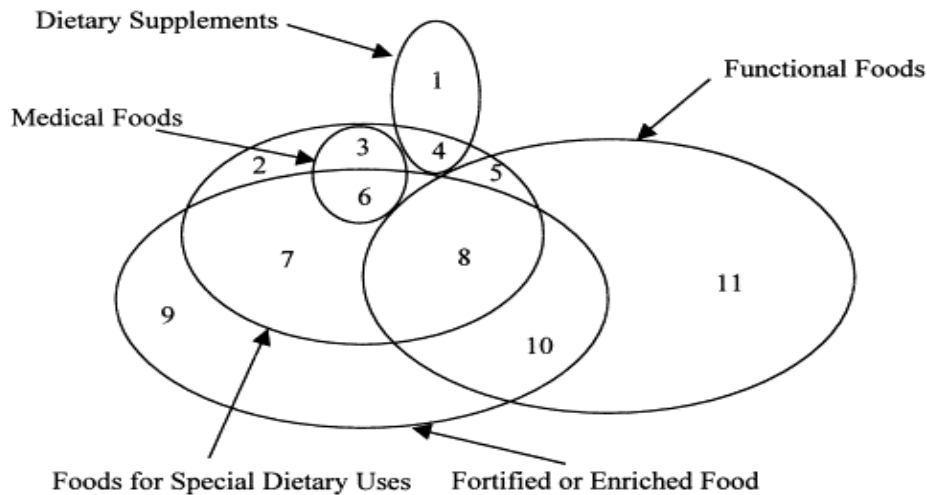
Από την στιγμή που αναφέρθηκε για πρώτη φορά ο όρος λειτουργικά τρόφιμα, έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί ώστε να μπορέσουν να τον περιγράψουν, πολλοί εκ των οποίων δεν καλύπτουν εξ'ολοκλήρου την έννοια των τροφίμων, αλλά θα μπορούσε να ειπωθεί πως ο κάθε ορισμός συμπληρώνει τον άλλον. Κάποιοι ορισμοί που αναφέρονται είναι:

- A. Ένα τρόφιμο παρόμοιο σε εμφάνιση με τα συμβατικά τρόφιμα, που καταναλώνονται ως μέρος της συνήθους διατροφής, με αποδεδειγμένα φυσιολογικά οφέλη ή/και για τη μείωση του κινδύνου χρόνιας νόσου πέρα από τις βασικές διατροφικές λειτουργίες, από την Health Canada.
- B. Είναι τρόφιμα ή διαιτητικά συστατικά που μπορεί να παρέχουν όφελος για την υγεία πέρα από τη βασική διατροφή, από το Διεθνές Συμβούλιο Πληροφοριών Τροφίμων (IFIC).
- C. Πρόκειται για τροφές που λόγω των φυσιολογικά ενεργών συστατικών των τροφίμων παρέχουν οφέλη για την υγεία πέρα από τη βασική διατροφή, από το Διεθνές Ινστιτούτο Επιστημών Ζωής της Βόρειας Αμερικής (ILSI).
- D. Εάν αποδειχθεί ικανοποιητικά ότι το τρόφιμο επηρεάζει ευεργετικά μία ή περισσότερες λειτουργίες-στόχους στο σώμα, πέρα από επαρκείς διατροφικές επιδράσεις, με τρόπο που σχετίζεται είτε με βελτιωμένη κατάσταση υγείας και ευεξίας ή/και μείωση του κινδύνου ασθένειας, από την Συντονισμένη Δράση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Λειτουργική Επιστήμη των Τροφίμων στην Ευρώπη.

Πολλοί από αυτούς όμως είναι ελλειμματικοί και δεν παρέχουν σωστή και ολοκληρωτική επεξήγηση της έννοιας των λειτουργικών τροφίμων. Ο ορισμός που φαίνεται να περιγράφει περιεκτικότερα τα λειτουργικά τρόφιμα είναι ο έξης: «Λειτουργικά τρόφιμα θεωρούνται τα τρόφιμα και τα ποτά που αποδεδειγμένα συμβάλλουν στην υγεία και στην βελτίωση της λειτουργίας του ανθρώπινου οργανισμού». Τέτοιου είδους τρόφιμα θεωρούνται πως διαθέτουν ιδιότητες φαρμακευτικές, διότι παρουσιάζουν οφέλη στην βελτίωση της φυσικοσωματικής και διανοητικής υγείας και μειώνουν το ρίσκο εμφάνισης χρόνιων ασθενειών (C J Henry, 2010, Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

### **2.2 Συσχέτιση λειτουργικών τροφίμων με άλλες έννοιες**

Στην επιστήμη των τροφίμων υπάρχουν αρκετοί όροι τροφίμων που δεν πρέπει να συγχέονται με τον ορισμό των λειτουργικών τροφίμων. Τέτοιου είδους ορισμοί είναι τροφές για ειδικές διαιτητικές χρήσεις, τρόφιμα για ειδικούς ιατρικούς σκοπούς (Medical food), τροποποιημένα ή εμπλουτισμένα τρόφιμα, συμπληρώματα διατροφής, Health Foods, Nutraceuticals και Novel Foods (No-Seong Kwak et al, 2001).



Εικόνα 1. Συσχέτιση μεταξύ των διάφορων όρων τροφίμων και των λειτουργικών τροφίμων (Πηγή: No-Seong Kwak, March 2001, *Functional foods. Part 2: the impact on current regulatory terminology*, *Food Control*, Volume 12, Issue 2, pg 109-117)

Ωστόσο, όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, κάποιο όροι τροφίμων συμπεριλαμβάνονται ως έναν βαθμό στα λειτουργικά τρόφιμα και πιο συγκεκριμένα στους όρους αυτούς ανήκουν τα τρόφιμα για ειδικές διαιτητικές χρήσεις και τα τροποποιημένα ή εμπλουτισμένα τρόφιμα.

Τα τρόφιμα για ειδικές διαιτητικές χρήσεις ορίζονται ως τρόφιμα ειδικά επεξεργασμένα και παρασκευασμένα για την ικανοποίηση συγκεκριμένων διατροφικών απαιτήσεων που προκύπτουν εξαιτίας κάποιας φυσικής ή φυσιολογικής κατάστασης, ασθένειας ή διαταραχής. Η σύσταση αυτών των τροφίμων διαφέρει αρκετά από την σύνθεση των παρόμοιων τροφίμων που καταναλώνονται από τον μέσο άνθρωπο, ώστε να είναι αποδεκτό και αφομοιώσιμο από μια συγκεκριμένη ομάδα του πληθυσμού.

Τα τροποποιημένα και εμπλουτισμένα τρόφιμα είναι τρόφιμα που έχουν υποστεί προσθήκη ενός ή περισσότερων θρεπτικών συστατικών είτε περιέχονται κανονικά είτε όχι στο τρόφιμο, με στόχο την πρόληψη ή την διόρθωση μίας αποδεδειγμένης ανεπάρκειας ενός ή περισσότερων θρεπτικών συστατικών στον πληθυσμό ή σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες.

Βάσει των δύο όρων που αναφέρθηκαν, παρατηρούνται πράγματι αρκετές ομοιότητες με αυτή των λειτουργικών τροφίμων, για αυτό και πολλά τρόφιμα είναι κοινά και στις τρεις κατηγορίες (No-Seong Kwak et al, 2001).

### 2.3 Ιστορικά Στοιχεία

Η έννοια λειτουργικών τροφίμων είναι ένας τομέας της επιστήμης τροφίμων σχετικά καινούργιος. Ωστόσο, η συσχέτιση μεταξύ της τροφής και της υγείας φαίνεται να αναφέρεται ήδη από τα αρχαία χρόνια και πρόκειται για μια πεποιθήση που κυριάρχησε κυρίως στις ανατολικές χώρες. Το 1984, το Υπουργείο Παιδείας, Επιστήμης και Πολιτισμού, μια ad hoc ομάδα στην Ιαπωνία ξεκίνησε ένα εθνικό έργο για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ τροφίμων και ιατρικών επιστημών. Το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας ξεκίνησε ένα ρυθμιστικό σύστημα για την έγκριση ορισμένων τροφίμων με τεκμηριωμένα οφέλη για την υγεία. Πρωταρχικός στόχος του ήταν να βελτιώσει την υγεία του γηράσκοντος πληθυσμού της χώρας. Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, αναπτύχθηκε

η ιδέα για την ανάπτυξη των λειτουργικών τροφίμων, κυρίως λόγω του αυξανόμενου κόστους της υγειονομικής περίθαλψης, τα οποία επιτελούν την κάλυψη των διατροφικών αναγκών, την ικανοποίηση των αισθήσεων και την ευεργετική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό βάσει του ορισμού της επιστημονικής κοινότητας της Ιαπωνίας. Ο ορισμός των λειτουργικών τροφίμων έκανε την πρώτη του εμφάνιση το 1993 στο γνωστό ειδησεογραφικό περιοδικό Nature. Τα λειτουργικά τρόφιμα έγιναν γνωστά ως τρόφιμα για συγκεκριμένη χρήση για την υγεία (FOSHU, Foods for Special Health Uses), τα οποία αποτελούνται από λειτουργικά συστατικά που επηρεάζουν τη δομή ή/και τη λειτουργία του σώματος και χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση ή τη ρύθμιση συγκεκριμένων συνθηκών υγείας, όπως η υγεία του γαστρεντερικού συστήματος, η αρτηριακή πίεση και η χοληστερόλη του αίματος (C J Henry, 2010, Κόκκος Θεόδωρος, 2011)

Ένα από τα πρώτα παραδείγματα λειτουργικής τροφής με συγκεκριμένη επίδραση στην υγεία αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Πρόκειται για ένα είδος αλείμματος τροφίμου της εταιρίας Unilever με υψηλή περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Στόχος αυτών των λειτουργικών αλειμμάτων είναι η μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα και απευθυνόταν αρχικά σε υπερχοληστερολαιμικούς. Το συγκεκριμένο αποτελεί ένα βασικό παράδειγμα συσχέτισης της ισορροπημένης διατροφής και της ορθής επιλογής των τροφίμων με την θωράκιση της υγείας και την μείωση του κινδύνου εμφάνισης ασθενειών (J. A. Weststrate, 2002). Ένα ακόμα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο υποχρεωτικός εμπλουτισμός των αλεύρων με σίδηρο. Το πρόγραμμα αυτό εφαρμόστηκε μεταξύ του 1954 και του 1987 στην Δανία και στην Σουηδία. Τα αποτελέσματα αυτού του προγράμματος έφεραν στο φως σημαντικά στοιχεία και αποδείξεις σχετικά με τον εμπλουτισμό και την μείωση των ανεπαρκειών. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μείωση των ποσοστών αναιμίας στους πληθυσμούς και των δύο χωρών. Τα πορίσματα που διεξήχθησαν και η επίδραση που παρουσίασαν τα παραπάνω τρόφιμα αποτέλεσαν βασικούς πυλώνες για την προώθηση των λειτουργικών τροφίμων, τα οποία θεωρούνται ως τρόφιμα με συγκεκριμένους ισχυρισμούς τροφίμων (Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

## **2.4 Είδη-Κατηγορίες Λειτουργικών Τροφίμων**

Τα λειτουργικά τρόφιμα κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- Συμβατικά/τρόφιμα δεν έχουν υποστεί επεξεργασία που περιέχουν φυσικά βιοδραστικά συστατικά
- Τροποποιημένα τρόφιμα, μέσω διάφορων επεξεργασιών, με βιοδραστικές ουσίες
- Συνθετικά συστατικά τροφίμων

Ως λειτουργικά τρόφιμα μπορούν να θεωρηθούν :

- I. Φυσικά τρόφιμα
- II. Τρόφιμα που έχει υποστεί προσθήκη ενός συστατικού
- III. Τρόφιμα από τα οποία αφαιρέθηκε κάποιο συστατικό
- IV. Τρόφιμα στα οποία ένα ή περισσότερα συστατικά έχουν τροποποιηθεί
- V. Τρόφιμα με τροποποιημένη βιοδιαθεσιμότητα
- VI. Οποιοσδήποτε συνδυασμός των παραπάνω (C J Henry, 2010)



## 2.5 Μέθοδοι Παρασκευής Λειτουργικών Τροφίμων

Ένα τρόφιμο μπορεί να μετατραπεί σε λειτουργικό μέσω:

- I. Της εξάλειψης ενός βλαβερού για την υγεία συστατικού
  - II. Της αύξησης της συγκέντρωσης ενός ενυπάρχοντος συστατικού στο τρόφιμο σε τέτοιο βαθμό ώστε να υπάρξει το απαιτούμενο αποτέλεσμα (π.χ. RDA)
  - III. Της προσθήκης κάποιου συστατικού που δεν εντοπίζεται φυσικά στο τρόφιμο, το οποίο παρουσιάζει ευεργετική δράση
  - IV. Της αντικατάστασης ενός συστατικού για την εξισορροπημένη πρόσληψη
  - V. Της αύξησης της βιοδιαθεσιμότητας ή της σταθερότητας ενός βιοδραστικού συστατικού που προάγει την υγεία και μειώνει το ρίσκο εμφάνισης κάποιας ασθένειας.
- (No-Seong Kwak et al, 2001, C J Henry, 2010)

## 2.6 Ιδιότητες και Βιοδραστικά Συστατικά Λειτουργικών Τροφίμων

Οι ιδιότητες αυτές των λειτουργικών τροφίμων έχει διαπιστωθεί πως παρουσιάζουν ευεργετικές επιδράσεις, συγκεκριμένα:

- Στο καρδιαγγειακό σύστημα: Μειώνουν την απορρόφηση και την σύνθεση της χοληστερόλης και της LDL χοληστερόλης και προστατεύουν τα αγγεία από φλεγμονές, δημιουργία θρόμβων και υψηλή αρτηριακή πίεση.
- Πεπτικό σύστημα: Ενίσχυση της απορρόφησης θρεπτικών συστατικών, της φυσιολογικής λειτουργίας του εντέρου και της φυσιολογικής μικροχλωρίδας (μη παθογόνοι μικροοργανισμοί) του εντέρου.
- Ανοσοποιητικό σύστημα: Μειώνουν φλεγμονές και αλλεργικές αντιδράσεις, ενισχύουν την φυσική ανοσία και είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά.
- Μυοσκελετικό σύστημα: Διατήρηση και αύξηση της οστικής μάζας και βελτίωση της ποιότητάς της.
- Ρύθμιση του βάρους: Πρόσληψη και διαχείριση της παχυσαρκίας διότι τα λειτουργικά τρόφιμα αυξάνουν το αίσθημα κορεσμού και αποβλέπουν στην μείωση της αναλογίας λίπους στη δίαιτα και άρα στην μείωση της πυκνότητας ενέργειας της δίαιτας.
- Πνευματική-γνωστική λειτουργία: Θετική επίδραση στον χρόνο αντίδρασης, στην προσοχή και εγρήγορση, στην μνήμη και στην διάθεση (Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

Ο λόγος στον οποίο βασίζονται οι ευεργετικές και φαρμακευτικές αυτές ιδιότητες των λειτουργικών τροφίμων είναι η φυσική παρουσία ή η ενίσχυση αυτών των τροφίμων με κάποια βιοενεργά/βιοδραστικά θρεπτικά συστατικά. Σε αυτά τα συστατικά κατατάσσονται οι βιταμίνες, υδατοδιαλυτές και λιποδιαλυτές, διαιτητικές ίνες, λιπαρά οξέα, αντιοξειδωτικά, φαινολικές ενώσεις, μέταλλα, ολιγοσακχαρίτες και πρωτεϊνικές και μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ενώσεις. Ακόμη, σε αυτά τα συστατικά μπορούν να ληφθούν υπόψη και τα προβιοτικά (οξυγαλακτικά βακτήρια) και πρεβιοτικά (Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

### Βιταμίνες

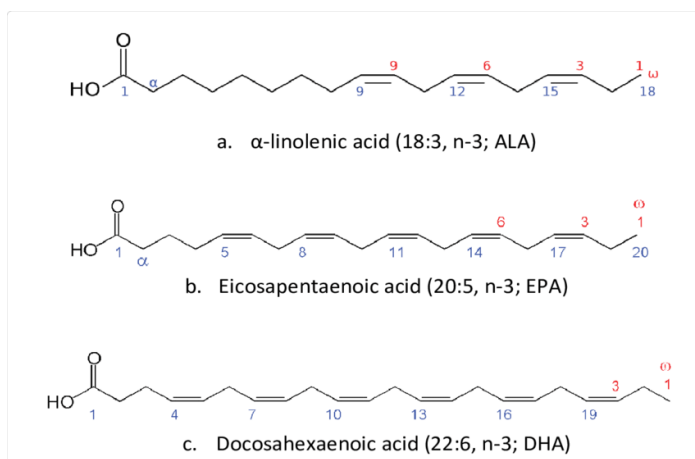
Οι βιταμίνες ταξινομούνται σε υδατοδιαλυτές και στις λιποδιαλυτές βιταμίνες.

Το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) και οι βιταμίνες του συμπλέγματος B κατατάσσονται στις υδατοδιαλυτές βιταμίνες. Το ασκορβικό οξύ πρόκειται για συστατικό που συμβάλλει στην θωράκιση του ανοσοποιητικού συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού λόγω της αντιοξειδωτικής δράσης. Επίσης αυξάνει την απορρόφηση του σιδήρου και κυρίως του μη αιμικού και συμμετέχει στην σύνθεση του κολλαγόνου και συνεπώς στην διατήρηση του συνδετικού ιστού. Γνωστή πηγή της βιταμίνης αποτελούν τα εσπεριδοειδή αλλά εντοπίζονται και σε άλλα φρούτα και λαχανικά. Οι βιταμίνες του συμπλέγματος B είναι η θειαμίνη (B1), ριβοφλαβίνη (B2), νιασίνη (B3), παντοθενικό οξύ (B5), πυριδοξίνη (B6), βιτίνη (B7), φυλλικό οξύ (B9), κοβαλαμίνες (B12) και έχουν παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες. Πρόκειται για συστατικά ζωτικής σημασίας για την υγεία διότι συμμετέχουν σε σημαντικές βιοχημικές διεργασίες (συνένζυμα στα μονοπάτια του μεταβολισμού μακρομορίων, παραγωγή ενέργειας, ισοροπημένη λειτουργία κυττάρων) (Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

Στις λιποδιαλυτές βιταμίνες κατατάσσονται οι A, D, E και K. Η βιταμίνη A (Ρετινόλη) συμβάλλει στην διατήρηση της όρασης, στον κυτταρικό πολλαπλασιασμό και στην σωστή ανοσοποιητική λειτουργία του οργανισμού. Πηγές της βιταμίνης αποτελούν πολλά γαλακτοκομικά προϊόντα και φρούτα με κίτρινο, πορτοκαλί ή και κόκκινο χρώμα, τα οποία είναι πλούσια στην προβιταμίνη A, καροτενοειδή. Η βιταμίνη D (Καλσιφερόλη) πρόκειται για μια βιταμίνη η οποία προσλαμβάνεται από τον οργανισμό κυρίως μέσω από την σύνθεση της από τον ίδιο μέσω της έκθεσης του στον ήλιο. Έχει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του ασβεστίου, στην εναπόθεση του στα οστά και άρα στην ανάπτυξη του σκελετού. Εντοπίζεται κυρίως σε λιπαρά ψάρια και ιχθυέλαια. Η βιταμίνη E (Τοκφερόλη-Τοκοτριενόλη) είναι κυρίως γνωστή για τον αντιοξειδωτικό της ρόλο (προστασία οξειδωσης βιταμίνης A και ασκορβικού οξέος) και την αντιθρομβωτική της δράση (πρόσληψη καρδιαγγειακών παθήσεων). Το ελαιόλαδο, οι ξηροί καρποί και τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά αποτελούν πηγές της βιταμίνης E (Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

### **Λιπαρά οξέα**

Τα λιπαρά οξέα που παρουσιάζουν οφέλη στην υγεία του οργανισμού είναι τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, δηλαδή τα λιπαρά οξέα που έχουν έναν (Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα) ή περισσότερους (Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα) διπλούς δεσμούς στην ανθρακική αλυσίδα. Αυτά τα λιπαρά οξέα συμβάλλουν στην μείωση της συγκέντρωσης της χοληστερόλης και της HDL χοληστερόλης, ενώ αυξάνουν την HDL χοληστερόλη, με αποτέλεσμα να έχουν οφέλη στην ορθή λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος. Το α-λινολενικό, το εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA) και το δοκοσαεξανοϊκό οξύ (DHA) είναι τα τρία σημαντικότερα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Παρουσιάζουν ευεργετικές επιδράσεις στην καλή λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος, στην μείωση του βρογχικού άσθματος και στην ορθή λειτουργία του νευρικού συστήματος. Τα μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα υπάρχουν κυρίως σε έλαια, ξηρούς καρπούς, κάποια συγκεκριμένα φρούτα και λαχανικά, ενώ τα EPA και DHA εντοπίζονται σε αρκετά λιπαρά ψάρια και θαλασσινά (Κόκκος Θεόδωρος, 2011, Ahmad Alkhatib, 2020).



Εικόνα 2, Χημική δομή του  $\alpha$ -λινολενικού οξέος, εικοσαπεντανοϊκού οξέος (EPA) και δοκοσαεξανοϊκού οξέος (DHA) (Πηγή: [https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-ALA-EPA-and-DHA\\_fig1\\_289536833](https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-ALA-EPA-and-DHA_fig1_289536833))

### Διαιτητικές Ίνες

Οι διαιτητικές ίνες ή αλλιώς φυτικές ίνες συμβάλλουν στην εντερική λειτουργία του οργανισμού και στην βελτίωση στην ρύθμιση των λιπιδίων του αίματος και του σακχάρου. Για αυτό και χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση του σωματικού βάρους, την αντιμετώπιση και πρόληψη της παχυσαρκίας. Φρούτα, λαχανικά, δημητριακά ολικής άλεσης είναι πλούσια σε φυτικές ίνες (Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

### Μέταλλα

Τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά για τον εμπλουτισμό των τροφίμων είναι το Ασβέστιο Ca, το Μαγνήσιο Mg και ο Σίδηρος Fe. Το Ασβέστιο αποτελεί απαραίτητο μέταλλο για την ανάπτυξη των οστών και των δοντιών και αλλά και βασικό συμπαράγοντα πολλών ενζύμων που συμμετέχουν σε βιοτικής σημασίας για τον οργανισμό. Συμπληρωματική δράση του ασβεστίου στην ανάπτυξη των οστών παρουσιάζει το Μαγνήσιο. Ο Σίδηρος είναι το βασικό συστατικό των πρωτεϊνών μεταφοράς του οξυγόνου στους ιστούς, την μυοσφαιρίνη και την αιμοσφαιρίνη. Βοηθάει στην ρύθμιση της σωματικής θερμοκρασίας, στον μεταβολισμό της της ενέργειας και στην σωματική απόδοση (Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

### Πολυφαινόλες

Πρόκειται για μία κατηγορία χημικών μορίων φυτικής προέλευσης και εντοπίζονται είτε σε σύνθετη είτε σε φυσική μορφή, με πιο βιοδραστική την τελευταία μορφή. Συνήθως, είναι συνδεδεμένες με άλλες ενώσεις, όπως καρβοξυλικά και οργανικά οξέα, αμίνες, λιπίδια και με άλλες φαινόλες. Είναι χρωστικές ενώσεις και παρουσιάζουν κυρίως αντιοξειδωτική δράση, απομακρύνοντας οξειδωτικές ρίζες και αναστέλλοντας την υπεροξειδωση των λιπιδίων. Αυτές περιλαμβάνουν φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή, στυλβένια, λιγνάνες και πολυμερείς λιγνάνες. Εντοπίζονται στα περισσότερα φρούτα και λαχανικά, στο τσάι, στα δημητριακά και σε διάφορα βότανα και καρυκεύματα (Κόκκος Θεόδωρος, 2011, Abbas Yavari et al, 2015, Hana R. Bajes et al, 2017).

## **Φυτοστανόλες και φυτοστερόλες**

Πρόκειται για δομικά συστατικά των φυτικών κυττάρων και η χημική δομή τους είναι παρόμοια με αυτή της χοληστερόλης. Αυτή η χημική ομοιότητα ανάμεσα τους οδηγεί σε ανταγωνιστική συμπεριφορά. Συγκεκριμένα, οι φυτοστερόλες δεν επιτρέπουν την σύνδεση της χοληστερόλης στις θέσεις πρόσδεσης στο έντερο αφού έχουν προσδεθεί αυτές και έτσι μειώνονται τα επίπεδα απορρόφησης της χοληστερόλης και αύξησης, κυρίως της LDL χοληστερόλης, στο αίμα. Με τον τρόπο αυτό οι φυτικές στανόλες και στερόλες συμβάλλουν στην μείωση του ρίσκου εμφάνισης καρδιαγγειακών νόσων. Τρόφιμα φυτικής προέλευσης είναι πλούσια σε φυτικές στανόλες και στερόλες (φρούτα, λαχανικά, όσπρια) (Ιωάννα Σουφλήρη, 2007 Το Βήμα, Κόκκος Θεόδωρος, 2011).

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή μελέτη τα λειτουργικά τρόφιμα που μελετήθηκαν κατατάχθηκαν σε δύο κατηγορίες βάση της επεξεργασίας που μπορεί να έχουν υποστεί. Τα λειτουργικά τρόφιμα μπορεί να είναι τρόφιμα που δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία (εμπλουτισμό, αντικατάσταση, ή αφαίρεση ενός θρεπτικού συστατικού) και καλούνται «Συμβατικά Τρόφιμα» και μπορεί να είναι τρόφιμα που έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία εμπλουτισμού, αντικατάστασης ή/και αφαίρεσης ενός συστατικού του τροφίμου και καλούνται «Επεξεργασμένα/Καινοτόμα Τρόφιμα».

### 3. Φυσικά Συμβατικά Λειτουργικά Τρόφιμα και Άσκηση

Τα φυσικά συμβατικά τρόφιμα είναι για μια κατηγορία λειτουργικών τροφίμων που την απαρτίζουν τρόφιμα που δεν έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία όπως είναι ο εμπλουτισμός, η αφαίρεση ή η τροποποίηση ενός θρεπτικού συστατικού του τροφίμου. Τα τρόφιμα αυτά θεωρούνται λειτουργικά λόγω της πλούσιας περιεκτικότητας τους σε θρεπτικά συστατικά υψηλής βιολογικής αξίας τα οποία παρουσιάζουν ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου, όπως είναι η αύξηση της ζωτικότητας, η ενίσχυση της λειτουργικότητας του οργανισμού και η θωράκιση του οργανισμού από φλεγμονές και ασθένειες μέσω της βελτίωσης της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος (Σοφία Βασιλειάδου et al, 2021). Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται αρκετά φυσικά τρόφιμα όπως είναι τα φρούτα, λαχανικά, λιπαρά ψάρια, ελαιόλαδο, ξηρή καρποί, γαλακτοκομικά προϊόντα, αρκετά βότανα και ψάρια (Ahmad Alkhatib, 2020). Στην συγκεκριμένη πτυχιακή μελέτη, διερευνήθηκαν φυσικά τρόφιμα που παρουσιάζουν σημαντική επίδραση στην υγεία και λειτουργία των αθλητών. Τα τρόφιμα που μελετήθηκαν καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1 Παρουσίαση μελετών με Φυσικά Συμβατικά Λειτουργικά Τρόφιμα που σχετίζονται με την άσκηση

Λειτουργικά Τρόφιμα	Ιδιότητες	Πηγές
<b>Μπανάνα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συσχέτιση με αυξημένη γλυκόζη και φρουκτόζη πλάσματος και μείωση σε αριθμούς λευκοκυττάρων μετά την άσκηση.</li> <li>• Μείωση της φλεγμονής.</li> <li>• Βελτίωση της μεταβολικής αποκατάστασης.</li> <li>• Πλούσιες ένα μοναδικό μείγμα σακχάρων, θρεπτικών ουσιών και βιοδραστικών ενώσεων όπως φαινολικά, βιογενείς αμίνες και καροτενοειδή.</li> </ul>	<p>Sonja Skinner, 2020, <a href="https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48">https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση εξέτασε τη χρήση των φρούτων ως στρατηγική για την σωματική αποκατάσταση και αντιοξειδωτική δράση μετά από άσκηση υψηλής έντασης.</li> </ul> <p>David C. Nieman, 2018, <a href="https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194843">https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194843</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μια τυχαίοποιημένη δοκιμή σε ποδηλάτες με στόχο την διερεύνηση της επίδρασης της μπανάνας στην άσκηση σε σύγκριση με ένα ρόφημα με 6% ζάχαρη και το νερό.</li> </ul> <p>David C Nieman, 2012, <a href="https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037479">https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037479</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Έρευνα στην οποία μελετήθηκε η συνεισφορά της μπανάνας ως πηγή ενέργειας κατά την διάρκεια της ποδηλασίας.</li> </ul>
<b>Ρόδι</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών.</li> <li>• Πρόληψη οξειδωτικού στρες.</li> <li>• Μείωση του οξειδωτικού στρες, της υπεροξειδωσής των λιπιδίων και της οξείδωσης</li> </ul>	<p>Sonja Skinner, 2020, <a href="https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48">https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση εξέτασε τη χρήση των φρούτων ως στρατηγική για την σωματική αποκατάσταση και αντιοξειδωτική δράση μετά από άσκηση υψηλής έντασης.</li> </ul> <p>Hana R. Bajes, 2017,</p>

	<p>των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Συμβολή στην στην απόδοση μέσω της υπεραιμίας λόγω αύξησης μονοξειδίου του αζώτου στο αίμα.</li> <li>• Μείωση μυϊκών πόνων.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Γενική αναφορά σχετικά με την επίδραση των πλούσιων φρούτων σε πολυφαινόλες στην απόδοση της σωματικής δραστηριότητας.</li> </ul>
<b>Μήλο Κάσιους</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξαιρετική πηγή βιταμίνης C</li> <li>• Πλούσιο σε BCAA, Βιταμίνες, αντιοξειδωτικά, μείγμα φρουκτόζης-γλυκόζης, μεταλλικά άλατα, οργανικά οξέα, ανακαρδικά οξέα και καροτενοειδή.</li> <li>• Ευεργετικές επιδράσεις στην απόδοση και στην αντιοξειδωτική άμυνα των αθλητών.</li> </ul>	<p>Piyapong Prasertsri, 2017, <a href="http://dx.doi.org/10.19080/NFSIJ.2017.04.555629">http://dx.doi.org/10.19080/NFSIJ.2017.04.555629</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφορά που εξετάζει την σύσταση του χυμού μήλου κάσιους και την επίδραση του στην άσκηση.</li> </ul>
<b>Κεράσια</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσια σε διαιτητικές ίνες και αντιοξειδωτικά.</li> <li>• Συμβολή στην σωματική αποκατάσταση.</li> </ul>	<p>Sonja Skinner, 2020, <a href="https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48">https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση εξέτασε τη χρήση των φρούτων ως στρατηγική για την σωματική αποκατάσταση και αντιοξειδωτική δράση μετά από άσκηση υψηλής έντασης.</li> </ul>
<b>Μύρτιλα (Blueberries)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οφέλη στην εξασθένιση των ελευθέρων ριζών και φλεγμονωδών κυτοκινών.</li> </ul>	<p>Sonja Skinner, 2020, <a href="https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48">https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση εξέτασε τη χρήση των φρούτων ως στρατηγική για την σωματική αποκατάσταση και αντιοξειδωτική δράση μετά από άσκηση υψηλής έντασης.</li> </ul>
<b>Σταφύλια</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσια σε Ολιγομερείς προανθοκυανιδίνες.</li> <li>• Μείωση βλάβης του οξειδωτικού στρες από τον τετραχλωράνθρακα στον εγκέφαλο, το ήπαρ και το πλάσμα.</li> <li>• Αναστολή της βλάβης των σκελετικών μυών λόγω της μείωσης των ελευθέρων ριζών στους μύες.</li> </ul>	<p>Sonja Skinner, 2020, <a href="https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48">https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση εξέτασε τη χρήση των φρούτων ως στρατηγική για την σωματική αποκατάσταση και αντιοξειδωτική δράση μετά από άσκηση υψηλής έντασης.</li> </ul>
<b>Μήλο</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προστασία κυττάρων έναντι του οξειδωτικού στρες</li> <li>• Αφθονία σε αντιοξειδωτικά τα οποία προκαλούν αναχαίτηση του κυτταρικού πολλαπλασιασμού εξασθενημένων κυττάρων, μείωση της οξείδωσης των</li> </ul>	<p>Sonja Skinner, 2020, <a href="https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48">https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση εξέτασε τη χρήση των φρούτων ως στρατηγική για την σωματική αποκατάσταση και αντιοξειδωτική δράση μετά από άσκηση υψηλής έντασης.</li> </ul>



	λιπιδίων και μείωση της χοληστερόλης.	
<b>Ντομάτα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πολυάριθμα φυτοχημικά και βιοενεργά συστατικά (βιταμίνες, μέταλλα και αντιοξειδωτικά).</li> <li>• Μείωση των επιπέδων της φλεγμονώδους απόκρισης, τους δείκτες οξειδωτικού στρες και υπεροξειδωση λιπιδίων.</li> </ul>	<p>Sonja Skinner, 2020, <a href="https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48">https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση εξέτασε τη χρήση των φρούτων ως στρατηγική για την σωματική αποκατάσταση και αντιοξειδωτική δράση μετά από άσκηση υψηλής έντασης.</li> </ul>
<b>Αβοκάντο</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσιο σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, βιταμίνες και μέταλλα.</li> <li>• Έλεγχο του σωματικού βάρους.</li> <li>• Ικανοποιητικό ποσοστό για την κάλυψη των ημερήσιων αναγκών για την βιταμίνη Α, Ε και το ασκορβικό οξύ (τρεις αντιοξειδωτικές βιταμίνες).</li> <li>• Πλούσιο σε χαλκό και σίδηρο, δύο μεταλλικά συστατικά των αντιοξειδωτικών ένζυμα.</li> <li>• Πλούσιο σε πρωτεΐνες με απαραίτητα αμινοξέα.</li> <li>• Μεγάλες ποσότητες τόσο διαλυτών όσο και αδιάλυτων φυτικών ινών.</li> </ul>	<p>Bob Bergh , 1992</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Στόχος της μελέτης ήταν η σύνοψη στοιχείων σχετικά με την επίδραση του αβοκάντο και των προϊόντων του στην καταπολέμηση ασθενειών και τη ισορροπημένη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού.</li> </ul>
<b>Ξηροί Καρποί (αμύγδαλα, φουντούκια, καρύδια, φιστίκια, κάσιους, πεκάν, κουκουνάρια, μακαντάμια, καρύδια Βραζιλίας και φιστίκια)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσιοι σε πρωτεΐνες, λίπη, ιδιαίτερα ακόρεστα λιπαρά οξέα, φυτικές ίνες, βιταμίνες, μέταλλα, φυτοστερόλες και πολυφαινόλες.</li> <li>• Ευεργετικές επιδράσεις σε παθολογικές καταστάσεις όπως η παχυσαρκία, οι μεταβολικές παθήσεις, καρδιοαγγειακές παθήσεις και ηπατική νόσο.</li> <li>• Τα αμύγδαλα συμβάλλουν στην καλύτερη απόδοση κατά την άσκηση.</li> <li>• Αυξάνουν τη δράση των ηπατικών αντιοξειδωτικών ενζύμων, προστατεύει από τον κυτταρικό θάνατο και τη ανισορροπία του ασβεστίου στα κύτταρα του υπόκαμπου,</li> </ul>	<p>Hidetaka Hamasaki, 2017, <a href="https://doi.org/10.3934/medsci.2017.4.441">https://doi.org/10.3934/medsci.2017.4.441</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σκοπός της ανασκόπησης ήταν η σύνοψη στοιχείων σχετικά με τις επιδράσεις των ξηρών καρπών στη σωματική υγεία, τη φυσική κατάσταση και απόδοση στην άσκηση.</li> </ul>

	<p>βελτιώνει τη γνωστική λειτουργία και την κινητική λειτουργία, παρουσιάζουν δράση πρεβιοτικών και ακόμη και αναστέλλουν την ανάπτυξη του καρκίνου του παχέος εντέρου.</p>	
<b>Αμύγδαλα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξαιρετικά θερμιδικά λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης των λιπιδίων.</li> <li>• Πλούσια σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, με κυρίαρχα το μονοακόρεστο ελαϊκό οξύ και το πολυακόρεστο λινολεϊκό οξύ τα οποία αποτελούν το 90% της περιεκτικότητας σε λιπίδια.</li> <li>• Σημαντικές ποσότητες υδατανθράκων, φυτικών ινών και πρωτεϊνών.</li> <li>• Καλή πηγή α-τοκοφερόλης, ριβοφλαβίνης, μαγνησίου, μαγγανίου, χαλκού, φωσφόρου και αργινίνης.</li> <li>• Ενισχύουν την άμυνα του οργανισμού έναντι των ελευθέρων ριζών και την απόδοση των αθλητών.</li> <li>• Αύξηση των ελευθέρων λιπαρών οξέων στο αίμα που αποτελεί καλή πηγή ενέργειας για τον οργανισμό.</li> </ul>	<p>Laura Esquiús, 2020, <a href="https://doi.org/10.3390/nu12030635">https://doi.org/10.3390/nu12030635</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Πειραματική μελέτη όπου αξιολογήθηκε η επίδραση της συμπληρωματικής διατροφής με αμύγδαλα, σε δοκιμασίες παρατεταμένης προπόνησης αντίστασης σε εργαστηριακές συνθήκες.</li> </ul>
<b>Ελαιόλαδο</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσιο σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.</li> <li>• Πλούσιο σε πολυφαινόλες όπως ολεωρωπαΐνη και υδροξυτυροσόλη.</li> <li>• Καθημερινή κατανάλωση συμβάλλει στην αντιμετώπιση ασθενειών όπως και Covid-19.</li> </ul>	<p>Ahmad Alkhatib, 2020, <a href="https://doi.org/10.3390/nu12092633">https://doi.org/10.3390/nu12092633</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση που διερευνάει την επίδραση κάποιων λειτουργικών τροφίμων στο ανοσοποιητικό σύστημα και στην αντιμετώπιση ιών όπως του Covid-19.</li> </ul> <p>Βασιλειάδου Σοφία, Γρηγορίου Πασχαλίνα, 2021, <a href="http://hdl.handle.net/11610/23296">http://hdl.handle.net/11610/23296</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Πτυχιακή μελέτη, ανασκόπηση της επίδρασης των λειτουργικών τροφίμων και των βιοδραστικών συστατικών στη φυσιολογία της άσκησης.</li> </ul>
<b>Γάλα σόγιας</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσιο σε μείγμα πρωτεϊνών και υδατανθράκων.</li> <li>• Μείωση δεικτών κόπωσης.</li> <li>• Βελτίωση απόδοσης.</li> </ul>	<p>Gianluca Rizzo, 2018, <a href="https://doi.org/10.3390%2Fnu10010043">https://doi.org/10.3390%2Fnu10010043</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναφορά σχετικά με την σόγια, την θρεπτική αξία, την επίδραση στην υγεία και την παγκόσμια κατανάλωση και αγορά.</li> </ul>

		Balasekaran Govindasamy, 2021, <a href="http://hdl.handle.net/10497/22885">http://hdl.handle.net/10497/22885</a> • Μελέτη με στόχο την εξακρίβωση της επίδρασης του γάλακτος σόγιας στην αναερόβια άσκηση.
--	--	--

### 3.1 Φρούτα

Τα φρούτα αποτελούν ένα είδος φυσικού λειτουργικού τρόφιμου και συσχετίζονται με την προαγωγή της υγιούς λειτουργίας του οργανισμού. Αυτή η ιδιότητα τους οφείλεται κυρίως στην περιεκτικότητά τους σε βιοδραστικά μικροθρεπτικά και μακροθρεπτικά συστατικά, όπως απαραίτητες βιταμίνες, μέταλλα φυτικές ίνες, υδατάνθρακες και αντιοξειδωτικά (Sonja Skinner et al, 2020). Συγκεκριμένα, τα φρούτα είναι γνωστά για την περιεκτικότητά τους σε φλαβονοειδή ή μη φλαβονοειδή πολυφαινολικές ουσίες. Αυτά τα θρεπτικά συστατικά, εκτός από την πρόληψη διάφορων ασθενειών και φλεγμονών, συμβάλλουν στην καταπολέμηση των ενεργοποιημένων ειδών οξυγόνου (ROS) και αζώτου (RNS) που συνήθως παράγονται μετά από χρόνια και έντονη άσκηση και είναι υπεύθυνα για την οξείδωση δομικών και μη μακροθρεπτικών συστατικών (Fruits and Vegetables as Functional Foods for Exercise and Inflammation, 2012). Ωστόσο, τα φρούτα δεν επιτελούν μόνο την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος ενός αθλητή.



Εικόνα 3 Παραδείγματα φρούτων (Πηγή:  
<https://www.clickatlife.gr/fu/t/50199/1200/10000/0000000005b088/1/frouta.jp>

Παρακάτω παρατίθενται τα φρούτα που μελετήθηκαν:

#### 3.1.1 Μπανάνα

Το γνωστό αυτό κίτρινο φρούτο πρόκειται για μία πλούσια και αποδοτική πηγή υδατανθράκων, αντιοξειδωτικών και καλίου. Μία μέση μπανάνα των περίπου 118g περιλαμβάνει υδατάνθρακες συγκέντρωσης 27g, εκ των οποίων η μισή συγκέντρωση

είναι σάκχαρα, 3,1g φυτικές ίνες, ικανοποιητική ποσότητα καλίου περίπου 422mg και βιταμίνης Β6 ίση με 0,43mg και η θερμιδική της αξία φτάνει τις 105kcal. Το μείγμα σακχάρων που επικρατεί αποτελείται από γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη και με συνολική συγκέντρωση τα 14,4g. Η μπανάνα έχει έναν σχετικά χαμηλό προς μέτριο γλυκαιμικό δείκτη με τιμή 51 γεγονός που δεν αυξάνει απότομα τα επίπεδα γλυκόζης στο πλάσμα αλλά σταδιακά και έτσι την καθιστά ως μια πηγή βραδείας απορρόφησης υδατανθράκων και μακροπρόθεσμης αξιοποίησης τους. Η αντιοξειδωτική αξία των μπανανών που περιγράφεται στις μονάδες ORAC είναι 1.037 μmol TE (Trolox Equivalents), η οποία είναι παρόμοια με το ακτινίδιο και τον χυμό πορτοκαλιού, δύο πλούσιες πηγές σημαντικών αντιοξειδωτικών. Οι μπανάνες φαίνεται να είναι ένα μοναδικό μείγμα υδατανθράκων, θρεπτικών συστατικών και αντιοξειδωτικών που μπορεί να παρέχουν καλή διατροφική υποστήριξη και αποδοτική ενέργεια κατά τη διάρκεια παρατεταμένης και εντατικής άσκησης (David C Nieman et al, 2012).



Εικόνα 4 Μπανάνα (Πηγή <https://athenslab.gr/images/blog/blog/Bananas-1024x683.jpg>)

Μια μελέτη απέδειξε ότι η οξεία κατανάλωση μπανανών κατά τη διάρκεια παρατεταμένης και υψηλής έντασης άσκησης μείωσε τη φλεγμονή μέσω της αύξησης της γλυκόζης στο κυκλοφορικό σύστημα και στους ιστούς, αλλά οδήγησε σε μικρή μείωση της συγκέντρωσης των λευκοκυττάρων στο πλάσμα. Όσο υψηλότερα είναι τα επίπεδα των σακχάρων στο πλάσμα τόσο πιο αποτελεσματική είναι η διατήρηση του μιτοχονδριακού οξειδωτικού μεταβολισμού. Η πρόσληψη μπανάνας δεν επηρέασε ωστόσο την παραγωγή του γαλακτικού οξέος μετά από υψηλής έντασης άσκησης (Sonja Skinner et al, 2020).

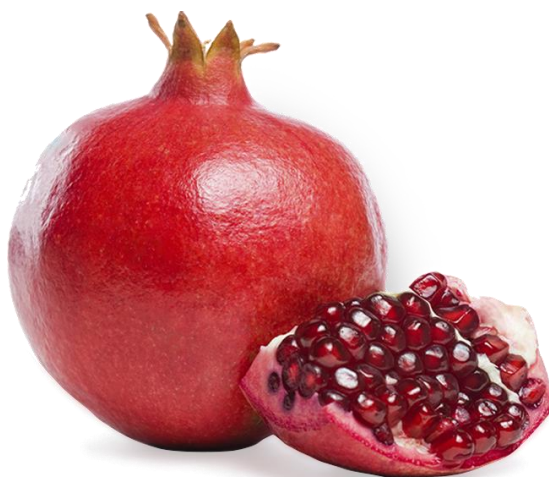
Σε άλλη μελέτη, όπου συμμετείχαν 14 εκπαιδευμένοι ποδηλάτες και ακολούθησαν ένα πρόγραμμα ποδηλασίας απόστασης 75 χιλιομέτρων, συγκρίθηκε η πρόσληψη μπανάνας με την πρόσληψη ενός μίγματος υδατανθράκων σακχαρόζης-δεξτρόζης-φρουκτόζης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η κατανάλωση μπανάνας έχει την ίδια επίδραση στην αθλητική απόδοση όσο έχει και το μείγμα υδατανθράκων που περιλαμβάνει 11g γλυκόζης, 9,1g φρουκτόζης και 4,6g σακχαρόζης σε 0,5L. Η μπανάνα ωστόσο φάνηκε να έχει μεγαλύτερη επίδραση στην παραγωγή της γλουταθειώνης και στην αύξηση των επιπέδων της ελεύθερης ντοπαμίνης του ορού. Η ντοπαμίνη πρόκειται για ένα πολυφαινολικό συστατικό που εντοπίζεται σε μικρές ποσότητες στην σάρκα του φρούτου και σε μεγαλύτερες στην φλούδα. Λόγω όμως των μικρών συγκεντρώσεων δεν

παρατηρήθηκε κάποια αξιοσημείωτα καρδιαγγειακά αποτελέσματα (David C Nieman et al, 2012).

Η κατανάλωση της μπανάνας εξαιτίας της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες και φυτοχημικά, φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλλει στην βελτίωση της απόδοσης και της μεταβολικής αποκατάστασης, την άμβλυση της φλεγμονής μετά την άσκηση σε κυτταρικό επίπεδο, αλλά και στην μυϊκή αποκατάσταση (David C Nieman et al, 2018).

### 3.1.2 Ρόδι

Το ρόδι πρόκειται για ένα κόκκινο φρούτο το οποίο αποτελείται από ένα βρώσιμο και ένα μη βρώσιμο μέρος. Το βρώσιμο τμήμα αποτελείται από εδώδιμους ιστούς που περιβάλλουν τον καρπό-κουκούτσι οι οποίοι καλύπτονται από το δέρμα του ροδιού, το μη βρώσιμο τμήμα. Οι εδώδιμοι ιστοί καταναλώνονται είτε ωμοί είτε σε μορφή χυμού. Το φρούτο αυτό είναι πλούσια πηγή σε βιοδραστικές ουσίες με ισχυρή αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση. Συγκεκριμένα, ο χυμός ροδιού βρέθηκε να έχει αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι ελευθέρων ριζών, να μειώνει την οξείδωση της LDL χοληστερόλης και να αναστέλλει το οξειδωτικό στρες που προσβάλλει τα μακροφάγα (Hana R. Bajes et al, 2017).



Εικόνα 5 Ο καρπός του ροδιού και οι εδώδιμοι ιστοί (Πηγή: <https://rodiaggeli.gr/wp-content/uploads/2020/12/1-RODI.png>)

Το ρόδι θεωρείται ως ένα φρούτο που μπορεί να συμβάλλει στην βελτίωση της απόδοσης στην αερόβια και αναερόβια άσκηση. Συγκεκριμένα, το ρόδι βοηθάει στην αύξηση της ροής του αίματος και της διαστολής των αγγείων. Αυτό συμβαίνει διότι το ρόδι επιταχύνει τους ρυθμούς παραγωγής μονοξειδίου του αζώτου (NO) το οποίο είναι υπεύθυνο για την διαδικασία γνωστή ως υπεραιμίας άσκησης. Με την διαδικασία αυτή γίνεται εφικτή η πιο γρήγορη και ποσοτικά ικανοποιητική μεταφορά οξυγόνου και ενέργειας στους σκελετικούς μυς, ώστε να ανταπεξέλθει ο οργανισμός στις ανάγκες της άσκησης. Το γεγονός αυτό διαπιστώθηκε ότι αυξάνει σημαντικά την διάρκεια μέχρι οι

αθλητές αερόβιας και αναερόβιας άσκησης να νιώσουν κόπωση και εξάντληση (Hana R. Bajes et al, 2017).

Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες ως προς την συμβολή της αντιοξειδωτικής περιεκτικότητας του ροδιού στην μύωση τους μυϊκού πόνου. Μάλιστα, σε μία μελέτη, υγιή άτομα καταναλώνουν ένα φλιτζάνι χυμό ροδιού και ύστερα εκτελούν μία εξαντλητική άσκηση τρεξίματος σε διάδρομο για δύο εβδομάδες. Τα άτομα που καταλάωναν τον χυμό παρουσίασαν αυξημένη δράση αντιοξειδωτικών ενζύμων, συγκεκριμένα της υπεροξειδικής δισμουτάσης και της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης. Πράγματι, τα αποτελέσματα των μελετών αυτών έδειξαν μείωση των βιοδεικτών μυϊκής βλάβης και φλεγμονής και οι αθλητές που συμμετείχαν ανέφεραν μείωση της αίσθησης μυϊκού πόνου κατά την διάρκεια της άσκησης. Ωστόσο, η πρόσληψη ροδιού δεν φάνηκε να είναι αποτελεσματική για την άμβλυνση της μυϊκής βλάβης που προκλήθηκε από έντονη εκκεντρική άσκηση, με αποτέλεσμα η επίδραση της κατανάλωσης ροδιού να είναι ακόμα αντίθετη με την σωματική αποκατάσταση μετά την προπόνηση (Hana R. Bajes et al, 2017, Sonja Skinner et al, 2020).

### 3.1.3 Μήλο Κάσιους

Το μήλο κάσιους είναι ένα φρούτο που προέρχεται από ένα αυτοφυές φυτό της Βραζιλίας. Αυτό αποτελείται από έναν καρπό κάσιους και ένα μήλο κάσιους, εκ των οποίων ο καρπός κάσιους αποτελεί το πιο σημαντικό τμήμα ολόκληρου του καρπού για αυτό και το μήλο κάσιους θεωρείται ψευδοκαρπός. Το μήλο κάσιους αξιοποιείται ωστόσο στην Βραζιλία κυρίως για την παραγωγή χυμού, ο οποίος είναι αρκετά δημοφιλής στα μέρη αυτά (Piyaong Prasertsri et al, 2017).



Εικόνα 6 Ο καρπός κάσιους συνδεδεμένος με το μήλο κάσιους (Πηγή: <https://www.mashed.com/img/gallery/what-is-a-cashew-apple-and-what-does-it-taste-like/l-intro-1619118633.jpg>)

Ο χυμός μήλου κάσιους αποτελεί εξαιρετική πηγή ασκορβικού οξέος (200-269mg/100g χυμού) τετραπλάσια ποσότητα από αυτή ενός χυμού πορτοκάλι. Επίσης, περιλαμβάνει ένα πλούσιο μείγμα αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας (BCAA),



βιταμινών, αντιοξειδωτικών, φρουκτόζης και γλυκόζης, μεταλλικών αλάτων, οργανικών οξέων, ανακαρδικά οξέα (φαινολικά λιπίδια) και καροτενοειδή (α-καροτίνη, β-καροτίνη και β-κρυπτοξανθίνη) (Piyaorong Prasertsri et al, 2017).

Η κατανάλωση χυμού μήλου κάσιους έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων των ελεύθερων λιπαρών οξέων και της τριακυλογλυκερόλης στο πλάσμα, γεγονός που συνεπάγεται την μείωση του ρυθμού οξειδωσης του μυϊκού γλυκογόνου και της γλυκόζης του πλάσματος και την χρήση των λιπιδίων ως ενεργειακό υπόστρωμα κατά την διάρκεια εντατικής και έντονης άσκησης. Αποτελέσματα μελέτης υποστήριξαν την ενίσχυση της οξειδωσης λίπους σε άσκηση υψηλής έντασης και την βελτίωση της αθλητικής απόδοσης των αθλητών μέσω της πρόσληψης χυμού μήλου κάσιους. Η οξειδωση του λίπους θεωρείται πως οφείλεται στην επίδραση της βιταμίνης C στην σύνθεση της καρνιτίνης. Η καρνιτίνη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οξειδωση λίπους στους σκελετικούς μύες και για την βιοσύνθεσή της είναι απαραίτητα τα ένζυμα N-τριμεθυλ-L-λυσίνη υδροξυλάσης και γ-βουτυροβεταΐνης υδροξυλάσης, στα οποία το ασκορβικό οξύ συμμετέχει ως συμπαραγώντας. Επίσης η βιταμίνη C διεγείρει άμεσα την β-οξειδωση των λιπαρών οξέων (Piyaorong Prasertsri et al, 2017).

Ο χυμός αυτός επίσης φαίνεται πως συνέβαλλε στην αύξηση των αντιοξειδωτικής ικανότητας και την μείωση της φλεγμονής στους αθλητές. Σημαντικότερο θρεπτικό συστατικό με εξαιρετική αντιοξειδωτική δράση είναι η βιταμίνη C. Πρόκειται για ένα ισχυρό υδατοδιαλυτό αντιοξειδωτικό που προλαμβάνει και καταπολεμά ελεύθερες ρίζες και την οξειδωση χημικών ενώσεων ζωτικής σημασίας, έχει ευεργετική επίδραση στην κυτταρική λειτουργία και εμπλέκεται σε επιδιόρθωση αγγειακών βλαβών, φλεγμονής και καρκίνου. Ο χυμός επίσης αυξάνει τα επίπεδα της δισμουτάσης του υπεροξειδίου και των ανακαρδικά οξέα που παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση (Piyaorong Prasertsri et al, 2017).

Εκτός αυτού, ο χυμός αυτός φαίνεται να επιδρά αυξητικά στην παραγωγή λευκοκυττάρων και ουδετερόφιλων διατηρώντας μια αποτελεσματική ανοσοαπόκριση. Η βιταμίνη C είναι κατ' εξοχήν ενισχυτικό του ανοσοποιητικού συστήματος αφού το βελτιώνει και το προστατεύει διεγείροντας την δραστηριότητα των αντισωμάτων και των κυττάρων του ανοσοποιητικού συστήματος όπως φαγοκύτταρα και ουδετερόφιλα (Piyaorong Prasertsri et al, 2017).

Συμπερασματικά, πρόκειται για ένα τρόφιμο κυρίως γνωστό στην Λατινική Αμερική το οποίο ενισχύει το μεταβολισμό του σώματος, την αντιοξειδωτική δράση, τα κύτταρα του ανοσοποιητικού και την καρδιακή αυτόνομη δραστηριότητα κατά τη διάρκεια υψηλής έντασης άσκησης (Piyaorong Prasertsri et al, 2017).

### 3.1.4 Κεράσια

Πρόκειται για μικρά, κόκκινα φρούτα πλούσια σε διαιτητικές ίνες και αντιοξειδωτικά. Μια μελέτη που διεξήχθη, διερεύνησε την επίδραση του χυμού κεράσι στην μυϊκή βλάβη, στην φλεγμονή και στο οξειδωτικό στρες σε αθλητές τρεξίματος Μαραθώνιου, πριν και μετά την άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν αυξημένη αντιοξειδωτική δράση και μείωση της υπεροξειδωσης των λιπιδίων στους αθλητές που

κατανάλωσαν τον χυμό. Επίσης, έχει αποδειχθεί η συνεισφορά της κατανάλωσης συμπυκνώματος κερασιού δύο φορές την μέρα για 8 συνεχόμενες μέρες στην επιτάχυνση της ανάρρωσης και τη μείωση της φλεγμονής λόγω της έντονης και εντατικής άσκησης (Sonja Skinner et al, 2020).



Εικόνα 7 Κεράσια (Πηγή:

<https://imgonmed.bbend.net/img/1200/675/85/2018/06/19/kerasia.jpg?t=opyHzW15ftXqaS4FhBstQ>)

### 3.1.5 Μύρτιλα

Πρόκειται για μπλε σκουρόχρωμα φρούτα πλούσια σε ανθοκυανίνες και έχουν σημαντικά οφέλη στην εξάλειψη των ενεργών ενώσεων οξυγόνου (ROS) και των κυτοκινών που προκαλούν φλεγμονή και αναστολή του νευρικού εκφυλισμού. Το μύρτιλο αυτό αποτελεί μία κατάλληλη τροφή για την εξισορρόπηση τραυματισμών που προκαλούνται μετά από έντονη προπόνηση (Sonja Skinner et al, 2020).



Εικόνα 8 Βατόμουρα (blueberries) (Πηγή: [https://nicliquid.com/159-large\\_default/blueberry-flavor-concentrate.jpg](https://nicliquid.com/159-large_default/blueberry-flavor-concentrate.jpg))

Σε μία μελέτη, μια ομάδα είκοσι πέντε εκπαιδευμένων ατόμων κατανάλωσαν μύρτιλα πριν και μετά από 2,5 ώρες τρεξίματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση ορισμένων δεικτών ROS όπως 8-ισοποστανών του πλάσματος και αύξηση των επιπέδων των φυσικών φονικών κυττάρων πριν την προπόνηση, τα οποία συνέβαλλαν στην διατήρηση των επιπέδων τους σε φυσιολογικές τιμές μετά την άσκηση. Μια άλλη μελέτη απέδειξε ταχύτερο ρυθμό μείωσης του οξειδωτικού στρες όταν το μύρτιλο

καταναλώθηκε 5 με 10 ώρες πριν την έναρξη εκκεντρικής άσκησης των τετρακέφαλων. Η πρόσληψη βατόμουρων ώθησε την αύξηση αντιοξειδωτικής δράσης και μείωσε τα επίπεδα ιντερλευκίνης-6 και κυτοκίνης (Sonja Skinner et al, 2020).

Ως αποτέλεσμα, η κατάποση μύρτιλων φαινόταν να αυξάνει το ρυθμό αποκατάστασης των μυών και διεγείρουν τη μείωση του οξειδωτικού στρες, της φλεγμονής και της πρόληψης ασθενειών μετά την άσκηση (Sonja Skinner et al, 2020).

### 3.1.6 Σταφύλια

Οι ρόγες των σταφυλιών αποτελεί μία από τις πλουσιότερες πηγές προανθοκυανιδινών (πολυμερή флаβονολών). Η συνεχής κατανάλωση χυμού σταφυλιού οδήγησε στην μείωση της βλάβης από οξειδωτικό στρες που προκαλείται από τον τετραχλωράνθρακα στον εγκέφαλο, το ήπαρ και το πλάσμα (Sonja Skinner et al, 2020).



Εικόνα 9 Τσαμπιά σταφυλιών (Πηγή: <https://imgonmed.bbend.net/img/1200/675/85/2017/09/24/stafuli.jpg?t=2fLz0z8rWrSzocPXDLMFHw>)

Σε άλλη μελέτη, υγιείς αθλητές έλαβαν 300mg ανά ημέρα εκχυλίσματος σπόρων σταφυλιού πλούσιο σε πολυφαινόλες από την έναρξη της εκκεντρικής άσκησης μέχρι και 720ώρες μετά την άσκηση. Το επίπεδο κυτοκινών μειώθηκε σημαντικά 96 ώρες μετά την άσκηση στην ομάδα που κατανάλωσε το εκχύλισμα σπόρων σταφυλιού σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι τα σταφύλια μπορούν να αναστείλουν την αύξηση του ROS των μυών στη βλάβη των σκελετικών μυών (Sonja Skinner et al, 2020).

### 3.1.7 Μήλα

Τα μήλα όπως και τα σταφύλια αποτελούν βασική πηγή προανθοκυανιδινών. Είναι σημαντικά για την προστασία των κυττάρων του σώματος από βλάβες που μπορεί να προκληθούν από οξειδωτικές ουσίες στρες. Επίσης τα μήλα παρουσιάζουν αφθονία σε αντιοξειδωτικά που είναι υπεύθυνα για την αναχαίτηση του εξασθενημένου κυτταρικού πολλαπλασιασμού, την μείωση της οξείδωσης των λιπιδίων και την μείωση της χοληστερόλης (Sonja Skinner et al, 2020).



Εικόνα 10 Μήλο (Πηγή: [https://frootopia.com.cy/wp-content/uploads/2018/11/opt\\_3a-1-milo-kokkino-1024x868.jpg](https://frootopia.com.cy/wp-content/uploads/2018/11/opt_3a-1-milo-kokkino-1024x868.jpg))

### 3.1.8 Ντομάτα

Η ντομάτα πρόκειται για ένα φρούτο κόκκινου χρώματος πλούσιο σε φυτοχημικά και βιοενεργά συστατικά που περιλαμβάνουν ποικιλία βιταμινών, μετάλλων και αντιοξειδωτικών στοιχείων (Sonja Skinner et al, 2020).



Εικόνα 11 Ντομάτα (Πηγή: <https://www.olivemagazine.gr/wp-content/uploads/2019/05/ntomata.jpg>)

Η κατανάλωση της έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τα επίπεδα της φλεγμονώδους απόκρισης, τους δείκτες οξειδωτικού στρες και την υπεροξειδωση λιπιδίων. Η επίδραση της ντομάτας στη διαδικασία αποκατάστασης μετά από υψηλής έντασης άσκηση δεν έχει ακόμη διερευνηθεί καλά. Ως εκ τούτου, η επίδραση της ντομάτας μετά την άσκηση απαιτεί περαιτέρω διευκρινίσεις (Sonja Skinner et al, 2020).

### 3.1.9 Αβοκάντο

Το αβοκάντο είναι ένα φρούτο υψηλής διατροφικής αξίας και η κατανάλωση και αξιοποίηση των προϊόντων (λάδι του αβοκάντο) του έχει γίνει δημοφιλής παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια. Το αβοκάντο είναι γνωστό κυρίως για την υψηλή περιεκτικότητά του σε λιπίδια, κυρίως μονοακόρετα λιπαρά οξέα, γεγονός που μπορεί να συμβάλλει στην εξισορρόπηση του λιπιδαιμικού προφίλ του οργανισμού και την διατήρηση του σωματικού βάρους εντός των ορίων. Επίσης, θεωρείται πλούσια πηγή μετάλλων και βιταμινών. Οι βιταμίνη B12 και το ασβέστιο εντοπίζονται σε μικρές συγκεντρώσεις, ο φώσφορος σε μέτριες, ενώ η ριβοφλαβίνη και η θειαμίνη ικανοποιούν τις διατροφικές συστάσεις. Το αβοκάντο περιλαμβάνει αρκετές αντιοξειδωτικές βιταμίνες, το ποσοστό

των οποίων μπορεί να ξεπεράσει την συνιστάμενη ημερήσια πρόσληψη. Επίσης είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το αβοκάντο αποτελεί μια εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών καθιστώντας το έτσι ως μια καλή εναλλακτική τροφή άμα αποφεύγεται η κατανάλωση κρέατος ή οσπρίων (Bob Bergh, 1992).



Εικόνα 12 Αβοκάντο (Πηγή: <https://imgonmed.bbend.net/img/1200/675/85/2019/02/05/avocado-3.jpg?t=0e-oyC6h3u1pGMMQWvSucQ>)

Οι πληροφορίες σχετικά με την επίδραση που μπορεί να έχει το αβοκάντο στον αθλητισμό είναι ελάχιστες και απαιτούν περαιτέρω μελέτη. Ωστόσο, πρόκειται για μία θρεπτική πηγή σημαντικών συστατικών τα οποία μπορούν να προσφέρουν κάποια οφέλη στον αθλητή. Τα αντιοξειδωτικά που περιέχει αποτελούν έναν σημαντικό παράγοντα καταπολέμησης των ελευθέρων ριζών και κατ' επέκτασης του οξειδωτικού στρες. Αυτά σε συνδυασμό με τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία μειώνουν την ολική και την LDL χοληστερόλη στο αίμα, μπορούν να αποτρέψουν την υπεροξείδωση των λιπιδίων. Επίσης, τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα μπορούν να καλύπτουν τις απαραίτητες ενεργειακές ανάγκες των αθλητών και να τους βοηθήσουν να διατηρήσουν τον δείκτη μάζας σώματος στα επιθυμητά επίπεδα, ώστε να εξασφαλίζουν καλύτερη απόδοση κατά την άσκηση.

### 3.2 Ξηροί καρποί

Οι ξηροί καρποί αποτελούν πλούσιες πηγές πρωτεϊνών, λιπιδίων, κυρίως ακόρεστων λιπαρών οξέων, φυτικών ινών, βιταμινών, μετάλλων, φυτοστερολών και πολυφαινολών. Η ομάδα αυτή των τροφίμων περιλαμβάνει:

- Τα αμύγδαλα,
- Τα φουντούκια
- Τα καρύδια
- Τα φιστίκια Αιγίνης
- Τα κάσιους
- Τα πεκάν
- Τα κουκουνάρια
- Τα μακαντάμια,
- Τα καρύδια βραζιλίας
- Τα φιστίκια





Εικόνα 13 Παραδείγματα ξηρών καρπών (Πηγή: [https://www.gastronomos.gr/wp-content/uploads/2021/03/b\\_shutterstock\\_407297545.jpg](https://www.gastronomos.gr/wp-content/uploads/2021/03/b_shutterstock_407297545.jpg))

Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ρύθμιση και βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ και παρουσιάζουν συσχέτιση με μειωμένο ρίσκο στεφανιαίας νόσου και άλλων καρδιαγγειακών νόσων και με ευεργετικές επιδράσεις στην αρτηριακή πίεση, την παχυσαρκία, φλεγμονή και οξειδωτικό στρες. Φημίζονται για την πλούσια περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA), ιδιαίτερα σε ελαϊκό οξύ και λινελαϊκό και α-λινολενικό οξύ αντίστοιχα. Τα καρύδια που αποτελούνται σε μεγάλο βαθμό από PUFA, ιδιαίτερα λινελαϊκό και α-λινολενικό οξύ οδήγησε σε σημαντικά μειωμένα επίπεδα ολικής και LDL χοληστερόλης. Η κατανάλωση αμυγδάλων (84 g την ημέρα), καρυδιών (44-58 g την ημέρα) και φιστικιών (30 ή 60 g την ημέρα) είχαν ως αποτέλεσμα την μείωση της αρτηριακής πίεσης. Γενικά, οι ξηροί καρποί είναι ασφαλή τρόφιμα με ισχυρισμούς διατροφικής λειτουργίας. Ωστόσο, η υπερβολική κατανάλωση τους μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητα, αύξηση βάρους και αλλεργικές αντιδράσεις (Hidetaka Hamasaki et al, 2017).

Η χημική σύσταση των ξηρών καρπών σε θρεπτικά συστατικά φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 2. Χημική σύσταση ξηρών καρπών (Πηγή: Hidetaka Hamasaki, Yasuteru Hamasaki, November 2017, *Nuts for Physical Health and Fitness: A Review, AIMS Medical Science, Volume 4, Issue 4*)

Ξηροί Καρποί	Ενέργεια (kcal)	Πρωτεΐνες (g)	Ίνες (g)	Λίπος (g)	Κορεσμένα (g)	Μονοακόρεστα (g)	Πολυακόρεστα (g)
Αμύγδαλα	577.9	21.3	8.8	50.6	3.9	32.2	12.2
Βραζιλιάνικα φιστίκια	655.6	14.3	8.5	66.4	15.1	24.5	20.6
Κάσιους	553.1	18.2	5.9	46.4	9.2	27.3	7.8
Φουντούκια	628.3	15.0	10.4	60.8	4.5	45.7	7.9
Μακαντέμια Καρύδια	718	7.9	6.0	75.8	12.1	58.9	1.5



Φιστίκια	530.6	25.8	8.5	49.2	6.8	24.4	15.6
Πεκάν	690.5	9.2	8.4	72.0	6.2	40.8	21.6
Κουκουνάρι	673	13.7	3.7	68.4	4.9	18.8	34.1
Φιστίκια Αιγίνης	557.4	20.6	9.0	44.4	5.4	23.3	13.5
Καρύδια	654.4	15.2	6.4	65.2	6.1	8.9	47.2

Οι ξηροί καρποί, λοιπόν, αποτελούν μία πλούσια πηγή απαραίτητων και βασικών θρεπτικών συστατικών, που θα μπορούσαν να έχουν ευεργετικές επιδράσεις στην άθληση. Βάσει αυτής της υπόθεσης, πραγματοποιήθηκαν αρκετές μελέτες με σκοπό την εξακρίβωση της επίδρασης των ξηρών καρπών στους αθλητές (Hidetaka Hamasaki et al, 2017).

Σε μία μελέτη, 20 ποδηλάτες αρσενικού φύλου κατανεμήθηκαν τυχαία στην ομάδα παρέμβασης με φιστίκια ή στην ομάδα μη παρέμβασης ώστε να διερευνηθεί η επίδραση της συμπλήρωσης φιστικιών στην απόδοση της άσκησης και στο οξειδωτικό στρες και φλεγμονή που προκαλείται από την άσκηση. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν κάποια σημαντική επίδραση στην απόδοση και στην αντιοξειδωτική δράση, αλλά η ενεργειακή πρόσληψη ήταν υψηλότερη κατά 35% στην ομάδα πρόσληψης φιστικιού από την άλλη ομάδα μη πρόσληψης (Hidetaka Hamasaki et al, 2017).

Μια μελέτη που διεξήχθη, τυχαιοποίησε 32 άτομα με διαβήτη τύπου 2 μέσης ηλικίας 60ετών και ΔΜΣ: 31 kg/m<sup>2</sup> σε δύο ομάδες: 1) ομάδα παλαιολιθικής διαίτας χωρίς άσκηση και 2) ομάδα παλαιολιθικής διαίτας με άσκηση. Η παλαιολιθική διατροφή περιλάμβανε άπαχο κρέας, ψάρι, θαλασσινά, αυγά, λαχανικά, φρούτα, μούρα και ξηρούς καρπούς. Τα άτομα κατανάλωναν 60 g ξηρών καρπών την ημέρα μέσω διατροφικής παρέμβασης. Η ομάδα ασκήσεων συμμετείχε σε ένα πρόγραμμα ασκήσεων 12 εβδομάδων που περιλαμβάνει έναν συνδυασμό αερόβιας άσκησης και προπόνησης με αντιστάσεις για μία ώρα την ημέρα, τρεις φορές την εβδομάδα. Μετά την παρέμβαση για 12 εβδομάδες, τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της λιπώδους μάζας, των επιπέδων αιμοσφαιρίνης A1c (HbA1c) και η ευαισθησία στην ινσουλίνη βελτιώθηκε και στα δύο ομάδες. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Το αξιοσημείωτο σχετικά με την μελέτη αυτή είναι ότι μια παλαιολιθική διατροφή εμπλουτισμένη με ξηρούς καρπούς βελτιώνει το γλυκαιμικό έλεγχο ίσως λόγω της αυξημένης πρόσληψης MUFA από τους ξηρούς καρπούς. Ωστόσο, αυτή η μελέτη έδειξε ότι ο συνδυασμός μιας διαίτας εμπλουτισμένης με ξηρούς καρπούς και άσκηση, αυξάνει την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και διατηρεί την άλιπη μάζα στους άνδρες, γεγονός που υποδηλώνει ότι μια τέτοια διαίτα είναι επίσης ευεργετική για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης των υποκειμένων με διαβήτη τύπου 2 (Hidetaka Hamasaki et al, 2017).

Επίσης, ορισμένες πειραματικές μελέτες αποδεικνύουν ότι οι ξηροί καρποί αυξάνουν την αντιοξειδωτική δράση των ηπατικών ενζύμων, έχουν προστατευτική δράση αναστέλλοντας τον κυτταρικό θάνατο των κυττάρων του ιππόκαμπου, βελτιώνει τη γνωστική και κινητική λειτουργία του ατόμου, παρουσιάζουν πρεβιοτική δράση και

αναστέλλουν την ανάπτυξη του καρκίνου του παχέος εντέρου (Hidetaka Hamasaki et al, 2017).

Από τους ξηρούς καρπούς, τα αμύγδαλα είναι αυτά που ξεχωρίζουν ως προς το θρεπτικό προφίλ τους και την συνεισφορά τους στους αθλητές.

### 3.2.1 Αμύγδαλα

Τα αμύγδαλα είναι εξαιρετικά θρεπτικά κυρίως λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε λιπίδια (25-66g ανά 100g) με αποτέλεσμα να είναι εξαιρετικά θερμιδικά. Είναι πλούσια σε ακόρεστα λιπαρά οξέα και κυρίως σε ελαϊκό οξύ και λενολεϊκό οξύ, που είναι μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα αντίστοιχα και αντιπροσωπεύουν το 90% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπίδια. Ωστόσο, οι αναλογίες των λιπιδίων διαφέρουν μεταξύ των ποικιλιών του αμυγδαλού. Οι συγκεντρώσεις των κορεσμένων λιπαρών οξέων στα αμύγδαλα είναι χαμηλές. Τα αμύγδαλα αποτελούν πηγή και αρκετών άλλων μακροθρεπτικών συστατικών όπως υδατάνθρακες, φυτικές ίνες και πρωτεΐνες με τι συγκεντρώσεις τους να κυμαίνονται μεταξύ 1,8 και 7,4 g, 11 και 14 g, και 14 και 26 g, αντίστοιχα, ανά 100g. Πρόκειται για μια καλή πηγή βιταμίνης E, συγκεκριμένα α-τοκοφερόλης, ριβοφλαβίνης, μαγνησίου, μαγγανίου, χαλκού και φωσφόρου και είναι επίσης πλούσια σε αργινίνη, ένα υπόστρωμα απαραίτητο για το μονοξείδιο του αζώτου. Οι κύριες φαινολικές και πολυφαινολικές ενώσεις των αμυγδαλών είναι τα φλαβονοειδή και ιδιαίτερα η ισοραμετιν-3-O-ρουτινοσίδη και η κατεχίνη. Η περιεκτικότητα των αμυγδαλών σε τέτοιες ενώσεις τα καθιστά σημαντικά προς κατανάλωση διότι σχετίζονται με βελτιωμένους βιοδείκτες οξειδωτικού στρες και φλεγμονής και μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων, διαβήτη και ορισμένων ειδών καρκίνου (Laura Esquiús et al, 2020).



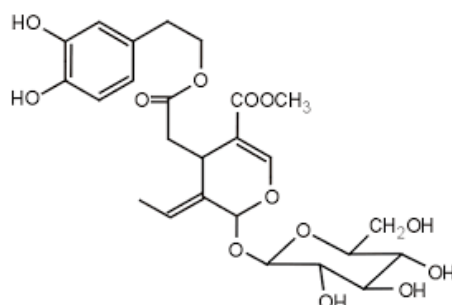
Εικόνα 14 Καρποί αμυγδαλών (Πηγή: <https://www.ola-bio.gr/image/cache/catalog/data/XYMA/AMYGDALA-743x743.jpg>)

Σχετικά με την αθλητική δραστηριότητα και την κατανάλωση αμυγδαλών, τα αποτελέσματα διάφορων μελετών παρατήρησαν κάποια συσχέτιση. Συγκεκριμένα, έδειξαν η κατανάλωση τους πριν την άσκηση τροποποίησε την διαθεσιμότητα και την αξιοποίηση του ενεργειακού υποστρώματος. Αυξήθηκε σημαντικά η συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων (NEFA) στο πλάσμα του αίματος σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% από αυτό ενός εικονικού φαρμάκου. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα αξιοποιούνται από

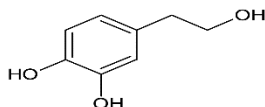
τον οργανισμό ως οξειδώσιμο καύσιμο κατά την σωματική άσκηση, έχοντας έτσι ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση του μυϊκού γλυκογόνου κατά την διάρκεια της προπόνησης, την καθυστέρηση της αίσθησης κόπωσης γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην βελτίωση της απόδοσης. Επίσης, αποδείχτηκε ότι η κατανάλωση αμυγδάλων συνέβαλλε στην αύξηση των συγκεντρώσεων α-τοκοφερόλης και μείωσε τα επίπεδα βιοδεικτών οξειδωτικού στρες. Η αντιοξειδωτική δράση που εξειδικεύονται οι φαινολικές και πολυφαινολικές ενώσεις των αμυγδάλων κατά των ελευθέρων ριζών μπορεί να συμβάλλει στην βελτίωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των αθλητών. Η οξεία κατανάλωση αμυγδάλων (60 g), πριν από την άσκηση, φαίνεται να αυξάνει τις μέσες τιμές NEFA στο πλάσμα κατά 30% και να επιδρά στην απόδοση των αθλητών αυξάνοντας την κατά 20,6%. (Hidetaka Hamasaki et al, 2017, Laura Esquius et al, 2020)

### 3.3 Ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο αποτελεί βασικό προϊόν της ελιάς και είναι το κυριότερο συστατικό της μεσογειακής διατροφής. Η χημική σύσταση του ελαιόλαδου απαρτίζεται κυρίως από τριγλυκερίδια, τα οποία αντιπροσωπεύουν το 99% του ελαίου των οποίων τα λιπαρά οξέα είναι σε μεγάλο βαθμό μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. Αυτά συμβάλλουν στην αύξηση των επιπέδων της HDL χοληστερόλης και μείνουν την οξειδωμένη LDL χοληστερόλη. Άλλες βιοδραστικές ουσίες τοκοφερόλες, φυτοστερόλες, πολυφαινόλες, τερπένια, χρωστικές ουσίες, υδρογονάνθρακες, αρωματικά συστατικά και αντιοξειδωτικά. (Σοφία Βασιλειάδου et al, 2021) Τα συστατικά αυτά προέρχονται από τον καρπό και τα φύλλα της ελιάς, τα οποία μέσω των διάφορων φάσεων παραγωγής περνάνε στο ελαιόλαδο. Το ελαιόλαδο και τα συστατικά του, αποτελούν μια σημαντική λειτουργική τροφή που ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα λόγω των σημαντικών προληπτικών ιδιοτήτων για μη μεταδοτικές ασθένειες, ειδικά των καρδιαγγειακών παθήσεων, του διαβήτη και του καρκίνου. Το ελαιόλαδο, κυρίως το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο, είναι πλούσιο αντιοξειδωτικές πολυφαινόλες, συμπεριλαμβανόμενης της ολευρωπαΐνης και της υδροξυτυροσόλης, που αποτελούν ισχυρές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ουσίες και συσχετίζονται με αντική και αντιβακτηριακή δράση. Η ολευρωπαΐνη αποτελεί σημαντική φυτοχημική ουσία του ελαιόλαδου με ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, η οποία συμβάλλει στην αναστολή της οξείδωσης των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας. Η συγκέντρωσή της μπορεί να αυξηθεί μέσω της προσθήκης εκχυλισμάτων φύλλων ελιάς στο ελαιόλαδο (Ahmad Alkhatib, 2020).



Εικόνα 15 Χημική δομή ολευρωπαΐνης (Πηγή: [http://195.134.76.37/chemicals/chem\\_oleuropein.htm](http://195.134.76.37/chemicals/chem_oleuropein.htm))



Εικόνα 16 Χημική Δομή υδροξυτυροσόλης (Πηγή: <https://www.chemodex.com/products/hydroxytyrosol/>)

Το ελαιόλαδο, λοιπόν, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε φαινολικά αντιοξειδωτικά προάγει την ενίσχυση του αμυντικού ανοσοποιητικού συστήματος έναντι των ιών. Στους αθλητές, εξαιτίας των συχνών και έντονων προπονήσεων, δεν παρατηρείται η ίδια ανταπόκριση του ανοσοποιητικού σε εχθρικούς παράγοντες γεγονός που τους καθιστά ευάλωτους σε διάφορες ασθένειες. Έτσι, η προσθήκη του ελαιόλαδου στην διατροφή των αθλητών βάσει των συστάσεων καθημερινά, μπορεί να βελτιώσει την ανοσοαπόκριση και την άμυνα του οργανισμού αλλά και να συμβάλλει στην πρόληψη του οξειδωτικού στρες και της οξειδωσης διαφόρων μορίων (Ahmad Alkhatib, 2020).

### 3.4 Γάλα Σόγιας

Η σόγια είναι φυτό ασιατικής προέλευσης και ανήκει στην κατηγορία των ψυχανθών. Οι σπόροι σόγιας που παράγονται αποτελούν ένα είδος οσπρίου και είναι γνωστοί για την πλούσια σε περιεκτικότητα πρωτεΐνες και χαμηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες. Πρόκειται για μία εξαιρετική, εναλλακτική πηγή φυτικής πρωτεΐνης με απαραίτητα αμινοξέα. Η πρωτεΐνες της σόγιας συγκρίθηκαν με αυτές κάποιων άλλων βασικών πρωτεϊνικών πηγών υψηλής ποιότητας (αγελαδινού γάλακτος και αυγού) και βρέθηκε πως είναι παρόμοιες ως προς την ποιότητα τους. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ενός κόκκου σόγιας κυμαίνεται μεταξύ 36% και 46%, ανάλογα με τις ποικιλίες. Η σόγια, εκτός των πρωτεϊνών, είναι πλούσια και με άλλα θρεπτικά συστατικά. Αυτά συμπεριλαμβάνουν ισοφλαβόνες, που εμφανίζουν ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία, ακόρεστα λιπαρά οξέα, ιδιαίτερα λινολεϊκό οξύ, βιταμίνες Β, φυτικές ίνες, σίδηρος, ασβέστιο, ψευδάργυρος, φυτικό οξύ, στερόλες και σαπωνίνες. Όλα αυτά που αναφέρθηκαν καθιστούν την σόγια ως μία καλή λειτουργική τροφή (Gianluca Rizzo et al, 2018).



Εικόνα 17 Σπόροι σόγιας (Πηγή: <https://www.getactive.gr/wp-content/uploads/2021/11/soy.jpg>)

Πολλά προϊόντα σόγιας πλέον έχουν επεκταθεί και εκτός της ασιατικής κουζίνας σε παγκόσμιο επίπεδο και είναι κυρίως αποδεκτά από καταναλωτές που υιοθετούν την χορτοφαγική διατροφή. Τα πιο διαδεδομένα προϊόντα είναι τα συμπληρώματα σόγιας κυρίως για αθλητές λόγω των ευεργετικών επιδράσεων στην άσκηση αλλά και λόγω της χορτοφαγικής διατροφής που μπορεί να ακολουθούν οι αθλητές. Ένα άλλο γνωστό τρόφιμο βασισμένο στην σόγια είναι το γάλα σόγιας, το οποίο αποτελεί καλή πηγή ενός μείγματος πρωτεϊνών (απαραίτητων αμινοξέων) και υδατανθράκων. Για τον λόγο αυτό, το γάλα σόγιας θεωρείται ως ένα τρόφιμο που είναι πιθανότατα ωφέλιμο κυρίως για την αποθεραπεία των αθλητών μετά την σωματική δραστηριότητα.



Εικόνα 18 Γάλα σόγιας (Πηγή: [https://imgonmed.bbend.net/img/890/668/89/2018/11/07/soy\\_milk.jpg?t=p98hW-I3sPnTffmxLBuPUA](https://imgonmed.bbend.net/img/890/668/89/2018/11/07/soy_milk.jpg?t=p98hW-I3sPnTffmxLBuPUA))

Μελέτη, με στόχο την διερεύνηση της επίδρασης του γάλακτος σόγιας ως πηγή υδατανθράκων και πρωτεϊνών σε επαναλαμβανόμενη αναερόβια άσκηση (σπριντ), κατέληξε στο πόρισμα πως το γάλα σόγιας συνέβαλε κυρίως στην μείωση του αισθήματος κόπωσης, γεγονός που οδηγεί στην βελτίωση της απόδοσης. Η κατανάλωση γάλακτος σόγιας πριν την άσκηση είχε ως αποτέλεσμα να μειωθούν τα επίπεδα των δεικτών κόπωσης και κυρίως του γαλακτικού οξέος αυξάνοντας έτσι και την διάρκεια της προπόνησης μέχρι την εξάντληση του αθλητή. Ωστόσο, δεν φάνηκε κάποια ιδιαίτερα σημαντική διαφορά στην μέση ταχύτητα και ισχύ μεταξύ των αθλητών που κατανάλωσαν γάλα σόγιας και αυτών που δεν κατανάλωσαν. Η κατάποση, λοιπόν, γάλακτος σόγιας 1,5 ώρες πριν την έναρξη αναερόβιας άσκησης μπορεί να συμβάλει στην βελτίωση της απόδοσης μέσω της παράτασης της διάρκειας εξάντλησης (Govindasamy Balasekaran et al, 2021).

#### 4. Καινοτόμα επεξεργασμένα Λειτουργικά Τρόφιμα και Άσκηση

Τα καινοτόμα επεξεργασμένα λειτουργικά τρόφιμα αποτελούν μία κατηγορία λειτουργικών τροφίμων η οποία περιλαμβάνει τρόφιμα τα οποία αναπτύχθηκαν πρόσφατα και έχουν υποστεί κάποιου είδους τροποποίηση. Η επεξεργασία που μπορεί να εφαρμόστηκε στο τρόφιμο περιλαμβάνει την προσθήκη, την αφαίρεση, την αντικατάσταση ενός θρεπτικού συστατικού ή τον συνδυασμό των παραπάνω ενεργειών (C J Henry, 2010). Με αυτόν τον τρόπο, γίνεται προσπάθεια μετατροπής του προϊόντος-τρόφιμου σε ένα λειτουργικό τρόφιμο το οποίο θα έχει μεγαλύτερη θρεπτική αξία από το συμβατικό του και θα μπορεί να καλύψει, λόγω της υψηλής βιοδιαθεσιμότητας σε κάποιο συστατικό, τις ανάγκες τόσο του γενικού πληθυσμού όσο και μιας ομάδας του πληθυσμού με ειδικές διατροφικές ανάγκες. Για ακριβώς αυτόν τον λόγο, η παραγωγή και η προώθηση της κατανάλωσης τους θα μπορούσε να έχει σημαντικά οφέλη στα άτομα που αθλούνται λόγω των αυξημένων διατροφικών τους απαιτήσεων. Όπως προαναφέρθηκε οι αθλητές έχουν υψηλότερες ανάγκες σε σημαντικά θρεπτικά συστατικά σε αντίθεση με τα άτομα που κάνουν καθιστική ζωή. Άρα θεωρητικά, τα τροποποιημένα λειτουργικά τρόφιμα, κυρίως εμπλουτισμένα, συμβάλλουν τον αθλητή πριν, κατά την διάρκεια και μετά την προπόνηση. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν επίσης και τα συμπληρώματα διατροφής σε μορφή σκόνης και δισκίων. Ωστόσο, αυτά δεν συμπεριλαμβάνονται στην πτυχιακή μελέτη, εκτός από τα προβιοτικά (Ralf Jäger et al, 2019). Συγκεκριμένα, τα λειτουργικά τρόφιμα που μελετήθηκαν περιλαμβάνουν τις ενεργειακές μπάρες, λειτουργικά ροφήματα, προβιοτικά και μαλακά κουλουράκια εμπλουτισμένα με σόγια.

Πίνακας 3 Παρουσίαση μελετών με Καινοτόμα Επεξεργασμένα Λειτουργικά Τρόφιμα που σχετίζονται με την άσκηση.

Λειτουργικό Τρόφιμο	Ιδιότητες	Πηγή
<b>Ενεργειακές μπάρες με χουρμά</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσιες σε αντιοξειδωτικά, βιταμίνες, μέταλλα.</li> <li>• Πλούσιες σε υδατάνθρακες .</li> <li>• Οι χουρμάδες παρέχουν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, γαστρεντερικές και αντικαρκινικές ιδιότητες.</li> <li>• Χαμηλές συγκεντρώσεις σε πρωτεΐνες και σε λιπίδια.</li> <li>• Βελτίωση της απόδοσης και μείωση της μυϊκής βλάβης.</li> </ul>	<p>Amira A. Ayad, 2020, <a href="https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1809309">https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1809309</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Στόχος της ανασκόπησης ήταν η παροχή πληροφοριών σχετικά με τη χημική σύνθεση και τα θρεπτικά οφέλη των φρούτων και μπάρων χουρμά στους αθλητές.</li> </ul>
<b>Μπάρες Πρωτεΐνης Σόγιας</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσια σε απαραίτητα αμινοξέα και πρωτεΐνες και σε ισοφλαβόνες.</li> <li>• Αύξηση της άλιπης μάζας και μείωση της μυϊκής βλάβης.</li> <li>• Αναστολή της ποσοτικής μείωσης των αντιοξειδωτικών στο πλάσμα του αίματος,</li> </ul>	<p>Erin C Brown, 2004, <a href="https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-22">https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-22</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σκοπός της μελέτης ήταν η σύγκριση μπάρας πρωτεΐνης εμπλουτισμένη με πρωτεΐνη σόγιας με μπάρα πρωτεΐνης ορού γάλακτος σε αρσενικά άτομα ηλικίας 19-25 που υποβλήθηκαν σε πρόγραμμα προπόνησης 9 εβδομάδων</li> </ul>



	λόγω της προπόνησης, σε αντίθεση με τον ορό γάλακτος και βελτίωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας.	
<b>Μπάρες Πρωτεΐνης Ορού Γάλακτος</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσιες σε απαραίτητα αμινοξέα και πρωτεΐνες.</li> <li>• Μεγαλύτερη αύξηση άλιπης μάζας σε αντίθεση με μπάρες σόγιας.</li> </ul>	<p>Erin C Brown, 2004,  <a href="https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-22">https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-22</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σκοπός της μελέτης ήταν η σύγκριση μπάρας πρωτεΐνης εμπλουτισμένη με πρωτεΐνη σόγιας με μπάρα πρωτεΐνης ορού γάλακτος σε αρσενικά άτομα ηλικίας 19-25 που υποβλήθηκαν σε πρόγραμμα προπόνησης 9 εβδομάδων</li> </ul>
<b>Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με υδατάνθρακες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσια σε εύπεπτους υδατάνθρακες.</li> <li>• Άμεση αξιοποίηση ενεργειακού υποστρώματος.</li> <li>• Εξοικονόμηση γλυκογόνου.</li> <li>• Βελτίωση απόδοσης.</li> </ul>	<p>Stefania Orrù, 2018,  <a href="https://doi.org/10.3390/nu10101470">https://doi.org/10.3390/nu10101470</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση που εξετάζει την επίδραση της ενυδάτωσης των αθλητών με τα λειτουργικά ροφήματα στην υγεία και την απόδοσή τους.</li> </ul>
<b>Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με πρωτεΐνες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσια σε απαραίτητες πρωτεΐνες και αμινοξέα.</li> <li>• Συμβολή στην αύξηση της άλιπης μάζας.</li> </ul>	<p>Stefania Orrù, 2018,  <a href="https://doi.org/10.3390/nu10101470">https://doi.org/10.3390/nu10101470</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση που εξετάζει την επίδραση της ενυδάτωσης των αθλητών με τα λειτουργικά ροφήματα στην υγεία και την απόδοσή τους.</li> </ul>
<b>Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με λιπίδια</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσια σε λιπαρά οξέα, κυρίως σε ω-3 λιπαρά οξέα.</li> <li>• Βελτίωση της ανοσολογικής απόδοσης και της αντιοξειδωτικής δράσης.</li> <li>• Συμβολή στην σωματική αποκατάσταση.</li> </ul>	<p>Stefania Orrù, 2018,  <a href="https://doi.org/10.3390/nu10101470">https://doi.org/10.3390/nu10101470</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανασκόπηση που εξετάζει την επίδραση της ενυδάτωσης των αθλητών με τα λειτουργικά ροφήματα στην υγεία και την απόδοσή τους.</li> </ul>
<b>Σοκολατούχο γάλα εμπλουτισμένο με Ω-3 λιπαρά οξέα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καλός συνδυασμός πρωτεϊνών, ηλεκτρολυτών, υδατανθράκων και Ω-3 λιπαρών για αποκατάσταση μετά την προπόνηση.</li> <li>• Γρήγορη σύνθεση γλυκογόνου (Μείγμα υδατανθράκων-πρωτεϊνών).</li> <li>• Αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες των ω-3 λιπαρών οξέων.</li> <li>• Βελτίωση του ενδογενούς αντιοξειδωτικού συστήματος και αποτελεσματική αποκατάσταση της μυϊκής βλάβης.</li> </ul>	<p>Priscila NederMorato, 2015,  <a href="https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.034">https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.034</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σκοπός της πειραματικής μελέτης ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης του εμπλουτισμένου σοκολατούχου γάλακτος με Ω-3 λιπαρά οξέα, η οποία εφαρμόστηκε σε 48 αρσενικούς αρουραίους Wistar, χωρισμένοι σε 4 ομάδες.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ.</li> <li>• Αύξηση της ενζυμικής αντιοξειδωτικής δραστηριότητας.</li> <li>• Εφικτή, ασφαλής και υγιεινή λύση για αποκατάσταση.</li> </ul>	
<b>Προβιοτικά</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μορφή διατροφικού συμπληρώματος (δισκίο ή σκόνη) ή προσθήκη σε τρόφιμα.</li> <li>• Επένδυση του εντερικού αυλού με ευεργετικούς για την υγεία μικροοργανισμούς.</li> <li>• Βελτίωση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος.</li> <li>• Βελτίωση αθλητικής απόδοσης.</li> <li>• Αντιμετώπιση και πρόληψη σοβαρών συμπτωμάτων ιογενών ασθενειών του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος.</li> </ul>	<p>Ralf Jäger, 2022, <a href="https://doi.org/10.1186/s12970-019-0329-0">https://doi.org/10.1186/s12970-019-0329-0</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σκοπός της μελέτης είναι η εξακρίβωση της επίδρασης των προβιοτικών μικροοργανισμών στους αθλητές.</li> </ul>
<b>Προβιοτικό Γιαούρτι</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ρύθμιση αντιφλεγμονωδών παραγόντων.</li> <li>• Προαγωγή της παραγωγής της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης (GPX).</li> <li>• Μείωση της υπεροξειδωσής των λιπιδίων, πρόληψη οξειδωτικού στρες και μείωση πιθανοτήτων εμφάνισης μυϊκής βλάβης.</li> </ul>	<p>Mohammad Mazani, 2018,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Στόχος της μελέτης ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης της κατανάλωσης γιαουρτιού με προβιοτικά στο οξειδωτικό στρες και στους φλεγμονώδεις παράγοντες σε 27 νεαρές γυναίκες μετά από εξαντλητική άσκηση</li> </ul>
<b>Μαλακά κουλούρια ενισχυμένα με σόγια</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αύξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη σε αντίθεση με τα συμβατικά μαλακά κουλούρια.</li> <li>• Πλούσια σε ισοφλαβίνες.</li> <li>• Περιέχουν 20 g πρωτεΐνης και 60 mg ισοφλαβόνης ΑΕ ανά 100 g με πιθανή συμβολή στην αποκατάσταση.</li> </ul>	<p>Abigail A.Sommer, 2022, <a href="https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105109">https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105109</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σκοπός τη παρούσας μελέτης ήταν η ανάπτυξη μαλακών κουλουριών εμπλουτισμένα με πρωτεΐνη σόγιας, ώστε να παρέχει δεδομένα σε μελλοντικές κλινικές δοκιμές επικεντρωμένες στην μυϊκή αποκατάσταση.</li> </ul>

#### 4.1 Μπάρες Διατροφής

Οι μπάρες διατροφής ή αλλιώς ενεργειακές διατροφικές μπάρες αποτελούν μια βολική και έτοιμη προς κατανάλωση εναλλακτική λύση για την πρόσληψη των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών και την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των αθλητών. Θεωρούνται και κατατάσσονται στην κατηγορία των συμπληρωμάτων διατροφής, τα οποία έχουν το χαρακτηριστικό σχήμα μπάρας και αποτελούν μία ισορροπημένη πηγή πρωτεϊνών, υδατανθράκων, λιπιδίων, βιταμινών και μετάλλων (Amira A. Ayad et al, 2020). Συνήθως κατατάσσονται σε ενεργειακές μπάρες, οι οποίες είναι κυρίως πλούσιες σε υδατάνθρακες και έχουν χαμηλή περιεκτικότητα πρωτεϊνών και σε πρωτεϊνικές μπάρες, οι οποίες έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και χαμηλή σε υδατάνθρακες. Οι μπάρες πλούσιες σε σάκχαρα (ενεργειακές μπάρες) αποτελούν ενεργειακά σνακ τα οποία επιτρέπουν την κατανάλωση τους λίγο πριν την έναρξη και κατά την διάρκεια της άσκησης λόγω της σύντομης πέψης και απορρόφησης τους, ενώ οι πρωτεϊνικές μπάρες καταναλώνονται κατά κύριο λόγο μετά την γυμναστική για την μυϊκή αύξηση και την αναβολική δράση. Στην συγκεκριμένη ανασκόπηση, γίνεται αναφορά σε μπάρες με χουρμά και μπάρες εμπλουτισμένες με πρωτεΐνες σόγιας και ορού γάλακτος (Erin C Brown et al, 2004, Amira A. Ayad et al, 2020).



Εικόνα 19 Παράδειγμα διατροφικής μπάρας (Πηγή: <https://www.clickatlife.gr/fu/t/132161/1200/10000/000000000597e67/1/mpares-energeias.jpg>)

##### 4.1.1 Μπάρες με Χουρμά

Οι χουρμάδες ανήκουν στην κατηγορία των φρούτων και πρόκειται για μία φυσική πηγή σακχάρων συμπεριλαμβανόμενης της σακχαρόζης, της φρουκτόζης και της γλυκόζης τα οποία καλύπτουν τα δύο τρίτα της συνολικής σάρκας του χουρμά. Οι χουρμάδες είναι πιο θερμιδικοί αποξηραμένοι (300 θερμίδες/100g) σε σχέση με τους φρέσκους (157 θερμίδες/100g). Το φρούτο αυτό είναι επίσης πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά όπως πρωτεΐνες, ακατέργαστες φυτικές ίνες, λίπη, βιταμίνες (κυρίως συμπλέγματος Β) αντιοξειδωτικά (ταννίνες) γεγονός που καθιστά τους χουρμάδες μία λειτουργική τροφή (Amira A. Ayad et al, 2020).



Εικόνα 20 Χουρμάδες (Πηγή:

<https://www.capital.gr/Content/ImagesDatabase/p/696x696/crop/both/7d/7d6d1ea6161d4e7cba3ab9492f34e0c9.jpg>)

Τα κύρια θρεπτικά συστατικά των χουρμάδων είναι οι υδατάνθρακες. Περιλαμβάνουν κυρίως αναγωγικά σάκχαρα (γλυκόζη και φρουκτόζη), αλλά και μη αναγωγικά σάκχαρα (σακχαρόζη) και σε μικρές ποσότητες πολυσακχαρίτες (κυτταρίνη και άμυλο). Τα επίπεδα σακχαρόζης είναι υψηλότερα όταν οι χουρμάδες έχουν υποστεί αποξήρανση. Οι πολυσακχαρίτες αποτελούνται από ξυλόζη, αραβινόζη, γλυκόζη και γαλακτόζη. Η περιεκτικότητα σε υγρασία των χουρμάδων συνδέεται έμμεσα και αναλογικά με την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα. Δηλαδή, οι χουρμάδες με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία έχουν πάντα χαμηλή περιεκτικότητα σακχάρων. Η πρωτεϊνική περιεκτικότητα των χουρμάδων κυμαίνεται από 1% έως 7% και είναι πλούσια σε απαραίτητα αμινοξέα. Έχει αναφερθεί ότι στους χουρμάδες τα αμινοξέα που εντοπίζονται σε μεγαλύτερες ποσότητες είναι το γλουταμικό οξύ, ασπαρτικό οξύ, γλουταμινικό οξύ ενώ σε χαμηλότερες ποσότητες είναι τα θειούχα αμινοξέα όπως η κυστεΐνη. Όσον αφορά τα λιπίδια που επικρατούν στους χουρμάδες είναι κατά κύριο λόγο ακόρεστα λιπαρά οξέα όπως το παλμιτολεϊκό, ελαϊκό, λινολεϊκό και λινολενικό οξύ. Οι σπόροι των χουρμάδων που εντοπίζονται μέσα στην σάρκα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως δεξαμενή ελαϊκού οξέος αφού η περιεκτικότητά τους κυμαίνεται μεταξύ 41,1% και 58,8%. Η συνολική περιεκτικότητα των χουρμάδων σε διαιτητικές ίνες κυμαίνεται από 6,4% έως 11,5% ανάλογα τον τύπο και το στάδιο ωρίμανσης, εκ των οποίων το 84–94% είναι αδιάλυτες φυτικές ίνες. Οι χουρμάδες είναι πλούσια πηγή βιταμινών και μετάλλων, με σημαντικά το σελίνιο, χαλκό κάλιο, μαγνήσιο και σίδηρο. Επιπλέον, οι φρέσκοι χουρμάδες περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις βιταμινών από τους αποξηραμένους χουρμάδες, αποτέλεσμα που οφείλεται στην ευαισθησία των βιταμινών στη θερμοκρασία κατά τη διαδικασία ξήρανσης. Η θειαμίνη, η ριβοφλαβίνη, η νιασίνη, το ασκορβικό οξύ, η πυριδοξίνη και η βιταμίνη Α εντοπίζονται στους αποξηραμένους χουρμάδες σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις. Τέλος, το φρούτο αυτό χαρακτηρίζεται για το ευρύ φάσμα φυτοχημικών αντιοξειδωτικών ουσιών, όπως τα καροτενοειδή, τα φαινολικά, τα κινναμωνικά οξέα και τα παράγωγά τους, των οποίων η συγκέντρωση συνήθως μειώνεται καθώς ο καρπός ωριμάζει (Amira A. Ayad et al, 2020).

Μια ερευνητική ομάδα ανέπτυξε ενεργειακές μπάρες με βασικό συστατικό τους χουρμάδες. Συγκεκριμένα, η μπάρα περιελάμβανε μαλακούς καρπούς χουρμά απαλλαγμένοι από κουκούτσια, βρώμη χωρίς γλουτένη, δημητριακά ολικής άλεσης σε μορφή σκόνης, ορός γάλακτος σε σκόνη (πηγή πρωτεΐνης) και άλλα υλικά πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Αυτές οι μπάρες χαρακτηρίστηκαν ως ασφαλείς και σταθερές και αποτελούν ένα έτοιμο προς κατανάλωση σνακ (Amira A. Ayad et al, 2020).

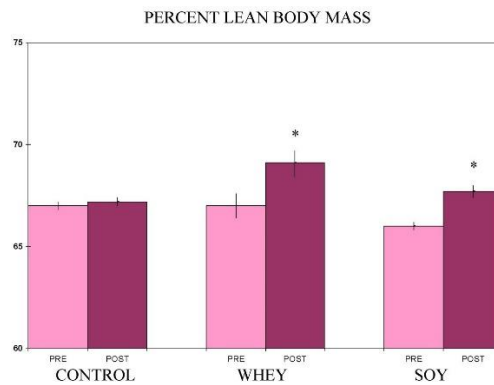
Η επίδραση που παρουσιάζει η κατανάλωση αυτών των διατροφικών μπαρών στους αθλητές κατά την διάρκεια της άσκησης δεν είναι πλήρως μελετημένη σε εργαστηριακό επίπεδο. Παρόλα αυτά, θεωρητικά, η κατανάλωση τους θα μπορούσε να συμβάλει στην βελτίωση της απόδοσης μέσω της μείωσης των δεικτών κόπωσης και στην μείωση του κινδύνου τραυματισμού. Λόγω της πλούσιας περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες, το τρόφιμο αυτό μπορεί να παρέχει το απαραίτητο αξιοποιήσιμο ενεργειακό υπόστρωμα στους αθλητές χωρίς να χρειαστεί η κατανάλωση του μυϊκού ή ηπατικού γλυκογόνου. Ένας κοινός στόχος για όλους τους αθλητές είναι να εξισορροπήσουν την ενεργειακή πρόσληψη με την ενεργειακή δαπάνη προκειμένου να αποφευχθεί ένα έλλειμμα ή περίσσεια ενέργειας (Asker E Jeukendrup, 2004). Έτσι ο αθλητής θα έχει ικανοποιητικά ενεργειακά αποθέματα που μπορούν να αυξήσουν και την διάρκεια της άσκησης και να μειώσουν τους δείκτες κόπωσης μέχρι αυτά να εξαντληθούν πλήρως και ο αθλητής να αρχίσει να αισθάνεται κόπωση. Επίσης, οι αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές ιδιότητες και γαστρεντερική προστασία των χουρμάδων μπορούν να παρουσιάσουν ευεργετικά αποτελέσματα στην υγεία των αθλητών. Αυτά τα φυτοχημικά αντιοξειδωτικά θρεπτικά συστατικά μπορούν να επιδράσουν βοηθητικά στην μείωση της οξειδωσης κύριων κυτταρικών συστατικών, όπως λιπιδίων, και στην πρόληψη εμφάνισης φλεγμονής και τραυματισμών που οφείλονται στην συσσώρευση οξειδωμένων ενεργών μορίων οξυγόνου και αζώτου (οξειδωτικό στρες) (Amira A. Ayad et al, 2020).

#### **4.1.2 Διατροφικές μπάρες εμπλουτισμένες με πρωτεΐνες σόγιας και ορού γάλακτος**

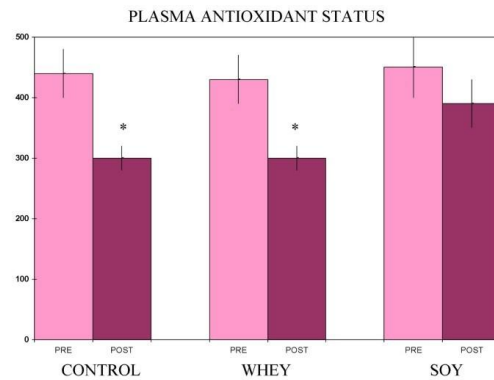
Οι διατροφικές αυτές μπάρες αποτελούν μια πλούσια πηγή πρωτεϊνών και προτιμάτε η κατανάλωση τους μετά την γυμναστική λόγω της επίδρασης που παρουσιάζουν στην αύξηση της μυϊκής μάζας. Η πιο συνηθισμένη πηγή πρωτεϊνών που χρησιμοποιείται στον εμπλουτισμό είναι τα παραπροϊόντα της παραγωγής τυριού, τυρόγαλα. Αυτό είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες ορού γάλακτος και μέσω των κατάλληλων διεργασιών παραλαμβάνεται ένα προϊόν υπό μορφή σκόνης πλούσιο σε πρωτεΐνες ορού γάλακτος και χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα διατροφής και ως μέσο εμπλουτισμού (Erin C Brown et al, 2004, Ralf Jäger et al, 2017). Ένα άλλο πρόσθετο πρωτεΐνης που έγινε γνωστό τα τελευταία χρόνια αποτελεί η σόγια. Το προϊόν που προκύπτει από την απομόνωση πρωτεΐνης σόγιας περιλαμβάνει ένα μείγμα αντιοξειδωτικών συστατικών, όπως ισοφλαβόνες και διάφορα αντιοξειδωτικά ένζυμα. Τα προϊόντα αυτά, ορού γάλακτος και σόγιας, αποτελούν σημαντικά μέσα εμπλουτισμού για τρόφιμα που στοχεύεται η αύξηση της πρωτεϊνικής τους περιεκτικότητας (Erin C Brown et al, 2004).

Ωστόσο, παρατηρείται μια διαμάχη σχετικά με το ποιο από τα δύο μέσα εμπλουτισμού οδηγούν σε μεγαλύτερη θρεπτική αξία και παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση στην αύξηση της άλιπης μάζας. Για τον λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε μελέτη

διάρκειας 9 εβδομάδων, στην οποία συμμετείχαν άνδρες ηλικίας 19-25 ετών και ακολούθησαν ένα πρόγραμμα γυμναστικής με βάρη. Τα άτομα χωρίστηκαν σε 3 ομάδες: 1) ομάδα σόγιας, 2) ομάδα ορού γάλακτος και 3) ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν αύξηση της άλιπης μάζας και στις δύο ομάδες παρέμβασης (σόγιας και ορού γάλακτος). Ωστόσο, στην ομάδα ορού γάλακτος φάνηκε να προωθεί με μικρή διαφορά παραπάνω την μυϊκή αύξηση σε σχέση με της σόγιας. Αν και ο ορός γάλακτος πλεονεκτεί στην μυϊκή αύξηση, στην ομάδα σόγιας παρατηρήθηκε καλύτερη αντιοξειδωτική δράση, λόγω της περιεκτικότητάς του προϊόντος σόγιας σε αντιοξειδωτικά θρεπτικά συστατικά. Τα αντιοξειδωτικά αυτά συμβάλλουν στην πρόληψη και στην μείωση της οξειδωσης των κυτταρικών μορίων, βελτιώνοντας έτσι την πρόοδο της προπόνησης και προωθώντας την αύξηση της άλιπης μάζας (Erin C Brown et al, 2004).



Εικόνα 21 Ποσοστό άλιπης μάζας πριν και μετά την παρέμβαση (Πηγή: Erin C Brown, December 2004, Soy versus whey protein bars: Effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status, Nutrition Journal, 3, Article number: 22)



Εικόνα 22 Αντιοξειδωτική συγκέντρωση στο πλάσμα πριν και μετά την παρέμβαση (Πηγή: Erin C Brown, December 2004, Soy versus whey protein bars: Effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status, Nutrition Journal, 3, Article number: 22)

Συμπερασματικά, οι μπάρες πρωτεΐνης σόγιας και ορού γάλακτος οδήγησαν και οι δύο την αύξηση της άλιπης μάζας, με ελάχιστες διαφορές μεταξύ τους, αλλά μόνο η μπάρα σόγιας απέτρεψε την προκαλούμενη από την προπόνηση πτώση των αντιοξειδωτικών ικανοτήτων. Με αυτόν τον τρόπο, ακυρώνεται η αντίληψη πως η πρωτεΐνη σόγιας είναι κατώτερη από αυτήν του ορού γάλακτος και αποτελεί πλέον ένα βασικό λειτουργικό πρόσθετο (Erin C Brown et al, 2004).



## 4.2 Λειτουργικά αθλητικά ποτά

Τα λειτουργικά αθλητικά ποτά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για τους αθλητές, κυρίως στην ενυδάτωση, στην βελτίωση της απόδοσης και στην πρόληψη ή και αντιμετώπιση ορισμένων καταστάσεων υγείας. Βασικός στόχος των ροφημάτων αυτών είναι η κάλυψη του αρνητικού ισοζυγίου λόγω της σωματικής δραστηριότητας των διάφορων θρεπτικών συστατικών και του νερού. Κατά κύριο λόγο στοχεύουν στην αποκατάσταση ηλεκτρολυτών, υδατανθράκων, πρωτεϊνών και άλλων θρεπτικών συστατικών που εξαντλούνται κατά την άσκηση (Stefania Orrù et al, 2018).

Το βασικότερο όφελος των ποτών ωστόσο είναι η ενυδάτωση των αθλητών. Πολλές φορές οι αθλητές δεν καταλαβαίνουν ότι είναι αφυδατωμένοι εξαιτίας της εφίδρωσης και δεν έχουν το αίσθημα της δίψας κατά την άσκηση με αποτέλεσμα να μην ενυδατώνονται όπως απαιτείται. Για τον λόγο αυτόν, οι ασκούμενοι καλούνται να καταναλώνουν υγρά πριν αλλά και κατά την διάρκεια της άσκησης, ώστε να μεγιστοποιηθεί η απόδοση αντοχής και να εξασφαλιστεί ένα φυσιολογικό επίπεδο ωσμωτικότητας στο πλάσμα ( Wataru Aoi et al, 2006). Εκτός από το νερό που χάνεται, παρατηρείται και απώλεια ηλεκτρολυτών. Τα λειτουργικά αυτά ποτά καλούνται να περιλαμβάνουν ηλεκτρολύτες και κυρίως νάτριο (Na) και κάλιο (K). Αυτά αποτελούν βασικούς ηλεκτρολύτες διότι εμπλέκονται στην διεγερσιμότητα των μυών και την κυτταρική διαπερατότητα, στην σύνθεση πρωτεϊνών και υδατανθράκων αντίστοιχα. Ωστόσο, όπως όλα τα συστατικά μπορεί να είναι προκαλέσουν παρενέργειες όταν καταναλώνονται σε υψηλές ποσότητες, έτσι η υπερβολική πρόσληψη νατρίου μπορεί να επηρεάζει αρνητικά την αρτηριακή πίεση και να προκαλέσει καρδιαγγειακά προβλήματα. Τα ροφήματα λοιπόν θα πρέπει να περιέχουν ιδανικές ποσότητες ηλεκτρολυτών με βάση στις συστάσεις (Stefania Orrù et al, 2018).

Τα λειτουργικά αυτά ροφήματα κατατάσσονται σε κατηγορίες αναλόγως με τα κυρίαρχα θρεπτικά συστατικά που έχουν εμπλουτιστεί σε λειτουργικά τρόφιμα εμπλουτισμένα με: 1) υδατάνθρακες, 2) πρωτεΐνες και αμινοξέα και 3) λιπίδια (Stefania Orrù et al, 2018).

### 4.2.1 Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με υδατάνθρακες

Τα ροφήματα αυτά είναι πλούσια σε υδατάνθρακες, οι οποίοι συμβάλλουν στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και στην βελτίωση της σωματικής απόδοσης. Οι υδατάνθρακες αποτελούν το βασικότερο ενεργειακό υπόστρωμα (και δευτερεύον τα λιπαρά οξέα) του οποίου η αξιοποίηση και κατανάλωση εξαρτάται από την ένταση και την διάρκεια της προπόνησης (Wataru Aoi et al, 2006, Laura Esquius et al, 2020) . Η πρόσληψη υδατανθράκων συμβάλλει επίσης στην μείωση της αίσθησης της κόπωσης διατηρώντας τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα το οποίο αξιοποιείται για την παραγωγή μυϊκής ενέργειας κατά την άσκηση. Βάσει μελετών, η κατάποση ροφημάτων εμπλουτισμένων με υδατάνθρακες οδήγησε στην βελτίωση της απόδοσης κατά την διάρκεια αερόβιας και αναερόβιας άσκησης. Ωστόσο, στην περίπτωση της αναερόβιας άσκησης, τα πράγματα είναι λίγο περίπλοκα λόγω των αντιφατικών πορισμάτων των μελετών τα οποία ίσως οφείλονται στα διαφορετικά πρωτόκολλα που ακολουθούσαν. Για τον λόγο αυτόν απαιτείται περεταίρω μελέτη και διευκρινίσεις. Όσον αφορά την σωματική αποκατάσταση, οι υδατάνθρακες είναι απαραίτητοι για την κάλυψη των

αποθεμάτων γλυκογόνου. Ο ρυθμός επανασύνθεσης του γλυκογόνου αποτελεί βασικό παράγοντα που καθορίζει τον απαιτούμενο χρόνο αποθεραπείας (Stefania Orrù et al, 2018).



Εικόνα 23 Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με υδατάνθρακες (Πηγή: <https://www.steroidal.com/wp-content/uploads/2014/07/sportsdrinkq%C2%A7.jpg>)

Ένα λειτουργικό ρόφημα εμπλουτισμένο με υδατάνθρακες για να θεωρηθεί βέλτιστη η συνεισφορά του θα πρέπει να είναι πλούσιο σε υδατάνθρακες που προκαλούν χαμηλή ωσμωτική πίεση. Η ωσμωτική πίεση επηρεάζεται από το μοριακό βάρος και την συγκέντρωση των υδατανθράκων. Βάσει αυτών, οι μονοσακχαρίτες και οι ολιγοσακχαρίτες αποτελούν την βέλτιστη επιλογή από τους πολυσακχαρίτες. Συγκεκριμένα, οι ολιγοσακχαρίτες είναι καλύτεροι από τους μονοσακχαρίτες ή τους δισακχαρίτες λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες αλλά και της διατήρησης χαμηλής ωσμωτικότητας. Επίσης, βασικός παράγοντας μεγιστοποίησης της παροχής υδατανθράκων στον οργανισμό είναι και ο ρυθμός πέψης, η εντερική απορρόφηση και ο ηπατικός μεταβολισμός. Τα βέλτιστα αποτελέσματα παρουσιάζουν οι μονοσακχαρίτες. Ωστόσο, κάποιοι πολυσακχαρίτες και ολιγοσακχαρίτες δεν περιορίζουν την πέψη, την απορρόφηση και την αξιοποίηση. Για παράδειγμα, τα πολυμερή της γλυκόζης παρουσιάζουν παρόμοιους ρυθμούς πέψης, απορρόφησης και αξιοποίησης με αυτή του μονοσακχαρίτη της γλυκόζης. Σημαντικό πόρισμα, αποτελεί επίσης και η κατάποση αθλητικών ποτών πλούσια σε μείγμα γλυκόζης-φρουκτόζης. Πλεονέκτημα αυτού του μείγματος αποτελεί η απορρόφηση μεγαλύτερης ποσότητας εξωγενούς υδατάνθρακα στο κυκλοφορικό σύστημα και η άμεση αξιοποίηση τους ως ενεργειακό υπόστρωμα ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σύνθεση του γλυκογόνου. Αν και το μείγμα αυτό δεν επιταχύνει την επανασύνθεση του μυϊκού γλυκογόνου, συμβάλλει στην αναγέννηση του ηπατικού γλυκογόνου, γεγονός που είναι απαραίτητο για την ελαχιστοποίηση της υπογλυκαιμίας λόγω της άσκησης και την βελτίωση της απόδοσης (Stefania Orrù et al, 2018).

#### 4.2.2 Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με πρωτεΐνες

Πρόκειται για ροφήματα πλούσια σε πρωτεΐνες και αμινοξέα. Τα αθλητικά αυτά ποτά συμβάλλουν στην διατήρηση ενός θετικού ισοζυγίου αζώτου στον οργανισμό, παρέχοντας έτσι τις απαραίτητες ποσότητες πρωτεϊνών για την εξισορρόπηση της

πρωτεϊνοσύνθεσης και την αποδόμηση των πρωτεϊνών στους μύς. Για την αποτελεσματικότερη σύνθεση πρωτεϊνών, οι αθλητές πρέπει να καταναλώνουν τα ροφήματα αυτά αμέσως μετά την άσκηση και όχι κατά την διάρκεια της προπόνησης (Ralf Jäger et al, 2017, Stefania Orrù et al, 2018). Συγκεκριμένα, απαιτείται κυρίως η κατανάλωση μετά από προπόνηση αναερόβιας άσκησης λόγω των σωματικών και βιοχημικών αλλαγών, που μπορούν να προκαλέσουν, οι οποίες επηρεάζουν τις σωματικές απαιτήσεις των αθλητών. Τα απαραίτητα αμινοξέα είναι αυτά που σχετίζονται με αυξημένη ικανότητα πρωτεϊνοσύνθεσης ακόμα και αν γίνει πρόσληψη σε μικρές ποσότητες (6g) (Stefania Orrù et al, 2018).

Για τον εμπλουτισμό με πρωτεΐνες, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι πηγές από τις οποίες λαμβάνονται, ο τύπος τους, ο ρυθμός πέψης και η κινητική τους. Οι πιο συνήθεις πηγές πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας αποτελούν το γάλα, τα αυγά, η σόγια, το σιτάρι και ο αρακάς. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ευρέως η χρήση κυρίως των πρωτεϊνών του αποβουτυρωμένου γάλακτος, λόγω της εξαιρετικής περιεκτικότητας σε απαραίτητα αμινοξέα και της συμβολής στην πρωτεϊνοσύνθεση. Αυτές περιλαμβάνουν καζεΐνες και πρωτεΐνες ορού γάλακτος. Ανάμεσα στους δύο τύπους, οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος χαρακτηρίζονται από υψηλότερη βιολογική αξία λόγω της ταχύτερης απορρόφησης και της υψηλής περιεκτικότητας τους σε απαραίτητα αμινοξέα (περίπου 50%). Επίσης, παρουσιάζουν ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία και την λειτουργία του εντέρου και του ανοσοποιητικού συστήματος. Αυτό οφείλεται στην παρουσία κάποιων ουσιών πρωτεϊνικής φύσης, λακτοφερρίνη και λακτοφερρικίνη, που παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση. Άλλες ουσίες όπως το λυσόσωμα, λακτοϋπεροξειδάση και διάφορες σφαιρίνες και πεπτίδια παρουσιάζουν συνεργηστική δράση έναντι ιών και βακτηρίων που σχετίζονται με λοιμώξεις (Stefania Orrù et al, 2018).

#### **4.2.3 Λειτουργικά αθλητικά ποτά εμπλουτισμένα με λιπίδια**

Αποτελούν καινοτόμα αθλητικά ροφήματα τα οποία αναπτύχθηκαν την τελευταία δεκαετία και έχουν υποστεί εμπλουτισμό με συγκεκριμένα θρεπτικά λιπίδια. Τα λιπίδια αυτά που συνήθως χρησιμοποιούνται στον εμπλουτισμό είναι ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, όπως το εικοσιδυεξανοϊκό οξύ (DHA), α-λινολενικό οξύ και εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA). Αυτά εντοπίζονται σε αφθονία σε φυτικά έλαια και σε ιχθυέλαια. Τα ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα θεωρούνται ως απαραίτητα για τον οργανισμό λιπίδια, διότι δεν συνθέτονται από τον οργανισμό εύκολα. Αυτά συσχετίζονται με την ενίσχυση της αντιφλεγμονώδους ικανότητας και της ανοσοαπόκρισης του οργανισμού. Στα ποτά αυτά, εκτός από θρεπτικά έλαια προστίθενται επίσης και αντιοξειδωτικά, όπως βιταμίνη E και πολυφαινόλες ώστε να αποτραπεί η οξειδωτική των προστιθέμενων λιπαρών οξέων (Stefania Orrù et al, 2018).

Όσον αφορά την επίδραση των λειτουργικών αυτών ροφημάτων στην αποτελεσματικότητα τους στην άμεση βελτίωση της αθλητικής απόδοσης δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί πλήρως. Ωστόσο, αυτά φαίνεται να έχουν κυρίως ευεργετική επίδραση στην ανοσολογική απόκριση. Συγκεκριμένα, ποτά εμπλουτισμένα με DHA λιπαρά οξέα παρουσιάζουν θετικά αποτελέσματα πρόσληψης και αντιμετώπισης χρόνιων φλεγμονών, μη μεταδοτικών ασθενειών και οξειδωτικού στρες. Το DHA φαίνεται να εξουδετερώνει δείκτες φλεγμονής και να αναστέλλει την οξειδωτική συμβάλλοντας έτσι

στην ορθή λειτουργία του οργανισμού. Βάσει αυτών των μελετών, παρατηρείται η ύπαρξη έμμεσης συσχέτισης μεταξύ της κατάποσης λειτουργικών αθλητικών ποτών εμπλουτισμένων με ω-3 λιπαρά οξέα και της βελτίωσης της απόδοσης, λόγω της ευνοϊκής δράσης στην αποκατάσταση μετά την άσκηση, μειώνοντας την κυτταρική οξειδωτική βλάβη και εξουδετερώνοντας την παραγωγή προφλεγμονωδών μορίων που προκαλούν βλάβες στον οργανισμό (Stefania Orrù et al, 2018).

#### 4.2.4 Σοκολατούχο Γάλα εμπλουτισμένο με ω-3 λιπαρά οξέα

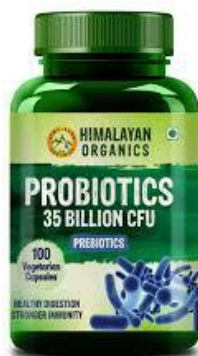
Ένα καλό παράδειγμα λειτουργικού ροφήματος πλούσιο στα απαραίτητα μακροθρεπτικά συστατικά (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λιπίδια) αποτελεί το σοκολατούχο γάλα εμπλουτισμένο με ω-3 λιπαρά οξέα. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα που χρησιμοποιήθηκαν στον εμπλουτισμό προέρχονται από το έλαιο Τσία. Η περιεκτικότητα των σπόρων Τσία είναι περίπου ίση με 30% λάδι πλούσιο σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, με το κυρίαρχο να είναι το α-λινολενικό οξύ σε ποσοστό 60-68%. Σχετικά με το σοκολατούχο γάλα, πρόκειται για ένα ρόφημα που χαρακτηρίζεται από τον συνδυασμό πρωτεϊνών, ηλεκτρολυτών και υδατανθράκων, ένα μείγμα ωφέλιμο για την αποκατάσταση μετά την άσκηση. Όπως έχει προαναφερθεί, η συνδυασμένη πρόσληψη υδατανθράκων και πρωτεϊνών συμβάλλει στην συντομότερη σύνθεση γλυκογόνου και βελτιώνουν την απόδοση. Έτσι, οι ιδιότητες του σοκολατούχου γάλακτος σε συνδυασμό με τις αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες των ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων μπορούν να προσφέρουν ευεργετικά οφέλη στους αθλητές (Priscila Neder Morato et al, 2015, Maria Alessandra Gammone et al, 2019).

Συγκεκριμένα, μια μελέτη εξέτασε την δράση του εμπλουτισμένου σοκολατούχου γάλακτος με ω-3 λιπαρά οξέα σε σαράντα οκτώ αρσενικούς αρουραίους. Το πόρισμα της μελέτης αυτής έδειξε θετική δράση στους αρουραίους που κατανάλωναν εμπλουτισμένο λειτουργικό σοκολατούχο γάλα είτε αθλούσαν είτε δεν αθλούσαν. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μείωση των επιπέδων μυϊκής βλάβης και βελτίωση του ανοσολογικού συστήματος. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ενίσχυσης της αντιοξειδωτικής ικανότητας λόγω της πρόσληψης των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων τα οποία αύξησαν την κινητική ορισμένων αντιοξειδωτικών και αντιφλεγμονωδών ενζύμων, όπως της δισμουτάσης του υπεροξειδίου (SOD), της καταλάσης και της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης (GPX). Η μείωση της μυϊκής βλάβης πιθανότατα οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης των ω-3 λιπαρών οξέων τόσο στις κυτταρικές μεμβράνες των μυϊκών κυττάρων όσο και στις κυτταρικές μεμβράνες των ερυθρών αιμοσφαιρίων, έχοντας έτσι ως αποτέλεσμα την μεγαλύτερη ελαστικότητα και ευελιξία τους μειώνοντας τον κίνδυνο βλάβης του μυϊκού ιστού και διευκολύνει την διέλευση των ερυθροκυττάρων μέσα από τα στενά τριχοειδή και βελτιώνει την αιμάτωση των μυών (Priscila Neder Morato et al, 2015).

Συμπερασματικά, το σοκολατούχο γάλα εμπλουτισμένο με ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα αποτελεί μια λειτουργική, ασφαλής και υγιεινή εναλλακτική λύση για την αποθεραπεία. Μειώνει τους δείκτες μυϊκής βλάβης, βελτιώνει το λιπιδαιμικό προφίλ και το ανοσοποιητικό σύστημα και αποτελεί μια ισορροπημένη και εξαιρετική πηγή σε μακροθρεπτικά συστατικά. Ωστόσο, απαιτείται η διεξαγωγή παραπάνω μελετών και κυρίως σε ανθρώπους ( Priscila Neder Morato et al, 2015).

### 4.3 Προβιοτικά

Τα προβιοτικά είναι ευρέως γνωστά ως μικροοργανισμοί οι οποίοι προάγουν την υγεία. Βάσει του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO) τα προβιοτικά ορίζονται ως ζωντανοί μικροοργανισμοί οι οποίοι, όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες, προσφέρουν όφελος για την υγεία στον ξενιστή. Στο εμπόριο, αυτά διατίθενται σε μορφή κάψουλας ή δισκίου, σκόνης ή υγρών και σε συγκεκριμένα τρόφιμα, όπως γιαούρτι, διατροφικές μπάρες. Σχετικά με τα ζυμώμενα τρόφιμα, δεν έχουν όλα προβιοτική δράση λόγω της παρουσίας μικροοργανισμών που οφείλονται για την ζύμωση, διότι αυτά τα προϊόντα δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς ως προς τα οφέλη που προσφέρουν στην υγεία βάσει του ορισμού των προβιοτικών (Ralf Jäger et al, 2019).



Εικόνα 24 Συμπλήρωμα προβιοτικών σε μορφή καψουλών (Πηγή: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0321/0264/5895/products/GIMainImage.jpg?v=1663747145>)

Η μικροχλωρίδα που εντοπίζεται στο έντερο επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες όπως η ηλικία, η γενετική, η πρόσληψη φαρμάκων, το στρες, το κάπνισμα και ειδικά η διατροφή. Η διατροφή αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα ρύθμισης της σύνθεσης της εντερικής μικροχλωρίδας. Τα διάφορα διατροφικά πρότυπα και θρεπτικά συστατικά έχουν την δυνατότητα να τροποποιήσουν σημαντικά και να επηρεάσουν την ανάπτυξη διαφορετικών μικροβιακών πληθυσμών του εντέρου. Η σωματική δραστηριότητα φαίνεται να επηρεάζει και αυτή το εντερικό μικροβίωμα έχοντας θετική επίδραση για την υγεία. Συγκεκριμένα, η άσκηση φαίνεται να συμβάλλει στον εμπλουτισμό της ποικιλότητας των μικροβίων, στην αύξηση της αναλογίας Bacteroidetes-Firmicutes, στην διέγερση της αναπαραγωγής των βακτηρίων που ρυθμίζουν την ανοσοϊκανότητα του βλεννογόνου, στην βελτίωση της λειτουργίας του εντερικού φραγμού και στην διέγερση παραγωγής βακτηριακών ουσιών που προστατεύουν το έντερο από γαστρεντερικές διαταραχές. Ωστόσο, παρά τα οφέλη της γυμναστικής, η έντονη και η παρατεταμένη σωματική άσκηση ασκεί πίεση στον γαστρεντερικό σωλήνα γεγονός που μπορεί να προκαλέσει πολλαπλά συμπτώματα που σχετίζονται με διαταραχή της εντερικής μικροχλωρίδας και μειωμένη απόδοση. Τέτοιου είδους συμπτώματα είναι η κοιλιακές κράμπες, καούρα, ναυτία, εμετός, διάρροια και άλλα (Ralf Jäger et al, 2019).

Λόγω των παραπάνω επιπτώσεων, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες σχετικά με την αντιμετώπιση και πρόληψη των εντερικών διαταραχών και διάφορων φλεγμονών που οφείλονται στην έντονη άσκηση αλλά και με την επίδραση τους στην αθλητική απόδοση. Αν και από τις είκοσι τέσσερις μελέτες σχετικά με την αξιολόγηση της



αθλητικής απόδοσης μόνο οι 7 έδειξαν σημαντική βελτίωση, πρόσφατες μελέτες έδειξαν πως τα προβιοτικά παρουσίασαν βελτίωση της απόδοσης στην άσκηση τόσο αερόβια όσο αναερόβια γεγονός που σχετίζεται με την μείωση των δεικτών μυϊκού πόνου και την ορθή σωματική αποκατάσταση. Τα προβιοτικά συμβάλλουν στην ενίσχυση της άμυνας του οργανισμού μέσω της επένδυσης του βλεννογόνου του εντέρου (πρώτη γραμμή άμυνας έναντι παθογόνων που εισβάλλουν στον ξενιστή) και της ενίσχυσης της εντερικής επικοινωνίας με το ανοσοποιητικό σύστημα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μελετών (>50%) απέδειξαν την ευεργετική επίδραση των προβιοτικών στο ανοσοποιητικό σύστημα. Μάλιστα τα αποτελέσματα έδειξαν ιδιαίτερη μείωση της συχνότητας και της σοβαρότητας των συμπτωμάτων ιογενών ασθενειών του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. Αυτό οφείλεται κυρίως στην δράση των προβιοτικών που προάγουν την απελευθέρωση μεγάλου αριθμού κυτοκινών από τα κύτταρα του ανοσοποιητικού, οι οποίες επηρεάζουν το έμφυτο και προσαρμοστικό ανοσοποιητικό σύστημα. Επομένως, η ανοσολογική ικανότητα των προβιοτικών σχετίζεται πιθανώς με την συστηματική και βλεννογονική ανοσία. Έτσι αθλητές που ακολουθούν βαρύ πρόγραμμα προπόνησης και συνήθως εμφανίζουν συχνή εξασθένηση του ανοσοποιητικού και εμφάνιση γαστρεντερικών προβλημάτων, μπορούν κάλλιστα να επωφεληθούν από την πρόσληψη προβιοτικών είτε με την μορφή συμπληρωμάτων είτε υπάρχουν μέσα σε κάποιο τρόφιμο. Επίσης, μια άλλη ιδιότητα που παρέχουν τα προβιοτικά είναι η καλύτερη πέψη μακροθρεπτικών συστατικών που δεν μπορούσαν προηγουμένως να αποικοδομηθούν και απορροφηθούν πλήρως στον εντερικό σωλήνα, αυξάνοντας έτσι την βιοδιαθεσιμότητα τους (Ralf Jäger et al, 2019).

#### 4.3.1 Προβιοτικό γιαούρτι

Όπως προαναφέρθηκε, τα προβιοτικά καταναλώνονται είτε σε μορφή κάψουλας και σκόνης (συμπλήρωμα διατροφής) είτε εντοπίζονται σε τρόφιμα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τροφίμου που συνήθως εμπλουτίζεται με μικροοργανισμούς με προβιοτική δράση αποτελεί το γιαούρτι. Το γιαούρτι αποτελεί ένα γνώριμο ζυμούμενο γαλακτοκομικό τρόφιμο στον διατροφικό τομέα λόγω κυρίως της διατροφικής του αξίας αλλά και των οργανοληπτικών ιδιοτήτων του που αποκτάει μετά από την διαδικασία της ζύμωσης. Ωστόσο, στην αγορά υπάρχουν τα απλά γιαούρτια και τα προβιοτικά γιαούρτια. Βάσει των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των προβιοτικών (Ralf Jäger et al, 2019), το γιαούρτι που εμπεριέχει προβιοτικά αναμένεται να παρουσιάζουν ιδιαίτερη ευεργετική επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα του καταναλωτή σε σχέση με το κανονικό γιαούρτι. Με βάση αυτήν την υπόθεση, το προβιοτικό γιαούρτι θα μπορούσε να αποτελέσει μια καλή λειτουργική τροφή για τους αθλητές που θα τους ενισχύει την ανοσοποιητική και αντιοξειδωτική ικανότητα και θα μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης φλεγμονής που οφείλεται στο οξειδωτικό στρες (Mohammad Mazani et al, 2018).

Μελέτη που διεξήχθη με την συμμετοχή είκοσι επτά νεαρών γυναικών ηλικίας 18-25 ετών, εξέτασε την επίδραση που είχε η κατανάλωση προβιοτικού γιαουρτιού στο οξειδωτικό στρες και στους αντιφλεγμονώδεις δείκτες σε σύγκριση με το κανονικό γιαούρτι, μετά από έντονη σωματική δραστηριότητα. Τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν ότι η πρόσληψη 450g προβιοτικού γιαουρτιού είχαν ευεργετικές επιδράσεις στην ρύθμιση των ολικών αντιοξειδωτικών επιπέδων στο πλάσμα. Συγκεκριμένα, βελτιώθηκε η δράση της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης (GPX) και άλλων ενώσεων με



αντιοξειδωτική δράση όπως η δισμουτάση υπεροξειδίου (SOD), η ιντερλευκίνη-6 (IL6) και ο παράγοντας νέκρωσης όγκων άλφα (TNF- $\alpha$ ). Το προβιοτικό γιαούρτι σε σύγκριση με το κανονικό γιαούρτι ήταν πιο αποτελεσματικό στην αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Οι ακριβείς μηχανισμοί, ωστόσο, της αντιοξειδωτικής δράσης των προβιοτικών παραμένει σε μεγάλο βαθμό άγνωστη. Μια πιθανή αιτιολογία και μηχανισμός της αντιφλεγμονώδους επίδρασης των προβιοτικών είναι η τροποποίηση της εντερικής μικροχλωρίδας (Mohammad Mazani et al, 2018).

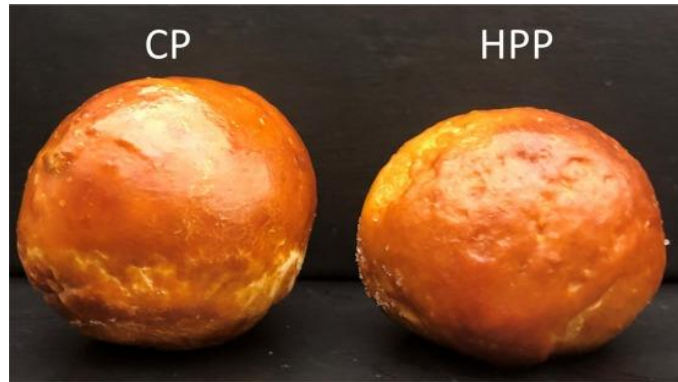
Άρα, συμπερασματικά, η τακτική πρόσληψη προβιοτικού γιαουρτιού φάνηκε να συμβάλλει στην ρύθμιση σημαντικών αντιοξειδωτικών παραγόντων και να προφυλάσσει τους αθλητές από τραυματισμούς που οφείλονται στο οξειδωτικό στρες, το οποίο προκαλείται από την εξαντλητική άσκηση (Mohammad Mazani et al, 2018).



Εικόνα 25 Γιαούρτι εμπλουτισμένο με προβιοτικά (Πηγή: <https://i5.walmartimages.com/asr/33a84863-494f-4250-8ae4-d46e205afc15.8864c34e38ad3af87d5e94e5a18e38e5.jpeg>)

#### **4.4 Κουλούρια Πρέτζελ εμπλουτισμένα με σόγια**

Τα μαλακά κουλούρια Πρέτζελ αποτελούν ένα καλό παράδειγμα ενός λειτουργικού τροφίμου εμπλουτισμένο με συστατικά που μπορούν να προσφέρουν κάποιο όφελος στην σωματική δραστηριότητα. Τα συγκεκριμένα κουλούρια έχουν παρασκευαστεί με τον συνδυασμό αλεύρου σόγιας, σκόνης γάλακτος σόγιας και ζωτικής σημασίας γλουτένης σίτου. Ο συνδυασμός αυτός στοχεύει στην αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και σε ισοφλαβόνες στο τελικό προϊόν αλλά και για την διατήρηση της ποιότητας σε σχέση με τα κανονικά κουλούρια. Τα εμπλουτισμένα κουλούρια περιέχουν 20g πρωτεΐνης ανά 100g (πέντε τεμάχια), που είναι υψηλότερη κατά 12g από αυτήν των κανονικών κουλουριών και μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ισοφλαβόνες (10,7mg ΑΕ ανά ψημένο τεμάχιο). Η συνολική συγκέντρωση των υδατανθράκων είναι ίση με 25g. (Abigail A. Sommer et al, 2022)



Εικόνα 26 Μαλακά κουλούρια Πρέτζελ (CP: Συμβατικά HPP: Εμπλουτισμένα με σόγια) (Πηγή: Abigail A.Sommer, July 2022, Soy enhanced soft pretzels designed for exercise recovery, *Journal of Functional Foods*, Volume 94)

Στόχος της παρασκευής αυτού του λειτουργικού προϊόντος είναι η βελτίωση της αποκατάστασης μετά την προπόνηση και την μείωση των δεικτών μυϊκού πόνου. Για την σωστή αποκατάσταση, απαιτείται η πρόσληψη 0,8g/ kg σωματικού βάρους/ώρα υδατανθράκων σε συνδυασμό με 0,2-0,4g/ kg σωματικού βάρους/ ώρα (60g υδατανθράκων και 15-30g πρωτεϊνών για τον μέσο άνθρωπο 75kg). Βάση της περιεκτικότητας των εμπλουτισμένων κουλουριών σε αυτά τα μακροθρεπτικά συστατικά, η πρόσληψη πέντε τεμαχίων μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες των αθλητών σε πρωτεΐνες και κατά το ήμισυ τις απαιτήσεις σε υδατάνθρακες. Για αυτό, θα πρέπει να καταναλωθούν επιπλέον υδατάνθρακες παράλληλα με την κατανάλωση των κουλουριών Πρέτζελ (Abigail A. Sommer et al, 2022).

Ωστόσο, στην συγκεκριμένη μελέτη δεν εξακριβώθηκε η συμβολή των εμπλουτισμένων κουλουριών στην σωματική αποκατάσταση μετά την άσκηση. Το μοναδικό πόρισμα ήταν η βελτίωση της διατροφικής αξίας των κουλουριών και την αύξηση των συγκεντρώσεων πρωτεΐνης και ισοφλαβόνες. Βάσει των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί για την συνεισφορά της σόγιας στον αθλητισμό (Erin C Brown et al, 2004, Govindasamy Balasekaran et al, 2021), τα εμπλουτισμένα αυτά κουλούρια είναι πολύ πιθανόν να συμβάλλουν σημαντικά στην αποθεραπεία και στην μείωση των μυϊκών βλαβών. Παρόλα αυτά απαιτούνται περαιτέρω πειραματικές μελέτες για να αξιολογηθεί η χρησιμότητά τους (Abigail A. Sommer et al, 2022).

## 5. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, τα λειτουργικά τρόφιμα αποτελούν μια εξαιρετική πηγή θρεπτικών συστατικών που παρουσιάζουν ευεργετική δράση τόσο στην υγεία όσο και στην λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Η υιοθέτηση ενός διατροφικού προτύπου που βασίζεται κυρίως στην κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων μπορεί να συμβάλλει και να προωθήσει μια θρεπτικά ισορροπημένη διατροφή που θα μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις του οργανισμού, απαλλάσσοντας έτσι τα άτομα από την πρόσληψη συμπληρωμάτων διατροφής. Με τον τρόπο αυτόν, μπορούν να καλυφθούν και οι απαιτητικές ανάγκες των αθλητών και να συμβάλλουν στην βελτίωση της σωματικής απόδοσης και αντοχής, την ενίσχυση της μυϊκής δύναμης και στην αντιμετώπιση και πρόληψη κινδύνου τραυματισμού, καταρρίπτοντας έτσι την αντίληψη πως απαιτείται η λήψη συμπληρωμάτων διατροφής για την επίτευξη των παραπάνω στόχων.

Με βάση τα συμβατικά λειτουργικά τρόφιμα που μελετήθηκαν, πρόκειται για τρόφιμα που από την φύση τους είναι πλούσια σε ευεργετικά συστατικά. Τα συμβατικά λειτουργικά τρόφιμα, χαρακτηρίζονται από ένα ευρύ φάσμα φυσικών τροφίμων, όπως φρούτα, λαχανικά, ψάρια, γαλακτοκομικά προϊόντα, κηροί καρποί, όσπρια, τσάι και άλλα (Ahmad Alkhatib, 2020), που είναι ευρέως γνωστά για την περιεκτικότητα σε απαραίτητα βιοδραστικά θρεπτικά συστατικά. Συγκεκριμένα, τα φρούτα και ιδιαίτερα τα αυτά με κόκκινο και μπλε χρώμα χαρακτηρίζονται για την πλούσια περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές πολυφαινόλες, ενισχύοντας την δράση του ανοσοποιητικού συστήματος και μειώνοντας την πιθανότητα κυτταρικής βλάβης λόγω οξειδωτικού στρες (Sonja Skinner et al, 2020). Επίσης, η ικανοποιητική περιεκτικότητα των φρούτων σε υδατάνθρακες τα καθιστά εξαιρετική τροφή για την σωματική αποκατάσταση. Οι ξηροί καρποί είναι σημαντική πηγή μακροθρεπτικών και μάλιστα ακόρεστων λιπαρών οξέων, οι οποίοι παρέχουν ενεργειακό υπόστρωμα στους αθλητές (ελεύθερα λιπαρά οξέα) και ουσίες/ παράγοντες που συμβάλλουν στην διατήρηση του λιπιδαιμικού προφίλ και στην ορθή λειτουργία του ανοσοποιητικού. Όσον αφορά τα καινοτόμα τροποποιημένα λειτουργικά τρόφιμα, αποτελούν μια σχετικά καινούργια κατηγορία τροφίμων, η οποία βασίζεται στην τροποποίηση ενός φυσικού παράγοντα που μπορεί να ενυπάρχει ή μην ενυπάρχει στο τρόφιμο. Κατά κύριο λόγο έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως μελέτες που σχετίζονται με εμπλουτισμό τροφίμων με πρωτεΐνες και υδατάνθρακες και την επίδραση που έχουν στις επιδόσεις των αθλητών. Η τάση αυτή μπορεί να οφείλεται στην μεγαλύτερη αποδοχή και πρόσληψη αυτών των μακροθρεπτικών συστατικών από τους αθλητές, με αποτέλεσμα οι βιομηχανίες των τροφίμων να επικεντρώνονται στην παραγωγή αυτών των εμπλουτισμένων τροφίμων. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να δοθεί έμφαση και στον εμπλουτισμό τροφίμων με άλλα μακροθρεπτικά συστατικά, ευεργετικά για τους αθλητές, όπως ακόρεστα λιπαρά οξέα ( $\omega$ -3,  $\omega$ -9 λιπαρά οξέα), αντιοξειδωτικά (πολυφαινόλες, βιταμίνες) και διάφορα μέταλλα και ιχνοστοιχεία (ασβέστιο, σίδηρος, σελήνιο και άλλα).

Ωστόσο και στις δύο κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων (συμβατικά και τροποποιημένα) και κυρίως στα καινοτόμα επεξεργασμένα τρόφιμα, απαιτείται περαιτέρω εξέταση και μελέτη σχετικά με την επίδραση που παρουσιάζουν τα λειτουργικά τρόφιμα που εξετάστηκαν στην παρούσα πτυχιακή μελέτη αλλά και άλλων

λειτουργικών τροφίμων που έχουν ή πρόκειται να αναπτυχθούν. Η έλλειψη βιβλιογραφίας οφείλεται τόσο στην πρόσφατη εμφάνιση των λειτουργικών τροφίμων όσο και στην σχετικά πρόσφατη χρήση των λειτουργικών αυτών τροφίμων στην διατροφή των αθλητών.

Εντός των τελευταίων δεκαετιών, οι άνθρωποι στρέφουν ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον τους σε νέες διατροφικές εναλλακτικές που στοχεύουν στην προώθηση της υγείας και μιας ποιοτικότερης ζωής. Τα λειτουργικά τρόφιμα αποτελούν μία τέτοια καινοτόμα εναλλακτική λύση. Η βιομηχανία των τροφίμων αναγνωρίζοντας τις απαιτήσεις των καταναλωτών και την προτίμηση τους για τα λειτουργικά τρόφιμα, αναζητούν καινούργιες μεθόδους και στρατηγικές για να προωθήσουν την ανάπτυξη ενός νεοφανούς λειτουργικού τροφίμου. Η βιομηχανία τροφίμων βασιζόμενη κυρίως στην μέθοδο εμπλουτισμού, αναζητάει εναλλακτικές τεχνικές παραγωγής και απομόνωσης πρόσθετων θρεπτικών συστατικών. Η βιοτεχνολογία είναι η επιστήμη που μπορεί να συμβάλει σημαντικά. Η χρήση μικροοργανισμών για την παραγωγή εξωκυτταρικών προϊόντων που μπορούν να αξιοποιηθούν ως πρόσθετα σε προϊόντα τροφίμων έχει αρκετές προοπτικές για το μέλλον. Για να μπορεί να εφαρμοστεί αυτό, θα πρέπει να γίνει κατάλληλη επιλογή των καλλιεργειών και τα προϊόντα που παράγονται να βρίσκονται σε αφθονία. Πολλά υποσχόμενα φαίνεται να είναι η αξιοποίηση υδρόβιων καλλιεργειών (φύκια, μικροφύκη) (Eresha Mendis et al, 2011, Eugenia J. Olguín et al, 2022). Τα φύκια ήδη έχουν αξιοποιηθεί διατροφικά σε χώρες της Ασίας και της Αφρικής. Αυτά κατατάσσονται βάσει χρώματος σε κόκκινα, καφέ, γαλαζοπράσινα και πράσινα φύκια. Αποτελούν εξαιρετική πηγή βιοδραστικών θρεπτικών συστατικών (πρωτεΐνες, διαιτητικές ίνες, φυτοχημικά, φωσφολιπίδια, μέταλλα και ιχνοστοιχεία) τα οποία παρουσιάζουν ποικιλία ιδιοτήτων, κυρίως δρουν αντιοξειδωτικά, αντικαρκινικά και είναι γνωστά για την προώθηση της σωστής λειτουργίας του εντέρου και της εντερικής μικροχλωρίδας (Eresha Mendis et al, 2011). Τα φύκια έχουν αναγνωριστεί ως εξαιρετική εναλλακτική για τον εμπλουτισμό διατροφικών προϊόντων. Ωστόσο, έχουν αναφερθεί ελάχιστες προσπάθειες αξιοποίησης τους από την βιομηχανία τροφίμων λόγω των ρίσκων και κινδύνων που εγκυμονεί η ανάπτυξη ενός καινούργιου λειτουργικού προϊόντος (Eresha Mendis et al, 2011). Όσον αφορά τα μικροφύκη, είναι αναγνωρισμένα ως μια ευέλικτη και ποικιλόμορφη ομάδα οργανισμών πολλά υποσχόμενη για την βιοτεχνολογία. Χαρακτηρίζονται από υψηλή ικανότητα παραγωγής και συσσώρευση προϊόντων προστιθέμενης αξίας και κυρίως διαφόρων μακρομορίων που αξιοποιούνται στην βιομηχανία τροφίμων και ζωοτροφών. Παρά το γεγονός την μεγάλη ποικιλομορφία και την ικανότητα παραγωγής προϊόντων προστιθέμενης αξίας, λίγα είναι τα είδη μικροφυκών που αναπτύσσονται σε μεγάλη κλίμακα υπό φωτοαυτότροφες συνθήκες και περιλαμβάνουν τα *Arthrospira* sp., *Chlorella* sp., *Dunaliella* sp., *Haematococcus* sp. και *Nannochloropsis* sp. Αν και τα μικροφύκη και τα χερσαία φυτά έχουν παρόμοιο φωτοσυνθετικό μεταβολισμό, η απόδοση της φωτοσύνθεσης στα μικροφύκη κυμαίνεται μεταξύ 6-10% και ξεπερνά κατά πολύ αυτή των χερσαίων φυτών που κυμαίνεται μεταξύ 1-2%. Βάσει συγγραφέων, η παραγωγικότητα και συσσώρευση υδατανθράκων στα μικροφύκη είναι εντονότερη από την αντίστοιχη των λιπιδίων. Τα μικροφύκη θεωρούνται βιοεργοστάσια που βιοσυνθέτουν ενώσεις υψηλής διατροφικής αξίας (πρωτεΐνες, χρωστικές, πολυφαινόλες, αντιοξειδωτικά, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, βιταμίνες, μέταλλα, στερόλες και πολυσακχαρίτες) οι οποίες παρουσιάζουν πολλαπλές ιδιότητες για την υγεία. Η διεξαγωγή μελετών βασιζόμενες στην δράση των μικροφυκών σε ζώα τόνισαν την

παραγωγή φυσικών, μη τοξικών αντιοξειδωτικών και αντικαρκινικών παραγόντων και την μείωση της έλλειψης θρεπτικών συστατικών (Eugenia J. Olgúin et al, 2022).

Η αξιοποίηση της βιοτεχνολογίας από την βιομηχανία τροφίμων για την ανάπτυξη νέων λειτουργικών τροφίμων με βιοδραστικά πρόσθετα συστατικά που όχι μόνο θα προάγουν την υγεία, αλλά θα βελτιώνουν τις αθλητικές επιδώσεις αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη στρατηγική, η οποία βέβαια απαιτεί περαιτέρω μελέτη. Για τον λόγο αυτό, πρέπει να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες, κυρίως κλινικές και επιδημιολογικές σε αθλητές, ώστε να διεξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα, που αφορούν την συσχέτιση των βιοδραστικών αυτών συστατικών με την σωματική άσκηση.

## 6. Βιβλιογραφία

Ayad AA ,Williams LL ,Gad El-Rab DA, Ayivi R, Colleran HL, Aljaloud S, Ibrahim SA, A review of the chemical composition, nutritional and health benefits of dates for their potential use in energy nutrition bars for athletes, 2020, Cogent Food & Agriculture, 6(1):1-11, <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1809309>

Alkhatib A, Antiviral Functional Foods and Exercise Lifestyle Prevention of Coronavirus, 2020, Nutrients, 12(9):1-17, <https://doi.org/10.3390/nu12092633>

Aoi W, Naito Y, Yoshikawa T, Exercise and functional foods, 2006, Nutriion Jurnal, 5:(15):1-8, <https://doi.org/10.1186/1475-2891-5-15>

Bajes H, Al-Dujaili E, Polyphenolic-rich Fruits and Supplements Enhance Exercise Performance; General Review, 2018, Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences, 10(3):135-151

Balasekaran G, Pan Shi Yu, Ng Yew Cheo, Effects of Soy Milk Ingestion on Anaerobic Performance and Physiological measures, 2021, Journal of Exercise Physiologyonline, 24(2):1-16"

Bergh B, The Avocado and Human Nutrition. I. Some Human Health Aspects of the Avocado, 1992, Proceedings of Second World Avocado Congress, 25-35

Brown EC, DiSilvestro RA, Babaknia A, et al, Soy versus whey protein bars: Effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status, 2004, Nutriion Journal, 3(22):1-5, <https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-22>

Esquius L, Segura R, Oviedo GR, Massip-Salcedo M, Javierre C, Effect of Almond Supplementation on Non-Esterified Fatty Acid Values and Exercise Performance, 2020, Nutrients, 12(3), <https://doi.org/10.3390/nu12030635>

Gammone MA, Riccioni G, Parrinello G, D'Orazio N, Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids: Benefits and Endpoints in Sport, 2018, Nutrients, 11(1), <https://doi.org/10.3390/nu11010046>

Hamasaki H, Hamasaki Y, Nuts for Physical Health and Fitness: A Review, 2017, AIMS Medical Science, 4(4):441-455, <https://doi.org/10.3934/medsci.2017.4.441>

Henry C, Functional foods, 2010, European Journal of Clinical Nutrition, 64:657-659, <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.101>

Jäger R, Kerksick CM , Campbell BI, et al, International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise, 2017, Journal of the International Society of Sports Nutrition, 12(20):1-25, <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>

Jäger R, Mohr AE, Carpenter KC, et al, International Society of Sports Nutrition Position Stand: Probiotics, 2019, Journal of the International Society of Sports Nutrition, 16(62):1-45, <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0329-0>

Jeukendrup AE, Carbohydrate intake during exercise and performance, 2004, Nutrition, 20(7-8):669-677, <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.017>



Malsagova KA, Kopylov AT, Sinitsyna AA, Stepanov AA, Izotov AA, Butkova TV, Chingin K, Klyuchnikov MS, Kaysheva AL, Sports Nutrition: Diets, Selection Factors, Recommendations, 2021, *Nutrients*, 13(11), <https://doi.org/10.3390%2Fnu13113771>

Margaritelis NV, Paschalis V, Theodorou AA, Kyparos A, Nikolaidis MG., Antioxidants in Personalized Nutrition and Exercise, 2018, *Advances in Nutrition*, 9(6):813-823, <https://doi.org/10.1093/advances/nmy052>

Mazani M, Nemati A, Amani M, Haedari K, Mogadam RA, Baghi AN, The effect of probiotic yoghurt consumption on oxidative stress and inflammatory factors in young females after exhaustive exercise, 2018, *The Journal of the Pakistan Medical Association*, 68(12):1748-1754

McClung JP, Gaffney-Stomberg E, Lee JJ, Female athletes: a population at risk of vitamin and mineral deficiencies affecting health and performance, 2014, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 28(4):388-392, <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.06.022>

Mendis E, Kim SK, Present and future prospects of seaweeds in developing functional foods, 2011, *Advances in Nutrition*, 64:1-15, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-387669-0.00001-6>

Morato PN, Rodrigues JB, Moura CS, Drummond e Silva FG, Esmerino EA, Cruz AG, Andre Bolini HM, Amaya-Farfan J, Barboza Lollo PC, Omega-3 enriched chocolate milk: A functional drink to improve health during exhaustive exercise, 2015, *Journal of Functional Foods*, 14:676-683, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.034>

Muñoz ME, Galan AI, Palacios E, Diez MA, Muguerza B, Cobaleda C, Calvo JI, Aruoma OI, Sanchez-Garcia I, Jimenez R, Effect of an antioxidant functional food beverage on exercise-induced oxidative stress: a long-term and large-scale clinical intervention study, 2010, *Toxicology*, 278(1):101-111, <https://doi.org/10.1016/j.tox.2009.10.015>

Nieman DC, Gillitt ND, Henson DA, Sha W, Shanely RA, Knab AM, Cialdella-Kam L, Jin F., Bananas as an energy source during exercise: a metabolomics approach, 2012, *PLoS One*, 7(5), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037479>

Nieman DC, Gillitt ND, Sha W, Esposito D, Ramamoorthy S, Metabolic recovery from heavy exertion following banana compared to sugar beverage or water only ingestion: A randomized, crossover trial, 2018, *PLoS One*, 13(3), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194843>

No-Seong Kwak, Jukes DJ, Functional foods. Part 2: the impact on current regulatory terminology, 2001, *Food Control*, 12(2):109-117, [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(00\)00029-3](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(00)00029-3)

Olguín EJ, Sánchez-Galván G, Arias-Olguín II, Melo FJ, González-Portela RE, Cruz L, De Philippis R, Adessi A, Microalgae-Based Biorefineries: Challenges and Future Trends to Produce Carbohydrate Enriched Biomass, High-Added Value Products and Bioactive Compounds, 2022, *Biology*, 11(8), <https://doi.org/10.3390/biology11081146>

Orrù S, Imperlini E, Nigro E, Alfieri A, Cevenini A, Polito R, Daniele A, Buono P, Mancini A, Role of Functional Beverages on Sport Performance and Recovery, 2018, *Nutrients*, 10(10), <https://doi.org/10.3390/nu10101470>

Piyapong P, Naruemon L, Cashew apple juice: contents and effects on health, 2017, *Nutri Food Sci Int J*, 4(1), <http://dx.doi.org/10.19080/NFSIJ.2017.04.555629>

Rizzo G, Baroni L. Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets, 2018, *Nutrients*, 10(1), <https://doi.org/10.3390/nu10010043>

Skinner S, Wade M, Iacobacci C, Hutcherson R, Santos JM dos, THE CONSUMPTION OF FRUITS AS A POTENTIAL ALTERNATIVE TO ACCELERATE THE RECOVERY PROCESS AFTER HIGH INTENSITY EXERCISE, 2020, *Revista Contexto & Saúde*, 20(39):41-48, <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2020.39.41-48>

Sommer AA, Vodovotz Y, Soy enhanced soft pretzels designed for exercise recovery, 2022, *Journal of Functional Foods*, 94(105109):1-9, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105109>

Watson RR ,Preedy VR, Fruits and Vegetables as Fuctional Foods for Exercise and Inflammation, *Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases*, 23, pg 319-336

Weststrate J, Van Poppel G, Verschuren P, Functional foods, trends and future, 2002, *British Journal of Nutrition*, 88(S2):S233-S235, <https://doi.org/10.1079/BJN2002688>

Yavari A, Javadi M, Mirmiran P, Bahadoran Z, Exercise-induced oxidative stress and dietary antioxidants, 2015, *Asian Journal of Sports and Medicine*, 6(1), <https://doi.org/10.5812/Fasjism.24898>

Βασιλειάδου Σ. και Γρηγορίου Π., Ανασκόπηση της Επίδρασης των Λειτουργικών Τροφίμων και των Βιοδραστικών Συστατικών στη Φυσιολογία της Άσκησης, 2021, ΠΤΥΧΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ, 1-58, <http://hdl.handle.net/11610/23296>

Κόκκος Θ., Λειτουργικά Τρόφιμα: Σπουδαιότητα και Προοπτικές, 2011, ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΟΠΟΝΙΑΣ, ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ, 1-50

Σουφλήρη Ι., Λειτουργικά Τρόφιμα: Ποσο Λειτουργούν;, 2007, Το ΒΗΜΑ, Κωδικός άρθρου: B15028H021, ID: 284718, Σελ:1-9 H02