



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Έρευνα και ανάπτυξη ενός
αθλητικού ροφήματος**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Γκορτζή Όλγα

Φοιτητής: Κηπουρός Θωμάς

Βόλος, Φεβρουάριος 2024

**Έρευνα και ανάπτυξη ενός
αθλητικού ροφήματος**

Δήλωση περί μη λογοκλοπής

Δηλώνω ότι είμαι ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο «Ανάπτυξη φυτικού βιολειτουργικού ροφήματος: Ποιοτική σύσταση, βιοδραστικά συστατικά και αντιοξειδωτικές ιδιότητες» που συντάχθηκε πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας και παραδόθηκε το μήνα Σεπτέμβριο του 2023. Η αναφερόμενη εργασία δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στη βιβλιογραφία ενώ κάθε εξωτερική βοήθεια, αν υπήρξε, αναγνωρίζεται ρητά.

Όνομα: Κηπουρός Θωμάς

Ημερομηνία: Φεβρουάριος 2024

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών η στροφή προς την υγιεινή διατροφή και γενικά η τάση για ένα πιο προσεγμένο lifestyle αποτελεί μια νέα περιοχή μελέτης. Επιστημονικές έρευνες έχουν τεκμηριώσει ότι η διατροφή μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης χρόνιων παθήσεων δρώντας προληπτικά αλλά και θεραπευτικά σε κάποιες περιπτώσεις.

Η αναζήτηση τρόπων βελτίωσης της ανθρώπινης υγείας αλλά και η αναζήτηση μιας επιπλέον ώθησης ενέργειας έχει αυξηθεί. Τα βιολειτουργικά τρόφιμα αποτελούν τη δυνητική λύση. Είτε είσαι φοιτητής που ετοιμάζεται για εξετάσεις, είτε επαγγελματίας με δύσκολο και απαιτητικό ωράριο, είτε αθλούμενος που προσπαθεί για μέγιστη απόδοση, τα βιολειτουργικά ποτά έχουν γίνει μια δημοφιλής επιλογή. Έχουν σημαντική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία αλλά και στην αθλητική απόδοση διότι αποτελούν πηγή βασικών θρεπτικών συστατικών.

Τα βιολειτουργικά τρόφιμα είναι τρόφιμα που πέρα από τη βασική τους λειτουργία να παρέχουν θρεπτικά συστατικά, όπως οι βιταμίνες και τα μέταλλα, έχουν και επιπρόσθετες ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία. Αυτά τα τρόφιμα σχετίζονται συνήθως με την πρόληψη ή την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων υγείας ή καταστάσεων.

Η χρήση των φυτών ως εργογόνων βοηθημάτων δεν είναι κάτι νέο. Συχνά ακούγεται ο όρος φυτικά ροφήματα για να περιγραφεί οποιοδήποτε είδος τροφίμου το οποίο βρίσκεται σε ρευστή μορφή και φυσικά είναι φυτικής προέλευσης. Περισσότερο εννοούμε εκχυλίσματα από φυτά τα οποία συνήθως μπορούν να καταναλωθούν και σε μεγάλη ποσότητα.

Κύριος στόχος της έρευνας μας ήταν η ανάπτυξη ενός βιολειτουργικού φυτικού ροφήματος με βιοδραστικά συστατικά και με αντιοξειδωτικές ιδιότητες αλλά και πιθανή εργογόνο δράση το οποίο στοχεύει σε αυξημένα επίπεδα ενέργειας και εγρήγορσης, στην εξάλειψη του αισθήματος κόπωσης αλλά και στη βελτίωση της υγείας τόσο των αθλούμενων όσο και του καταναλωτικού κοινού.

Η διαφορετικότητα του συγκεκριμένου νέου προϊόντος / ιδέας έγκειται στο γεγονός ότι : για την πρόληψη ή αντιμετώπιση των ασθενειών, υπάρχουν ήδη στην αγορά φάρμακα και συμπληρώματα διατροφής, τα οποία ως επί το πλείστον τους είναι συνθετικά. Μία καινοτομία που μπορεί να δώσει πιο ριζική λύση στο πρόβλημα, αποτελεί η ενίσχυση της υγείας μέσω της διατροφής. Η ανάγκη των καταναλωτών να προστατέψουν τον οργανισμό τους μέσω τροφίμων με ευεργετικές βιολογικές δράσεις είναι επιτακτική και ήδη γίνονται σημαντικές προσπάθειες στην έρευνα και τη βιομηχανία, ώστε να αναπτυχθούν τα σωστά προϊόντα διατροφής.

Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία αυτή παρουσιάζει δεδομένα από την τρέχουσα βιβλιογραφία για τις φυσικές βιοδραστικές ενώσεις και τις ιδιότητές τους ως συστατικά τροφίμων, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στη διαδικασία ανασύνθεσης τροφίμων.

Διαφορετικά μείγματα κατασκευάστηκαν στο εργαστήριο τεχνολογίας τροφίμων προσπαθώντας να καταλήξουμε σε εκείνο που παρουσίασε την μεγαλύτερη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών και πολυφαινολών αλλά και την βέλτιστη οργανοληπτική αποδοχή.

ABTRACT

During the last years the shift towards healthy eating and in general the trend for a more careful lifestyle is a new area of study. Scientific research has documented that nutrition reduces the likelihood of chronic diseases by acting preventively as well as therapeutically in some cases.

The search for ways to improve human health as well as the search for an extra boost of energy has increased. Biofunctional foods are the potential solution. Whether you're a student preparing for exams, a professional with a tough and demanding schedule, or an athlete striving for maximum performance, biofunctional drinks have become a popular choice. They have a significant effect on human health but also on athletic performance because they are a source of essential nutrients.

Biofunctional foods are foods that, in addition to their basic function of providing nutrients, such as vitamins and minerals, also have additional beneficial effects on health. These foods are usually associated with the prevention or treatment of specific health problems or conditions.

The use of plants as ergogenic aids is not new. The term plant-based drinks is often used to describe any type of food that is in liquid form and is naturally of plant origin. More we mean extracts from plants which can usually be consumed in large quantities.

The main goal of our research was the development of a biofunctional herbal drink with bioactive ingredients and antioxidant properties as well as possible ergogenic action which aims at increased levels of energy and alertness, at eliminating the feeling of fatigue and at improving the health of both athletes and of the consumer public.

The diversity of the specific new product / idea lies in the fact that: for the prevention or treatment of diseases, there are already drugs and nutritional supplements on the market, most of which are synthetic. An innovation that can provide a more radical solution to the problem

is the strengthening of health through nutrition. The need for consumers to protect their bodies through foods with beneficial biological actions is imperative and significant efforts are already being made in research and industry to develop the right food products

In this context, this paper presents data from the current literature on natural bioactive compounds and their properties as food ingredients, which can help in the food reconstitution process.

Different mixtures were made in the food technology laboratory trying to arrive at the one that presented the highest concentration of antioxidants and polyphenols as well as the optimal organoleptic acceptance.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	6
Μέρος Α: Θεωρητικό	
1. ΒΙΟΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ	17
1.1 Εισαγωγή στα βιολειτουργικά τρόφιμα: ορισμός, κατηγοριοποίηση	17
1.1.1 Ιστορική διαδρομή	17
1.1.2 Ορισμός των βιολειτουργικών τροφίμων	18
1.1.3 Κατηγορίες βιολειτουργικών τροφίμων	19
1.1.4 Παραδείγματα βιολειτουργικών τροφίμων	20
1.1.5 Καροτενοειδή και ανάπτυξη καινοτόμων βιολειτουργικών τροφίμων	22
1.1.6 Βιολειτουργικά τρόφιμα, ενίσχυση και εμπλουτισμός	23
1.2 Ο ρόλος της EFSA (Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων)	24
1.3 Αντιοξειδωτικά συστατικά της διατροφής και ο ρόλος τους στην υγεία	25
1.3.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες στα τρόφιμα και πιθανά οφέλη στην υγεία	27
1.4 Προβιοτικά τρόφιμα	29
1.4.1 Προβιοτικά, πρεβιοτικά και συμβιωτικά τρόφιμα	29
1.4.1.1 Τροφές πλούσιες σε προβιοτικά που υπάρχουν στην Ελλάδα	30
1.4.1.2 Τροφές πλούσιες σε πρεβιοτικά που υπάρχουν στην Ελλάδα	31
1.4.2 Προβιοτικά τρόφιμα και υγεία του ανθρώπου	32
1.5 Φυτικές ίνες	33
1.5.1 Εισαγωγή στις φυτικές ίνες	33
1.5.2 Κατηγορίες φυτικών ινών	33
1.5.3 Οι κύριες λειτουργίες των φυτικών ινών για τον οργανισμό	34
1.5.4 Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη φυτικών ινών	34
1.5.5 Πιθανές αρνητικές επιδράσεις της κατανάλωσης φυτικών ινών	35
1.6 Τα είδη των λιπαρών	35
1.6.1 Κατηγορίες λιπαρών	35

1.6.1.1	Ακόρεστα λιπαρά οξέα	36
1.6.1.2	Κορεσμένα και trans λιπαρά οξέα	36
1.6.2	Η ανάγκη για ισορροπία στην πρόσληψη των λιπαρών οξέων	37
1.7	Φυτοστερόλες	37
1.7.1	Ορισμός και πηγές φυτικών στερολών και στανολών	38
1.7.2	Ο μηχανισμός δράσης των φυτοστερολών	40
1.8	Υπερτρόφιμα – Superfoods	40
1.9	Βιολειτουργικά τρόφιμα και φυσική δραστηριότητα	41
2.	ΤΑ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	44
2.1	Ενέργεια	44
2.2	Θρεπτικά συστατικά	44
2.2.1	Μακροθρεπτικά συστατικά	45
2.2.1.1	Υδατάνθρακες	45
2.2.1.2	Πρωτεΐνες	47
2.2.1.3	Λίπη	49
2.2.2	Μικροθρεπτικά συστατικά	51
2.2.2.1	Βιταμίνες και μέταλλα	51
2.2.2.2	Ιχνοστοιχεία	51
2.3	Ενυδάτωση	54
2.4	Ενεργειακό ποτό	55
2.5	Ανόργανα συστατικά	57
2.5.1	Ασβέστιο	57
2.5.2	Σίδηρος	58
2.6	Διατροφικές στρατηγικές	59
2.6.1	Γενικές αρχές υγιεινής διατροφής	59
2.6.2	Βασικοί κανόνες κατανάλωσης γευμάτων	60
3.	ΦΥΤΙΚΑ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ	61
3.1	Φυτικό εκχύλισμα	61
3.2	Μέθοδοι διαδικασίας εκχυλίσματος	61
3.2.1	Διαβροχή (Maceration)	61
3.2.2	Έγχυση (Infusion)	62

3.2.3	Αφέψημα (Decoctional)	62
3.2.4	Πέψη (Digestion)	62
3.2.5	Διήθηση (Percolation)	62
3.2.6	Εκχύλιση Soxhlet (Soxhlet extraction)	63
3.2.7	Εκχύλιση με μικροκύματα (Microwave – assisted extraction)	63
3.2.8	Εκχύλιση με υπερήχους (Ultrasound – assisted extraction)	64
3.2.9	Steeping	64
3.3	Εκχυλίσματα που βοηθούν τον ανθρώπινο οργανισμό	64
3.3.1	Ροδιόλα ρίζα (rhodiolarosea)	65
3.3.1.1	Οφέλη της κατανάλωσης Rhodiolarosea	65
3.3.2	Ginseng	68
3.3.3	Κουρκουμίνη (curcumin)	71
3.3.4	Εργογόνα εκχυλίσματα ιδανικά για αθλούμενους	75
3.3.4.1	Ginger (Πιπερόριζα)	75
3.3.4.2	Ginkgobiloba	75
3.3.4.3	Πράσινο τσάι	76
3.3.4.4	Τσάι μάτσα (matcha tea)	76
3.3.4.5	Λουΐζα (lemon verbena/alloysia citriodora)	76
3.3.4.6	Σπιρουλίνα (spirulina)	77
3.3.4.7	Χλωρέλλα	77
3.3.4.8	Μανιτάρι Cordyceps Sinensis	77

Μέρος Β: Ερευνητικό

4.	ΒΙΟΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΦΥΤΙΚΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ	79
4.1	Σκοπός της έρευνας	79
4.2	Παντζάρι	80
4.3	Πράσινο Τσάι	83
4.4	Cordyceps militaris	85
4.5	Φλοιός ροδιού	85
5.	ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΡΟΦΗΜΑΤΟΣ	89
5.1	Καφεΐνη	89

5.2	Νιτρικά και νιτρώδη	90
5.3	Αντιοξειδωτικά	92
5.4	Φαινολικές ενώσεις	93
6.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	95
6.1	Στόχος πειραματικής έρευνας	95
6.2	Εκχύλιση φυτικών προϊόντων	95
7.	ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ	98
7.1	Μέθοδος DPPH	98
7.2	Μέθοδος Folin-Ciocalteu	99
7.3	Αποτελέσματα	101
7.4	Μικροβιολογικός έλεγχος	103
7.5	Οργανοληπτικός έλεγχος	104
8.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	106
9.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	110
	Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο	110
	Παράρτημα 2: Στατιστικά συμπεράσματα	116
	Παράρτημα 3: Φωτογραφίες της πειραματικής διαδικασίας	122
	Παράρτημα 4: Φωτογραφίες του μικροβιολογικού ελέγχου	124
10.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	125

Ευχαριστίες

Καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαίδευσής μου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και συγκεκριμένα στην Σχολή Γεωπονικών Επιστημών και στο τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος συνάντησα σημαντικούς ανθρώπους και συνεργάστηκα με αξιόλογους καθηγητές οι οποίοι μου έδειξαν τον τρόπο να αντιμετωπίζω τις ακαδημαϊκές δυσκολίες και προβλήματα χωρίς φόβο αλλά με τόλμη και προσαρμοστικότητα. Η κα. Γκορτζή Όλγα, εκτός από όλα αυτά, μου έμαθε να συνεργάζομαι, να είμαι ευέλικτος, να ανακαλύπτω και να πιστεύω στον εαυτό μου. Διετέλεσε υπεύθυνη καθηγήτρια της πτυχιακής ερευνητικής εργασίας μου, αλλά συγχρόνως και ο άνθρωπος που στήριξε όλη την προσπάθειά μου και γι' αυτό και την ευχαριστώ. Ακόμα αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον διδακτορικό φοιτητή κ. Κολώνα Αλέξανδρο τόσο για τη νοερή του υποστήριξη όσο και την έμπρακτη βοήθειά του στο πειραματικό στάδιο. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Βαγγέλα Ιωάννη για τη βοήθεια που μου παρείχε στην διαδικασία προσδιορισμού των αντιμυκητιακών και αντιβακτηριδιακών ιδιοτήτων του ερευνητικού φυτικού προπονητικού ροφήματος. Δε θα μπορούσα να ξεχάσω τους συμμετέχοντες οι οποίοι προσφέρθηκαν να συμμετάσχουν στην έρευνα και τους ευχαριστώ για αυτό.

Τέλος, τη μεγαλύτερη ευγνωμοσύνη την οφείλω στους γονείς μου και στην οικογένειά μου, που στήριζαν όλη την προσπάθεια που έκανα τα τελευταία 5 χρόνια στερούμενοι, πολλές φορές, οι ίδιοι για να μπορέσω να συνεχίσω ανεπηρέαστος την ακαδημαϊκή μου πορεία.

Κηπουρός Θωμάς

Συντομογραφίες

EFSA	Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων
FAO/WHO	Food and Agriculture Organization/World Health Organization
ΕΛΟ	Ελεύθερα λιπαρά οξέα
VO₂max	Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
LDL	Λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας ή «κακή» χοληστερόλη
HDL	Λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας ή «καλή» χοληστερόλη
GTE	Εκχύλισμα πράσινου τσαγιού
ATP	Τριφωσφορική Αδενοσύνη
DPPH	Οργανική χημική ένωση 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

Κατάλογος πινάκων

- Πίνακας 1.1** Τρόφιμα που έχουν εγκριθεί, είτε βρίσκονται υπό διαδικασία έγκρισης από την EFSA.
- Πίνακας 1.2** Διάκριση των καροτενοειδών με βάση το χρώμα, τις εφαρμογές και τις δράσεις τους.
- Πίνακας 1.3** Παραδείγματα εμπλουτισμένων τροφίμων με βιταμίνες.
- Πίνακας 1.4** Πίνακας των σημαντικότερων αντιοξειδωτικών συστατικών των φρούτων
- Πίνακας 1.5** Ευεργετικές επιδράσεις και θεραπευτικές εφαρμογές των προβιοτικών βακτηρίων στην υγεία του ανθρώπου
- Πίνακας 1.6** Φυτικές στερόλες σε ορισμένα τρόφιμα ενός δυτικού τύπου διατροφολογίου
- Πίνακας 1.7** Ενδεχόμενη επίδραση λειτουργικών συστατικών στη φυσιολογία της άσκησης
- Πίνακας 2.1** Πρωτεϊνικές συστάσεις σε g/kg σωματικού βάρους
- Πίνακας 2.2** Πηγές και συνιστώμενη ημερήσια δόση των βιταμινών
- Πίνακας 2.3** Διαιτητικές πηγές ανόργανων συστατικών – μετάλλων
- Πίνακας 4.1** Αποδόσεις αθλητικών παραμέτρων μετά από την χρήση παντζαριού από διάφορες ομάδες αθλητών
- Πίνακας 4.2** Σύσταση φλοιού ροδιού
- Πίνακας 7.1** Απορρόφηση φωτός και ποσοστό DPPH δειγμάτων
- Πίνακας 7.2** Απορρόφηση φωτός τελικού προϊόντος
- Πίνακας 7.3** Ποσοστό % DPPH τελικού προϊόντος
- Πίνακας 7.4** Απορρόφηση και συγκέντρωση γαλλικού οξέος
- Πίνακας 7.5** Απορρόφηση – συγκέντρωση γαλλικού οξέος δειγμάτων

Πίνακας 7.6 Απορρόφηση τελικού δείγματος

Πίνακας 7.7 Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 4.1 Χρήση παντζαριού (νιτρικών ή νιτρωδών) και δυνατότητα βελτίωσης ενός επίδοσης ενός αθλητή

Διάγραμμα 7.1 Καμπύλη απορρόφησης γαλλικού οξέος

Κατάλογος εικόνων

- Εικόνα 1.1** Μηχανισμός δράσης των αντιοξειδωτικών στις ελεύθερες ρίζες (Siddeeg, A, et.al, 2021).
- Εικόνα 1.2** Αντιδράσεις των βιταμινών E (TOH) με $\bullet$ OH (A) και C (AsCH $^-$) με ROO $\bullet$ (B) και αναγέννηση της βιταμίνης E από τη βιταμίνη C (Lu, et.al, 2010).
- Εικόνα 1.3** Χημική δομή β-σιτοστερόλης, στιγμαστερόλης, καμπεστερόλης & χοληστερόλης (Tolveetal, 2018).
- Εικόνα 2.1** Δομή των απλών σακχάρων (γλυκόζη, φρουκτόζη, γαλακτόζη) (Roos, G., & Roos, C, 2015).
- Εικόνα 2.2** Δομή Δισακχαριτών Λακτόζη (γαλακτόζη +γλυκόζη) και Κελλοβιόζη (γλυκόζη + γλυκόζη) (Oregon state university).
- Εικόνα 2.3** Δομή του πολυσακχαρίτη Αμυλόζη (Oregon state university).
- Εικόνα 2.4** Δομές των πρωτεϊνών με τη σειρά: πρωτοταγής, δευτεροταγής, τριτοταγής και τεταρτοταγής (Shyamala M, 2013).
- Εικόνα 2.5** Δομικά στοιχεία Τριγλυκεριδίων, Φωσφολιπιδίων και Χοληστερόλης.
- Εικόνα 2.6** Δομές των βιταμινών συμπλέγματος B (Lock S. Etal, 2014).
- Εικόνα 2.7** Οδηγίες για την πρόσληψη υδατανθράκων ενδιάμεσα των αθλητικών δραστηριοτήτων (Burke, et al, 2011).

Μέρος Α: Θεωρητικό

1. ΒΙΟΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Τα τελευταία χρόνια, η αναζήτηση τρόπων προάσπισης της ανθρώπινης υγείας, εξαιτίας της εμφάνισης πληθώρας χρόνιων εκφυλιστικών ασθενειών, όπως οι καρδιακές παθήσεις, ο διαβήτης, η παχυσαρκία, η οστεοπόρωση και ο καρκίνος, έχει οδηγήσει στην υιοθέτηση κατάλληλων διατροφικών μοντέλων. Τα βιολειτουργικά ή λειτουργικά τρόφιμα προβάλλουν ως δυνητική λύση ενίσχυσης της στρατηγικής της πρόληψης, αποτρέποντας την ενδεχόμενη ανάγκη θεραπείας.

Οι Chenetal., (2021) αναφέρουν ότι τα βιολειτουργικά τρόφιμα έχουν σημαντική φυσιολογική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία καθώς μπορεί να αποτελέσουν πηγή βασικών θρεπτικών συστατικών (Chenetal, 2021).

1.1 Εισαγωγή στα βιολειτουργικά τρόφιμα: ορισμός, κατηγοριοποίηση

Τα βιολειτουργικά τρόφιμα στα οποία αποδίδεται βιοδραστικότητα ώστε να προσφέρονται στο καταναλωτικό κοινό με τον ισχυρισμό ότι προάγουν την υγεία, αποτελούν ένα προκλητικό αντικείμενο της Επιστήμης των Τροφίμων και της Διατροφής (Κόκκος, 2011).

Τα βιολειτουργικά τρόφιμα προορίζονται για να προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από χρόνιες ασθένειες. Πρέπει να περιέχουν και τη σωστή δοσολογία της εν λόγω βιοδραστικής ένωσης δηλαδή ούτε πολύ μικρή ούτε πολύ μεγάλη. Οι σωστές δοσολογίες βιοδραστικών ενώσεων σε ένα συγκεκριμένο βιολειτουργικό τρόφιμο εξαρτώνται από τη βιοδραστική ένωση που υπάρχει, την ασθένεια που προορίζεται να θεραπεύσει και το τρόφιμο στο οποίο περιέχεται η βιοδραστική ένωση (Danik M Martirosyanetal, 2015).

1.1.1 Ιστορική διαδρομή

Η περίοδος τόσο του πρώτου όσο και του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου οδήγησε, όχι μόνο τους στρατιώτες αλλά και μεγάλες ομάδες του υπόλοιπου πληθυσμού, να υποφέρουν από έλλειψη θρεπτικών συστατικών, λόγω μη κατανάλωσης συγκεκριμένων τροφίμων. Πλήθος γεγονότων ενίσχυε την πεποίθηση της συσχέτισης ανάμεσα στα διατροφικά συστατικά και την προώθηση της υγείας (Huxleyetal, 2000).

Το 1960, οι επιστήμονες άρχισαν να παρατηρούν ότι η υπερκατανάλωση θρεπτικών συστατικών όπως το λίπος, η χοληστερόλη, το αλάτι σε συνδυασμό με την έλλειψη άλλων όπως το ασβέστιο, ο σίδηρος, οι βιταμίνες και οι διαιτητικές ίνες συμβάλει στην εμφάνιση χρόνιων ασθενειών, όπως οι καρδιοπάθειες, ο καρκίνος, ο διαβήτης και η οστεοπόρωση. Έτσι λοιπόν, στους κόλπους της επιστημονικής κοινότητας, άρχισε να γίνεται αντιληπτό, η συσχέτιση της ισορροπημένης διατροφής με συγκεκριμένους ισχυρισμούς υγείας.

Πολλά κράτη, άρχισαν να εφαρμόζουν οργανωμένα προγράμματα εμπλουτισμού διαφόρων τροφίμων όπως ο εμπλουτισμός των αλεύρων με σίδηρο (Sadighietal, 2019), του αλατιού με ιώδιο κ.ά. αναγνωρίζοντας την αξία του εμπλουτισμού των τροφίμων με την βελτίωση της υγείας του πληθυσμού.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου προγράμματος είναι εκείνο που εφαρμόστηκε στη Δανία και τη Σουηδία όπου, από το 1954 έως το 1987, ο εμπλουτισμός του σιδήρου στα άλευρα κατέστη υποχρεωτικός συμβάλλοντας στη μείωση του ποσοστού αναιμίας στους πληθυσμούς των χωρών αυτών, τη δεκαετία του 1970 (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019).

Στις μέρες μας, οι παράγοντες που επηρεάζουν τους καταναλωτές ώστε να επιλέγουν τα βιολειτουργικά τρόφιμα είναι οι ακόλουθοι: ο τρόπος ζωής, η ηλικία, το φύλο, η προσωπικότητα, το εισόδημα, το μορφωτικό επίπεδο, η εθνικότητα, οι παραδόσεις, οι πεποιθήσεις, οι φυσιολογικοί παράγοντες και οι αισθητηριακές προτιμήσεις, καθώς και το μάρκετινγκ και οι διαθέσιμες πληροφορίες (π.χ. ετικέτες) (Kolbinaetal, 2020).

1.1.2 Ορισμός των βιολειτουργικών τροφίμων

Στην Ιαπωνία, στα μέσα της δεκαετίας του 1980, πρωτοεμφανίστηκε ο όρος «λειτουργικά τρόφιμα» (Shimizu., 2019). Οι οργανισμοί υγείας της χώρας αντιλήφθηκαν ότι, η βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου και η μείωση του κόστους περίθαλψης του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού των ηλικιωμένων σχετίζεται με την επιλογή τροφίμων με οφέλη υγείας.

Την Ιαπωνία ακολούθησαν οι Ηνωμένες Πολιτείες που στη δεκαετία του '90 ανέπτυξαν την πρώτη πράξη ισχυρισμών υγείας, αλλά χωρίς να παρέχουν επίσημο ορισμό του τι είναι βιολειτουργικό τρόφιμο. Οι ευρωπαϊκές χώρες υιοθέτησαν την έννοια των βιολειτουργικών τροφίμων μετά από 10 χρόνια, όταν το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο εισήγαγαν τον κανονισμό για τους ισχυρισμούς διατροφής και υγείας (Καν. (ΕΕ) αρ. 1924/2006), χωρίς όμως να αναφέρεται κάποιος επίσημος ορισμός (Alongi, et al, 2021).

Διαρκώς ενισχύεται η άποψη, μέσω διαφόρων επιστημονικών μελετών, ότι κάποια τρόφιμα, εκτός από την ιδιότητα τους να παρέχουν θρεπτικά συστατικά, τα οποία συμβάλουν στη διατήρηση και ανάπτυξη του ανθρώπινου οργανισμού, βοηθούν στην βελτίωση της υγείας επιδρώντας σε συγκεκριμένες περιοχές του ανθρώπινου οργανισμού. Τα τρόφιμα αυτά είναι ευρέως γνωστά ως «λειτουργικά» (Jones&Jew, 2007).

Ανάλογα με την χώρα, η σημασία των λειτουργικών τροφίμων διαφοροποιείται κυρίως για λόγους ιστορικούς, πολιτιστικούς και νομοθετικά ρυθμιστικούς (Galland, 2013).

1.1.3 Κατηγορίες βιολειτουργικών τροφίμων

Στα βιολειτουργικά τρόφιμα δεν συμπεριλαμβάνονται τα συμπληρώματα διατροφής, τα συστατικά τροφίμων σε μορφή δισκίων ή σκόνης και τα ιατρικά τρόφιμα, τα οποία απευθύνονται μόνο σε ασθενείς. Είναι απαραίτητο να τονιστεί ότι τα βιολειτουργικά τρόφιμα δεν είναι φαρμακευτικά προϊόντα, καθώς δεν θεραπεύουν ή προλαμβάνουν ασθένειες (Rinaldo and Singla, 2021). Τα βιολειτουργικά τρόφιμα έχουν την μορφή κανονικού τροφίμου και καταναλώνονται από τον κάθε άνθρωπο στα πλαίσια της καθημερινής του διατροφής (Roberfroid, 1999). Η επιστημονική κοινότητα τα έχει ταξινομήσει σε τρεις βασικές κατηγορίες:

α) Συμβατικά βιολειτουργικά τρόφιμα: Συμβατικά ή φυσικά βιολειτουργικά τρόφιμα είναι εκείνα τα οποία περιέχουν βιοενεργά συστατικά. Για παράδειγμα, φρούτα και λαχανικά τα οποία περιέχουν αντιοξειδωτικές ουσίες οι οποίες προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από τις ελεύθερες ρίζες. Το λυκοπένιο της ντομάτας, οι ανθοκυάνες του κόκκινου κρασιού και οι κατεχίνες του τσαγιού είναι περιπτώσεις τροφίμων με βιοδραστικές ουσίες.

β) Τρόφιμα για ειδικές διατροφικές χρήσεις: Πρόκειται για βιολειτουργικά τρόφιμα τα οποία έχουν υποστεί συγκεκριμένη βιομηχανική επεξεργασία ώστε να υποστηρίζουν μια συγκεκριμένη διατροφική ανάγκη. Τρόφιμα για βρέφη, παιδιά και ηλικιωμένους,

υποαλλεργικά τρόφιμα (ελεύθερα γλουτένης ή λακτόζης) και τρόφιμα που στοχεύουν στην διατήρηση ή απώλεια βάρους (“light” προϊόντα) περιλαμβάνονται στην συγκεκριμένη κατηγορία.

γ) Ενισχυμένα ή εμπλουτισμένα τρόφιμα: Είναι τα πιο διαδεδομένα, μετά την κατηγορία των συμβατικών. Στα συγκεκριμένα τρόφιμα, ενίσχυση ή εμπλουτισμός είναι η προσθήκη ενός ή περισσότερων συστατικών, είτε αυτά περιέχονται φυσιολογικά είτε όχι στο τρόφιμο με στόχο την πρόληψη ή την αντιμετώπιση διαγνωσμένης ανεπάρκειας στο πληθυσμό ή σε μια πληθυσμιακή ομάδα. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση φολικού οξέος και βιταμίνης C στους χυμούς. Όταν γίνεται προσθήκη συστατικών για να αναπληρωθούν τα χαμένα επίπεδα αυτών κατά την επεξεργασία τότε το τρόφιμο δεν θεωρείται βιολειτουργικό αλλά απλώς εμπλουτισμένο.

δ) Άλλες κατηγορίες: Τα τελευταία χρόνια, έχουν δημιουργηθεί τρόφιμα τα οποία μπορούν να θεωρηθούν βιολειτουργικά. Πρόκειται για:

- Νεοφανή τρόφιμα, τα οποία προκύπτουν από τεχνικές χρήσης μοριακή βιολογίας και γενετικής τροποποίησης των σπόρων των φυτών (καλαμπόκι με υψηλή περιεκτικότητα στο αμινοξυλυσίνη, φρούτα με αυξημένη περιεκτικότητα σε βιταμίνες και λαχανικά πλούσια σε φυτοχημικές ουσίες) (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019).
- Ιατρικά τρόφιμα (medical foods) τα οποία απευθύνονται μόνο σε ασθενείς, χορηγούνται κυρίως εντερικά και στοχεύουν στη διατροφική διαχείριση και αντιμετώπιση κάποιας ασθένειας (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019).
- Τροφοφάρμακα (nutraceuticals) δηλαδή τα συμπληρώματα διατροφής, τα αρωματικά φυτά και βότανα κ.ά οτιδήποτε μπορεί να έχει όφελος για την υγεία.

1.1.4 Παραδείγματα βιολειτουργικών τροφίμων

Η συνεχής δημοσιοποίηση επιστημονικών μελετών, οι οποίες συσχετίζουν τα βιοενεργά συστατικά, που περιέχουν τα βιολειτουργικά τρόφιμα, με την βελτίωση της ποιότητας ζωής αλλά και την πρόληψη - αντιμετώπιση διαφόρων ασθενειών (Ahmedetal, 2022), έχουν οδηγήσει τις βιομηχανίες στην ανάπτυξη και παραγωγή πολλών βιολειτουργικών τροφίμων.

Είναι γεγονός ότι, οι ετικέτες πολλών τροφίμων αναγράφουν ισχυρισμούς διατροφής (π.χ. πλούσιο σε ίνες) αλλά και ισχυρισμούς υγείας (π.χ. περιέχει φυτοστερόλες, οι οποίες έχει αποδειχθεί ότι μειώνουν τη χοληστερόλη).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι κυριότερες κατηγορίες βιολειτουργικών τροφίμων που προκύπτουν από βιομηχανική επεξεργασία, τα βιοδραστικά λειτουργικά συστατικά που περιέχουν και ο ρόλος που διαδραματίζουν στον οργανισμό.

Πίνακας 1.1. Τρόφιμα που έχουν εγκριθεί, είτε βρίσκονται υπό διαδικασία έγκρισης από την EFSA (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019).

Τρόφιμα και βιοενεργά συστατικά	Πιθανό παρεχόμενο όφελος υγείας
Προβιοτικά	
- Προβιοτικές καλλιέργειες μικροοργανισμών (Lacticacid bacteria & bifido bacteria) - Γαλακτοκομικά με προβιοτικές καλλιέργειες (γάλα, γιαούρτι) - Χυμοί φρούτων με προβιοτικές καλλιέργειες	- Βελτιώνουν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος λόγω της θετικής δράσης των μεταβολικών προϊόντων τους.
Πρεβιοτικά	
- Ινουλίνη, ολιγοσακχαρίτες, πολυδεξτρόζη - Φρούτα, λαχανικά, σνακ δημητριακών	- Λειτουργούν ως υποστρώματα ανάπτυξης των προβιοτικών μικροοργανισμών.
Συμβιωτικά	
- Συνδυασμός προβιοτικών – πρεβιοτικών (π.χ. γιαούρτι με προβιοτικά και φρούτα)	- Τα προβιοτικά καταναλώνουν τις πρεβιοτικές ουσίες ενισχύοντας τις ευεργετικές τους δράσεις.
Προϊόντα επάλειψης	
- Μαργαρίνη, γιαούρτι & αλειφόμενο τυρί με φυτικές στερόλες / στανόλες - Μαργαρίνη εμπλουτισμένη με ω-3 λιπαρά - Τυρί, κρέμα & γιαούρτι χαμηλών λιπαρών	- Οι φυτοστερόλες και οι φυτοστανόλες μειώνουν την εντερική απορρόφηση της χοληστερόλης και συνεπώς και τον κίνδυνο για καρδιαγγειακές παθήσεις. - Τα προϊόντα χαμηλών λιπαρών σχετίζονται με τον έλεγχο των λιπιδίων στο αίμα.
Λειτουργικά ροφήματα	
- Χυμοί φρούτων που έχουν υποστεί ενίσχυση ή εμπλουτισμό με βιταμίνες Α, D, E&C, ινουλίνη, καρνιτίνη, ασβέστιο, μαγνήσιο, ω-3 λιπαρά - Γάλα ενισχυμένο με ασβέστιο και βιταμίνη D ή εμπλουτισμένο με ω-3 λιπαρά	- Οι αντιοξειδωτικές βιταμίνες Α, Ε και C ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα του οργανισμού. - Το ασβέστιο, η βιταμίνη D και το μαγνήσιο είναι απαραίτητα για την διατήρηση υγιών οστών και την επίτευξη μέγιστης οστικής μάζας.
Προϊόντα με βάση τα δημητριακά	
- Δημητριακά πρωινού, μπισκότα & κράκερς πλούσια σε φυτικές ίνες - Δημητριακά, ψωμί και άλευρα πλούσια σε	- Οι φυτικές ίνες μειώνουν τον κίνδυνο για καρδιαγγειακές παθήσεις. - Οι βιταμίνες Β είναι απαραίτητες για τη

βιταμίνες του συμπλέγματος Β - Δημητριακά πρωινού εμπλουτισμένα με φυλλικό οξύ - Ψωμί και μπάρες δημητριακών πλούσια σε βιταμίνη Ε, ισοφλαβόνες και διάφορα άλλα αντιοξειδωτικά	λειτουργία του νευρικού συστήματος και του εγκεφάλου. - Το φυλλικό οξύ μειώνει τον κίνδυνο γέννησης βρεφών με προβλήματα του νευρικού σωλήνα. - Τα αντιοξειδωτικά δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες μειώνοντας τον κίνδυνο καρκίνου, καρδιοπαθειών και οστεοπόρωσης.
Ζωικά τρόφιμα	
- Αβγά εμπλουτισμένα με ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, αντιοξειδωτικά και βιταμίνες - Κρέας που περιέχει λιγότερα κορεσμένα λιπαρά, αντιοξειδωτικά και προβιοτικά	- Τα ω-3 λιπαρά οξέα μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων.

Συμπερασματικά, οι βιταμίνες, οι φυτικές ίνες, τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, τα μέταλλα, οι καλλιέργειες βακτηρίων και τα φλαβονοειδή είναι συστατικά που μπορούν να προσθέσουν βιολειτουργικότητα σε κάθε είδος τροφής που παράγεται (Dayetal, 2009).

1.1.5 Καροτενοειδή και ανάπτυξη καινοτόμων βιολειτουργικών τροφίμων

Το κυριότερο χαρακτηριστικό με βάση το οποίο οι καταναλωτές αποφασίζουν να αγοράσουν ένα προϊόν είναι η εμφάνιση τους. Το χρώμα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την αποδοχή ενός προϊόντος από το καταναλωτικό κοινό. Οι χρωστικές των τροφίμων μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες: α) οι φυσικές, β) οι πανομοιότυπες με τις φυσικές, γ) οι συνθετικές και δ) τα ανόργανα τρόφιμα.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον ως προς την αντικατάσταση των συνθετικών χρωστικών από τις φυσικές. Οι φυσικές χρωστικές είναι ιδιαίτερα ελκυστικές από την βιομηχανία διότι δεν είναι τοξικές. Οι φυσικές χρωστικές παραλαμβάνονται από πηγές όπως φυτά, έντομα και μικροοργανισμούς.

Μια από τις σημαντικότερες ομάδες των φυσικών χρωστικών είναι τα καροτενοειδή. Είναι υπεύθυνα για τα κίτρινα, πορτοκαλί, κόκκινα και μοβ χρώματα σε μια μεγάλη ποικιλία φυτών, ζώων και μικροοργανισμών. Σε βιομηχανικό επίπεδο τα καροτενοειδή παράγονται είτε με χημική σύνθεση ή με εκχύλιση από φυτά ή άλγη (Δαβούτη Ι, 2023).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλη ζήτηση για καινοτόμα βιολειτουργικά τρόφιμα τα οποία είναι πλούσια σε φυσικές πηγές καροτενοειδών εξαιτίας των πολλαπλών βιοενεργών δράσεων τους.

Στον πίνακα 1.2. αναγράφονται τα κυριότερα εμπορικά καροτενοειδή, το χρώμα τους, οι κύριες εφαρμογές τους στην βιομηχανία και οι δράσεις τους ως βιοενεργά συστατικά προστιθέμενης αξίας.

Πίνακας 1.2 Διάκριση των καροτενοειδών με βάση το χρώμα, τις εφαρμογές και τις δράσεις τους (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019).

Καροτενοειδή	Χρώμα	Εφαρμογή	Δράσεις
Λουτεΐνη	Κίτρινο	Τροφές πουλερικών, καινοτόμα τρόφιμα	Αντιοξειδωτική
Κανθαξανθίνη	Πορτοκαλί	Τροφές πουλερικών και ισχυρών, καλλυντικά	Αντιοξειδωτική, αντικαρκινική
Λυκοπένιο	Κόκκινο	Συμπληρώματα διατροφής, λειτουργικά τρόφιμα, καλλυντικά	Αντιοξειδωτική, αντικαρκινική
β-καροτένιο	Πορτοκαλί – κόκκινο	Λειτουργικά τρόφιμα, καλλυντικά, ζωοτροφές	Αντιοξειδωτική, αντικαρκινική, βιταμινούχα (προβιταμίνη Α)
Ασταξανθίνη	Ροζ – κόκκινο	Τροφές ιχθυρών, καλλυντικά, βιομηχανία τροφίμων, λειτουργικά τρόφιμα	Αντιοξειδωτική, φωτοπροστατευτική, αντικαρκινική, αντιφλεγμονώδη

Συμπερασματικά, τα καροτενοειδή, παραγόμενα ως φυσικές χρωστικές μέσω βιοδιεργασιών, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων με σημαντικό ρόλο στην διατροφή και στην υγεία του οργανισμού.

1.1.6 Βιολειτουργικά τρόφιμα, ενίσχυση και εμπλουτισμός

Η ανάγκη για την ανάπτυξη και παραγωγή επεξεργασμένων βιολειτουργικών τροφίμων δημιουργήθηκε από το γεγονός ότι, τα συγκεκριμένα τρόφιμα παρέχουν οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό πέρα των αναμενόμενων (Hasler, 2002).

Μελέτες δείχνουν ότι, ένα μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού, παγκοσμίως, εμφανίζει σιδηροπενία, οστεοπόρωση, έλλειψη βιταμινών του συμπλέγματος Β, ιωδίου, βιταμίνης D κ.ά (Amreinetal, 2020). Συγκεκριμένα, για τη βιταμίνη D, τα πρόσφατα στοιχεία (2017 – 2018) δείχνουν χαμηλή πρόσληψη και χαμηλά επίπεδα στο αίμα στην Ευρώπη, ακόμη και σε χώρες με ηλιοφάνεια όπως η Ελλάδα (Σιδέρη, 2018).

Τα συμπεράσματα αυτά οδηγούν στην ενίσχυση της πεποίθησης για την ανάπτυξη και προώθηση στο καταναλωτικό κοινό τρόφιμα με αυξημένη θρεπτική αξία, όπως τα

εμπλουτισμένα και τα ενισχυμένα. Το αποτέλεσμα είναι ότι το νέο προϊόν διαφέρει από το αρχικό διότι έχει μεγαλύτερη διατροφική αξία. Μερικά παραδείγματα εμπλουτισμένων τροφίμων απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1.3 Παραδείγματα εμπλουτισμένων τροφίμων με βιταμίνες.

Αλάτι	Ιώδιο	Γάλα, μαργαρίνη	Βιταμίνες A, D
Αλευρο, ρύζι	B1, B2, νιασίνη, σίδηρος	Χυμοί φρούτων	Βιταμίνες, ασβέστιο, σίδηρος
Ζάχαρη, τσάι	Βιταμίνη A	Δημητριακά πρωινού	Βιταμίνες, σίδηρος

Ο εμπλουτισμός και η ενίσχυση συμβάλει στην αύξηση της διατροφικής πρόσληψης βιταμινών και ιχνοστοιχείων και ειδικότερα:

- Αυξάνει την περιεκτικότητα των τροφίμων σε θρεπτικά συστατικά.
- Συμβάλει στην πρόληψη ασθενειών.
- Δεν προϋποθέτει αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες

Η πιθανή επικινδυνότητα του εμπλουτισμού είναι η υποκατάσταση της διατροφικής εκπαίδευσης, η υπερβολική πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και η αύξηση του κόστους παραγωγής του τροφίμου (Gidley, 2004).

Το υψηλότερο ποσοστό καταναλωτών βιολειτουργικών τροφίμων εμφανίζεται στην Ιαπωνία, στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ευρώπη. Προγνωστικοί παράγοντες για την κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων αποτελούν το φύλο, η ηλικία, η εκπαίδευση και η κατάσταση της υγείας (Josep A Tur, et al, 2018).

1.2 Ο ρόλος της EFSA (Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων)

Σκοπός της ίδρυσης του EFSA είναι η επιστημονική συνδρομή στα θεσμικά όργανα της Ε.Ε. και των Κρατών Μελών (EFSA, 2016). Ο ρόλος του εστιάζεται και περιορίζεται μόνο σε θέματα εκτίμησης επικινδυνότητας (risk assessment) και επικοινωνίας της επικινδυνότητας (risk communication).

Οι κύριες συνιστώσες της ανάλυσης κινδύνων (Risk Analysis) που διέπουν τα τρόφιμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι:

- Εκτίμηση της επικινδυνότητας (Risk assessment)
- Διαχείριση της επικινδυνότητας (Risk management)
- Επικοινωνία της επικινδυνότητας (Risk communication)

Η EFSD **δεν νομοθετεί**. Ο ρόλος της είναι καθαρά **γνωμοδοτικός**. Η νομοθεσία που διέπει τα τρόφιμα καθορίζεται από τα 3 θεσμικά όργανα:

- Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Council of the EU)
- Την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission)
- Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (European Parliament)

και τα Κράτη – Μέλη.

1.3 Αντιοξειδωτικά συστατικά της διατροφής και ο ρόλος τους στην υγεία

Κατά την διαδικασία της γήρανσης και κατά την έκθεση σε περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και ο καπνός των τσιγάρων λαμβάνει χώρα η κυτταρική καταστροφή μέσω της δράσης των ελεύθερων ριζών (Μιχαηλίδου, 2013).

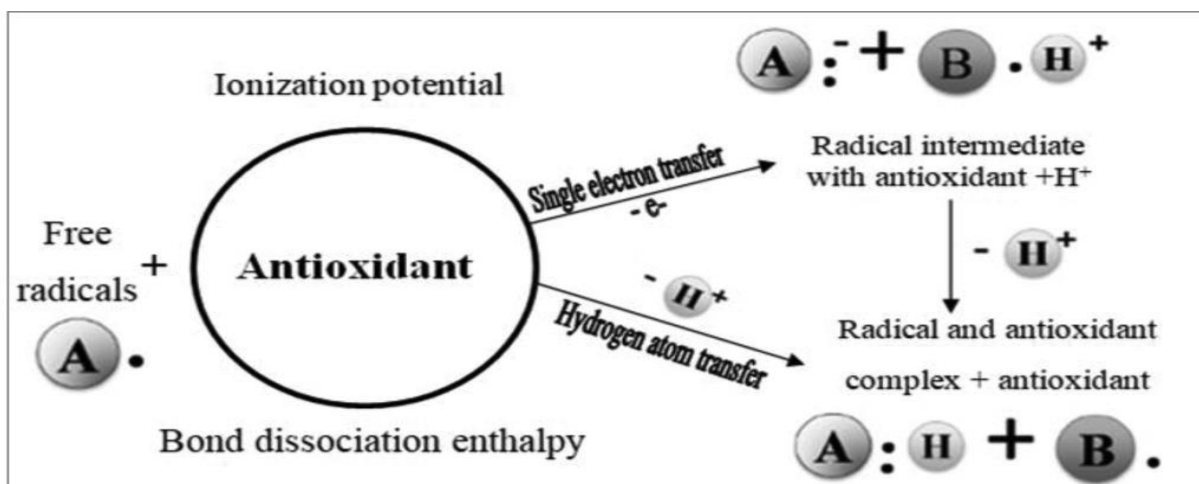
Τα αντιοξειδωτικά προστατεύουν τα κύτταρα από την οξείδωση, που προκαλείται από ελεύθερα ριζώδη οξυγόνου και άλλες αντίστοιχες ενώσεις. Οι βασικοί μηχανισμοί δράσης των αντιοξειδωτικών περιλαμβάνουν: Απενεργοποίηση Ελεύθερων Ριζών: Τα αντιοξειδωτικά μπορούν να δонηθούν με τις ελεύθερες ρίζες και να τις απενεργοποιήσουν, καθιστώντας τις λιγότερο επιβλαβείς για τα κύτταρα. Αναστολή Αλυσίδας Οξείδωσης: Κάποια αντιοξειδωτικά μπορεί να αναστενάζουν τις αλυσίδες οξείδωσης, μειώνοντας τον κύκλο της οξείδωσης. Επισκευή Διασπασμένων Κυττάρων: Ορισμένα αντιοξειδωτικά συμμετέχουν στην επισκευή του DNA και άλλων βιολογικών μορίων που έχουν υποστεί ζημιά λόγω οξείδωσης. Ενεργοποίηση Άλλων Αντιοξειδωτικών Συστημάτων: Τα αντιοξειδωτικά μπορεί να ενεργοποιήσουν άλλα συστήματα αντιοξειδωτικής άμυνας στον οργανισμό.

Τα αντιοξειδωτικά μπορούν να προστατεύσουν τα κύτταρα από την οξείδωση και να συμβάλουν στην πρόληψη αρκετών νοσημάτων, όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις και ορισμένα είδη καρκίνων.

Οι βασικοί μηχανισμοί δράσης των αντιοξειδωτικών περιλαμβάνουν:

- Απενεργοποίηση Ελεύθερων Ριζών: Τα αντιοξειδωτικά μπορούν να δонηθούν με τις ελεύθερες ρίζες και να τις απενεργοποιήσουν, καθιστώντας τις λιγότερο επιβλαβείς για τα κύτταρα.
- Αναστολή Αλυσίδας Οξείδωσης: Κάποια αντιοξειδωτικά μπορεί να αναστενάζουν τις αλυσίδες οξείδωσης, μειώνοντας τον κύκλο της οξείδωσης.

- Επισκευή Διασπασμένων Κυττάρων: Ορισμένα αντιοξειδωτικά συμμετέχουν στην επισκευή του DNA και άλλων βιολογικών μορίων που έχουν υποστεί ζημιά λόγω οξείδωσης.
- Ενεργοποίηση Άλλων Αντιοξειδωτικών Συστημάτων: Τα αντιοξειδωτικά μπορεί να ενεργοποιήσουν άλλα συστήματα αντιοξειδωτικής άμυνας στον οργανισμό (Halliwell, 1996, Vertuani et al. 2004, Halliwell et al., 1995).



Εικόνα 1.1 Μηχανισμός δράσης των αντιοξειδωτικών στις ελεύθερες ρίζες (Siddeeg, A, et.al, 2021).

Οι ελεύθερες ρίζες είναι απαραίτητες για την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού. Το μυστικό κρύβεται στην σωστή ισορροπία μεταξύ των ελεύθερων ριζών και των αντιοξειδωτικών. Όταν οι ελεύθερες ρίζες στον οργανισμό είναι περισσότερες από τα αντιοξειδωτικά τότε δημιουργείται το λεγόμενο «οξειδωτικό στρες» το οποίο προκαλεί ζημιά στο DNA και οδηγεί σε κυτταρικό θάνατο. Βλάβες στο DNA οδηγούν σε διάφορες μορφές καρκίνου αλλά και πρόωρης γήρανσης του οργανισμού (Burton & Jauniaux, 2011).

Τα αντιοξειδωτικά βρίσκονται στα φρούτα και στα λαχανικά ως βιοενεργά συστατικά, με τη μορφή βιταμινών, ιχνοστοιχείων, καροτενοειδών, πολυφαινόλων κ.ά. Πολλά αντιοξειδωτικά αναγνωρίζονται, κυρίως στα φρούτα, από τα χαρακτηριστικά τους χρώματα:

- Βαθύ κόκκινο χρώμα λόγω λυκοπενίου και ανθοκυανικών: κεράσια, κόκκινα μήλα, φράουλες, καρπούζι και ρόδι.
- Κίτρινο / Πορτοκαλί χρώμα λόγω καροτενοειδών: βερίκοκα, πορτοκάλια, μάνγκο, ανανάς.
- Πράσινο χρώμα λόγω χλωροφυλλών και πολυφαινόλων: ακτινίδια, αβοκάντο, πράσινα μήλα και πράσινα σταφύλια.

- Μπλε / Μοβ χρώμα λόγω ανθοκυανικών και τανινών: μπλε και μαύρα μούρα, μοβ σταφύλια και δαμάσκηνα.

Πολλοί παράγοντες συμβάλουν στην δημιουργία των ελεύθερων ριζών. Οι κυριότεροι είναι: η διατροφή, το στρες, το κάπνισμα, η μόλυνση του περιβάλλοντος, αλκοόλ, ακτινοβολία και παρατεταμένη ηλιοθεραπεία, μεγάλη κατανάλωση από πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, βακτήρια – μύκητες και μολύνσεις από ιούς κ.ά (Μπακοπούλου, 2021).

1.3.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες στα τρόφιμα και πιθανά οφέλη στην υγεία

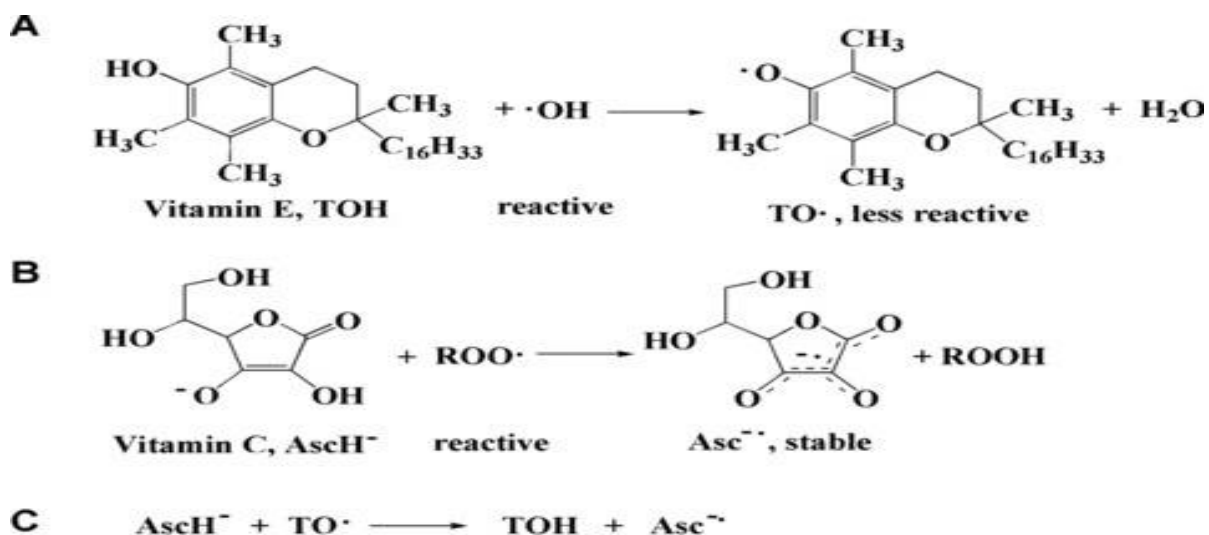
Στον πίνακα 1.4 καταγράφονται τα σημαντικότερα αντιοξειδωτικά συστατικά που βρίσκονται στα φρούτα και ο ρόλος τους στην πρόληψη και βελτίωση της υγείας του ανθρώπινου οργανισμού.

Πίνακας 1.3 Πίνακας των σημαντικότερων αντιοξειδωτικών συστατικών των φρούτων (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019).

Κατηγορία / Συστατικά	Πηγές φρούτων	Πιθανά οφέλη στην υγεία
Καροτενοειδή		
β – καροτένιο	Πεπόνι, βερίκοκα, μάνγκο, καρπούζι, ροδάκινο, λαχανικά	Εξουδετερώνει τις ελεύθερες ρίζες, οι οποίες προκαλούν βλάβες στα κύτταρά μας. Ενισχύει την αντιοξειδωτική άμυνα των κυττάρων.
Λουτεΐνη, Ζεαξανθίνη	Πεπόνι, σύκο, σταφύλια, κεράσια, νεκταρίνι, αχλάδι, ροδάκινο	Πιθανές ευεργετικές ιδιότητες στην όραση.
Λυκοπένιο	Καρπούζι, κόκκινο/ροζ γκρέιπφρουτ, ντομάτα	Πιθανά οφέλη στην υγεία του προστάτη και μείωση κινδύνου για καρκίνο του προστάτη.
Φλαβονοειδή		
Ανθοκυανιδίνες	Μούρα, κεράσια, κόκκινα σταφύλια, κόκκινο κρασί	Ενισχύουν την αντιοξειδωτική άμυνα. Πιθανώς συμμετέχουν στη διατήρηση της καλής εγκεφαλικής λειτουργίας.
Φλαβανόλες – Κατεχίνες, Επικατεχίνες, Προκυανιδίνες	Σταφύλια, νεκταρίνι, ροδάκινο, τσάι	Μπορεί να συμβάλουν στη διατήρηση της καρδιαγγειακής υγείας.
Φλαβανόλες	Εσπεριδοειδή	Εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες και ενισχύουν την αντιοξειδωτική άμυνα.
Προανθοκυανιδίνες	Φράουλες, σταφύλια, κεράσια, κόκκινο κρασί	Πιθανώς συμβάλουν στην υγεία του ουροποιητικού συστήματος και της καρδιάς.

Φαινόλες		
Καφεϊκό οξύ, Φερουλικό οξύ	Πεπόνι, νεκταρίνι, λευκό σταφύλι, ροδάκινο	Ενισχύουν την αντιοξειδωτική άμυνα. Μπορεί να συμβάλουν στην καλή όραση και στην υγεία της καρδιάς.
Βιταμίνες		
Βιταμίνη Α	Αβοκάντο, μάνγκο, ροδάκινο, καρπούζι, βερίκοκο, πεπόνι, δαμάσκηνα	Αντιοξειδωτική δράση. Προστατεύει τα κύτταρα από τις ελεύθερες ρίζες. Συμβάλει στην υγεία των ματιών και της όρασης, των οστών και του ανοσοποιητικού συστήματος.
Βιταμίνη C	Φράουλες, ροδάκινο, καρπούζι, πεπόνι, δαμάσκηνα, αχλάδι, πορτοκάλι, πιπεριές	Προστατεύει τα κύτταρα από τις ελεύθερες ρίζες. Βοηθά στη διατήρηση της υγείας των οστών και του ανοσοποιητικού συστήματος.
Βιταμίνη E	Βερίκοκα, δαμάσκηνα, μούρα, ελαιόλαδο, ξηροί καρποί, ροδάκινο	Προστατεύει τα κύτταρα από τις ελεύθερες ρίζες, ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και προστατεύει την καρδιά.
Μεταλλικά στοιχεία		
Σελήνιο	Σταφύλια, ακτινίδιο, ροδάκινο, καρπούζι	Εξουδετερώνει τις ελεύθερες ρίζες και ενισχύει την άμυνα του οργανισμού.

Η καθημερινή λήψη επαρκής ποσότητας αντιοξειδωτικών όπως η βιταμίνη C και η βιταμίνη E, είναι απαραίτητη για την ομαλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού.



Εικόνα 1.2 Αντιδράσεις των βιταμινών E (TOH) με $\cdot\text{OH}$ (A) και C (AscH^-) με $\text{ROO}\cdot$ (B) και αναγέννηση της βιταμίνης E από τη βιταμίνη C (Lu, et.al, 2010).

Τα τρόφιμα περιέχουν και αντιοξειδωτικά τα οποία δεν είναι απαραίτητα για την επιβίωσή μας. Έχουν ευεργετική δράση για την υγεία μας και μας προστατεύουν από ασθένειες θωρακίζοντας το ανοσοποιητικό μας σύστημα. Ο καφές και η μαύρη σοκολάτα είναι τρόφιμα

που είναι πλούσια σε τέτοιου είδους αντιοξειδωτικά και αποτελούν διαδεδομένη πηγή αντιοξειδωτικών στους κατοίκους του Δυτικού κόσμου.

Η συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα δεν καταναλώνει πολλά φρούτα και λαχανικά αλλά ζωικά τρόφιμα τα οποία περιέχουν ορισμένα αντιοξειδωτικά αλλά σε πολύ μικρότερη ποσότητα σε σχέση με τα φρούτα και τα λαχανικά.

1.4 Προβιοτικά τρόφιμα

Τα προβιοτικά είναι μια από τις σημαντικότερες κατηγορίες των βιολειτουργικών τροφίμων. Κατέχουν σημαντικά μερίδια στην παγκόσμια αγορά τροφίμων. Στην Ευρώπη εμφανίζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά πωλήσεων μεταξύ των λειτουργικών τροφίμων. Παρόλο που υπάρχουν πολλά επιστημονικά δεδομένα για τις ευεργετικές δράσεις τους στην ανθρώπινη υγεία, η EFSA δεν έχει ακόμη (2019) εγκρίνει Ισχυρισμό Υγείας για τα προβιοτικά τρόφιμα.

1.4.1 Ορισμοί: Προβιοτικά, πρεβιοτικά και συμβιωτικά τρόφιμα

Με τον όρο **προβιοτικά τρόφιμα** εννοούμε τα τρόφιμα τα οποία περιέχουν προβιοτικά (probiotics) συστατικά. Σύμφωνα με τον πρόσφατο ορισμό του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (FAO/WHO, Food and Agriculture Organization/World Health Organization) των Ηνωμένων Εθνών τα προβιοτικά είναι «ζωντανοί μικροοργανισμοί οι οποίοι όταν χορηγηθούν σε επαρκείς ποσότητες παρέχουν πλεονέκτημα υγείας στον ξενιστή» (FAO, 2008) (είναι οποιοσδήποτε οργανισμός, ζωικός ή φυτικός, στο εσωτερικό του οποίου φιλοξενεί έναν άλλο, διαφορετικού είδους οργανισμό, στον οποίο παρέχει τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και τον κατάλληλο χώρο διαβίωσης).

Αντίθετα, σύμφωνα με τον ορισμό των FAO/WHO, τα πρεβιοτικά είναι «μη ζώντα συστατικά των τροφίμων τα οποία παρέχουν πλεονέκτημα υγείας στον ξενιστή μέσω διαμόρφωσης της μικροχλωρίδας του» (FAO, 2008).

Γενικά, τα πρεβιοτικά αντιπροσωπεύουν χαμηλού μοριακού βάρους υδατάνθρακες με 3-10 μόρια γλυκόζης που βρίσκονται κυρίως σε φυτικά προϊόντα. Αποτελούν εδέσματα που δεν υποστούν πέψη από τον οργανισμό και χρησιμοποιούνται ως "τροφή" για να προάγουν την ανάπτυξη και δραστηριότητα των "καλών" βακτηρίων (bifido bacteria και lactic acid bacteria) στο έντερο. Μέχρι σήμερα, μόνο δύο είδη πρεβιοτικών εναρμονίζονται πλήρως με τον ορισμό: η ολιγοφρουκτόζη και η ινουλίνη.

Η ινουλίνη αντιπροσωπεύει μια αμυλώδη ουσία που βρίσκεται σε ποικίλα φρούτα, λαχανικά και βότανα, όπως το σιτάρι, τα κρεμμύδια, οι μπανάνες, τα πράσα, οι αγκινάρες και τα σπαράγγια. Για ιατρικούς σκοπούς, συνήθως λαμβάνεται με το στόμα με εμβάπτιση των ριζών κιχωρίου σε ζεστό νερό. Συχνά χρησιμοποιείται περιορίζοντας τα λίπη του αίματος, συμπεριλαμβανομένων της χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων, και εφαρμόζεται επίσης για την αντιμετώπιση προβλημάτων όπως απώλεια βάρους, δυσκοιλιότητα, διάρροια και διαβήτης (Kolida, S., et.al, 2002).

Τόσο η ολιγοφρουκτόζη όσο και η ινουλίνη, πέρα από το γεγονός ότι δεν απορροφώνται από το λεπτό έντερο και φθάνουν στο παχύ έντερο αναλλοίωτες, διακρίνονται και από τη δυνατότητά τους να μην επηρεάζουν τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα ή να ενεργοποιούν την έκκριση ινσουλίνης. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται στην τροφική βιομηχανία για τη βελτίωση της γεύσης και της όψης των χαμηλών σε ζάχαρη και λίπη τροφών, προσθέτοντας γλυκιά γεύση και πλούσια υφή χωρίς να προσθέτουν επιπλέον θερμίδες (Franck A, 2002).

Τέλος, μια άλλη κατηγορία τροφίμων είναι τα **συμβιωτικά (synbiotics) τρόφιμα** τα οποία προκύπτουν από τον συνδυασμό πρεβιοτικών συστατικών με προβιοτικά τρόφιμα π.χ. προσθήκη φρουκτο-ολιγοσακχαριτών σε γιαούρτι με προβιοτικά.

1.4.1.1 Τροφές πλούσιες σε προβιοτικά που υπάρχουν στην Ελλάδα

Το γιαούρτι. Παρασκευάζεται με την προσθήκη δύο βακτηρίων, του *Streptococcus thermophilus* και του *Lactobacillus bulgaricus* σε παστεριωμένο γάλα. Δεν περιέχουν όλα προβιοτικά. Ο καταναλωτής πρέπει να ελέγχει στην ετικέτα για τη φράση "ζωντανή και ενεργή καλλιέργεια γιαούρτης".

Η μαύρη σοκολάτα. Περιέχει προβιοτικά και πρεβιοτικά. Για να αποκομίσει ο ανθρώπινος οργανισμός σημαντικά οφέλη, θα πρέπει η περιεκτικότητα της σοκολάτας σε κακάο να είναι τουλάχιστον 70% και να μην περιέχει ζάχαρη.

Ο αρακάς. Μελέτη που δημοσιεύθηκε στο *Journal of Applied Microbiology* διαπίστωσε ότι ο αρακάς περιέχει *Leuconostoc mesenteroides*, ένα ισχυρό προβιοτικό.

Το ξινολάχανο. Όταν δεν είναι παστεριωμένο, το ξινολάχανο είναι πλούσιο σε βακτήρια *Lactobacillus*, τα οποία ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα και βελτιώνουν την υγεία.

Το κρασί και η μύρα. Τα ζυμωμένα αλκοολούχα ποτά, όπως η μύρα και το κρασί, παρέχουν πραγματικά οφέλη για τον ανθρώπινο οργανισμό όταν καταναλώνονται, φυσικά, με

μέτρο. Βελτιώνουν τα επίπεδα της χοληστερίνης και μειώνουν το σχηματισμό θρόμβων στο αίμα. Το κρασί είναι και μια ισχυρή πηγή αντιοξειδωτικών που καταπολέμα τις ελεύθερες ρίζες.

Οι ελιές. Οι ελιές που υποβάλλονται σε φυσική ζύμωση στο αλάτι περιέχουν προβιοτικά.

Το κεφίρ. Είναι καλύτερη επιλογή. Το κεφίρ εξουδετερώνει τις επιπτώσεις της λακτόζης σε ποσοστό τουλάχιστον στο 70%.

Τα μαλακά ωριμασμένα τυριά. Τα ωριμασμένα, μαλακά τυριά, όπως το τσένταρ το γκούντα και η παρμεζάνα διατηρούν τα ευεργετικά βακτήρια που περιέχουν. Όσο περισσότερο ωριμάζουν τόσο πιο ωφέλιμα είναι και τα βακτήρια για το έντερο.

1.4.1.2 Τροφές πλούσιες σε προβιοτικά που υπάρχουν στην Ελλάδα

Ραδίκια. Είναι μια καλή πηγή προβιοτικών. Το 68% της ρίζας του ραδικιού περιέχει προβιοτικές ίνες και συγκεκριμένα ινουλίνη. Η ινουλίνη βελτιώνει την πέψη των τροφών καθώς επίσης και την λειτουργία του εντέρου. Επίσης, η τακτική κατανάλωση ραδικιών μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης διαβήτη. Επιπλέον, τα ραδίκια περιέχουν πολλά αντιοξειδωτικά στοιχεία που συμβάλλουν στην αποτοξίνωση του συκωτιού από το οξειδωτικό στρες.

Κρεμμύδια. Είναι πλούσια σε ινουλίνη, σε φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες και στο φλαβονοειδές που ακούει στο όνομα κερσετίνη. Η κερσετίνη έχει εξαιρετικές αντιοξειδωτικές και αντικαρκινικές ιδιότητες. Επιπλέον, τα κρεμμύδια έχουν και αντιβιοτικές ιδιότητες.

Πράσα. Βιταμίνες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία, ισχυρά αντιοξειδωτικά και φυτικές ίνες αποτελούν το διατροφικό προφίλ των πράσων. Επίσης, είναι πλούσια σε ινουλίνη. Επιπλέον, είναι εξαιρετική πηγή βιταμίνης Κ η οποία μειώνει τον κίνδυνο θρόμβωσης.

Σπαράγγια. Περιέχουν ινουλίνη. Η ινουλίνη αποτελεί τροφή για τα προβιοτικά στελέχη Bifidobacteria και Lactobacillus.

Μπανάνες. Είναι πλούσιες σε βιταμίνες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία και φυτικές ίνες, ενώ περιέχουν και μικρή ποσότητα ινουλίνης. Οι άγουρες μπανάνες είναι πλούσιες σε ανθεκτικό άμυλο το οποίο έχει προβιοτικές ιδιότητες.

Το κριθάρι. Οι βήτα-γλυκάνες, τις οποίες περιέχει, είναι προβιοτικά που συμβάλλουν στην αποτελεσματική ανάπτυξη του πληθυσμού των φιλικών βακτηρίων στο έντερο.

Βρώμη. Η βρώμη είναι ένα δημητριακό το οποίο περιέχει πρεβιοτικά. Περιέχει μεγάλες ποσότητες βήτα-γλυκάνης οι οποίες συμβάλουν στη χλωρίδα του εντέρου, μειώνουν την κακή LDL χοληστερίνη, βοηθούν στον αποτελεσματικότερο έλεγχο του σακχάρου και μειώνουν το ρίσκο εμφάνισης καρκίνου.

Μήλα. Περιέχουν αρκετές φυτικές ίνες με κυριότερη την πεκτίνη. Είναι μια διαλυτή φυτική ίνα που λειτουργεί ως πρεβιοτικό. Συμβάλλει στη διατήρηση της χλωρίδας του εντέρου, μειώνει τα επίπεδα φλεγμονής και βοηθάει στη απώλεια του σπλαχνικού λίπους

Κακάο. Είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες, οι οποίες έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση. Επιπλέον, οι συγκεκριμένες φυτοχημικές ενώσεις υποστηρίζουν τη χλωρίδα του εντέρου (φιλικά βακτήρια) καθώς καταπολεμούν αποτελεσματικά τα παθογόνα βακτήρια και τα εντερικά παράσιτα.

Λιναρόσπορος. Είναι πολύ καλή πηγή πρεβιοτικών ινών. Οι φυτικές ίνες που περιέχει ο λιναρόσπορος συμβάλλουν στην καλή υγεία του εντέρου, υποστηρίζοντας το μικροβίωμα (φιλικά βακτήρια).

1.4.2 Προβιοτικά τρόφιμα και υγεία του ανθρώπου

Στις μέρες μας επικρατεί η τάση προς έναν υγιεινότερο τρόπο ζωής. Ο ρόλος των προβιοτικών βακτηρίων, προς την κατεύθυνση αυτή, έχει κερδίσει την προσοχή τόσο του καταναλωτικού κοινού όσο και της βιομηχανίας τροφίμων. Οι ευεργετικές επιδράσεις και οι θεραπευτικές εφαρμογές των προβιοτικών βακτηρίων στον άνθρωπο συνοψίζονται στον Πίνακα 1.5.

Πίνακας 1.4 Ευεργετικές επιδράσεις και θεραπευτικές εφαρμογές των προβιοτικών βακτηρίων στην υγεία του ανθρώπου

Ευεργετικές επιδράσεις	Θεραπευτικές εφαρμογές
Συντήρηση της φυσιολογικής εντερικής μικροχλωρίδας και της μικροχλωρίδας του ουρογεννητικού συστήματος	Πρόληψη λοίμωξης του ουρογεννητικού συστήματος
Ανακούφιση από τη δυσανεξία στην λακτόζη	Ανακούφιση από δυσκοιλιότητα
Μείωση των επιπέδων χοληστερόλης του ορού	Προστασία κατά της διάρροιας των ταξιδιωτών
Αντικαρκινική δράση	Πρόληψη της παιδικής διάρροιας
Διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος	Μείωση διάρροών που επάγονται από χρήση αντιβιοτικών
Βελτιωμένη θρεπτική αξία των τροφίμων	Πρόληψη υπερχοληστερολαιμίας
	Προστασία από καρκίνο του παχέος εντέρου και της ουροδόχου κύστης

Μείωση των παρενεργειών της ηπατικής εγκεφαλοπάθειας Ενίσχυση σε περιπτώσεις υπό- και υπερχλωρυδρίας Πρόληψη της οστεοπόρωσης

1.5 Φυτικές ίνες

Ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο τα φρούτα, τα λαχανικά και τα όσπρια θεωρούνται ευεργετικά για την υγεία μας είναι οι φυτικές ίνες.

1.5.1 Εισαγωγή στις φυτικές ίνες

Μερικοί συγγραφείς ορίζουν τις φυτικές ή διαιτητικές ίνες ως τους μη αφομοιώσιμους υδατάνθρακες και τη λιγνίνη, που είναι εγγενείς και άθικτοι εντός των φυτών και εμφανίζουν ευεργετικές φυσιολογικές επιδράσεις εντός του ανθρώπινου οργανισμού (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019). Επομένως, πρόκειται για υδατάνθρακες φυτικής προέλευσης που δεν μπορούν να διασπαστούν στον οργανισμό για αυτό και δεν αφομοιώνονται. Η φυτικές ίνες βρίσκονται κυρίως σε τρόφιμα όπως τα δημητριακά, οι ξηροί καρποί, τα όσπρια, τα φρούτα και τα λαχανικά.

Επιστήμονες από την Αγγλία και τη Γερμανία (Aune, Dagfinn, et al, 2011) ανέλυσαν 25 ερευνητικές μελέτες που διεξήχθησαν σε Αμερική, Ευρώπη και Ασία, περιλαμβάνοντας ένα δείγμα περίπου 2 εκατομμυρίων ατόμων, και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μια διατροφή πλούσια σε φυτικές ίνες, ιδίως από δημητριακά όπως το ψωμί ολικής αλέσεως, τα δημητριακά ολικής αλέσεως, το καστανό ρύζι, η βρώμη και το κριθάρι, μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου. Συγκριτικά με τη χαμηλότερη κατανάλωση φυτικών ινών, κάθε αύξηση των φυτικών ινών που προέρχονται από προϊόντα ολικής αλέσεως κατά 10 γραμμάρια οδηγούσε σε 10% μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου. Για παράδειγμα, εάν κάποιος καταναλώνει 5 γραμμάρια φυτικών ινών ημερησίως και τα αυξάνει σε 15 γραμμάρια, ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου μειώνεται κατά 10%. Επίσης, η προσθήκη στη διατροφή 3 μερίδων προϊόντων ολικής αλέσεως (90 γραμμάρια ανά μερίδα) τη μέρα συνδέεται με μείωση 20% στην πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου.

1.5.2 Κατηγορίες φυτικών ινών

Τρείς είναι οι κατηγορίες των φυτικών ινών: διαιτητικές ίνες (σιτάρι και πίτουρο), λειτουργικές ίνες (περιλαμβάνουν το ανθεκτικό άμυλο δηλαδή το άμυλο το οποίο δεν πέπτεται στο λεπτό έντερο και εισέρχεται στο παχύ) και τις συνολικές ίνες (άθροισμα διαιτητικών και λειτουργικών ινών). Οι φυτικές περιλαμβάνουν ένα μεγάλο φάσμα ουσιών (κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, πηκτίνες, β-γλυκάνες, υδροκολλοειδή, ανθεκτικό άμυλο, μη αφομοιώσιμους ολιγοσακχαρίτες, συνθετικές ενώσεις υδατανθράκων, λιγνίνη). Ανάλογα με την διαλυτότητα των ινών στο νερό χωρίζονται σε διαλύτες (π.χ. πηκτίνες, β-γλυκάνες) και σε αδιάλυτες (π.χ. κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, λιγνίνη).

1.5.3 Οι κύριες λειτουργίες των φυτικών ινών για τον οργανισμό

Οι φυτικές ίνες:

- Βοηθούν στην λειτουργία του πεπτικού συστήματος παρέχοντας άπεπτο υπόλειμμα.
- Προκαλούν το αίσθημα του κορεσμού
- Προστατεύουν από διάφορες διαταραχές του γαστρεντερικού όπως: δυσκοιλιότητα, σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου, εκκολπωμάτωση του παχέος εντέρου, αιμορροΐδες, κίρσοι και ραγάδες.
- Συμβάλλουν στην πρόληψη από διάφορα νοσήματα όπως: καρκίνος του παχέος εντέρου, καρδιοαγγειακά, διαβήτης.
- Τα τρόφιμα με φυτικές ίνες είναι πλούσια σε βιταμίνες και ιχνοστοιχεία θωρακίζοντας τον οργανισμό μας από θρεπτικά συστατικά.
- Δεσμεύουν την χοληστερόλη και εμποδίζουν την αύξησή της στο αίμα.

1.5.4 Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη φυτικών ινών

Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη φυτικών ινών εξαρτάται από το φύλο και την ηλικία:

- Οι ενήλικες άντρες πρέπει να λαμβάνουν περίπου 34 γραμμάρια.
- Οι ενήλικες γυναίκες πρέπει να λαμβάνουν περίπου 28 γραμμάρια.

Τα παιδιά και οι έφηβοι χρειάζονται, ημερησίως, λιγότερες φυτικές ίνες από τους ενήλικες:

- Οι έφηβοι ηλικίας 14-18 ετών χρειάζονται περίπου 25,2 (κορίτσια) έως 30,8 (αγόρια) γραμμάρια.
- Τα παιδιά ηλικίας 9-13 ετών χρειάζονται περίπου 22,4 (κορίτσια) έως 25,2 (αγόρια) γραμμάρια.

- Τα παιδιά ηλικίας 4-8 ετών χρειάζονται περίπου 16,8 (κορίτσια) έως 19,6 (αγόρια) γραμμάρια.
- Τα παιδιά ηλικίας 1-3 ετών χρειάζονται περίπου 14 γραμμάρια.

1.5.5 Πιθανές αρνητικές επιδράσεις της κατανάλωσης φυτικών ινών

Η βασικότερη πιθανή αρνητική επίπτωση στον ανθρώπινο οργανισμό, της υπερβολικής πρόσληψης φυτικών ινών, είναι η μειωμένη απορρόφηση των βιταμινών, των πρωτεϊνών και της ενέργειας.

Τα άτομα που δεν καταναλώνουν συχνά φυτικές ίνες, πρέπει να είναι πολύ προσεκτικά στην απότομη αύξησης πρόσληψης τους, διότι η απότομη αύξηση μπορεί να προκαλέσει δυσφορία κατά την πέψη (φούσκωμα στην κοιλιά) (Akrami, M, et.al, 2016).

Ένα βασικό συστατικό των τροφών με φυτικές ίνες είναι το φυτικό οξύ. Έχει την ιδιότητα να δεσμεύει το σίδηρο και το ασβέστιο, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η απορρόφησή τους από τον οργανισμό.

Άτομα με σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου, εκκολώματα, ελκώδη κολίτιδα, νόσο Crohn, γαστρίτιδα και διάρροια πρέπει να είναι προσεκτικά στην ποσότητα των φυτικών ινών που καταναλώνουν.

Συμπερασματικά, οι φυτικές ίνες αποτελούν βιολειτουργικά συστατικά με αποδεδειγμένη δράση τόσο στην υγεία του γαστρεντερικού συστήματος όσο και στην πρόληψη της καρδιαγγειακής νόσου και του διαβήτη. Η καθημερινή πρόσληψη της συνιστώμενης ποσότητας φυτικών ινών, είτε από επεξεργασμένα είτε από συμβατικά λειτουργικά τρόφιμα, είναι απαραίτητη για την προαγωγή της υγείας του πληθυσμού.

1.6 Τα είδη των λιπαρών

Τα λιπαρά οξέα αποτελούν, μαζί με την πρωτεΐνη και τους υδατάνθρακες, τη βασική πηγή ενέργειας για τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα λαμβάνουμε μέσω της κατανάλωσης λίπους. Ορισμένα είδη λιπαρών, όταν καταναλώνονται στη σωστή ποσότητα, συμβάλλουν και στη διατήρηση της καλής υγείας του οργανισμού μας, όπως τα μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά ($\omega 3$, $\omega 6$, $\omega 9$). Αντιθέτως, υπάρχουν λιπαρά, τα οποία είναι βλαβερά και ως εκ τούτου πρέπει να αποφεύγονται (κορεσμένα, trans) (Ρούκη Κ, 2021).

1.6.1 Κατηγορίες λιπαρών

Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιείται εκτενής μελέτη για τις επιδράσεις των λιπαρών οξέων στη διατροφή και την υγεία του οργανισμού. Το λίπος αποτελεί, ίσως, την κυριότερη πηγή μακροθρεπτικών συστατικών. Ένα γραμμάριο λίπους αποδίδει 9 kcal καθιστώντας το πιο πυκνό ενεργειακά συστατικό της διατροφής.

Η κατηγοριοποίηση των λιπαρών οξέων πραγματοποιείται ανάλογα με τη χημική τους δομή. Κυριότερες κατηγορίες λιπαρών, είναι τα ακόρεστα και τα κορεσμένα λιπαρά οξέα. Φυσιολογικά, απαντώνται όλα στη φύση και σε ποικιλία τροφίμων, ενώ το κάθε είδος λιπαρών διαδραματίζει διαφορετικό ρόλο στο οργανισμό.

1.6.1.1 Ακόρεστα λιπαρά οξέα

Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία λιπαρών. Ανάλογα με τη χημική τους δομή, διακρίνονται στα **μονοακόρεστα** και στα **πολυακόρεστα** λιπαρά. Τα κυριότερα ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι:

- Τα μονοακόρεστα: ελαϊκό οξύ
- Τα ω-6 πολυακόρεστα: λινελαϊκό οξύ
- Τα ω-3 πολυακόρεστα:
 - α-λινολενικό οξύ
 - Εικοσαπενταενοϊκό οξύ
 - Εικοσιδυαεξαενοϊκό οξύ

Ορισμένα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (λινελαϊκό και α-λινολενικό) θεωρούνται απαραίτητα στη διατροφή, καθώς ο ανθρώπινος οργανισμός αδυνατεί να τα συνθέσει.

Η αξία των ακόρεστων λιπαρών οξέων στη διατροφή είναι: η μείωση των επιπέδων χοληστερόλης, η μείωση των τριγλυκεριδίων ορού, η πρόληψη εμφάνισης καρδιαγγειακών, η βελτίωση των εγκεφαλικών λειτουργιών, η βελτίωση της πηκτικότητας του αίματος και η αντιφλεγμονώδης δράση τους.

Ο κίνδυνος καρδιαγγειακής νόσου θα μπορούσε να μειωθεί με λειτουργικά τρόφιμα εμπλουτισμένα με αυτά τα ακόρεστα λιπαρά οξέα (Asgaryetal, 2018).

1.6.1.2 Κορεσμένα και trans λιπαρά οξέα.

Τα κορεσμένα λίπη αντιπροσωπεύουν μια κατηγορία λίπους όπου οι αλυσίδες των λιπαρών οξέων διαθέτουν αποκλειστικά απλούς χημικούς δεσμούς. Ένα λιπίδιο απαρτίζεται από δύο

μικρότερα μόρια, τη γλυκερόλη και το λιπαρό οξύ. Τα λίπη περιλαμβάνουν μακριές αλυσίδες άνθρακα (C), όπου ορισμένα άτομα συνδέονται απλούς δεσμούς ($-C-C-$), ενώ άλλα συνδέονται με διπλούς δεσμούς ($-C=C-$). Οι διπλοί δεσμοί είναι ικανοί να αντιδράσουν με υδρογόνο, δημιουργώντας απλούς δεσμούς. Τα κορεσμένα λίπη, τα οποία ονομάζονται έτσι επειδή ο δεύτερος δεσμός έχει σπάσει και τα μέρη του έχουν συνδεθεί (κορεστεί) με ένα άτομο υδρογόνου, είναι προdominantly παρόντα στα ζωικά λίπη, ενώ τα λίπη από φυτά και ψάρια είναι κατά κύριο λόγο ακόρεστα. Γενικά, τα κορεσμένα λίπη εμφανίζουν υψηλότερα σημεία τήξης σε σύγκριση με τα αντίστοιχα ακόρεστα λίπη. Αυτό σημαίνει ότι σε θερμοκρασία δωματίου, τα κορεσμένα λίπη είναι κατά κύριο λόγο στερεά, ενώ τα ακόρεστα λίπη παραμένουν υγρά με διάφορες ιξώδεις ιδιότητες, ιδίως στη θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος (Ρούκη Κ, 2021).

Τα τρανς ακόρεστα λιπαρά είναι λιπαρά οξέα ευθείας αλυσίδας που περιλαμβάνουν έναν ή περισσότερους διπλούς δεσμούς, εμποδίζοντας την περιστροφή των ατόμων άνθρακα κατά μήκος του μορίου. Αυτό οδηγεί στην ύπαρξη διαφορετικών συντακτικών ισομερών, με τα cis ισομερή να έχουν τα άτομα υδρογόνου στη μία πλευρά του διπλού δεσμού, ενώ τα trans ισομερή έχουν τα άτομα υδρογόνου από τις δύο πλευρές του δεσμού. Ανακαλύπτονται σε μικρές ποσότητες στα λιπαρά των κρεάτων και του γάλακτος. Στις αρχές του 20ού αιώνα, βρίσκονταν σε υψηλές ποσότητες σε βιομηχανικά παραγόμενα έλαια, χρησιμοποιούμενα σε μαργαρίνη, snacks, συσκευασμένα αρτοσκευάσματα και τηγανητά τρόφιμα fastfood (Ρούκη Κ, 2021).

Η σύγχρονη δυτικού τύπου διατροφή χαρακτηρίζεται από αυξημένη κατανάλωση λιπαρών οξέων γι' αυτό και έχει συνδεθεί με προβλήματα υγείας, παχυσαρκία και καρδιαγγειακά προβλήματα.

1.6.2 Η ανάγκη για ισορροπία στην πρόσληψη των λιπαρών οξέων

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα λιπαρά θα πρέπει να αποτελούν το 25 – 35% της συνολικής προσλαμβανόμενης ενέργειας (δηλ. στο σύνολο των θερμίδων που λαμβάνουμε ημερησίως). Για τα παιδιά (κάτω των 3 ετών) θα πρέπει να είναι 30 – 40%. Τα κορεσμένα λιπαρά, δεν θα πρέπει να ξεπερνούν το 10% των συνολικών θερμίδων και τα trans λιπαρά μέχρι 1%. Άρα λοιπόν, χρειαζόμαστε τα λιπαρά στη διατροφή μας αλλά σε ισορροπία. Εκτός από την ποσότητα των λιπαρών που καταναλώνουμε τεράστια σημασία έχει και η

ποιότητα. Επιλέγουμε τρόφιμα πλούσια σε πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, περιορίζουμε τα κορεσμένα και αποφεύγουμε όσο το δυνατόν περισσότερο τα trans λιπαρά.

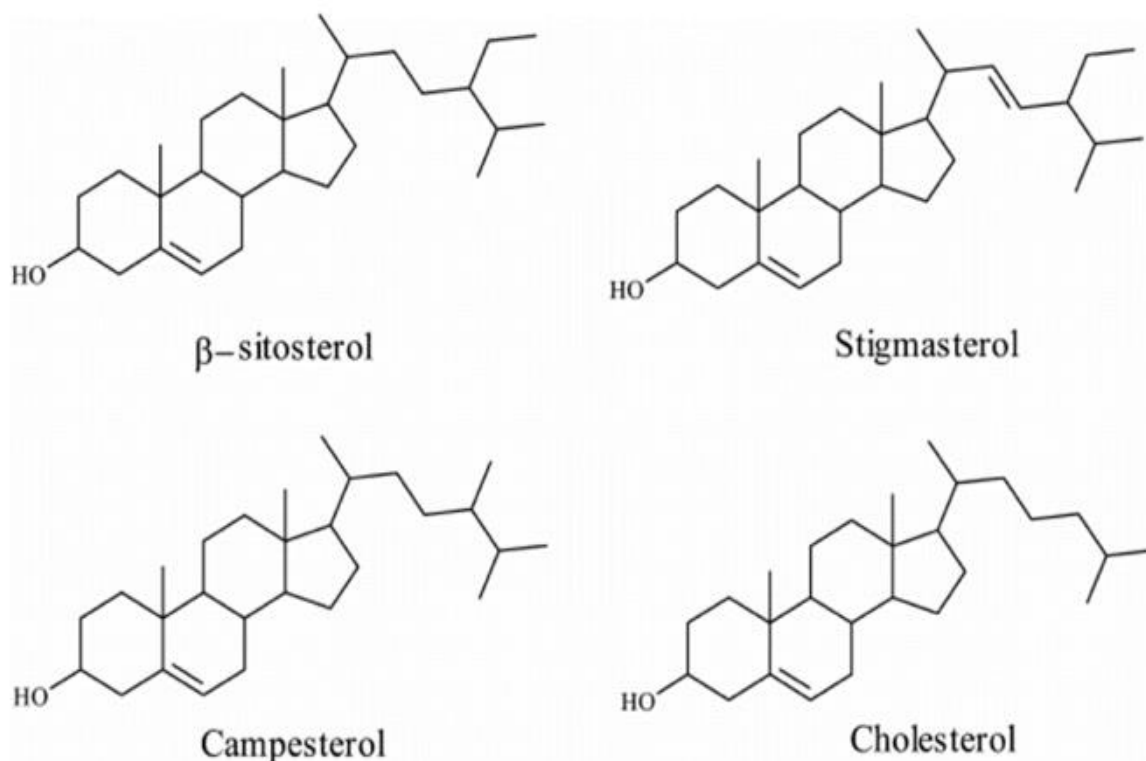
1.7 Φυτοστερόλες

Οι φυτοστερόλες αποτελούν ένα φυσικό συστατικό το οποίο υπάρχει στα τρόφιμα της καθημερινής μας διατροφής, όπως σε φυτικά έλαια, σε ξηρούς καρπούς, σε σπόρους, σε φρούτα και λαχανικά. Μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά τα επίπεδα χοληστερίνης ορού και να ρυθμίσει τη φλεγμονή.

Κλινικές μελέτες υποδεικνύουν ότι η ημερήσια κατανάλωση 2-2,5 gr φυτοστερολών σχετίζεται με 8-10% μείωση των επιπέδων της LDL χοληστερόλης. Λόγω παρόμοιας δομής με την χοληστερόλη έχουν την ικανότητα να την εκτοπίζουν από τα μικκύλια στο λεπτό έντερο, με αποτέλεσμα να φθάνει λιγότερη χοληστερόλη στο εντερικό τοίχωμα σε απορροφήσιμη μορφή και η άλλη να απομακρύνεται από τον οργανισμό μέσω του παχέος εντέρου (Cabraletal, 2017).

1.7.1. Ορισμός και πηγές φυτικών στερολών και στανολών

Οι φυτικές στερόλες και στανόλες αποτελούν φυσικά, μη θρεπτικά συστατικά, τα οποία έχουν σημαντική συμβολή στη διάρθρωση των κυτταρικών μεμβρανών των φυτών (Cofán M, et al, 2015). Συνιστούν, ουσιαστικά, τα "χοληστερόλη" του φυτικού βασιλείου. Οι πλέον κοινές φυτοστερόλες που συναντώνται στα τρόφιμα περιλαμβάνουν τη β-σιτοστερόλη, την καμπεστερόλη και τη σιγμαστερόλη. Η χημική δομή τους παρομοιάζει με αυτή της χοληστερόλης, εκτός από την παρουσία επιπλέον ομάδας μεθυλίου ή αιθυλίου, ή ενός διπλού δεσμού στην πλευρική αλυσίδα τους (Gupta AK, et al, 2011). Από την άλλη πλευρά, οι στανόλες αποτελούν κορεσμένα μόρια, προκύπτοντας από την υδρογόνωση των στερολών, και παρουσιάζονται σε μικρότερο ποσοστό στη φύση. Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται η σιτοστανόλη, που προκύπτει από τη σιτοστερόλη, και η καμπεστανόλη, που προκύπτει από την καμπεστερόλη.



Εικόνα 1.3 Χημική δομή β-σιτοστερόλης, στιγμαστερόλης, καμπεστερόλης & χοληστερόλης (Tolveetal., 2018).

Ποσότητες επιλεγμένων τροφίμων που απαιτούνται για την παροχή 2 gr φυτικών στερολών (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019):

2 gr φυτικών στερολών	425 ντομάτες 210 καρότα 150 μήλα 83 πορτοκάλια 70 φέτες ψωμί ολικής αλέσεως 11 κούπες φιστίκια
-----------------------	---

Ακόμα και στην περίπτωση μιας αυστηρής χορτοφαγικής διαίτας η ημερήσια πρόσληψη στερολών είναι 3-4 φορές μικρότερη από τη συνιστώμενη πρόσληψη. Για το λόγο αυτό έχουν φτιαχτεί λειτουργικά τρόφιμα και συμπληρώματα διατροφής τα οποία τις περιέχουν. Οι πιο συνηθισμένες φυτικές στερόλες είναι η β-σιτοστερόλη, η καμπεστερόλη και η στιγμαστερόλη. Η πιο κοινή φυτοστερόλη είναι η σιτοστερόλη.

Πίνακας 1.5 Φυτικές στερόλες σε ορισμένα τρόφιμα ενός δυτικού τύπου διαιτολογίου (Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, 2019).

Φυτικά έλαια	mg/100gr	Καρποί, σπόροι, δημητριακά, φρούτα & λαχανικά	mg/100gr
Καλαμποκέλαιο	715-952	Αμύγδαλα (30g)	43
Κραμβέλαιο	250-731	Φιστίκια (30g)	66
Σογιέλαιο	221-328	Αλεύρι ολικής άλεσης (20g)	40
Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο	144-150	Νιφάδες ολικής άλεσης (50g)	32
Φοινικέλαιο	49-61	Ψωμί ολικής άλεσης (3 φέτες)	86
Φυτική μαργαρίνη, πλήρη λιπαρά	310	Μήλο (1 μικρό)	13
Φυτικά μαργαρίνη, χαμηλή σε λιπαρά	140	Πορτοκάλι (1 μικρό)	24
		Μπρόκολο (1 φλιτζ., κομμένο)	39
		Καρότο (1 φλιτζ., κομμένο)	16

Λειτουργικά τρόφιμα εμπλουτισμένα με φυτικές στερόλες / στανόλες είναι: προϊόντα επάλειψης (spreads) εμπλουτισμένα με φυτικές στερόλες, γάλα και γιαούρτι εμπλουτισμένα με φυτικές στερόλες, ρόφημα γιαουρτιού εμπλουτισμένο με φυτικές στερόλες.

1.7.2 Ο μηχανισμός δράσης των φυτοστερολών

Η δομική ομοιότητα των φυτικών στερολών/στανολών με τη χοληστερόλη αποτελεί τον παράγοντα υπεύθυνο για την υπολιπιδαιμική τους δράση. Συγκεκριμένα, οι φυτικές στερόλες ανταγωνίζονται την απορρόφηση της χοληστερόλης από τον εντερικό αυλό, συνδεόμενες με τα μικκύλια του εντέρου. Αυτή η διαδικασία οδηγεί σε μείωση της περιεκτικότητας των μικκύλλων σε χοληστερόλη, με αποτέλεσμα τη μείωση της απορρόφησης και, συνακόλουθα, της μεταφοράς της στην κυκλοφορία. Επιπλέον, οι φυτικές στερόλες υδrolύονται πιο εύκολα σε σύγκριση με τη χοληστερόλη. Η παρουσία τους στο έντερο επηρεάζει αρνητικά τη διαλυτότητα της χοληστερόλης στα μικκύλια, μειώνοντας έτσι την περαιτέρω απορρόφησης της. Ταυτόχρονα, αυξάνεται η απέκκρισή της στα κόπρανα (Gupta AK,et.al, 2011).

1.8 Υπερτροφήμα – Superfoods

Λόγω έλλειψης χρόνου καθίσταται δύσκολο να προσφέρουμε στον οργανισμό μας ολοκληρωμένα γεύματα που να προσφέρουν οφέλη στην υγεία μας. Παρόλα αυτά, πρέπει να βρούμε τον χρόνο και τον τρόπο ώστε να προσφέρουμε στον οργανισμό μας την δυνατότητα να απολαύσει γεύματα νόστιμα, ποιοτικά αλλά και θρεπτικά.

Ανέκαθεν οι καταναλωτές ψάχνανε το ιδανικό τρόφιμο το οποίο θα μπορούσε να έχει πλήρη θρεπτικά συστατικά (βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, κλπ). Τα τελευταία χρόνια, επιστημονικές

μελέτες καταδεικνύουν τη σημασία μιας κατηγορίας μη επεξεργασμένων τροφίμων των οποίων η σύσταση σε θρεπτικά συστατικά είναι ικανή να προάγει την εύρυθμη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Οι τροφές αυτές είναι γνωστές ως υπερτροφή ή υπερτροφές.

Με τον όρο «υπέρ-τροφές» αναφερόμαστε σε τρόφιμα τα οποία έχουν μεγάλη συγκέντρωση βιταμινών, ιχνοστοιχείων, μετάλλων, ισχυρών αντιοξειδωτικών και άλλων θρεπτικών συστατικών, σε μικρό όγκο τροφίμου και παρέχουν στον οργανισμό οφέλη για την υγεία, τα οποία πιστοποιούνται - αποδεικνύονται από κλινικές μελέτες (Gupta&Mishra, 2021).

Άρα, οι υπερτροφές είναι μια ειδική κατηγορία τροφών. Υπάρχουν στην φύση. Έχουν λίγες θερμίδες αλλά προσφέρουν πολλά οφέλη στην υγεία του σώματος. Επίσης, τα θρεπτικά συστατικά που περιέχουν δεν μπορούμε να τα παρασκευάσουμε μόνοι μας.

Οι υπερτροφές χωρίζονται σε 5 μεγάλες κατηγορίες: 1) πράσινες υπερτροφές, 2) υπερτροφές φρούτων και ξηρών καρπών, 3) υπερτροφές από προϊόντα μέλισσας, 3) φύκια, 4) βότανα.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα υπερτροφών αποτελούν οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- Φρούτα: ρόδι, μούρα, μπλε βατόμουρα, σμέουρα, φράουλες, γκότζιμπερι, κράνμπερι, αβοκάντο, καρύδα, σταφύλι, ακάιμπερι, ιπποφάες.
- Ξηροί καρποί: καρύδια, αμύγδαλα, δημητριακά.
- Όσπρια: κόκκινα φασόλια, κακάο, γλυκοπατάτες, μαστίχα.
- Λαχανικά: μπρόκολο, σπανάκι.
- Φύκια: σπιρουλίνα, χλωρέλλα.
- Προϊόντα γάλακτος: κεφίρ, γάλα γαϊδούρας.
- Βότανα: τζίντζερ, ginkgobiloba, τσάι.
- Προϊόντα μέλισσας: μέλι, βασιλικός πολτός, κερί.
- Έλαια: ελαιόλαδο, έλαιο καρύδας

1.9 Βιολειτουργικά τρόφιμα και φυσική δραστηριότητα

Για την βελτίωση της αθλητικής απόδοσης, της σωστής προετοιμασίας, της αποκατάστασης λόγω κόπωσης μετά την άσκηση, καθώς και για την αποφυγή των τραυματισμών η σωστή και ισορροπημένη διατροφή είναι σημαντική. Οι αθλητές είναι υποχρεωμένοι να ακολουθούν μια καλά ισορροπημένη διατροφή. Υπάρχουν διατροφικά συστατικά τα οποία είναι δύσκολο να προσληφθούν, σε ένα επαρκές επίπεδο, από μια φυσιολογική και ισορροπημένη διατροφή

διότι οι ανάγκες των αθλητών σε θρεπτικά συστατικά είναι μεγαλύτερη από τις συνιστώμενες ημερήσιες ποσότητες.

Τα λειτουργικά τρόφιμα μπορεί να παίξουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση υψηλότερης φυσικής δραστηριότητας. Διάφορα ροφήματα που παρέχουν ισορροπημένη σύνθεση υγρών, ηλεκτρολυτών και ενεργειακών υποστρωμάτων με εύκολη αφομοίωση μπορούν να στηρίξουν άτομα με ενεργό σωματική άσκηση, συμπεριλαμβανομένων των αθλητών. Αυτά τα ροφήματα μπορούν επίσης να εξυπηρετήσουν ανθρώπους που δυσκολεύονται να καταναλώσουν αρκετά τρόφιμα για να καλύψουν τις διατροφικές τους ανάγκες. Επιπλέον, επιλεγμένοι τύποι υδατανθράκων, με διάφορο γλυκαιμικό δείκτη, μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή απόδοση και αποκατάσταση, συμβάλλοντας στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων για άτομα με έντονη φυσική δραστηριότητα. Η προσθήκη μικροθρεπτικών συστατικών σε λειτουργικά τρόφιμα μπορεί επίσης να ενισχύσει την επαρκή πρόσληψη κατά τη διάρκεια προπόνησης και αγώνων. Συγκεκριμένα, ορισμένα λειτουργικά συστατικά, όπως η καφεΐνη, ειδικά αμινοξέα, η κρεατίνη και η καρνιτίνη (Buono and Wall, 2000), αποτελούν υποψήφια για πιθανή βελτίωση της σωματικής απόδοσης. Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να εντάσσονται αυτά τα συστατικά στη διατροφή και όχι ως συμπληρώματα, διατηρώντας μια ισορροπημένη διατροφή. Η έρευνα για τον ρόλο των λειτουργικών συστατικών στην άσκηση / αθλητισμό έχει ενταθεί τα τελευταία χρόνια λόγω της ανάδειξης πολλών πλεονεκτημάτων στη διατήρηση υγιούς σωματικού βάρους, την προαγωγή της υγείας και την βελτίωση της ποιότητας ζωής και των αποδόσεων (AT and Action, 1999).

Μια μεγάλη ποικιλία λειτουργικών τροφίμων και ροφημάτων διατίθενται στην αγορά με στόχο την ενίσχυση του οργανισμού κατά την διάρκεια της φυσικής του δραστηριότητας.

Στον πίνακα 1.7 παρουσιάζονται τα συστατικά, για τα οποία είτε υπάρχουν επαρκή επιστημονικά στοιχεία, είτε υπάρχουν απλές ενδείξεις ότι ενδεχομένως επιτελούν λειτουργικό ρόλο στην φυσιολογία της άσκησης.

Πίνακας 1.6 Ενδεχόμενη επίδραση λειτουργικών συστατικών στη φυσιολογία της άσκησης

Φυσιολογικές λειτουργίες	A	B	C
Ενυδάτωση	Ισοτονικά υγρά Υδατάνθρακες	Υποτονικά υγρά Γλυκερόλη Αγρινίνη	
Βελτίωση αντοχής	Κιτρικό οξύ Πρωτεΐνη	Καρνιτίνη	Καψαϊκίνη

	Αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας (BCAA) Κρεατίνη		
Ενίσχυση μυϊκής δύναμης	β-HMB	Γλουταμίνη Βιταμίνες C, E	Αργινίνη
Πρόληψη τραυματισμών	Υδατάνθρακες Κιτρικό Οξύ	Καροτενοειδή Φλαβονοειδή Βιταμίνες C, E Καρνοσίνη Ανσερίνη	Αργινίνη Γλυκοζαμίνη Χονδροϊτίνη

*Για τα συστατικά της κατηγορίας A υπάρχουν επαρκή επιστημονικά στοιχεία.

**Για τα συστατικά της κατηγορίας B υπάρχουν προτεινόμενα επιστημονικά στοιχεία. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

***Για τα συστατικά της κατηγορίας C δεν υπάρχουν επιστημονικά στοιχεία, απλά ενδείξεις. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

Μελλοντικά επιβάλλεται να καθοριστεί ένα συγκεκριμένο θεσμικό πλαίσιο αξιολόγησης των τροφίμων που αποδεικνύεται από επιστημονικά δεδομένα ότι έχουν θετική επίδραση στον οργανισμό.

2. ΤΑ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Με τον όρο βιοενεργά ή βιοδραστικά συστατικά εννοούμε εκείνα τα συστατικά των τροφίμων για τα οποία υπάρχουν επαρκώς τεκμηριωμένα επιστημονικά δεδομένα ότι μπορούν να επιτελέσουν μια συγκεκριμένη λειτουργία εντός του οργανισμού. Βρίσκονται σε συμβατικά τρόφιμα. Αποδεικνύεται από μελέτες τόσο κλινικές όσο και επιδημιολογικές ότι συμβάλλουν στη βελτίωση της υγείας μέσω της μείωσης του κινδύνου εμφάνισης ασθενειών ή της βελτίωσης της λειτουργίας των συστημάτων του οργανισμού.

Τέτοιες ουσίες αποτελούν τα γνωστά μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά (βιταμίνες, λιπαρά οξέα κ.ά.) ή οι φυτοχημικές ουσίες, οι πολυφαινόλες, οι ταννίνες κ.ά. Βρίσκονται σε πληθώρα συμβατικών φυτικών λειτουργικών τροφίμων. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί σύγχρονες τεχνολογίες απομόνωσης και ενσωμάτωσης πολλών βιοενεργών συστατικών κάποιων τροφίμων εντός άλλων τροφίμων.

2.1 Ενέργεια

Βασική ανάγκη του οργανισμού είναι η κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών: α) για να εκτελεί τις φυσιολογικές λειτουργίες του δηλαδή την αναπνοή, τη λειτουργία της καρδιάς και την πέψη της τροφής, β) για τη συντήρηση του αλλά και την ανάπτυξή του, γ) για να εκτελεί τις διάφορες φυσικές δραστηριότητές του όπως περπάτημα, διάβασμα, κολύμπι, γυμναστική κ.ά.. Ο οργανισμός για να καλύψει τις ανάγκες του σε ενέργεια χρειάζεται καθημερινά να καταναλώνει ποικιλία τροφών που περιέχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά.

Ειδικότερα για έναν αθλούμενο, η κάλυψη των αυξημένων ενεργειακών του αναγκών είναι απαραίτητη για την διατήρηση της μυϊκής του μάζας, την διατήρηση της δύναμης του, της αντοχής του και την μείωση των ασθενειών του (Βασιλειάδου Σ, et.al, 2021) αλλά και να ασκείται με περισσότερη ένταση χωρίς να κουράζεται (American College of Sports Medicine, 2021).

Τέλος, η πολύ χαμηλή ενεργειακή πρόσληψη μπορεί να οδηγήσει σε διαταραχές (κακή υγεία των οστών, κόπωση, περιορισμένη αποκατάσταση από τραυματισμούς, δυσλειτουργία της εμμήνου ρύσεως σε αθλήτριες και κακή απόδοση) ιδιαίτερα σε ενεργειακές προσλήψεις μικρότερες από 1800 με 2000 ημερησίως (Thomson, 1998).

2.2 Θρεπτικά συστατικά

Τα θρεπτικά συστατικά χωρίζονται σε 6 κατηγορίες: στους υδατάνθρακες, τις πρωτεΐνες, τα λιπαρά, τις βιταμίνες και μέταλλα, τα ιχνοστοιχεία και το νερό. Προσφέρουν την ενέργεια, η οποία καλύπτει τις ανάγκες λειτουργίας του οργανισμού, αλλά και «στηρίζουν» τους αθλητές τόσο ως προς την διάρκεια όσο και ως προς την ένταση των προπονήσεων τους. Οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες και τα λίπη ανήκουν στα μακροθρεπτικά συστατικά (ο ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται σε μεγάλες ποσότητες) ενώ οι βιταμίνες, τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία υπάγονται στα μικροθρεπτικά συστατικά (ο ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται σε μικρές ποσότητες).

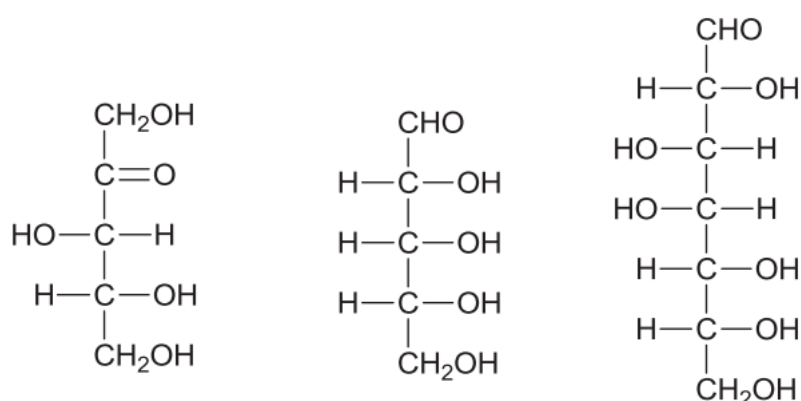
2.2.1 Μακροθρεπτικά συστατικά

Μακροθρεπτικά συστατικά ονομάζονται οι θρεπτικές ουσίες που προσφέρουν ενέργεια όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπος και χρειάζονται σε μεγάλες ποσότητες στον οργανισμό.

2.2.1.1 Υδατάνθρακες

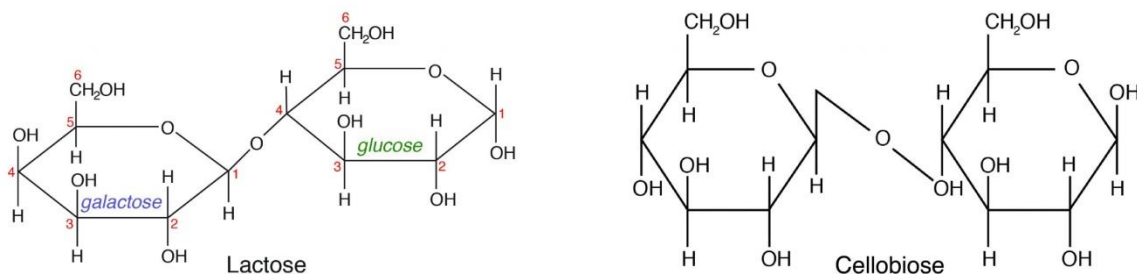
Οι υδατάνθρακες είναι σύνθετες οργανικές ενώσεις που αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και νερό. Οι βιολογικής σημασίας υδατάνθρακες ονομάζονται και σάκχαρα. Αποτελούν το κυριότερο καύσιμο του οργανισμού διότι παρέχουν άμεσα την ενέργεια που χρειάζεται για να σκεφτεί, να κινηθεί και να γίνουν όλες οι απαραίτητες λειτουργίες του σώματος μας.

Οι Μονοσακχαρίτες είναι η απλούστερη μορφή των υδατανθράκων και αναφέρονται αλλιώς ως απλά σάκχαρα (π.χ. γλυκόζη). Επιπλέον, δεν μπορούν να υδρολυθούν σε απλούστερες ενώσεις.



Εικόνα 2.1 Δομή των απλών σακχάρων (γλυκόζη, φρουκτόζη, γαλακτόζη) (Roos, G., & Roos, C., 2015).

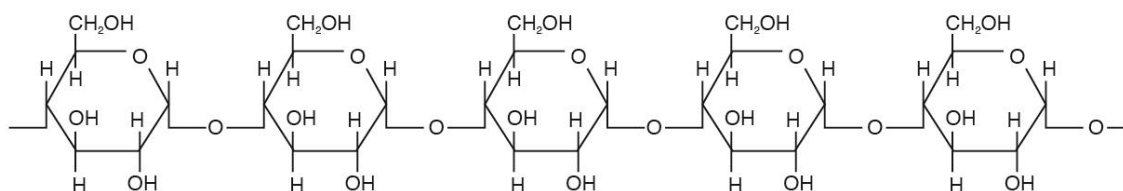
Οι δισακχαρίτες αποτελούνται από δυο μονοσακχαρίτες που ενώνονται όταν αφαιρεθεί ένα μόριο νερού. Οι δύο μονοσακχαρίτες συνδέονται με έναν γλυκοζιτικό δεσμό μέσω μιας αντίδρασης συμπύκνωσης που αφαιρεί το μόριο του νερού.



Εικόνα 2.2 Δομή Δισακχαριτών Λακτόζη (γαλακτόζη+γλυκόζη) και Κελλοβιόζη (γλυκόζη+γλυκόζη) (Oregonstateuniversity).

Ολιγοσακχαρίτες ονομάζονται οι υδατάνθρακες που έχουν σχηματιστεί με την ένωση δύο ή περισσότερων μονοσακχαριτών μέσω ενός γλυκοζιτικού δεσμού. Ο πιο γνωστός ολιγοσακχαρίτης είναι η ζάχαρη.

Πολυσακχαρίτες ονομάζονται τα πολλαπλά σάκχαρα με μεγάλα μόρια υδατανθράκων που αποτελούνται από μία αλυσίδα μονοσακχαριτών και συνδέονται με δεσμούς συμπύκνωσης.



Εικόνα 2.3 Δομή του πολυσακχαρίτη Αμυλόζη (Oregonstateuniversity).

Στο ανθρώπινο σώμα, οι υδατάνθρακες διασπώνται σε γλυκόζη. Οι απλοί υδατάνθρακες διασπώνται γρήγορα ενώ οι σύνθετοι διασπώνται και απορροφώνται με πιο αργό ρυθμό.

Εξαιτίας της αύξησης της γλυκόζης στο αίμα, εκκρίνεται από τα β-κύτταρα του παγκρέατος ινσουλίνη, η οποία αναλαμβάνει να εισάγει τη γλυκόζη στα κύτταρα του οργανισμού. Μια άλλη ποσότητα γλυκόζης μεταφέρεται στο ήπαρ και αποθηκεύεται με τη μορφή γλυκογόνου, το οποίο μπορεί να διασπαστεί προς γλυκόζη, όταν μειώνονται τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα. Επίσης, ένα μέρος της γλυκόζης μεταφέρεται στους μυς όπου αποθηκεύεται πάλι με τη

μορφή γλυκογόνου, και το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί από τους μύες για την κάλυψη των αναγκών τους, όπως κατά την διάρκεια της άσκησης.

Η Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων προτείνει η πρόσληψη των υδατανθράκων να κυμαίνεται από 45 ως 60 % της ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης τόσο των παιδιών όσο και των ενηλίκων. Συστήνεται επίσης, να εστιάζουμε κυρίως στην πρόσληψη σύνθετων υδατανθράκων δηλαδή των άπεπτων υδατανθράκων επειδή συμβάλλουν στην καλύτερη λειτουργία του οργανισμού (EFSA, 2010).

Διασπώνται και απορροφώνται ταχύτατα από το σώμα, προσφέροντάς γρήγορα ενέργεια και ανεβάζοντας τα επίπεδα του σακχάρου στο αίμα απότομα. Τους σύνθετους υδατάνθρακες, οι οποίοι αποτελούνται από πολλές μονάδες σακχάρων (είτε ολιγοσακχαρίτες είτε πολυσακχαρίτες όπως είναι το άμυλο και οι μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες όπως είναι η κυτταρίνη και η πηκτίνη). Οι σύνθετοι υδατάνθρακες περιέχουν περισσότερα θρεπτικά συστατικά από τους απλούς. Η πέψη τους γίνεται πιο αργά. Επομένως, τα επίπεδα σακχάρου του αίματος ανεβαίνουν και αυτά πιο ομαλά. Υπάρχει και μια κατηγορία υδατανθράκων, οι φυτικές ίνες, που δεν απορροφώνται από τον οργανισμό και αποβάλλονται άθικτες από τα κόπρανα.

Οι υδατάνθρακες αποτελούν τη σημαντικότερη παράμετρο που συνδέεται άμεσα με την απόδοση ενός αθλούμενου διότι χρειάζεται να προσλαμβάνουν υψηλά ποσά υδατανθράκων, ώστε να διατηρούν τις αποθήκες μυϊκού και ηπατικού γλυκογόνου γεμάτες.

Το γλυκογόνο είναι το πρώτο που κινητοποιείται σε σύντομες και έντονες ασκήσεις για να αποδώσει γλυκόζη δηλαδή την απαραίτητη ενέργεια για να φέρει ο οργανισμός μας εις πέρας την άσκηση. Το γλυκογόνο παρέχει ενέργεια στον εγκέφαλο και στο νευρικό σύστημα σε παρατεταμένη άσκηση και βοηθάει στην καύση του λίπους όταν χρειάζεται. Συνεπώς, είναι σημαντικό για τους αθλούμενους να τρώνε επαρκείς ποσότητες υδατανθράκων, και κυρίως σύνθετων με χαμηλό έως μέτριο γλυκαιμικό δείκτη (π.χ. δημητριακά ολικής αλέσεως, λαχανικά, φρούτα κ.λπ.), τόσο πριν όσο και μετά την άσκηση ώστε να αναπληρώνουν τις αποθήκες γλυκογόνου που εξαντλήθηκαν.

2.2.1.2 Πρωτεΐνες

Η πρωτεΐνη, όπως οι υδατάνθρακες και τα λιπαρά, είναι ένα μακροθρεπτικό συστατικό. Βοηθούν το σώμα μας να λειτουργεί σωστά. Είναι βασικό συστατικό για τη ρύθμιση του

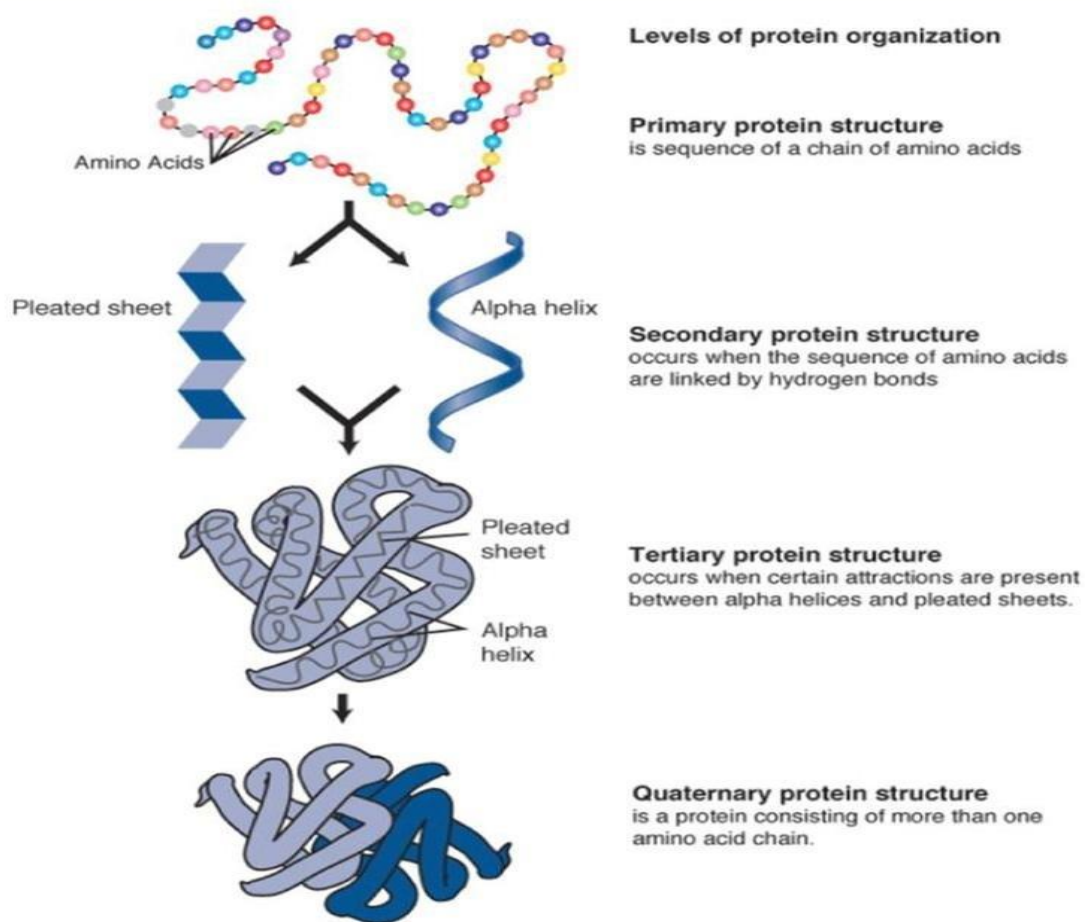
μεταβολισμού. Εκτός του ότι αποτελεί δομικό συστατικό των μυών, εμπλέκεται σε όλες τις σωματικές διεργασίες. Χρησιμοποιείται για τον σχηματισμό ενζύμων, ορμονών όπως η ινσουλίνη, αντισωμάτων του ανοσοποιητικού, αιμοσφαιρίνης κ.ά. Επίσης, χρησιμοποιείται και ως πηγή ενέργειας στην οποία στρέφεται το σώμα μας όταν τα αποθέματα υδατανθράκων και λιπών δεν είναι επαρκή. Κάθε γραμμάριο πρωτεΐνης αποδίδει 4 θερμίδες. Είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και τον σχηματισμό νέων ιστών, συμβάλει στην αποκατάσταση τυχόν μυϊκών ινών που μπορεί να τραυματίστηκαν μέσω της άσκησης.

Οι πρωτεΐνες αποτελούν το 5-20% του σωματικού βάρους. Η πρωτεΐνη βοηθάει στην ανάπτυξη των μυών, στην αποκατάσταση τους και στην αύξηση της αθλητικής τους απόδοσης. Οι ανάγκες διαμορφώνονται όπως αναφέρονται στον πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.1 Πρωτεϊνικές συστάσεις σε g/kg σωματικού βάρους (Καφετζόπουλος Νίκος, 2018).

Γενικός πληθυσμός	Αθλητές (μέτριος προπονητικός όγκος)	Αθλητές (υψηλός προπονητικός όγκος)
0,8 – 1,0 g	1,0 – 1,5 g	1,5 – 2,0 g

Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από αμινοξέα. Ορισμένα από αυτά είναι απαραίτητα, διότι δεν μπορεί να τα συνθέσει ο οργανισμός και τα προσλαμβάνει από τα τρόφιμα. Οι πρωτεΐνες που περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα στην αναλογία που τα χρειάζεται ο οργανισμός ονομάζονται υψηλής βιολογικής αξίας και βρίσκονται σε τρόφιμα κυρίως ζωικής προέλευσης. Ορισμένα από αυτά είναι: το κοτόπουλο, η γαλοπούλα, το μοσχάρι, το ασπράδι αυγού, ο μπακαλιάρος, ο σολομός, η τσιπούρα, το τυρί cottage, το στραγγιστό γιαούρτι, η πρωτεΐνη ορού γάλακτος (whey) (Bohrer, 2017).



Εικόνα 2.4 Δομές των πρωτεϊνών με τη σειρά: πρωτοταγής, δευτεροταγής, τριτοταγής και τεταρτοταγής (ShyamalaM., 2013).

Η μείωση της πρωτεϊνικής πρόσληψης οδηγεί σε μειωμένη μυϊκή αποκατάσταση σε περίπτωση μικροτραυματισμού και σε μειωμένη απόδοση ενός αθλούμενου. Επίσης, η υπερβολική ποσότητα πρωτεΐνης προκαλεί μειωμένη απόδοση και αλλαγή της σύστασης του σώματος του αθλούμενου. Γενικά, όταν η πρωτεΐνη υπερβαίνει τα 2 g/Kg σωματικού βάρους είτε χρησιμοποιείται ως έξτρα πρωτεΐνη ή αποθηκεύεται με την μορφή λίπους.

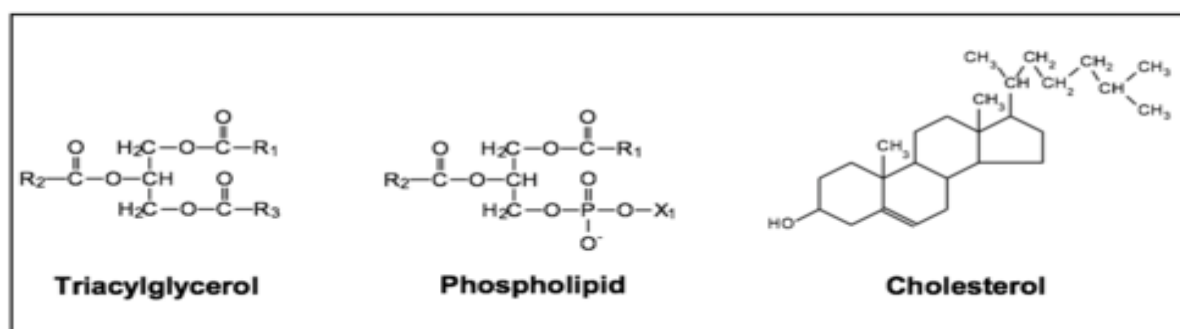
Σε ημερήσια βάση, δεν υπάρχει συγκεκριμένη ποσότητα κατανάλωσης πρωτεΐνης. Το ποσοστό διαφέρει ανάλογα με την φυσική δραστηριότητα, την ηλικιακή ομάδα και το φύλο του κάθε ανθρώπου.

Η πρόσληψη πρωτεΐνης όπως και άλλων θρεπτικών συστατικών πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα με τους μεταβολικούς ρυθμούς, τις φυσιολογικές ανάγκες και την κατάσταση υγείας του εκάστοτε ανθρώπου ή αθλητή.

2.2.1.3 Λίπη

Το λίπος, μαζί με τους υδατάνθρακες, αποτελεί βασική πηγή ενέργειας κατά την διάρκεια της άσκησης. Ένας αθλούμενος δεν πρέπει να το αποβάλλει από την διατροφή του. Εκτός από την απαραίτητη ενέργεια, παρέχει απαραίτητα συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών και άλλα θρεπτικά συστατικά όπως χοληστερόλη, φωσφολιπίδια, βιταμίνες Α, D, Ε και Κ (Χατζηνικολάου Α, 2008).

Structures of Triglycerides, Phospholipids & Cholesterol



Εικόνα 2.5 Δομικά στοιχεία Τριγλυκεριδίων, Φωσφολιπιδίων και Χοληστερόλης.

Οι λειτουργίες του λιπώδους ιστού είναι:

Δομικές: Όλες οι κυτταρικές μεμβράνες αποτελούνται από λιπίδια (χοληστερόλη και φωσφολιπίδια). Ο λιπώδης ιστός έχει δομικό, μονωτικό και προστατευτικό ρόλο στον ανθρώπινο οργανισμό (Χατζηνικολάου Α, 2008).

Μεταβολικές: Η χοληστερόλη αποτελεί βασικό συστατικό πολλών ορμονών, όπως της τεστοστερόνης και των οιστρογόνων. Επίσης, είναι συστατικό των χολικών αλάτων, τα οποία συμβάλουν στην πέψη των λιπών. Τα φωσφολιπίδια είναι απαραίτητα για την ακεραιότητα και την καλή λειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών (Χατζηνικολάου Α, 2008).

Ενέργεια: Το λίπος που χρησιμοποιείται για ενέργεια βρίσκεται στο σώμα με τη μορφή τριγλυκεριδίων. Το μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι αποθηκευμένο στον λιπώδη ιστό, όπου διασπώνται σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (ΕΛΟ) και γλυκερόλη. Τα ΕΛΟ μεταφέρονται στους ιστούς για την παραγωγή ενέργειας και η γλυκερόλη στο ήπαρ για την γλυκονεογένεση (ενδογενής δημιουργία γλυκόζης) (Χατζηνικολάου Α, 2008).

Το ποσοστό πρόσληψης λίπους για τους αθλούμενους θα πρέπει να κυμαίνεται από 20% έως 35% του συνόλου της ενεργειακής πρόσληψης. Κατανάλωση λίπους μικρότερη του 20% της

συνολικής ενέργειας δεν συμβάλει θετικά στην αύξηση των αθλητικών επιδόσεων ενός αθλητή (Χατζηνικολάου Α, 2008).

2.2.2 Μικροθρεπτικά συστατικά

Τα μικροθρεπτικά είναι συστατικά που ο ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται σε μικρές ποσότητες, σε αντίθεση με τα μακροθρεπτικά, και προσλαμβάνονται μέσω της διατροφής. Στην κατηγορία των μικροθρεπτικών συστατικών ανήκουν οι βιταμίνες, τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία. Η επαρκής πρόσληψη των συστατικών αυτών είναι απαραίτητη για την καλή υγεία, καθώς καθένα από αυτά έχει ένα συγκεκριμένο ρόλο στο σώμα.

2.2.2.1 Βιταμίνες και μέταλλα

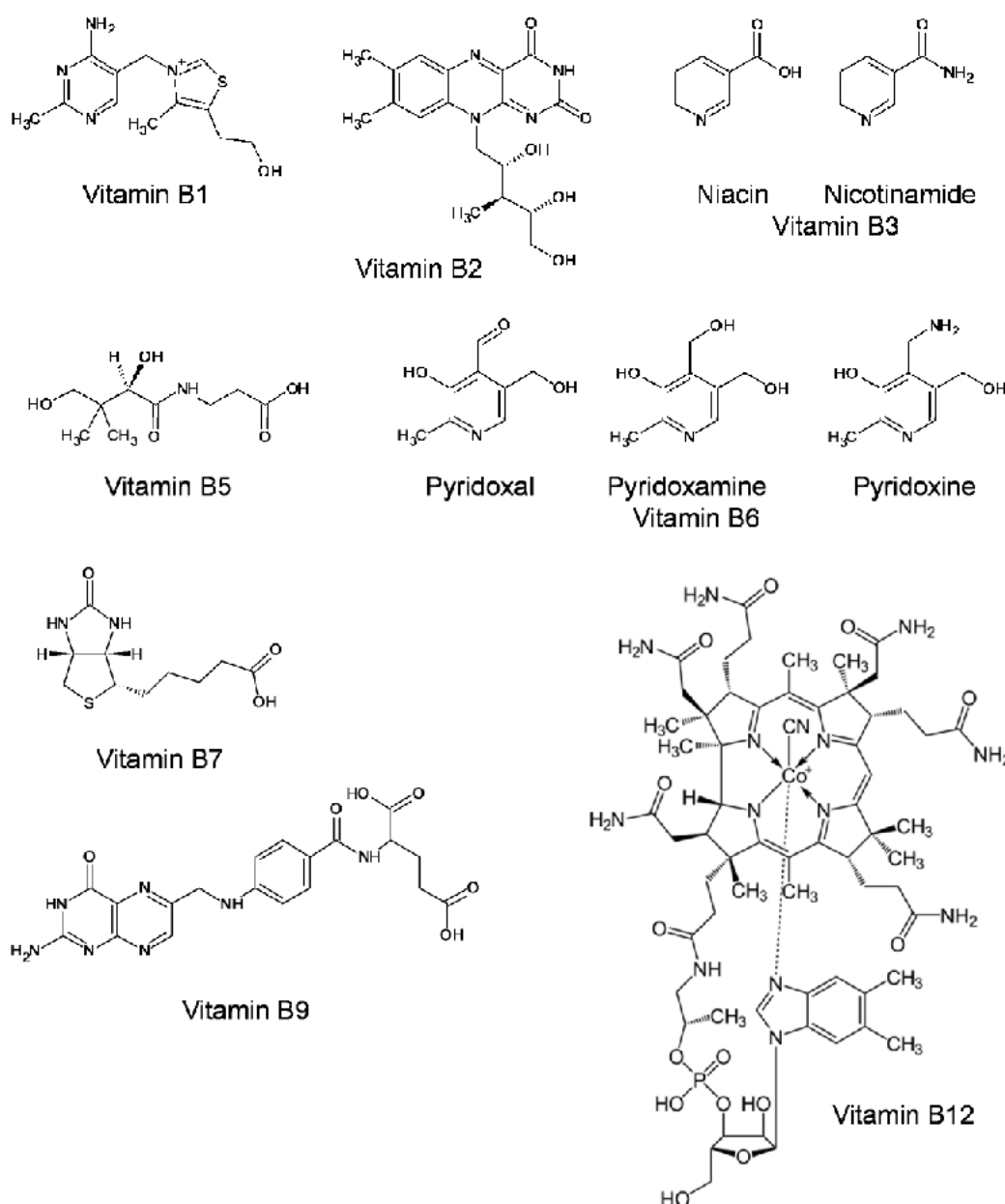
Οι βιταμίνες και τα μέταλλα (μικροθρεπτικά συστατικά) συμβάλουν:

- Στην παραγωγή ενέργειας
- Στην σύνθεση αιμοσφαιρίνης
- Στην διατήρηση της υγείας των οστών
- Στην επαρκή ανοσοποιητικά λειτουργία
- Στην προστασία των ιστών από οξειδωτική βλάβη
- Στην δόμηση και επιδιόρθωση του μυϊκού ιστού μετά την άσκηση

Οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β έχουν μελετηθεί για τη σχέση τους με την αθλητική απόδοση. Η θειαμίνη, η ριβοφλαβίνη, η βιταμίνη Β6, η νιασίνη, το παντοθενικό οξύ και η βιοτίνη εμπλέκονται στην παραγωγή ενέργειας. Το φυλλικό οξύ και η βιταμίνη Β12 απαιτούνται για την παραγωγή των ερυθροκυττάρων, την πρωτεϊνολύση και επιδιόρθωση και διατήρηση των ιστών (Τσουκαλά Α, 2018).

Θα πρέπει όμως να αναφερθεί ότι μόνο λίγες ερευνητικές εργασίες έχουν ασχοληθεί με την σχέση μεταξύ ριβοφλαβίνης ή νιασίνης και της απόδοσης στην άσκηση. Το γεγονός αυτό πρέπει να αξιολογηθεί, ενώ παράλληλα παρατηρείται ότι πολλές μελέτες έχουν εστιάσει στη θειαμίνη και τη σχέση της με την άσκηση. Ωστόσο, τα αποτελέσματα είναι ασαφή. Παράλληλα, το μεγαλύτερο μέρος των ερευνών είναι παλαιότερο, και λίγες μελέτες έχουν εξετάσει την επίδραση διάφορων αναλόγων της ίδιας βιταμίνης, όπως η βενφοτιαμίνη (ένα παράγωγο της θειαμίνης). Είναι επομένως αναγκαία περαιτέρω έρευνα σε αυτόν τον τομέα. Συνολικά, το επίπεδο των αποδεικτικών στοιχείων παραμένει χαμηλό, καθώς δεν υπάρχει ούτε συστηματική ανασκόπηση ούτε τυχαιοποιημένη δοκιμή με σημαντικό αριθμό

συμμετεχόντων. Είναι ζωτικής σημασίας να σημειωθεί ότι τα διαθέσιμα δεδομένα για τις επιδράσεις της ριβοφλαβίνης και της νιασίνης στην απόδοση της άσκησης δεν είναι αρκετά για να υποστηρίξουν οποιαδήποτε μελέτη με υψηλό επίπεδο αποδεικτικών στοιχείων, όπως μια συστηματική ανασκόπηση μελέτης. Συνεπώς, περαιτέρω έρευνα, ιδίως με συμμετέχοντες ανθρώπους και ένα συστηματικά ελεγχόμενο πρωτόκολλο, όπως μια εξατομικευμένη τυχαιοποιημένη δοκιμή, είναι αναγκαία για να διαλευκανθεί η πραγματική επίδραση αυτών των βιταμινών (θειαμίνη, ριβοφλαβίνη και νιασίνη) στην απόδοση της άσκησης ενός αθλούμενου (Gonçalves, 2021).



Εικόνα 2.6 Δομές των βιταμινών συμπλέγματος Β (Lock S. Etal., 2014).

Στον Πίνακα 2.3 συνοψίζονται οι πηγές και οι συνιστώμενες ημερήσιες προσλήψεις βιταμινών.

Πίνακας 2.2 Πηγές και συνιστώμενη ημερήσια δόση των βιταμινών (Καφετζόπουλος Νίκος, 2018).

Βιταμίνες	Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη	Διαιτητικές πηγές των βιταμινών
Βιταμίνη Α	Άντρες: 900 µg Γυναίκες: 700 µg	Κίτρινα ή πορτοκαλί φρούτα και λαχανικά, πράσινα φυλλώδη λαχανικά, συκώτι, γαλακτοκομικά προϊόντα.
Βιταμίνη D	5 mcg	Ηλιακό φως, ψάρια, εμπλουτισμένη μαργαρίνη και γαλακτοκομικά προϊόντα.
Βιταμίνη Ε	15 mg	Εμπλουτισμένα και πολύσπορα δημητριακά, ξηροί καρποί, σπόροι σιταριού, φυτικά έλαια, πράσινα φυλλώδη λαχανικά.
Βιταμίνη Κ	Άντρες: 120 mcg Γυναίκες: 90 mcg	Πράσινα φυλλώδη λαχανικά, φρούτα, γαλακτοκομικά προϊόντα.
Θειαμίνη (B1)	Άντρες: 1,2 mg Γυναίκες: 1,1 mg	Μαγιά, όσπρια, προϊόντα ολικής άλεσης, πράσινα φυλλώδη λαχανικά, γάλα και αυγά.
Ριβοφλαβίνη (B2)	Άντρες: 1,3 mg Γυναίκες: 1,1 mg	Συκώτι και κρέας μοσχαριού, προϊόντα ολικής άλεσης, πράσινα φυλλώδη λαχανικά, γάλα και αυγά.
Νιασίνη (B3)	Άντρες: 16 mg Γυναίκες: 14mg	Τόνος, κρέας, πουλερικά, ψάρι, εμπλουτισμένα δημητριακά, όσπρια.
Πυριδοξίνη (B6)	1,3 mg	Άπαχο φιλέτο, μπανάνες, ξηρά φασόλια, προϊόντα ολικής άλεσης, αβοκάντο, σολομός.
Κοβαλαμίνη (B12)	2,4 µg	Κρέατα, θαλασσινά, γαλακτοκομικά, πουλερικά.
Φυλλικό οξύ	400 mcg	Πράσινα φυλλώδη λαχανικά, όσπρια, φράουλες, πορτοκάλι, συκώτι.
Παντοθενικό οξύ	5 mg	Άπαχα κρέατα, προϊόντα ολικής άλεσης, όσπρια, λαχανικά και φρούτα.
Βήτα – καροτένιο		Βερίκοκα, σπαράγγια, παντζάρια, μπρόκολο, πεπόνι, πράσινες πιπεριές, λάχανο, μάνγκο, νεκταρίνια, ροδάκινα, κολοκύθα, σπανάκι, γλυκοπατάτα, μανταρίνια, ντομάτες, καρπούζι.
Βιταμίνη C	Άντρες: 90 mg Γυναίκες: 75 mg	Εσπεριδοειδή, ακτινίδια, φράουλες, λαχανάκια Βρυξελλών, πιπεριές.

2.2.2.2 Ιχνοστοιχεία

Τα μικρό-μέταλλα ή ιχνοστοιχεία που συνήθως συναντώνται σε μικρότερες ποσότητες είναι το χρώμιο, ο χαλκός, το φθόριο, το ιώδιο, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, το μολυβδαίνιο, το σελήνιο και ο ψευδάργυρος. Τα μέταλλα που βρίσκονται στον οργανισμό σε μεγαλύτερες

συγκεντρώσεις είναι το ασβέστιο, ο φώσφορος, το μαγνήσιο, το νάτριο και το κάλιο. Είναι απαραίτητα για την υγεία των οστών, των μυών, της καρδιάς, του εγκεφάλου καθώς και για την παραγωγή ενζύμων και ορμονών.

Είναι σημαντικό να καταστεί σαφές ότι ορισμένα ιχνοστοιχεία θεωρούνται απαραίτητα. Η έλλειψή τους λόγω μεταβολικών και φυσιολογικών αλλαγών οδηγούν σε ασθένειες που σχετίζονται με αυτήν την ανεπάρκεια. Επίσης, σχετίζονται με μεταβολικές ασθένειες.

Στην πραγματικότητα, αρκετές μελέτες δείχνουν ότι η έλλειψη σιδήρου είναι μια από τις πιο συχνές πτυχές του υποσιτισμού παγκοσμίως. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η έλλειψη σιδήρου συμβαίνει γενικά ταυτόχρονα με άλλες ανεπάρκειες. Για παράδειγμα, συχνά συνοδεύει τον ψευδάργυρο και το ιώδιο, βιταμίνες A, B12 και φολικό οξύ.

2.3 Ενυδάτωση

Η επαρκής ενυδάτωση ενός αθλούμενου και γενικά οποιουδήποτε ανθρώπινου οργανισμού επηρεάζει άμεσα την απόδοση του διότι μειώνεται σημαντικά όταν παρατηρηθεί απώλεια υγρών της τάξης του 2% του σωματικού του βάρους. Επιπλέον, η αφυδάτωση περιορίζει την ικανότητα του σώματος να μεταφέρει θερμότητα από τους μυς στην επιφάνεια του δέρματος, και τελικά στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα τη μη ικανοποιητική θερμορύθμιση (διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας σε λειτουργικά επίπεδα) (Cheuvront SN,et.al, 2003).

Όταν οι ανάγκες σε υγρά δεν ικανοποιούν τον οργανισμό τότε προκαλούνται μια σειρά θερμικών διαταραχών:

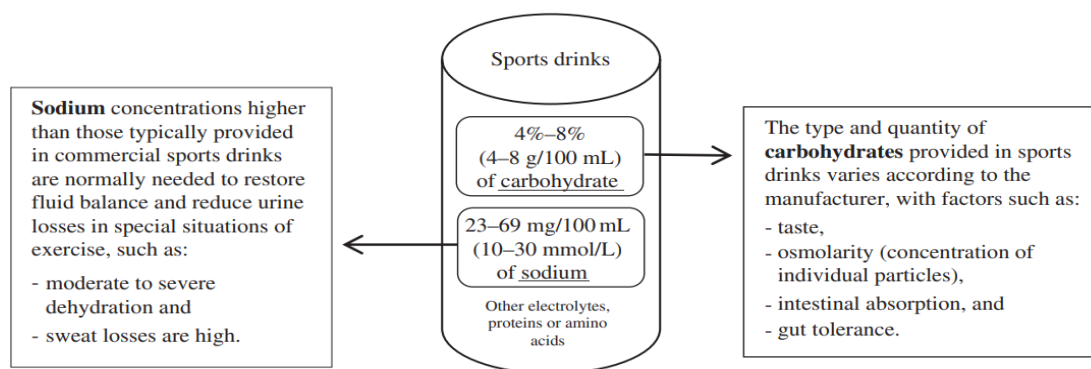
- Κράμπες : μυϊκοί σπασμοί των ενεργών μυών.
- Εξάντληση : ασθενής και γρήγορη καρδιακή συχνότητα, χαμηλή αρτηριακή πίεση, κεφαλαλγία, ζάλη, μειωμένη εφίδρωση.
- Θερμοπληξία : απώλεια θερμορυθμιστικών μηχανισμών, υπερβολική άνοδος της σωματικής θερμοκρασίας, παύση εφίδρωσης, ξηρό και ζεστό δέρμα, κυκλοφοριακή καταπληξία, βλάβη κεντρικού νευρικού συστήματος.

Για την αξιολόγηση της κατάστασης ενυδάτωσης χρησιμοποιούνται κυρίως οι βιοδείκτες αιμοσυγκέντρωσης στο αίμα, όπως η ωσμωτικότητα του αίματος και τα επίπεδα νατρίου. Ανάμεσα σε αυτούς, η ωσμωτικότητα του αίματος θεωρείται ο πιο ευαίσθητος δείκτης, διότι μπορεί να ανταποκριθεί ακόμη και σε μικρές διακυμάνσεις στην κατάσταση ενυδάτωσης.

Συνολικά, οι βιοδείκτες αίματος χρησιμοποιούνται εκτενώς για να αξιολογηθεί η κατάσταση ενυδάτωσης (Maughan R.J., 2012).

2.4 Ενεργειακό ποτό

Η σκληρή προπόνηση (άσκηση που υπερβαίνει τη μια ώρα) οδηγεί σε μεγάλη απώλεια υγρών του σώματος, μέσω του ιδρώτα, του αθλητή. Η αναπλήρωση τους είναι ωφέλιμο να συνδυάζεται με ταυτόχρονη πρόσληψη υδατανθράκων έτσι ώστε να παρέχεται στους μυς η απαραίτητη ενέργεια αλλά και να διατηρείται σταθερή η γλυκόζη του αίματος. Συνίσταται η κατανάλωση 600-1.200 ml/h αθλητικού ποτού με περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες 4 – 8%. Στο εμπόριο τα αθλητικά ποτά που κυκλοφορούν περιέχουν επαρκής ποσότητες υδατανθράκων και ηλεκτρολυτών.



Εικόνα 4 Εύρος σύνθεσης των αθλητικών ποτών σύμφωνα με το American College of Sports Medicine et al. (2007)

Type of Sport/ Exercise	Duration	Carbohydrate Target
Brief exercise	<45 min	Not needed
Sustained high-intensity exercise	45–75 min	Small amounts including mouth rinse (swilling in mouth)
Endurance exercise including “stop and start” sports	1–2.5 h	30–60 g/h
Ultra-endurance events	>2.5–3 h	Up to 90 g/h

Εικόνα 2.7 Οδηγίες για την πρόσληψη υδατανθράκων ενδιάμεσα των αθλητικών δραστηριοτήτων (Burke et al., 2011).

Με την άσκηση οι ημερήσιες ανάγκες για νερό μπορούν να αυξηθούν γρήγορα, γι' αυτό το λόγο τα αθλητικά ποτά έχουν ως βασικό συστατικό το νερό έτσι ώστε να αποφεύγεται η αφυδάτωση των αθλητών τις ώρες της προπόνησης (Marcie Beth Schneider, 2011).

Τα συνιστώμενα αθλητικά ποτά πρέπει να έχουν: καλή γεύση, ταχεία απορρόφηση και να μην προκαλούν δυσφορία στο γαστρεντερικό σύστημα.

Είναι συχνό φαινόμενο να υπάρχει σύγχυση, μεταξύ των καταναλωτών, όσον αφορά τον όρο αθλητικό ποτό και ενεργειακό ποτό. Στην πραγματικότητα διαφέρουν. Τα ενεργειακά ποτά περιέχουν διεργετικές ουσίες (π.χ. καφεΐνη) οι οποίες βοηθούν το σώμα να βρίσκεται σε κατάσταση εγρήγορσης, ωστόσο δεν περιέχουν καθόλου ηλεκτρολύτες. Τα αθλητικά ποτά περιέχουν ηλεκτρολύτες και υδατάνθρακες συστατικά που επηρεάζουν την επίδοση του αθλητή.

Πρόσφατες έρευνες, σχετικά με την κατανάλωση αθλητικών ποτών, έχουν καταλήξει στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Αθλητικά ποτά που κυκλοφορούν στο εμπόριο διαφημίζουν ότι περιέχουν συστατικά τα οποία βελτιώνουν τόσο την πνευματική όσο και σωματική απόδοση. Τα συστατικά που αποδεδειγμένα έχουν ευεργετική δράση είναι οι υδατάνθρακες και η καφεΐνη.
- Όταν η κατανάλωση του αθλητικού ποτού γίνεται 10 – 60 λεπτά πριν από την εκτέλεση της άσκησης μπορεί να βελτιώσει την εγρήγορση και την αερόβια / αναερόβια απόδοση του αθλητή.
- Υπάρχουν στοιχεία που αποδεικνύουν ότι η κατανάλωση αθλητικού ποτού, χαμηλών θερμίδων, μπορεί να βελτιώσει την απόδοση ή και να βοηθήσει σε πρόσθετη απώλεια λίπους κατά την διάρκεια της άσκησης ή σε περίοδο απώλειας βάρους.
- Αντίθετα, αθλητικά ποτά που περιέχουν αυξημένες θερμίδες (επιπλέον ποσότητες υδατανθράκων) ενδέχεται να επιφέρουν αύξηση του βάρους. Για αυτό η κατανάλωση τους πρέπει να υπολογίζεται στη συνολική πρόσληψη θερμίδων ενός αθλητή.

Κατά την αναζήτηση του ιδανικού αθλητικού ποτού είναι σημαντικό να καθορίσουμε μερικά βασικά συστατικά κατά την επιλογή του. Οι αθλητές που επιδίδονται σε ασκήσεις που οδηγούν σε ακραία εφίδρωση απαιτούν υψηλές ποσότητες νατρίου (αφυδατώνονται με αποτέλεσμα να αισθάνονται ναυτία, επώδυνες κράμπες, αποπροσανατολισμό και σύγχυση). Η συνιστώμενη ποσότητα νατρίου κυμαίνεται 23 έως 69 mg σε 100ml ποτού (SawkaMN, et al., 2007).

Οι υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου, υπερβαίνουν τις συνηθισμένες ποσότητες που παρέχονται σε εμπορικά αναψυκτικά αθλητισμού, διότι χρειάζονται για την αποκατάσταση της ισορροπίας των υγρών και την μείωση των απωλειών ούρων σε ειδικές περιπτώσεις άσκησης, όπως: μέτρια έως σοβαρή αφυδάτωση και όταν οι απώλειες ιδρώτα είναι υψηλές.

Η κατανάλωση αθλητικών ποτών έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει την αθλητική απόδοση. Οι υδατάνθρακες διατηρούν τη γλυκόζη στο αίμα, βοηθώντας τον αθλητή να αντέχει περισσότερο, ενώ οι ηλεκτρολύτες μαζί με το νερό μειώνουν τον κίνδυνο αφυδάτωσης. Αρκετές φορές υπάρχει η παρανόηση ότι ένα αθλητικό ποτό πρέπει να είναι παρασκευασμένο από ειδικούς. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει καθώς αθλητικά ποτά μπορούμε να δημιουργήσουμε και μόνοι μας στο σπίτι.

Τέλος, είναι σημαντικό να γίνουν ξεκάθαρες οι διαφορές μεταξύ αθλητικών και ενεργειακών ποτών. Τα αθλητικά ποτά περιέχουν: α) ποσότητα υδατανθράκων της τάξεως του 4-8% και ηλεκτρολύτες, με κυρίαρχο το νάτριο, με στόχο την αναπλήρωση των συγκεκριμένων απωλειών κατά την προπόνηση και β) είναι ισοτονικά (σε αντίθεση με τα energydrinks που είναι υπερτονικά) έχουν δηλαδή την ίδια πυκνότητα σε διαλυμένα συστατικά με τα υγρά του σώματος γεγονός που τα καθιστά ταχύτερα απορροφήσιμα. Τα ενεργειακά ποτά περιέχουν: α) περισσότερους υδατάνθρακες >8 με 10% και β) συνδυασμό κυρίως καφεΐνης, μαζί με άλλες διεγερτικές ουσίες όπως ταυρίνη, τζισενκ, γκουαράνα κλπ. Στο σημείο αυτό αξίζει να τονιστεί ότι ο συνδυασμός της κατανάλωσης των παραπάνω συστατικών έχει συνδεθεί με υψηλή αρτηριακή πίεση και συμπτώματα όπως άγχος, αϋπνία και αυξημένη καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας (Αρναούτης Γιάννης).

2.5 Ανόργανα συστατικά

Η φυσιολογική λειτουργία των ιστών εξαρτάται από τουλάχιστον 20 διαφορετικά ανόργανα συστατικά. Με εξαίρεση το ασβέστιο και τον σίδηρο σπανίως εμφανίζει ο οργανισμός ελλείψεις σε αυτά.

2.5.1 Ασβέστιο

Η ανεπαρκής διαιτητική πρόσληψη ασβεστίου αυξάνει τον κίνδυνο για χαμηλή οστική πυκνότητα και κατάγματα. Για την επαρκή απορρόφηση του ασβεστίου απαιτείται και επαρκής πρόσληψη βιταμίνης D η οποία συντίθεται από τον ανθρώπινο οργανισμό όταν αυτός εκτίθεται στον ήλιο. Αθλητές οι οποίοι ζουν σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη ή

γυμνάζονται σε κλειστούς χώρους χρειάζονται να καταναλώνουν τρόφιμα εμπλουτισμένα με βιταμίνη D. Σε μία έρευνα του 2019, που είχε ως στόχο να αξιολογήσει την πρόσληψη ασβεστίου και βιταμίνης D σε αθλούμενες γυναίκες ηλικίας από 18-50, βρέθηκε ότι όλες οι γυναίκες που λάμβαναν συμπλήρωμα βιταμίνης D εκπλήρωσαν την αναμενόμενη διατροφική ανάγκη σε ασβέστιο ενώ όσες δεν λάμβαναν συμπλήρωμα βιταμίνης D μαζί με το ασβέστιο δεν πληρούσαν τα όρια πρόσληψης ασβεστίου. Είναι σημαντικό να υπάρχει ενημέρωση για την αναγκαιότητα παροχής του κατάλληλου ποσοστού ασβεστίου και βιταμίνης D στον οργανισμό (Wrzosek M, et.al, 2019).

2.5.2 Σίδηρος

Καθοριστικό ρόλο παίζει η πρόσληψη σιδήρου καθώς είναι απαραίτητος για: α) τον σχηματισμό της αιμοσφαιρίνης και της μυοσφαιρίνης οι οποίες δεσμεύουν το οξυγόνο στο σώμα και β) ένζυμα που εμπλέκονται στην παραγωγή ενέργειας. Η ανεπάρκεια του σιδήρου παρατηρείται συχνά μεταξύ των αθλητών (ιδιαίτερα σε αθλήτριες). Όπως όμως υποστηρίζει μία έρευνα του 2021, θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα συμπληρώματα σιδήρου κρίνονται απαραίτητα σε ύπαρξη ανεπάρκειας των αποθηκών σιδήρου ενώ δεν συστήνονται φυσιολογικές τιμές φερριτίνης (Στόκα Π, & ΝικολοπούλουΣ, 2021).

Η υψηλή συχνότητα εμφάνισης χαμηλών αποθεμάτων σιδήρου αποδίδεται σε αποφυγή κατανάλωσης κρέατος, ψαριών και πουλερικών, σε χορτοφαγικές δίαιτες και σε αυξημένη απώλεια σιδήρου μέσω του ιδρώτα, των ούρων, των κοπράνων και κατά την έμμηνο ρύση.

Ο Πίνακας 2.4 παρουσιάζει τις διαιτητικές πηγές για κάθε ανόργανο συστατικό.

Πίνακας 2.3 Διαιτητικές πηγές ανόργανων συστατικών – μετάλλων (Καφετζόπουλος Νίκος, 2018).

Συστατικό	Διαιτητικές πηγές
Βόριο	Φρούτα, λαχανικά, όσπρια, ξηροί καρποί.
Ασβέστιο	Γαλακτοκομικά προϊόντα, μικρά ψάρια με τα κόκκαλα (μαρίδα, αθερίνα, γαύρος), μπρόκολο, κουνουπίδι, λαχανάκια Βρυξελλών, όσπρια, αμύγδαλα.
Χρόμιο	Μανιτάρια, δαμάσκηνα, σπαράγγια, εντόσθια, ψωμί και δημητριακά ολικής άλεσης.
Σίδηρος	Εντόσθια, κρέας, κοτόπουλο, ψάρια, αποξηραμένα φρούτα, εμπλουτισμένα δημητριακά, πράσινα λαχανικά.
Μαγνήσιο	Γάλα, αβγά, δημητριακά ολικής άλεσης, ξηροί καρποί και πράσινα λαχανικά.
Φώσφορος	Κρέας, πουλερικά, ψάρια, γαλακτοκομικά προϊόντα,

	προϊόντα ολικής άλεσης και αποξηραμένα φρούτα.
Κάλιο	Πράσινα φυλλώδη λαχανικά (σπανάκι, μπρόκολο, λαχανάκια Βρυξελών, αρακάς), πατάτες, ντομάτες, σταφύλια, βατόμουρα, βερίκοκα, μπανάνες, πορτοκάλια.
Σελήνιο 55 mcg	Προϊόντα ζωικής προέλευσης πλούσια σε πρωτεΐνη (κρέας, αυγά κ.ά.), θαλασσινά, συγκεκριμένα μανιτάρια και δημητριακά.
Νάτριο	Τυριά, σούπες, αλάτι, αλμυρά σνάκ.
Ψευδάργυρος	Θαλασσινά, κρεατικά, δημητριακά ολικής άλεσης, αυγά, όσπρια.

Για την αύξηση της πρόσληψης σιδήρου θα πρέπει να τηρούνται τις παρακάτω συστάσεις (USDA, 2012): α) να συμπεριλαμβάνουν σε κάθε σχεδόν γεύμα πηγές αιμικού σιδήρου ο οποίος βρίσκεται στο: κρέας, στο συκώτι, στα πουλερικά, στα ψάρια και στα θαλασσινά (π.χ. μύδια, στρείδια, β) επειδή ο σίδηρος που προέρχεται από φυτικές πηγές απορροφάται σε μικρές ποσότητες, θα πρέπει πάντα να συνδυάζεται με μια πηγή βιταμίνης C. Για παράδειγμα, στα ρεβίθια να προσθέσουν λεμόνι και στις φακές φρέσκια ντομάτα. Αλλιώς να καταναλώνουν πορτοκάλι ή μανταρίνι μετά το γεύμα, γ) να μην καταναλώνουν τις φυτικές πηγές σιδήρου μαζί με καφές, τσάι, χαμομήλι και κακάο διότι περιέχουν τανίνες που μειώνουν την απορρόφηση. Τέτοια ροφήματα προτιμάται να καταναλώνονται μεταξύ των γευμάτων και όχι κατά τη διάρκεια τους. Το ασβέστιο που περιέχεται στα γαλακτοκομικά μειώνει επίσης την απορρόφηση του σιδήρου, δ) να προτιμούν προϊόντα εμπορίου εμπλουτισμένα με σίδηρο (π.χ. δημητριακά πρωινού, γάλα κ.ά.), στ) εάν προσλαμβάνουν συμπλήρωμα σιδήρου, να το συνοδεύουν με χυμό πορτοκαλιού και για αρκετή ώρα μετά τη λήψη του συμπληρώματος να μην καταναλώνουν γαλακτοκομικά προϊόντα.

2.6 Διατροφικές στρατηγικές

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσπαθήσουμε, όλο το θεωρητικό υπόβαθρο που προηγήθηκε, να βρει εφαρμογή. Κάθε άνθρωπος είναι απαραίτητο να κατέχει τις διατροφικές γνώσεις ώστε να μπορεί να κάνει τις αναγκαίες επιλογές στα γεύματά του για να καλύψει τις απαιτήσεις του οργανισμού του σε θρεπτικά συστατικά.

2.6.1 Γενικές αρχές υγιεινής διατροφής

Οι άνθρωποι επιβάλλεται να ακολουθούν μια υγιεινή και ισορροπημένη διατροφή. Η μεσογειακή και ειδικότερα η ελληνική παραδοσιακή διατροφή έχει αποδειχθεί ότι επιδρά

ευεργετικά στην υγεία και στην απόδοση. Αποτελεί ένα από τα γνωστότερα υγιεινά διατροφικά πρότυπα παγκοσμίως. Η ελληνική παραδοσιακή διατροφή χαρακτηρίζεται από:

- Την αποκλειστική χρήση του ελαιόλαδου ως προστιθέμενου λίπους.
- Την καθημερινή κατανάλωση τροφίμων φυτικής προέλευσης (φρούτα, λαχανικά, δημητριακά, όσπρια, ξηροί καρποί και σπόροι) η οποία συνδέεται με πολλές ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία (ομαλή λειτουργία του εντέρου, μείωση επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα κ.ά.)
- Την μέτρια κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων.
- Τη συχνή κατανάλωση ψαριού και πουλερικών και τη σπάνια κατανάλωση κόκκινου κρέατος και των προϊόντων του.
- Την υψηλή πρόσληψη βιταμινών και φυτοχημικών ουσιών, που προέρχονται από τα φρούτα και τα λαχανικά.

2.6.2 Βασικοί κανόνες κατανάλωσης γευμάτων

Όλοι ανεξαιρέτως επιβάλλεται να τηρούν βασικούς κανόνες κατανάλωσης γευμάτων, όπως:

- Να καταναλώνουν, οπωσδήποτε, 3 κύρια γεύματα (πρωινό, μεσημεριανό, βραδινό) καθημερινά και σε σταθερές ώρες.
- Κάθε κύριο γεύμα να περιλαμβάνει τουλάχιστον μια πηγή πρωτεΐνης (κρέας, κοτόπουλο, ψάρι, αυγό, τυρί), δημητριακών, λαχανικών και φρούτων.
- Εκτός από τα 3 κύρια γεύματα, θα πρέπει να επιλέγουν, ενδιάμεσα, θρεπτικά μικρογεύματα-σνακ (φρούτα, γαλακτοκομικά, δημητριακά ολικής αλέσεως).
- Να καταναλώνουν πάντα πρωινό, το οποίο τους προσφέρει καλύτερη σωματική και πνευματική υγεία, μικρότερο κίνδυνο παχυσαρκίας και χρόνιων νοσημάτων, μειωμένο άγχος κ.ά (Bytomski, 2008).

3. ΦΥΤΙΚΑ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ

Εκχύλισμα (extract) είναι ουσία ή ουσίες που απομονώνονται από ένα μίγμα ή μία πρώτη ύλη με τη χρήση ενός διαλύτη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκχυλισμάτων είναι: το εκχύλισμα χαμομηλιού, καλέντουλας, αλόης, πράσινου τσαγιού, *Achillea millefolium* (Αχιλλεία χιλιοφύλλος ή Αχιλλέας) κ.ά.

3.1 Φυτικό εκχύλισμα

Αν και τα εκχυλίσματα βοτάνων ή φυτικά εκχυλίσματα εντοπίζονται σε πολλές μορφές, έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό. Αντιπροσωπεύουν φυσικά φυτοχημικά (ενώσεις που παράγονται από φυτά) που έχουν αφαιρεθεί από το αδρανές δομικό υλικό του φυτού που τα παρήγαγε. Το βασικότερο πλεονέκτημα της χρήσης φυτικών εκχυλισμάτων έναντι των ακατέργαστων βοτάνων είναι ότι μόλις εξαχθούν από τη μήτρα του φυτού, τα φυτοχημικά παρακάμπτουν την ανάγκη για πέψη και είναι πολύ πιο εύκολα απορροφήσιμα.

Τα εκχυλίσματα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον διαλύτη που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τους. Οι πιο συνηθισμένοι διαλύτες που χρησιμοποιούνται είναι το νερό, το αλκοόλ, η γλυκερίνη και το ξύδι.

Τα φυτικά εκχυλίσματα έχουν αντιοξειδωτική δράση, στυπτική, αντιφλεγμονώδη, καταπραϋντική, αντιμικροβιακή, επουλωτική κ.ά.

3.2 Μέθοδοι διαδικασίας εκχυλίσματος

Η διαδικασία του εκχυλίσματος εκτελείται με διάφορες μεθόδους. Ας τις παρουσιάσουμε πιο αναλυτικά:

3.2.1 Διαβροχή (Maceration)

Πρόκειται για μια διαδικασία εκχύλισης κατά την οποία το φαρμακευτικό υλικό με χονδρόκοκκο σκόνη, είτε φύλλα είτε φλοιός στελέχους είτε φλοιός ρίζας, τοποθετείται μέσα σε ένα δοχείο. το έμμηνο χύνεται από πάνω μέχρι να καλυφθεί πλήρως το υλικό του φαρμάκου. Στη συνέχεια, το δοχείο κλείνεται και διατηρείται για τουλάχιστον τρεις ημέρες. Το περιεχόμενο αναδεύεται περιοδικά και, εάν τοποθετηθεί μέσα στο μπουκάλι, θα πρέπει να ανακινείται κατά διαστήματα για να διασφαλιστεί η πλήρης εκχύλιση. Στο τέλος της εκχύλισης, το μικκύλιο διαχωρίζεται από τα στέμφυλα με διήθηση ή απόχυση. Στη συνέχεια, το μικκύλιο διαχωρίζεται στη συνέχεια από την έμμηνο ρύση με εξάτμιση σε φούρνο ή πάνω

από υδατόλουτρο. Αυτή η μέθοδος είναι βολική και πολύ κατάλληλη για θερμοευαίσθητο φυτικό υλικό (Azwanida, N, 2015).

3.2.2 Έγχυση (Infusion)

Το Infusion είναι μια χημική διαδικασία κατά την οποία ένα υγρό (νερό, λάδι ή αλκοόλ) βράζεται και χύνεται πάνω από το αποξηραμένο βότανο απελευθερώνοντας τα ενεργά συστατικά του. Το βότανο παραμένει βυθισμένο στο υγρό, για μία κατάλληλη χρονική περίοδο και στην συνέχεια αφαιρείται αφήνοντας μια έγχυση.

Ο χρόνος που τα βότανα παραμένουν βυθισμένα στο υγρό εξαρτάται από το είδος της έγχυσης που θέλουμε να επιτύχουμε. Οι χρόνοι μπορεί να είναι από δευτερόλεπτα έως και ώρες, ημέρες ή μήνες. Ένα κοινό παράδειγμα Infusion είναι το τσάι (Ingle, et.al, 2017).

3.2.3 Αφέψημα (Decoctional)

Το αφέψημα είναι μία μέθοδος εκχύλισης. Μέσα σε ένα υγρό εκτελείτε ο βρασμός του φυτικού προϊόντος ώστε να πραγματοποιηθεί η διάλυση των χημικών ουσιών του. Αρχικά, εκτελείται η πολτοποίηση του φυτικού υλικού ώστε να επιτραπεί η μέγιστη διάλυση και στη συνέχεια ο βρασμός σε υγρό (π.χ. νερό) για την εξαγωγή των ελαίων του ή και άλλων χημικών ουσιών που επηρεάζουν τη γεύση του.

Η κύρια διαφορά του με το infusion είναι στη θερμοκρασία και τη διαδικασία εξαγωγής των αρωμάτων. Το αφέψημα εκτελείτε σε υψηλότερες θερμοκρασίες και έχει ως αποτέλεσμα περισσότερες διαλυτές στο λάδι χημικές ουσίες έναντι του Infusion (Pandey, et.al, 2014).

3.2.4 Πέψη (Digestion)

Αυτή είναι μια μέθοδος εκχύλισης που περιλαμβάνει τη χρήση μέτριας θερμότητας κατά τη διαδικασία εκχύλισης. Ο διαλύτης της εκχύλισης χύνεται σε ένα καθαρό δοχείο ακολουθούμενο από κονιοποιημένο φαρμακευτικό υλικό. Το μείγμα τοποθετείται σε υδατόλουτρο ή σε φούρνο σε θερμοκρασία περίπου 50°C. Θερμαίνεται σε όλη τη διαδικασία εκχύλισης για να μειωθεί το ιξώδες του διαλύτη εκχύλισης και να ενισχυθεί η απομάκρυνση των δευτερογενών μεταβολιτών. Αυτή η μέθοδος είναι κατάλληλη για φυτικά υλικά που είναι άμεσα διαλυτά (Majekodunmi, 2015).

3.2.5 Διήθηση (Percolation)

Η διαδικασία Percolation αναφέρεται στο φιλτράρισμα των υγρών μέσω πορωδών υλικών π.χ. ο επονομαζόμενος καφέ φίλτρου. Με τη χρήση συγκεκριμένης συσκευής, μπορούμε να πάρουμε εκχυλίσματα με τη μέθοδο Percolation από διάφορα συστατικά (AzwanidaN, 2015).

3.2.6 Εκχύλιση Soxhlet (Soxhlet extraction)

Αυτή η διαδικασία είναι αλλιώς γνωστή ως συνεχής εν θερμώ εκχύλιση. Η συσκευή ονομάζεται εξολκέας Soxhlet που αποτελείται από γυαλί. Αποτελείται από μια φιάλη στρογγυλού πυθμένα, θάλαμο εκχύλισης, σωλήνα σιφονιού και συμπυκνωτή στο επάνω μέρος. Ένα αποξηραμένο, αλεσμένο και λεπτώς κονιοποιημένο φυτικό υλικό τοποθετείται μέσα σε πορώδη σακούλα (δακτυλήθρα) που αποτελείται από ένα καθαρό ύφασμα ή ισχυρό διηθητικό χαρτί και κλείνεται καλά. Ο διαλύτης στη συνέχεια θερμαίνεται από την κάτω φιάλη, εξατμίζεται και περνά μέσα από τον συμπυκνωτή όπου συμπυκνώνεται και ρέει προς το θάλαμο εκχύλισης και εξάγει το φάρμακο έρχεται σε επαφή. Κατά συνέπεια, όταν το επίπεδο του διαλύτη στον θάλαμο εκχύλισης φτάσει στην κορυφή του σιφονιού, ο διαλύτης και το εξαγόμενο φυτικό υλικό ρέουν πίσω στη φιάλη. Η όλη διαδικασία συνεχίζεται επανειλημμένα έως ότου το φάρμακο εκχυλιστεί πλήρως, ένα σημείο όπου ένας διαλύτης που ρέει από τον θάλαμο εκχύλισης δεν αφήνει κανένα υπόλειμμα πίσω του. Αυτή η μέθοδος είναι κατάλληλη για φυτικό υλικό που είναι μερικώς διαλυτό στον επιλεγμένο διαλύτη και για φυτικά υλικά με αδιάλυτες προσμίξεις. Ωστόσο, δεν είναι κατάλληλη μέθοδος για θερμοευαίσθητα φυτικά υλικά (Ingle, et.al, 2017).

3.2.7 Εκχύλιση με μικροκύματα (Microwave – assisted extraction)

Εξαγωγή με τη βοήθεια μικροκυμάτων. Αυτή είναι μια από τις προηγμένες διαδικασίες εκχύλισης στην παρασκευή φαρμακευτικών φυτών. Η τεχνική χρησιμοποιεί μηχανισμό περιστροφής διπόλων και ιοντικής μεταφοράς με μετατόπιση φορτισμένων ιόντων που υπάρχουν στον διαλύτη και το υλικό του φαρμάκου. Αυτή η μέθοδος είναι κατάλληλη για εκχύλιση φλαβονοειδών. Περιλαμβάνει την εφαρμογή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε συχνότητες μεταξύ 300 MHz και 300 GHz και μήκους κύματος μεταξύ 1 cm και 1 m. Τα μικροκύματα που εφαρμόζονται σε συχνότητα 2450 Hz απέδωσαν ενέργεια μεταξύ 600 και 700 W. Η τεχνική χρησιμοποιεί ακτινοβολία μικροκυμάτων για να βομβαρδίζει ένα αντικείμενο, το οποίο μπορεί να απορροφήσει ηλεκτρομαγνητική ενέργεια και να τη μετατρέψει σε θερμότητα. Στη συνέχεια, η παραγόμενη θερμότητα διευκολύνει την κίνηση του διαλύτη μέσα στη μήτρα του φαρμάκου. Όταν χρησιμοποιείται πολικός διαλύτης,

συμβαίνει περιστροφή διπόλων και μετανάστευση ιόντων, αυξάνουν τη διείδυση του διαλύτη και βοηθούν τη διαδικασία εκχύλισης. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιείται μη πολικός διαλύτης, η ακτινοβολία μικροκυμάτων που απελευθερώνεται θα παράγει μόνο μικρή θερμότητα. Ως εκ τούτου, αυτή η μέθοδος δεν ευνοεί τη χρήση μη πολικών διαλυτών (Ingle, et.al, 2017).

3.2.8 Εκχύλιση με υπερήχους (Ultrasound – assisted extraction)

Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την εφαρμογή ηχητικής ενέργειας σε πολύ υψηλή συχνότητα μεγαλύτερη από 20 KHz για να διαταράξει όλα τα φυτικά κύτταρα και να αυξήσει την επιφάνεια του φαρμάκου για διείδυση διαλύτη. Κατά συνέπεια, θα απελευθερωθούν δευτερογενείς μεταβολίτες. Σε αυτή τη μέθοδο, το φυτικό υλικό πρέπει να στεγνώσει πρώτα, να αλεσθεί σε λεπτή ισχύ και να κοσκινιστεί σωστά. Το παρασκευασμένο δείγμα στη συνέχεια αναμιγνύεται με και κατάλληλο διαλύτη εκχύλισης και συσκευάζεται στον εκχυλιστή υπερήχων. Η υψηλή ηχητική ενέργεια που εφαρμόζεται επιταχύνει τη διαδικασία εξαγωγής μειώνοντας τις απαιτήσεις σε θερμότητα (AzwanidaN, 2015).

3.2.9 Steeping

Το Steeping σαν διαδικασία μοιάζει πολύ με αυτή του Blanching. Αφήνουμε το υγρό να βράσει. Έπειτα τοποθετούμε μέσα το φυτικό προϊόν και το αφήνουμε να βγάλει τα αρώματά του. Η εμβάπτιση γίνεται εκτός φωτιάς και για παραπάνω χρόνο.

Τα εκχυλίσματα και οι τεχνικές τους δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Τα υγρά που προκύπτουν μερικές φορές είναι παρόμοια στα αποτελέσματά τους ή στη γενική εμφάνιση και γεύση. Το είδος επεξεργασίας θα επιλέξουμε για να πάρουμε ένα εκχύλισμα εξαρτάται από την προσωπική μας διάθεση και το αποτέλεσμα που θέλουμε να έχουμε. Τέλος, εκτός εάν το εκχύλισμα πρόκειται να καταναλωθεί αμέσως, εμφιαλώνεται και ψύχεται για μελλοντική χρήση (Nyakabau, et.al, 2013).

3.3 Εκχυλίσματα που ωφελούν τον ανθρώπινο οργανισμό

Τα φυτικά εκχυλίσματα προέρχονται από φυτά ή ρίζες που φυτρώνουν σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Χρησιμοποιούνται, τα περισσότερα από αυτά, από την αρχαιότητα ως γιατροσόφια λόγω των αντιοξειδωτικών, αντιφλεγμονωδών, αντικαρκινικών και ανοσορρυθμιστικών ιδιοτήτων τους. Η χρήση τους προσφέρει πολλαπλές ευεργετικές ιδιότητες

στον ανθρώπινο οργανισμό και αυτό τα καθιστά ιδανικά για αθλούμενους, για μαθητές, ηλικιωμένους και καρκινοπαθείς.

Η ροδιόλα ρίζα, το ginseng και η κουρκουμίνη θεωρούνται από τα γνωστότερα αποδεδειγμένα εργογόνα εκχυλίσματα.

3.3.1 Ροδιόλα ρίζα (rhodiolarosea)

Η Ροδιόλα ή ροδόχρους (κοινώς ως χρυσή ρίζα (goldenroot) είναι ένα πολυετές ανθοφόρο φυτό. Ανήκει στην οικογένεια Κρασουλίδες. Φυτρώνει στις ψυχρές περιοχές του κόσμου, σε θαλάσσια βράχια και σε βουνά με υψόμετρο έως 2.280 μέτρα. Είναι ένα βότανο που φύεται στις ψυχρές, ορεινές περιοχές της Ευρώπης και της Ασίας. Οι βλαστοί αναπτύσσονται από την ίδια παχιά ρίζα και μπορούν να φτάσουν σε ύψος από 5 έως 35 εκατοστά. Είναι δημοφιλές φαρμακευτικό φυτό στην Ρωσία, την Σκανδιναβία και σε πολλές άλλες χώρες (Farthath Khanum, 2006).

Η Rhodiola βοηθάει στην ενίσχυση της ανταπόκρισής του οργανισμού μας σε σωματικούς και ψυχολογικούς στρεσογόνους παράγοντες. Επίσης μπορεί να βοηθήσει στην προστασία από ορισμένες ιατρικές καταστάσεις. Έχει πολλές εφαρμογές στην υγεία, την βιοτεχνολογία και την ιατρική. Οι ρίζες της θεωρούνται προσαρμογόνες, που σημαίνει ότι βοηθούν το σώμα μας να προσαρμοστεί στο στρες όταν αυτή καταναλώνεται. Επίσης, η ρίζα της περιέχει περισσότερα από 140 ενεργά συστατικά. Τα δύο πιο ισχυρά είναι η ροζαβίνη και η σαλιδροζίδη (LeeY,et.al, 2013).

Σήμερα, χρησιμοποιείται ευρέως ως συμπλήρωμα διατροφής για τα πολλά οφέλη της στην υγεία αλλά και για την εργογόνο δράση της.

3.3.1.1 Οφέλη της κατανάλωσης Rhodiolarosea

Στην συνέχεια θα αναφέρουμε τα οφέλη της κατανάλωσης της Rhodiolarosea τα οποία είναι αποδεικτέα επιστημονικά.

Βοηθάει στη μείωση του στρες. Η Rhodiola είναι γνωστή ως προσαρμογόνο. Πρόκειται για φυσική ουσία που αυξάνει την αντίσταση του σώματός στο στρες. Η κατανάλωση της σε στρεσογόνες στιγμές πιστεύεται ότι βοηθά τον άνθρωπο να χειρίζεται καλύτερα διάφορες αγχωτικές καταστάσεις.

Η Rhodiola έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει και τα συμπτώματα της εξουθένωσης λόγω του χρόνιου στρες. Σε μελέτη συμμετείχαν 118 άτομα με επαγγελματική εξουθένωση λόγω στρες. Έπαιρναν, καθημερινά, 400 mg ροδιόλας για 12 εβδομάδες. Έδειξαν σαφή βελτίωση σε διάφορα συμπτώματα άγχους και κατάθλιψης που σχετίζονται με την επαγγελματική εξουθένωση.

Η μεγαλύτερη βελτίωση σημειώθηκε κατά την πρώτη εβδομάδα και συνεχίστηκε σε όλη τη διάρκεια της μελέτης. Η συγκεκριμένη μελέτη αποτέλεσε δοκιμή για τα κλινικά αποτελέσματα της θεραπείας με rhodiola.

Βοηθάει στην κούραση. Το άγχος και ο ανεπαρκής ύπνος είναι παράγοντες που συμβάλουν στο αίσθημα σωματικής και ψυχικής κόπωσης. Η ροδιόλα συμβάλλει στην ανακούφιση της κόπωσης. Σε μια μελέτη 100 ατόμων, με συμπτώματα χρόνιας κόπωσης, λάμβαναν καθημερινά 400 mg ροδιόλας για 8 εβδομάδες. Παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις σε: συμπτώματα στρες, κούρασης, ποιότητα ζωής, διάθεσης και συγκέντρωσης. Οι βελτιώσεις παρατηρήθηκαν μετά από μόλις 1 εβδομάδα θεραπείας και συνέχιζαν να μέχρι και την τελευταία εβδομάδα της μελέτης (Edwards, D, 2012).

Βοηθάει στη μείωση των συμπτωμάτων της κατάθλιψης. Η κατάθλιψη είναι κοινή αλλά σοβαρή ασθένεια που επηρεάζει αρνητικά το πώς αισθανόμαστε αλλά και το πώς ενεργούμε. Αυτό συμβαίνει όταν οι χημικές ουσίες στον εγκέφαλό μας, που ονομάζονται νευροδιαβιβαστές, γίνονται ανισόρροπες. Οι επαγγελματίες υγείας, στις περισσότερες περιπτώσεις, συνταγογραφούν αντικαταθλιπτικά τα οποία βοηθούν στη διόρθωση αυτών των χημικών ανισορροπιών.

Μια μελέτη συνέκρινε τα αποτελέσματα της ροδιόλας με το συνταγογραφούμενο αντικαταθλιπτικό σερτραλίνη, το οποίο πωλείται με το όνομα Zoloft (Gavin VanDeWalle). Σε 57 άτομα, που είχαν διαγνωστεί με κατάθλιψη, ανατέθηκε τυχαία να λάβουν ροδιόλα, σερτραλίνη ή ένα χάπι εικονικού φαρμάκου για 12 εβδομάδες. Η ροδιόλα και η σερτραλίνη μείωσαν τα συμπτώματα της κατάθλιψης. Η σερτραλίνη είχε καλύτερα αποτελέσματα. Ωστόσο, η rhodiola είχε λιγότερες παρενέργειες και ήταν καλύτερα ανεκτή από τον ασθενή.

Βελτιώνει τη λειτουργία του εγκεφάλου. Είναι επιστημονικά αποδεδειγμένο ότι η σωστή διατροφή, η τακτική άσκηση και ο καλός βραδινός ύπνος αποτελούν τους σίγουρους τρόπους ώστε να διατηρήσουμε τον εγκέφαλο μας λειτουργικό. Μερικά συμπληρώματα, συμπεριλαμβανομένης και της ροδιόλας, μπορούν να βοηθήσουν προς την κατεύθυνση αυτή.

Μια ανασκόπηση 36 διαφορετικών μελετών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η rhodiola μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργία της μνήμης και της μνήμης. Μπορεί να γίνει καλό εργαλείο για την αύξηση της γνωστικής ικανότητας και την εξουδετέρωση των διαταραχών της διάθεσης στους ανθρώπους. Μια άλλη ερευνητική μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι θεραπευτικές ιδιότητες της ροδιόλας μπορεί να ωφελήσουν πολλές ασθένειες που σχετίζονται με την ηλικία.

Μπορεί να βελτιώσει την απόδοση της άσκησης. Η Rhodiola βελτιώνει τις αθλητικές επιδόσεις μειώνοντας τη σωματική και πνευματική κόπωση και αυξάνοντας την αντιοξειδωτική δραστηριότητα.

Μελέτη έδειξε ότι η ροδιόλα βελτιώνει τη μυϊκή ισχύ και την απόδοση της δύναμης. Αντίθετα, μια άλλη μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η λήψη ροδιόλας μείωσε τον χρόνο αντίδρασης και τον συνολικό χρόνο απόκρισης σε νέους, υγιείς, σωματικά δραστήριους άνδρες. Αύξησε επίσης την αντιοξειδωτική δράση, αλλά δεν είχε καμία επίδραση στη συνολική αντοχή.

Σε άλλες μελέτες, έχει αποδειχθεί ότι η rhodiola βελτιώνει την απόδοση της άσκησης μειώνοντας την αντιληπτή προσπάθεια ή πόσο σκληρά ένιωθαν οι συμμετέχοντες να δούλευαν το σώμα τους.

Έχει αντικαρκινικές ιδιότητες. Η σαλιδροσίδη είναι ένα ισχυρό συστατικό της ροδιόλας. Έχει διερευνηθεί για τις αντικαρκινικές της ιδιότητες. Μελέτες έχουν δείξει ότι μπορεί να αναστείλει την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων του πνεύμονα, της ουροδόχου κύστης, του στομάχου και του παχέος εντέρου. Ως αποτέλεσμα, οι ερευνητές έχουν προτείνει ότι η ροδιόλα μπορεί να είναι χρήσιμη στη θεραπεία πολλών τύπων καρκίνου.

Παραδείγματα επιστημονικών ερευνών. 1^ο) Ο EE Noreen μαζί με άλλους, το 2013, πραγματοποίησε μια έρευνα με στόχο να παρατηρηθούν οι επιδράσεις μιας βραχυχρόνιας χρήσης εκχυλίσματος ροδιόλας στην απόδοση ασκήσεων αντοχής ενός αθλητή. Αρχικά, εκτελέστηκε δεκάλεπτη προθέρμανση ενός συγκεκριμένου αθλητή. Στην συνέχεια, μέσω της χρήσης εργομετρικού ποδηλάτου γυμναστικής διεξήχθη χρονομέτρηση απόστασης 6 μιλίων. Το αποτέλεσμα της έρευνας έδειξε ότι η κατάποση ροδιόλας μειώνει την απόκριση του καρδιακού ρυθμού και φαίνεται να βελτιώνει την απόδοση της άσκησης αντοχής μειώνοντας την αντίληψη της προσπάθειας. 2^ο) Ο Christopher G. Ballmaun μαζί με άλλους, το 2019, διεξήγαγε έρευνα με σκοπό να παρατηρηθούν οι επιδράσεις στην αθλητική απόδοση μιας

επαναλαμβανόμενης δοκιμής του αναερόβιου τεστ φυσικής κατάστασης Wingate κατά την διάρκεια βραχυπρόθεσμης χρήσης εκχυλίσματος ροδιόλας. Έπειτα από δύο χρόνια ο Tyler D. Williams πραγματοποίησε επίσης μια έρευνα με στόχο να προσδιοριστούν οι επιδράσεις της βραχυπρόθεσμης χρήσης του εκχυλίσματος στο γαλακτικό οξύ του αίματος, στις κατεχολαμίνες και στην αθλητική απόδοση κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενης άσκησης πάγκου. Τα αποτελέσματα και των δύο ερευνών έδειξαν ότι πραγματοποιήθηκε αύξηση της αθλητικής απόδοσης, έπειτα από την κατανάλωση ίσης ποσότητας εκχυλίσματος ροδιόλας. Από την 2^η μελέτη προέκυψε επίσης το συμπέρασμα ότι η χρήση εκχυλίσματος ροδιόλας, πριν την εκτέλεση προπόνησης με αντίσταση, ενισχύει την απόδοση της προπόνησης όμως μπορεί να βλάψει την δύναμη-αντοχή του άνω σώματος (TylerD. Williamsetal, 2021).

3.3.2 Ginseng

Η παραδοσιακή κινέζικη ιατρική για αιώνες χρησιμοποιεί το τζίνσενγκ. Υπάρχουν συνολικά έντεκα τύποι. Οι πιο γνωστοί είναι το ασιατικό (Panaxginseng), το αμερικανικό (Panaxquinquefolius) και το σιβηριανό (ελευθερόκοκκος). Το panaxginseng αποτελεί το πιο διαδεδομένο είδος ginseng το οποίο προέρχεται από την Κίνα, την Κορέα και την Ρωσία (Joanna Thompson Coonet al, 2012).

Υπάρχει σε εκχύλισμα, σκόνη, δισκία και κάψουλες. Συμβάλει στην βελτίωση της διανοητικής και σωματικής απόδοσης, στην κατάθλιψη, στο άγχος, στο σύνδρομο χρόνιας κόπωσης, στην τόνωση του ανοσοποιητικού συστήματος και στο διαβήτη. Το αμερικανικό ginseng λειτουργεί και ως χαλαρωτικό ενώ η ασιατική ποικιλία έχει και αναζωογονητικά αποτελέσματα.

Συνήθως χρησιμοποιείται η ρίζα. Η ποιότητα της εξαρτάται από τον χρόνο ωρίμανσης του φυτού ώστε να σχηματιστούν τα δραστικά συστατικά του δηλαδή οι τζινσενοσίδες και οι ελευθεροσίδες. Ταξινομείται σε τρεις τύπους ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας της ρίζας. Οι τρεις τύποι είναι: α) το φρέσκο ginseng (ονομάζεται και πράσινο) και είναι αυτό που δεν έχει αποξηρανθεί, β) το λευκό το οποίο ξηραίνεται αμέσως μετά τη συγκομιδή και στη συνέχεια προσφέρεται σε μορφή σκόνης και γ) το κόκκινο και προκύπτει από τις αρχικές λευκές ρίζες οι οποίες εκτίθενται σε ροή ζεστού αέρα στους 120-130 °C με αποτέλεσμα οι ρίζες να γίνονται κοκκινωπές και η επιφάνειά τους σταθερή και υαλώδης.

Οι ιδιότητές του για την υγεία. Στην συνέχεια, αναφέρονται οι σημαντικότερες ιδιότητες που έχει το τζίνσενγκ έπειτα από την διεξαγωγή επιστημονικών ερευνών: 1) Μειώνει τη

φλεγμονή διότι έχει αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Μελέτη σε 71 μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες οι οποίες λάμβαναν καθημερινά για 12 εβδομάδες 3 γρ. κόκκινου τζίνσενγκ ή εικονικό φάρμακο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το κόκκινο τζίνσενγκ βοηθάει στη μείωση του οξειδωτικού στρες αυξάνοντας τις αντιοξειδωτικές ενζυμικές δραστηριότητες, 2) Ωφελεί τη λειτουργία του εγκεφάλου όσον αφορά τη μνήμη και τη διάθεση. Μελέτη που παρακολούθησε 30 υγιή άτομα που κατανάλωναν καθημερινά 200 mg Panaxginseng για τέσσερις εβδομάδες έδειξε ότι υπήρξε βελτίωση στην ψυχική υγεία και τη διάθεση (Jennifer M Ellis, et al, 2002). Ωστόσο στη συγκεκριμένη έρευνα τα οφέλη αυτά έπαψαν να είναι σημαντικά μετά από 8 εβδομάδες υποδηλώνοντας ότι τα οφέλη του ginseng ενδέχεται να μειωθούν με από παρατεταμένη χρήση του. Μια διαφορετική μελέτη σε 30 υγιείς ενήλικες εξέτασε πώς οι εφάπαξ δόσεις είτε των 200 είτε των 400 mg Panaxginseng επηρέασαν την ψυχική απόδοση, την ψυχική κόπωση και τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα. Η δόση των 200 mg είχε καλύτερα αποτελέσματα στη βελτίωση της ψυχικής απόδοσης και της κόπωσης σε αντίθεση με τη δόση των 400 mg, 3) Ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα. Μελέτες επικεντρώθηκαν σε ασθενείς με σοβαρές παθήσεις. Άτομα που λάμβαναν ginseng είχαν 35% περισσότερες πιθανότητες ζήσουν χωρίς ασθένειες για πέντε χρόνια μετά από χειρουργική επέμβαση και 38% υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης σε σύγκριση άτομα που δεν λάμβαναν το βότανο. Φαίνεται ότι το εκχύλισμα ginseng ενισχύει την επίδραση των εμβολιασμών κατά της γρίπης και 5) καταπολεμάει το αίσθημα της κούρασης. Αποτελεί ένας φυσικός τρόπος τόνωσης της σωματικής και διανοητικής ευεξίας. Έρευνα τεσσάρων εβδομάδων, μεταξύ 90 ατόμων με χρόνια κόπωση, μελέτησε τα αποτελέσματα της χορήγησης 1 ή 2 γραμμαρίων Panaxginseng και ενός εικονικού φαρμάκου. Τα άτομα έλαβαν Panaxginseng εμφάνισαν λιγότερη σωματική και πνευματική κόπωση σε σύγκριση με εκείνους που έλαβαν εικονικό φάρμακο.

Μια ανασκόπηση που περιέλαβε 155 μελέτες έδειξε ότι τα συμπληρώματα ginseng βοηθούν όχι μόνο στη μείωση της κόπωσης αλλά και ενισχύουν τη σωματική δραστηριότητα.

Η λάθος χορήγηση και δοσολογία του ginseng μπορεί να προκαλέσει παρενέργειες όπως ναυτία, διάρροια, αϋπνία, πονοκέφαλο, υπέρταση, κολπική αιμορραγία και ανωμαλίες στην αρτηριακή πίεση (Joanna Thompson Coonet al, 2012).

Τα κύρια ενεργά συστατικά του φυτού ginseng, τα οποία είναι υπεύθυνα για την εργογόνο δράση του, είναι οι ginsenosides (στο κορεάτικο), οι eleutherosides (στο σιβηριανό) και οι

ciwujiasides. Τα συστατικά αυτά έχουν αντιφλεγμονώδεις αντιοξειδωτικές και αντικαρκινικές δράσεις (MahaSellamietal, 2018).

Παραδείγματα επιστημονικών μελετών. Πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές μελέτες με στόχο να προσδιοριστούν τυχόν θετικές επιδράσεις του εκχυλίσματος Panaxginseng στον ανθρώπινο οργανισμό. Η πρώτη (1^η) μελέτη, η οποία πραγματοποιήθηκε το 2003, προσπάθησε να εξετάσει τις επιδράσεις του εκχυλίσματος Panaxginseng στο μεταβολισμό των λιπιδίων στους ανθρώπους ενώ η δεύτερη (2^η) η οποία διεξήχθη το 2005 είχε ως σκοπό να διευκρινίσει τις επιδράσεις του εκχυλίσματος Panaxginseng στην υπεροξειδωση των λιπιδίων και των ενζύμων καθαρισμού που προκαλούνται από μια οξεία εξαντλητική άσκηση σε μη αθλητές. Στην 1^η μελέτη χορηγήθηκαν, σε άγνωστο αριθμό ατόμων, 6g / ημέρα Panaxginseng για 8 εβδομάδες. Πριν και μετά την χορήγηση μετρήθηκαν η χοληστερόλη, η μαλονδιαλδεϋδη, η υπεροξειδική δισμουτάση και η καταλάση. Κατά την 2^η μελέτη χορηγήθηκαν 2g / 3 φορές την ημέρα Panaxginseng για 8 εβδομάδες σε επτά υγιή άνδρες οι οποίοι πραγματοποίησαν 2 εξαντλητικές ασκήσεις στο διάδρομο πριν και μετά από την κατάποση του Panaxginseng. Στην 1^η μελέτη, τα επίπεδα ολικής χοληστερόλης, τριγλυκεριδίων, λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας και μαλονδιαλδεϋδης στο πλάσμα μειώθηκαν μετά τη χορήγηση Panaxginseng. Ωστόσο, η λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας αυξήθηκε. Στην 2^η μελέτη μετά την χορήγηση Panaxginseng αύξηθηκε, κατά 1,5 λεπτό, η διάρκεια της άσκησης μέχρι την εξάντληση των συμμετεχόντων. Μετά και τις δύο δοκιμές η μαλονδιαλδεϋδη αυξήθηκε σημαντικά. Ωστόσο, μειώθηκε μετά τη χορήγηση Panaxginseng. Η καταλάση και η υπεροξειδική δισμουτάση μετά την εκτέλεση των ασκήσεων ήταν σημαντικά αυξημένες αλλά ήταν πολύ χαμηλότερες από εκείνες μετά την άσκηση με χορήγηση Panaxginseng.

Παρατηρούμε και στις δύο περιπτώσεις ότι, η χορήγηση ίσης ποσότητας Panaxginseng αύξησε τη υπεροξειδική δισμουτάση και τη καταλάση αλλά μείωσε το επίπεδο της μαλονδιαλδεϋδης. Αποδεικνύεται ότι, το Panaxginseng έχει αντιοξειδωτικό δυναμικό εξαιτίας μηχανισμού δράσης ο οποίος μπορεί να προκαλέσει υπολιπιδαιμική δράση και επίσης έχει έναν μηχανισμό δράσης ο οποίος παρατείνει τη διάρκεια της άσκησης μέχρι την εξάντληση. Τα ευρήματα και των 2 μελετών αποδεικνύουν τους επιστημονικούς ισχυρισμούς πώς το Ginseng: α) έχει δυνατότητες υπολιπιδαιμίας και β) Έχει εργογονικές ιδιότητες οι οποίες διευκολύνουν την ανάρρωση έπειτα από εξαντλητική άσκηση.

3.3.3 Κουρκουμίνη (curcumin)

Ο κουρκουμάς αναγνωρίζεται και χρησιμοποιείται παγκοσμίως με πολλές διαφορετικές μορφές κυρίως για τα πολλαπλά οφέλη για την υγεία. Στην Ινδία χρησιμοποιείται σε κάρυ, στην Ιαπωνία σερβίρεται σε τσάι, στην Ταϊλάνδη χρησιμοποιείται σε καλλυντικά, στην Κίνα ως χρωστική ουσία, στην Κορέα σερβίρεται σε ποτά, στη Μαλαισία χρησιμοποιείται ως αντισηπτικό, στο Πακιστάν χρησιμοποιείται ως φάρμακο. Είναι διαθέσιμος σε διάφορες μορφές (κάψουλες, δισκία, αλοιφές, ενεργειακά ποτά, σαπούνια και καλλυντικά).

Ο κουρκουμάς έχει αναγνωριστεί εδώ και καιρό για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες. Για αυτό τον λόγο αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τον Ιατρικό και γενικά από τον επιστημονικό κόσμο καθώς είναι η κύρια πηγή της κουρκουμίνης. Περιέχει κουρκουμινοειδή (έχουν εγκριθεί ασφαλή για χρήση από τον FDA / Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ) και την κουρκουμίνη.

Η κουρκουμίνη είναι μια πολυφαινόλη. Είναι ένα φυσικό προϊόν το οποίο απομονώνεται από την ρίζα του φυτού κουρκουμά (*Curcuma longa*). Χρησιμοποιείται εδώ και αιώνες ως χρωστική ουσία για τα τρόφιμα και ως πρόσθετο φαρμάκων. (R.A sharma et al 2005, Zhou et al. 2011). Η κουρκουμίνη έχει λάβει την παγκόσμια προσοχή της επιστημονικής κοινότητας λόγω των πολλαπλών οφελών της για την υγεία, κυρίως μέσω των αντιοξειδωτικών και αντιφλεγμονωδών μηχανισμών / επιδράσεων της. Ας δούμε που μπορεί να βοηθήσει:

- Έρευνες δείχνουν ότι η κουρκουμίνη μπορεί να μειώσει τον πόνο από την οστεοαρθρίτιδα και από τις γαστρεντερικές διαταραχές.
- Η κουρκουμίνη μπορεί να βοηθήσει στις καρδιακές παθήσεις όπως αθηροσκλήρωση και αρτηριακή πίεση βελτιώνοντας το λιπιδαιμικό προφίλ μέσω της μείωσης των τριγλυκεριδίων και της “κακής” χοληστερόλης και της βελτίωσης της λειτουργίας του ενδοθηλίου (τοίχωμα των αρτηριών).
- Υπάρχουν ενδείξεις ότι η κουρκουμίνη μπορεί να ενισχύσει τους νευροδιαβιβαστές του εγκεφάλου (σεροτονίνη και ντοπαμίνη) βελτιώνοντας έτσι τη διάθεση, την ψυχολογία και την διαχείριση του άγχους (Μαυρομμάτη Σ, et.al, 2018).
- Οι ελεύθερες ρίζες μπορούν να οξειδώσουν τα βιομόρια των κυττάρων (λιπίδια, πρωτεΐνες και DNA) και να επέλθει οξειδωτική βλάβη η οποία θεωρείται ένας από τους μηχανισμούς γήρανσης αλλά και πρόδρομος διαφόρων ασθενειών. Τα αντιοξειδωτικά προστατεύουν το σώμα από τις ελεύθερες ρίζες. Η κουρκουμίνη είναι

ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό που μπορεί να τις απομακρύνει. Έχει την ικανότητα να καθορίζει τις ελεύθερες ρίζες και έτσι μπορεί να αναστέλλει έμμεσα τους ρυθμιστές φλεγμονής (J Mark Davisetal, 2007).

- Βοηθά στη διαχείριση των οξειδωτικών και φλεγμονωδών καταστάσεων και του μεταβολικού συνδρόμου.
- Μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση της φλεγμονής και του μυϊκού πόνου που προκαλείται από την άσκηση συμβάλλοντας στην ανάρρωση και στην αύξηση της απόδοσης των ενεργών ατόμων.
- Μια σχετικά χαμηλή δόση του συμπλέγματος μπορεί να προσφέρει οφέλη για την υγεία σε άτομα που δεν έχουν διαγνωσμένες παθήσεις υγείας.
- Έχει διαπιστωθεί πως η κουρκουμίνη έχει αντικαρκινικές, αντιικές, αντί-αμυλοειδείς και χημειοθεραπευτικές ιδιότητες.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επούλωση πληγών, για την θεραπεία ασθενειών όπως: διαβήτης, νόσος Αλτσχάιμερ και νόσος Πάρκινσον.
- Αποτελεί πιθανό θεραπευτικό μέσο για ασθένειες όπως η οικογενής αδενωματώδης πολυποδίαση, η φλεγμονώδης νόσος του εντέρου, η ελκώδης κολίτιδα, ο καρκίνος του παχέος εντέρου, ο καρκίνος του παγκρέατος, η υπερχοληστερολαιμία, η αθηροσκλήρωση, η παγκρεατίτιδα, η ψωρίαση και η χρόνια πρόσθια ραγοειδίτιδα (R.A sharmaetal. 2005, Zhouetal. 2011).
- Ειδικότερα, στον τομέα του αθλητισμού, η κουρκουμίνη μπορεί να μειώσει την φλεγμονή και την μυϊκή βλάβη που προκαλείται έπειτα από έντονη άσκηση. Στοιχεία από πειραματικές μελέτες αποδεικνύουν ότι η κουρκουμίνη μπορεί να έχει παρόμοια αντιφλεγμονώδη δράση με μερικά από τα κοινά μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα όπως ινδομεθακίνη, Vioxx, Celebrex και ιβουπροφαίνη άλλα χωρίς παρενέργειες καθώς είναι μη τοξική (J MarkDavisetal, 2007). Πιλοτικές δοκιμές έδειξαν ότι η κουρκουμίνη είναι ασφαλής ακόμη και όταν καταναλώνετε σε ημερήσια δόση 12g για 3 μήνες (Ajay Goeletal, 2008).

Παρά τα προαναφερόμενα οφέλη της κουρκουμίνης, λόγο των αντιφλεγμονωδών και αντιοξειδωτικών μηχανισμών της, ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα σχετικά με την πρόσληψη της είναι η περιορισμένη βιοδιαθεσιμότητα της η οποία οφείλεται στην κακή απορρόφηση, τον γρήγορο μεταβολισμό και την ταχεία αποβολή. Αρκετοί παράγοντες έχουν δοκιμαστεί για τη βελτίωση της βιοδιαθεσιμότητας της κουρκουμίνης. Ο πιο

αποτελεσματικός είναι η πιπερίνη. Είναι το κύριο δραστικό συστατικό του μαύρου πιπεριού και σχετίζεται με 2000% αύξησης της βιοδιαθεσιμότητας της κουρκουμίνης. Το ζήτημα της κακής βιοδιαθεσιμότητας επιλύεται με την προσθήκη πιπερίνης, δημιουργώντας έτσι ένα σύμπλεγμα κουρκουμίνης εύκολα απορροφήσιμο από τον οργανισμό. Οι συστάσεις για τον γενικό πληθυσμό, ώστε να λάβει ο οργανισμός όλα τα οφέλη, είναι 500 έως 1.000 mg κουρκουμίνης την ημέρα μαζί με 5 mg πιπερίνης. Η κουρκουμίνη είναι ένα δώρο που η φύση μας δίνει απλόχερα, το οποίο με τον σωστό συνδυασμό και χρήση μπορεί να συμβάλλει στην υγεία και την ευεξία.

Παραδείγματα επιστημονικών μελετών: Το 2019 πραγματοποιήθηκαν δύο έρευνες οι οποίες είχαν παρόμοιο σκοπό. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε με σκοπό να εξεταστεί η επίδραση της κατάποσης κουρκουμίνης από το στόμα στην μυϊκή βλάβη και στις φλεγμονώδεις αντιδράσεις, πριν και μετά την ολοκλήρωση μιας άσκησης. Η δεύτερη πραγματοποιήθηκε με σκοπό να εξεταστεί η επίδραση της χρονικής στιγμής πρόσληψης κουρκουμίνης (πριν ή μετά την άσκηση) στις αλλαγές στους δείκτες μυϊκής βλάβης μετά από εκκεντρική μυϊκή σύσπαση (αυτό που αποκαλούμε «έκκεντρη μυϊκή σύσπαση» παρατηρείται όταν το μήκος του μυός αυξάνεται, στην προσπάθειά του να υπερνικήσει μια εξωτερική αντίσταση) (Physiomedica). Στην 1^η έρευνα οι συμμετέχοντες ήταν 10 άνδρες. Τους χορηγήθηκαν 180mg κουρκουμίνης ή εικονικού φαρμάκου 7 ημέρες πριν ή 7 ημέρες μετά την άσκηση. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 30 μέγιστες ισοκινητικές εκκεντρικές συσπάσεις των καμπτήρων αγκώνα (η ισοκινητική άσκηση έχει ως βασικό χαρακτηριστικό τη σταθερή ταχύτητα και σταθερή τροχιά άσκησης σε όλη τη διάρκεια)(Περδίκη Σοφία). Χρησιμοποιήθηκε ισοκινητικό δυναμόμετρο. Αυτό επαναλήφθηκε και με τον άλλο βραχίονα 4 εβδομάδες αργότερα. Πριν, αμέσως μετά και 1 έως 7 ημέρες μετά την άσκηση μετρήθηκαν η μέγιστη εκούσια ροπή σύσπασης των καμπτήρων των αγκώνων, το εύρος κίνησης της άρθρωσης του αγκώνα, ο μυϊκός πόνος και η δραστηριότητα της κρεατινικής κινάσης ορού. Επίσης πριν, αμέσως μετά, 12 ώρες μετά και 1 έως 7 ημέρες μετά την άσκηση μετρήθηκε η ιντερλευκίνη-8 του πλάσματος (IL-8). Οι αλλαγές μελετήθηκαν με την πάροδο του χρόνου. Στην 2^η έρευνα συμμετείχαν 24 υγιείς νεαροί άνδρες. Πραγματοποίησαν 30 μέγιστες ισοκινητικές εκκεντρικές συσπάσεις των καμπτήρων αγκώνα. Έγινε χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου. Οι συμμετέχοντες ομαδοποιήθηκαν τυχαία. Έλαβαν 180 mg/ημέρα κουρκουμίνης από το στόμα είτε 7 ημέρες πριν είτε 4 ημέρες μετά την άσκηση ή 180 mg/ημέρα εικονικού φαρμάκου από το στόμα 4 ημέρες μετά την άσκηση. Επίσης πριν,

αμέσως μετά και 1 έως 4 ημέρες μετά την άσκηση μετρήθηκαν η εκούσια ροπή συστολής των καμπτήρων των αγκώνων, το εύρος κίνησης της άρθρωσης του αγκώνα, ο μυϊκός πόνος και η δραστηριότητα της κινάσης κρεατίνης ορού. Οι αλλαγές σε αυτές τις μεταβλητές μελετήθηκαν με την πάροδο του χρόνου.

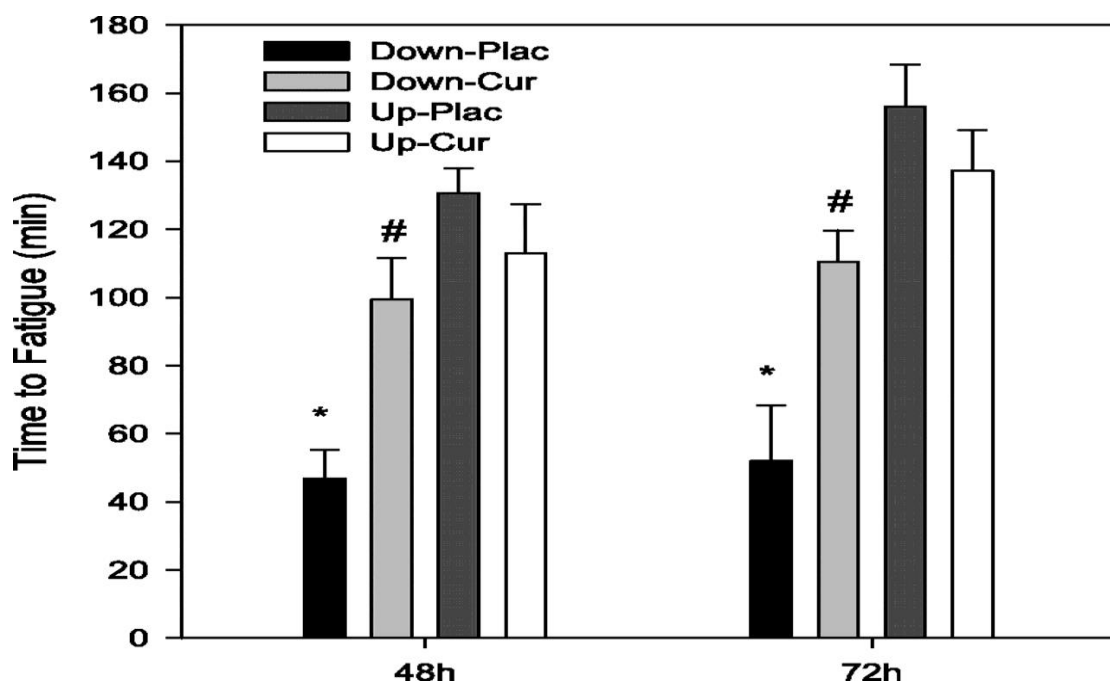
Τα αποτελέσματα της 1^{ης} μελέτης έδειξαν πώς η κατάποση κουρκουμίνης πριν από την άσκηση μπορεί να μετριάσει την οξεία φλεγμονή, ενώ μετά την άσκηση μπορεί να μετριάσει τη μυϊκή βλάβη και να διευκολύνει την ταχύτερη ανάρρωση (YokoTanabeetal, 2019).

Τα αποτελέσματα της 2^{ης} μελέτης έδειξαν πως η κατάποση συμπληρώματος κουρκουμίνης έπειτα από άσκηση είχε πιο ευεργετική επίδραση στη μείωση του μυϊκού πόνου (YokoTanabeetal,2019).

Το κοινό συμπέρασμα που καταλήξουμε έπειτα από την σύγκριση των δύο αυτών ερευνών είναι ότι η κατάποση κουρκουμίνης: α) μπορεί να μετριάσει την οξεία φλεγμονή πριν από την σωματική άσκηση και β) είναι ιδανικότερη στο να μετριάσει την μυϊκή βλάβη, να μειώσει τον μυϊκό πόνο και να διευκολύνει την ταχύτερη αποκατάσταση μετά από την σωματική άσκηση.

Τέλος, μια ακόμα νέα έρευνα διενεργήθηκε σχετικά με τις επιδράσεις του συμπληρώματος κουρκουμίνης στο λειτουργικό σύστημα, τη φλεγμονή, τη μυϊκή βλάβη και τον μυϊκό πόνο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κουρκουμίνη μπορεί να μειώσει τη μυϊκή βλάβη και τον μυϊκό πόνο χωρίς να επηρεάσει αρνητικά μια φυσική φλεγμονώδη αντίδραση μετά από άσκηση (StevenA. Bashametal, 2020).

Η παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζει την θετική επίδραση της κουρκουμίνης στις αθλητικές επιδόσεις.



Το συγκεκριμένο γράφημα αναπαριστά τα αποτελέσματα ενός πειράματος στο οποίο συμμετείχαν δρομείς ανηφόρας και κατηφόρας έχοντας χωριστεί σε ομάδες κατανάλωσης κουρκουμίνης και μη. Κατά το τρέξιμο σε κατηφόρα παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στους χρόνους τρεξίματος μέχρι την στιγμή της κόπωσης. Οι ομάδες των αθλητών χωρίστηκαν, ανάλογα με τις ώρες κατανάλωσης της κουρκουμίνης πριν το τρέξιμο, η μία στις 48 ώρες (<0,001) και η άλλη στις 72 ώρες (<0,001).

3.3.4 Εργογόνα εκχυλίσματα ιδανικά για αθλούμενους

Εκτός από τα δημοφιλή προαναφερόμενα εργογόνα εκχυλίσματα (ροδιόλα ρίζα, ginseng και κουρκουμίνη) υπάρχουν και άλλα εργογόνα εκχυλίσματα εξίσου ιδανικά για αθλούμενους. Ας τα εξετάσουμε, συνοπτικά, στην συνέχεια:

3.3.4.1 Ginger (Πιπερόριζα)

Τα αποτελέσματα μελέτης το 2015 κατέληξαν στο συμπέρασμα πώς: α) η καθημερινή χρήση του τζίντζερ προκαλεί μείωση του μυϊκού πόνου που δημιουργείται έπειτα από εκκεντρική άσκηση και β) δύο γραμμάρια τζίντζερ μπορεί να έχουν αντιφλεγμονώδη και αναλγητική δράση στην φλεγμονή και στον μυϊκό πόνο που προκαλούνται έπειτα από άσκηση (Khadijeh Hoseinzadeh, et al, 2015).

3.3.4.2 Ginkgobiloba

Αποτελέσματα μίας έρευνας το 2017 κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η κατανάλωση ginkgobiloba μπορεί να προσφέρει οριακά κάποιες ευεργετικές ιδιότητες σε αθλητές. Η ανάμειξή του όμως με άλλα φυτικά εκχυλίσματα (όπως αυτό της ροδιόλας) μπορεί να έχει ακόμα καλύτερα αποτελέσματα βελτιώνοντας α) την απόδοση αντοχής των αθλητών και β) αυξάνοντας την κατανάλωση οξυγόνου προστατεύοντας από την κόπωση (Ewa Sadowska-krepa, et al, 2017).

3.3.4.3 Πράσινο τσάι

Άλλη μία έρευνα το 2019 έδειξε πως η κατανάλωση εκχυλίσματος πράσινου τσαγιού έχει: α) θετικά αποτελέσματα στην αποκατάσταση των μυών μετά από έντονη άσκηση, β) μπορεί να προκαλέσει σημαντική αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του αίματος και γ) μπορεί να προκαλέσει μέτρια εξασθένηση της υπεροξειδωσίας των λιπιδίων που προκλήθηκε από προπόνηση (EwaSadowska-krepaetal. 2019)

3.3.4.4 Τσάι μάτσα (matchatea)

Ο Mark E.T Willems πραγματοποίησε δύο έρευνες πάνω στην κατανάλωση τσαγιού matcha και την οξείδωση του λίπους. Η μία (1^η) μελέτη πραγματοποιήθηκε το 2018 και είχε ως στόχο να εξετασθεί η επίδραση ποτών πράσινου τσαγιού Matcha στις μεταβολικές αντιδράσεις κατά τη διάρκεια άσκησης υψηλής έντασης (γρήγορη βάδιση). Η επόμενη (2^η) μελέτη πραγματοποιήθηκε το 2021 με σκοπό να εξεταστούν οι επιδράσεις της ημερήσιας πρόσληψης (για τρεις εβδομάδες) σκόνης πράσινου τσαγιού Matcha στην οξείδωση του υποστρώματος κατά τη διάρκεια άσκησης μέτριας έντασης στις γυναίκες.

Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της 1^{ης} μελέτης προκύπτει το συμπέρασμα πως η κατανάλωση πράσινου τσαγιού Matcha μπορεί να ενισχύσει την οξείδωση του λίπους. Όταν πραγματοποιείται γρήγορο περπάτημα 30 λεπτών, στο πλαίσιο ενός προγράμματος απώλειας βάρους, οι μεταβολικές επιδράσεις του Matcha δεν είναι υπερβολικά δραστικές (Mark E.T Willemsetal. 2018:536-541). Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της 2^{ης} μελέτης το συμπέρασμα είναι πως η συνεχής λήψη πράσινου τσαγιού Matcha ενισχύει την οξείδωση του λίπους κατά τη διάρκεια άσκησης μέτριας έντασης σε ενήλικες γυναίκες ανεξάρτητα από τη σύσταση του σώματος τους (MarkE.TWillemsetal, 2021).

3.3.4.5 Λουΐζα (lemon verbena/alloysia citriodora)

Αποτελέσματα δύο ερευνών καταλήγουν στο συμπέρασμα : α) από την 1^η μελέτη αποδείχθηκε πως το εκχύλισμα λουίζας είναι ένα ασφαλές και καλά ανεκτό φυσικό αθλητικό συμπλήρωμα καθώς μειώνει τη μυϊκή βλάβη μετά από εξαντλητική άσκηση (Roodabehbahramsoltanietal, 2018) και β) από την 2^η μελέτη προέκυψε ότι μειώνει τα σημάδια μυϊκής βλάβης σε χρόνια άσκηση χωρίς τρέξιμο (Lorena Funesetal, 2010).

3.3.4.6 Σπιρουλίνα (spirulina)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τριών μελετών προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα: α) το αποτέλεσμα της 1^{ης} μελέτης δείχνει πως το συμπλήρωμα σπιρουλίνας βελτιώνει τα αποτελέσματα των παραμέτρων της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας κατά την διάρκεια συστηματικής άσκησης σε υπέρβαρα και σε άτομα με παχυσαρκία (Marco Antonio Hernandez-Lepeetal. 2018), β) σύμφωνα με τα αποτελέσματα της 2^{ης} μελέτης η σπιρουλίνα έχει ευεργετικές επιδράσεις στην μεταγευματική λιπαιμία (αναφέρεται στις δυναμικές αλλαγές των λιπιδίων και των λιποπρωτεϊνών του ορού (κυρίως των τριγλυκεριδίων) που λαμβάνουν χώρα μετά από γεύμα) (Κολοβού Γενοβέφα). Οι επιδράσεις αυτές είναι ακόμα πιο έντονες στους νεότερους ανθρώπους (Patricia Victoria Torres-Duranetal, 2012) και γ) τέλος σύμφωνα με τα αποτελέσματα της 3^{ης} μελέτης η κατανάλωση συμπληρώματος σπιρουλίνας μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών διαταραχών (Marco Antonio Hernandez-Lepeetal, 2019).

3.3.4.7 Χλωρέλλα

Η κατανάλωση της από τους αθλητές είναι αρκετά ωφέλιμη. Περιέχει μεγάλη ποσότητα πρωτεΐνης ώστε να ενισχύουν την μυϊκή τους διάπλαση, αυξάνει την ικανότητα αερόβιας αντοχής και μειώνει την κόπωση.

Αξιολογώντας τα συμπεράσματα επιστημονικών μελετώ επιβεβαιώνονται οι εξής ιδιότητες του συμπληρώματος χλωρέλλας: α) αυξάνει την ικανότητα αερόβιας αντοχής σε νεαρά άτομα, β) ανακουφίζει από το οξειδωτικό στρες και γ) αυξάνει την ανοχή στην κόπωση υπό συνθήκες ανάπαυσης.

3.3.4.8 Μανιτάρι Cordyceps Sinensis

Η λήψη συμπληρωμάτων σκόνης Cordyceps sinensis μπορεί να προκαλέσει καλύτερη απόδοση και λειτουργία στον ενεργειακό μεταβολισμό κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης (Nagata Akiraetal, 2006). Επίσης, το Cordyceps sinensis μπορεί να βελτιώσει την

ανοχή στην κόπωση σε δρομείς μεγάλων αποστάσεων (Siraphatthra Thongsawang, et al, 2021). Αξιολογώντας συμπεράσματα ερευνών επιβεβαιώνονται οι εξής ιδιότητες του συμπληρώματος *Cordyceps sinensis*: α) μπορεί να προκαλέσει καλύτερη απόδοση και λειτουργία στον ενεργειακό μεταβολισμό κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης και β) μπορεί να βελτιώσει την ανοχή στην κόπωση σε δρομείς μεγάλων αποστάσεων.

Μέρος Β: Ερευνητικό

4. ΒΙΟΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΦΥΤΙΚΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ

4.1 Σκοπός της έρευνας

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής με τους γρήγορους ρυθμούς σε συνδυασμό με λανθασμένα πρότυπα διατροφής, έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση χρόνιων νοσημάτων στον άνθρωπο. Για την πρόληψη ή αντιμετώπιση τέτοιων ασθενειών, υπάρχουν ήδη στην αγορά φάρμακα και συμπληρώματα διατροφής, τα οποία ως επί το πλείστον τους είναι συνθετικά. Μία καινοτομία που μπορεί να δώσει πιο ριζική λύση στο πρόβλημα, αποτελεί η ενίσχυση της υγείας μέσω της διατροφής. Η ανάγκη των καταναλωτών να προστατέψουν τον οργανισμό τους μέσω τροφίμων με ευεργετικές βιολογικές δράσεις είναι επιτακτική και ήδη γίνονται σημαντικές προσπάθειες στην έρευνα και τη βιομηχανία, ώστε να αναπτυχθούν τα σωστά προϊόντα διατροφής. Κυβερνήσεις και άλλοι φορείς έχουν ξεκινήσει να προάγουν τη χρήση φυσικών βιοδραστικών προϊόντων, ως συστατικά σε συνταγές τροφίμων, με στόχο την ενημέρωση του κόσμου και το όραμα για ένα νέο τρόπο ζωής. Η σωστή διαχείριση των φυσικών πρώτων υλών και η ανακύκλωση μέσω της εκμετάλλευσης παραπροϊόντων μπορούν να οδηγήσουν στην επίτευξη μιας βιώσιμης και αειφόρου ανάπτυξης.

Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία αυτή παρουσιάζει δεδομένα από την τρέχουσα βιβλιογραφία για τις φυσικές βιοδραστικές ενώσεις και τις ιδιότητές τους ως συστατικά τροφίμων, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στη διαδικασία ανασύνθεσης τροφίμων και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι αποτελούν μέρος μιας διασπαστικής καινοτομίας (disruptiveinnovation).

Με τη διασπαστική καινοτομία, δημιουργούνται νέα προϊόντα που απαιτούν όμως «εκπαίδευση» των πελατών πάνω στις νέες τους ανάγκες. Οι εταιρείες θέτουν στόχους για τη δημιουργία νέων αγορών και διαδικασιών, διασπώντας τις υφιστάμενες αγορές. Παρόλο που είναι μία μακρά και ακριβή διαδικασία, με μεγάλες πιθανότητες αποτυχίας, στη συγκεκριμένη περίπτωση η αγορά των τροφίμων οφείλει να υιοθετήσει ριζικές αλλαγές, δημιουργώντας βιολειτουργικά προϊόντα, τα οποία θα συμβάλλουν στην ανακούφιση του πληθυσμού από προβλήματα υγείας, ιδιαίτερα από τις μη μεταδιδόμενες χρόνιες παθήσεις και τα συναφή νοσήματα.

Προβλέπεται τα επόμενα χρόνια οι καταναλωτές να προχωρήσουν πέρα από τις εύκολες και ανθυγιεινές επιλογές τροφίμων και τα φυσικά βιοδραστικά συστατικά είναι εκείνα που θα οδηγήσουν στη βελτίωση των τροφίμων παγκοσμίως. Διαθέτουν πολλές ευεργετικές δράσεις

σε σχέση με την ανθρώπινη υγεία και μπορεί να είναι η αρχή της εξατομικευμένης διατροφής, οδηγώντας σε επίτευξη μακροζωίας με λιγότερα προβλήματα υγείας και τη δημιουργία μιας νέας γενιάς, περισσότερο ευαισθητοποιημένη απέναντι στην υγιεινή διατροφή και το περιβάλλον.

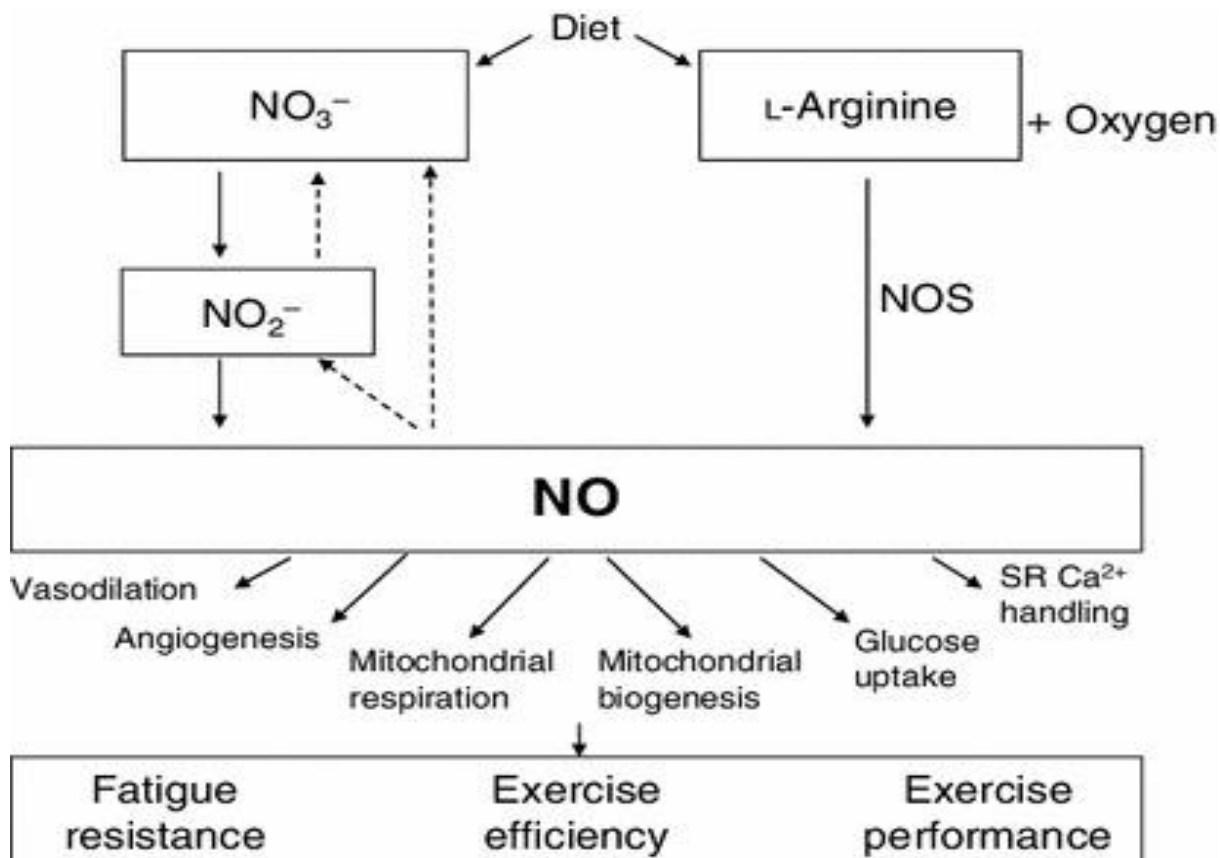
4.2 Παντζάρι

Το παντζάρι ανήκει στην οικογένεια των Αμαρανθοειδών. Τα φύλλα του και η ρίζα του είναι εδώδιμα. Οι βηταλαΐνες είναι οι χρωστικές του. Σε αυτές ανήκουν η βητακυανίνη η οποία δίνει το μωβ και η βεταξανθίνη η οποία δίνει το κίτρινο χρώμα στο παντζάρι. Οι βηταλαΐνες έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Το παντζάρι είναι πηγή αντιοξειδωτικών αλλά και μικροθρεπτικών συστατικών όπως είναι το κάλιο, το νάτριο, η βεταΐνη, το μαγνήσιο, η βιταμίνη C και τα νιτρικά NO_3 . (Michael J. Ormsbee, 2013).

Το παντζάρι θεωρείται σημαντική πηγή νιτρικών (Χατζηκυριάκος-Σβώκος, 2017). Περιέχει πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε NO_3 (250mg/100g). Το NO_3 ανάγεται σε νιτρώδη NO. Το NO σχηματίζεται στο ενδοθήλιο. Τα νιτρώδη αλληλεπιδρούν με τους λείους μύες των αγγείων και έτσι ενεργοποιούν την αγγειοδιαστολή. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η καλύτερη κυκλοφορία του αίματος τόσο σε ηρεμία όσο και κατά την διάρκεια της άσκησης με αποτέλεσμα τη καλύτερη λειτουργία των μυών. Επιπλέον αυξάνεται η πρόσληψη οξυγόνου, η γλυκόζη και άλλων θρεπτικών συστατικών (Michael J. Ormsbee 2013).

Το παντζάρι σύμφωνα με μελέτες έχει και εργογονικές ιδιότητες στους αθλητές. Λόγο της υψηλής συγκέντρωσης νιτρικών η χρήση του παντζαριού αυξάνει τον χρόνο άσκησης μέχρι την εξάντληση, την απόδοση στο τρέξιμο και την μυϊκή απόδοση κατά την διάρκεια μέτριας άσκησης (Παύλος, 2021). Η αύξηση του χρόνου της άσκησης μέχρι την εξάντληση οφείλεται στην ικανότητα του παντζαριού να μειώνει τον ρυθμό κατανάλωσης του οξυγόνου. Επιπλέον βοηθά στην αποκατάσταση των αθλητών μετά από την προπόνηση αυξάνοντας την συγκέντρωση ελεύθερων ριζών στους μύες 2 έως 3 φορές. Η καταλληλότερη χρονική στιγμή για την χορήγηση του στους αθλητές είναι 90 λεπτά πριν την προπόνηση καθώς η μέγιστη τιμή NO_3 συμβαίνει περίπου 2-3 ώρες μετά την κατάποση του. Τέλος, το παντζάρι έχει και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες ιδιαίτερα απαραίτητες για τους αθλητές.

Ακολουθεί το **διάγραμμα 4.1** με το πώς η χρήση παντζαριού (νιτρικών) δρα ώστε να παρέχουν στον αθλητή την δυνατότητα της βελτίωσης της αθλητικής του επίδοσης.



Διάγραμμα 4.1 Χρήση παντζαριού (νιτρικών ή νιτρωδών) και δυνατότητα βελτίωσης ενός επίδοσης ενός αθλητή.

Παραδείγματα επιστημονικών ερευνών: Πραγματοποιήθηκαν δύο μελέτες σε σχέση με την κατανάλωση παντζαριού και την σωματική άσκηση.

Από την 1^η μελέτη (έτος 2020) προέκυψε το συμπέρασμα ότι η οξεία κατανάλωση συμπληρώματος παντζαριού βελτιώνει την αντοχή και την μυϊκή απόδοση στην προπόνηση με αντιστάσεις (AntonioRanchal-Sauchezetal, 2020).

Από την 2^η μελέτη (έτος 2021) προέκυψε ότι η οξεία κατανάλωση συμπληρώματος παντζαριού επηρεάζει θετικά την ταχύτητα, τη δύναμη και τις συνολικές επαναλήψεις κατά τη διάρκεια άσκησης πάγκου ελεύθερου βάρους (Tyler D. Williamsetal, 2021).

Το 2016, πραγματοποιήθηκε μια ενδιαφέρουσα έρευνα η οποία μας έδωσε σημαντικά αποτελέσματα σχετικά με τη βελτιστοποίηση των αθλητικών αποδόσεων κατά την χρήση νιτρικών παντζαριού. Χρησιμοποιήθηκαν 12 άνθρωποι ηλικιών από 21 ετών έως 23 ετών, ύψους 172cm έως 181cm και βάρους 73kg έως 93kg. Οι συγκεκριμένοι συμμετέχοντες είχαν εμπειρία 3 ετών στην ανερόβια άσκηση και η συχνότητα των προπονήσεων τους ήταν 3 φορές την εβδομάδα. Η διάρκεια των προπονήσεων τους υπολογίζεται σε 1 ώρα. Στην έρευνα

έγινε χορήγηση του χυμού παζαριού 70ml ο οποίος περιείχε 40mg νιτρικών. Καταναλώνονταν 6 φορές την εβδομάδα, την ίδια συγκεκριμένη ώρα (περίπου 3 ώρες πριν από την προπόνηση). Η ερευνητική μέθοδος που εφαρμόστηκε ήταν η doubleblind, randomizedcross-overdesign. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπήρχε σημαντική αύξηση (κατά 20%) στην δύναμη των αθλητών. Επίσης, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αντοχή στην δύναμη και εκτενέστερη διάρκεια προπόνησης. Αυτό οφειλόταν στο γεγονός ότι αυξήθηκε η συγκέντρωση των νιτρικών στο πλάσμα του αίματος. Κατά την διάρκεια της έρευνας δεν παρουσιάστηκαν ιατρικά προβλήματα στους συμμετέχοντες της έρευνας. Όποτε η έρευνα καταλήγει σε πολύ ενθαρρυντικά συμπεράσματα όσον αφορά την χρησιμοποίηση του παντζαριού (Mosher Scott L, et al, 2016).

Στην συνέχεια, στον **πίνακα 4.2** παρουσιάζονται οι αποδόσεις αθλητικών παραμέτρων μετά από την χρήση παντζαριού από διάφορες ομάδες αθλητών.

Πίνακας 4.1 Αποδόσεις αθλητικών παραμέτρων μετά από την χρήση παντζαριού από διάφορες ομάδες αθλητών.

Subjects	Studydesign	Dose	Exercisetest	Results
Trained kayakers (male, $n = 8$) ($VO_{2peak} 49.0 \pm 6.1 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)	Single-blind, randomized, cross-over	5 mmol NO_3^- (180 minbefore)	Kayak ergometer: 5 × 10 s sprint-rest 50 s	+4% averagepower (420 ± 23 vs 404 ± 24 W)
Recreation team sport players (male, $n = 16$) ($VO_{2peak} 47.2 \pm 8.5 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)	Double-blind, randomized, cross-over	6.4 mmol NO_3^- (120 minbefore)	Cycle ergometer: sets until exhaustion of 8 s–rest 30 s	–13% reps (13 ± 5 vs 15 ± 6) and –17% total work (49.2 ± 24.2 vs 57.8 ± 34.0 kJ)
Recreation team sport players (male, $n = 12$) ($VO_{2peak} 46.6 \pm 3.4 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)	Single-blind, randomized, cross-over	10.9 mmol NO_3^- (180 minbefore)	Cycle ergometer: sets until exhaustion of 15 s at 170% MAP–rest 30 s	+20% reps* (26.1 ± 10.7 vs 21.8 ± 8.0) and 18% total workload* (168.2 ± 60.2 vs 142.0 ± 46.8 kJ)
Amateur team sport players (female, $n = 13$) (VO_{2peak} not specified)	Double-blind, randomized, Latin-square	BJ: 6.4 mmol NO_3^- (6 days) BJ + SP: 6.4 mmol NO_3^- + 50 mg·kg lean mass SP (6 days)	PRE, MID and POST simulation team sport matches: 6×(20 m sprint + rest 25 s)	BJ: –0.2% total sprint time per set (69.8 ± 4.9 vs 69.97 ± 4.2) BJ + SP: –2% total sprint time per set (68.9 ± 5.1 vs 69.97 ± 4.2)

Recreation team sport players (male, $n = 16$) ($VO_{2peak} 50 \pm 7 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)	Double-blind, randomized, cross-over	12.8 mmol NO_3^- (7 days)	MID and POST simulated team- sport matches: 2×[5×(6 s cycle ergometry sprint + rest 14 s)]	5% work volume at MID* (63 ± 20 vs $60 \pm 18 \text{ kJ}$), 2% POST (60 ± 17 vs $59 \pm 16 \text{ kJ}$) and 4% whole session* (123 ± 19 vs $119 \pm 17 \text{ kJ}$)
Competition team sport players (male, $n = 20$) (VO_{2peak} not specified)	Double-blind, independent groups design	11.4 mmol NO_3^- (150 minbefore)	2xRST: 20×(30 m sprint–rest 30 s)	-1% average sprint time RST1 (4.65 ± 0.3 vs $4.7 \pm 0.2 \text{ s}$) and -2% RST2 (4.66 ± 0.2 vs $4.77 \pm 0.2 \text{ s}$) and -2% fastest sprint RST1 (4.41 ± 0.2 vs $4.48 \pm 0.1 \text{ s}$) and -3%RST2 (4.38 ± 0.2 vs $4.53 \pm 0.2 \text{ s}$)
Recreation sport players (male, $n = 12$) (VO_{2peak} not specified)	Double-blind, randomized, cross-over	6.4 mmol NO_3^- (6 days)	Bench press: 3×(maximum number reps at 60% 1 RM)	+ 19% weight lifted in session and improved no. of reps S1*, S2*, S3* and whole session. *improvementsnotspecified
Competition sport players (male, $n = 13$) (VO_{2peak} not specified)	Double-blind, randomized, cross-over	11.2 mmol NO_3^- (150 minbefore)	Isokinetic cycle ergometer: Wingate 30-s test	-1% peak power (1173 ± 255 vs $1185 \pm 249 \text{ W}$) and -1% total work (22.8 ± 4.8 vs $23 \pm 4.8 \text{ W}$)
Recreation team sport players (male, $n = 10$) ($VO_{2peak} 58 \pm 8 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)	Double-blind, randomized, cross-over design	8.4 mmol NO_3^- (5 days)	Cycle ergometer: 24 x (6 s sprint–rest 24 s) Cycle ergometer: 7 x (30 s sprint–rest 4 min) Cycle ergometer: 6 x (60 s sprint–rest 60 s)	+5% mean average power* (568 ± 136 vs $539 \pm 136 \text{ W}$) and +1% mean peak power (792 ± 159 vs $782 \pm 154 \text{ W}$) in 24 x (6 s sprint–rest 24 s);-1% mean average power (558 ± 95 vs $562 \pm 94 \text{ W}$) and -1% mean peak power (768 ± 157 vs $776 \pm 142 \text{ W}$) in 7 x (30 s sprint–rest 4 min)

4.3 Πράσινο τσάι

Το πράσινο τσάι παράγεται από την αποξήρανση των φύλλων του φυτού *Camelliasinensis* (HamiltonMiller, 2001). Η ετήσια παραγωγή τσαγιού ανέρχεται ετησίως σε 2,5 εκατομμύρια τόνοι φύλλων σε όλο τον κόσμο από τους οποίους το 20% είναι πράσινο τσάι.

Καταναλώνεται κυρίως στην Ασία, σε κάποια μέρη της βόρειας Αφρικής, στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ευρώπη (Καραγιαννίδου, 2021).

Η σύσταση του πράσινου τσαγιού είναι: Πρωτεΐνες (15-20% ξηρού βάρους), Αμινοξέα (1-4% ξηρού βάρους): θειαμίνη, S-N-αιθυλογλουταμίνη, γλουταμικό οξύ, ασπαρτικό οξύ, τυροσίνη, βαλίνη, θεανίνη, αργινίνη, λυσίνη, τρυπτοφάνη, σερίνη, γλυκίνη, λευκίνη, Υδατάνθρακες (5-7% ξηρού βάρους): κυτταρίνη, πηκτίνες, γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, Μέταλλα - Ιχνοστοιχεία: ασβέστιο, μαγνήσιο, χρώμιο, μαγγάνιο, σίδηρος, χαλκός, ψευδάργυρος, σελήνιο, νάτριο, φώσφορος, στρόντιο, νικέλιο, κάλιο, φθόριο, αλουμίνιο, Ίχνη λιπιδίων: λινοεϊκό, α-λινολενικό, Στερόλες: στιγμαστερόλη, Βιταμίνες: B, C, F, Ξανθικές βάσεις: καφεΐνη, θεοφυλλίνη, Χρωστικές: χλωροφύλλη, καροτενοειδή, Πτητικές ενώσεις: αλδεΐδες, αλκοόλες, εστέρες, λακτόνες, υδρογονάνθρακες, Αλκαλοειδή - μεθυλοξανθίνες: καφεΐνη, θεοβρωμίνη, θεοφυλλίνη, Φαινολικά οξέα: γαλλικά οξέα, Αμινοξέα: θεανίνη, Πολυφαινόλες (έως και 30% ξηρού βάρους): φλαβονόλες, φλαβανδιόλες, φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα, κατεχίνη

Το πράσινο τσάι είναι αντιοξειδωτικό, αντιφλεγμονώδες, αντιαρθριτικό, αντιβακτηριακό, αντιαρτηρικό, και νευροπροστατευτικό. Τα τελευταία χρόνια πολλές μελέτες έχουν αναδείξει την επίδραση του πράσινου τσαγιού στις αθλητικές αποδόσεις λόγω της παρουσίας των πολυφαινολών ιδιαίτερα των κατεχινών. Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες έχουν εξετάσει την επίδραση των κατεχινών στη μυϊκή βλάβη που προκαλείται από την άσκηση και τον βιολογικό και φυσιολογικό τους ρόλο στη βελτίωση της σωματικής λειτουργίας.

Οι μελέτες για τη σχέση των πολυφαινολών με την άσκηση περιλαμβάνουν αντιοξειδωτικά συμπληρώματα, όπως το εκχύλισμα πράσινου τσαγιού (GTE), καθώς περιέχει μεγάλη ποσότητα κατεχινών. Η παρουσία πολυφαινολών στο πράσινο τσάι έχει δείξει τα ευεργετικά του αποτελέσματα στην απόδοση της άσκησης και μάλιστα χωρίς παρενέργειες.

Η τακτική κατανάλωση πράσινου τσαγιού (2 φλιτζάνια ανά ημέρα) βρέθηκε να μειώνει το σωματικό λίπος. Επίσης, η βραχυπρόθεσμη κατανάλωση εκχυλίσματος πράσινου τσαγιού σε υγιείς μη προπονημένους άνδρες αύξησε τη διαθέσιμη ποσότητα ενέργειας κατά τη διάρκεια 30 λεπτών ποδηλασίας στο 60% της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου (Μητρογιάννης Παναγιώτης).

Μια άλλη δράση των πολυφαινολών και των κατεχινών του πράσινου τσαγιού είναι η αυξημένη σύνθεση μονοξειδίου του αζώτου (NO) του ενδοθηλίου και η αγγειοδιαστολή. Η

παραγωγή NO βελτιώνει την αιμάτωση του οξυγόνου στους ενεργούς μύες και βελτιώνει την αθλητική απόδοση (Μητρογιάννης Παναγιώτης).

Το 2018 πραγματοποιήθηκε από τον Williamda Silva μια μελέτη για τον καθορισμό της επίδρασης του συμπληρώματος εκχυλίσματος πράσινου τσαγιού στον μυϊκό πόνο που προκαλείται από την άσκηση, τη μυϊκή βλάβη και το οξειδωτικό στρες.

Στην μελέτη συμμετείχαν είκοσι μη εκπαιδευμένοι άνδρες. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν συνεδρίες άσκησης για να προκαλέσουν καθυστερημένη εμφάνιση μυϊκού πόνου στην ομάδα των μυών του τρικέφαλου πριν και μετά από 15 ημέρες συμπληρώματος (500 mg/ημέρα) με εκχύλισμα πράσινου τσαγιού ($n = 10$) ή εικονικό φάρμακο ($n = 10$). Ο μυϊκός πόνος αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας μια οπτική κλίμακα. Δείγματα αίματος ελήφθησαν σε διαφορετικές στιγμές για τον προσδιορισμό των δεικτών αίματος στον ορό της μυϊκής βλάβης, του οξειδωτικού στρες και της αντιοξειδωτικής κατάστασης.

Στις μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι η άσκηση προκαλεί καθυστερημένη εμφάνιση μυϊκού πόνου. Η συμπλήρωση με εκχύλισμα πράσινου τσαγιού μείωσε τη μυϊκή βλάβη αλλά ο μυϊκός πόνος δεν άλλαξε. Ο δείκτης οξειδωτικής βλάβης στο πλάσμα και η αντιοξειδωτική κατάσταση δεν έδειξαν επίδραση του συμπληρώματος (GTE). Το συμπλήρωμα εκχυλίσματος πράσινου τσαγιού (GTE) δεν μείωσε την αίσθηση καθυστερημένης εμφάνισης μυϊκού πόνου αλλά μείωσε τον δείκτη μυϊκής βλάβης μετά την άσκηση. Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης αποδεικνύεται ότι το συμπλήρωμα εκχυλίσματος πράσινου τσαγιού (GTE) έχει θετικά αποτελέσματα στην αποκατάσταση των μυών μετά από έντονη άσκηση (Williamda Silva, et al, 2018).

Αξιολογώντας τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα πώς η κατανάλωση εκχυλίσματος πράσινου τσαγιού: α) έχει θετικά αποτελέσματα στην αποκατάσταση των μυών μετά από έντονη άσκηση. Η συμπλήρωση με εκχύλισμα πράσινου τσαγιού πριν από ένα συμβάν αθροιστικής κόπωσης ελαχιστοποιεί τη μυϊκή βλάβη και το οξειδωτικό στρες σε προπονημένους αθλητές. Δείχνει επίσης θετικές επιδράσεις στις νευρομυϊκές παραμέτρους που σχετίζονται με την ενεργοποίηση των μυών και τη μυϊκή κόπωση (Álvaro S. Machadoetal, 2018), β) μπορεί να προκαλέσει σημαντική αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του αίματος και γ) μπορεί να προκαλέσει μέτρια εξασθένηση της υπεροξειδωσίας των λιπιδίων που προκλήθηκε από προπόνηση

4.4 Cordycepsmilitaris

Τα μανιτάρια έχουν μακρά παράδοση στη χρήση, ως φυσική πρώτη ύλη, στην ιατρική λόγω των προσαρμογόνων, των τονωτικών τους επιδράσεων και της ικανότητάς τους να μειώνουν την κόπωση και να τονώνουν το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου (Μαρδίτσα, 2015). Τα αναλυτικά αποτελέσματα της σύνθεσης του *C. militaris* δείχνουν την περιεκτικότητα του σε βιοενεργά συστατικά όπως η κορδυσεπίνη, οι πολυσακχαρίτες, το γ-αμινοβουτυρικό οξύ (GABA), η εργοθειονεΐνη και άλλα (Zhang, J, 2017). Με βάση την παρουσία πολλών βιοδραστικών ενώσεων, που συμβάλλουν στη βιολογική δραστηριότητα, τα μανιτάρια *C. militaris* αξίζουν σίγουρα να θεωρούνται ως λειτουργικά τρόφιμα και έχουν επίσης μεγάλες δυνατότητες για ιατρική χρήση, εργογονική αλλά και κατά της κούρασης δραστηριότητα.

Η μείωση του αισθήματος της κόπωσης συσχετίζεται με την δυναμωτική και εργογονική επίδραση δηλαδή τη βελτίωση της σωματικής απόδοσης. Το Cordycepin είναι η κύρια βιοδραστική ένωση με εργογονικό δυναμικό στο *C. Militaris* (Wangetal., 2022). Η εργογονική δραστηριότητα της Cordycepin σχετίζεται με τη φυσιολογική της λειτουργία ως έμμεσης πρόδρομης ουσίας του ATP (Τριφωσφορική αδενοσίνη ονομάζεται στη Βιοχημεία το μόριο που αποτελείται από αδεΐνη και το σάκχαρο ριβόζη, η ένωση των οποίων δημιουργεί την αδενοσίνη στο οποίο και έχουν προσκολληθεί τρεις φωσφορικές ομάδες (φωσφορυλομάδες) PO₃-2, που ενώνονται με δεσμούς υψηλής ενέργειας, εξ' ου και η ονομασία του.) και του NO.

Το Cordycepin είναι παρόμοιο με την κρεατίνη και είναι έμμεσος πρόδρομος του ATP. Η εργογονική δράση της κρεατίνης υποστηρίζεται από πολυάριθμα επιστημονικά στοιχεία. Η κρεατίνη αυξάνει τη σωματική απόδοση σε διαδοχικές εκρήξεις βραχυπρόθεσμης υψηλής έντασης άσκησης. Σε μια ομάδα 11 ανδρών, που ήταν σωματικά δραστήριοι ψυχαγωγικά, η άμεση κατανάλωση ATP σε δόση 400 mg/ημέρα συνέβαλε στη βελτίωση της σωματικής απόδοσης και στην κατανάλωση οξυγόνου και ενέργειας στις ασκήσεις του κάτω μέρους του σώματος.

Έρευνα έδειξε τη βελτίωση στην απόδοση άσκησης σε ενεργά άτομα μετά τη χορήγηση 4 g/ημέρα ενός μείγματος μανιταριών (που περιέχει *C. militaris*) για 3 εβδομάδες. Η επίδραση του μείγματος μανιταριών με το *C. militaris* στην ικανότητα άσκησης σχετίζεται με τη βελτίωση της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου (VO₂max), την αύξηση του χρόνου μέχρι την εξάντληση και τη μείωση της συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος (Hirschetal. 2015).

Μεταγενέστερη έρευνα επαλήθευσε την επίδραση της χρήσης ενός μείγματος μανιταριών (που περιέχει *C. militaris*) στη σωματική απόδοση κατά τη διάρκεια άσκησης υψηλής έντασης μετά από 1 εβδομάδα και 3 εβδομάδες συμπληρωμάτων. Είκοσι οκτώ ενεργά άτομα ηλικίας 18-27 ετών υποβλήθηκαν σε αυτό το πείραμα. Το $\text{VO}_{2\text{max}}$, ο χρόνος μέχρι την εξάντληση και το όριο αερισμού (VT) μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής άσκησης σε ποδηλατικό εργόμετρο. Η πρόσληψη του μείγματος μανιταριών με *C. militaris* βελτίωσε την ανοχή της προσπάθειας στις ασκήσεις που πραγματοποιήθηκαν (Hirschet al, 2017).

Τέλος, οι Dudgeonet al έδειξαν ότι η κατανάλωση ενός μείγματος μανιταριών με *C. militaris* σε μια ομάδα υγιών ατόμων ηλικίας 19-34 ετών συνέβαλε στη βελτίωση της φυσικής αντοχής, στην αύξηση του χρόνου μέχρι την εξάντληση, στην αύξηση της $\text{VO}_{2\text{max}}$ και στη μειωμένη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο πλάσμα του αίματος (Dudgeonet al, 2018).

4.5 Φλοιός ροδιού

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η σύσταση του φλοιού του ροδιού ο οποίος σύμφωνα με πολλές μελέτες είναι πλούσιος σε πολυφαινόλες και επίσης αποτελεί πολύ καλή πηγή φυτικών ινών και υδατανθράκων.

Πίνακας 4.2: Σύσταση φλοιών ροδιού

Συστατικό	Περιεκτικότητα (g/100g ξηρής ουσίας)
Υγρασία	4,00-13,70
Ίνες	11,22-34,00
Τέφρα	3,30-5,00
Πρωτεΐνες	1,30-8,72
Λίπη	0,50-9,40
Υδατάνθρακες	80,50-94,90

Ο φλοιός του ροδιού περιέχει μια μεγάλη ποικιλία φαινολικών ενώσεων των οποίων η βιολογική δράση στην πρόληψη διάφορων ασθενειών έχει αποδειχθεί (Παινέση, 2015). Οι τιμές του ολικού φαινολικού περιεχομένου εμφανίζουν μεγάλη διακύμανση καθώς εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη μέθοδο, τις συνθήκες και τον διαλύτη εκχύλισης, την ποικιλία και το στάδιο ωριμότητας του φρούτου. Οι φαινολικές ενώσεις που εντοπίζονται στον φλοιό συγκαταλέγονται στις ομάδες των φαινολικών οξέων, των ταννινών και των φλαβονοειδών.

Η αντιοξειδωτική δράση του φλοιού ροδιού σχετίζεται με την παρουσία υψηλών ποσοτήτων φαινολικών οξέων, φλαβονοειδών και ταννινών και ιδιαίτερα της πουνικαλαγίνης η οποία είναι η κυρίαρχη φαινολική του ένωση (Παπαδογιαννάκη, 2015).

Τα αντιοξειδωτικά που περιέχονται στο φλοιό του ροδιού είναι ικανά αξιοσημείωτης προστασίας του NO έναντι της καταστροφής του από το O_2 ενισχύοντας έτσι τον πολλαπλασιασμό των αγγειακών λείων μυϊκών κυττάρων. Ορισμένα από αυτά τα αντιοξειδωτικά περιέχονται μόνο στο φλοιό του ροδιού και υπάρχουν σε σχετικά μεγάλες ποσότητες (Louis J. Ignarro et al, 2006). Αυτές οι παρατηρήσεις υποστηρίζουν τα συμπεράσματα ότι ο φλοιός του ροδιού βελτιώνει την απόδοση της άσκησης.

5. ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΡΟΦΗΜΑΤΟΣ

Το κύριο μέλημα μας θα είναι η εξεύρεση χημικών ενώσεων που θα προέρχονται από την φύση. Οι συγκεκριμένες χημικές ενώσεις θα περιέχονται σε ρόφημα η χρήση του οποίου θα βοηθάει τον ανθρώπινο οργανισμό στην αύξηση της απόδοσης του, της δύναμης του αλλά παράλληλα θα προάγει και την καλή υγεία του.

5.1 Καφεΐνη

Η καφεΐνη είναι διεγερτικό. Εκτός από το γεγονός ότι είναι το διεγερτικό με την μεγαλύτερη κατανάλωση στον κόσμο είναι και το πρωταρχικό συστατικό των ενεργειακών ποτών που προστίθεται για την ενίσχυση της σωματικής απόδοσης αυξάνοντας την αντοχή και τη δύναμη, βελτιώνοντας το χρόνο αντίδρασης και καθυστερώντας την κόπωση.

Συνήθως, ηπεριεκτικότητα των ενεργειακών ποτών σε καφεΐνη είναι αρκετά υψηλή. Τα περισσότερα ενεργειακά ποτά περιέχουν σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση καφεΐνης απ' ό τι ένα φλιτζάνι καφέ. Η μέση περιεκτικότητα καφεΐνης ανά φλιτζάνι καφέ κυμαίνεται στα 100 mg (29-176 mg). Επιστημονική έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η κατανάλωση έως και τεσσάρων φλιτζανιών καφέ δεν ενέχει κίνδυνο για την υγεία (δηλαδή συνολικά έως και 400mg ημερησίως). Για κάθε δοχείο 250 ml ενεργειακού ποτού, η περιεκτικότητα σε καφεΐνη κυμαίνεται από περίπου 40 mg έως 360 mg. Η επιστημονική έρευνα θεωρεί περίπου 400 mg καφεΐνης ως ασφαλή για κατανάλωση την ημέρα (Claire Muszalski). Έτσι, τα επίπεδα καφεΐνης δεν αποτελούν το πρωταρχικό μέλημα της υγείας. Ωστόσο, περισσότερα από ένα μπορεί να σε θέσουν πάνω από το υποτιθέμενο ασφαλές επίπεδο των 400mg. Το παραπάνω αποτελεί πιθανό λόγο πρόκλησης πολλών επιδράσεων έπειτα από την κατανάλωση ενεργειακών ποτών.

Υπάρχουν μελέτες οι οποίες δείχνουν ότι η καφεΐνη έχει θετικές επιδράσεις στην υγεία. Συγκεκριμένα, μειώνει το ενδεχόμενο εμφάνισης σκλήρυνσης κατά πλάκας, προφυλάσσει τον εγκέφαλο από την επιρροή βλαβερών ουσιών, συμβάλει στην πρόληψη της νόσου του Πάρκινσον αλλά και στη μείωση της έντασης των συμπτωμάτων σε όσους ήδη πάσχουν.

Κάποιες από τις αρνητικές επιδράσεις που έχουν συνδεθεί με την κατανάλωση καφεΐνης είναι η υπέρταση, τα γαστρικά έλκη, το αίσθημα παλμών, το άγχος, το τρέμουλο και οι καρδιακές παθήσεις (πτώση της ροής του αίματος στο μυοκάρδιο).

Η κατανάλωση καφεΐνης πιθανόν να μην εγκυμονεί πάντα κινδύνους για την υγεία αρκεί να μην υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια. Για τον λόγο αυτό οι εταιρείες παραγωγής ενεργειακών ποτών οφείλουν να επισημαίνουν την περιεκτικότητα του προϊόντος σε καφεΐνη και να μην παραπλανούν τους καταναλωτές (Bishoy Wassefetal, 2017).

5.2 Νιτρικά και νιτρώδη

Μελέτες έχουν αποδείξει ότι τα συμπληρώματα με νιτρικά και νιτρώδη μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση της άσκησης (Jones, 2014). Σημαντικό ρόλο στην βελτίωση της απόδοσης της άσκησης φαίνεται να παίζει ρόλο και η φυσική κατάσταση των ατόμων (Povedaetal, 1997).

Τα νιτρικά έχουν την ικανότητα να ασκούν ευεργετική επίδραση στην καρδιαγγειακή υγεία του γενικού πληθυσμού λόγω της μείωσης της πίεσης του αίματος κατά την διάρκεια της άσκησης σε συνθήκες υποξίας (ολόκληρο το σώμα ή ένα μέρος του στερείται επαρκούς οξυγόνωσης) καθώς και σε μεγαλύτερης ηλικίας άτομα όπως και σε μερικές κλινικές περιπτώσεις του πληθυσμού (Wakaietal, 2013).

Η πρώτη μελέτη που απέδειξε ότι τα συμπληρώματα διατροφής με νιτρικό νάτριο μπορούν να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα της άσκησης ήταν το 2007 (Larsen F Jetal, 2007). Στην συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν άτομα (καλά γυμνασμένα) στα οποία δόθηκε να καταναλώσουν 0,1mmol/kg βάρους σώματος την ημέρα NaNO_3 ή ένα εικονικό φάρμακο για τρεις μέρες πριν από την συμπλήρωση μιας συνεχούς αυξανόμενης δυσκολίας άσκησης σε ένα ποδηλατοεργόμετρο. Η χρήση των συμπληρωμάτων αύξησε τα επίπεδα των νιτρωδών στο πλάσμα (κατά 82%) ενώ παρατηρήθηκε και μείωση των τιμών της αρτηριακής (συστολικής και διαστολικής πίεσης) (κατά 8mm και 6mmHg αντίστοιχα).

Η κατανάλωση οξυγόνου κατά την διάρκεια των τεσσάρων πρώτων σταδίων της άσκησης εντοπίστηκε σε χαμηλότερα επίπεδα μετά την κατανάλωση νιτρικών συμπληρωμάτων σε σχέση με τα άτομα που συμμετείχαν στην ίδια μελέτη και τους έγινε χορήγηση του εικονικού φαρμάκου με μέση μείωση σε VO_2 κατά 5% (αξίζει να σημειωθεί ότι δεν εντοπίστηκε σημαντική διαφορά στην $\text{VO}_{2\text{max}}$ μεταξύ των δυο δοκιμασιών).

Κατά την διάρκεια των τεσσάρων χαμηλότερων επιπέδων σωματικής άσκησης υπήρχαν σημαντικές βελτιώσεις στην μεικτή απόδοση (υπολογίζεται ως η απόδοση έργου ανά μονάδα ενέργειας που δαπανάται) από $19,7 \pm 1,6$ σε $21,1 \pm 1,3\%$ και η αποδοτικότητα (υπολογίζεται ως

η μεταβολή της απόδοσης του έργου ανά μονάδα ενέργειας που δαπανάται) από $22,1 \pm 1,6$ σε $22,9 \pm 1,9\%$ μετά την λήψη των νιτρικών. Στα άτομα αυτά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές σε καρδιοαναπνευστικές παραμέτρους που μελετήθηκαν όπως είναι η κατανάλωση διοξειδίου του άνθρακα, ο αερισμός και ο καρδιακός ρυθμός γεγονός που αποδεικνύει όταν η κατανάλωση των νιτρικών οδηγεί σε αποδοτικότερη άσκηση λόγω των μεγαλύτερων ποσών ενέργειας που παράγονται.

Σε μια συμπληρωματική μελέτη που έκαναν ο Larsenetal. διαπιστώθηκε ότι η χρήση συμπληρωμάτων NO_3^- ($0,1\text{mmol/kg}$ σωματικού βάρους/ημέρα) για δύο ημέρες μείωσε σημαντικά την VO_2max κατά $2,7\%$ (από $3,72 \pm 0,33$ σε $3,62 \pm 0,31$ λίτρα/ημέρα) κατά την διάρκεια έντονης άσκησης (Larsenetal, 2010). Παρόλα αυτά ο χρόνος μέχρι την εμφάνιση μυϊκής κόπωσης και εξάντλησης των συμμετεχόντων δεν φάνηκε να διαφοροποιείται ανάμεσα σε αυτούς που πήραν νιτρικά συμπληρώματα και σε αυτούς που πήραν το εικονικό φάρμακο.

Οι δύο παραπάνω μελέτες ασχολήθηκαν με την αποτελεσματικότητα των νιτρικών ή νιτρωδών σε μέτρια γυμνασμένους συμμετέχοντες. Μια διαφορετική μελέτη εκτίμησε την αποτελεσματικότητα των ίδιων συμπληρωμάτων σε καλά γυμνασμένους συμμετέχοντες. Χορηγήθηκαν συμπληρώματα νιτρικών ή νιτρωδών (σε συγκέντρωση 10mg ανά κιλό βάρους σώματος) τρεις ώρες πριν την δοκιμασία άσκησης σε 11 επαγγελματίες ποδηλάτες και αθλητές του τριάθλου. Η ποσότητα των νιτρικών και των νιτρωδών αυξήθηκαν στο πλάσμα αμέσως και μετά την πρώτη χορήγηση των συμπληρωμάτων στους αθλητές αλλά σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών η ποσότητα του VO_2 δεν φάνηκε να διαφοροποιείται ανάμεσα στους αθλητές που είχαν πάρει κάποιο συμπλήρωμα και αυτούς που δεν είχαν πάρει τίποτα. Παρόλα αυτά πρέπει να σημειωθεί ότι στη μέγιστη έντασης άσκηση εντοπίστηκε σημαντική μείωση των επιπέδων του VO_2 ($\sim 180\text{ml min}^{-1}$) συμπέρασμα που συνάδει με τα αποτελέσματα της μελέτης του Larsenetal (RaúlBescósetal, 2011).

Συμπερασματικά, οι επιδράσεις της αυξημένης πρόσληψης νιτρικών είναι σημαντικές διότι έχουν ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της αντοχής στην άσκηση λόγω της βελτίωσης των δεικτών οξυγόνωσης των μυών. Επίσης, η διατροφική συμπλήρωση νιτρικών μπορεί να βελτιώσει την απόδοση άσκησης υψηλής έντασης (Stephen J. Bailey, etal, 2009). Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για τη διερεύνηση της μακροχρόνιας χρήσης και πιθανές προσαρμογές

στην προπόνηση με αντιστάσεις με μεγαλύτερη διάρκεια περιόδους χορήγησης νιτρικών (SCOTT L. MOSHER, et al,2016)

5.3 Αντιοξειδωτικά

Το οξειδωτικό στρες είναι η κατάσταση στην οποία διαταράσσεται η ισορροπία μεταξύ της παραγωγής ελεύθερων ριζών εις βάρος του αντιοξειδωτικού μηχανισμού του σώματος. Είναι πλέον διαδεδομένο ότι το οξειδωτικό στρες είναι επιβλαβές. Τα αντιοξειδωτικά είναι απαραίτητα διότι συμβάλουν στη μέγιστη απόδοση και στα υψηλά επίπεδα υγείας.

Η συσσώρευση οξειδωτικού στρες σχετίζεται με διάφορες παθολογικές καταστάσεις όπως νεοπλασίες (καρκίνος), σκλήρυνση κατά πλάκας, νευρολογικές παθήσεις, τη γήρανση, σύνδρομο χρόνιας κόπωσης (κυρίως στους αθλητές) κ.ά.

Η μέτρια άσκηση έχει συσχετιστεί με υψηλότερα επίπεδα φυσικών αντιοξειδωτικών και με μειωμένη βλάβη που προκαλείται από το οξειδωτικό στρες.

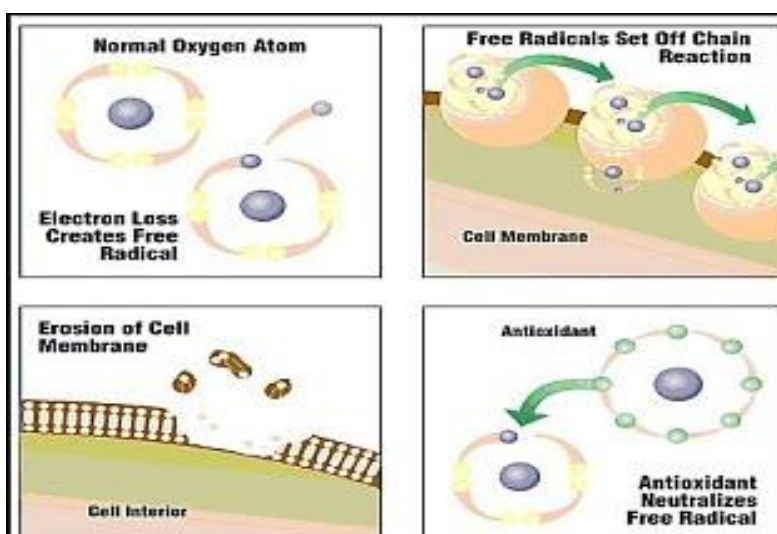
Τι είναι οι ελεύθερες ρίζες

Οι ελεύθερες ρίζες (free radicals) είναι άτομα ή μόρια που έχουν ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στοιβάδα. Στην ουσία πρόκειται για εξαιρετικά ασταθείς ενώσεις με πολύ μικρό χρόνο ζωής. Δραστηριοποιούνται αντιδρώντας μεταξύ τους ή με άλλες ενώσεις, δηλαδή κινητοποιούνται ώστε να αρπάξουν το ηλεκτρόνιο που τους λείπει από οποιοδήποτε άλλο μόριο μπορούν.



Πώς παράγονται και πως δρουν στον οργανισμό

Οι ελεύθερες ρίζες παράγονται συνεχώς στον οργανισμό αλλά αδρανοποιούνται από τους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς που υπάρχουν. Όταν ο οργανισμός έχει υπεράριθμες ελεύθερες ρίζες, τότε το σώμα τραυματίζεται και τα κύτταρα καταστρέφονται σε δύο σημεία: στην κυτταρική μεμβράνη και στο γενετικό υλικό (DNA). Κατά αυτόν τον τρόπο το κύτταρο είναι απροστάτευτο και ο οργανισμός έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να νοσήσει. Επίσης η προσβολή του DNA προκαλεί μεταβολές στην έκφραση γονιδίων. Σύμφωνα με τη θεωρία για τη γήρανση, όταν χάνεται η ισορροπία μεταξύ οξειδωτικών και αντιοξειδωτικών, αυξάνει το οξειδωτικό στρες, με αποτέλεσμα αυτή η αύξηση των ελεύθερων ριζών δημιουργεί μια κατάσταση χρόνιας φλεγμονής που οδηγεί σε γήρανση και σε νόσους σχετιζόμενες με αυτήν.



Αντιοξειδωτικές καλούνται οι ουσίες που έχουν την ιδιότητα σε μικρή συγκέντρωση να εμποδίζουν τη δημιουργία ή τη δράση των ελεύθερων ριζών.

5.4 Φαινολικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις ή πολυφαινόλες αποτελούν μία ευρεία ομάδα μεταβολιτών στη φύση οι οποίοι προέρχονται από το δευτερογενή μεταβολισμό των φυτών. Περιέχουν μία ή περισσότερες υδροξυλομάδες οι οποίες βρίσκονται συνδεδεμένες σε βενζολικό δακτύλιο και διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην άμυνα έναντι σε φυτικά παθογόνα και αβιοτικούς στρεσογόνους παράγοντες (SanMiguel Chávezetal, 2017).

Τις φαινολικές ενώσεις τις λαμβάνει ο άνθρωπος κατά την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών. Δρουν ενάντια των ελευθέρων ριζών και βοηθούν στην καταπολέμηση ασθενειών που προκαλούν οξειδωτικές βλάβες. Εκτός από αντιοξειδωτική, τα φαινολικά παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα δράσεων, όπως αντιαλλεργιογόνο, αντιφλεγμονώδη, αντιμικροβιακή,

αντιθρομβωτική, καρδιοπροστατευτική και αγγειοδιασταλτική. Επίσης, η λήψη φαινολικών ενώσεων από τον άνθρωπο εκτός από την αντιγηραντική τους δράση συνδέεται με μειωμένο κίνδυνο καρκίνου, καρδιαγγειακής νόσου, εγκεφαλικού επεισοδίου, νευροεκφυλιστικών ασθενειών όπως το Alzheimer, καταρράκτη (Πραγαφίλης, 2023). Συμβάλουν στη μείωση των επιπέδων σακχάρου και χοληστερόλης στο αίμα, αυξάνουν τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας (HDL) και να μειώνουν τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL) (Μαντάς, 2018). Το ενδιαφέρον για τέτοιες ουσίες, λοιπόν, που παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση, και οι οποίες παρέχονται στον ανθρώπινο οργανισμό είτε μέσω της διατροφής ως συστατικά των τροφών είτε ως φαρμακευτικά σκευάσματα, ολοένα και αυξάνεται. Συνεπώς, τα αντιοξειδωτικά έχουν γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της τεχνολογίας των τροφίμων και της σύγχρονης ιατροφαρμακευτικής μέριμνας.

Πολλά είναι και τα οφέλη της συγκεκριμένης κατηγορίας χημικών ουσιών και για τους αθλητές. Η λήψη τους έχει τα ακόλουθα θετικά αποτελέσματα στον οργανισμό τους: α) Μείωση φλεγμονής. Η φλεγμονή χαρακτηρίζεται σαν μια φωτιά που καταστρέφει τον οργανισμό (Μανέκας, 2021), β) Καρδιοπάθεια. Μεγάλου αριθμού επιστημονικών μελετών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι φαινολικές ενώσεις επιδρούν θετικά σε παράγοντες κινδύνου για την καρδιοπάθεια διότι μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση της αρτηριακής πίεσης αλλά και σε πτώση της «κακής» LDL χοληστερόλης και αύξηση της «καλής» HDL χοληστερόλης και γ) Παχυσαρκία. Οι φαινολικές ενώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαχείριση του σωματικού βάρους. Μελέτες έδειξαν ότι ο δείκτης μάζας σώματος και η περίμετρο της μέσης (βασικοί δείκτες αξιολόγησης του βάρους) συνδέονται με χαμηλότερες τιμές σε αθλητές που πραγματοποιούν υψηλή πρόσληψη φαινολικών ενώσεων.

6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

6.1 Στόχος πειραματικής έρευνας

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη και παραγωγή ενός βιολειτουργικού φυτικού ροφήματος εκχυλισμάτων ποικιλιών παντζαριού, πράσινου τσαγιού, *Cordyceps militaris* και φλοιού ροδιού και η καταμέτρηση των συνολικών αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών του. Στη βιβλιογραφία υπάρχει εκτεταμένη αναφορά για τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φυτών, αποδιδόμενες στο περιεχόμενο τους σε πολυφαινόλες, οι οποίες έχουν την ικανότητα να αναστέλλουν την δράση των ελευθέρων ριζών. Ο υπολογισμός των συνολικών φαινολικών έγινε με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu ενώ η συνολική περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά έγινε με τη μέθοδο DPPH.

6.2 Εκχύλιση φυτικών προϊόντων

Η εκχύλιση των φυτικών προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν πραγματοποιήθηκε με διαλύτη εκχύλισης το νερό (Decoctionμέθοδος διαδικασίας εκχυλίσματος).

Υλικά παρασκευής

- Παντζάρι (*Beta vulgaris*)= 150 gr εδώδιμη ρίζα του φυτού παντζαριού
- Πράσινο τσάι (*Camelia sinensis*) = 10 gr φύλλα και άνθη πράσινου τσαγιού : 200 ml νερού
- *Cordyceps militaris* = 5 gr αποξηραμένο *Cordyceps militaris* : 200 ml νερού
- Φλοιός ροδιού (*Punica granatum*) = 40 gr φλοιό ροδιού

Πειραματική εκτέλεση

Τα φυτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι το παντζάρι, τα φύλλα και τα άνθη του πράσινου τσαγιού, το αποξηραμένο μανιτάρι (*Cordycepsmilitaris*) και ο φλοιός ροδιού. Οι δοσολογίες ήταν 150 gr εδώδιμη ρίζα παντζαριού, 10 gr φύλλα και άνθη πράσινου τσαγιού : 200 ml νερού, 5 gr αποξηραμένο *Cordycepsmilitaris* : 200 ml νερού και 40 gr φλοιό ροδιού.

1^η φάση

Τα 10 gr των φύλλων και ανθών του πράσινου τσαγιού αναμιγμένα, σε μεταλλικό δοχείο, με 200mlνερού τοποθετήθηκαν σε εστία θέρμανσης για χρονικό διάστημα 30min στους 80°C (Quan V. Vuongetal. 2011). Ακολουθώντας αντίστοιχη διαδικασία, μίγμα 5 gr αποξηραμένου

Cordyceps militaris αναμιγμένα με 200 ml νερού (σε ξεχωριστό μεταλλικό δοχείο) θερμάνθηκε σε εστία θέρμανσης για 105min στους 80°C (NguyenNgocQuy, et al,2021).

Αμέσως μετά, μέσω της διαδικασίας της διήθησης των δύο παραπάνω διαφορετικών μιγμάτων πήραμε τα αντίστοιχα εκχυλίσματα τοποθετώντας τα σε αντίστοιχες ογκομετρικές φιάλες. Προέκυψαν 133 ml εκχυλίσματος τσαγιού και 163 ml εκχυλίσματος μανιταριού *Cordycepsmilitaris*. Σε μικρή ηλεκτρική συσκευή, για ανάμειξη και ελαφρύ χτύπημα (μπλέντερ), τοποθετήσαμε 150 gr εδώδιμη ρίζα παντζαριού, 113 ml του εκχυλίσματος μανιταριού και 104ml του αντίστοιχου εκχυλίσματος τσαγιού. Μέσω της διαδικασίας της ανάμειξης προέκυψε ένα υγρό μείγμα χωρίς την ύπαρξη στερεών υπολειμμάτων. Το συγκεκριμένο μείγμα (1^ο μείγμα) θεωρήθηκε ημιτελές του προσδοκώμενου τελικού μας προϊόντος. Σκοπός μας ήταν να διαπιστώσουμε την γεύση, την υφή και την μορφή του ροφήματος που προέκυψε συνδυάζοντας τα παραπάνω συστατικά. Συμπερασματικά, το αποτέλεσμα μας ενθάρρυνε ώστε να προχωρήσουμε στην υλοποίηση του τελικού μας προϊόντος.

2^η φάση

Με αναλογίες 10gr φύλλα και άνθη πράσινου τσαγιού :40gr φλοιού ροδιού :200gr νερού δημιουργήσαμε ένα μείγμα (2^ο μείγμα = 133 ml), το οποίο θερμάνθηκε σε 75°C για 45min, με ξεχωριστά αρώματα αλλά και πιο χρήσιμα θρεπτικά στοιχεία για το τελικό μας προϊόν.

3^η φάση

Στην 3^η φάση πραγματοποιήθηκε ανάμειξη του 2^ο μείγματος (104 ml) + 113 ml εκχύλισμα μανιταριού *Cordyceps militaris* (1^ο μείγματος) + 150 gr εδώδιμη ρίζα παντζαριού (1^ο μείγματος) σε ηλεκτρική συσκευή ανάμειξης (μπλέντερ). Προέκυψε μείγμα (3^ο μείγμα) από το οποίο κρατήσαμε 200 ml ώστε να προχωρήσουμε στην δημιουργία του τελικού μας προϊόντος.

4^η φάση

Η ανάμειξη του 3^ο μείγματος (200 ml) με χυμό ροδιού (200 ml), μέσω της διαδικασίας του ανακατέματος, μας έδωσε το επιθυμητό τελικό μας προϊόν.

Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές μάρκες χυμών ροδιού τις οποίες αγοράσαμε από τα ράφια των SUPERMARKET. Ο χυμός ροδιού ο οποίος αγοράστηκε από την εταιρεία AB

Βασιλόπουλος ήταν καταλληλότερος για την ολοκλήρωση του τελικού μας προϊόντος διότι είχε μια πιο έντονη ξινή γεύση. Μέχρι να καταλήξουμε στην τελική γεύση του προϊόντος μας πραγματοποιήσαμε διάφορες δοκιμές. Αναλυτικά:

- **1ο δείγμα:** αναλογία 1 προς 13^{ου} μείγματος + χυμό ροδίου (ΑΒ Βασιλόπουλος) = πολύ ικανοποιητική γεύση
- **2ο δείγμα:** αναλογία 1 προς 2 3^{ου} μείγματος + χυμό ροδίου (ΑΒ Βασιλόπουλος) = ικανοποιητική γεύση
- **3ο δείγμα:** αναλογία 1 προς 1 3^{ου} μείγματος + χυμό ροδίου (3Καλά) = μη ικανοποιητική γεύση
- **4ο δείγμα:** αναλογία 1 προς 2 3^{ου} μείγματος + χυμό ροδίου (3Καλά) = μη ικανοποιητική γεύση

Έγινε προσπάθεια χρήσης και φλοιού πορτοκαλιού (εκτός φλοιού ροδίου) χωρίς ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά τη γεύση του τελικού μας προϊόντος.

7. ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Η λήψη αντιοξειδωτικών και φαινολικών ενώσεων έχει θετικά αποτελέσματα στον ανθρώπινο οργανισμό όπως η μείωση των φλεγμονών, των καρδιοπαθειών, της παχυσαρκίας (διαχείριση σωματικού βάρους) κ.ά.

7.1 Μέθοδος DPPH

Το DPPH είναι μια κοινή συντομογραφία για την οργανική χημική ένωση 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. Είναι μια σκουρόχρωμη κρυσταλλική σκόνη που αποτελείται από σταθερά μόρια ελεύθερων ριζών. Το DPPH έχει μεγάλες εφαρμογές στην εργαστηριακή έρευνα. Η μία είναι η παρακολούθηση χημικών αντιδράσεων που περιλαμβάνουν ρίζες κυρίως είναι μια κοινή αντιοξειδωτική δοκιμασία και η άλλη είναι ένα πρότυπο της θέσης και της έντασης των σημάτων παραμαγνητικού συντονισμού ηλεκτρονίων.

Είναι ένα ριζικό δεκτικό που χρησιμοποιείται ευρέως στη χημεία και στη βιοχημεία για να μετρηθεί η αντιοξειδωτική δραστηριότητα ενός υλικού. Το DPPH είναι μια σταθερή βιοχημική ένωση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετρήσει την ικανότητα ενός αντιοξειδωτικού παράγοντα να παραχωρήσει ένα ηλεκτρόνιο και να ανακυκλώσει τον εαυτό του.

Όταν το DPPH έρχεται σε επαφή με ένα αντιοξειδωτικό, όπως πολυφαινόλες ή φλαβονοειδή, δοκιμάζει να παραχωρήσει ένα ηλεκτρόνιο στο αντιοξειδωτικό. Κατά τη διάρκεια αυτής της αντίδρασης το χρώμα του DPPH αλλάζει από μοβ σε ανοικτό κίτρινο και αυτή η αλλαγή μπορεί να μετρηθεί με τη φωτομετρική μέθοδο.

Ο βαθμός αλλαγής του χρώματος είναι ανάλογος με τη συγκέντρωση και την αντιοξειδωτική δραστηριότητα του δοκιμαζόμενου υλικού. Η μέθοδος μέτρησης της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας, με χρήση της βιοχημικής ένωσης DPPH, είναι γνωστή ως μέθοδος DPPH ή μέθοδος DPPH ριζικού δεκτικού. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως στην αντιοξειδωτική χημεία για να αξιολογήσει την ικανότητα ενός υλικού να αποτρέψει την οξείδωση από τις ελεύθερες ρίζες. Η μέθοδος DPPH είναι μια δημοφιλής τεχνική για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας φυτικών εκχυλισμάτων, φαρμάκων και φυσικών προϊόντων. Μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα ενός δείγματος να παραχωρήσει υδρογόνο ή ηλεκτρόνια σε ριζίδια και να ανακυκλώσει αντιοξειδωτικά.

Όσον αφορά την δημιουργία φυτικού προ προπονητικού ροφήματος κατά την διάρκεια πειραματικής διαδικασίας μετρήσαμε το ποσοστό των αντιοξειδωτικών. Μελετήσαμε την απορρόφηση και το ποσοστό των αντιοξειδωτικών για τα τέσσερα δείγματα:

1. 1^ο δείγμα: αναλογία 1 προς 1 3ου μείγματος + χυμό ροδιού (AB Βασιλόπουλος) = πολύ ικανοποιητική γεύση
2. 2^ο δείγμα: αναλογία 1 προς 2 3ου μείγματος + χυμό ροδιού (AB Βασιλόπουλος) = ικανοποιητική γεύση
3. 3^ο δείγμα: αναλογία 1 προς 1 3ου μείγματος + χυμό ροδιού (3Καλά) = μη ικανοποιητική γεύση
4. 4^ο δείγμα: αναλογία 1 προς 2 3ου μείγματος + χυμό ροδιού (3Καλά) = μη ικανοποιητική γεύση

7.2 Μέθοδος Folin-Ciocalteu

Το αντιδραστήριο Folin–Ciocalteu (FCR) ή το αντιδραστήριο φαινόλης Folin ή αντιδραστήριο Folin–Denis, που ονομάζεται επίσης μέθοδος ισοδυναμίας γαλλικού οξέος (GAE), είναι ένα μείγμα φωσφομολυβδαινικού και φωσφοβολφραμικού που χρησιμοποιείται για τη χρωματομετρική *in vitro* δοκιμασία φαινολικών και αντιοξειδωτικών.

Η Folin-Ciocalteu method είναι μια χημική μέθοδος (αντίδραση) που χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση των φαινολικών ενώσεων σε δείγματα. Είναι ευρέως γνωστή και χρησιμοποιείται στην ανάλυση τροφίμων, φυτικών εκχυλισμάτων, κρασιού και άλλων δειγμάτων για να εκτιμηθεί η συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά.

Η αρχή μεθόδου του χρωματομετρικού προσδιορισμού ολικών φαινολών (Folin-Ciocalteu), βασίζεται στην αναγωγή (οξείδωση φαινολικών συστατικών δείγματος) διαλύματος φωσφορομολυβδενικού και φωσφοροβολφραμικού οξέος (Folin-Ciocalteu reagent) με τις ακόλουθες δομές:



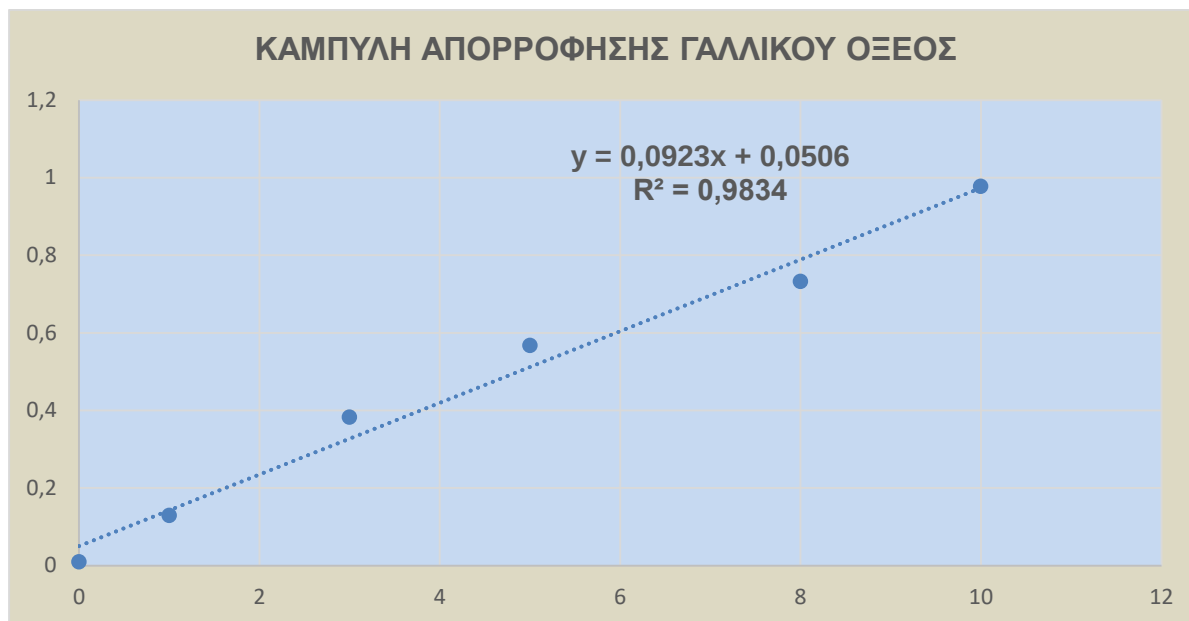
Σε φωσφορομολυβδενικό/φωσφοροβολφραμικό -φαινολικό σύμπλοκο, μπλε χρώματος και σε αλκαλικό περιβάλλον. Τα ολικά φαινολικά συστατικά προσδιορίζονται με τη χρήση φασματοφωτόμετρου υπεριώδους-ορατού (UV-vis) διπλής δέσμης, με τη μέθοδο Folin Ciocalteu και μέτρηση απορρόφησης στα 765nm.

Κατά τη διάρκεια αυτής της αντίδρασης οι φαινολικές ενώσεις μετατρέπονται σε ένα χρωμοφόρο προϊόν το οποίο μπορεί να μετρηθεί φωτομετρικά σε μήκος κύματος περίπου 750 nm. Η αντίδραση Folin-Ciocalteu είναι μη ειδική και αντιδρά με μια ποικιλία φαινολικών ενώσεων, όπως φενόλες, φλαβονοειδή, ταννίνες και άλλα συστατικά που περιέχουν τη φαινολική ομάδα. Η ποσοτικοποίηση των φαινολικών ενώσεων γίνεται με βάση ένα προκαθορισμένο πρότυπο όπως η γαλλική πολυφαινόλη (gallic acid) και εκφράζεται συνήθως σε μοριακές ισοδυναμίες του προτύπου ανά μονάδα όγκου ή βάρους. Η μέθοδος Folin-Ciocalteu είναι μια απλή και γρήγορη μέθοδος για την εκτίμηση της συνολικής φαινολικής περιεκτικότητας σε ένα δείγμα. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η μέθοδος μετρά τη συνολική φαινολική περιεκτικότητα και δεν παρέχει πληροφορίες για τα ειδικά φαινολικά συστατικά που περιέχει το δείγμα. Για τον περαιτέρω χαρακτηρισμό και ανάλυση των φαινολικών ενώσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλες αναλυτικές τεχνικές όπως η υψηλής απόδοσης χρωματογραφία (HPLC) ή η υγρή χρωματογραφία-φασματοσκοπία μάζας (LC-MS).

Πίνακας 7.1: Απορρόφηση και συγκέντρωση γαλλικού οξέος

Συγκέντρωση (mg/L)	Absorbance
0	0,009
1	0,129
3	0,382
5	0,567
8	0,732
10	0,977

Διάγραμμα 7.1: Καμπύλη απορρόφησης γαλλικού οξέος



Στην συνέχεια, ακολουθούν πίνακες στους οποίους απεικονίζεται η απορρόφηση του φωτός και η συγκέντρωση του γαλλικού οξέος που προκύπτει από την γραφική παράσταση. Έτσι λοιπόν ακολουθούν οι παρακάτω πίνακες. Τα τέσσερα δείγματα που μελετάμε είναι τα παρακάτω:

1. 1^ο δείγμα: αναλογία 1 προς 1 3ου μείγματος + χυμό ροδιού (ΑΒ Βασιλόπουλος) = πολύ ικανοποιητική γεύση
2. 2^ο δείγμα: αναλογία 1 προς 2 3ου μείγματος + χυμό ροδιού (ΑΒ Βασιλόπουλος) = ικανοποιητική γεύση
3. 3^ο δείγμα: αναλογία 1 προς 1 3ου μείγματος + χυμό ροδιού (3Καλά) = μη ικανοποιητική γεύση
4. 4^ο δείγμα: αναλογία 1 προς 2 3ου μείγματος + χυμό ροδιού (3Καλά) = μη ικανοποιητική γεύση

7.3 Αποτελέσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τα αντιοξειδωτικά στοιχεία και τις φαινολικές ενώσεις. Θα ακολουθήσουν οι πίνακες που εξετάζουν τα ποσοστά DPPH των δειγμάτων μας.

Πίνακας 7.2: Απορρόφηση φωτός και ποσοστό DPPH δειγμάτων

	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα3	Δείγμα 4
--	----------	----------	---------	----------

Absorbance	0,040	0,074	0,050	0,077
% DPPH scavenging	89,42	80,42	86,77	79,63

Πίνακας 7.3 : Απορρόφηση φωτός τελικού προϊόντος

	1^ο Δείγμα / Τελικό προϊόν				
	1^η Ημέρα	3^η Ημέρα	5^η Ημέρα	7^η Ημέρα	9^η Ημέρα
Absorbance 1	0,040	0,056	0,105	0,144	0,167
Absorbance 2	0,043	0,054	0,099	0,139	0,161
Absorbance 3	0,046	0,058	0,108	0,142	0,172

Πίνακας 7.4 : Ποσοστό % DPPH τελικού προϊόντος

	1^ο Δείγμα / Τελικό προϊόν				
	1η Ημέρα	3η Ημέρα	5η Ημέρα	7η Ημέρα	9η Ημέρα
% DPPH					
Scavenging 1	89,42	85,19	72,22	61,90	55,82
Scavenging 2	88,62	85,71	73,81	63,23	57,41
Scavenging 3	87,83	84,66	71,43	62,43	54,50
M.O.	88,62	85,19	72,49	62,52	55,91
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛ.	0,79	0,53	1,21	0,67	1,46

Παρακάτω θα ακολουθήσουν πίνακες σχετικά με τις συγκεντρώσεις του γαλλικού οξέος:

Πίνακας 7.5: Απορρόφηση – συγκέντρωση γαλλικού οξέος δειγμάτων

	Δείγμα1	Δείγμα 2	Δείγμα3	Δείγμα 4
Absorbance	0,451	0,438	0,446	0,439

Συγκέντρωση (mg GAE/10 ml)	4,34	4,20	4,28	4,21
-----------------------------------	------	------	------	------

Πίνακας 7.6: Απορρόφηση τελικού δείγματος

	1^ο Δείγμα / Τελικό προϊόν				
	1^η Ημέρα	3^η Ημέρα	5^η Ημέρα	7^η Ημέρα	9^η Ημέρα
Absorbance 1	0,451	0,421	0,415	0,421	0,411
Absorbance 2	0,431	0,453	0,423	0,427	0,426
Absorbance 3	0,432	0,421	0,418	0,413	0,429

Πίνακας 7.7: Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος

	1^ο Δείγμα / Τελικό προϊόν				
	1^η Ημέρα	3^η Ημέρα	5^η Ημέρα	7^η Ημέρα	9^η Ημέρα
Συγκέντρωση 1 (mg GAE/10 ml)	4,34	4,01	3,95	4,01	3,90
Συγκέντρωση 2 (mg GAE/10 ml)	4,12	4,36	4,03	4,08	4,07
Συγκέντρωση 3 (mg GAE/10 ml)	4,13	4,01	3,98	3,93	4,10
M. O.	4,20	4,13	3,99	4,01	4,02
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛ.	0,12	0,20	0,04	0,08	0,10

Έχοντας λάβει υπόψιν τους πίνακες που παρουσιάστηκαν, κατανοούμε τις ικανοποιητικές αναλογίες σε αντιοξειδωτικές ιδιότητες και σε φαινολικές ενώσεις. Πιο συγκεκριμένα, το μέγιστο ποσοστό της αντιοξειδωτικής ικανότητας ανέρχεται στο 88,62%. Είναι εύκολα κατανοητό το γεγονός πως μειώνεται η αντιοξειδωτική ικανότητα με το πέρας των ημερών, λόγω της συνύπαρξης με το οξυγόνο, δηλαδή οξειδώνονται κάποια συστατικά. Το ίδιο ισχύει και για την μειωμένη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων, οι οποίες είναι σε

ικανοποιητική συγκέντρωση, φτάνοντας σε 4,2 mg GAE/10 ml. Ένας άλλος παράγοντας μειωμένης συγκέντρωσης φαινολικών ενώσεων είναι η μέθοδος εκχύλισης που επιλέχτηκε.

7.4 Μικροβιολογικός έλεγχος

Η ασφάλεια των τροφίμων τα οποία καταναλώνονται από τον άνθρωπο, αποτελεί ζήτημα ζωτικής σημασίας κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες λόγω της αύξησης των κρουσμάτων τροφιμογενών νοσημάτων και τροφιμογενών λοιμώξεων. Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στα προϊόντα ή επικίνδυνoi μικροοργανισμοί, έχουν ως αποτέλεσμα σοβαρά προβλήματα δημόσιας υγείας παγκοσμίως και είναι οι κύριοι λόγοι πρόκλησης ασθένειας και θανάτου.

Για να πραγματοποιήσουμε τον μικροβιακό μας έλεγχο, στο ερευνητικό μας προϊόν, θα χρησιμοποιήσουμε τρυβλία με θρεπτικό υπόστρωμα, με στόχο την ανάπτυξη βακτηρίων/μυκήτων. Πιο συγκεκριμένα, ο έλεγχος θα γίνει σε δύο τρυβλία με NA (nutrientagar) και σε 1 τρυβλίο με LB (Luria-Bertanibroth) για ανάπτυξη μυκήτων. Για την δημιουργία του υποστρώματος του τρυβλίου NA έχουμε:

Σκόνη nutritagar μαζί με 500ml νερό τοποθετείτε σε αυτόκαυστο που πρέπει να φτάσει στην θερμοκρασία των 121 °C. Το νερό θα πρέπει να είναι απιονισμένο, το διάλυμα μας θα βρίσκεται για 15 min με 3atmπίεσης εντός του αυτόκαυστου αναμένοντας να γίνει αέρια φάση. Στην συνέχεια ρίχνουμε την θερμοκρασία στους 60°C ώστε να το ρευστοποιήσουμε. Επιπροσθέτως, 20ml διαλύματος σε κάθε τρυβλίο τοποθετείτε, για 30 λεπτά, σε θάλαμο για ασηπτικές συνθήκες, προσδοκώντας την δημιουργία του υποστρώματος. Το συγκεκριμένο υπόστρωμα είναι σημαντικό για την ανάπτυξη βακτηρίων.

Στο δικό μας πείραμα χρησιμοποιήσαμε 2 τρυβλία με NA nutrientagar και 1 τρυβλίο με LB εφαρμόζοντας 10 δειγματικά στίγματα σε κάθε τρυβλίο περιμένοντας την οριστικοποίηση των αποτελεσμάτων μας. Η συγκεκριμένη διαδικασία υλοποιήθηκε 3 φορές, εφόσον τις 2 φορές είχαμε ακολουθήσει εσφαλμένο πρωτόκολλο υγιεινής. Την πρώτη φορά, τα αποτελέσματα ήταν αποθαρρυντικά, καθώς στα στίγματα αναπτύχθηκαν έντονα τα μικρόβια, σχηματίζοντας έντονες σε μέγεθος και σε χρώμα μυκηλιακά στρώματα. Στην δεύτερη δοκιμή, προσπαθώντας να προσδιορίσουμε την πηγή των μικροβίων, γίναμαι πιο προσεκτική στην παρασκευή του μίγματος, ακολουθώντας πιο αυστηρό πρωτόκολλο ασφάλειας και υγιεινής, αποστειρώνοντας με ακριβεία τα σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν. Το αποτέλεσμα ήταν καλύτερο από την πρώτη δοκιμή αλλά ξανά πήραμε μη επιθυμητά αποτελέσματα. Τη τρίτη

φορά πήραμε τα επιθυμητά αποτελέσματα, ακολουθώντας πιο προσεκτικό και ασφαλές πρωτόκολλο προστασίας των πρώτων υλών από είσοδο παθογόνων. Ακολουθεί περαιτέρω φωτογραφικό υλικό (παράρτημα 4). Με διαπίστωση του αρμόδιου καθηγητή καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ανάπτυξη των βακτηρίων/μυκήτων οφείλεται στον παράγοντα νερό, και όχι στα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.

7.5 Οργανοληπτικός έλεγχος

Ο οργανοληπτικός έλεγχος τροφίμων αξιολογεί τα τρόφιμα με βάση τα χαρακτηριστικά που γίνονται αντιληπτά με τα μάτια, την μύτη, την αφή, το στόμα και την ακοή. Οι οργανοληπτικές ιδιότητες ενός τροφίμου είναι οι ιδιότητες του που μπορούν να περιγραφούν κατά τη διάρκεια της μάσησης και κατάποσης του τροφίμου π.χ. γεύση, άρωμα, υφή. Ο οργανοληπτικός έλεγχος αποτελεί τμήμα του ελέγχου ποιότητας ενός τροφίμου και είναι η επιστημονική μέθοδος με την οποία μπορούμε να αναλύσουμε και να ερμηνεύσουμε τα χαρακτηριστικά εκείνα των προϊόντων, τα οποία γίνονται αντιληπτά από τον άνθρωπο.

Όσον αφορά το συγκεκριμένο ρόφημα της πειραματικής μας διαδικασίας, ο οργανοληπτικός του έλεγχος, ώστε να προσδιοριστούν οι οργανοληπτικές του ιδιότητες, έγινε με την χρήση κατάλληλου ερωτηματολογίου (παράρτημα 1).

Τα αναλυτικά αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου παρουσιάζονται στο παράρτημα 2. Συνοπτικά, πραγματοποιήθηκε δημιουργία κατάλληλου ερωτηματολογίου, το οποίο γνωστοποιήθηκε σε 30 άτομα (43,8% άνδρες και 56,3% γυναίκες) και με ηλικιακό φάσμα 18 – 59 ετών. Το 62,5% ήταν υπέρ της άθλησης και μάλιστα 1-2 φορές την εβδομάδα. Όμως, το 75% δεν κατανάλωνε ενεργειακά ποτά.

Τα αποτελέσματα μπορούν αξιολογηθούν, συνοπτικά, ως εξής: στο 56,3% των συμμετεχόντων στην έρευνα άρεσε η γεύση του πειραματικού μας ροφήματος, το 68,8% έκρινε το χρώμα που προέκυψε ωραίο, το 21,4% άρεσε το άρωμα του και το 56,3% ενέκρινε την διαλυτότητα του. Το 87,6% των ερωτηθέντων θεώρησε την υφή του θαυμάσια όπως και το 56,3% την οξύτητα του. Το 37,5% των συμμετεχόντων απάντησε ότι η γλυκύτητα του ήταν σε ικανοποιητικό επίπεδο. Το συνολικό ποσοστό αποδοχής ήταν 87,5% και συγκεκριμένα το 93,8% των ερωτηθέντων θα αγόραζε το τελικό μας προϊόν.

Επομένως, η προσπάθειά μας, όσον αφορά τον προσδιορισμό των μέγιστων οργανοληπτικών ιδιοτήτων του προϊόντος μας ήταν επιτυχής. Τόσο η επιλογή των κατάλληλων υλικών όσο και

η σωστή δοσολογία τους οδήγησε σε ένα θαυμάσιο αποτέλεσμα (ρόφημα) το οποίο θα ήταν, σε μεγάλο ποσοστό, αποδεκτό από το καταναλωτικό κοινό.

Στο πλαίσιο της συνεχούς βελτίωσης του πειραματικού μας προϊόντος εκφράστηκε η άποψη, ενός από τους συμμετέχοντες, ότι η προσθήκη ιβίσκου και μπουμπούκι από ροζ τριαντάφυλλο ίσως να βελτιώνει το άρωμα και την γεύση του. Η συγκεκριμένη βελτιωτική πρόταση θα αρχειοθετηθεί στο πλαίσιο μιας συνεχούς έρευνας και ανάπτυξης του συγκεκριμένου αθλητικού μας προϊόντος.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια στροφή του καταναλωτικού κοινού, παγκοσμίως, προς την υγιεινή διατροφή. Επιστημονικές μελέτες έχουν τεκμηριώσει ότι η διατροφή παίζει πρωτεύοντα ρόλο τόσο στην πρόληψη όσο και στην εμφάνιση χρόνιων παθήσεων. Σε ορισμένες περιπτώσεις δρα και θεραπευτικά.

Εκτός από την αναζήτηση της ιδανικής διατροφής, που συμβάλει στην βελτίωση της ανθρώπινης υγείας, ο σημερινός άνθρωπος σίγουρα θα επιθυμούσε να του προσφέρει και επιπλέον επίπεδα ενέργειας. Τα βιολειτουργικά τρόφιμα θα αποτελούν την δυνητική λύση ώστε να καλύψουν τις απαιτήσεις του φάσματος όλων των ηλικιών, των κοινωνικών τάξεων αλλά και των διαφόρων κατηγοριών επαγγελματιών λόγω των σύγχρονων εργασιακών απαιτήσεων.

Ένα σημαντικό κομμάτι του σύγχρονου τρόπου ζωής και του σύγχρονου life style αποτελεί η άθληση που αποσκοπεί στην πρόληψη της παχυσαρκίας, στην αύξηση της μυϊκής μάζας, στην

αύξηση της αυτοπεποίθησης, στην συναισθηματική σταθερότητα και στην βελτίωση της διάθεσης. Τα βιολειτουργικά τρόφιμα παρέχουν θρεπτικά συστατικά επιδρώντας ευεργετικά στην υγεία αλλά και δυνητικά αυξάνουν τα επίπεδα ενέργειας λόγω της εργογόνου δράσης τους.

Αρκετές μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τα βιοδραστικά συστατικά που περιέχουν τα βιολειτουργικά φυτικά τρόφιμα ή ροφήματα καταπολεμούν το αίσθημα κούρασης (σωματική και πνευματική), συμβάλουν στην τόνωση της σωματικής και διανοητικής ευεξίας, βοηθούν στην σωματική δραστηριότητα αναδεικνύοντας και την εργογόνο δράση τους.

Στόχος της έρευνας μας ήταν η εξεύρεση των κατάλληλων χημικών ενώσεων (οι οποίες θα προέρχονται μόνο από την φύση / φυτικά προϊόντα) και οι οποίες θα αποτελούσαν μέρος ενός βιολειτουργικού φυτικού ροφήματος το οποίο θα συμβάλει στην βελτίωση της υγείας του ανθρώπου και πιθανώς την αύξηση της απόδοσης του.

Οι χημικές ενώσεις, οι οποίες περιέχονται στην φύση και έχουν αποδειχτεί πειραματικά ότι επιδρούν θετικά στην απόδοση και στην υγεία είναι τα νιτρικά / νιτρώδη, τα αντιοξειδωτικά και οι φαινολικές ενώσεις.

Τα υλικά παρασκευής, του συγκεκριμένου πειραματικού ροφήματος, που χρησιμοποιήσαμε ήταν το παντζάρι, το πράσινο τσάι, το μανιτάρι *Cordyceps militaris*, ο φλοιός ροδιού και ο χυμός ροδιού. Η έρευνα για τον προσδιορισμό των συγκεκριμένων υλικών είχε ως στόχο α) την εξεύρεση φυτικών προϊόντων τα οποία έχουν αυξημένα επίπεδα νιτρικών / νιτρώδων, αντιοξειδωτικών και φαινολικών ενώσεων, β) με κατάλληλη επεξεργασία να πάρουν την μορφή ροφήματος, γ) να μην έχουν αρνητικές επιδράσεις στην υγεία και δ) ο συνδυασμός τους να μας παρέχει πολύ καλή γεύση.

Μελέτες δείχνουν ότι τα νιτρικά / νιτρώδη των παντζαριών μπορούν να αυξήσουν την απόδοση. Έχει αποδειχτεί ότι η περιεκτικότητα του παντζαριού σε νιτρικά / νιτρώδη είναι από τις μεγαλύτερες μεταξύ των φυτικών προϊόντων και συγκεκριμένα είναι 15mg / 100gr. Επίσης, με κατάλληλη επεξεργασία το παντζάρι μπορεί να πάρει την μορφή ροφήματος.

Το πράσινο τσάι περιέχει πολυφαινόλες οι οποίες περιλαμβάνουν φλαβόνες, φλαβονόλες, φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα. Τα κύρια φλαβονοειδή του είναι οι κατεχίνες. Το πράσινο τσάι πράσινου περιέχει κατεχίνες (από τα μεγαλύτερα ποσοστά μεταξύ των προϊόντων της φύσης) οι οποίες αυξάνουν και την αντιοξειδωτική του δράση. Το πράσινο τσάι περιέχει και

μικρή ποσότητα καφεΐνης (ένα φλιτζάνι πράσινο τσάι (240 ml) περιέχει περίπου 29mg καφεΐνης σε αντίθεση με ένα φλιτζάνι καφέ που περιέχει την τριπλάσια ποσότητα αυτής) γεγονός που συμβάλει και στην αύξηση της απόδοσης.

Το Cordycepin είναι παρόμοιο με την κρεατίνη (η οποία περιέχεται στα προϊόντα κρέατος) η εργογονική δράση της υποστηρίζεται από πολυάριθμα επιστημονικά στοιχεία. Η κρεατίνη αυξάνει τη σωματική απόδοση σε διαδοχικές εκρήξεις βραχυπρόθεσμης υψηλής έντασης άσκησης.

Τα αντιοξειδωτικά που περιέχονται στο φλοιό του ροδιού είναι ικανά αξιοσημείωτης προστασίας του NO έναντι της καταστροφής του από το O₂ ενισχύοντας έτσι τον πολλαπλασιασμό των αγγειακών λείων μυϊκών κυττάρων. Η παρατήρηση αυτή υποστηρίζει το συμπέρασμα ότι ο φλοιός του ροδιού βελτιώνει επίσης την απόδοση.

Τέλος, η επιλογή του χυμού ροδιού πραγματοποιήθηκε εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας του σε αντιοξειδωτικά και πολυφαινόλες, «μάχεται» την παχυσαρκία και το κυριότερο έδωσε στο ρόφημα μας μια έντονη και ωραία γεύση σε σχέση με άλλους τύπων χυμών που δοκιμάστηκαν (π.χ. πορτοκαλιού).

Διαφορετικά μείγματα κατασκευάστηκαν στο εργαστήριο τεχνολογίας τροφίμων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος). Μείναμε ικανοποιημένοι από το 1^ο δείγμα διότι παρουσίασε την μεγαλύτερη συγκέντρωση νιτρικών / νιτρωδών, αντιοξειδωτικών και πολυφαινολών (DPPH και Folin-Ciocalteu method) αλλά και την ωραιότερη και εντονότερη γεύση.

Μέρος των πειραμάτων ήταν η τελική μέτρηση του ποσοστού των αντιοξειδωτικών και φαινολικών ενώσεων. Οι μέθοδοι και οι διαδικασίες που υλοποιήθηκαν αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους. Τα αποτελέσματα πάλι των ποσοστών ήταν άκρως ενθαρρυντικά, βρίσκοντας ποσοστά που αγγίζουν τα μέγιστα δυνατά και επιθυμητά αποτελέσματα που θα θέλαμε. Ο μέσος όρος του ποσοστού DPPH του ροφήματος που περιλαμβάνει παντζάρι, χυμό ροδιού, πράσινο τσάι και μανιτάρι *Cordyceps militaris* είναι 88,62% την πρώτη μέρα. Συγκρίνοντας αυτόν τον μέσο όρο με τις αναφερόμενες τιμές DPPH για κάθε συστατικό ξεχωριστά βάσει βιβλιογραφίας, παρατηρούμε ότι το πράσινο τσάι έχει το υψηλότερο ποσοστό DPPH, που κυμαίνεται μεταξύ 70% έως 90% (He, Y., et al, 2020). Ακολουθούν ο χυμός ροδιού με ποσοστό περίπου 50-70% (Gil, M., et. al, 2000), το παντζάρι με περίπου 40-60% (Vulić, J., et. Al, 2014), και το μανιτάρι *Cordyceps militaris* με ποσοστά

που ποικίλλουν μεταξύ περίπου 50% έως 80% (Zhan, Y., et al., 2006). Συνολικά, αν και τα επιμέρους συστατικά διαφέρουν στην αντιοξειδωτική τους δράση, η συνδυαστική δράση τους στο ρόφημα φαίνεται να παρέχει μια υψηλή συνολική αντιοξειδωτική απόδοση.

Κατά τη σύγκριση των συνολικών φαινολικών ενώσεων κάθε συστατικού με τη συνολική φαινολική σύνθεση του ροφήματος των 4,20 GAE/10 ml, όπως μετρήθηκε με την μέθοδο Folin - Ciocalteu, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι ατομικές τους συνεισφορές. Ο χυμός ροδιού συνήθως περιέχει σημαντική ποσότητα φαινολικών ενώσεων, με μελέτες να αναφέρουν συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από περίπου 150 έως 1000 mg GAE/100 ml (Yasoubi, P., et al, 2007). Το πράσινο τσάι είναι επίσης πλούσιο σε φαινολικές ενώσεις, με συγκεντρώσεις που κυμαίνονται συνήθως από περίπου 100 έως 300 mg GAE/g στεγνό βάρος ή από 50 έως 200 mg GAE/100 ml σε διάλυμα (Kodama, D. H., et al, 2010). Το διάλυμα παντζαριού, περιέχει φαινολικές ενώσεις στο εύρος των 100 έως 400 mg GAE/100 ml (Kujala, T., et al, 2001). Το μανιτάρι *Cordyceps militaris*, παρόλο που δεν είναι γνωστό για τη φαινολική του σύνθεση, μπορεί ακόμα να συμβάλλει σε κάποιο βαθμό στις φαινολικές ενώσεις, αν και πιθανότατα σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε σύγκριση με φυτικά συστατικά (Reis, F.S., et. al, 2013). Συνολικά, με την ενοποίηση των φαινολικών συνθέσεων κάθε συστατικού, η συνολική φαινολική περιεκτικότητα του ροφήματος μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις συγκεκριμένες αναλογίες κάθε συστατικού που χρησιμοποιούνται στη διατύπωση. Ωστόσο, η συνδυασμένη περιεκτικότητα φαινολικών των συστατικών αυτών μπορεί να συμβάλει δυννητικά στις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του ροφήματος, ενισχύοντας συνεργικά τα συνολικά οφέλη για την υγεία. Επομένως, περαιτέρω ανάλυση και πειραματισμός θα ήταν απαραίτητος για την ακριβή καθορισμό της συνολικής φαινολικής σύνθεσης και της αντιοξειδωτικής ικανότητας του ροφήματος και την αξιολόγηση των πιθανών επιδράσεών του στην υγεία.

Το ίδιο ισχύει και για το pH, που μετρήθηκε σε τιμές κατάλληλες για ανθρώπινη κατανάλωση. Είναι εμφανές και από το κείμενο που ακολουθεί, διαβάζοντας τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, ότι είχαμε αρκετά ενθαρρυντικές κριτικές για τον οργανοληπτικό χαρακτήρα του προϊόντος, δηλαδή για γεύση, επίγευση, υφή, χρώμα και άρωμα. Έγιναν 3 διαφορετικές δοκιμές για την πιθανή ανάπτυξη μυκηλιακών και βακτηριακών στρωμάτων, όπου και στις 3 περιπτώσεις είχε ανάπτυξη ανεπιθύμητων στρώματων. Αξιοσημείωτο αποτελεί και το γεγονός ότι ο μικροβιολογικός έλεγχος του προϊόντος έδειξε

ότι δεν υπήρχαν μικρόβια στο τελικό μας προϊόν, σύμφωνα με την εποπτία του υπεύθυνου καθηγητή, αλλά όλα τα μικρόβια προέρχονται από το νερό που χρησιμοποιήσαμε από το εργαστήριο μας.

Η αξιολόγηση, όσον αφορά την εργογόνο δράση του ροφήματος μας, θα είχε στόχο την μέτρηση της ικανότητας παραγωγής έργου για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα υπό επαρκή πρόσληψη οξυγόνου και την μέτρηση της ικανότητας εκτέλεσης ενός σύντομου και μέγιστου σε ένταση έργου υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Για να λάβουν χώρα αυτές οι μετρήσεις απαιτούνταν εργαστηριακές μετρήσεις όπως: μέτρηση μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}), μέτρηση αναερόβιας ικανότητας, συνδυαστική μέτρηση VO_{2max} & αναερόβιας ικανότητας, μέτρηση μυϊκής αντοχής, μέτρηση μυϊκής δύναμης κ.ά. Το κόστος των εργαστηριακών μετρήσεων ήταν απαγορευτικό στην προσπάθεια μας για διεξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων όσον αφορά την πειραματική (όχι μόνο την βιβλιογραφική) εργογόνο δράση του ροφήματος μας.

Όσον αφορά τον προσδιορισμό των μέγιστων οργανοληπτικών ιδιοτήτων του προϊόντος μας, τα στατιστικά αποτελέσματα που απορρέουν από το ερωτηματολόγιο, έδειξαν ότι ήταν επιτυχής. Η επιλογή των κατάλληλων υλικών όσο η σωστή δοσολογία τους οδήγησε σε ένα θαυμάσιο ρόφημα το οποίο θα ήταν, σε μεγάλο ποσοστό, θελκτικό από το καταναλωτικό κοινό.

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο

Ερωτηματολόγιο Οργανοληπτικού Ελέγχου

Το παρόν ερωτηματολόγιο έχει ως σκοπό την οργανοληπτική αξιολόγηση ενός αθλητικού ροφήματος και διεξάγεται στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας του κ. Κηπουρού Θωμά, φοιτητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το ερωτηματολόγιο είναι εμπιστευτικό και τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν αυστηρά και μόνο στα πλαίσια της στατιστικής ανάλυσης της έρευνας.

1) ID:

2) Φύλο:

Άρρεν

Θήλυ

3) Ηλικία:

18-29

30-39

40-49

50-59

60+

4) Ασχολείστε με σωματική άσκηση ή αθλητισμό;

Ναι

Όχι

5) Εάν ναι, πόσο συχνά κάνετε προπόνηση/σωματική άσκηση;

1-2 φορές την εβδομάδα

3-5 φορές την εβδομάδα

5+ φορές την εβδομάδα

6) Καταναλώνετε αθλητικά ή ενεργειακά ποτά;

Ναι

Όχι

7) Εάν ναι, πόσο συχνά καταναλώνετε αθλητικά ή ενεργειακά ποτά;

Καθημερινά

Συχνά (1-3 φορές την εβδομάδα)

Ενίοτε (λίγες φορές το μήνα)

Σπανίως (λίγες φορές το χρόνο)

8) Πόσο ευχαριστημένος/η είστε με τα αθλητικά & ενεργειακά ποτά του εμπορίου;

Καθόλου

Λίγο

Μέτρια

Πολύ

Απόλυτα ευχαριστημένος/η

Ακολουθούν ερωτήσεις σχετικά με τον οργανοληπτικό έλεγχο του ροφήματος

9) Γεύση

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει
6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

10) Επίγευση

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει

6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

11) Χρώμα

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει
6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

12) Άρωμα

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει
6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

13) Ομοιογένεια/Διαλυτότητα

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει
6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

14) Σώμα-Υφή

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει
6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

15) Οξύτητα

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει

6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

16) Γλυκύτητα

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει
6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

17) Συνολική αποδοχή

1. Δεν μου αρέσει καθόλου (απαράδεκτο)
2. Δεν μου αρέσει πάρα πολύ
3. Δεν μου αρέσει
4. Δεν μου αρέσει λίγο
5. Ούτε μου αρέσει, ούτε δεν μου αρέσει
6. Μου αρέσει λίγο
7. Μου αρέσει
8. Μου αρέσει πάρα πολύ
9. Μου αρέσει υπερβολικά (υπερβολικά αρεστό)

18) Θα αγοράζατε το συγκεκριμένο αθλητικό ρόφημα;

Ναι

Όχι

19) Θα προτιμούσατε το συγκεκριμένο αθλητικό ρόφημα από άλλα αθλητικά & ενεργειακά ποτά του εμπορίου;

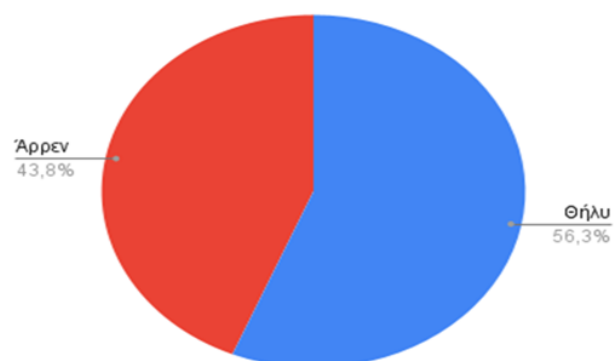
Ναι

Όχι

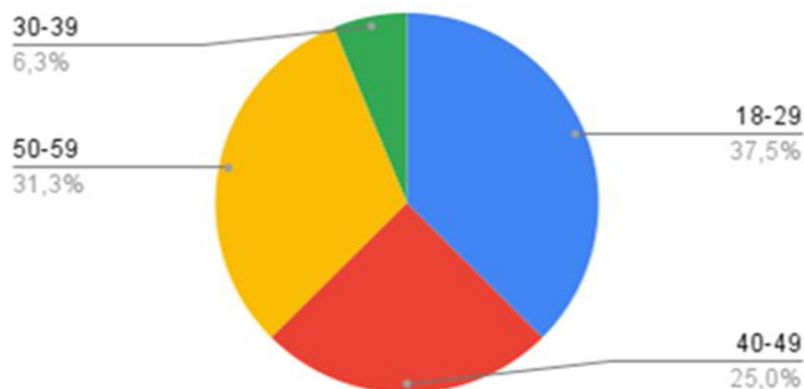
20) Παρακάτω μπορείτε να επισημάνετε, εάν επιθυμείτε, τυχόν σχόλια με σκοπό την βελτίωση του ροφήματος:

Παράρτημα 2: Στατιστικά συμπεράσματα

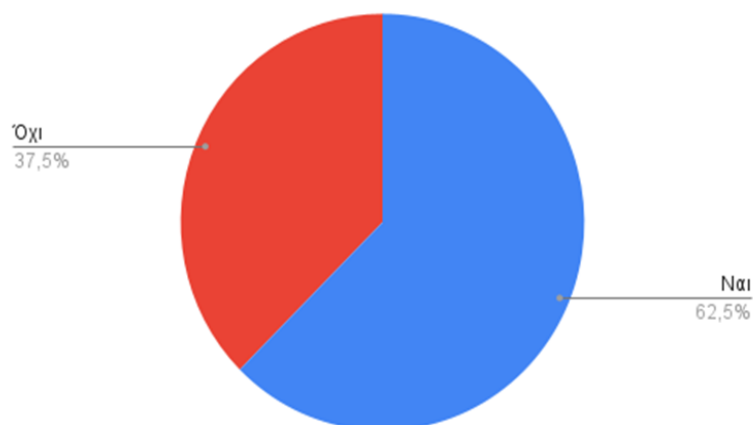
2) Φύλο: Άρρεν/Θήλυ



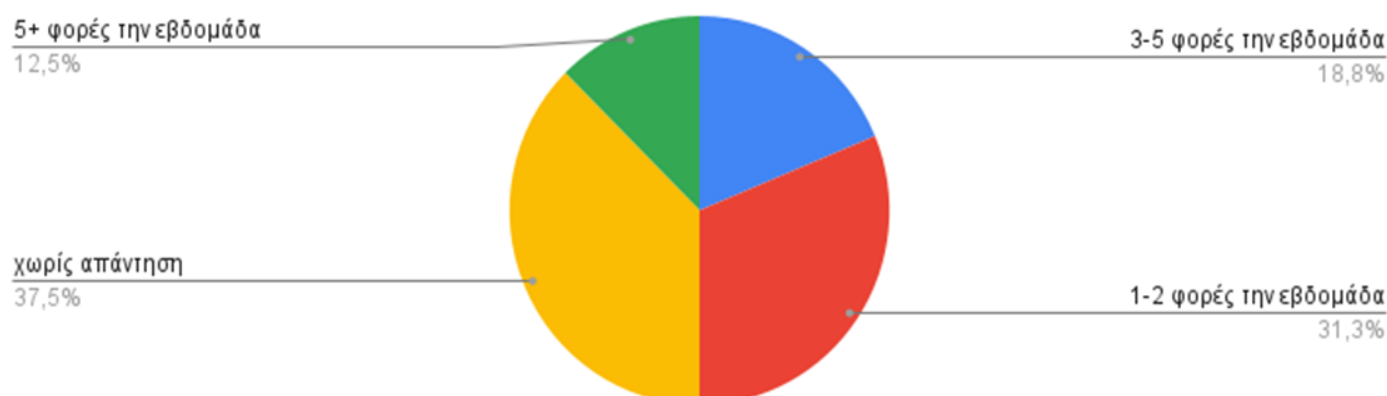
3) Ηλικία



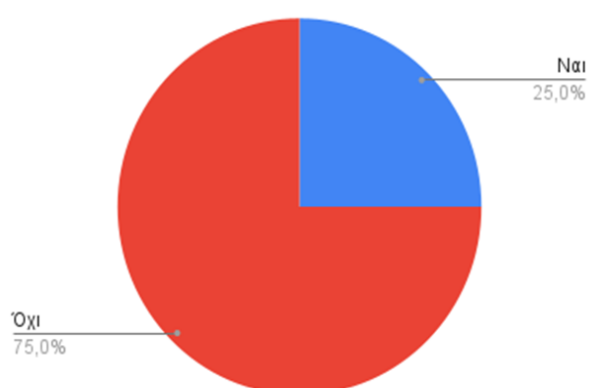
4) Ασχολείστε με σωματική άσκηση ή αθλητισμό;



5) Εάν ναι, πόσο συχνά κάνετε προπόνηση/σωματική άσκηση;

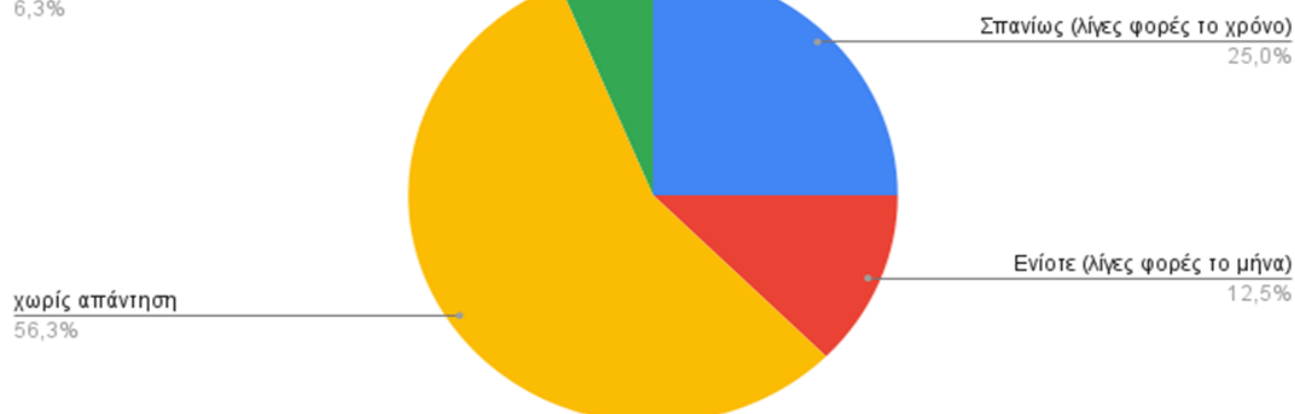


6) Καταναλώνετε αθλητικά ή ενεργειακά ποτά;



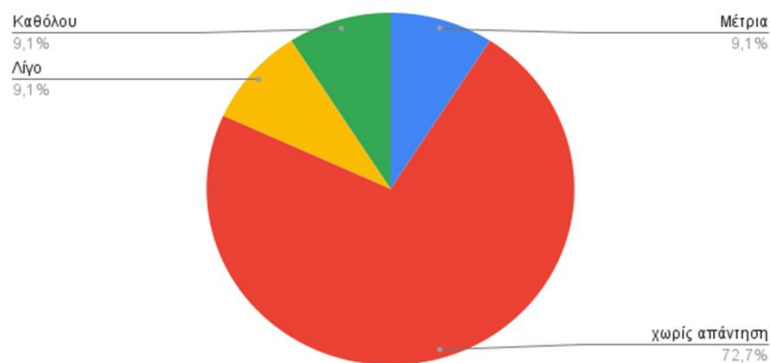
7) Εάν ναι, πόσο συχνά καταναλώνετε αθλητικά ή ενεργειακά ποτά;

Συχνά (1-3 φορές την εβδομάδα)
6,3%

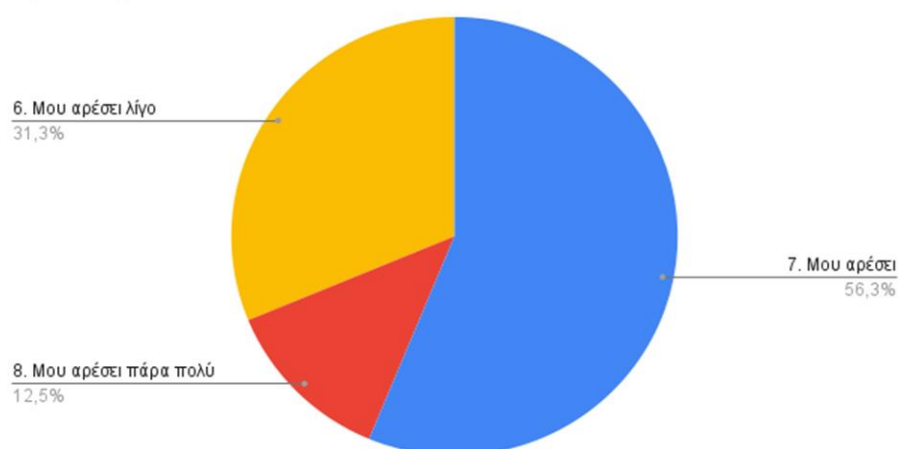


8) Πόσο ευχαριστημένος/η είστε με τα αθλητικά & ενεργειακά ποτά του εμπορίου;

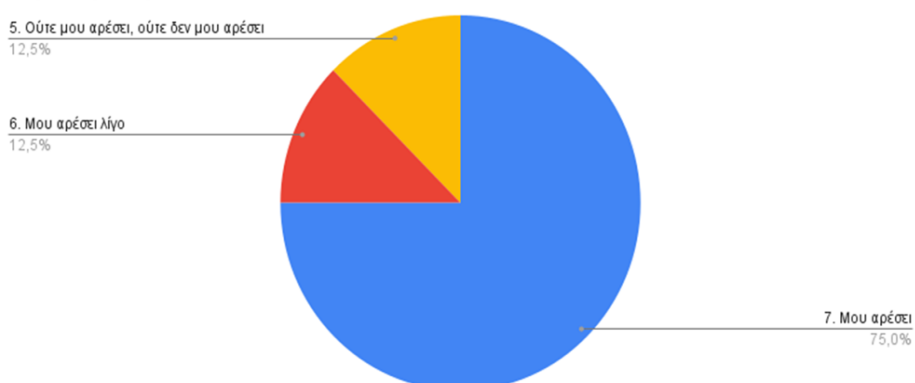
Καθόλου
9,1%
Λίγο
9,1%



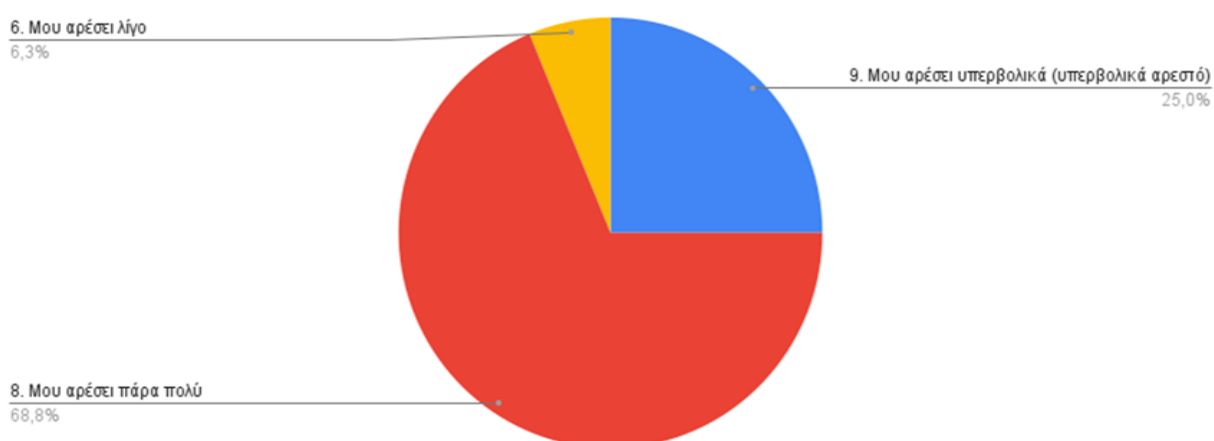
9) Γεύση



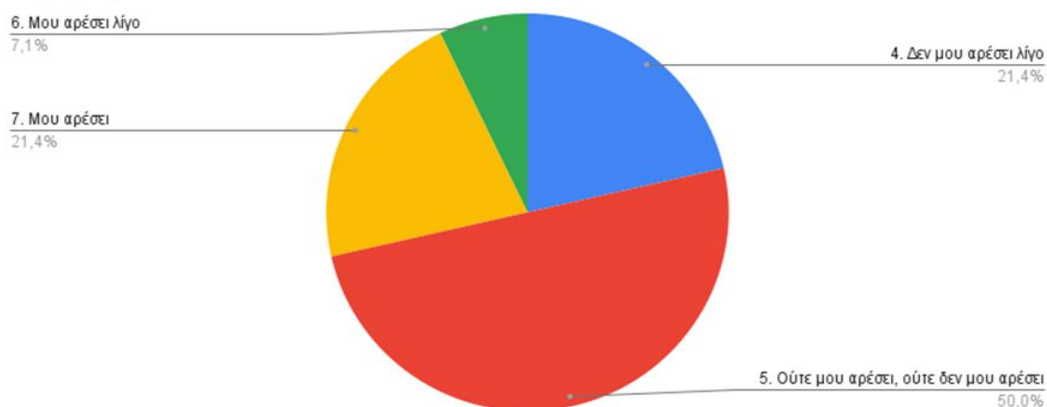
10) Επίγευση



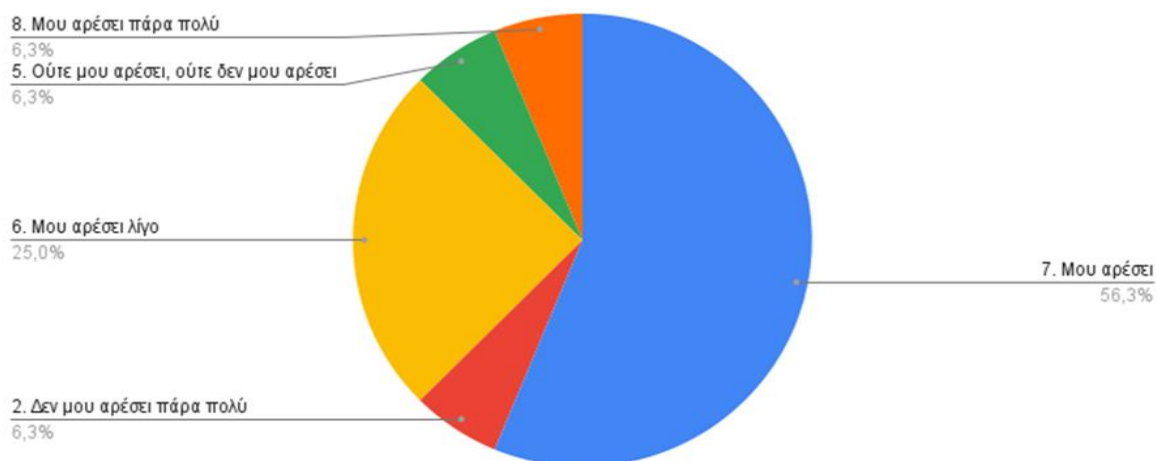
11) Χρώμα



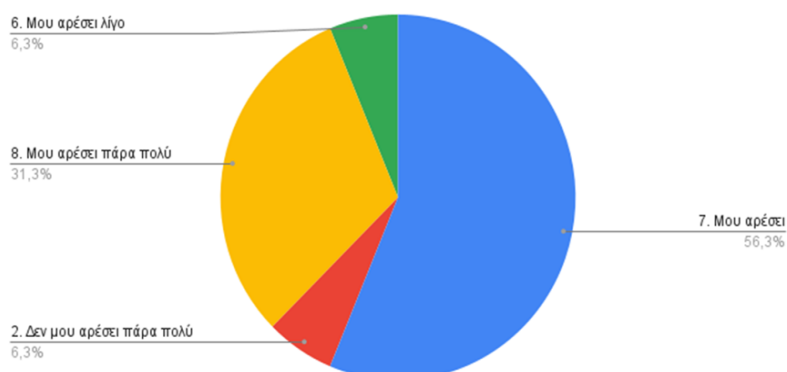
12) Άρωμα



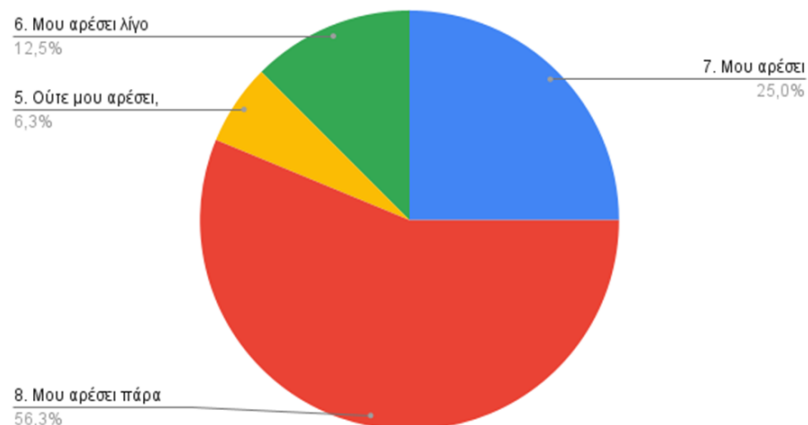
13) Ομοιογένεια/Διαλυτότητα



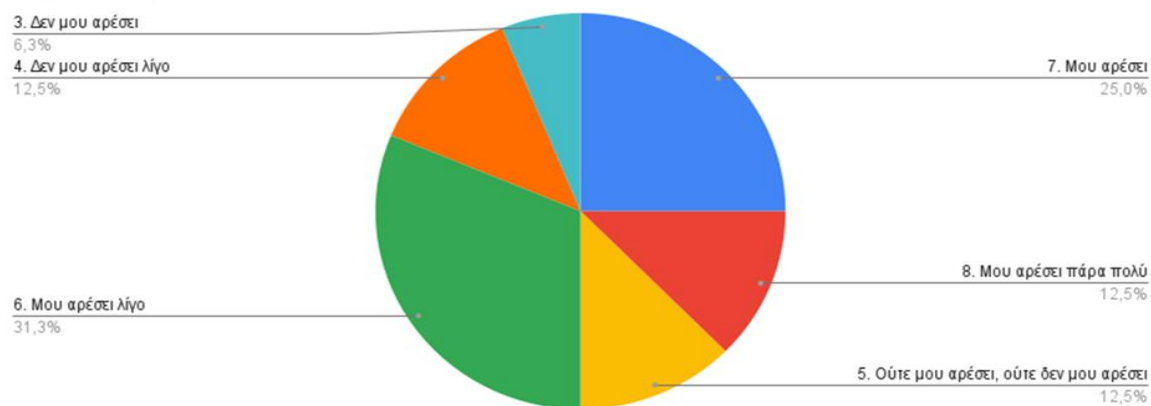
14) Σώμα-Υφή



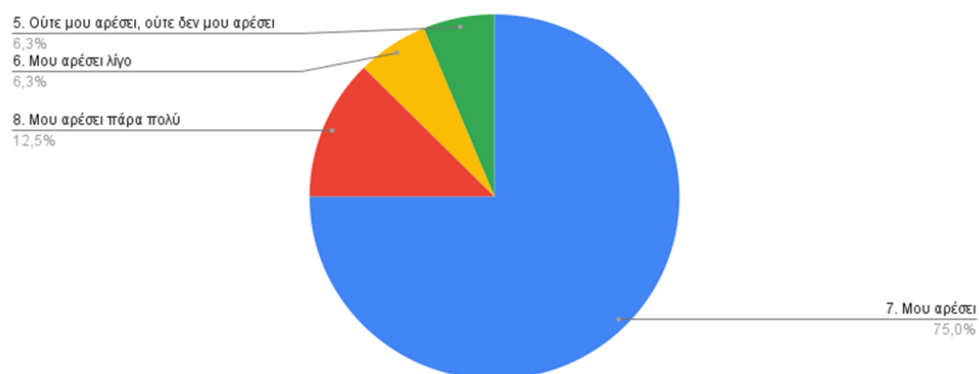
15) Οξύτητα



16) Γλυκύτητα

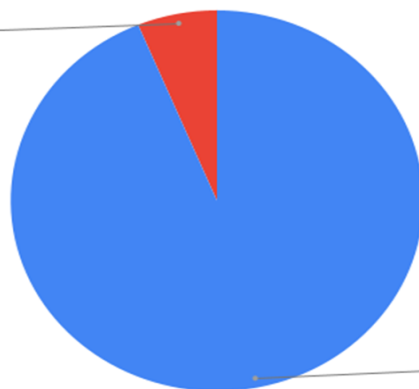


17) Συνολική αποδοχή



18) Θα αγοράζατε το συγκεκριμένο αθλητικό ρόφημα;

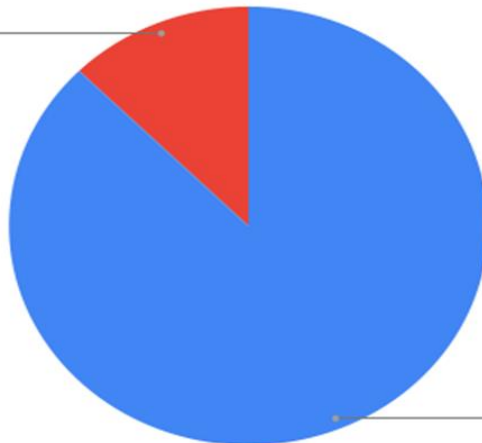
Όχι
6,3%



Ναι
93,8%

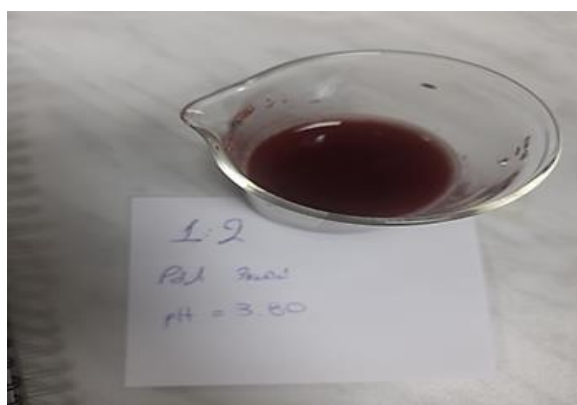
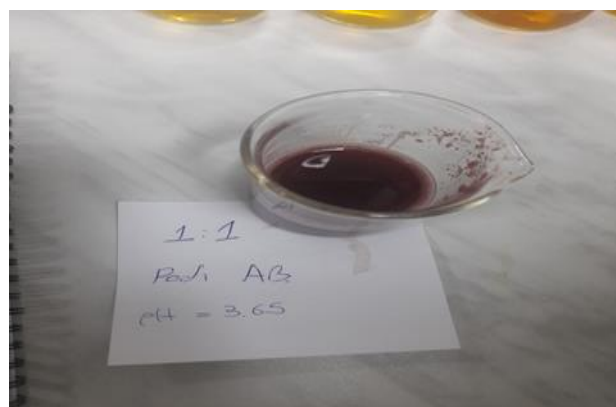
19) Θα προτιμούσατε το συγκεκριμένο αθλητικό ρόφημα από άλλα αθλητικά & ενεργειακά ποτά του εμπορίου;

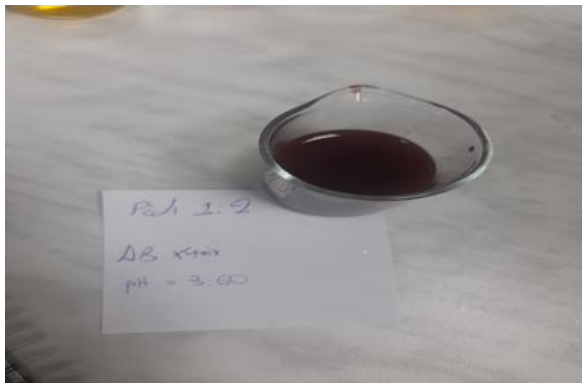
Όχι
12,5%



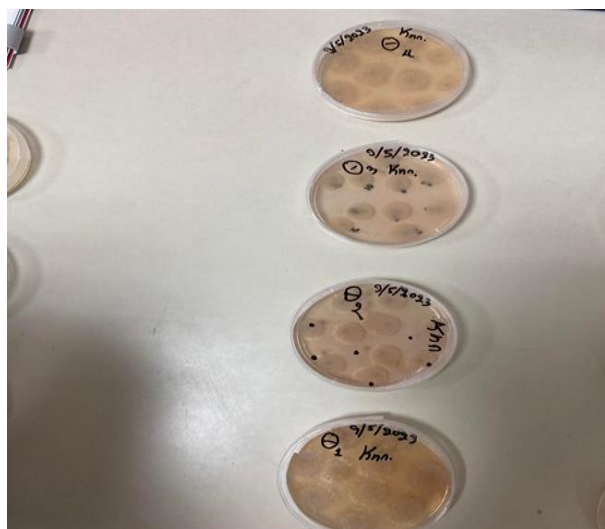
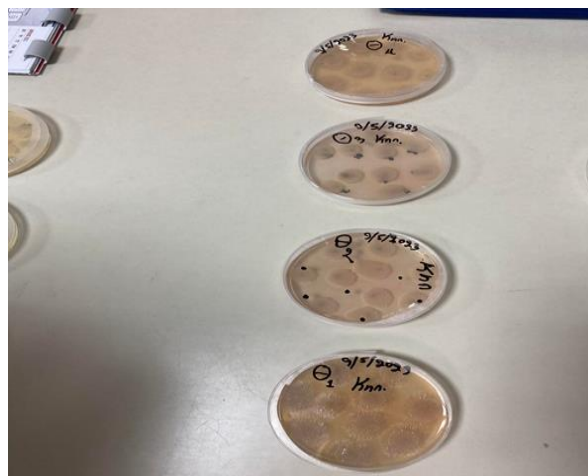
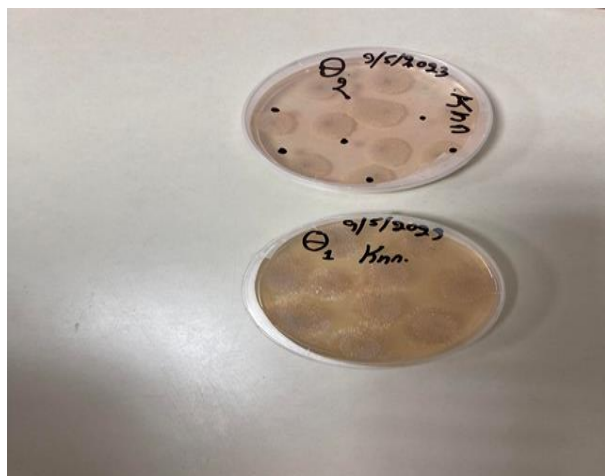
Ναι
87,5%

Παράρτημα 3: Φωτογραφίες της πειραματικής διαδικασίας





Παράρτημα 4: Φωτογραφίες του μικροβιολογικού ελέγχου



10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Βασιλειάδου, Σ., & Γρηγορίου, Π. (2021). Ανασκόπηση της επίδρασης των λειτουργικών τροφίμων και των βιοδραστικών συστατικών στη φυσιολογία της άσκησης.

Δαβούτη, Ι. (2023). Καροτενοειδή σε ενισχυμένα τρόφιμα.

Καραγιαννίδου, Σ. Π. (2021). Διερεύνηση της συχνότητας κατανάλωσης αφεψημάτων τσαγιού (*CamelliaSinensis*) και ελληνικών φαρμακευτικών φυτών και της άποψης των καταναλωτών γι'αυτά, από υγιής εθελοντές. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Καφετζόπουλος Ν., 2018. Πρακτικός οδηγός Αθλητικής διατροφής. Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε., Αθήνα.

Κόκκος, Θ. 2011. Λειτουργικά τρόφιμα: σπουδαιότητα και προοπτικές. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, ΣΤΕΓ ΤΕΓΕΠ, Καλαμάτα.

Κουτελιδάκης Α., 2019. Λειτουργικά τρόφιμα. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.

Μανέκας, Ν. Δ. (2020). Φλεγμονή και γήρανση (Master'sthesis). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Μαντάς, Χ. (2018). Προσδιορισμός της προστασίας πολυφαινολικών εκχυλισμάτων από απόβλητα ελαιοτριβείου έναντι της οξείδωσης της LDL χοληστερόλης (Master'sthesis). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Μαρδίτσα, Μ. (2015). Φαρμακευτικά μανιτάρια ως διαιτητικά συμπληρώματα διατροφής. Τεχνικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Πελοποννήσου.

Μαυρομμάτη, Σταυρούλα, and Αντωνία Αγά. "Διερεύνηση της συσχέτισης των διατροφικών συνηθειών και της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με τον δείκτη κατάθλιψης κατά Beck (BDI) σε δείγμα νεαρών ενηλίκων." (2018).

Μιχαηλίδου, Ε. (2013). Ελεύθερες ρίζες και αντιοξειδωτικές ουσίες (Doctoraldisertation). Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης.

Μπακοπούλου, Η. (2021). Ελεύθερες ρίζες και οξειδωτική δράση στο δέρμα. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Παινέση, Μ. 2015. Η αντιοξειδωτική δράση χυμού από ρόδι. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου.

Παπαδογιαννάκη, Ε. 2015. Αντιοξειδωτικά του ροδιού και οι ευεργετικές τους ιδιότητες. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου.

Παύλος, Κ. (2021). Η επίδραση των νιτρικών αλάτων στην απόδοση ερασιτεχνών ποδοσφαιριστών σε τεστ φυσικής κατάστασης (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).

Πραγκαφίλης, Σ. Α. (2023). Ο ρόλος του ελαιολάδου στον άξονα εντέρου-εγκεφάλου και στο Αλτσχάιμερ (Master's thesis), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Ρούκη, Κ., & Σφηνιά, Χ. (2021). Τα trans-λιπαρά οξέα στα εδώδιμα λίπη και έλαια.

Τσουκαλά, Α. (2018). Βιταμίνες, μέταλλα και Ιχνοστοιχεία και ο ρόλος τους κατά την έντονη σωματική άσκηση.

Σιδέρη, Β. (2018). Μελέτη επιπέδων βιταμίνης D στην έγκυο και οι επιπτώσεις στο νεογνό (Doctoral dissertation, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Σχολή Επιστημών Υγείας. Τμήμα Ιατρικής. Τομέας Παθολογίας. Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο ΑΤΤΙΚΟΝ).

Στόκα, Π., & Νικολοπούλου, Σ. (2021). Χορήγηση συμπληρωμάτων σιδήρου, ασβεστίου, μαγνησίου και καλίου στους αθλητές. Είναι τελικά απαραίτητη ή όχι.

Χατζηκυριάκος-Σβώκος, Α. (2017). Επίδραση των νιτρικών-νιτρωδών ιόντων στην απόδοση της άσκησης (Bachelor's thesis). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Χατζηνικολάου, Α. (2008). Ο μεταβολισμός των λιπιδίων κατά την άσκηση με αντιστάσεις.

Ξενόγλωσση

Ahmed, M. H., Vasas, D., Hassan, A., & Molnár, J. (2022). The impact of functional food in prevention of malnutrition. *Pharmanutrition*, 19, 100288.

Akrami, M., & Sasani, M. R. (2016). Dietary habits affect quality of life: bowel obstruction caused by phytobezoar. *Iranian Journal of Public Health*, 45(8), 1080.

Alongi M. and Anese M., 2021. Re-thinking functional food development through a holistic approach. *Journal of Functional Foods* Vol.81, pp. 1-13

Álvaro S. Machado, Willian da Silva, Mauren A. Souza and Felipe P. Carpes, 2018. Green Tea Extract Preserves Neuromuscular Activation and Muscle Damage Markers in Athletes Under Cumulative Fatigue. *Front Physiol*, Volume 9

Amrein, K., Scherkl, M., Hoffmann, M., Neuwersch-Sommeregger, S., Köstenberger, M., Tmava Berisha, A., & Malle, O. (2020). Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *European journal of clinical nutrition*, 74(11), 1498-1513.

Antonio Ranchal-Sanchez, Victor Manuel Diaz-Bernier, Candelaria Alonso De La Florida-Villagran, Francisco Jesus Llorente-Cantarero, Julian Campos-Perez and Jose Manuel Jurado-Castro, 2020. Acute effects of beetroot juice. Supplements on resistance training: a randomized double-drind crossover. *Nutrients*, Vol.12(7), pp.1912

Ajay Goel, Ajaikumar B Kunnumakkara and Bharat B Aggarwal, 2008. Curcumin as «curecumin»: from kitchen to clinic. *Biochemical Pharmacology*, Vol.75, pp.787-809

Asgary S., Rastqar A. and Keshvari M., 2018. Functional Food and Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: A Review. *Journal of the American College Nutrition*, pp. 429-455

AT, D. and Action, E. C. (1999). Scientific concepts of functional foods in europe: consensus document. *British journal of nutrition*, 81(1).

Aune, D., Chan, D. S., Lau, R., Vieira, R., Greenwood, D. C., Kampman, E., & Norat, T. (2011). Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Bmj*, 343.

Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med Aromat Plants* 4: 1–6.

Bergstrom JHermansenL, Hultman E, et al Diet, muscle glycogen and physical performance. s.l., *Acta Physiol Scand*, 1967, 71, 140-50.

Bishoy Wassef, Michelle Kohansieh and Amgad N Makaryus, 2017. Effects of energy drinks on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology*, Vol.11, pp.796-806

Bohrer, B. M. (2017). Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science & Technology*, 65, 103-112.

Bultosa G., 2016. Functional Foods: Overview. *Encyclopedia of Food Grains*, Second Edition

- Buono, M. J. and Wall, A. J. (2000). Effect of hypohydration on core temperature during exercise in temperate and hot environments. *Pflügers Archiv*, 440(3):476–480.
- Burton, G. J., & Jauniaux, E. (2011). Oxidative stress. Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology, 25(3), 287-299.
- Bytowski, J. R. (2018). Fueling for Performance. *Sports Health*, 10(1), 47–53. <https://doi.org/10.1177/1941738117743913>
- Cabral C. E. and Klein M. R. S. T., 2017. Phytosterols in the treatment of hypercholesterolemia and prevention of cardiovascular diseases. *Arq Bras Cardiol*, 109(5), pp.475-482
- Chen G., Yanwu L., Xuezheng L. and Zhou D, 2021. Functional foods and intestinal homeostasis: The perspective of in vivo evidence. *Trends in Food Science and Technology*, pp. 475–482
- Cheuvront SN, Carter R, 3rd, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep* 2003;2:202-8.
- Cofán M, Ros E. Clinical application of plant sterol and stanol products. *Journal of AOAC International*. 2015 May 1;98(3):701-6.
- Gonçalves, A.-C., & Portari, G.-V. (2021). The B-complex vitamins related to energy metabolism and their role in exercise performance: A narrative review. *Science & Sports*.
- Danik M Martirosyan and Jaishree Singh, 2015. A New Definition of Functional Food by FFC: What Makes a New Definition Unique. *Functional Foods in Health and Disease*, vol.5(issue 6), pp. 209-223
- Day L., Seymour R. B., Pitts K. F., Konczak I. and Lundin L., 2009. Incorporation of functional ingredients into foods. *Trends in Food Science and Technology*, Vol.20, Issue 9, pp. 388-395
- Dudgeon W.D., Thomas D.D., Dauch W., Scheett T.P. and Webster M.J., 2018. The Effects of High and Low-Dose Cordyceps militaris-Containing Mushroom Blend Supplementation After Seven and Twenty-Eight Days. *Am. J. Sports Sci.*, Vol.6, pp.1–7.
- Edwards D, Heufelder A, Zimmermann A. Therapeutic effects and safety of Rhodiola rosea extract WS® 1375 in subjects with life-stress symptoms--results of an open-label study.

Phytother Res. 2012 Aug;26(8):1220-5. doi: 10.1002/ptr.3712. Epub 2012 Jan 6. PMID: 22228617.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). (2010). Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA Journal, 8(3), 1462.

EFSA Scientific Committee. (2016). Guidance to develop specific protection goals options for environmental risk assessment at EFSA, in relation to biodiversity and ecosystem services. Efsa Journal, 14(6), e04499.

Ewa Sadowska-krepa, Barbara Klapcinska, Iлона Pokova, Przemyslaw Domaszewski, Katarzyna Kempa and Tomasz Podgorski, 2017. Effects of Ginkgo biloba Supplementation on Aerobic Performance, Blood Pro/Antioxidant balance, and Serum Brain-Derived Neurotrophic Factor in Physically Active Men. Nutrients, Vol.9, pp. 803

Ewa Sadowska-krepa, Przemyslaw Domaszewski, Iлона Pokova, Aleksandra Zebrowska, Agnieszka Gdanska and Tomasz Podgorski, 2019. Effects of medium-term green tea extract supplementation combined with crossfit workout on blood antioxidant status and serum brain-derived neurotrophic factor in young men: a pilot study. Journal of the international society of sports nutrition, Vol.16, pp.13-19

Farhath Khanum, Amarinder Singh Bawa and Brahm Singh, 2006. Rhodiola rosea: A versatile Adaptogen. Comprehensive reviews in food science and food safety, Vol.4, pp.55-62

F J Larsen 1, E Weitzberg, J O Lundberg and B Ekblom, 2007. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. Acta Physiol, 191(1), pp.59–66

Filip J Larsen, Eddie Weitzberg, Jon O Lundberg, Björn Ekblom, 2010. Dietary nitrate reduces maximal oxygen consumption while maintaining work performance in maximal exercise. Free Radic Biol Med, 48(2), pp.342-347

Franck, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. British journal of Nutrition, 87(S2), S287-S291.

Galland L., 2013. Functional Foods: Health Effects and Clinical Applications. Encyclopedia of Human Nutrition, Third Edition, pp.366-371

Gidley, M. J. (2004). Naturally functional foods--challenges and opportunities. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 13.

- Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 48(10), 4581-4589.
- Gupta, E., & Mishra, P. (2021). Functional food with some health benefits, so called superfood: a review. *Current Nutrition & Food Science*, 17(2), 144-166.
- Gupta AK, Savopoulos CG, Ahuja J, Hatzitolios AI. Role of phytosterols in lipidlowering: current perspectives. *QJM*. 2011 Apr 1;104(4):301-8.
- Halliwell, B., Aeschbach, R., Löliger, J., & Aruoma, O. I. (1995). The characterization of antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 33(7), 601-617.
- Halliwell, B. (1996). Antioxidants: the basics-what they are and how to evaluate them. *Advances in pharmacology*, 38, 3-20.
- Hawley JASchabortEJ, Noakes TD, et al Carbohydrate loading and exercise performance. *s.l., Sports Med*, 1997, 24, 73-81.
- Hasler, C. M. (2002). Functional foods: benefits, concerns and challenges—a position paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of nutrition*, 132(12), 3772-3781.
- Hirsch K.R., Mock M.G., Roelofs E.J., Trexler E.T. and Smith-Ryan, 2015. Chronic Supplementation of a Mushroom Blend on Oxygen Kinetics, Peak Power, and Time to Exhaustion. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, Vol.12, Supplement 1
- Hirsch K.R., Smith-Ryan, Roelofs E.J., Trexler E.T. and Mock M.G., 2017, Cordyceps *militaris* Improves Tolerance to High-Intensity Exercise after Acute and Chronic Supplementation. *J. Diet. Suppl.*, Vol.14, pp.42–53.
- Hamilton-Miller, J. M. T. (2001). Anti-cariogenic properties of tea (*Camellia sinensis*). *Journal of medical microbiology*, 50(4), 299-302.
- Halsen, S.L., Jeukendrup, A.E. Does Overtraining Exist?. *Sports Med* **34**, 967–981 (2004). <https://doi.org/10.2165/00007256-200434140-00003>
- He, Y., Lin, Y., Li, Q., & Gu, Y. (2020). The contribution ratio of various characteristic tea compounds in antioxidant capacity by DPPH assay. *Journal of food biochemistry*, 44(7), e13270.

Hongyu Zhou, Christopher S Beevers and Shile Huang, 2011. The targets of curcumin. *Current Drug Targets*, Vol.12, pp.332-347

Huxley, R. R., Lloyd, B. B., Goldacre, M., & Neil, H. A. W. 2000. Nutritional research in World War 2: The Oxford Nutrition Survey and its research potential 50 years later. *British journal of nutrition*, 84(2), 247-251.

Ingle, K. P., Deshmukh, A. G., Padole, D. A., Dudhare, M. S., Moharil, M. P., & Khelurkar, V. C. (2017). Phytochemicals: Extraction methods, identification and detection of bioactive compounds from plant extracts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 32-36.

J Mark Davis 1, E Angela Murphy, Martin D Carmichael, Mark R Zielinski, Claire M Groschwitz, Adrienne S Brown, J David Gangemi, Abdul Ghaffar and Eugene P Mayer, 2007. Curcumin effects on inflammation and performance recovery following eccentric exercise induced muscle damage. *The American Physiological Society*, Vol.292, pp.2168-2173

Jennifer M. Ellis and Prabashi Reddy, 2002. Effects of Panax ginseng on quality of life. *Annals of Pharmacotherapy*, Vol.36 pp.375-379

Joanna Thompson Coon and Edzard Ernst, 2002. Panax ginseng. *Drug Safety*, Vol.25, pp.323-344

Jones, A. M. (2014). Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports medicine*, 44(Suppl 1), 35-45.

Josep A Tur and Maria del Mar Bibiloni, 2018. *Functional Foods*

Jones, P. J., & Jew, S. (2007). Functional food development: concept to reality. *Trends in Food Science & Technology*, 18(7), 387-390.

Khadijeh Hoseinzadeh, Farhad Daryanoosh, Parvin Javad Baghdasar and Hamid Alizadeh, 2015. Acute effects of ginger extract on biochemical and functional symptoms of delayed onset muscle soreness. *Medical Journal of the Islamic republic of Iran*, Vol.29, pp.261

Kolbina A.Y., Ulrikh E.V. and Voroshilin R.A., 2020. Analysis of consumer motivations of the Kemerovo city residents in relation to functional food products. *EurAsian Journal of BioSciences, Eurasia J Biosci* 14, pp.6365-6369.

Kujala, T., Loponen, J., & Pihlaja, K. (2001). Betalains and phenolics in red beetroot (*Beta vulgaris*) peel extracts: extraction and characterisation. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 56(5-6), 343-348.

Kolida, S., Tuohy, K., & Gibson, G. R. (2002). Prebiotic effects of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(S2), S193-S197.

Kodama, D. H., Gonçalves, A. E. D. S. S., Lajolo, F. M., & Genovese, M. I. (2010). Flavonoids, total phenolics and antioxidant capacity: comparison between commercial green tea preparations. *Food Science and Technology*, 30, 1077-1082.

Kreher JB, Schwartz JB. Overtraining syndrome: a practical guide. *Sports Health*. 2012 Mar;4(2):128-38. doi: 10.1177/1941738111434406. PMID: 23016079; PMCID: PMC3435910.

Lorena Funes 1, Lucrecia Carrera-Quintanar, Manuela Cerdán-Calero, Miguel D Ferrer, Franchek Drobnic, Antoni Pons, Enrique Roche and Vicente Micol, 2010. Effect of lemon verbena supplementation on muscular damage markers, proinflammatory cytokines release and neutrophils oxidative stress in chronic exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Vol.111, pp.695-705

Lee, Y., Jung, J. C., Jang, S., Kim, J., Ali, Z., Khan, I. A., & Oh, S. (2013). Anti-inflammatory and neuroprotective effects of constituents isolated from *Rhodiola rosea*. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2013.

Lock, S., Noestheden, M., & Schreiber, A. (2014). Analysis of the Vitamin B Complex in Infant Formula Samples by LC-MS/MS. *Application Note AB SCIEX*, 09340214-01.

Louis J. Ignarro, Russell E. Byrns, Daigo Sumi, Filomena de Nigris and Claudio Napoli, 2006. Pomegranate juice protects nitric oxide against oxidative destruction and enhances the biological actions of nitric oxide. *Nitric Oxide*, Vol.15, pp.93–102

Lü, Jian-Ming, et al. "Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems." *Journal of cellular and molecular medicine* 14.4 (2010): 840-860.

Maha Sellami, Olfa Slimeni, Andrzej Pokrywka, Goran Kuvačić, Lawrence D Hayes, Mirjana Milic and Johnny Padulo, 2018. Herbal medicine for sports: a review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, Vol.15, pp.15-20

Majekodunmi, S. O. (2015). Review of extraction of medicinal plants for pharmaceutical research. *Merit Res J Med*, 3, 521-527.

Marcie Beth Schneider, 2011. Sports drinks and energy drinks for children and adolescents: are they appropriate? *Pediatrics*, Vol.127(6), pp.1182-1189

Marco Antonio Hernández-Lepe, José Alberto López-Díaz, Marco Antonio Juárez-Oropeza, Rosa Patricia Hernández-Torres, Abraham Wall-Medrano and Arnulfo Ramos-Jiménez, 2018. Effect of *Arthrospira* (spirulina) maxima supplementation and a systematic physical exercise program on the body composition and cardiorespiratory fitness of overweight or obese subjects: A double-blind, Randomized and crossover controlled trial. *Marine Drugs*, Vol.16, pp.364

Marco Antonio Hernández-Lepe, Francisco Javier Olivas-Aguirre, Luis Mario Gómez-Miranda, Rosa Patricia Hernández-Torres, José de Jesús Manríquez-Torres and Arnulfo Ramos-Jiménez, 2019. Systematic physical exercise and spirulina maxima supplementation improve body composition cardiorespiratory fitness and blood lipid profile: correlations of a randomized double-blind controlled trial. *Antioxidants*, Vol.8, pp.507

Marcos Soto-Hernandez, Mariana Palma-Tenango and Maria del Rosario Garcia-Mateos, 2017. Phenolic Antioxidant Capacity: A Review of the State of the Art, *InTech*. <https://doi.org/10.5772/66897>

Mark E.T Willems, Hillary L. Fry, Majeedah A. Belding and Mojtaba Kaviani, 2021. Three weeks daily intake of matcha green tea powder affects substrate oxidation during moderate-intensity exercise in females. *Journal of Dietary Supplements*, Vol.18, pp.566-576

Maughan R.J. Investigating the associations between hydration and exercise performance: Methodology and limitations. *Nutr. Rev.* 2012;70:S128–S131. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00536.x.

Michael J. Ormsbee, 2013. Beetroot juice and exercise performance. *Nutrition and dietary supplements*, Vol.5, pp.27-35

Mudavath, Shyamala. (2013). HPLC METHOD DEVELOPMENT FOR PROTEINS AND POLYPEPTIDES. 266-276.

Nagata Akira, Taeko Tajima and Masayuki Uchida, 2006. Supplemental anti-fatigue effects of cordyceps sinensis extract powder during three stepwise exercise of human. Japanese Journal of Physical fitness and Sports Medicine, Vol.55, pp.145-152

Nguyen Ngoc Quy, Pham Tri Nhut, Tran Thi Yen Nhi, Nguyen Minh Tien, Duong Dinh Chung, Le Van Thanh and ThanThi Minh Phuong, 2021. Effect of Time and Temperature on the Extraction of Cordyceps militaris in Pilot Scale. NTT Hi-Tech Institute.

Nyakabau, T., Wokadala, O. C., & Emmambux, M. N. (2013). Effect of steeping additives on tef starch extraction and its quality. Starch-Stärke, 65(9-10), 738-746.

Pandey, A., & Tripathi, S. (2014). Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2(5), 115-119.

Poveda, J. J., Riestra, A., Salas, E., Cagigas, M. L., López-Somoza, C., Amado, J. A., & Berrazueta, J. R. (1997). Contribution of nitric oxide to exercise-induced changes in healthy volunteers: effects of acute exercise and long-term physical training. European journal of clinical investigation, 27(11), 967-971.

Quan V. Vuong, John B. Golding, Costas E. Stathopoulos, Minh H. Nguyen and Paul D. Roach, 2011. Optimizing conditions for the extraction of catechins from green tea using hot water. School of Environmental and Life Sciences. University of Newcastle, Vol.34, pp.3099–3106

R A Sharma, A J Gescher and W P Steward, 2005. Curcumin: the story so far. European Journal of Cancer, Vol.41, pp.1955-1968

Raúl Bescós, Ferran A Rodríguez, Xavier Iglesias, Miguel D Ferrer, Elena Iborra and Antoni Pons, 2011. Acute administration of inorganic nitrate reduces O₂ peak in endurance athletes. Med Sci Sport Exerc, 43(10), pp.1979-1986

Reis, F. S., Barros, L., Calhelha, R. C., Ćirić, A., Van Griensven, L. J., Soković, M., & Ferreira, I. C. (2013). The methanolic extract of Cordyceps militaris (L.) Link fruiting body shows antioxidant, antibacterial, antifungal and antihuman tumor cell lines properties. Food and chemical toxicology, 62, 91-98.

Rinaldo J. and Singla A., 2021. Functional Foods: Components, health benefits, challenges, and major projects. Journal of Environment, Agriculture, and Energy, 2(1), pp.61-72.

Roberfroid, M. B. (1999). What is beneficial for health? The concept of functional food. *Food and Chemical Toxicology*, 37(9-10), 1039-1041.

Roos, G., & Roos, C. (2015). *Natural Product Biomolecules*.

Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(2), 377-390.

SCOTT L. MOSHER, S. ANDY SPARKS, EMILY L. WILLIAMS, DAVID J. BENTLEY, AND LARS R. MC NAUGHTON, 2016. INGESTION OF A NITRIC OXIDE ENHANCING SUPPLEMENT IMPROVES RESISTANCE EXERCISE PERFORMANCE. *Journal of Strength and Conditioning Research*, pp.3520-3524

Sadighi, J., Nedjat, S., & Rostami, R. (2019). Systematic review and meta-analysis of the effect of iron-fortified flour on iron status of populations worldwide. *Public health nutrition*, 22(18), 3465-3484.

Shimizu, M. (2019). History and current status of functional food regulations in Japan. In *Nutraceutical and functional food regulations in the United States and around the world* (pp. 337-344). Academic Press.

Siddeeg, A., AlKehayez, N. M., Abu-Hiamed, H. A., Al-Sanea, E. A., & Al-Farga, A. M. (2021). Mode of action and determination of antioxidant activity in the dietary sources: An overview. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(3), 1633-1644.

Stephen J. Bailey, Paul Winyard, Anni Vanhatalo, Jamie R. Blackwell, Fred J. DiMenna, Daryl P. Wilkerson, Joanna Tarr, Nigel Benjamin, and Andrew M. Jones, 2009. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, Vol.107, No.4

Steven A Basham, Hunter S Waldman, Ben M Krings, John Lamberth, JohnEric W Smith and Matthew J McAllister, 2020. Effect of curcumin supplementation on exercise-induced oxidative stress, inflammation muscle damage and muscle soreness. *Journal of Dietary supplements*, Vol.17, pp.401-414

SiraphatthraThongsawang, TharanusKrataithong, Sukanya ChorCharoenying, PhawitNorchai and NattipornNokkaew, 2021. Applying Cordyceps sinensis to Boost Endurance Performance in Long-Distance Runners. *Journal of Exercise Physiology Online*, Vol.24, Issue 3, pp.1+

Thomson JL, 1998. Energy balance in young athletes. *Int J Sport Nutr.*, 8(2), pp.160-174

Tolve, R., Condelli, N., Can, A., & Tchuenbou-Magaia, F. L. (2018). Development and characterization of phytosterol-enriched oil microcapsules for foodstuff application. *Food and bioprocess technology*, 11, 152-163.

Tyler D Williams, Mary P Martin, Jake A Mintz, Rebecca R Rogers and Christopher G Ballmann (2020). Effect of acute beetroot juice. Supplementation on bench press power, velocity and repetition volume. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.34(4), pp.924-928

Tyler D Williams, Haley N Langley, Caleb C Roberson, Rebecca R Rogers and Christopher G Ballmann, 2021. Effects of short-term golden root extract (*Rhodiola rosea*). Supplementation on resistance exercise performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol.18(13):6953

USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 25, 2012

Vertuani, S., Angusti, A., & Manfredini, S. (2004). The antioxidants and pro-antioxidants network: an overview. *Current pharmaceutical design*, 10(14), 1677-1694.

Vulić, J. J., Čebović, T. N., Čanadanović-Brunet, J. M., Četković, G. S., Čanadanović, V. M., Djilas, S. M., & Šaponjac, V. T. T. (2014). In vivo and in vitro antioxidant effects of beetroot pomace extracts. *Journal of Functional Foods*, 6, 168-175.

Wakai, A., McCabe, A., Kidney, R., Brooks, S. C., Seupaul, R. A., Diercks, D. B., ... & Pospisil, C. (2013). Nitrates for acute heart failure syndromes. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (8).

Wang, L., Yan, H., Zeng, B., & Hu, Z. (2022). Research progress on cordycepin synthesis and methods for enhancement of cordycepin production in *Cordyceps militaris*. *Bioengineering*, 9(2), 69.

Willian da Silva, Álvaro S Machado, Mauren A Souza, Pâmela B Mello-Carpes and Felipe P Carpes, 2018. Effect of green tea extract supplementation on exerciseinduced delayed onset muscle soreness and muscular damage. *Physiology and Behavior*, Vol.194, pp.77-82

Wrzosek M, Woźniak J, Koziół-Kaczorek D, Włodarek D. The Assessment of the Supply of Calcium and Vitamin D in the Diet of Women Regularly Practicing Sport. *J Osteoporos*. 2019 Nov 4;2019:9214926. doi: 10.1155/2019/9214926. PMID: 31885852; PMCID: PMC6925744.

Yasoubi, P., Barzegar, M., SAHARI, M. A., & Azizi, M. H. (2007). Total phenolic contents and antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts.

Yoko Tanabe, Kentaro Chino, Takahiro Ohnishi, Hitomi Ozawa, Hiroyuki Sagayama, Seiji Maeda and Hideyuki Takahashi, 2019. Effects of oral curcumin ingested before or after eccentric exercise on markers of muscle damage and inflammation. *Scandinavian Journal of medicine and Science in Sports*, Vol.29, pp.524-534

Yoko TANABE, Kentaro CHINO, Hiroyuki SAGAYAMA, Hyun Jin LEE, Hitomi OZAWA, Seiji MAEDA and Hideyuki TAKAHASHI, 2019. Effective timing of curcumin ingestion to attenuate eccentric exercise-induced muscle soreness in men. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, Vol.65, pp.82-89

Zhang, J., Wen, C., Duan, Y., Zhang, H., & Ma, H. (2019). Advance in *Cordyceps militaris* (Linn) Link polysaccharides: Isolation, structure, and bioactivities: A review. *International journal of biological macromolecules*, 132, 906-914.

Zhan, Y., Dong, C. H., & Yao, Y. J. (2006). Antioxidant activities of aqueous extract from cultivated fruit-bodies of *Cordyceps militaris* (L.) Link in vitro. *Journal of Integrative Plant Biology*, 48(11), 1365-1370.

Ιστοσελίδες

Αρναούτης Γιάννης, Ναπροτιμήσω ενεργειακά ή αθλητικά ποτά; στο https://www.glafkos.com.gr/energiaka_athlitka_pota

Κολοβού Γενοβέφα, Μεταγευματική Λιπαιμία και Αγγειακή Νόσος, στο: <https://www.eumedline.eu/post/Metageymatikh-Lipaimia-kai-Aggeiakh-Nosos>

Μητρογιάννης Παναγιώτης, Πράσινο τσάι: Ποιες είναι οι ιδιότητές του και πως βοηθάει στην άσκηση, στο https://www.huffingtonpost.gr/entry/prasino-tsai-poies-einai-oi-idiotetes-toe-kai-pos-voethaei-sten-askese_gr_623f4f93e4b0e340f6a3c1b0

Περδίκη Σοφία, Οι 3 προπονήσεις που δυναμώνουν τους μυς και τα οστά – Ποια σας ταιριάζει, στο: <https://www.ygeiamou.gr/fitness-wellbeing/fitness/62360/i-3-proponisis-pou-dinamonoun-mis-ke-osta-pia-sas-teriazil/>

ClaireMuszalski, Είναι τα ενεργειακά ποτά βλαβερά για σένα ή μπορούν να είναι υγιεινά; στο <https://www.myprotein.gr › blog › ενεργειακα-pota>

Gavin Van De Walle, 7 Science – Backed Health Benefits of Rhodiola rosea, στο: https://www.healthline.com/nutrition/rhodiola-rosea#TOC_TITLE_HDR_4

Oregon State University. (n.d.). Retrieved from III. Carbohydrates, Structures and Types, στο: <https://open.oregonstate.edu/animalnutrition/chapter/chapter-3/>

Physiomedica, Έκκεντρη Μυϊκή Ενεργοποίηση, στο: <https://physiomedica.gr/ekkentri-myiki-energopoiisi-gnorise-ta-ofeli-tis-stin-proponisi-me-antistaseis/>