



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Διδακτορική Διατριβή

«Μελέτη της διατροφικής αξίας και της επίδρασης στην υγεία, λειτουργικών τροφίμων που προέρχονται από την αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών υποπροϊόντων»

Όλγα Ι. Παπαγιάννη

Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος

Μύρινα, 2022

Άδεια χρήσης ψηφιακού αρχείου

Creative Commons Αναφορά Μη Εμπορική Χρήση (CC BY-NC): Η άδεια αυτή επιτρέπει στον χρήστη να χρησιμοποιεί, μοιράζεται και δημιουργεί παράγωγα έργα επί του αδειοδοτούμενου περιεχομένου και να το διαμοιράζεται με την προϋπόθεση να κάνει αναφορά στο δημιουργό, ή το δικαιούχο, ή/και το φορέα που κάνει το περιεχόμενο διαθέσιμο. Προϋπόθεση επίσης είναι να μη χρησιμοποιεί ή μοιράζεται το πρωτότυπο περιεχόμενο ή τα δικά του παράγωγα δημιουργήματα για εμπορικούς σκοπούς.

Είμαι ο/η αποκλειστικός/ή συγγραφέας της υποβληθείσας Διδακτορικής Διατριβής με τίτλο «Μελέτη της διατροφικής αξίας και της επίδρασης στην υγεία, λειτουργικών τροφίμων που προέρχονται από την αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών προϊόντων». Η συγκεκριμένη Διδακτορική Διατριβή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά για την απόκτηση του Διδακτορικού διπλώματος του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής. Κάθε βοήθεια, την οποία είχα για την προετοιμασία της, αναγνωρίζεται πλήρως και αναφέρεται επακριβώς στην εργασία. Επίσης, επακριβώς αναφέρω στην εργασία τις πηγές, τις οποίες χρησιμοποίησα, και μνημονεύω επώνυμα τα δεδομένα ή τις ιδέες που αποτελούν προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας άλλων, ακόμη κι εάν η συμπερίληψή τους στην παρούσα εργασία υπήρξε έμμεση ή παραφρασμένη. Γενικότερα, βεβαιώνω ότι κατά την εκπόνηση της Διδακτορικής Διατριβής έχω τηρήσει απαρέγκλιτα όσα ο νόμος ορίζει περί πνευματικών δικαιωμάτων και έχω συμμορφωθεί πλήρως με τα προβλεπόμενα στο νόμο περί προστασίας προσωπικών δεδομένων και τις αρχές ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Όλγα Ι. Παπαγιάννη

«Μελέτη της διατροφικής αξίας και της επίδρασης στην υγεία, λειτουργικών τροφίμων που προέρχονται από την αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών υποπροϊόντων»



UNIVERSITY OF THE
AEGEAN

DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND NUTRITION

«Study of the nutritional value and the effect on health of functional foods derived from the utilization of agro-industrial by-products»

Olga I. Papagianni

Doctoral Thesis

Myrina, 2022

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Αντώνιος Ε. Κουτελιδάκης, Επίκουρος Καθηγητής Διατροφής του Ανθρώπου, ΤΕΤΔ

Τριμελής Επιτροπή Παρακολούθησης:

Δρ. Κουτελιδάκης Ε. Αντώνιος, Επίκουρος Καθηγητής Διατροφής του Ανθρώπου, ΤΕΤΔ

Δρ. Καψοκεφάλου Μαρία, Καθηγήτρια Α' βαθμίδας Διατροφής του Ανθρώπου, ΤΕΤΔΑ, ΓΠΑ

Δρ. Καραντώνης Χαράλαμπος, Αναπληρωτής Καθηγητής Χημείας Τροφίμων, ΤΕΤΔ

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Κουτελιδάκης Αντώνιος, Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΤΔ ΠΑ

Καψοκεφάλου Μαρία, Καθηγήτρια Α' βαθμίδας ΤΕΤΔΑ ΓΠΑ

Καραντώνης Χαράλαμπος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΤΔ ΠΑ

Αργυρίου Αναγνώστης, Καθηγητής Α' βαθμίδας ΤΕΤΔ ΠΑ

Γκιαούρης Ευστάθιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΤΔ ΠΑ

Γιαγκίνης Κωνσταντίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΤΔ ΠΑ

Γκατζιώνης Κωνσταντίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΤΔ ΠΑ

Ημερομηνία Εξέτασης: 09/06/2022

Copyrighting 2022 Όλγα Ι. Παπαγιάννη

Στην κόρη μου, Μαργαρίτα

Στο σύζυγο μου

Στους γονείς μου

«Φάρμακο ας γίνει η τροφή σας και η τροφή σας ας γίνει φάρμακό σας»

Ιπποκράτης, 431 π.Χ.

«Κι αν πτωχική την βρεις, η Ιθάκη δεν σε γέλασε.

Έτσι σοφός που έγινες, με τόση πείρα,

ήδη θα το κατάλαβες οι Ιθάκες τι σημαίνουν.»

Κωνσταντίνος Π. Καβάφης, 1911

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της παρούσας διδακτορικής διατριβής αποτελεί την επισφράγιση ενός δύσκολου ταξιδιού, που περιελάμβανε μεγάλη προσωπική προσπάθεια αλλά και την αδιάκοπη συνδρομή πολλών ανθρώπων. Θα ήθελα να τους ευχαριστήσω προσωπικά για την ηθική και πνευματική τους υποστήριξη.

Θα ήθελα να εκφράσω την απέραντη ευγνωμοσύνη μου και να ευχαριστήσω εκ βάθους καρδίας τον επιβλέποντα καθηγητή μου **Δρ. Κουτελιδάκη Ε. Αντώνιο**, Επίκουρο Καθηγητή Διατροφής του Ανθρώπου, ΤΕΤΔ ΠΑ, για την εμπιστοσύνη του όλα αυτά τα χρόνια στο πρόσωπο μου, τη διαρκή και ανιδιοτελή καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια της διατριβής ετούτης, την παρότρυνση του για περισσότερες ερευνητικές αναζητήσεις και πνευματική εμβάθυνση, αλλά και για τις αξίες ζωής που μου μεταλαμπάδευσε. Οι εύστοχες παρατηρήσεις του, η ενθάρρυνση του και οι καίριες συμβουλές του αποτέλεσαν κίνητρο για την επιστημονική μου αυτοβελτίωση. Αποτελεί για εμένα πρότυπο και υπόδειγμα Ανθρώπου και Επιστήμονος.

Οφείλω θερμές ευχαριστίες στη **Δρ. Δήμου Μ. Χαραλαμπία**, Μεταδιδάκτωρ Ερευνήτρια και διδάσκουσα Βιοδιεργασιών στην Ανάπτυξη Βιώσιμων Καινοτόμων Προϊόντων Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου για την εμπιστοσύνη της, την άριστη συνεργασία, τις ενδιαφέρουσες και εύστοχες τοποθετήσεις της, που αποτέλεσαν άλλον ένα κίνητρο συνέχισης της προσπάθειάς μου, σε δύσκολους καιρούς. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον **Δρ. Καραντώνη Χαράλαμπο**, Αναπληρωτή Καθηγητή Χημείας Τροφίμων, ΤΕΤΔ ΠΑ, και τη **Δρ. Καψοκεφάλου Μαρία**, Καθηγήτρια Α' βαθμίδας Διατροφής του Ανθρώπου, ΤΕΤΔΑ ΓΠΑ, που με τίμησαν με τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή της διδακτορικής μου διατριβής, καθώς και για κάθε συμβολή τους στην ολοκλήρωση της. Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να απευθύνω στους **Δρ. Γκιαούρη Ευστάθιο**, **Δρ. Γιαγκίνη Κωνσταντίνο** και **Δρ. Γκατζιώνη Κωνσταντίνο**, Αναπληρωτές Καθηγητές ΤΕΤΔ ΠΑ, καθώς και στον **Δρ. Αργυρίου Αναγνώστη**, Καθηγητή Α' βαθμίδας ΤΕΤΔ ΠΑ, για την τιμή να αποτελούν μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής της διατριβής ετούτης.

Θα ήθελα να πω ένα ευχαριστώ στους συνεργαζόμενους, στρατιωτικούς ιατρούς **κ. Λούκα Θωμά**, Παθολόγο και **κ. Μαγκούτη Αθανάσιο**, Οφθαλμίατρο για την εξαιρετική συνεργασία κατά τη διάρκεια των κλινικών μελετών αλλά και την επιστημονική τους στήριξη κατά το σχεδιασμό τους. Αισθάνομαι ιδιαίτερη χαρά που κατά τη διάρκεια αυτού του ταξιδιού γνώρισα τις συναδέλφους **Δρ. Κανδυλιάρη Αικατερίνη**, Μεταδιδάκτωρ Ερευνήτρια, **κα. Καλοτεράκη Χρύσα** και **κα. Ποτσάκη Παναγιώτα**, Ερευνήτριες, τις οποίες και ευχαριστώ θερμά για την ψυχολογική υποστήριξη αλλά και για όλα εκείνα τα ερευνητικά μονοπάτια που περπατήσαμε μαζί.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους αγαπημένους μου ανθρώπους, που στάθηκαν δίπλα μου σε όλη αυτήν την προσπάθειά μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους **γονείς μου**, για την αγάπη τους, το μόχθο τους προς επίτευξη των στόχων μου, αλλά και για την αξία και την ομορφιά του «*αγωνίζεσθαι*», που μου δίδαξαν. Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και στους **γονείς του συζύγου** μου, που ακούραστα με στήριζαν στις προσπάθειες μου,

αναλαμβάνοντας αγόγγυστα τις οικογενειακές μου υποχρεώσεις. Το όνειρό μου δε θα είχε ξεκινήσει και στην «Ιθάκη» μου δε θα είχα φτάσει, χωρίς την αμέριστη συμπαράσταση του συζύγου μου, **Μάνου**, τον οποίον και ευγνωμονώ για την υπομονή, την κατανόηση, τη γενναιοδωρία του και τη διαρκή δύναμη που μου ενέπνεε να συνεχίζω τον αγώνα στο δύσκολο αυτό ταξίδι. Τέλος, το πιο μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να το εκφράσω στην κόρη μου, **Μαργαρίτα**, για την υπομονή και την κατανόηση της, όλες εκείνες τις ώρες που σίγησε γιατί, «ήταν μακριός ο δρόμος», και μια συγγνώμη για τα παιχνίδια, τις βόλτες και την παρουσία μου, που της στέρησα κάποιες στιγμές.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ	12
1.1. Εισαγωγή στα λειτουργικά τρόφιμα	12
1.1.1 Ορισμός λειτουργικών τροφίμων	12
1.1.2 Κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων	16
1.2. Καινοτομία στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων	17
1.2.1 Νεότερες διεργασίες στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων	17
1.2.2 Βιοδραστικές ενώσεις ως συστατικά των λειτουργικών τροφίμων	17
1.3. Τάσεις των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα	18
1.3.1 Παράγοντες επίδρασης της καταναλωτικής συμπεριφοράς για τα καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα	18
1.3.2 Η νεότερη στάση των καταναλωτών για τα νεοφανή τρόφιμα.....	19
2. ΒΙΟΕΝΕΡΓΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	20
2.1. Βιοδραστικά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων	20
2.1.1 Εισαγωγικά στοιχεία για τα βιοδραστικά συστατικά	20
2.1.2 Τα αντιοξειδωτικά ως βιοδραστικές ουσίες των λειτουργικών τροφίμων	21
2.1.3 Τα φαινολικά ως βιοενεργά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων	22
2.1.4 Τα καρτενοειδή ως λειτουργικά συστατικά των τροφίμων.....	22
2.2. Μέθοδοι προσδιορισμού των βιοδραστικών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων	23
2.2.1 Μέθοδοι προσδιορισμού των αντιοξειδωτικών συστατικών	23
2.2.2 Μέθοδοι προσδιορισμού των φαινολικών συστατικών	23
2.2.3 Μέθοδοι προσδιορισμού των καρτενοειδών	24
2.3. Βιοδιαθεσιμότητα των βιοδραστικών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων	24
2.3.1 Εισαγωγή στην έννοια της βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών	24
3. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	31
3.1. Εισαγωγικά στοιχεία για τα υποπροϊόντα τροφίμων.....	31
3.2. Υποπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων	33
3.3. Βιοδραστικά συστατικά των υποπροϊόντων των τροφίμων.....	35

3.3.1.	Βιοδραστικά συστατικά των υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών	35
3.3.2.	Βιοδραστικά συστατικά των υποπροϊόντων δημητριακών και σιτηρών	39
3.3.3.	Βιοδραστικά συστατικά υποπροϊόντων λοιπών τροφίμων	40
3.4.	Μέθοδοι ανάκτησης των βιοδραστικών συστατικών εκ των υποπροϊόντων τροφίμων	41
3.5.	Η προοπτική της ανάπτυξης καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, μέσω αξιοποίησης των υποπροϊόντων	41
4.	Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΙ ΕΚΒΑΣΗ ΧΡΟΝΙΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ.....	44
4.1.	Ρόλος των λειτουργικών τροφίμων στο μεταγευματικό στάδιο	44
4.1.1	Η σημασία της μελέτης του μεταγευματικού σταδίου	44
4.1.2	Λειτουργικά τρόφιμα και μεταγευματική λιπαιμία	44
4.1.3	Λειτουργικά τρόφιμα και μεταγευματική γλυκαιμία.....	45
4.1.4	Λειτουργικά τρόφιμα και μεταγευματικό οξειδωτικό στρες.....	46
4.2	Ρόλος των λειτουργικών τροφίμων στην καρδιαγγειακή νόσο.....	47
4.2.1	Παράγοντες κινδύνου	47
4.2.2	Κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων και καρδιαγγειακή νόσος..	48
4.3	Ρόλος των λειτουργικών τροφίμων στο σακχαρώδη διαβήτη	49
4.3.1	Παράγοντες κινδύνου	49
4.3.2	Κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων και σακχαρώδης διαβήτης.	50
4.4	Ρόλος των λειτουργικών τροφίμων στην παχυσαρκία.....	51
4.4.1	Παράγοντες κινδύνου	51
4.4.2	Συσχέτιση κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες παχυσαρκίας	51
5.	ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ	54
5.1.	Επικύρωση ερωτηματολογίου της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων ..	54
5.1.1	Εισαγωγή-Σκοπός	54
5.1.2	Υλικό και Μέθοδος.....	54
5.1.2.1	Εθελοντές	54
5.1.2.2	Σχεδιασμός της μελέτης.....	55
5.1.2.3	Εργαλεία διατροφικής αξιολόγησης	55
5.1.2.4	Ανάλυση δεδομένων διατροφικής αξιολόγησης	57

5.1.3	Στατιστική Ανάλυση	58
5.1.4	Αποτελέσματα.....	59
5.1.5	Συζήτηση επικύρωσης ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων	60
5.2	Συσχέτιση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες παχυσαρκίας και διερεύνηση της άποψης και αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα.....	62
5.2.1	Εισαγωγή-Σκοπός	63
5.2.2	Μέθοδοι	63
5.2.2.1	Εθελοντές	63
5.2.2.2	Σχεδιασμός της μελέτης.....	64
5.2.2.3	Εργαλεία αξιολόγησης	65
5.2.2.4	Συνεντεύξεις	65
5.2.3	Στατιστική Ανάλυση	67
5.2.4	Αποτελέσματα.....	67
5.2.4.1	Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού	67
5.2.4.2	Χαρακτηριστικά τρόπου ζωής και γενικές συνήθειες	69
5.2.4.3	Συσχέτιση συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες.....	70
5.2.4.5.	Άποψη και αποδεκτικότητα των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα	78
5.2.5	Συζήτηση επιδημιολογικής μελέτης.....	82
5.2.5.1	Συζήτηση συσχέτισης συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες της παχυσαρκίας.....	82
5.2.5.2	Συζήτηση της άποψης και της αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα	84
6.	<i>IN VITRO</i> ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ <i>IN VITRO</i> ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΦΡΟΥΤΩΝ.....	87
6.1.	Προσδιορισμός βιοδραστικών συστατικών επιλεγμένων βοτάνων και υποπροϊόντων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών.....	87
6.1.1	Εισαγωγή-Σκοπός	87
6.1.2	Δείγματα	87
6.1.3	Υλικά και Αντιδραστήρια.....	88
6.1.4	Μέθοδοι	89

6.1.5	Στατιστική Ανάλυση	94
6.1.6	Αποτελέσματα.....	95
6.1.7	Συζήτηση μελέτης προσδιορισμού των βιοδραστικών συστατικών επιλεγμένων βοτάνων και υποπροϊόντων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών.....	100
6.2.	Διερεύνηση της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας βιοδραστικών ενώσεων, ανηκτημένων από παραπροϊόντα επιλεγμένων φρούτων, μέσω in vitro προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης	104
6.2.1	Εισαγωγή-Σκοπός	104
6.2.2	Δείγματα	104
6.2.3	Υλικά και Αντιδραστήρια.....	105
6.2.4	Μέθοδοι	106
6.2.5	Στατιστική Ανάλυση	110
6.2.6	Αποτελέσματα.....	110
6.2.7	Συζήτηση μελέτης της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας βιοδραστικών ενώσεων, ανηκτημένων από παραπροϊόντα επιλεγμένων φρούτων, μέσω in vitro προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης	115
7.	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΑΛΕΙΦΟΜΕΝΟΥ ΤΥΡΙΟΥ, ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΤΣΑΓΙΟΥ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ ΚΑΙ ΦΛΟΥΔΑΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ-ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΓΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΟΥ	117
7.1	Ανάπτυξη καινοτόμου λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού και προσδιορισμός βιοδραστικών συστατικών	117
7.1.1	Εισαγωγή-Σκοπός	117
7.1.2	Υλικά	117
7.1.3	Μέθοδοι	118
7.1.4	Στατιστική Ανάλυση	120
7.1.5	Αποτελέσματα.....	120
7.1.6	Συζήτηση μελέτης ανάπτυξης καινοτόμου, λειτουργικού αλειφόμενου τυριού και προσδιορισμού βιοδραστικών συστατικών αυτού	122
7.2	Διατροφική παρέμβαση- Κλινική μελέτη διερεύνησης της μεταγευματικής επίδρασης της κατανάλωσης ενός καινοτόμου λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού	125
7.2.1	Εισαγωγή-Σκοπός	125
7.2.2	Υλικό και Μέθοδος.....	126
7.2.2.1	Εθελοντές.....	126
7.2.2.2	Γεύματα.....	127

7.2.2.3	Σχεδιασμός της μελέτης.....	127
7.2.2.4	Ανάλυση των βιολογικών δειγμάτων.....	129
7.2.2	Στατιστική Ανάλυση.....	131
7.2.3	Αποτελέσματα.....	132
7.2.3.1	Χαρακτηριστικά εθελοντών.....	132
7.2.3.2	Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στους βιοδείκτες αίματος	132
7.2.3.3	Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος.....	134
7.2.3.4	Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στη γλυκόζη, τα λιπίδια και το ουρικό οξύ ορού.....	134
7.2.4	Συζήτηση κλινικής μελέτης- διατροφικής παρέμβασης διερεύνησης της μεταγευματικής επίδρασης της κατανάλωσης αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχύλιμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού, σε μεταβολικούς μεταγευματικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών.....	138
8. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ-ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΓΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΜΠΙΣΚΟΤΩΝ, ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΜΕ ΠΑΣΤΑ ΕΛΙΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΟΥΣ ΒΙΟΔΕΙΚΤΕΣ ΥΓΙΩΝ ΕΘΕΛΟΝΤΩΝ.....		142
8.1.	Εισαγωγή-Σκοπός.....	142
8.2	Υλικό και Μέθοδος.....	143
8.4.3.	Εθελοντές.....	143
8.4.4.	Δημιουργία μπισκότων.....	144
8.4.5.	Σχεδιασμός της μελέτης.....	145
8.4.6.	Ανάλυση των βιολογικών δειγμάτων.....	147
8.3.	Προσδιορισμός βιοδραστικών συστατικών επιλεγμένων βοτάνων και υποπροϊόντων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών.....	147
8.4	Αποτελέσματα.....	148
8.4.1	Χαρακτηριστικά εθελοντών.....	148
8.4.2	Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος.....	149
8.4.3	Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στα λιπίδια, τη γλυκόζη και το ουρικό οξύ του ορού.....	149
8.5	Συζήτηση κλινικής μελέτης-διατροφικής παρέμβασης διερεύνησης της μεταγευματικής επίδρασης της κατανάλωσης λειτουργικών μπισκότων, ενισχυμένων με πάστα ελιάς σε μεταβολικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών.....	153
9. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΑΛΤΣΑΣ ΤΥΠΟΥ “MISO”, ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ ΦΛΟΙΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ		

**ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ, ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ-ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ..... 157**

9.1. Ανάπτυξη καινοτόμου λειτουργικής, σάλτσας τύπου “miso”, ενισχυμένης με εκχυλίσματα φλοιών φρούτων και λαχανικών	157
9.1.1. Εισαγωγή-Σκοπός.....	157
9.1.2. Υλικό και Μέθοδος	158
9.1.2.1 Ανάπτυξη καινοτόμου βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso»	158
9.1.2.2 Μέθοδοι προσδιορισμού βιοδραστικών συστατικών της καινοτόμου, βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso»	166
9.1.3 Στατιστική Ανάλυση	167
9.1.4 Αποτελέσματα.....	168
9.1.5 Συζήτηση μελέτης ανάπτυξης της καινοτόμου σάλτσας τύπου «miso», ενισχυμένης με εκχυλίσματα φλοιών επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών	174
9.2 Διατροφική παρέμβαση-κλινική μελέτη διερεύνησης της επίδρασης κατανάλωσης λειτουργικής σάλτσας τύπου “miso”, ενισχυμένης με εκχυλίσματα φλούδων φρούτων και λαχανικών, σε μεταγευματικούς μεταβολικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών	176
9.2.1 Εισαγωγή-Σκοπός	176
9.2.2 Υλικό-Μέθοδος.....	177
9.2.2.1 Εθελοντές	177
9.2.2.2 Συλλογή δεδομένων.....	178
9.2.2.3 Διατροφικά Σχήματα.....	178
9.2.2.4 In vitro προκαταρκτικός προσδιορισμός βιοενεργών συστατικών της βιο-λειτουργικής σάλτσας.....	179
9.2.2.5 Σχεδιασμός της μελέτης.....	180
9.2.2.6 Λήψη δειγμάτων αίματος και ανάλυση	181
9.2.3 Στατιστική Ανάλυση	182
9.2.4 Αποτελέσματα.....	182
9.2.4.2 Προσδιορισμοί βιοενεργών συστατικών βιο-λειτουργικής σάλτσας	183
9.2.4.3 Χαρακτηριστικά εθελοντών	183
9.2.4.4 Μεταγευματική ολική αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος (TAC)	184
9.2.4.5 Μεταγευματικά λιπίδια ορού, γλυκόζη και ουρικό οξύ	185
9.2.5 Συζήτηση μελέτης διατροφικής παρέμβασης-κλινικής μελέτης διερεύνησης της επίδρασης κατανάλωσης λειτουργικής σάλτσας τύπου “miso”, ενισχυμένης με	

εκχυλίσματα φλουδών φρούτων και λαχανικών, σε μεταγευματικούς μεταβολικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών	189
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-	194
ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ	194
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	201
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	233
Παράρτημα I Φόρμα αποδοχής συμμετοχής στην επιδημιολογική μελέτη διερεύνησης της άποψης και αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα και της μελέτης της συσχέτισης της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες της παχυσαρκίας.....	233
Παράρτημα II Ερωτηματολόγιο διερεύνησης της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων	234
Παράρτημα III Ερωτηματολόγιο διερεύνησης της άποψης και αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα	241
Παράρτημα IV Παραδοχές που ελήφθησαν υπόψιν κατά τους υπολογισμούς στάθμισης του ερωτηματολογίου FFFQ	249
Παράρτημα VI Δήλωση συγκατάθεσης- Φόρμα αποδοχής συμμετοχής στις Κλινικές μελέτες-Διατροφικές Παρεμβάσεις	257
Παράρτημα VII Ερωτηματολόγιο λήψης ιατρικού ιστορικού και συνηθειών	258
Παράρτημα VIII Περιλήψεις δημοσιεύσεων.....	259
Παράρτημα IX Διακρίσεις των εργασιών που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της διατριβής.....	273

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Από την παρούσα διατριβή προέκυψαν τα παρακάτω:

Δημοσιεύσεις εργασιών σε διεθνή περιοδικά με κριτές

1. Papagianni, O., Delli, E., Vasila, M.-E., Loukas, T., Magkoutis, A., Dimou, C. M., Karantonis, H.C., *Koutelidakis, A.E. The acute effect of a novel “miso” type sauce, enhanced with a carotenoid-rich extract from fruit by-products, on postprandial biomarkers of oxidative stress and inflammation. *Nutrients*, 2022.
2. Papagianni, O., Argyri, K., Loukas, T., Magkoutis, A., Biagki, T., Skalkos, D., Kafetzopoulos, D. Dimou, C.M., Karantonis, H. C., *Koutelidakis, A.E., Postprandial Bioactivity of a Spread Cheese Enriched with Mountain Tea and Orange Peel Extract in Plasma Oxidative Stress Status, Serum Lipids and Glucose Levels: An Interventional Study in Healthy Adults, *Biomolecules*, 2021, 1–15.
3. Papagianni, O.; Moulas, I.; Loukas, T.; Magkoutis, A.; Skalkos, D.; Kafetzopoulos, D.; Dimou, C.M.; Karantonis, H. C.; *Koutelidakis, A. E. Trends in Food Innovation: An Interventional Study on the Benefits of Consuming Novel Functional Cookies Enriched with Olive Paste, *Sustainability*, 2021.
4. Papagianni, O., Dimou, C.M., Rigopoulos, N., Staramou, A., *Koutelidakis, A.E., Development and validation of a Functional Foods Frequency Questionnaire (FFFQ) for Greek adults, *Current topics in nutraceutical research*, Vol. 19, No. 3, pp. 1–9, 2021.

Δημοσιεύσεις περιλήψεων συνεδρίων σε διεθνή περιοδικά

Papagianni, O., Loukas, T., Magkoutis, A., Biagki, T., Dimou, C.M., Karantonis, C., *Koutelidakis, A.E (2021), Postprandial Bioactivity of Spread Cheese, Enhanced with Mountain Tea and Orange Peel Extract, in Healthy Volunteers. A Pilot Study, *Proceedings*, 70(1):19.

Παρουσιάσεις σε Διεθνή Συνέδρια με κριτές

1. Olga Papagianni, Eleni Maniati, Antonios Pegkos, Euaggelia Lolou, Eleni Okoutsidou, Grigorios Livieratos, Sentilian Kiafkovanta, Charalampia M. Dimou, *Antonios E. Koutelidakis, Association between functional and novel food consumption frequency and obesity anthropometric indexes, in a sample of healthy volunteers: a retro prospective study, 28th European Congress on Obesity, ECOONLINE 2021, Online, 10-13/6/2021 (poster presentation)
2. Papagianni Olga, Loukas Thomas, Magkoutis Athanasios, Biagki Theodora, Skalkos Dimitrios, Kafetzopoulos Dimitrios, Dimou M. Charalampia, Karantonis Charalampos, *Koutelidakis E. Antonios, Postprandial bioactivity of spread

cheese, enhanced with mountain tea and orange peel extract, in healthy volunteers: A crossover pilot intervention study, 55th Annual Meeting of the European Diabetes Epidemiology Group of the EASD (EDEG), Online, 26–27/4/2020

3. Papagianni, O., Loukas, T., Magkoutis, A., Biagki, T., Dimou, C.M., Karantonis, C., *Koutelidakis, A.E (2021), Postprandial Bioactivity of Spread Cheese, Enhanced with Mountain Tea and Orange Peel Extract, in Healthy Volunteers. A Pilot Study, 1st International Electronic Conference on Food Science and Functional Foods, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), Online, 10–25/11/2020 (oral presentation).

Παρουσιάσεις σε Ελληνικά Συνέδρια με κριτές

1. Παπαγιάννη, Ο., Δελλή, Ε., Βάσιλα, Μ-Ε., Λούκας, Θ., Μαγκούτης, Α., Καραντώνης, Χ., Δήμου, Χ.Μ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε., Διερεύνηση της μεταγευματικής βιοδραστικότητας καινοτόμου, ζυμούμενης σάλτσας τύπου «miso», με βάση όσπρια και εκχύλισμα παραπροϊόντων φρούτων σε υγιείς εθελοντές, 16ο Πανελλήνιο Ιατρικό Συνέδριο Παχυσαρκίας, Διαδικτυακά, 17-19/03/2022 (Προφορική ανακοίνωση).
2. Παπαγιάννη, Ο., Κανδυλιάρη, Α., Ψαθάκης, Χ., Κοντολάμπδος, Γ., Μανώλη, Μ-Α., Λιαμπότης, Μ., Δήμου, Χ.Μ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε., Βιοδιαθεσιμότητα αντιοξειδωτικών συστατικών μέσω in vitro γαστρεντερικής πέψης σε σάρκα και παραπροϊόντα επιλεγμένων φρούτων, 16ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διατροφής και Διαιτολογίας, Διαδικτυακά, 9-12/12/2021 (Σύντομη ανακοίνωση).
3. Παπαγιάννη, Ο., Λούκας, Θ., Μαγκούτης, Η., Μουλάς, Δ., Σκάλκος, Δ., Καφετζόπουλος, Θ., Δήμου, Χ.Μ., Καραντώνης, Χ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε. , Μελέτη της μεταγευματικής βιοδραστικότητας μπισκότων ενισχυμένων με πάστα ελιάς, σε υγιείς εθελοντές, 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καρδιομεταβολικών Παραγόντων Κινδύνου, Καλαμάτα, 2-5/9/2020 (Προφορική ανακοίνωση).
4. Παπαγιάννη, Ο., Μανιάτη, Ε., Πέγκος, Α., Μπίστα, Μ., Δήμου, Χ.Μ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε., Αναδρομική μελέτη διερεύνησης της συσχέτισης συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών και νεοφανών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες, σε δείγμα υγιών εθελοντών, 15ο Πανελλήνιο Ιατρικό Συνέδριο Παχυσαρκίας, Διαδικτυακά, 13-15/5/2021 (Προφορική ανακοίνωση).
5. Παπαγιάννη, Ο., Λούκας, Θ., Μαγκούτης, Α., Μπιάγκη, Θ., Δήμου, Χ.Μ., Καραντώνης, Χ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε. , Επίδραση της κατανάλωσης αλειφόμενου τυριού ενισχυμένου με τσάι του βουνού και φλούδες πορτοκαλιού σε μεταγευματικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών, 13ο Μακεδονικό Συνέδριο Διατροφής & Διαιτολογίας, Διαδικτυακά, 25-27/9/2020 (Σύντομη ανακοίνωση).
6. Παπαγιάννη, Ο., Λούκας, Θ., Μαγκούτης, Α., Μπιάγκη, Θ., Δήμου, Χ.Μ., Καραντώνης, Χ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε. , Επίδραση της κατανάλωσης αλειφόμενου τυριού ενισχυμένου με τσάι του βουνού και φλούδες πορτοκαλιού σε

μεταγευματικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών, 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καρδιομεταβολικών Παραγόντων Κινδύνου, Καλαμάτα, 3-6/9/2020 (Αναρτημένη ανακοίνωση).

7. Παπαγιάννη, Ο., Δήμου, Χ.Μ., Ρηγόπουλος, Ν., Σταράμου, Α., *Κουτελιδάκης, Α.Ε. , Επικύρωση ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων (FFFQ) στον ελληνικό πληθυσμό, 15ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διατροφής & Διαιτολογίας, 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Κλινικής Διατροφής, Αθήνα, 13-15/12/2019 (Αναρτημένη ανακοίνωση).

Χρηματοδότηση

Μέρος της διδακτορικής διατριβής χρηματοδοτήθηκε από τα παρακάτω ερευνητικά προγράμματα:

«ΒΙΟCAPROF-Αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών υπο- και παραπροϊόντων της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου προς παραγωγή καρτενοειδών, πρωτεϊνών και καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων». Επιστημονική Υπεύθυνος: Χαραλαμπία Μ. Δήμου, Αναπληρωτής Επιστημονικός Υπεύθυνος και Ακαδημαϊκός Υπεύθυνος: Αντώνιος Ε. Κουτελιδάκης. Πρόγραμμα χρηματοδότησης: 1η ΠΡΟΚΗΡΥΞΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΛΙΑΔΕΚ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕΤΑΔΙΔΑΚΤΟΡΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ.

«ΤΥΡΕΛΑΙΑ. Δημιουργία λειτουργικών αλειφόμενων τυριών εμπλουτισμένων με εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών από τη Δυτική Ελλάδα». Επιστημονικός Υπεύθυνος: Αντώνιος Κουτελιδάκης. Πρόγραμμα χρηματοδότησης: ΕΣΠΑ, Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας.

«ΕΛΙΑΞΙΑ-Παραγωγή καινοτόμων προϊόντων ελιάς για δημιουργία προστιθέμενης αξίας». Επιστημονικός Υπεύθυνος: Καραντώνης Χαράλαμπος, Αναπληρωτής Επιστημονικός Υπεύθυνος: Αντώνιος Κουτελιδάκης. Πρόγραμμα χρηματοδότησης: ΕΣΠΑ, Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία έτη το επιστημονικό ενδιαφέρον έχει ενταθεί γύρω από την ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, μέσω αξιοποίησης των υποπροϊόντων της επεξεργασίας τροφίμων, τα οποία έχουν εισέλθει δυναμικά στην παγκόσμια αγορά, ως ανταπόκριση στις αυξημένες καταναλωτικές ανάγκες για νέα υγιεινά τρόφιμα. Ταυτόχρονα, μια πληθώρα *in vitro* πειραματικών, επιδημιολογικών και κλινικών μελετών καταδεικνύουν τον ευεργετικό ρόλο που δύνανται να διαδραματίσουν, τόσο για τη διατήρηση της υγείας, όσο και για την πρόληψη χρονίων νοσημάτων (π.χ. καρδιαγγειακή νόσος, σακχαρώδης διαβήτης), στα πλαίσια μιας ισορροπημένης διατροφής. Ένα πλήθος φυσικών λειτουργικών τροφίμων, που αποτελούν μέρος της Μεσογειακής Διατροφής έχουν εκτενώς μελετηθεί και αναδειχθεί για τα οφέλη που παρέχει η συχνή κατανάλωση τους, στη μείωση των δεικτών νοσηρότητας στον πληθυσμό.

Παρόλο που τα υφιστάμενα επιστημονικά δεδομένα υποδεικνύουν τη βιοδραστικότητα μεμονωμένων φυσικών λειτουργικών τροφίμων είτε υποπροϊόντων αυτών, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση του βιολογικού ρόλου καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, που προκύπτουν από την ενίσχυση των συμβατικών τροφίμων με ελληνικά βότανα αλλά και υποπροϊόντα τροφίμων, τόσο σε *in vitro*, όσο και σε *in vivo* επίπεδο. Επιπλέον, το επιστημονικό ενδιαφέρον εντείνεται γύρω από τη διερεύνηση της βιοπροσβασιμότητας και της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών των καινοτόμων αυτών, λειτουργικών τροφίμων. Η άποψη και η αποδοχή εκ μέρους των καταναλωτών, έχει αποδειχθεί πως διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχημένη δημιουργία και παραγωγή καινοτόμων τροφίμων που παρέχουν πολύτιμα βιοενεργά συστατικά, για την υγεία. Κύριοι στόχοι της παρούσας μελέτης ήταν:

- 1) Η μελέτη της αγοραστικής συμπεριφοράς, και της αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα νέα λειτουργικά τρόφιμα, αλλά και η διερεύνηση της πιθανής αλληλοσύνδεσης συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με δείκτες παχυσαρκίας
- 2) Η ανάπτυξη νεοφανών λειτουργικών τροφίμων, μέσω αξιοποίησης αγροτοβιομηχανικών υποπροϊόντων της επεξεργασίας τροφίμων φυτικής προέλευσης
- 3) Η διερεύνηση της *in vitro* βιοδραστικότητας επιλεγμένων αρωματικών φυτών της ελληνικής γης, υποπροϊόντων τροφίμων, και των καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων που αναπτύχθηκαν
- 4) Η μελέτη της προβλεπόμενης *in vitro* βιοδιαθεσιμότητας των ανωτέρω μελετώμενων βιοενεργών συστατικών, μέσω ενός μοντέλου προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης
- 5) Η μελέτη της βιοδραστικότητας των ανωτέρω λειτουργικών τροφίμων, σε βιοχημικούς βιοδείκτες οξειδωτικού στρες, φλεγμονής, λιπιδαιμικό προφίλ και άλλους βιοδείκτες, που εμπλέκονται στα καρδιαγγειακά νοσήματα και το διαβήτη

Για την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων, ο σχεδιασμός περιελάμβανε επιμέρους προσεγγίσεις, και συγκεκριμένα τα πειράματα που επιτελέστηκαν ήταν τα εξής:

- 1) Επιδημιολογική μελέτη διερεύνησης της άποψης και αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα, και συσχέτιση της συχνότητας κατανάλωσης επιλεγμένων λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες παχυσαρκίας. Τα αποτελέσματα της επιδημιολογικής αυτής μελέτης υπέδειξαν πως γενικότερα εξέχοντα τρόφιμα που χαρακτηρίζουν τη Μεσογειακή Διατροφή εντάσσονται στο εβδομαδιαίο διαιτολόγιο του δείγματος Ελλήνων και Κυπρίων, αλλά το φαινόμενο της «νεοφοβίας» υφίσταται σε έντονο βαθμό, αναφορικά με την πρόθεση για κατανάλωση καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων.
- 2) Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας, της σύστασης σε φαινολικά συστατικά και της περιεκτικότητας σε καρτενοειδή, επιλεγμένων ελληνικών αρωματικών φυτών και υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση παρουσιάζουν τα εκχύλιμα φλοιού μήλου και ροδιού, αλλά και του μη επαρκώς μελετημένου βοτάνου, αχίλλεια. Υψηλότερη φαινολική σύσταση προσδιορίστηκε στο εκχύλιμα φλοιού πορτοκαλιού και ροδιού, αχίλλειας και φύλλων φουστικιάς, συγκριτικά με τα λοιπά εκχύλιμα. Εξέχουσα περιεκτικότητα σε καρτενοειδή εμφάνισαν τα εκχύλιμα φλοιού καρπουζιού και του πυρήνα μάνγκο.
- 3) Προσδιορισμός της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών και των καρτενοειδών που ανακτώνται εκ των επιλεγμένων υποπροϊόντων φρούτων, μέσω εφαρμογής *in vitro* διαδικασίας μίμησης της γαστρεντερικής πέψης. Τα ευρήματα έδειξαν πως το εκχύλιμα φλοιού μανταρινιού παρουσιάζει υψηλότερη αντιοξειδωτική βιοπροσβασιμότητα, τα φαινολικά συστατικά εκ του φλοιού ροδιού καθίστανται περισσότερο βιοδιαθέσιμα, ενώ τα καρτενοειδή που ανακτήθηκαν εκ του φλοιού πορτοκαλιού παρουσίασαν υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα *in vitro*.
- 4) Ανάπτυξη ενός καινοτόμου αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχύλιμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού, και προσδιορισμός των βιοδραστικών συστατικών του. Τα αποτελέσματα έδειξαν ενισχυμένη αντιοξειδωτική δραστηριότητα του λειτουργικού τυριού, έναντι του συμβατικού, αλλά δεν εντοπίστηκε αυξημένη περιεκτικότητα σε φαινολικά σε αυτό.
- 5) Ανάπτυξη μιας καινοτόμου ελληνικού τύπου «miso» σάλτσας, ενισχυμένης με βιοκαρτενοειδή που ανακτήθηκαν από ένα εκχύλιμα φλοιών επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών, και προσδιορισμός της περιεκτικότητας αυτής σε καρτενοειδή, φαινολικά συστατικά και πρωτεΐνες. Τα ευρήματα μας έδειξαν πως τόσο η εφαρμογή των βιοδιεργασιών όσο και η ενίσχυση της σάλτσας με το εκχύλιμα υποπροϊόντων φρούτων, οδήγησε σε αυξημένη βιοδραστικότητα του τελικού προϊόντος.
- 6) Κλινικές μελέτες διερεύνησης της μεταγευματικής επίδρασης του καινοτόμου λειτουργικού αλειφόμενου τυριού, της βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso» και νέων μπισκότων, ενισχυμένων με πάστα ελιάς και βότανα, σε βιοχημικούς βιοδείκτες και άλλους βιοδείκτες γλυκαιμίας, της λιπαιμίας και οξειδωτικού στρες, σε υγιείς εθελοντές. Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα των κλινικών δοκιμών-διατροφικών παρεμβάσεων που επιτελέστηκαν υπέδειξαν την παρουσία μιας τάσης βιοδραστικότητας των καινοτόμων αυτών, λειτουργικών τροφίμων, επικεντρωμένη

κυρίως στην αύξηση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας του πλάσματος και τη μείωση των λιπιδίων του ορού.

Η έρευνα που παρουσιάζεται στην παρούσα διατριβή αποτελεί μέρος συντονισμένων διαδικασιών, όπου διαφωτίζεται η επίδραση των βιοενεργών συστατικών των μελετώμενων λειτουργικών τροφίμων σε δείκτες διατήρησης και προαγωγής της υγείας. Τα ευρήματα της μελέτης ετούτης προτείνουν πως τόσο ορισμένα φυσικά λειτουργικά τρόφιμα που αποτελούν μέρος της Μεσογειακής Διατροφής, όσο και τα αγροτοβιομηχανικά υποπροϊόντα και τα καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα που αναπτύσσονται με βιώσιμες διεργασίες και μέσω αξιοποίησης των ανωτέρω, δύνανται να ασκήσουν ευεργετικό ρόλο στη διατήρηση υγιών ανθρωποδεικτών, ως μέρος των στρατηγικών πρόληψης της παχυσαρκίας, αλλά και τη βελτίωση βιοχημικών βιοδεικτών που σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών ασθενειών και σακχαρώδους διαβήτη.

Τα αποτελέσματα των *in vitro* πειραμάτων της διατριβής ετούτης, θα μπορούσαν να διασφαλιστούν με την επιτέλεση διευρυμένων διατροφικών παρεμβάσεων-κλινικών δοκιμών καθώς και μεγάλων προοπτικών επιδημιολογικών μελετών. Μελλοντικές πρακτικές θα μπορούσαν να λάβουν χώρα, σε μεγαλύτερο δείγμα του πληθυσμού αλλά και σε μακροπρόθεσμο επίπεδο. Οι κλινικές δοκιμές θα μπορούσαν να διευρυνθούν σε ειδικότερες ομάδες του πληθυσμού, όπως σε καρδιαγγειακούς και διαβητικούς ασθενείς, για τη διερεύνηση της επίδρασης της κατανάλωσης των νέο-ανεπτυγμένων λειτουργικών τροφίμων στη θεραπεία χρόνιων νοσημάτων. Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζει η περαιτέρω μελέτη των επιδράσεων αυτών και σε άλλους τομείς, όπως η μεταβολομική, η διατροφογενετική κ.α., καθώς και η θέσπιση νέων βιοδεικτών.

ABSTRACT

In recent years, scientific interest has intensified around the development of innovative functional foods, through the utilization of food processing by-products, which have entered the global market dynamically, in response to the growing consumer needs for new healthy foods. At the same time, a plethora of in vitro experimental, epidemiological and clinical studies demonstrate the beneficial role they can play, both in maintaining health and in preventing chronic diseases (eg cardiovascular disease, diabetes mellitus), in the context of a balanced diet. A number of natural functional foods, which are part of the Mediterranean diet have been extensively studied and highlighted for the benefits provided by their frequent consumption, in reducing morbidity rates in the population.

Although the existing scientific data indicate the bioactivity of individual natural functional foods or their by-products, it is of particular interest to investigate the biological role of innovative functional foods, resulting from the enhancement of conventional foods with Greek aromatic plants and in vitro by-products, as well as in vivo. In addition, the scientific interest is intensifying around the investigation of the bioavailability and bioavailability of the bioactive ingredients of these newly developed, functional foods. Consumer opinion and acceptance has been shown to play an important role in the successful creation and production of innovative foods that provide valuable bioactive ingredients for health. The main objectives of this study were:

- 1) The study of purchasing behavior, and consumer acceptance for new functional foods, but also the investigation of the possible correlation of functional food consumption with indicators of obesity
- 2) The development of novel functional foods, through the utilization of agro-industrial by-products of food processing of plant origin
- 3) The investigation of the in vitro bioactivity of selected herbs of the Greek land, food by-products, and the innovative functional foods that were developed
- 4) The study of in vitro bioavailability of the above studied bioactive sources, through a model of simulation of gastrointestinal digestion
- 5) The study of the bioactivity of the above functional foods, in biochemical biomarkers of oxidative stress, inflammation and other biomarkers, involved in cardiovascular disease and diabetes

In order to achieve the above objectives of the study, the design included sub-approaches, and in particular the experiments performed were as follows:

- 1) Epidemiological study of consumers' view and acceptance of functional foods, and correlation of the frequency of consumption of selected functional foods with anthropometric indicators of obesity. The results of this epidemiological study indicated

that in general prominent foods that characterize the Mediterranean Diet are included in the weekly diet of the sample of Greeks and Cypriots, but the phenomenon of "neophobia" exists to a large extent, regarding the intention to consume food and food.

2) Determinations of antioxidant capacity, phenolic composition and content of carotenoids, of both selected Greek aromatic herbs and by-products of fruits and vegetables. The results showed that extracts of apple and pomegranate peel, as well as the rarely studied herb, Achillea, have a higher antioxidant activity. Higher phenolic composition was determined in the extract of orange and pomegranate peel, Achillea and pistachio leaves, compared to the other extracts. Watermelon peel extracts and mango kernels showed a high content of carotenoids.

3) Determination of the bioavailability of antioxidants and phenolic constituents and carotenoids recovered from selected fruit by-products, by applying in vitro digestion mimicry. Our findings showed that mandarin peel extract has a higher bioavailability antioxidant, phenolic components from pomegranate peel become more bioavailable, while carotenoids recovered from orange peel have a higher in vitro bioavailability.

4) Development of an innovative spreadable cheese, enhanced with mountain tea extract and orange peel, and identification of its bioactive ingredients. The results showed enhanced antioxidant activity of functional cheese, compared to conventional, but no increased phenolic content was found in it.

5) Development of an innovative Greek type "miso" sauce, enhanced with bio-carotenoids recovered from an extract of selected fruit and vegetable skins, and determination of its content of carotenoids, phenolic components and proteins. Our findings showed that both the application of bioprocesses and the enhancement of the sauce with the fruit by-product extract, led to increased bioactivity of the final product.

6) Clinical studies investigating the afternoon effect of innovative functional spreadable cheese, bio-functional "miso" type sauce and new biscuits, fortified with olive paste and herbs, on biochemical biomarkers and other biomarkers of glycemia, lipidemia and in healthy volunteers. Collectively, the results of clinical trials-nutritional interventions performed indicated the presence of a trend of bioactivity of these innovative, functional foods, focusing mainly on increasing plasma antioxidant activity and reducing serum lipids.

The research presented in this dissertation is part of a coordinated process, where a lot of effort has been made, and the effect of the bioactive components of the studied functional foods on health indicators has been clarified. The findings of this study suggest that both naturally functional foods that are part of the Mediterranean Diet, as well as agro-industrial by-products and innovative functional foods that are developed through sustainable processes and by utilizing the above, can play a beneficial role in as part of obesity prevention strategies, but also the improvement of biochemical biomarkers associated with an increased risk of cardiovascular disease and diabetes.

The results of in vitro experiments of this dissertation could be ensured by performing extended dietary interventions-clinical trials. Future practices could take

place, in a larger sample of the population but also in the long run. Clinical trials could be extended to more specific groups of the population, such as cardiovascular and diabetic patients, to investigate the effect of consuming newly developed functional foods in the treatment of chronic diseases. In addition, it is interesting to further study these effects in other areas, such as metabolic, nutritional, etc., as well as the introduction of new biomarkers.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πανδημία της COVID-19 δημιούργησε ευκαιρίες και προκλήσεις για την παραγωγή, πλουσίων σε βιοδραστικές ενώσεις, καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων. Παράλληλα, τόνισε τη σημασία της διατροφής για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος των καταναλωτών και την προαγωγή της γενικότερης υγείας τους [1]. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής, ο οποίος χαρακτηρίζεται από ανθυγιεινά διατροφικά πρότυπα και συνήθειες- διαίτα υψηλής περιεκτικότητας σε θερμίδες, πλούσια σε λιπαρά και υδατάνθρακες, σε συνδυασμό με την έλλειψη φυσικής δραστηριότητας και την ευρεία έκθεση σε χημικές ουσίες, φαίνεται πως συμβάλλει σημαντικά στην επαγωγή του οξειδωτικού στρες και της φλεγμονής, αλλά διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και στην αύξηση του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων ασθενειών, όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις, το μεταβολικό σύνδρομο και ο διαβήτης [2].

Η βιομηχανία τροφίμων βρίσκεται συνεχώς σε εγρήγορση, προκειμένου να ανταποκριθεί στις νέες διατροφικές προκλήσεις και τις απαιτήσεις των καταναλωτών, ενώ καταβάλλονται προσπάθειες για τη διατήρηση της εφοδιαστικής αλυσίδας [3].

Υπό αυτές τις πρωτόγνωρες συνθήκες, παρατηρείται εκ των καταναλωτών μια διαρκής αναζήτηση νέων διατροφικών προτύπων, για τη διασφάλιση της θωράκισης του ανοσοποιητικού συστήματος και την πρόληψη ασθενειών [3]. Σε αυτή τη νέα παγκόσμια τάση, που επιταχύνθηκε στην εποχή της COVID-19, το ενδιαφέρον των καταναλωτών για βιολογικά, υγιεινά, βιώσιμα και λειτουργικά τρόφιμα, έχει ενταθεί. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη ικανοποίησης των νέων καταναλωτικών απαιτήσεων για ανοσολογική προστασία και την πρόληψη ασθενειών, η παραγωγή καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, ενδέχεται να αποτελεί το κλειδί στη φαρέτρα των οργανισμών υγείας, επιστημόνων και βιομηχανιών τροφίμων [1, 4].

Σε αυτήν την προσπάθεια, η ανάκτηση και αξιοποίηση πολύτιμων βιοδραστικών ενώσεων (π.χ. καροτενοειδών, φαινολικών κ.α.), που ανακτώνται από τα υποπροϊόντα των τροφίμων, αποτελεί μια από τις πιο βιώσιμες προσεγγίσεις, για την παραγωγή καινοτόμων τροφίμων, προστιθέμενης διατροφικής αξίας. Άλλωστε, τα υποπροϊόντα που προκύπτουν από τη βιομηχανική επεξεργασία τροφίμων και τελικώς απορρίπτονται, αποτελούν ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα για δυνατούς λύτες, ενώ η ορθή διαχείριση τους καθίσταται ζωτικής σημασίας για την περαιτέρω ανάπτυξη της βιομηχανίας τροφίμων [5].

Ένα πλήθος επιστημονικών μελετών καταδεικνύει τον ευεργετικό ρόλο των λειτουργικών τροφίμων, φυσικής προέλευσης είτε εκείνα που προκύπτουν από εμπλουτισμό των συμβατικών, έναντι χρόνιων νοσημάτων. Η συχνή κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων έχει συσχετισθεί με ενδεχόμενες ισχυρές αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμυκητιακές και άλλες ευεργετικές επιδράσεις, ιδιότητες που αποδίδονται στα βιοδραστικά συστατικά τα οποία περιέχουν στη σύστασή τους, και έρχονται να αναδείξουν την πραγματική έκφανση της φιλοσοφίας του πατρός της ιατρικής,

Ιπποκράτη: «Φάρμακό σου ας γίνει η τροφή σου, και η τροφή σου ας γίνει η τροφή σου» [6]. Η μελέτη του λειτουργικού, βιολογικού ρόλου διαφόρων λειτουργικών τροφίμων που εμπεριέχουν βιοδραστικές ενώσεις π.χ. φαινολικά συστατικά, καροτενοειδή κ.α. έχει κινήσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας. Η βιοδραστικότητα πολυάριθμων φυσικών λειτουργικών τροφίμων, όπως βοτάνων, φρούτων, λαχανικών, του ελαιολάδου κ.α., αλλά και παραπροϊόντων τροφίμων, έχει εκτενώς διερευνηθεί τα τελευταία έτη, *in vitro* και *in vivo*, τονίζοντας την αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη και αντιδιαβητική τους δράση [7].

Αξιοσημείωτος είναι ο ρόλος που διαδραματίζει η υιοθέτηση της Μεσογειακής διατροφής, στην πρόληψη χρόνιων νοσημάτων. Τα πολυάριθμα φυσικά, λειτουργικά τρόφιμα που εμπεριέχονται σε αυτήν, όπως το ελαιόλαδο, το κρασί, το πράσινο τοάι κ.α., εμφανίζουν ισχυρή βιοδραστικότητα χάρη στα βιοενεργά συστατικά που παρέχουν (π.χ. πολυφαινόλες, τερπενοειδή, φλαβονοειδή, αλκαλοειδή, στερόλες, καροτενοειδή και ακόρεστα λιπαρά οξέα). Έτσι, υποστηρίζεται πως μια πληθώρα βιοδραστικών ενώσεων τροφίμων που εμπεριέχονται στη Μεσογειακή Διατροφή, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων [8, 9].

Η κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων, έχει αποδειχθεί πως δύναται να βελτιώσει το λιπιδαιμικό προφίλ και τη γλυκαιμία, αλλά και να αυξήσει την αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος [10] [11]. Προκειμένου να επιτευχθεί η καταγραφή και απόδοση των ευεργετικών αποτελεσμάτων που ασκούν τα λειτουργικά τρόφιμα, είναι σημαντική η κατανόηση του μηχανισμού απορρόφησης και μεταφοράς των βιοδραστικών ενώσεων που αυτά περιέχουν στην κυκλοφορία, καθώς και της διανομής τους στους ιστούς και τα όργανα. Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η εκτενής διερεύνηση της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των βιοενεργών ενώσεων των λειτουργικών τροφίμων, αλλά και των παραγόντων εκείνων που επηρεάζουν τη βιοπροσβασιμότητα, την απορρόφηση, τη μεταφορά, το μεταβολισμό και την απέκκριση τους [12].

Η μελέτη της μεταγευματικής βιοδραστικότητας των λειτουργικών τροφίμων *in vivo*, αποτελεί ενδιαφέρον πεδίο επιστημονικής έρευνας. Τα τελευταία έτη πολυάριθμες μελέτες έχουν αποδείξει πως η κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων σχετίζεται με τη ρύθμιση ενδογενών μηχανισμών άμυνας και την καθυστέρηση της έναρξης του μεταγευματικού μεταβολικού στρες, χάρη στα βιοενεργά μόρια τους. Η μεταγευματική επίδραση της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, πλουσίων σε πολυφαινόλες (π.χ. φράουλες, ελαιόλαδο, ξηροί καρποί, χυμοί φρούτων, σταφύλια, προϊόντα τομάτας) σε συνδυασμό με γεύματα πλούσια σε λίπη και υδατάνθρακες έχει αξιολογηθεί με ελπιδοφόρα αποτελέσματα, αφού φαίνεται πως επιδρούν ευεργετικά σε μεταβολικούς βιοδείκτες και μονοπάτια, μεταγευματικά [13].

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν αφενός η εκτίμηση της *in vitro* βιοδραστικότητας και βιοδιαθεσιμότητας φυσικών και καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, και αφετέρου η μελέτη της μεταγευματικής επίδρασης τους σε μεταβολικούς βιοχημικούς δείκτες λιπαιμίας, γλυκαιμίας και οξειδωτικού στρες. Επιπροσθέτως, στα πλαίσια του

σχεδιασμού και δημιουργίας καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων για τους σκοπούς της παρούσης, στους επιμέρους στόχους τέθηκε η διερεύνηση της άποψης των καταναλωτών και της αποδεκτικότητας τους ως προς τα λειτουργικά τρόφιμα, καθώς και η συσχέτιση της συχνότητας κατανάλωσης τους ανά τον πληθυσμό, με δείκτες παχυσαρκίας και μεταβολικού συνδρόμου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

1.1. Εισαγωγή στα λειτουργικά τρόφιμα

1.1.1 Ορισμός λειτουργικών τροφίμων

Η πεποίθηση πως τα τρόφιμα προσφέρουν θεραπευτικά οφέλη επικρατεί για πολλές δεκαετίες. Το δόγμα: «Ας είναι η τροφή το φάρμακο σου και φάρμακό σου ας είναι η τροφή σου» εν αγκαλιάστηκε πριν από 2500 χρόνια από τον πατέρα της ιατρικής, Ιπποκράτη. Τα καιρία επιστημονικά δεδομένα υποδεικνύουν πως η κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων πιθανόν να ασκεί ευεργετικό αποτέλεσμα στην καθυστέρηση της εξέλιξης είτε στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης επιδημικών νοσημάτων, όπως η παχυσαρκία, η καρδιαγγειακή νόσος, ο καρκίνος και ο διαβήτης [14] [15].

Η ιδέα των λειτουργικών τροφίμων αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία το 1984, όταν αντιμέτωπη με την κλιμάκωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης, το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας της χώρας εκκίνησε ένα ρυθμιστικό σύστημα για την έγκριση ορισμένων τροφίμων με τεκμηριωμένα οφέλη για την υγεία, ελπίζοντας στη βελτίωση της υγείας του γηράσκοντος πληθυσμού της χώρας [16]. Ωστόσο, πολλοί οργανισμοί έχουν προτείνει ορισμούς για αυτή τη νέα κατηγορία τροφίμων. Το 1994 το Εθνικό Συμβούλιο Τροφίμων και Διατροφής της Ακαδημίας Επιστημών των Ηνωμένων Πολιτειών, όρισε ως λειτουργικά, «οποιαδήποτε τροποποιημένη τροφή ή συστατικό τροφής που δύναται να παρέχει όφελος για την υγεία, πέρα από τα παραδοσιακά θρεπτικά συστατικά που αυτό περιέχει». Το Διεθνές Ινστιτούτο «International Life Sciences Institute» προσδιόρισε τα λειτουργικά τρόφιμα ως «τροφές που, λόγω της παρουσίας φυσικώς ενεργών συστατικών, παρέχουν ένα όφελος για την υγεία πέρα από τη βασική διατροφή». Σε ένα άρθρο θέσεως, το 1999, η Αμερικανική Διαιτητική Ένωση (American Dietetic Association) όρισε τα λειτουργικά τρόφιμα ως τρόφιμα που είναι «ολόκληρα, ενισχυμένα ή εμπλουτισμένα», αλλά ανέφερε πως είναι βαρύνουσας σημασίας τα τρόφιμα αυτά να καταναλώνονται ως «μέρος μιας ποικίλης διατροφής σε τακτική βάση και σε ικανοποιητικά επίπεδα, ούτως ώστε οι καταναλωτές να αποκομίσουν τα πιθανά οφέλη για την υγεία» [16].

Τη σήμερον ημέρα με τον όρο «λειτουργικά» εννοούμε τα τρόφιμα, επεξεργασμένα ή μη, τα οποία βάσει επιστημονικών μελετών, χάρη στα βιοδραστικά συστατικά τους, συνεισφέρουν στην επίτευξη συγκεκριμένων λειτουργικών στόχων εντός του οργανισμού, συντελούν σε ενδεχόμενη πρόληψη έναντι ασθενειών και στην προαγωγή της υγείας [17, 18].

Τα λειτουργικά τρόφιμα, εκτός από τη θρεπτική τους αξία, έχουν αναγνωρισθεί ως πιθανοί βέλτιστοι προαγωγοί υγείας, λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε

βιοδραστικές ενώσεις [19]. Από το Functional Food Center έχει σθεναρά υποστηριχθεί πως τα βιοδραστικά συστατικά αποτελούν την «περιπτώσιω» των λειτουργικών τροφίμων και καθίστανται απαραίτητα για την υγεία. Μάλιστα, τα βιοδραστικά συστατικά έχουν προσδιορισθεί ως πρωτεύοντες ή δευτερεύοντες μεταβολίτες των φυσικών συστατικών, θρεπτικών ή μη, που συμμετέχουν στην προαγωγή της διατήρησης της υγείας. Δεδομένου πως οι εν προκειμένω ενώσεις ενδεχομένως να ασκούν αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές, καρδιοπροστατευτικές, αντικές και άλλες δράσεις, φαίνεται πως αλληλεπιδρούν με βιοδείκτες και καθίσταται δυνατή η χρήση τους για τον εμπλουτισμό ή την ενίσχυση των τροφίμων [17]. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως για τα περισσότερα μελετώμενα φυσικά είτε επεξεργασμένα, λειτουργικά τρόφιμα, επί του παρόντος δεν υφίστανται εγκεκριμένοι ισχυρισμοί υγείας, ούτως ώστε να διασφαλίζονται οι αναφερόμενες ευεργετικές επιδράσεις. Οι ισχυρισμοί υγείας αποτελούν το βασικότερο μέσο “επικοινωνίας” των λειτουργικών τροφίμων, και η εγκαθίδρυσή τους προϋποθέτει την επιτέλεση πολυάριθμων μελετών, καθώς και επιστημονική ομοφωνία, αναφορικά με τα αντλούμενα συμπεράσματα. Στον Πίνακα 1 συνοψίζονται τα λειτουργικά συστατικά των τροφίμων, με τις αντίστοιχες πηγές τους και τις ενδεχόμενες ευεργετικές τους επιδράσεις στην υγεία.

Πίνακας 1 Λειτουργικά συστατικά των τροφίμων. Πηγές και ευεργετικές επιδράσεις.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΗΓΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ
ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΗ		
<i>α-καροτένιο</i>	Καρότο	Ουδετεροποίηση ελευθέρων ριζών που προκαλούν βλάβες στα κύτταρα των ματιών και του δέρματος
<i>β-καροτένιο</i>	Γλυκοπατάτα, κολοκύθι, καρότο, σπανάκι, ντομάτα, πεπόνι, βερίκοκο, μάνγκο	Ουδετεροποίηση ελευθέρων ριζών που προκαλούν βλάβες στα κύτταρα των ματιών και του δέρματος
<i>Λουτεΐνη</i>	Πράσινα λαχανικά (σπανάκι, μπρόκολο), δημητριακά, αυγό, καρότο	Ισχυρό αντιοξειδωτικό, ρόλος στη διατήρηση της υγιούς όρασης, μείωση κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων και καρκίνου
<i>Λυκοπένιο</i>	Ντομάτα, κόκκινο και ροζ grapefruit, καρπούζι	Ισχυρό αντιοξειδωτικό, ρόλος στη διατήρηση της υγιούς όρασης, μείωση κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων και καρκίνου
<i>Ζεαξανθίνη</i>	Αυγά, εσπεριδοειδή, καλαμπόκι	Ισχυρό αντιοξειδωτικό, ρόλος στη διατήρηση της υγιούς όρασης, μείωση κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων και καρκίνου
ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΥΔΡΟΛΥΣΗΣ ΚΟΛΑΓΟΝΟΥ		
<i>Προϊόντα υδρόλυσης κολλαγόνου</i>	Ζελατινή οστών χοίρου	Διόρθωση συμπτωμάτων οστεοαρθρίτιδας
ΦΥΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ		
<i>Αδιάλυτες Ίνες</i>	Πίτυρα σιτηρών, φρούτα, όσπρια, λαχανικά	Ρόλος στη λειτουργία του εντέρου, μείωση κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του μαστού και του παχέος εντέρου
<i>B – Γλυκάνη</i>	βρώμη, κριθάρι, σίκαλη	Μείωση εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων
<i>Διαλυτές Ίνες</i>	Φασόλι, ψύλλιον, πίτυρα σιτηρών, μπιζέλι, εσπεριδοειδή	Ρύθμιση επιπέδων σακχάρου και χοληστερόλης στο αίμα

Ολόκληροι σπόροι	Σπόροι δημητριακών και σιτηρών	Μείωση κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων
ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ		
<i>Μονοακόρεστα Λιπαρά οξέα (MUFAs)</i>	Ξηροί καρποί, ελιά, ελαιόλαδο, κραμβέλαιο, καρύδια	Μείωση κινδύνου εμφάνισης στεφανιαίας νόσου
<i>Πολυακόρεστα Λιπαρά οξέα (PUFAs)</i>	Λιναρόσπορος και έλαιο αυτού, ηλιόσπορος και έλαιο αυτού, κραμβέλαιο, σογιέλαιο, καρύδι	Μείωση επιπέδων χοληστερόλης
<i>Ωμέγα-3 (ω-3) Λιπαρά οξέα (ALA)</i>	Λιπαρά ψάρια, θαλασσινά και ιχθυέλαια	Ρύθμιση αρτηριακής πίεσης και λιπιδίων αίματος, βελτίωση πνευματικής λειτουργίας και όρασης, ρύθμιση ανοσολογικού συστήματος
<i>Λινολεϊκό Οξύ (CLA)</i>	Τυρί, προϊόντα κρέατος	Μείωση κινδύνου εμφάνισης ορισμένων μορφών καρκίνου
ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ		
<i>Ανθοκυανίνες</i>	Κεράσι, βατόμουρο, μούρο, κόκκινο σταφύλι, μαύρη σταφίδα, δαμάσκηνο, ροδάκινο, μελιτζάνα κόκκινο λάχανο, κόκκινο και μαύρο φασόλι, ρόδι	Ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, ρόλος στη διατήρηση της πνευματικής διαύγειας, μείωση κινδύνου ορισμένων μορφών καρκίνου
<i>Κατεχίνες, επικατεχίνες</i>	Τσάι, κακάο, σοκολάτα, μήλο	Ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, μείωση κινδύνου εμφάνισης ορισμένων μορφών καρκίνου
<i>Φλαβανόνες</i>	Εσπεριδοειδή-κιτροειδή	Αντιφλεγμονώδης, αντιοξειδωτική και αντιελκώδης
<i>Προανθοκυανιδίνες – Προκυανιδίνες</i>	Κακάο, μήλο, φράουλα, οίνος, κανέλα	Ρόλος στη διατήρηση της υγείας της καρδιάς και του ουροποιητικού συστήματος
<i>Φλαβόνες</i>	Φρούτα και λαχανικά	Μείωση ορισμένων τύπων καρκίνου, αντιφλεγμονώδης, αντιοξειδωτική και αντιελκώδης δράση
<i>Φλαβανόλες</i>	Τσάι, κακάο, σοκολάτα, μήλο, σταφύλι	Ρόλος στη διατήρηση της υγείας της καρδιάς
<i>Φλαβονόλες</i>	Κρεμμύδι, μήλο, τσάι, μπρόκολο	Αντιοξειδωτική δράση
ΓΛΥΚΟΣΙΝΟΛΙΚΑ – ΙΝΔΟΛΕΣ – ΙΣΟΘΕΙΟΚΥΑΝΙΚΑ		
Σουλφοραφάνη	Μπρόκολο	Αντικαρκινική δράση
ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΙΑ-ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		
<i>Ασβέστιο (Ca)</i>	Σπανάκι, γαλακτοκομικά προϊόντα	Πρόληψη οστεοπόρωσης
<i>Μαγνήσιο (Mg)</i>	Σπανάκι, δημητριακά ολικής άλεσης, αμύγδαλα	Ρόλος στη διατήρηση του μυϊκού, νευρικού και ανοσοποιητικού συστήματος και των οστών
<i>Κάλιο (K)</i>	Πατάτα, μπανάνα, γαλακτοκομικά προϊόντα, δημητριακά ολικής άλεσης, εσπεριδοειδή, λαχανικά	Μείωση αρτηριακής πίεσης
<i>Σελήνιο (Se)</i>	Ψάρι, σουκώτι, αυγά, κόκκινο κρέας, σκόρδο	Ρόλος στη φυσιολογική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος
ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ		
<i>Καφεϊκό οξύ</i>	Μήλο, αχλάδι, εσπεριδοειδή-κιτροειδή, καφές	Ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, μείωση κινδύνου εμφάνισης εκφυλιστικών και καρδιαγγειακών ασθενειών
<i>Φερουλικό οξύ</i>	Φρούτα και λαχανικά	Ισχυρή αντιοξειδωτική δράση
ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ-ΦΥΤΟΣΤΑΝΟΛΕΣ		
<i>Φυτοστερόλες</i>	Σπορέλαια, ξηροί καρποί, φυτικές μαργαρίνες, νιράδες ολικής άλεσης, μήλο, πορτοκάλι, μπρόκολο, καρότο	Μείωση επιπέδων χοληστερόλης
<i>Στανόλες</i>	Σόγια, σιτάρι, καλαμπόκι	Μείωση επιπέδων χοληστερόλης

ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ-ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ

<i>Φρουκτο – ολιγοσακχαρίτες (FOS)</i>	Αγκινάρα, κρεμμύδι, μέλι, μπανάνα, σκόρδο	Βελτίωση λειτουργίας πεπτικού συστήματος
<i>Ινουλίνες</i>	Σπόροι σόγιας	Βελτίωση λειτουργίας πεπτικού συστήματος
<i>Γαλακτοβάκιλοι (Lactobacillus, Bifidobacteria)</i>	Γαλακτοκομικά προϊόντα	Ενίσχυση ανοσοποιητικού, βελτίωση λειτουργίας πεπτικού συστήματος

ΣΑΠΩΝΕΣ

<i>Σάπωνες</i>	Σόγια	Μείωση LDL χοληστερόλης, αντικαρκινική δράση
----------------	-------	--

ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΟΓΙΑΣ

<i>Πρωτεΐνη Σόγιας</i>	Σόγια	Μείωση κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων
------------------------	-------	---

ΦΥΤΟΟΙΣΤΡΟΓΟΝΑ

<i>Ισοφλαβόνες (γενιστεΐνη, ντανζεΐνη)</i>	Σόγια	Μείωση μετεμμηνοπαισιακών συμπτωμάτων.
<i>Λιγνίνες</i>	Λαχανικά, λινάρι, σίκαλη, φακές	Βελτίωση λιπιδαιμικού προφίλ, μείωση κινδύνου εμφάνισης ορισμένων τύπων καρκίνου

ΣΟΥΛΦΙΔΙΑ-ΘΕΙΟΛΕΣ

<i>Σουλφίδια</i>	Κρεμμύδι, σκόρδο, ελιά, πράσο	Μείωση της LDL χοληστερόλης
<i>Θειόλες</i>	Σταυρανθή λαχανικά	Αντιοξειδωτική δράση

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

<i>A</i>	Αυγό, γάλα, καρότο, γλυκοπατάτα, σπανάκι	Ρόλος στη διατήρηση της όρασης και των οστών, της φυσιολογικής λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος
<i>B1 (Θειαμίνη)</i>	Φακές, μπιζέλι, καρύδια, μακρύκοκκο μαύρο ρύζι, ξηροί καρποί	Βελτίωση λειτουργίας του νευρικού και πεπτικού συστήματος, ρύθμιση μεταβολισμού
<i>B2 (Ριβοφλαβίνη)</i>	Αυγά, πράσινα φυλλώδη λαχανικά, γαλακτοκομικά προϊόντα	Βελτίωση λειτουργίας του νευρικού και πεπτικού συστήματος, ρύθμιση μεταβολισμού
<i>B3 (Νιασίνη)</i>	Γαλακτοκομικά προϊόντα, ψάρια, αυγό, πουλερικά, ξηροί καρποί	Βελτίωση λειτουργίας του νευρικού και πεπτικού συστήματος, ρύθμιση μεταβολισμού
<i>B5 (Παντοθενικό οξύ)</i>	Φακές, φασόλι σόγιας, αστακός, γλυκοπατάτα	Ρόλος στη ρύθμιση του μεταβολισμού και στην ορμονοσύνθεση.
<i>B6 (Πυριδοξίνη)</i>	Φασόλια, καρύδια, ψάρια, κρέας, όσπρια, δημητριακά ολικής άλεσης	Διατήρηση ανοσοποιητικού συστήματος
<i>B9 (φυλλικό οξύ)</i>	Πράσινα φυλλώδη λαχανικά	Πρόληψη γεννητίων εγκεφαλικών βλαβών, προστασία νευρικού συστήματος
<i>B12 (Κοβαλαμίνη)</i>	Αυγά, κρέας, πουλερικά, γάλα	Ρόλος στην αιμοποίηση, διατήρηση φυσιολογικής λειτουργία του Κ.Ν.Σ (κεντρικού νευρικού συστήματος), ρύθμιση του μεταβολισμού.
<i>Βιοτίνη</i>	Συκώτι, σολωμός, γαλακτοκομικά, αυγά, όστρακα	Ρόλος στη ρύθμιση του μεταβολισμού και στην ορμονοσύνθεση.
<i>C</i>	Πιπεριά, ντομάτα, εσπεριδοειδή-κιτροειδή, φράουλα, ακτινίδιο	Ισχυρή αντιοξειδωτική δράση
<i>D</i>	Ψάρια, δημητριακά, γαλακτοκομικά, σπηρά	Ρόλος στη ρύθμιση της απορρόφησης ασβεστίου και φωσφόρου, την οστεοβλαστική δραστηριότητα, μείωση κινδύνου εμφάνισης οστεοπόρωσης
<i>E</i>	Ηλιόσπορος, ξηροί καρποί, πράσινο γογγύλι	Αντιοξειδωτική δράση, ρόλος στη λειτουργία της καρδιάς

TANNINESΣ

<i>Προανθοκυανιδίνες</i>	Μούρα, κακάο, σοκολάτα, οίνος	Βελτίωση λειτουργίας ουροποιητικού συστήματος, μείωση κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών
--------------------------	-------------------------------	---

(Αντώνιος Ε. Κουτελιδάκης, 2019) [20]

- * Παρόλο που για τις αναφερόμενες στον ως ανωτέρω πίνακα, ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία, των λειτουργικών τροφίμων που εμπεριέχουν βιοδραστικά συστατικά, έχουν διεξαχθεί πολυάριθμες μελέτες, για τα περισσότερα από αυτά δεν υφίστανται ισχυρισμοί υγείας.

1.1.2 Κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων

Επι του παρόντος, κάποιες κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων περιλαμβάνουν τρόφιμα με ορισμένα μέταλλα, βιταμίνες, πολυακόρεστα λιπαρά ή διαιτητικές ίνες. Άλλες κατηγορίες περιέχουν τρόφιμα προστιθέμενης αξίας, είτε με φυσικά βιολογικώς ενεργά συστατικά, όπως τα προβιοτικά, ή με βιοενεργά συστατικά, όπως φυτοχημικά, πολυφαινόλες και άλλα αντιοξειδωτικά, προβιοτικά με ενεργές ευεργετικές καλλιέργειες, καθώς και πρεβιοτικά [20-22].

Τα φυσικά ή συμβατικά αποτελούν τα περισσότερο αναγνωρισμένα, από τους καταναλωτές λειτουργικά τρόφιμα, και περιέχουν στη σύστασή τους ποικίλα βιοδραστικά συστατικά. Μερικά από αυτά είναι οι τομάτες που παρέχουν λυκοπένιο, το τσάι που αποτελεί σημαντική πηγή βιοενεργών κατεχινών, τα φαρμακευτικά φυτά που είναι πλούσια σε πολυφαινόλες και τα ρόδια, που εμπεριέχουν σημαντικές ανθοκυανίνες [23] [24] [24] [26]. Τα λειτουργικά τρόφιμα για ειδικές διατροφικές χρήσεις περιλαμβάνουν εκείνα τα οποία έχουν υποστεί μια κάποια βιομηχανική επεξεργασία, και παρασκευάζονται για την υποστήριξη ιδιαίτερων διατροφικών λειτουργιών, είτε για την ενίσχυση της πρόσληψης κάποιων συστατικών, από μια συγκεκριμένη ομάδα του γενικότερου πληθυσμού [20, 24, 27]. Παραδείγματα τροφίμων αυτής της κατηγορίας αποτελούν οι βρεφικές κρέμες και τα τρόφιμα ελεύθερα γλουτένης και λακτόζης.

Μια άλλη κατηγορία λειτουργικών τροφίμων είναι αυτή των εμπλουτισμένων ή ενισχυμένων τροφίμων, όπου κατατάσσονται τρόφιμα που προκύπτουν έπειτα από προσθήκη ή συμπλήρωση κάποιων συστατικών, όταν αυτά δεν περιλαμβάνονται στη σύστασή τους είτε δεν επαρκούν. Σκοπός της κατανάλωσής τους είναι η πρόληψη είτε θεραπεία διαγνωσμένης ανεπάρκειας στον πληθυσμό-στόχο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελούν οι ενισχυμένοι με βιταμίνη C χυμοί και τα εμπλουτισμένα με φυτικές στερόλες και στανόλες, προϊόντα επάλειψης [20, 28]. Επιπροσθέτως, η μοριακή βιολογία και η μηχανική τροφίμων αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την παραγωγή νεοφανών τροφίμων, όπως τα γενετικά τροποποιημένα, μολονότι αυτή η κατηγορία δε συναντάται στην ελληνική αγορά [20, 29, 30]. Τέλος, τα τελευταία έτη στις προαναφερθείσες κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων έχει προστεθεί και αυτή των τροφίμων προστιθέμενης αξίας, τα οποία αναπτύσσονται χάρη στην εφαρμογή των βιοδιεργασιών τροφίμων προς ανάκτηση βιοενεργών συστατικών από υποπροϊόντα τροφίμων [31, 32].

1.2. Καινοτομία στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων

1.2.1 Νεότερες διεργασίες στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων

Τα τελευταία έτη παρατηρείται διαρκής επαγρύπνηση από τις βιομηχανίες τροφίμων στην αρένα των προσπαθειών για σχεδιασμό και η δημιουργία καινοτόμων τροφίμων[33]. Την τελευταία δεκαετία, η τεχνολογική καινοτομία έχει ενταθεί, αφού βιώσιμες επεξεργασίες όπως η εφαρμογή υψηλής υδροστατικής πίεσης (ΗΡΑΕ), παλμικών ηλεκτρικών πεδίων (ΗVED), εξαγωγή μέσω υπερήχων (UAE) και μικροκυμάτων (ΜΑΕ), έχουν κάνει την εμφάνισή τους ως κατάλληλες εναλλακτικές λύσεις για την εξαγωγή βιοδραστικών ενώσεων από φυτικά τρόφιμα [34]. Με την εφαρμογή τέτοιων διεργασιών επιτυγχάνεται βέλτιστη διατήρηση των θρεπτικών συστατικών σε πηγές φυτικής προέλευσης (φρούτα, λαχανικά και παραπροϊόντα τους), αποφεύγοντας τις μικροβιακές αλλοιώσεις, στα πλαίσια της «πράσινης» ανάπτυξης.

Η χρήση συστημάτων, βασιζόμενων σε νανοσωματίδια είτε μικροσωματίδια που περικλύουν βιοδραστικά συστατικά, αλλά και συστήματα γαλακτωμάτων, λιποσωμάτων και βιοπολυμερών μικρογέλης φαίνεται πως αποτελούν αποτελεσματικές προσεγγίσεις για την αποτελεσματική αξιοποίηση βιοδραστικών ενώσεων [35, 36]. Πρόσφορο έδαφος έχει βρεθεί στην εφαρμογή της ενθυλάκωσης για την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων, καθώς μέσω αυτής δύναται να διασφαλισθεί η σταθερότητα και διατήρηση της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών, με τα οποία εφαρμόζεται η ενίσχυση των τροφίμων [37]. Τέλος, τα αποτελέσματα της σύγχρονης έρευνας υποδηλώνουν πως η χρήση ζυμομυκήτων ως εκκινητές για την παραγωγή βιοενεργών συστατικών προδιαγράφει θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων [28].

1.2.2 Βιοδραστικές ενώσεις ως συστατικά των λειτουργικών τροφίμων

Οι βιοδραστικές ενώσεις έχουν την ικανότητα να αλληλεπιδρούν με ένα ή περισσότερα συστατικά των ιστών του ανθρώπινου σώματος, παρέχοντας ένα ευρύ φάσμα πιθανών επιδράσεων[38].

Οι βιοδραστικές ενώσεις παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον λόγω των ποικίλων βιολογικών και λειτουργικών τους δραστηριοτήτων. Ένα πλήθος βιοδραστικών ενώσεων φυσικής προέλευσης έχει προταθεί για τον ευεργετικό τους ρόλο σε ορισμένες μοριακές οδούς αλλά και στην παθοφυσιολογία των καρδιαγγειακών παθήσεων, του διαβήτη, του μεταβολικού συνδρόμου και του καρκίνου [6]. Επιδημιολογικές, κλινικές και βιοχημικές μελέτες αποκαλύπτουν πως οι βιοδραστικές ενώσεις ασκούν την ευεργετική τους δράση μέσω διαφόρων μηχανισμών, παρουσιάζοντας ενδεχόμενη αντιοξειδωτική, αντιδιαβητική, αντιυπερτασική, αντιμικροβιακή και αντικαρκινική δραστηριότητα. Τα κύρια βιοδραστικά συστατικά περιλαμβάνουν πρεβιοτικά, προβιοτικά, βιοενεργά πεπτιδία, πρωτεΐνες, ω-3

λιπαρά, φυτοχημικά, φυτικές ίνες, τερπενοειδή, στυλβένια, λιγνάνες, αντιοξειδωτικά, φαινολικά, καρτενοειδή κ.α. Τα αντιοξειδωτικά συστατικά, όπως τα φαινολικά, οι ανθοκυανίνες, τα καρτενοειδή που περιέχονται σε φρούτα, λαχανικά, σε βότανα, μπαχαρικά, στον καφέ, το κακάο κ.α, έχουν ευρέως μελετηθεί για τα οφέλη που δύνανται να παρέχουν στην ομαλή λειτουργία του οργανισμού και την πρόληψη ασθενειών [20, 39].

Τα υποπροϊόντα τροφίμων υπόσχονται πολύτιμες βιοδραστικές ενώσεις, και λόγω των τεχνολογικών ή διατροφικών τους χαρακτηριστικών, δύνανται να επαναχρησιμοποιηθούν για την παραγωγή καινοτόμων τροφίμων. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε, οι καταναλωτές αναζητούν συνεχώς προϊόντα διατροφής που προάγουν την υγεία. Σε αυτή τη συγκυρία, η ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση πολύτιμων βιοδραστικών ενώσεων, μετά την εκμετάλλευση των υποπροϊόντων τροφίμων, στα πλαίσια της διατήρησης της βιωσιμότητας, φαίνεται να καθίσταται ως μια από τις αποτελεσματικότερες προοπτικές. Η διαδικασία επεξεργασίας των φυτικών μερών των τροφίμων περιλαμβάνει στάδια όπως η σύνθλιψη, ο τεμαχισμός, το κοσκίνισμα και ο καθαρισμός. Τα εναπομείναντα μέρη (σπόροι, χονδροπολτός και φλοιοί) από μια σειρά επεξεργασιών στις οποίες υποβλήθηκαν δεν περιέχουν θρεπτικά συστατικά που θα περιλαμβάνονταν στη δομή των αρχικών δειγμάτων. Επομένως, προκύπτει η ανάγκη εκχύλισης βιοδραστικών ενώσεων. Έτσι, τα παραπροϊόντα τροφίμων δύνανται να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες για την εξαγωγή συστατικών προστιθέμενης αξίας, προσθέτοντάς τα σε λειτουργικά τρόφιμα, μια από τις πιο ενδιαφέρουσες και επερχόμενες στρατηγικές [5].

1.3. Τάσεις των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα

1.3.1 Παράγοντες επίδρασης της καταναλωτικής συμπεριφοράς για τα καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα

Η εκ των καταναλωτών αποδεκτικότητα για τα λειτουργικά τρόφιμα αποτελεί ίσως το σημαντικότερο συστατικό της επιτυχίας της αγοράς τους. Παρά ταύτα, η διαδικασία αξιολόγησης της καταναλωτικής αποδοχής, εκ φύσεως καθίσταται τόσο πολυπαραγοντική όσο και περίπλοκη. Επομένως, η βέλτιστη κατανόηση των παραγόντων εκείνων που επιδρούν στη διαμόρφωση της αγοραστικής συμπεριφοράς, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διερεύνησης της άποψης και της αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα [4, 20].

Υφίστανται ενδείξεις πως το σημαντικότερο κίνητρο λήψης της απόφασης προμήθειας καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, είναι η διατήρηση της υγείας και η επίτευξη μεγαλύτερου προσδόκιμου ζωής [40]. Σύμφωνα με τους Çakiroglu και Uçar [41], οι αντιλήψεις πως «τα λειτουργικά τρόφιμα είναι απαραίτητα» και πως «τα λειτουργικά τρόφιμα αποτελούν μέρος της υγιεινής διατροφής», επιδρούν περισσότερο στις αγοραστικές αποφάσεις των καταναλωτών. Άλλοι παράγοντες που σχετίζονται με τις προθέσεις δοκιμής

ή αγοράς καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, εστιάζουν σε κοινωνικά και δημογραφικά στοιχεία του πληθυσμού (ηλικία, φύλο, μορφωτικό επίπεδο, διατροφικές γνώσεις και πρότυπα), αισθητηριακά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (συσκευασία, γεύση, υφή, οσμή) ιδίων των τροφίμων, αλλά και στις καταναλωτικές προτιμήσεις και το μίγμα ενεργειών του μάρκετινγκ [20, 42].

Οι προαναφερθέντες καθοριστικοί παράγοντες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τις διαδικασίες ανάπτυξης καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, για την επίτευξη αποτελεσματικότερης αποδοχής εκ μέρους των καταναλωτών.

1.3.2 Η νεότερη στάση των καταναλωτών για τα νεοφανή τρόφιμα

Η στάση και οι τάσεις των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα έχουν ευρέως ερευνηθεί στο παρελθόν, σε πολυάριθμες πληθυσμιακές ομάδες. Τα πρόσφατα επιστημονικά στοιχεία υποδηλώνουν πως γενικότερα, οι καταναλωτές που πιστεύουν στην αξία και τον ευεργετικό ρόλο των λειτουργικών τροφίμων για τη διατήρηση της υγείας και την πρόληψη ασθενειών, εκφράζουν και μεγαλύτερη προθυμία για κατανάλωση τους [43].

Εντούτοις, αναφορικά με την αξιολόγηση των αντιλήψεων των καταναλωτών για καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα, που προκύπτουν από την αξιοποίηση των αγροδιατροφικών, βιομηχανικών υποπροϊόντων, έχει παρατηρηθεί μια τάση απόρριψης ή αποφυγής κατανάλωσης νεοφανών τροφίμων, το επονομαζόμενο ως φαινόμενο της νεοφοβίας [44]. Πρόσφατες μελέτες που έλαβαν χώρα στην Ευρώπη, αναφέρουν πως η τροφική νεοφοβία και η αντίσταση αποδοχής της εφαρμογής βιοδιεργασιών (για την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων), πιθανόν να επιδρά άμεσα αρνητικά στη στάση των καταναλωτών έναντι των νεοφανών τροφίμων, και ενδέχεται να σχετίζεται με μειωμένη κατανάλωση τους από τον πληθυσμό [20, 45]. Υπάρχουν ενδείξεις πως είναι δυνατή η επίτευξη αύξησης της αποδεκτικότητας και κατανάλωσης νέων τροφίμων που αναπτύσσονται μέσω αξιοποίησης των υποπροϊόντων αγροδιατροφής, από τον πληθυσμό, υπό την προϋπόθεση της παροχής περισσότερων πληροφοριών, σχετικά με τη σημασία της ανάκτησης πολύτιμων βιοενεργών συστατικών από τα υποπροϊόντα τροφίμων [44].

2. ΒΙΟΕΝΕΡΓΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

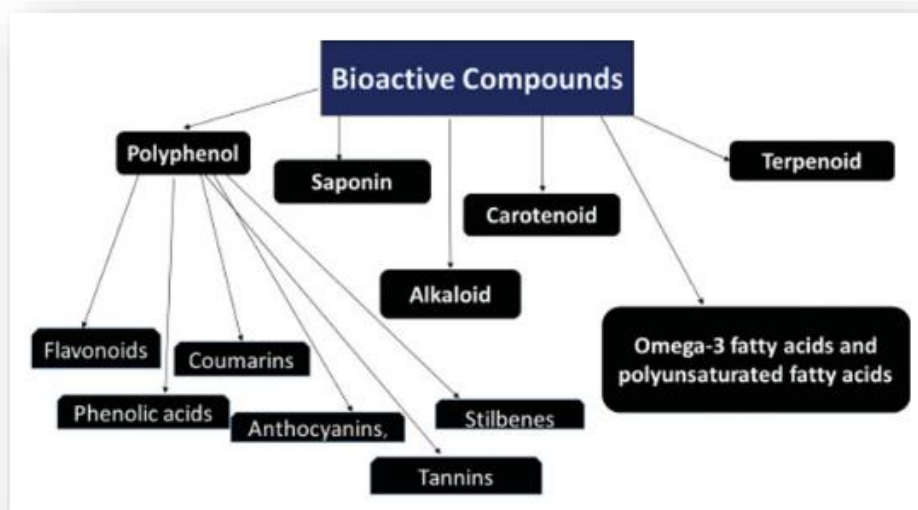
2.1. Βιοδραστικά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων

2.1.1 Εισαγωγικά στοιχεία για τα βιοδραστικά συστατικά

Τα βιοδραστικά συστατικά, ως βιομόρια, είναι υπεύθυνα για τις λειτουργικές ιδιότητες ορισμένων τροφίμων, καθώς έχουν την ικανότητα να ρυθμίζουν πολλαπλές μεταβολικές διεργασίες και μονοπάτια, σε συγκεκριμένους ιστούς-στόχους, εντός του οργανισμού [46]. Τα βιοδραστικά συστατικά συναντώνται τόσο σε φυσικά λειτουργικά τρόφιμα, είτε φυτικής είτε ζωικής προέλευσης, όσο και σε υποπροϊόντα αυτών, σε πολλαπλές μορφές, όπως γλυκοζυλιωμένα, εστεροποιημένα, θειολιωμένα ή υδροζυλιωμένα [46, 47].

Μεταξύ των πολυάριθμων βιοδραστικών συστατικών που έχουν αναφερθεί, τα φυτοχημικά παρουσιάζουν ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον, λόγω των ενδεχόμενων λειτουργικών ιδιοτήτων τους. Πρόκειται για βιολογικά ενεργούς, δευτερογενείς μεταβολίτες που απαντώνται σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης, όπως σε φρούτα, λαχανικά, δημητριακά ολικής άλεσης, ξηρούς καρπούς, σπόρους, σε αρωματικά φυτά και μπαχαρικά κ.α. [20]. Ο βιολογικός τους ρόλος έγκειται στις αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές τους δράσεις, στη συμβολή τους στη ρύθμιση της ενζυμικής αποτοξίνωσης, σε μηχανισμούς άμυνας του ανοσοποιητικού συστήματος και του ορμονικού μεταβολισμού, ενώ έχουν επιδείξει αντικαρκινικές ιδιότητες και ικανότητες μείωσης της αιμοπεταλιακής συσσώρευσης [48].

Παρά ταύτα, ένα πλήθος βιοενεργών πεπτιδίων, ευεργετικών μικροοργανισμών του μικροβιώματος, αλλά και λιπαρών μακράς αλύσου, που παρέχονται από ζωικές πηγές, έχουν αναφερθεί για τα οφέλη που παρέχουν μέσω των βιοδραστικών συστατικών τους, στην υγεία. Η βιοδραστικότητά τους αποδίδεται ως επι τω πλείστον, σε μηχανισμούς αντιμικροβιακής και αντιοξειδωτικής προστασίας, αλλά και σε ανοσοτροποποιητική, αντιπηκτική και αντιφλεγμονώδη δραστηριότητα [49, 50]. Μια σύνοψη των κατηγοριών βιοδραστικών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων απεικονίζεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1 Τα βιοδραστικά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων (Adefegha et al.) [39]

2.1.2 Τα αντιοξειδωτικά ως βιοδραστικές ουσίες των λειτουργικών τροφίμων

Το οξειδωτικό στρες, ως παθοβιοχημικός μηχανισμός, έχει ενοχοποιηθεί για την έναρξη ή την εξέλιξη διαφόρων ασθενειών, και προκαλείται λόγω διαταραχής της ισορροπίας μεταξύ της παραγωγής δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS) και αποτοξίνωσης [51]. Σαν ανταπόκριση σε αυτή την κατάσταση, ο ρόλος των διαιτητικών αντιοξειδωτικών καθίσταται καθοριστικός, αφού αποδεδειγμένα συντείνουν στην καθυστέρηση της αυτοοξειδωσης, μέσω αναστολής του σχηματισμού των ελευθέρων ριζών είτε της μεταφοράς τους από ιστό σε ιστό [52]. Από μοριακής άποψης, η αντιοξειδωτική ικανότητα ασκείται με δυο κύριους μηχανισμούς. Είτε μέσω μεταφοράς ενός ατόμου υδρογόνου (HAT), όπου ένα ιόν υδρογόνου δίδεται από ένα σταθερό μόριο, επιτρέποντας τη «σάρωση» των ROS από τα εν λόγω βιοενεργά συστατικά, είτε μέσω μιας απλής ηλεκτρόνιο-μεταφοράς (SET) [53]. Ως τα αποτελεσματικότερα αντιοξειδωτικά, έχουν προταθεί εκείνα που περιέχουν αρωματικούς είτε φαινολικούς δακτυλίους [54].

Τα περισσότερα φυσικά αντιοξειδωτικά ανακτώνται από λειτουργικά τρόφιμα φυτικής προέλευσης, που αποτελούν μέρος της Μεσογειακής διατροφής. Μεταξύ αυτών, κάποια φρούτα και λαχανικά, όπως οι φράουλες, τα μούρα, τα ρόδια, οι τομάτες, τα καρότα κ.α. έχουν επιδείξει ισχυρή αντιοξειδωτική δραστηριότητα, σε ένα πλήθος μελετών, *in vitro* και *in vivo*. Επιπλέον, τα υδατικά εκχυλίσματα και τα αιθέρια έλαια από μπαχαρικά και αρωματικά βότανα, όπως η ρίγανη, το θυμάρι, το δίκταμο, η μαντζουράνα, έχουν επίσης αποδειχθεί ότι είναι εξαιρετικές πηγές φυσικών αντιοξειδωτικών μορίων [20] [54].

2.1.3 Τα φαινολικά ως βιοενεργά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων

Η κατανάλωση τροφίμων, πλούσιων σε φαινολικές ενώσεις, έχει πολλάκις συσχετιστεί με τη πρόληψη χρόνιων ασθενειών, χάρη στις αντιοξειδωτικές τους ικανότητες, ενώ ασκούν τη δραστηριότητα τους και μέσω μηχανισμών όπως η ρύθμιση της ενζυμικής δραστηριότητας, η κυτταρική σηματοδότηση και η γονιδιακή έκφραση [6]. Πρόκειται για δευτερογενείς μεταβολίτες των τροφίμων φυτικής προέλευσης, και οι τρεις κύριες υποομάδες τους είναι οι πολυφαινόλες, τα φλαβονοειδή και τα φαινολικά οξέα. Η αντιοξειδωτική δραστηριότητα των φαινολικών ασκείται κυρίως μέσω αναστολής των οξειδωτικών ενζύμων, όπως η ξανθινοοξειδάση και η πρωτεϊνική κινάση C, αλλά και μέσω παρεμβολής τους στη δραστηριότητα της συνθετάσης του μονοξειδίου του αζώτου (NOS) [55].

Η βιοδραστηριότητα των φαινολικών ενώσεων που παρέχονται από φυσικές πηγές τροφίμων, έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό την ερευνητική κοινότητα, λόγω της προοπτικής προσθήκης αξίας κατά την παραγωγή καινοτόμων τροφίμων. Μεταξύ αυτών, το γαλλικό οξύ του τσαγιού και του κρασιού, φλαβονοειδή, όπως οι κατεχίνες των μούρων και του τσαγιού, οι ανθοκυανίνες που συναντώνται κυρίως στα κόκκινα φρούτα, οι ισοφλαβόνες της σόγιας, και η ρεσβερατρόλη του κρασιού, επιδεικνύουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον [56].

2.1.4 Τα καροτενοειδή ως λειτουργικά συστατικά των τροφίμων

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα καροτενοειδή έχουν προκαλέσει έντονο ενδιαφέρον στον τομέα της διατροφής, καθώς έχουν αναφερθεί ως ισχυρά, βιολογικά αντιοξειδωτικά, αλλά η δράση τους σχετίζεται και με προ οξειδωτικούς μηχανισμούς, την ενίσχυση του χάσματος της διακυτταρικής επικοινωνίας, στη διαμόρφωση των οδών σηματοδότησης και απορρόφησης του ορατού φωτός κ.α. [57].

Κάποια τρόφιμα ζωικής προέλευσης, όπως οι κρόκοι των αυγών, οι ιστοί πουλερικών και λιποειδείς ιστοί των θηλαστικών, αλλά και το συκώτι, αλλά και θαλασσινά, όπως οι γαρίδες, έχουν αναφερθεί πως παρέχουν πολύτιμα καροτενοειδή. Παρόλα αυτά, οι βιοδραστησικές αυτές ενώσεις παρέχονται σε ελεύθερη μορφή είτε εστεροποιημένα, κυρίως από φρούτα και λαχανικά, προσδίδοντάς τους χαρακτηριστικό κίτρινο, κόκκινο είτε πορτοκαλί χρώμα. Ένα πλήθος *in vitro* πειραμάτων και κλινικών μελετών, καταδεικνύουν τα τρόφιμα, πλούσια σε καροτενοειδή, όπως οι τομάτες και τα προϊόντα τους, τα καρότα, τα μάνγκο, οι κολοκύθες, τα πορτοκάλια, τα ροδάκινα κ.α., ως εξεχούσης σημασίας, χάρη στη βιοδραστηριότητά τους [58].

2.2. Μέθοδοι προσδιορισμού των βιοδραστικών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων

2.2.1 Μέθοδοι προσδιορισμού των αντιοξειδωτικών συστατικών

Για την επίτευξη της αποτελεσματικής σύγκρισης των επιπέδων αντιοξειδωτικών και της δραστηκότητάς τους, τόσο στα λειτουργικά τρόφιμα, όσο και σε βιολογικά δείγματα, καθίσταται χρήσιμος ο προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας, *in vitro*, μέσω του οποίου μετράται η συγκέντρωση των ελεύθερων ριζών που έχουν “σαρωθεί” και “καθαριστεί” από τα αντιοξειδωτικά συστατικά [59, 60].

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας/δραστηκότητας βασίζονται σε δυο μηχανισμούς, το μηχανισμό μεταφοράς ενός μόνο υδρογόνου- Hydrogen Atom Transfer (HAT), και εκείνον όπου μεταφέρεται ένα μόνο ηλεκτρόνιο- Single Electron Transfer (SET). Οι μέθοδοι της πρώτης κατηγορίας βασίζονται στη σάρωση των ριζών υπεροξυλίου, όπως η ανάλυση ικανότητας απορρόφησης ριζών οξυγόνου (ORAC), 2, 2- διφαινυλο-1-πικρυλουδραζύλιο (DPPH), η αναγωγική/αντιοξειδωτική ισχύς σιδήρου (FRAP), το συνολικό αντιδραστικό αντιοξειδωτικό δυναμικό (TRAP) και η αναγωγική/αντιοξειδωτική ισχύς χαλκού (CUPRAC). Κατά την εφαρμογή των μεθόδων της δεύτερης κατηγορίας, πραγματοποιείται αξιολόγηση παραγώγων της οξείδωσης, όπως η μαλονδιαλδεΐδη (MDA), οι αντιδραστικές ουσίες του θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBARS) και οξειδωμένα λιπίδια όπως η οξειδωμένη λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας χοληστερόλη (ox-LDL-c) [53]. Βέβαια, οι χρωματογραφικές μέθοδοι επιλέγονται επίσης, για τον ακριβέστερο προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δραστηκότητας, *in vitro*, όπως η αέρια χρωματογραφία και η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης- High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) [53].

Αναφορικά με τη μέθοδο FRAP, την πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδο προσδιορισμού της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας, αυτή βασίζεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών ενώσεων, σε αλκαλικό περιβάλλον να ανάγουν το κίτρινο σύμπλοκο τρισθενούς σιδήρου (Fe^{3+}) - TPTZ σε μπλε σύμπλοκο δισθενούς σιδήρου (Fe^{2+})- TPTZ ως δότες ηλεκτρονίων [61]. Το μπλε σύμπλοκο ανιχνεύεται στα 595nm.

2.2.2 Μέθοδοι προσδιορισμού των φαινολικών συστατικών

Για τον προσδιορισμό της συνολικής σύστασης σε φαινολικά συστατικά, των λειτουργικών τροφίμων, η μέθοδος Folin-Ciocalteu αποτελεί την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη, εξαιτίας της απλότητας εφαρμογής της, του χαμηλού κόστους και της ταχύτητας άντλησης αποτελεσμάτων [62]. Πρόκειται για χρωματογραφική, φασματοφωτομετρική μέθοδο, και βασίζεται στην αναγωγή διαλύματος φωσφο-

μολυβδενικού και φωσφοβολφραμικού οξέος (αντιδραστήριο Folin–Ciocalteu), σε ένα μπλε σύμπλοκο φωσφο-μολυβδενικού-φωσφοβολφραμικού-φαινολικών, σε αλκαλικό περιβάλλον. Το σύμπλοκο αυτό ανιχνεύεται στα 765nm [63].

Ωστόσο, πρόσφατα προτάθηκε η εξαιρετικά εκλεκτική ως προς τα φαινολικά, αντίδραση Fast Blue BB (FBBB), η οποία βασίζεται στην ειδική σύζευξη της ομάδας διαζωνίου του αντιδραστήριου FBBB σε ένας αρωματικό δακτύλιο με αντιδραστικές ομάδες υδροξυλίου. Μέσω αυτής της μεθόδου απορρίπτεται η πιθανότητα της χημικής αντίδρασης μεταξύ FBBB και ασκορβικού οξέος ή αναγωγικών σακχάρων [62].

2.2.3 Μέθοδοι προσδιορισμού των καροτενοειδών

Η περιεκτικότητα των τροφίμων σε ολικά καροτενοειδή δύναται να ποσοτικοποιηθεί, όπως έχει προταθεί από τον McMurry, μέσω μέτρησης της απορρόφησης τους με απλή φασματοφωτομέτρηση στα 495nm, έπειτα από παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου και σε σκοτεινό περιβάλλον, καθώς πρόκειται για φωτοευαίσθητες ενώσεις [64, 65].

Βέβαια, μια από τις συμβατικές τεχνικές για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των καροτενοειδών σε διάφορους ιστούς, είναι η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC). Σήμερα η χρήση της HPLC σε συνδυασμό με φασματοφωτομετρικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή ασφαλέστερων αποτελεσμάτων [66].

2.3. Βιοδιαθεσιμότητα των βιοδραστικών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων

2.3.1 Εισαγωγή στην έννοια της βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών

Τα τελευταία έτη τονίζεται η βιολογική δραστηριότητα των λειτουργικών συστατικών των τροφίμων, η οποία οδηγεί σε μεταβολικές μεταβολές που σχετίζονται με τις ευεργετικές επιδράσεις τους στην ανθρώπινη υγεία [67]. Το ερευνητικό ενδιαφέρον γύρω από το σχεδιασμό και την ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, ενισχυμένων με βιοενεργά συστατικά, έχει ενταθεί. Η προβλεπόμενη βιοδιαθεσιμότητα των βιοδραστικών ενώσεων είναι εξαρτώμενη της βιοπροσβασιμότητας, της απορρόφησης, την κατανομής, του μεταβολισμού και της απέκκριση τους. Σε αυτές τις συνθήκες, κρίνεται αναγκαίο να κατανοήσουμε πως τα ευεργετικά αποτελέσματα που δύνανται να παρέχουν τα λειτουργικά τρόφιμα εξαρτώνται από το κλάσμα των βιοδραστικών ενώσεων που φθάνουν στη συστηματική κυκλοφορία (ροή αίματος), ούτως ώστε να διανεμηθούν στα όργανα και ιστούς-στόχους, και να εκδηλώσουν τη βιοδραστικότητά τους [68].

Επομένως, η βέλτιστη κατανόηση του μεταβολισμού και της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των βιοενεργών συστατικών, κατά την ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, αποτελεί απαραίτητο βήμα για την επαρκή διερεύνηση του βιολογικού τους ρόλου [69].

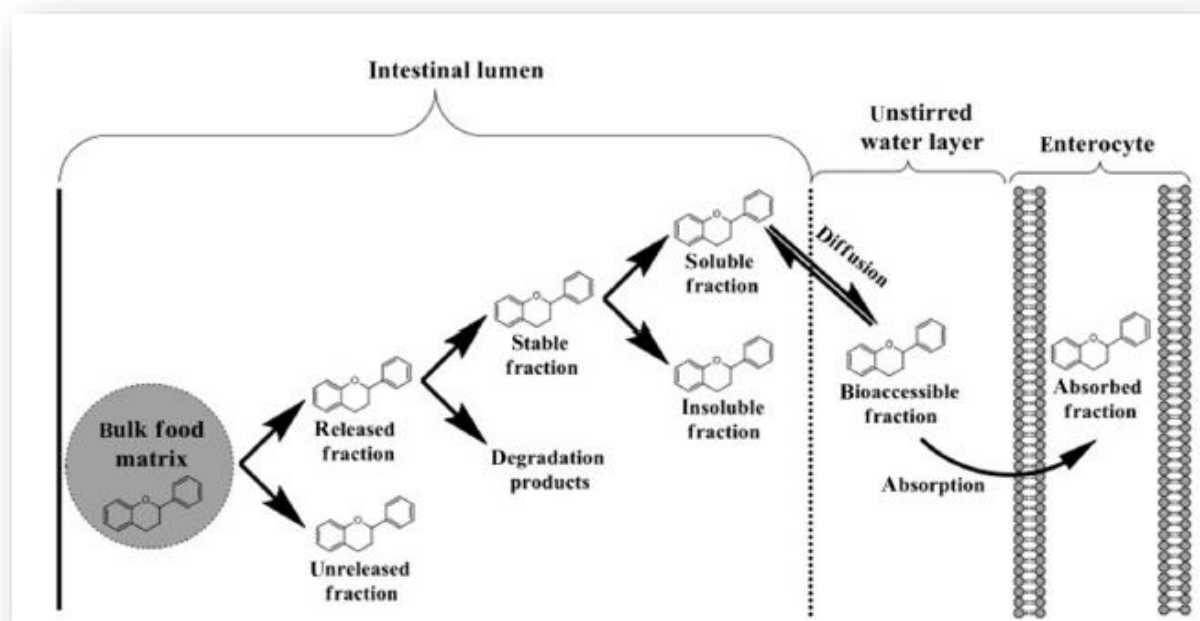
2.3.2 Διαδικασίες απορρόφησης και βιοπροσβασιμότητας των βιοδραστικών συστατικών

Η μελέτη της απορρόφησης και του μεταβολισμού των βιοενεργών συστατικών αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την επίτευξη αποτελεσματικής ενίσχυσης της βιοδιαθεσιμότητάς τους, κατά τη δημιουργία καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων.

Η πέψη και η απορρόφηση των λειτουργικών συστατικών επιτελείται στη γαστρεντερική οδό. Η διαδικασία εκκινείται με διαχωρισμό των βιοδραστικών ενώσεων από τη μήτρα τροφίμων μέσω της μάσησης και την αφομοίωση της τροφής σε μια ημίρρευση μάζα (χυμός) εντός του στομάχου. Έπειτα, μεταφέρεται στο δωδεκαδάκτυλο για περαιτέρω πέψη, καταλήγοντας στο λεπτό έντερο, όπου λαμβάνει χώρα και η απορρόφηση των περισσότερων βιοενεργών ουσιών [70]. Οι ουσίες αυτές διασχίζουν το εντερικό επιθήλιο και μεταφέρονται μέσω τεσσάρων μηχανισμών: 1. Μέσω παθητικής διάχυσης, που περιλαμβάνει διακυτταρικές και παρακυτταρικές οδούς 2. Με μεταφορά με διαμεσολάβηση μεταφορέα (transporters-mediated transport) 3. Με μεταφορά με μεσολάβηση υποδοχέα είτε 4. Μέσω μηχανισμών εκροής. Τα υδρόφοβα συστατικά, όπως η ρεσβερατρόλη του κρασιού, απορροφώνται κυρίως μέσω της παθητικής διάχυσης και της μεταφοράς με μεσολάβηση υποδοχέα [71]. Οι βιοενεργοί πολυσακχαρίτες, τα πολυπεπτίδια, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα και οι πολυφαινόλες, όπως οι κατεχίνες τσαγιού, απορροφώνται κυρίως μέσω της διάχυσης με διαμεσολάβηση μεταφορέα [70].

Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με τις πολυφαινόλες, βιοπροσβάσιμο καθίσταται μόνο το κλάσμα της προσλαμβανόμενης δόσης που πληρεί τα κριτήρια σταθερότητας, απελευθέρωσης, διαλυτότητας και διάχυσης. Η κλασματική βιοπροσβασιμότητα ποικίλλει μεταξύ των πολυφαινολών, ανάλογα με την ένωση, τη φύση της τροφικής μήτρας (σύνθεση μακροθρεπτικών συστατικών, φυσική μορφή) και ολόκληρου του γεύματος [72]. Η απορρόφηση των πολυφαινολών δύναται να πραγματοποιηθεί μέσω του στομάχου και του λεπτού εντέρου, ενώ ένα μικρό μέρος τους απορροφάται από το κόλον μετά από χημική τροποποίηση από τη μικροχλωρίδα του παχέος εντέρου. Μετά την απορρόφηση στο λεπτό έντερο, οι πολυφαινόλες με λιγότερο πολύπλοκες δομές υφίστανται εκτεταμένη βιομετατροπή φάσης I (οξειδωση, αναγωγή ή υδρόλυση) και μετατρέπονται σε υδατοδιαλυτούς μεταβολίτες στα εντεροκύτταρα πριν φτάσουν στο ήπαρ. Τα μόρια αυτά φθάνουν στο ήπαρ μέσω των ηπατοκυττάρων, όπου και πάλι υποβάλλονται σε διαδικασία βιομετατροπής φάσης II (σύζευξη- μεθυλίωση, γλυκουρονίωση και θείωση). Οι μεταβολίτες των πολυφαινολών εισέρχονται εν τέλει στη συστηματική κυκλοφορία όπου κατανέμονται

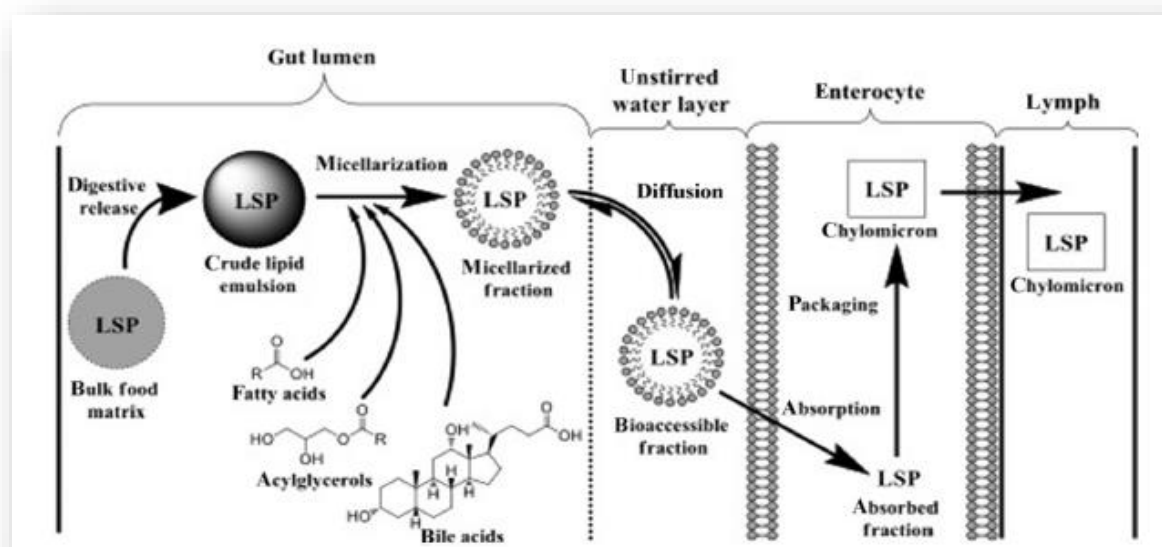
στα όργανα-στόχους [73]. Οι διαδικασίες πέψης και απορρόφησης που εμπλέκονται στη βιοδιαθεσιμότητα των πολυφαινολών απεικονίζονται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2 Διαδικασίες που εμπλέκονται στη βιοδιαθεσιμότητα των πολυφαινολών (Neilson et al.) [72]

Όσον αφορά την απορρόφηση των καροτενοειδών, έχει αναφερθεί πως μετά την πεπτική απελευθέρωση στο στομάχο και το άνω μέρος του λεπτού εντέρου, σχηματίζονται συσσωματώματα (ακατέργαστα σταγονίδια λιπιδικού γαλακτώματος στο γαστρικό χυμό) των υδρόφοβων συστατικών, των οποίων το μέγεθος μειώνεται προοδευτικά. Εν συνέχεια, τα καροτενοειδή κατανέμονται σε μικτά μικκύλια στο λεπτό έντερο, επιτρέποντας τη διαλυτότητά τους στο υδρόφοβο περιβάλλον, καθώς το μικκύλιο διασχίζει το υδατινό στρώμα της επιθηλιακής επιφάνειας του εντέρου [74]. Κατά τη διάχυση στο μη αναδευόμενο υδατινό στρώμα, τα μικτά μικκύλια εφάπτονται του εντερικού επιθηλίου, όπου πραγματοποιείται διάσπαση τους και απελευθέρωση των καροτενοειδών στην επιθηλιακή επιφάνεια. Τα καροτενοειδή απορροφώνται στα εντεροκύτταρα, και μετά την εισδοχή τους σε αυτά, μεταφέρονται στο σύστημα Golgi, με τη βοήθεια της πρωτεΐνης δέσμευσης λιπαρών οξέων (FABP). Εκεί τα καροτενοειδή ενσωματώνονται στα σωματίδια χυλομικρών μαζί με άλλες λιποδιαλυτές ενώσεις, λιπαρά οξέα και την αποπρωτεΐνη B-48 [74]. Αυτά τα χυλομικρά εκκρίνονται στο λεμφικό σύστημα προς μεταφορά μέσω του θωρακικού πόρου και της υποκλείδιας φλέβας στο ήπαρ. Τελικώς, απορροφήσιμα και βιοπροσβάσιμα καθίστανται μόνο τα μυκλιλωμένα καροτενοειδή. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως οι ξανθοφύλλες καθίστανται περισσότερο βιο προσβάσιμες από τα καροτένια,

εξαιτίας της πολικότητάς τους [75]. Οι εμπλεκόμενες στη βιοδιαθεσιμότητα των καροτενοειδών, διαδικασίες απεικονίζονται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3 Διαδικασίες που εμπλέκονται στη βιοδιαθεσιμότητα των λιπόφιλων καροτενοειδών (Neilson et al.) [72]

2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη βιοδιαθεσιμότητα των βιοδραστικών συστατικών

Ο χαμηλός ρυθμός απορρόφησης των βιοενεργών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων οδηγεί σε χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα τους, *in vivo*, καθώς της απορρόφησης τους προηγείται το πέρασμα τους από γαστρεντερικούς φραγμούς. Επιπροσθέτως, η σταθερότητα των βιοδραστικών ενώσεων επηρεάζεται από περιβαλλοντικά ερεθίσματα, όπως το χαμηλό pH, το φως, η θερμότητα και το οξυγόνο [70]. Παραδείγματος χάριν, οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των καροτενοειδών αποδίδονται κυρίως στους ενεργούς συζευγμένους διπλούς δεσμούς τους, που ευκόλως διασπώνται όταν οξειδώνονται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κουρκουμίνη, η οποία παρουσιάζει ευαισθησία σε οξέα περιβάλλοντα, στο φως και τη θερμότητα, εξαιτίας των τριών στενά συνδεδεμένων λιπόφιλων τμημάτων που αποτελούνται από πολλές φαινολικές ομάδες και διπλούς δεσμούς [76].

Επιπλέον, ο χαμηλός ρυθμός διάχυσης των βιοδραστικών συστατικών, μέσω της βλέννας που καλύπτει την επιφάνεια του γαστρεντερικού σωλήνα, δύναται να λειτουργήσει ως ανασταλτικός παράγοντας στην προσβασιμότητά τους στα εντεροκύτταρα για περαιτέρω απορρόφηση [77]. Άλλος ένας παράγοντας που δύναται να επηρεάσει τη βιοδιαθεσιμότητα των βιοενεργών ουσιών, είναι ίδια τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

τους, όπως η χημική δομή, η διαλυτότητα, η λιποφιλικότητα τους. Η υψηλού βαθμού *in vitro* προβλεπόμενη βιοδιαθεσιμότητα έχει συσχετισθεί με υψηλή διαλυτότητα και λιποφιλικότητα των βιομορίων [78, 79]. Κατά τη μεταφορά τους μέσω της εντερικής επιθηλιακής μεμβράνης, η ενδεχόμενη εκροή τους υπό τη δράση μεταφορέων, δύναται να οδηγήσει σε αντιστροφή των βιοενεργών συστατικών στον εντερικό αυλό, αναστέλλοντας τη βιοδιαθεσιμότητά τους [80]. Τέλος, η αλληλεπίδραση των βιοδραστικών ενώσεων με άλλα θρεπτικά συστατικά, όπως πρωτεΐνες ή λίπη, δύναται να οδηγήσει σε μειωμένη προβλεπόμενη βιοδιαθεσιμότητα και εν τέλει βιοδραστικότητά [81].

2.3.4 Μέθοδοι εκτίμησης της βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών *in vitro*

Ο προσδιορισμός της βιοπροσβασιμότητας πριν από την ενίσχυση των τροφίμων με βιοδραστικά συστατικά, κατά την ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, είναι κρίσιμης σημασίας. Ένα ευρύ φάσμα *in vitro* προσεγγίσεων έχει προκύψει και χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της βιοπροσβασιμότητας των βιοδραστικών ενώσεων σε προσομοιωμένη γαστρεντερική οδό. Τις τελευταίες δεκαετίες, μια ποικιλία προσομοιώσεων της γαστρεντερικής οδού (GIT) που κυμαίνονται από μεμονωμένα στατικά έως πολυδιάστατα, δυναμικά συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί ως εργαλεία ελέγχου υψηλής απόδοσης για τον προσδιορισμό της βιοπροσβασιμότητας των βιοενεργών συστατικών. Οι *in vitro* προσεγγίσεις πλεονεκτούν έναντι των *in vivo* μελετών, χάρη στην αναπαραγωγικότητά τους, την ευκολία της δειγματοληψίας, την εξοικονόμηση εργασίας και χρόνου, το χαμηλό κόστος και την αποφυγή ηθικών φραγμών [82, 83].

Στις στατικές μεθόδους, οι φυσιολογικές παράμετροι, συμπεριλαμβανομένου της αναλογίας του γεύματος προς τα πεπτικά υγρά, το pH και οι συγκεντρώσεις ενζύμων διατηρούνται σταθερές σε κάθε φάση της πέψης (δηλαδή στη στοματική, γαστρική και εντερική), ενώ η εκκένωση της πεπτικής οδού δε συμπεριλαμβάνεται στις μμητικές διαδικασίες. Μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες στατικές μεθόδους για τη μέτρηση της βιοπροσβασιμότητας *in vitro* προτάθηκε από τους Garrett et al [84]. Πρόσφατα, προτάθηκε ένα τροποποιημένο και βελτιωμένο πρωτόκολλο προσομοίωσης της πέψης (INFOGEST 2.0), όπου συμπεριλήφθηκε η προσομοίωση της στοματικής φάσης και η χρήση της γαστρικής λιπάσης [85].

Βέβαια, έχουν αναπτυχθεί πιο εξελιγμένα, δυναμικά *in vitro* συστήματα για τη μίμηση μιας σειράς δυναμικών διαδικασιών, όπως οι γαστρεντερικές εκκρίσεις, η γαστρική κένωση και κινητικότητα, αλλά και η απορρόφηση των βιοδραστικών ενώσεων. Τα δυναμικά αυτά μοντέλα δύνανται να παρέχουν βέλτιστη κατανόηση των πεπτικών μηχανισμών, μέσω αξιολόγησης της αλληλεπίδρασης μεταξύ της δυναμικής των πεπτικών υγρών, της μηχανικής του χυμού και της κινητικής της βιοπροσβασιμότητας των βιοενεργών συστατικών [86]. Μερικά από τα πιο αντιπροσωπευτικά δυναμικά μοντέλα που

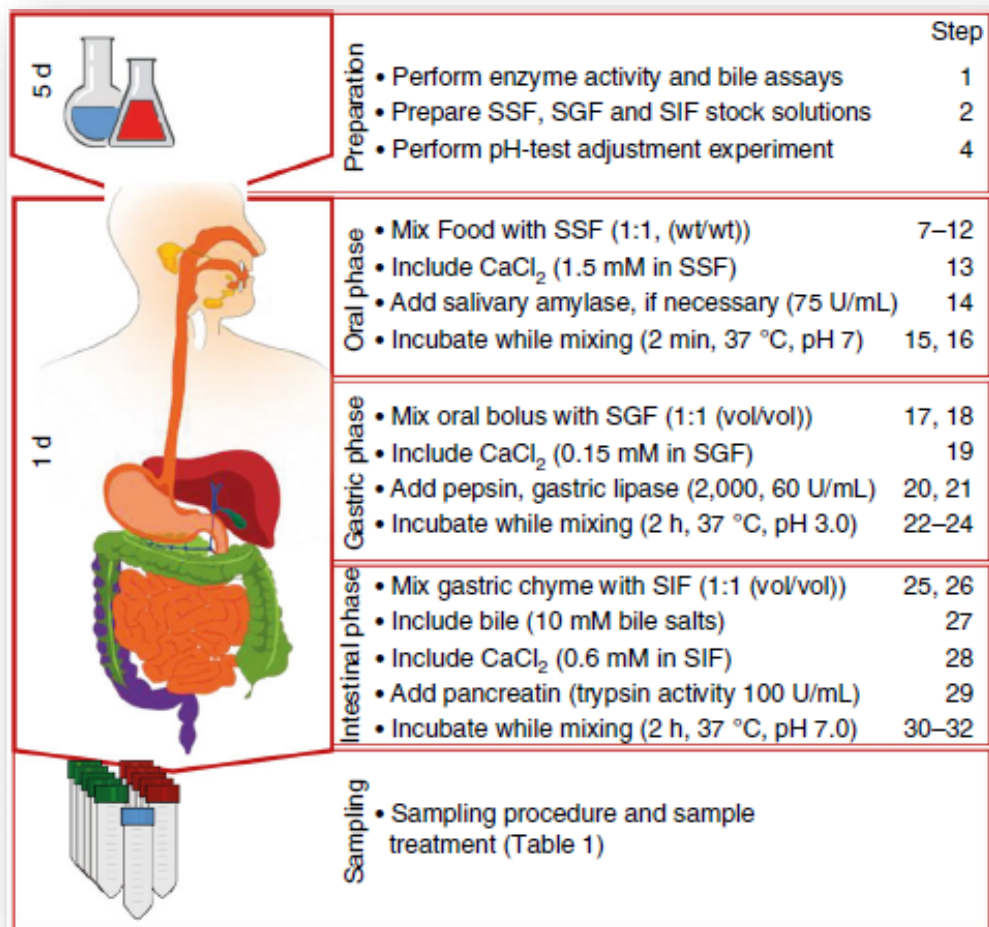
χρησιμοποιούνται τις τελευταίες δεκαετίες περιλαμβάνουν το εντερικό μοντέλο του TNO (TIM), τον Ανθρώπινο Γαστρικό Προσομοιωτή (HGS), το σύστημα DIDGI1, τον προσομοιωτή γαστρικής πέψης (GDS) κ.α. Πιο πρόσφατα, δυναμικά συστήματα προσομοίωσης έχουν κάνει την εμφάνισή τους, όπως το In vitro Mechanical Gastric System (IMGS), το Dynamic In vitro Human Stomach system (DIVHS) και το Gastric Simulation Model (GSM) [12].

2.3.5 Το στατικό μοντέλο προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης INFOGEST των τροφίμων

Το στατικό μοντέλο προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης, INFOGEST, περιλαμβάνει την έκθεση του τροφίμου σε τρεις διαδοχικές φάσεις: τη στοματική, τη γαστρική και την εντερική. Σε αυτή τη μέθοδο οι πειραματικές συνθήκες διατηρούνται σταθερές σε κάθε φάση. Η στοματική φάση περιλαμβάνει αραίωση της τροφής 1:1 (wt/wt) με προσομοιωμένο σιελογόνο υγρό (SSF), με ή χωρίς αμύλαση του σιέλου, και για στερεά ή ημιστερεά τρόφιμα, προσομοίωση της μάσησης. Σε αυτήν την περίπτωση σε συνδυασμό με έκθεση του τροφίμου σε αμύλαση του σιέλου, η προσομοίωση της μάσησης περιορίζεται σε 2 λεπτά σε ουδέτερο pH [85].

Εν συνέχεια, ο βλωμός εκ της στοματικής φάσης υπόκειται σε αραίωση 1:1 (vol/vol) με προσομοιωμένο γαστρικό υγρό (SGF) και γαστρικά ένζυμα (πεψίνη και γαστρική λιπάση), και ακολουθεί αναδευόμενη επώαση σε pH 3,0 για 2 ώρες, για την προσομοίωση της γαστρικής φάσης. Με το πέρας της επώασης ο γαστρικός χυμός αραιώνεται κατά 1:1 (vol/vol) με προσομοιωμένο εντερικό υγρό (SIF), χολικά άλατα και παγκρεατικά ένζυμα (παγκρεατίνη με βάση τη δραστηριότητα της θρυψίνης ή ως μεμονωμένα ένζυμα) και συνεχίζεται η επώαση σε pH 7 για περαιτέρω 2 ώρες, μιμούμενη την εντερική φάση [85].

Οι πειραματικές συνθήκες για τη διαδικασία της πέψης, όπως το pH, ο χρόνος πέψης και η ενζυμική δραστηριότητα, βασίστηκαν σε διαθέσιμα φυσιολογικά δεδομένα της κατάστασης σίτισης για ένα τυπικό γεύμα, όπως περιγράφηκε από τον Minekus et al [87]. Το τελευταίο βήμα της διαδικασίας της μιμητικής πέψης περιλαμβάνει τη δειγματοληψία, επεξεργασία δείγματος, αποθήκευση και επακόλουθη ανάλυση των δειγμάτων. Το διάγραμμα ροής, όπου περιγράφονται οι διαδικασίες και συνθήκες του μοντέλου INFOGEST, απεικονίζεται στην Εικόνα 4.



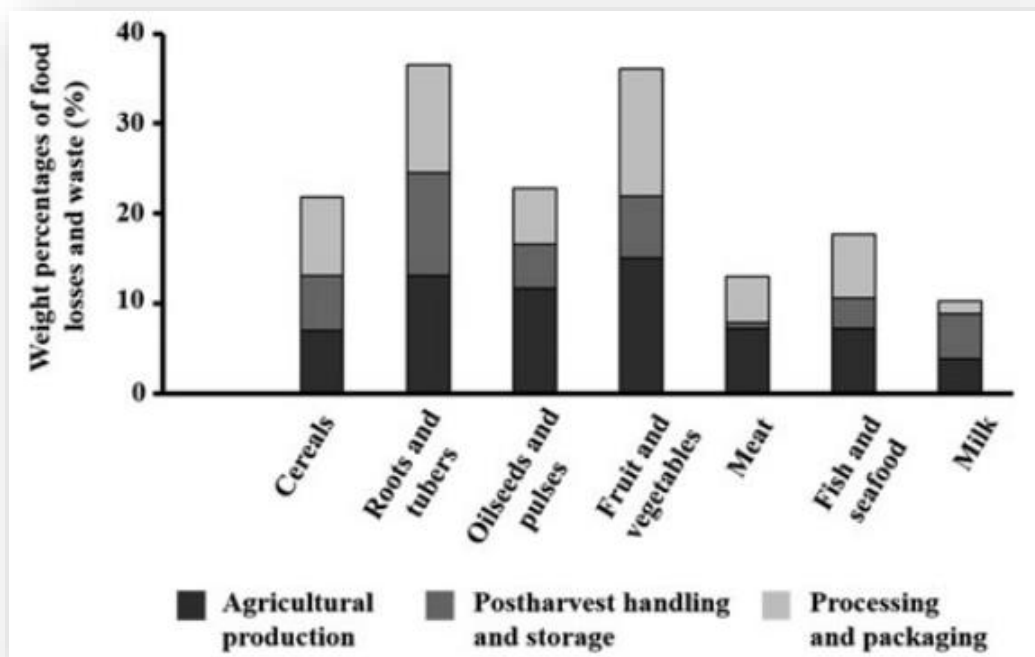
Εικόνα 4 Το διάγραμμα ροής του μοντέλου INFOGEST (Brodkorb et al.)

3. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

3.1. Εισαγωγικά στοιχεία για τα υποπροϊόντα τροφίμων

Τα υποπροϊόντα τροφίμων που απορρίπτονται σε μεγάλες ποσότητες, από τη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων ανά τον κόσμο, αποτελούν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Οι εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας- Food and Agriculture Organization (FAO) υποδεικνύουν πως το ένα τρίτο των παραγόμενων τροφίμων παγκοσμίως που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση (1,3 δισεκατομμύρια τόνοι) καταλήγει απορριπτόμενο [88]. Στις αναπτυσσόμενες χώρες οι απώλεια τροφίμων υπολογίζεται σε άνω του 40%, μετά τη συγκομιδή ή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, λόγω έλλειψης κατάλληλων συνθηκών αποθήκευσης και μεταφοράς. Στις ανεπτυγμένες, βιομηχανικά χώρες παρατηρούνται χαμηλότερες απώλειες, μολονότι άνω του 40% των τροφίμων απορρίπτεται σε επόμενα στάδια, κατά την πώληση ή μετά την κατανάλωση [88]. Τα ποσοστά απορριπτόμενων φρούτων και λαχανικών ανέρχονται σε άνω του 0,5 δισεκατομμυρίου τόνους, παγκοσμίως [89]. Στην Εικόνα 5 απεικονίζεται η παγκόσμια απόρριψη υποπροϊόντων τροφίμων.

Στην Ελλάδα οι σημαντικότερες αγρο-διατροφικές δραστηριότητες εντοπίζονται στη βιομηχανία ελαιολάδου και οίνου (κυρίως στην κεντρική Μακεδονία), που αντιπροσωπεύουν περίπου 8267 και 36.090 τόνους τελικών προϊόντων, αντίστοιχα, των οποίων τα υποπροϊόντα, μαζί με τα υποπροϊόντα επεξεργασίας ρυζιού αποτελούν τις σημαντικότερες αξιοποιήσιμες πηγές του κλάδου [90].



Εικόνα 5 Η παγκόσμια απόρριψη υποπροϊόντων τροφίμων (FAO,2011) [88]

Από μια ανασκόπηση της προέλευσης των υποπροϊόντων τροφίμων, αυτά δύνανται να αποτελούν προϊόντα απόρριψης που προκύπτουν από την επεξεργασία εκτρεφόμενων ζώων (π.χ. σφάγια, δέρμα, σπλάχνα, οστά, λίπος), παραπροϊόντα αλίευσης θαλασσινών (π.χ. δέρμα, οστά, έλαια), απόβλητα της επεξεργασίας γαλακτοκομικών προϊόντων (π.χ. ορός γάλακτος, τυρόπηγμα), είτε εναπομείναντα μέρη της επεξεργασίας τροφίμων φυτικής προέλευσης, όπου περιλαμβάνονται φλούδες, μίσχοι, σπόροι, πίτυρα κ.α [5].

Τα απορρίμματα της επεξεργασίας τροφίμων έχουν ενοχοποιηθεί για περιβαλλοντικά ζητήματα, λόγω διαταραχής της ισορροπίας του οικοσυστήματος, χαμηλής βιολογικής σταθερότητας, υψηλής συγκέντρωση οργανικών ενώσεων, υψηλής ενεργότητας νερού, χαμηλής οξειδωτικής σταθερότητας και βέλτιστης ενζυμικής δραστηριότητας. Επιπλέον, οι μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων τροφίμων, σε συνδυασμό με τη μικροβιακή αποσύνθεσή τους δύνανται να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Επομένως, η αποτελεσματική διαχείριση των υποπροϊόντων τροφίμων καθίσταται ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της βιωσιμότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα [5].

Στην αντίπερα όχθη, η αξιοποίηση των υποπροϊόντων τροφίμων αποτελεί μια δυναμική προσέγγιση στην προοπτική της ανάπτυξης καινοτόμων, λειτουργικών τροφίμων, καθώς υποστηρίζεται πως δύνανται να συνεπικουρεί στη βέλτιστη διαχείριση των διατροφικών αποβλήτων [91].

3.2. Υποπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων

3.2.1. Υποπροϊόντα της βιομηχανίας φρούτων και λαχανικών

Οι βιομηχανίες επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών παράγουν σημαντικές ποσότητες στερεών και υγρών αποβλήτων, τα οποία παρέχουν πολύτιμα συστατικά, υψηλής διατροφικής αξίας. Τα υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών που συσσωρεύονται από τη βιομηχανική επεξεργασία, όπως οι φλούδες, οι μίσχοι, τα τσόφλια, οι σπόροι και η πομάσα, αποτελούν περισσότερο από το ήμισυ της μάζας των φρέσκων φρούτων. Τα υγρά απόβλητα της επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών, συνήθως αποτελούν ακατέργαστα εκχυλίσματα και νερό πλύσης [92].

Τα επικαιροποιημένα δεδομένα υποδηλώνουν πως το μεγαλύτερο μέρος της προόδου στην αξιοποίηση των υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών, αποδίδεται στην ανάπτυξη νέων τροφίμων. Οι έρευνες έχουν επικεντρωθεί κυρίως σε υποπροϊόντα μπανάνας, μήλου, σταφυλιού, μάνγκο, εσπεριδοειδών και μούρων. Όπως θα ήταν αναμενόμενο, βάση της ετήσιας παραγωγής φρούτων, τα μήλα και τα σταφύλια καθίστανται τα περισσότερο επεξεργασμένα φρούτα παγκοσμίως, και ειδικότερα για την παρασκευή χυμού και ποτών, επομένως η φλούδα και η πομάσα δύνανται να αξιοποιηθούν σε μεγάλες ποσότητες [92]. Τα εναπομείναντα μέρη της επεξεργασίας μήλου, όπως η φλούδα, ο πολτός, η υπολειμματική σάρκα, ο πυρήνας με σπόρους και μίσχους, είναι πλούσια σε αξιοποιήσιμους πολυσακχαρίτες, φαινολικές ενώσεις και φαινολικά οξέα. Σύμφωνα με διεθνείς στατιστικές, τα σταφύλια αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος στην καλλιέργεια φρούτων ανά τον κόσμο, με ετήσια παραγωγή άνω των 75 εκατομμυρίων τόνων παγκοσμίως. Στο πλαίσιο αυτό, η παραγωγή προϊόντων σταφυλιών οδηγεί σε μεγάλες ποσότητες απορριπτόμενων υποπροϊόντων, όπως τα στέμφυλα, οι φλούδες και οι σπόροι που προκύπτουν από την οινοποίηση [93].

Στο περικάρπιο, τη φλούδα και τους σπόρους εξωτικών φρούτων με μεγάλη παραγωγή παγκοσμίως, όπως ο καφές, η μακαντάμια, ο ανανάς, η παπάγια και το μάνγκο συναντώνται, επίσης πολύτιμες ενώσεις με ιδιαίτερο λειτουργικό ενδιαφέρον [93]. Υφίστανται αναφορές για την αποτελεσματική αξιοποίηση του αλεύρου μπανάνας, το κύριο υποπροϊόν που λαμβάνεται από τον πολτό των πράσινων μπανανών, έπειτα από ξήρανση και άλεση του πολτού των ελαττωματικών φρούτων. Επιπλέον, υφίσταται η δυνατότητα εξαγωγής αιθερίων ελαίων, εκχυλισμάτων, αλλά και πηκτίνης, από τις φλούδες εσπεριδοειδών. Βέβαια, λόγω της υψηλής συτυπτικότητάς τους, η χρήση φλοιών εσπεριδοειδών ως υποπροϊόντων στα τρόφιμα είναι λιγότερο συχνή. Η πλειονότητα των μελετών για τα εσπεριδοειδή εστιάζει στην αξιοποίηση των ινών τους, οι οποίες δύνανται να ληφθούν κατά την ανάκτηση αιθερίων ελαίων.

Μεταξύ των υποπροϊόντων που απορρίπτονται έπειτα από την επεξεργασία λαχανικών, τα υποπροϊόντα τομάτας καταλαμβάνουν εξέχουσα θέση στην ερευνητική

φαρέτρα, λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε λυκοπένιο. Επιπροσθέτως, η φλούδα, οι κορυφές και οι ρίζες διαφόρων λαχανικών, όπως καρότου και πατάτας, έχουν προταθεί ως πιθανά λειτουργικά υποπροϊόντα που δύνανται να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή νέων τροφίμων, ιδιαίτερα μέσω εξαγωγής αιθερίων ελαίων [93, 94].

Πρόσφατα, οι πυρήνες μούρων, αλλά και τα υποπροϊόντα πορτοκαλιού, φρούτων του πάθους και καρπουζιού, προτάθηκαν για την παραγωγή πρεβιοτικών αλεύρων. Επιπροσθέτως, νεότερες εφαρμογές έχουν προταθεί για την επαναχρησιμοποίηση πυρήνων μήλου και φλουδών μπανάνας, μάνγκο και πορτοκαλιού, στην παραγωγή φυτικών ινών και πηκτινικών μέσων. Παρομοίως, στελέχη και φύλλα διαφόρων λαχανικών, όπως καρότου, κολοκυθιού, ρόκας, κουνουπιδιού κ.α. έχουν χρησιμεύσει για την παραγωγή καινοτόμων αλεύρων, ζυμώσιμων σακχάρων, αλλά και για τον εμπλουτισμό χυμών φρούτων [94].

3.2.2. Υποπροϊόντα της βιομηχανίας δημητριακών και σιτηρών

Κατά τη διαδικασία άλεσης, τα πύτυρα, τα φύτρα και τα στρώματα αλευρώνης του ενδοσπερμίου δημητριακών και σιτηρών, αλλά και το περικάρπιο και οι πυρήνες, εξαγονται της γραμμής παραγωγής και καταλήγουν σε απόρριψη. Τα υποπροϊόντα αυτά της ξηρής άλεσης, αποτελούν πλούσιες πηγές βιολειτουργικών μορίων, ενώ η βιοδραστικότητά τους ποικίλει, αναλόγως της διεργασίας στην οποία έχουν υποβληθεί. Η βυνοποίηση, η ζυθοποιία και απόσταξη των δημητριακών και σιτηρών καταλήγουν σε παραγωγή διαφόρων υποπροϊόντων, που καθίστανται ελκυστικά ως πρώτες ύλες για τη δημιουργία καινοτόμων τροφίμων [95].

Η άλεση του ρυζιού δύνανται να αποδώσει υποπροϊόντα που αποτελούνται από 20% φλοιούς, 8% πύτυρα και 2% φύτρα, βρίσκοντας διευρυμένες εφαρμογές στην επιστήμη των λειτουργικών τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, τα υποπροϊόντα ρυζιού χρησιμοποιούνται ευρέως για την ενίσχυση αρτοποιημάτων, παγωτών και ζυμαρικών, είτε για την παραγωγή τροφίμων, ελευθέρων γλουτένης [5]. Επιπλέον, τα φύτρα ρυζιού και καλαμποκιού έχουν αναφερθεί ως πιθανά λειτουργικά συστατικά για την εξαγωγή βιοδραστικών ελαίων. Τα πύτυρα σίτου χρησιμοποιούνται τα τελευταία έτη για την αντικατάσταση αλεύρων που προκύπτουν από την άλεση ολόκληρου του καρπού. Η αποφλοιώση του σίτου οδηγεί στην παραγωγή υποπροϊόντων προστιθέμενης αξίας, αποδεικνύοντας τη δυνατότητα αξιοποίησης τους σε νέα λειτουργικά τρόφιμα, όπως νέων τύπων ψωμιού και ζυμώμενων προϊόντων με βάση τα δημητριακά [95]. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως τα υποπροϊόντα επεξεργασίας του κριθαριού αποδεικνύονται χρήσιμα κατά την παραγωγή λειτουργικών ζυμαρικών, ενώ έχει αναφερθεί και η αποτελεσματική αξιοποίηση της β-γλυκάνης που παρέχεται από τα κλάσματα του περικαρπίου, αλευρώνης και υποαλευρώνης της βρώμης [95].

3.2.3. Λοιπά υποπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων

Τις τελευταίες δεκαετίες, μια ανοδική πορεία έχει καταγραφεί στις δραστηριότητες τη βιομηχανίας ελαιολάδου, ιδίως σε μεσογειακές χώρες (Ελλάδα, Ιταλία κ.α.), καθώς το ελαιόλαδο καταλαμβάνει εξέχουσα θέση στην πυραμίδα της Μεσογειακής διατροφής. Το σενάριο επαναχρησιμοποίησης των υποπροϊόντων της επεξεργασίας ελαιολάδου, αποτέλεσε ενθαρρυντικό παράγοντα στις προσπάθειες ανάπτυξης καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων. Κατά την παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου, τεράστιες ποσότητες βιομάζας, που περιλαμβάνει πυρήνες, πυρηνέλαιο, πομάσα και υγρά απόβλητα (κατσιγάρος), αλλά και φύλλα ελιάς, απορρίπτονται στο περιβάλλον. Τα υποπροϊόντα αυτά περιέχουν στη σύστασή τους πολλά υποσχόμενες ενώσεις, οι οποίες αισίως έχουν αποσπάσει την προσοχή των ερευνητών [96]. Η αξιοποίηση των εκχυλισμάτων των παραπροϊόντων ελαιολάδου, έγκειται κυρίως σε εφαρμογές ζυμούμενων προϊόντων, σε ενίσχυση του αντιοξειδωτικού δυναμικού ραφιναρισμένων ελαίων, αλλά και σε ενίσχυση προϊόντων κρέατος, για την καθυστέρηση της οξείδωσης [96].

Εκτός των λοιπών, τα υποπροϊόντα της βιομηχανίας ψαριών και θαλασσινών (σάρκα και λίπος ψαριών, υδρολύματα καθαρισμού ψαριών, υπολείμματα μαλακόστρακων-καρκινοειδών κ.α.), αλλά και της επεξεργασίας προϊόντων κρέατος (σφάγια, δέρμα, κόκκαλα, λιπαροί ιστοί, οπλές κ.α.) επιδεικνύουν ενδιαφέρον για την επαναχρησιμοποίηση τους προς εμπλουτισμό συμβατικών τροφίμων [5]. Τέλος, ιδιαίτερο διατροφικό ενδιαφέρον, παρουσιάζουν τα υποπροϊόντα της επεξεργασίας γαλακτοκομικών προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα, ο ορός γάλακτος, έχει αναφερθεί για τη δυνατότητα χρησιμοποίησης του προς άμεση βιοσύνθεση βιοενεργών μειγμάτων, συνεισφέροντας στην καινοτόμο παραγωγή τροφίμων. Επιπροσθέτως, το τυρόπηγμα δύναται να επαναχρησιμοποιηθεί ως προβιοτικό συστατικό των λειτουργικών τροφίμων [5].

3.3. Βιοδραστικά συστατικά των υποπροϊόντων των τροφίμων

3.3.1. Βιοδραστικά συστατικά των υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών

Το επιστημονικό ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί στην ανάκτηση φυτικών ινών, φαινολικών ουσιών και άλλων βιοδραστικών συστατικών, από τα υποπροϊόντα της επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών. Μελέτες αποκαλύπτουν πως μια πληθώρα φυτοχημικών συναντώνται σε αφθονία στις φλούδες, τους σπόρους και άλλα απορριπτόμενα μέρη. Ειδικότερα, η αντιοξειδωτική δραστηριότητα που αποδίδουν διάφορα υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών, παρουσιάζεται σημαντικά υψηλότερη από τα αντίστοιχα, βρώσιμα μέρη [97]. Χαρακτηριστικά, έχει αναφερθεί πως η φλούδα αβοκάντο, σταφυλιών,

κιτροειδών, αλλά και οι σπόροι των jackfruits και του μάνγκο διαθέτουν 15% υψηλότερες συγκεντρώσεις πολυφαινόλων σε σύγκριση με την πομάσα [98].

Μία από τις κύριες βιοδραστικές ενώσεις που λαμβάνονται από αγροτοβιομηχανικά υποπροϊόντα είναι οι πολυφαινόλες, με αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Ο πυρήνας και η φλούδα του μήλου και του σταφυλιού είναι γνωστό πως διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε προκυανιδίνη (φλαβονοειδή) και φαινολικά οξέα, ενώ ο πυρήνας του σταφυλιού αποτελεί αξιοσημείωτη πηγή ανθοκυανινών, φλαβονολών (φλαβονοειδή) και γαλλικού οξέος (φαινολικό οξύ) [92]. Επιπλέον, στη δομή της φλούδας των κιτροειδών (λεμόνι, πορτοκάλι, μανταρίνι κ.α.) έχουν ταυτοποιηθεί πολυάριθμοι δευτερογενείς μεταβολίτες, όπως τερπενοειδή, καροτενοειδή, κουμαρίνες, φουρανοκουμαρίνες και φλαβονοειδή, ιδιαίτερα φλαβονόνες και πολυαιθοξυλιωμένα φλαβόνες [99]. Οι σπόροι μάνγκο έχουν χαρακτηριστεί ως βιο-απόβλητα, καθώς παρουσιάζουν υψηλό φαινολικό δυναμικό, ενώ έχουν προσδιορισθεί σε αυτούς και πολύτιμα καροτενοειδή. Επιπλέον, τόσο στη φλούδα του μάνγκο, όσο και στο σπόρο, συναντώνται σημαντικές ποσότητες γαλλικού οξέος, υδρολυομένες ταννίνες, κατεχίνες και άλλα φαινολικά, με ισχυρή αντιοξειδωτική δραστηριότητα [99]. Τα υποπροϊόντα αβοκάντο παρουσιάζουν ένα διακριτό φαινολικό προφίλ. Ειδικότερα, η αντιοξειδωτική δράση της φλούδας έχει αποδειχθεί υψηλότερη από αυτή των σπόρων και του πολτού, εξαιτίας της τριπλάσιας περιεκτικότητάς της σε πολυφαινόλες, κυρίως παράγωγα επικατεχίνης και χλωρογενικά παράγωγα [100].

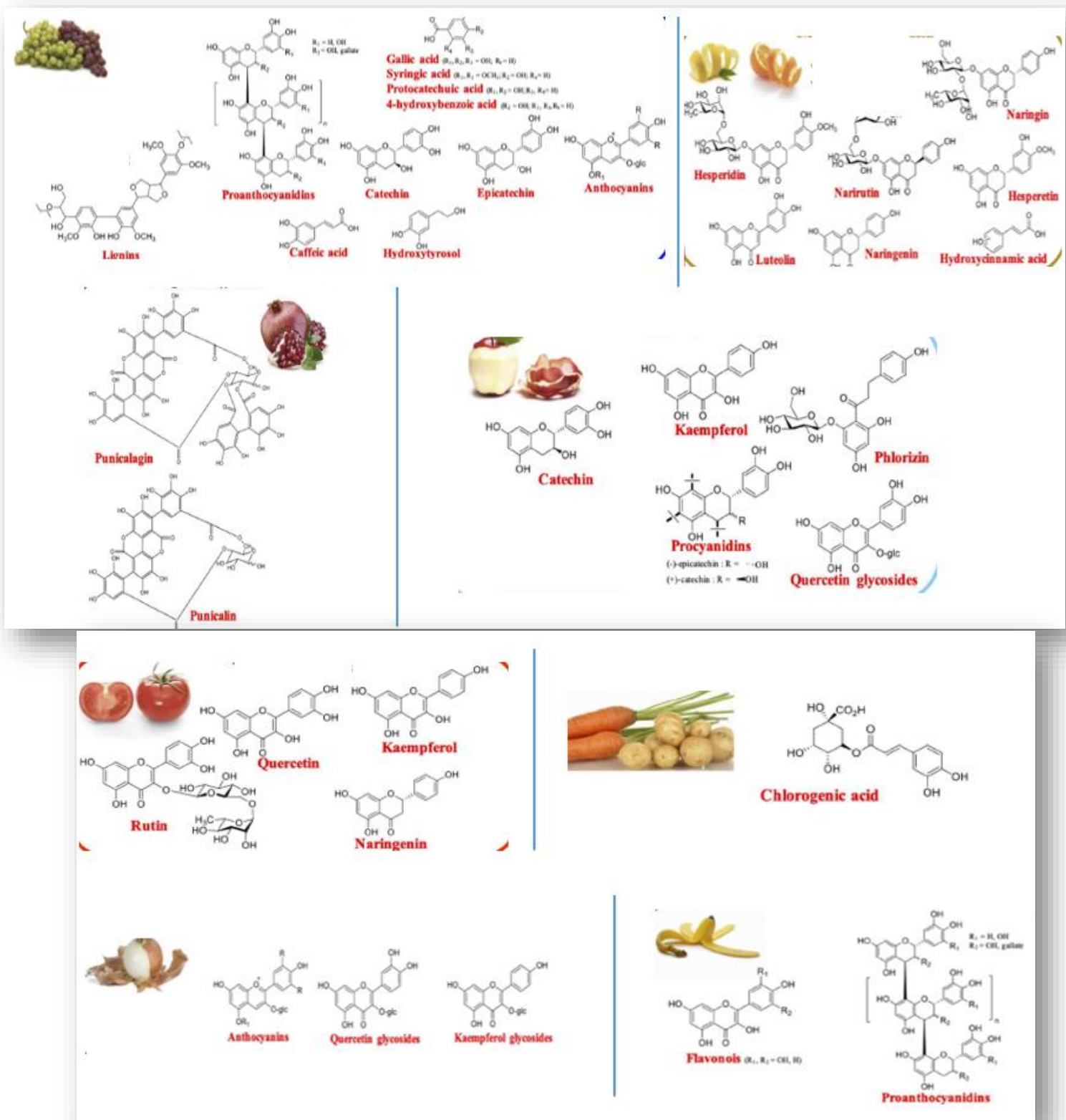
Αναφορικά με τα υποπροϊόντα των πυρηνόκαρπων, έχει αναφερθεί πως τόσο ο πυρήνας, όσο η πομάσα και η φλούδα των πυρηνόκαρπων φρούτων (ροδάκινο, δαμάσκηνο κ.α.), είναι πλούσια σε βιοενεργές φαινόλες, καροτενοειδή, τοκοφερόλες, φυτοστερόλες κ.α., παρουσιάζοντας ισχυρές αντιοξειδωτικές και αντιδιαβητικές δραστηριότητες. Επιπροσθέτως, η αντιοξειδωτική ικανότητα που έχει προσδιορισθεί στη φλούδα, την πούλπα και τους σπόρους των ροδιών, αποδίδεται κυρίως στο πολυφαινολικό τους περιεχόμενο, κυρίως σε φλαβονοειδή, ταννίνες, οργανικά και φαινολικά οξέα [101]. Τα υποπροϊόντα των μούρων χαρακτηρίζονται για την υψηλή περιεκτικότητά τους σε φαινολικά, ιδιαίτερα ανθοκυανίνες (φλαβονοειδή), με υψηλή αντιοξειδωτική δραστηριότητα. Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί πως οι ανθοκυανίνες είναι υδατοδιαλυτές φυτικές χρωστικές που προσδίδουν κόκκινο, μωβ και μπλε χρώμα, και δύνανται να ανακτηθούν από το φλοιό διαφόρων φρούτων και λαχανικών, όπως το καρπούζι, το μήλο, τα κόκκινα σταφύλια, τα κεράσια κ.α. [91].

Την τελευταία δεκαετία, οι φλούδες μπανάνας, που αντιπροσωπεύουν περίπου το 35% του συνολικού βάρους των φρούτων, κέρδισαν την προσοχή των ερευνητών, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητάς τους σε φαινόλες (υδροξυκιναμωμικά οξέα), φλαβονοειδή, φυτοστερόλες, καροτενοειδή, ανθοκυανίνες και άλλα φυτοχημικά με αντιοξειδωτικές ιδιότητες όπως η ντοπαμίνη και η L-DOPA. Μάλιστα, ορισμένες φυτοχημικές ουσίες αναφέρθηκαν ότι παρέχονται σε υψηλότερες ποσότητες από τη φλούδα από τον πολτό της μπανάνας (π.χ. οι γαλλοκατεχίνες ποσοτικοποιήθηκαν πενταπλάσιες σε συγκέντρωση στη φλούδα) [100].

Μια πληθώρα βιοδραστικών συστατικών έχουν κατά καιρούς προσδιορισθεί και σε υποπροϊόντα της επεξεργασίας λαχανικών. Μεταξύ αυτών εξεχούσης σημασίας καθίστανται τα καροτενοειδή που δύνανται να ανακτηθούν από τη φλούδα τομάτας και καρότου, λόγω της υπέρογκης παραγωγής τους παγκοσμίως. Ειδικότερα, η φλούδα της τομάτας έχει χαρακτηρισθεί ως το υποπροϊόν με την υψηλότερη συγκέντρωση λυκοπενίου και φαινολικών ενώσεων (φλαβονοειδές ναριγγενίνη), ενώ στους σπόρους αυτής συναντώνται φαινολικά και άλλα δραστικά συστατικά. Αξιοσημείωτο είναι πως στα υποπροϊόντα τομάτας έχουν προσδιορισθεί υψηλότερες συγκεντρώσεις φαινολικών από ότι στον πολτό [102]. Επιπλέον, τα καροτενοειδή που παρέχονται κατά κόρον από τη φλούδα του καρότου, διαφέρουν ανάλογα της ποικιλίας, καθώς το β- και το α-καροτένιο που απαντώνται στα πορτοκαλί καρότα, κυμαινόμενα μεταξύ 13-40% και 44-79% του συνόλου, αντίστοιχα, ενώ το λυκοπένιο αποτελεί το κύριο καροτενοειδές που συναντάται στην κόκκινη ποικιλία.

Επιπροσθέτως, από τους μίσχους και τα φύλλα του πατζαριού δύνανται να ανακτηθούν πολύτιμες ενώσεις όπως φαινολικά, βεταλαΐνες και καροτενοειδή [102]. Αναφορικά με τα απορριπτόμενα μέρη της επεξεργασίας του κρεμμυδιού, σημειώνεται, πως έχει βρεθεί μεγαλύτερη συγκέντρωση φλαβονολών (κυρίως κερκετινης) στην εξωτερική φλούδα των κρεμμυδιών από ό,τι στα άλλα μέρη του βολβού, επιδεικνύοντας σημαντικές αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις και προστατευτικές ιδιότητες. Εκτός των προαναφερθέντων, άλλα λαχανικά που έχουν ερευνηθεί για τα βιοδραστικά συστατικά που διαθέτουν μέσω των υποπροϊόντων τους, είναι το σκόρδο, το κουνουπίδι, η αγκινάρα, η πατάτα κ.α. [100]. Στην Εικόνα 6 συνοψίζονται οι σημαντικότερες πηγές φαινολικών ουσιών, από υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών.

Θα αποτελούσε παράλειψη αν δεν αναφέραμε πως τα υποπροϊόντα της επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών να προσφέρουν και μια πληθώρα φυτικών ινών και άλλων βιοενεργών μορίων, τα οποία καθίστανται αξιοποιήσιμα στην καινοτόμο ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων.



Εικόνα 6 Τα σημαντικότερα υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών, ως πλούσιες πηγές φαινολικών ενώσεων. [102]



Εικόνα 7 Οι σημαντικότερες πηγές καροτενοειδών, εκ των υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών [102]

3.3.2. Βιοδραστικά συστατικά των υποπροϊόντων δημητριακών και σιτηρών

Βασιζόμενοι στον κρίσιμο ρόλο των δημητριακών και σιτηρών, στη μεσογειακή διατροφή, και δεδομένου του εύρους της αγρο-βιομηχανικής επεξεργασίας την οποία αυτά επιδέχονται, κρίνεται αναγκαία η διερεύνηση και αξιοποίηση των βιοενεργών συστατικών των υποπροϊόντων που προκύπτουν.

Στα φύτρα καλαμποκιού, συναντώνται σε αξιόλογες ποσότητες, βιοδραστικές ενώσεις όπως ταννίνες και καροτενοειδή, ενώ στα πίτυρα σημειώνονται πολύτιμες διατητικές ίνες, φαινολικές ουσίες και πρωτεΐνες. Αρκετές μελέτες μαρτυρούν πως τα πίτυρα καλαμποκιού περιέχουν περισσότερο φερουλικό οξύ από άλλα πίτυρα δημητριακών (2,8–3,1 g/100 g πίτυρο καλαμποκιού), καθιστώντας το ένα υποπροϊόν με υψηλή αντιοξειδωτική δράση [103]. Αντιστοίχως, στα πίτυρα σίτου περιέχονται φυτικές ίνες, καθώς και ένα ευρύ φάσμα βιολογικά δραστικών ενώσεων, όπως αλκυλρεσορκινόλη, φερουλικό οξύ, β-γλυκάνη και αραβινοξυλάνη, ενώ στο φύτρο του συναντώνται σημαντικές ποσότητες βιοδραστικών ενώσεων, όπως τοκοφερόλες, φυτοστερόλες, καροτενοειδή κ.α. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί πως τα πίτυρα ρυζιού, που αντιπροσωπεύουν το 10% του συνολικού ορυζώματος, και εκτός των διαλυτών ινών, παρουσιάζουν σημαντική περιεκτικότητα σε βιοδραστικά φυτοχημικά υψηλής διατροφικής αξίας, συμπεριλαμβανομένων των φαινολικών ενώσεων, του φυτικού οξέος, ορυζανόλης και τοκοφερολών [103]. Το κέλυφος των κόκκων ρυζιού δύναται να παρέχει πολυφαινολικές ενώσεις, συμπεριλαμβανομένου του πυριτίου και της λιγνίνης, επιδεικνύοντας ισχυρό αντιοξειδωτικό δυναμικό.

Κατά τη διερεύνηση των αξιοποιήσιμων υποπροϊόντων της επεξεργασίας σιτηρών και δημητριακών, πολυάριθμες μελέτες εφιστούν την προσοχή τους στις βιοδραστικές ενώσεις των υποπροϊόντων σιτηρών εκ της ζυθοποιίας. Πρόκειται για ένα μείγμα από φλοιούς κόκκων βύνης κριθαριού, αναμεμειγμένων με μέρη του περικαρπίου, στοιβάδες του περιβλήματος των σπόρων και θραύσματα του ενδοσπερμίου. Τα υφιστάμενα στοιχεία υποδηλώνουν πως το κύριο υποπροϊόν της ζυθοποιίας αντιπροσωπεύει μια πλούσια πηγή φαινολικών, φερουλικού και γαλλικού οξέος, συριγγικών οξέων, κατεχινών και καμπεφερόλης [103].

3.3.3. Βιοδραστικά συστατικά υποπροϊόντων λοιπών τροφίμων

Τα πρόσφατα επιστημονικά δεδομένα προτείνουν πως τα υποπροϊόντα της βιομηχανίας ελαιολάδου (πομάσα, υγρά απόβλητα) περιέχουν δυναμικές ποσότητες φαινολικών ενώσεων (υδροξυτυροσόλη, ελευρωπαϊνη, τυροσόλη κ.α.) με εξέχουσα βιοδραστική ικανότητα. Επιπλέον, οι εναπομείναντες πυρήνες, οι φλούδες, τα στέμφυλα και η οινολάσπη, από την παραγωγική διαδικασία του κρασιού, δύνανται να παρέχουν πολύτιμα φαινολικά συστατικά για τη δημιουργία τροφίμων υψηλής προστιθέμενης αξίας [104].

Η αναθεωρημένη βιβλιογραφία επικεντρώνεται στη χρήση των φύλλων, της πομάσας και των πυρήνων ελιάς, ως πολύτιμες αντιοξειδωτικές πηγές. Ένα πλήθος φαινολικών ενώσεων έχει ταξινομηθεί με βάση τη μοριακή δομή τους, στα φύλλα ελιάς, από απλές φαινόλες (τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη), λιγνάνες, σεκοϊριδοειδή παράγωγα με κυρίαρχη την ελευρωπαϊνη, φαινολικά οξέα (καφεϊκό, κινναμωμικό, συριγγικό κ.α.). Τα απόβλητα της ελαιουργίας, η πομάσα και οι πυρήνες, φαίνεται να χαρακτηρίζονται από το βιοδραστικό σκουαλένιο που περιέχουν, σε συνδυασμό με διάφορα φυτοχημικά, όπως φαινολικά, τοκοφερόλες, κερκετίνη, ολιγοσακχαρίτες και ζυμώσιμα σάκχαρα, καθώς και λινολεϊκό οξύ. Αυτά τα βιο-απόβλητα της ελαιουργίας παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον αξιοποίησης.

Όπως έχει προαναφερθεί, κατά την επεξεργασία των αλιευμάτων και θαλασσινών, τα απόβλητα μέρη της σάρκας, των οστών, του κελύφους, απορρίπτονται. Παρά ταύτα, τα υποπροϊόντα αυτά θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως σημαντικά θρεπτικά συστατικά προστιθέμενης αξίας και λειτουργικά συστατικά των τροφίμων, αφού διαθέτουν πληθώρα βιοενεργών μορίων, όπως ω-3 λιπαρά, βιοδραστικά πεπτιδία, χιτοζάνη και γλυκοζαμίνες [5]. Τέλος, ο ορός του γάλακτος που απορρίπτεται από τη γαλακτοβιομηχανία, έχει αποδειχθεί ως ένα λειτουργικό συστατικό με πολλά υποσχόμενες δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης, καθώς δύναται να παρέχει βιοδραστικές πρωτεΐνες αλλά και μεμονωμένα πεπτιδία, εμφανίζοντας ιδιαίτερο τεχνολογικό ενδιαφέρον [105].

3.4. Μέθοδοι ανάκτησης των βιοδραστικών συστατικών εκ των υποπροϊόντων τροφίμων

Στο παρελθόν, ένα πλήθος μεθόδων έχει χρησιμοποιηθεί για την εκχύλιση βιοενεργών μορίων από στερεά και υγρά υποπροϊόντα των τροφίμων. Οι παραδοσιακές μέθοδοι περιλαμβάνουν: εκχύλιση στερεού-υγρού, εκχύλιση Soxhlet και εκχύλιση υγρού-υγρού. Παρά ταύτα, οι μέθοδοι αυτοί μειονεκτούν, λόγω υψηλής κατανάλωσης διαλυτών και ενέργειας, κινδύνων που προκύπτουν εκ της θερμικής υποβάθμισης των ασταθών συστατικών, και των χρονοβόρων διαδικασιών.

Η πλειονότητα των πρόσφατων μελετών έχει εξελιχθεί γύρω από πιο «πράσινες» μεθόδους, όπως η υπερκρίσιμη εκχύλιση με βάση το διοξείδιο του άνθρακα, η υποβοηθούμενη από μικροκύματα εκχύλιση και η εκχύλιση υπερήχων. Η εφαρμογή των μικροκυμάτων και υπερήχων καθίσταται πλέον, ευρέως αποδεκτή λόγω της ευκολίας τους για υποστρώματα υψηλής υγρασίας [89].

3.5. Η προοπτική της ανάπτυξης καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, μέσω αξιοποίησης των υποπροϊόντων

Η αυξανόμενη ανάγκη αξιοποίησης των βιοδραστικών συστατικών που ανακτώνται από τα υποπροϊόντα των τροφίμων, έχει αναδειχθεί σε ένα πλήθος μελετών, ειδικά την τελευταία δεκαετία. Ένα πλήθος εναλλακτικών λύσεων έχει προταθεί για την επαναχρησιμοποίηση των παραπροϊόντων για τον εμπλουτισμό των τροφίμων ή ακόμα και για την ενθυλάκωση και την προστασία των βιοδραστικών ενώσεων, κατά τις διαδικασίες ανάπτυξης καινοτόμων τροφίμων [106].

Εκτός από τη χρήση αλεύρου που προκύπτει από υποπροϊόντα ανανά, σε μπισκότα και μπάρες δημητριακών, άλλες μελέτες έχουν αποδείξει την τεχνολογική και διατροφική τους βιωσιμότητα σε γαλακτοκομικά είτε μαγειρευτά προϊόντα κρέατος. Αξιοσημείωτη είναι μια προσπάθεια δημιουργίας καινοτόμων αζύμων ψωμιών, εμπνευσμένων από μια συνταγή με ρίζες από την Ινδία, ενισχυμένων με άλευρα από πυρήνα (9%), φλούδα παπάγιας (9%) και φλούδα καρπουζιού (3%). Τα άλευρα υποπροϊόντων μπανάνας έχουν αναφερθεί για τη χρήση τους προς αντικατάσταση ως και 50% ζωικού λίπους, σε λειτουργικά λουκάνικα [107]. Επιπροσθέτως, οι Lucera et al. μελέτησαν τις φυσικοχημικές και τις αισθητηριακές ιδιότητες ενός αλειφόμενου τυριού, εμπλουτισμένου με άλευρα από υποπροϊόντα (φλούδα σταφυλιού, φλούδα ντομάτας, μπρόκολο, πίτυρο καλαμποκιού και αγκινάρες). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το ενισχυμένο με αντιοξειδωτικά συστατικά από τα προαναφερθέντα υποπροϊόντα, αλειφόμενο τυρί, παρουσίασε υψηλότερο φαινολικό περιεχόμενο και αντιοξειδωτική ικανότητα από το αντίστοιχο μη ενισχυμένο [20] [108].

Μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή αναφέρθηκε από τους Ackar et al., όπου μελετήθηκε η επαναχρησιμοποίηση υποπροϊόντων σιτηρών εκ της ζυθοποιίας, πολτού ζαχαρότευτλων και αιθερίου ελαίου από πυρήνες μήλου, προς παραγωγή καινοτόμων σνακ καλαμποκιού. Από τη μελέτη αυτή διαπιστώθηκε πως το καινοτόμο αυτό, λειτουργικό σνακ γνώρισε την αποδεκτικότητα των καταναλωτών, εξαιτίας των βελτιωμένων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του [109]. Μια εναλλακτική λύση για τη χρήση πιτύρων ρυζιού προτάθηκε πρόσφατα από τους Martillanes et al., οι οποίοι ανέπτυξαν μια καινοτόμο μαγιονέζα, καθώς θεωρήθηκε το ιδανικό μοντέλο λόγω του γαλακτώματος λαδιού σε νερό χαμηλού pH, ενισχυμένης με ένα εκχύλισμα πιτύρων ρυζιού, επιδεικνύοντας υψηλή αντιοξειδωτική δραστηριότητα [110].

Ένα πλήθος προσφάτων μελετών καταδεικνύουν τη βελτίωση της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικά και της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας, κατά την παραγωγή καινοτόμων τροφίμων, μέσω ενσωμάτωσης εκχυλισμάτων υποπροϊόντων. Για παράδειγμα, η προσθήκη 500 mg εκχυλισματος φλούδας ροδιού σε 100 mL χυμού μήλου μείωσε τη σχετική συγκέντρωση ελεύθερων ριζών κατά 5%, ενώ η συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά αυξήθηκε κατά 19%. Η προσθήκη εκχυλισματος φλοιού και πομάσας πορτοκαλιού σε χυμό καρότου οδήγησε σε ενίσχυση της αντιοξειδωτικής δράσης του χυμού. Επιπροσθέτως, Οι Larrosa et al. ανέφεραν πως η προσθήκη ενός φαινολικού εκχυλισματος υποπροϊόντος αγκινάρας σε χυμό ντομάτας είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερη *in vitro* αντιοξειδωτική δράση. Η φλούδα και το στέλεχος του κρεμμυδιού, έχουν προταθεί ως πιθανά αντιοξειδωτικά πρόσθετα λόγω των αντιοξειδωτικών και αντιμικροβιακών ιδιοτήτων τους [111].

Τα υποπροϊόντα φρούτων π.χ. πομάσα και φλούδα δύνανται να επαναχρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της βιοδραστικότητας των σπορελαίων, αλλά και γαλακτοκομικών προϊόντων (γιαούρτι, ζυμούμενου γάλα). Οι σπόροι και η φλούδα ροδιού, η φλούδα αμυγδάλου και φουντουκιού, η πομάσα ελιάς και το πίτυρο ρυζιού έχουν προταθεί για το σκοπό αυτό, εμπλουτίζοντας τα τελικά προϊόντα με πολυφαινολικές ενώσεις [112]. Επιπλέον, έχει αναφερθεί πως η ενίσχυση πουρέ μεικτών φρούτων με ένα εκχύλισμα στέμφυλων βατόμουρου (2%) οδήγησε σε 2-3 φορές αύξηση της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικές ουσίες, βελτιώνοντας τις λειτουργικές ιδιότητες του προϊόντος [113].

Υφίστανται ενδείξεις πως τα περισσότερα υποπροϊόντα τροφίμων καθίστανται πιθανά πρεβιοτικά, ως πηγές φαινολικών ενώσεων, ζυμώσιμων υδατανθράκων και μη εύπεπτων ολιγοσακχαριτών. Πρόσφατα, οι φλούδες μάνγκο, μήλου και πορτοκαλιού, ο πολτός εσπεριδοειδών, τα πίτυρα σίκαλης και φλοιοί φασολιών σόγιας, προτάθηκαν ως αποτελεσματικά πρεβιοτικά συστατικά, και δύνανται να χρησιμοποιηθούν κατά τη δημιουργία καινοτόμων, πρεβιοτικών τροφίμων [107].

Οι πιο καινοτόμες στρατηγικές αξιοποίησης στοχεύουν στην ανάκτηση βιοδραστικών ενώσεων προστιθέμενης αξίας, από υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών, σε διεργασίες ζύμωσης με χρήση βακτηρίων γαλακτικού οξέος (LAB) και άλλων

μικροοργανισμών [114] [115]. Πρόσφατα παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών περιλαμβάνουν τη ζύμωση υποπροϊόντων χουρμάδων για την παραγωγή γαλακτικού οξέος, τη βιομετατροπή υποπροϊόντων κακάο με χρήση βακτηρίων, μαγιάς ή νηματοειδών μυκήτων για λήψη ενζύμων, πολυσακχαριτών, ποτών, και ζύμωση με προζύμι προς παραγωγή καινοτόμων προϊόντων αρτοποιίας, με ευεργετικό ρόλο στα συμπτώματα του συνδρόμου ευερέθιστου εντέρου, μέσω απελευθέρωσης βιοδραστικών ενώσεων που σχετίζονται με το μεταβολισμό των φαινολικών ενώσεων [114].

4. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΙ ΕΚΒΑΣΗ ΧΡΟΝΙΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ

4.1. Ρόλος των λειτουργικών τροφίμων στο μεταγευματικό στάδιο

4.1.1 Η σημασία της μελέτης του μεταγευματικού σταδίου

Επιστημονικά δεδομένα επισημαίνουν πως η φλεγμονή χαμηλού βαθμού και η ενδοθηλιακή δυσλειτουργία, σε συνδυασμό με την αντίσταση στην ινσουλίνη συσχετίζονται με αυξημένο καρδιαγγειακό κίνδυνο, όπως ο κίνδυνος εμφάνισης μεταβολικού συνδρόμου (MS), καρδιαγγειακών παθήσεων (CVD) και διαβήτη τύπου 2 [116]. Υφίστανται αυξανόμενες ενδείξεις πως η μεταγευματική κατάσταση αποτελεί ένα σημαντικό πεδίο μελέτης, όσον αφορά τους προαναφερθέντες παράγοντες. Πρόκειται για μια δυναμική περίοδο μεταβολικής διακίνησης, βιοσύνθεσης και οξειδωτικού μεταβολισμού του απορροφώμενου υποστρώματος, όπως η γλυκόζη, τα λιπίδια, οι πρωτεΐνες και άλλα διατροφικά συστατικά [117].

Η μεταγευματική κατάσταση αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία, όπου εμπλέκονται πολυάριθμα όργανα και ιστοί. Αναφέρεται στην κατάσταση μετά την κατανάλωση ενός γεύματος, κατά την οποία ολοκληρώνεται η πέψη και η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών (διάρκεια: 6-12 ώρες). Ενώ η μεταγευματική περίοδος συνεισφέρει στη διαταραχή της ομοιόστασης, ιδιαίτερα υπό το πρίσμα των σύγχρονων διατροφικών συνηθειών, αυτή αποτελεί συγχρόνως ένα ενδιαφέρον πεδίο έρευνας μέσω διατροφικών παρεμβάσεων [117].

4.1.2 Λειτουργικά τρόφιμα και μεταγευματική λιπαιμία

Μετά την κατανάλωση ενός γεύματος, λαμβάνουν χώρα μεταβολές, τόσο στη συγκέντρωση, όσο και στη σύνθεση των λιπιδίων του πλάσματος. Κατ' αυτόν τον τρόπο το πλάσμα εμπλουτίζεται με τριγλυκεριδικές λιποπρωτεΐνες (TRL) εντερικής (χυλομικρά) ή ηπατικής (πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνες-VLDL) προέλευσης. Οι μεταγευματικές διακυμάνσεις στη συγκέντρωση/σύσταση των τριγλυκεριδικών λιποπρωτεϊνών εξαρτώνται από 1) την πρόσληψη διατροφικού λίπους από το έντερο και το ρυθμό έκκρισης χυλομικρών 2) την ενδοαγγειακή κάθαρση των TRL και την ηπατική επαναπρόσληψη των υπολειμμάτων και 3) τον ηπατικό μεταβολισμό των λιπιδίων και το ρυθμό έκκρισης VLDL [118].

Κύριοι επαγωγείς της μεταγευματικής λιπαιμίας καθίστανται οι υδατάνθρακες και τα λίπη. Τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές διατροφικές μεταβολές ενδέχεται να επηρεάσουν

κάθε στάδιο του μεταγευματικού μεταβολισμού των λιπιδίων, σε φυσιολογικές και σε μη φυσιολογικές συνθήκες [118].

Στην αντίπερα όχθη, ένα πλήθος διατροφικών παρεμβάσεων που συμπεριλαμβάνουν στο σχεδιασμό τους λειτουργικά τρόφιμα, έχουν επιδείξει ευεργετικά αποτελέσματα στη ρύθμιση της μεταγευματικής λιπαιμίας. Η συμπλήρωση γευμάτων, πλουσίων σε λίπη, με βιο-λειτουργικά συστατικά πιθανόν να διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην προαναφερθείσα επίδραση.

Αρκετά βιοδραστικά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων ενδέχεται να επηρεάζουν τις μεταγευματικές συγκεντρώσεις λιπιδίων στο αίμα μετά από οξεία και χρόνια κατανάλωση, όπως αναφέρθηκε πρόσφατα λεπτομερώς από τους Desmarchelier et al (2019). Ένα μείγμα αντιοξειδωτικών μπαχαρικών που προστέθηκε σε ένα γεύμα υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, οδήγησε σε μείωση της συγκέντρωσης τριγλυκεριδίων. Οι ξηροί καρποί έχουν επίσης περιγραφεί ότι βελτιώνουν τη μεταγευματική τριγλυκεριδαίμια [116]. Οι προστατευτικές επιδράσεις του έξτρα παρθένου ελαιολάδου στο μεταγευματικό οξειδωτικό στρες έχουν περιγραφεί συχνά κατά την τελευταία δεκαετία. Έχει αναφερθεί πως η οξεία κατανάλωση καρυδιών και ελαιολάδου σε γεύμα υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά από ασθενείς με υπερχοληστερολαιμία οδήγησε σε παρόμοιες μειώσεις στις μεταγευματικές συγκεντρώσεις διαλυτών φλεγμονωδών κυτοκινών, μορίων προσκόλλησης και οξειδωμένων λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας [119].

Η συμβολή των πολυφαινολών που περιέχουν ορισμένα λειτουργικά τρόφιμα, έγκειται στη μείωση της απορρόφησης των τριγλυκεριδίων, μεταγευματικά, μέσω αναστολής της δράσης της παγκρεατικής λιπάσης, είτε της εντερικής έκκρισης χυλομικρών [119]. Οι πολυφαινόλες μούρων έχει αποδειχθεί ότι δύνανται να αναστέλλουν τη δράση της παγκρεατικής λιπάσης *in vitro*, επηρεάζοντας έτσι δυνητικά τη μεταγευματική λιπαιμία. Πράγματι, η ενίσχυση ενός γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, με πολυφαινολικό εκχύλισμα φράουλας ελάττωσε τη μεταγευματική λιπαιμία σε υπερλιπιδαιμικά άτομα, συγκριτικά με ένα παρόμοιο γεύμα ελέγχου. Αντιθέτως, γεύματα που περιείχαν 2 - 4 μερίδες βατόμουρου ή 400 γραμμάρια κόκκινου κρασιού χωρίς αλκοόλη, ως μέρος ενός λιπαρού γεύματος δεν επηρέασαν τη μεταγευματική λιπαιμία. Οι προκύπτουσες αποκλίσεις ενδεχομένως να οφείλονται σε διαφορετικές συγκεντρώσεις πολυφαινολών στα γεύματα δοκιμής καθώς και σε διαφορές στη σύνθεση των γευμάτων [120].

4.1.3 Λειτουργικά τρόφιμα και μεταγευματική γλυκαιμία

Υπό κανονικές συνθήκες, μετά την κατανάλωση ενός γεύματος, λαμβάνει χώρα μια ταχεία αύξηση της συγκέντρωσης γλυκόζης στο πλάσμα, ενώ παράλληλα ο ρυθμός απορρόφησης γλυκόζης είναι υψηλότερος από τον ρυθμό παραγωγής ενδογενούς γλυκόζης. Η ποσότητα της καταναλισκόμενης τροφής και η σύνθεσή της, η διάρκεια του γεύματος, η

περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, ο ρυθμός απορρόφησης γλυκόζης και η αντίσταση στην ινσουλίνη, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό της μεταγευματικής γλυκαιμίας. Η συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα, δύο ώρες μετά την κατανάλωση ενός γεύματος, αποτελεί ένα σημαντικό κλειδί για την πρόβλεψη του κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων [118].

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία της ρύθμισης της ομοιόστασης της γλυκόζης και της ινσουλινοαντίστασης στο μεταγευματικό στάδιο, ορισμένα λειτουργικά τρόφιμα φαίνεται να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Στο πλαίσιο αυτό, οι ξηροί καρποί και τα όσπρια πιθανόν να βελτιώνουν τη μεταγευματική γλυκαιμική απόκριση μετά την κατανάλωση γευμάτων με υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, βελτιώνοντας παράλληλα την ευαισθησία στην ινσουλίνη. Η βιοδραστικότητα των πεπτιδίων των οσπρίων στην ανασταλτική δράση της α-αμυλάσης, έγκειται στην ικανότητα μείωσης της πέψης και απορρόφησης των διαιτητικών υδατανθράκων, ρυθμίζοντας τη μεταγευματική γλυκαιμική απόκριση, μέσω επιβράδυνσης του ρυθμού αύξησης των επιπέδων γλυκόζης [116, 121]. Μέσω αυτού του μηχανισμού, φαίνεται να ασκούν και άλλα βιοδραστικά συστατικά την υπογλυκαιμική τους δράση, όπως οι ταννίνες, οι ανθοκυανίνες των κόκκινων φρούτων, οι κατεχίνες του τσαγιού, το χλωρογενικό οξύ του καφέ και άλλες πολυφαινόλες που συναντώνται σε ορισμένα φαρμακευτικά φυτά, φρούτα και λαχανικά [122]. Αντίστοιχα, ορισμένα σιτηρά-δημητριακά (κριθάρι, το πλιγούρι βρώμης, η οίκαλη), καθώς και τα υποπροϊόντα τους δύνανται να βελτιώσουν τις υπογλυκαιμικές, ινσουλιναιμικές και λιπιδαιμικές αποκρίσεις σε διαβητικούς, μειώνοντας τη μεταγευματική γλυκαιμία.

4.1.4 Λειτουργικά τρόφιμα και μεταγευματικό οξειδωτικό στρες

Η υπερβολική αύξηση της γλυκόζης και των λιπιδίων στο πλάσμα, μετά την κατανάλωση ενός γεύματος, αναστέλλει την οξειδωτική φωσφορυλίωση των μιτοχονδρίων, προκαλώντας αυξημένη μεταφορά απλών ηλεκτρονίων στο μοριακό οξυγόνο. Έτσι, επιτρέπεται η διέλευση ανιόντων υπεροξειδίου στην κυκλοφορία. Αξιίζει να σημειωθεί ότι υπό αυτές τις συνθήκες προωθείται η παραγωγή ROS από τα λευκοκύτταρα. Ο βασικός παράγοντας που επηρεάζει το βαθμό του οξειδωτικού στρες μεταγευματικά, είναι η ποσότητα της θερμιδικής πρόσληψης [123].

Παρά ταύτα, πολυάριθμα συστατικά της Μεσογειακής διατροφής, συμπεριλαμβανομένων των εκχυλισμάτων αρωματικών βοτάνων, έχουν προταθεί για τη ρύθμιση της μεταγευματικής, οξειδωτικής ανισορροπίας. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα μιας μετα-ανάλυσης υπέδειξαν ότι το ελαιόλαδο, χάρη στην υψηλή πολυφαινολική του σύσταση, συνεπικουρεί στη ρύθμιση της οξειδωτικής κατάστασης [124]. Μάλιστα, σε μια πρόσφατη διατροφική παρέμβαση, όπου μελετήθηκε η οξεία επίδραση της κατανάλωσης ενός μεσογειακού γεύματος και ενός γεύματος δυτικού τύπου, παρατηρήθηκε μια αύξηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος των εθελοντών, μετά από

κατανάλωση ενός μεσογειακού γεύματος, πλούσιου σε ακόρεστα λιπαρά και αντιοξειδωτικά συστατικά [125].

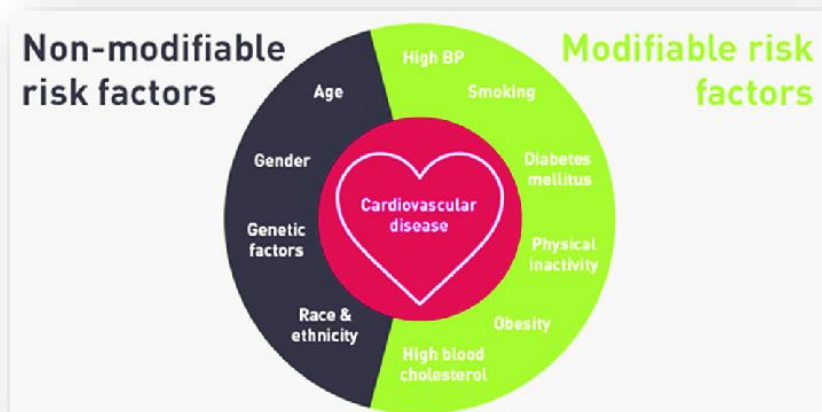
Επιπροσθέτως, αρκετά θεραπευτικά σχήματα-λειτουργικά τρόφιμα, πλούσια σε πολυφαινόλες, έχουν χρησιμοποιηθεί για την ελάττωση του οξειδωτικού στρες, μέσω δέσμευσης των ελεύθερων ριζών, της ρύθμισης της μιτοχονδριακής λειτουργίας και της προώθησης της δραστηριότητας των SOD, GSH, GPx και S-τρανοφερασών της γλουταθειόνης (GSTs) [126, 127]. Μια ευεργετική επίδραση στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος έχει αναφερθεί, μετά την κατανάλωση πράσινου και μαύρου τσαγιού, εκχυλισμάτων υποπροϊόντων τροφίμων (σπόροι σταφυλιού και φύλλα ελιάς) και άλλων λειτουργικών τροφίμων, πλούσιων σε αντιοξειδωτικά συστατικά [128, 129].

4.2 Ρόλος των λειτουργικών τροφίμων στην καρδιαγγειακή νόσο

4.2.1 Παράγοντες κινδύνου

Η καρδιαγγειακή νόσος (CVD) αποτελεί την κύρια αιτία θανάτου και συννοσηρότητας, παγκοσμίως. Ο βασικός παθοφυσιολογικός μηχανισμός στον οποίο βασίζεται η ανάπτυξη της καρδιαγγειακής νόσου, είναι η αθηροσκλήρωση. Πρόκειται για χρόνια φλεγμονή που επηρεάζει τις αρτηρίες, και πολλές φορές παραμένει μη ανιχνεύσιμη κλινικά για αρκετά έτη πριν την πρόκληση ενός οξέος συμβάντος [130].

Πολυάριθμοι παράγοντες, τροποποιήσιμοι ή μη, επηρεάζουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων. Η ηλικία, το φύλο, το οικογενειακό ιστορικό και η εθνικότητα, αποτελούν παράγοντες που δε δύνανται να μεταβάλουν τον κίνδυνο. Μολαταύτα, η υπέρταση, ο σακχαρώδης διαβήτης, η παχυσαρκία, η υπερχοληστερολαιμία και το κάπνισμα, έχουν συσχετισθεί με αυξημένη παραγωγή οξειδωτικού στρες, και ως εκ τούτου είναι εφικτή η φαρμακευτική και διατροφική παρέμβαση [130]. Στην Εικόνα 8 συνοψίζονται οι παράγοντες που συντελούν στην αύξηση του ρίσκου εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου. Κλινικές μελέτες σε ανθρώπους έχουν υποστηρίξει τη συσχέτιση μεταξύ οξειδωτικού στρες και καρδιαγγειακών συμβάντων και διαφορετικοί τύποι μοριακών βιοδεικτών παρέχουν μια ισχυρή προσέγγιση στην κατανόηση των παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου, με απώτερο σκοπό την κατά δύναμην αποτελεσματικότερη πρόληψη [130].



Εικόνα 8 Σύνοψη των παραγόντων κινδύνου της καρδιαγγειακής νόσου (Cammisotto et al.) [130]

4.2.2 Κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων και καρδιαγγειακή νόσος

Μεταξύ των πολυάριθμων διαθέσιμων διατροφικών προτύπων που ακολουθούνται παγκοσμίως, η μεσογειακή διατροφή έχει προταθεί πως διαδραματίζει σημαντικότατο ρόλο στη μείωση του ρίσκου εμφάνισης καρδιαγγειακών ασθενειών. Το ελαιόλαδο αποτελεί το χαρακτηριστικότερο, φυσικό λειτουργικό τρόφιμο εκ της μεσογειακής διατροφής, και έχει μελετηθεί εκτενώς για την ισχυρή καρδιοπροστατευτική του επίδραση, χάρη στα μοναδικά βιοδραστικά συστατικά του (ελαϊκό οξύ, τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη, ελευρωπαΐνη). Τα οφέλη του ελαιολάδου και των προϊόντων του, στην καρδιαγγειακή προστασία έχουν συσχετισθεί με βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ, βελτιώνοντας το προ φλεγμονώδες περιβάλλον, με παράλληλη ισχυρή αντιοξειδωτική δραστηριότητα [11].

Ο καθοριστικός ρόλος της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων στην ελάττωση του καρδιαγγειακού κινδύνου έχει εκτενώς μελετηθεί, και αποδίδεται κυρίως στην εξομάλυνση των μη φυσιολογικών επιπέδων λιπιδίων και λιποπρωτεϊνών στο αίμα, στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, την ελάττωση του σχηματισμού αθηρωματικής πλάκας, την αναστολή της συσσώρευσης αιμοπεταλίων, καθώς και την αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος [20] [39]. Οι διάφοροι μηχανισμοί υπό τους οποίους ασκείται η ευεργετική δραστηριότητα των λειτουργικών τροφίμων έναντι των καρδιαγγειακών ασθενειών, σχετίζονται με τα βιοδραστικά συστατικά τα οποία παρέχουν.

Πολυάριθμες έρευνες επιβεβαιώνουν τον ευεργετικό ρόλο που διαδραματίζει η κατανάλωση διαφόρων τύπων τσαγιού στη μείωση του καρδιαγγειακού ρίσκου, μέσω ελάττωσης των επιπέδων της LDL χοληστερόλης και της αρτηριακής πίεσης, της έκφρασης των προφλεγμονοδών κυτοκινών, παράγοντα νέκρωσης όγκων (TNF-α) και ιντερλευκίνη-6 (IL-6), καθώς και μέσω αύξησης της ροής του αίματος [131]. Ειδικότερα, έχει αναφερθεί ότι η συχνή κατανάλωση τσαγιού του βουνού (*Sideritis sp.*) συντελεί στη βελτίωση του

λιπιδαιμικού προφίλ, αποδιδόμενη κυρίως στην πολυφαινολική του σύσταση [132]. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο ρόλος των ζυμούμενων τροφίμων στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου. Πιο συγκεκριμένα, σε μια πρόσφατη μελέτη διαπιστώθηκε πως η σόγια που έχει υποστεί ζύμωση με σπόρια *Aspergillus oryzae* δύναται να αυξήσει τα επίπεδα αντιοξειδωτικών και να αναστείλει την υπεροξειδωση των λιπιδίων in vitro [133].

Τέλος, τα τελευταία έτη αρκετές μελέτες εστιάζουν στη διερεύνηση της προστατευτικής δράσης των εκχυλισμάτων διαφόρων υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών, έναντι των καρδιαγγειακών ασθενειών. Τα πρώτα ευρήματα επισημαίνουν πως τα εκχυλίσματα υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών, θα μπορούσαν να καταστούν ωφέλιμα, αφού χάρη στην υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα που παρουσιάζουν, δύνανται να συνεισφέρουν στη ρύθμιση του συστήματος συνθετάσης νιτρικού οξειδίου, την αναστολή της οξείδωσης της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL) και σε άλλους καρδιοπροστατευτικούς μηχανισμούς [134, 135].

4.3 Ρόλος των λειτουργικών τροφίμων στο σακχαρώδη διαβήτη

4.3.1 Παράγοντες κινδύνου

Σε παγκόσμιο επίπεδο παρατηρείται μια αύξηση του επιπολασμού του σακχαρώδους διαβήτη τύπου II, ενώ πολυάριθμοι παράγοντες εμπλέκονται στην εμφάνιση της νόσου. Τα γονίδια, το περιβάλλον, η απώλεια της πρώτης φάσης που σχετίζεται με την εκτόξευση ινσουλίνης, η καθιστική ζωή σε συνδυασμό με την έλλειψη φυσικής δραστηριότητας, το κάπνισμα και η κατανάλωση αλκοόλ, η δυσλιπιδαιμία, η μειωμένη ευαισθησία στα β-κύτταρα, η υπερινσουλιναιμία, καθώς και η βελτιωμένη δραστηριότητα γλυκαγόνης αποτελούν τα κύρια στοιχεία κινδύνου [136].

Οι προαναφερθέντες παράγοντες φαίνεται να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ινσουλινοαντίσταση ή τη μη λειτουργικότητα της ινσουλίνης, με αποτέλεσμα την πρόοδο της νόσου. Με βάση τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) (2011), περίπου το 90% των περιστατικών εμφάνισης διαβήτη II, σχετίζονται με το υπερβολικό σωματικό βάρος. Οι παρατηρούμενες σε υπέρβαρα ενήλικα άτομα υπνικές διαταραχές καθίστανται πολλές φορές υπεύθυνες για την ινσουλινοαντίσταση και ευαισθησία στη γλυκόζη. Το υπερβολικό σωματικό βάρος οδηγεί σε αύξηση της λιπώδους μάζας, η οποία σε συνδυασμό με την απορρύθμιση της έκκρισης λιποκινών και ρεζιστινών, οδηγεί στην ανάπτυξη ΣΔ2. Τέλος, η συσχέτιση της υπερούριχαιμίας και της ανάπτυξης ΣΔ2 έχει διερευνηθεί σε αρκετές μελέτες [136].

Η διαίτα, χαμηλή σε φυτικές ίνες και με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη (GI) πιστεύεται πως σχετίζεται θετικά με την εμφάνιση διαβήτη. Υφίστανται ενδείξεις πως τα ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι ένας σημαντικός σύνδεσμος μεταξύ της αντίστασης στην ινσουλίνη και

του σακχαρώδους διαβήτη II (ΣΔ2). Σε αυτά τα στοιχεία έρχεται να προστεθεί η επίδραση της υψηλής κατανάλωσης αναψυκτικών στην πιθανότητα εμφάνισης παχυσαρκίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ΣΔ2 [136].

4.3.2 Κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων και σακχαρώδης διαβήτη

Τα υφιστάμενα ερευνητικά στοιχεία υποδεικνύουν πως οι διαφορετικές οδοί που οδηγούν στην εξέλιξη και την παθογένεση του ΣΔ2, θα μπορούσαν να αντιπροσωπεύουν θεραπευτικούς στόχους των βιοδραστικών ενώσεων των λειτουργικών τροφίμων. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, μια αποτελεσματική προσέγγιση αποτελεί η μείωση της μεταγευματικής υπεργλυκαιμίας, όπου περιλαμβάνεται η πρόληψη της απορρόφησης υδατανθράκων μετά από ένα γεύμα. Η αναστολή των ενζύμων υδρολύσεως των υδατανθράκων (π.χ. α-αμυλάση και α-γλυκοζιδάση) από τα φαινολικά συστατικά των λειτουργικών τροφίμων, έχει αναφερθεί πως δύναται να συντείνουν στην καθυστέρηση της απορρόφησης της γλυκόζης στο αίμα [39].

Όπως έχει υποστηριχθεί από τους Panagiotakos et al. (2009), στα πλαίσια μιας μακροχρόνιας έρευνας, η τακτική κατανάλωση τσαγιού (σχεδόν 30 χρόνια), ως μέρος της Μεσογειακής διατροφής, μείωσε τα επίπεδα γλυκόζης νηστείας και κατ'επέκταση τον κίνδυνο πρόκλησης ΣΔ2 στους μεσογειακούς νησιώτες [137]. Αξίζει να αναφερθεί πως οι κατεχίνες του τσαγιού, οδηγούν σε μειωμένη ανοχή στην ινσουλίνη, μέσω σάρωσης των ελευθέρων ριζών, που θα μπορούσαν να δράσουν ως αναστολείς της σηματοδότησης της ινσουλίνης και να παρεμποδίσουν την αλληλεπίδραση του IRS-1 (υπόστρωμα υποδοχής ινσουλίνης-1) με τους υποδοχείς ινσουλίνης μειώνοντας τον παράγοντα νέκρωσης- Tumor Necrosis Factor (TNF) [138]. Η ελιά, τα προϊόντα και υποπροϊόντα της (συμπεριλαμβανομένων των φύλλων και της πομάσας), έχει αποδειχθεί πως συμβάλλει στη βελτίωση της γλυκαιμίας και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, λόγω της δράσης των πολυφαινόλων, ενώ τα σταφύλια και τα υποπροϊόντα τους, δύναται να αυξήσει την ενδοκυτταρική μεταφορά γλυκόζης, με παράλληλη μείωση της έκκρισης ινσουλίνης [8].

Μια πρόσφατη έρευνα εστιάζει στην αξιοποίηση νέων διατροφικών πηγών και λειτουργικών τροφίμων για τη βέλτιστη διαχείριση και την πρόληψη του διαβήτη. Στο πλαίσιο αυτό, οι β-γλυκάνες που περιέχονται σε δημητριακά ολικής άλεσης έχουν προταθεί για τη ρύθμιση της σηματοδότησης του μονοπατιού πρωτεϊνών Akt/PI3K, μειώνοντας τα επίπεδα γλυκόζης, ενώ η βιοδραστικότητα της ινσουλίνης έγκειται στην ικανότητα καταστολής του μονοπατιού σηματοδότησης της κινάσης c-Jun N-terminal Kinase (JNK) και mitogen-activated protein kinase (MAPK), βελτιώνοντας την ευαισθησία στην ινσουλίνη. Τα λειτουργικά τρόφιμα που περιλαμβάνουν βιοδραστικά συστατικά εκ των υποπροϊόντων δημητριακών-σιτηρών, ενδεχομένως να συνεισφέρουν στη ρύθμιση της μικροχλωρίδας του εντέρου, αυξάνοντας έτσι την έκκριση του γλυκαγονόμορφου πεπτιδίου- 1(GLP-1) και ινσουλίνης [139]. Αξίζει να σημειωθεί πως η συνήθης

κατανάλωση miso έχει συσχετισθεί με γλυκαιμικές παραμέτρους μέσω της μειωμένης συσσώρευσης λίπους και της αντίστασης στην ινσουλίνη, η οποία δύναται να μειώσει τη μεταβλητότητα της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (HbA1c) [140]. Τέλος, πρόσφατα ανευρέθη μια ευεργετική δραστηριότητα των εκχυλισμάτων φλουδών επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών (εσπεριδοειδή, ρόδια, μούρα, κρεμμύδια, πιπεριές κ.α.), συσχετιζόμενη με την ικανότητα αναστολής της α-αμυλάσης και της α-γλυκοζιδάσης, *in vitro* [141].

4.4 Ρόλος των λειτουργικών τροφίμων στην παχυσαρκία

4.4.1 Παράγοντες κινδύνου

Η χρόνια διατήρηση θετικού ενεργειακού ισοζυγίου αποτελεί την κύρια αιτία εμφάνισης παχυσαρκίας. Η αύξηση του σωματικού βάρους, όπως υποστηρίζεται από πολυάριθμες μελέτες επί του θέματος, δύναται να προκύψει από ένα συνδυασμό αυξημένης πρόσληψης ενέργειας, χαμηλού βαθμού φυσικής δραστηριότητας και μειωμένης ενεργειακής δαπάνης.

Φαίνεται πως πολυποίκιλα κοινωνικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά, τα σύγχρονα διατροφικά πρότυπα, διάφοροι γενετικοί και ψυχολογικοί παράγοντες, αλλά και άλλες παθοφυσιολογικές καταστάσεις δύναται να επιδρούν στη διαμόρφωση των καθοριστικών στοιχείων για την εμφάνιση παχυσαρκίας [142]. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO), αναφορικά με την παχυσαρκία, πρόκειται για «μη φυσιολογική ή υπερβολική συσσώρευση λίπους που μπορεί να βλάψει την υγεία». Για τη βέλτιστη αξιολόγηση του δείκτη παχυσαρκίας στον πληθυσμό, έχει αναφερθεί πως ο υπολογισμός του Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI), της περιμέτρου μέσης- Waist Circumference (WC), του λόγου περιμέτρου μέσης και ισχύων- Waist Hip Circumference (WHC), αλλά και του λόγου περιμέτρου μέσης και ύψους – Waist Height Ratio(WHtR), αποτελούν σημαντικά εργαλεία για τη διάγνωση αλλά και την πρόληψη της νόσου [143].

4.4.2 Συσχέτιση κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες παχυσαρκίας

Οι σύγχρονες στρατηγικές που ακολουθούνται για τον έλεγχο του βάρους και την πρόληψη ή θεραπεία της παχυσαρκίας περιλαμβάνουν διατροφικές παρεμβάσεις με λειτουργικά τρόφιμα ή βιοενεργά συστατικά. Η συχνή κατανάλωση τους έχει συσχετισθεί με την επίτευξη της ρύθμισης της ενεργειακής πρόσληψης (επίπεδο εντέρου-εγκεφάλου), της ενεργειακής δαπάνης (ενεργειακή ομοιόσταση-θερμογένεση), του μεταβολισμού των

λιπιδίων (αναστολή λιπάσης) και του κύκλου ζωής των λιποκυττάρων (λιποκυτοκίνες από μη φυσιολογικά λιποκύτταρα), μέσω επιγενετικών ή γενετικών μηχανισμών [144].

Στα πλαίσια πολυάριθμων διατροφικών παρεμβάσεων, η συμπλήρωση της διατροφής με ω-3 λιπαρά οξέα εκ των ιχθυελαίων, θα μπορούσε να ευνοήσει την απώλεια βάρους, οδηγώντας σε μειωμένο ΔΜΣ και περιφέρεια μέσης, σε παχύσαρκους ασθενείς. Έχει, επίσης προταθεί πως η θεραπεία με προ/πρεβιοτικά συστατικά ορισμένων λειτουργικών τροφίμων, δύναται να βελτιώσει σημαντικά τον μεταβολισμό του λίπους (μεταβολή της μικροχλωρίδας του στομάχου), ρυθμίζοντας παράλληλα το λιπιδαιμικό προφίλ παχύσαρκων ατόμων [20].

Η συμπλήρωση μιας δίαιτας περιορισμένης ενέργειας, με β-γλυκάνες που παρέχουν τα πύτυρα ορισμένων δημητριακών και σιτηρών (π.χ. βρώμης), σε ένα πλήθος κλινικών δοκιμών, έχει επιδείξει ευεργετικά αποτελέσματα, οδηγώντας σε σημαντική μείωση του σωματικού βάρους και της περιμέτρου μέσης [144].

Η ευεργετική επίδραση της κατανάλωσης αφεψημάτων διαφόρων βοτάνων, στους ανθρωπομετρικούς δείκτες της παχυσαρκίας, έχει εκτενώς διερευνηθεί, τονίζοντας το ρόλο της πρόληψης κατεχινών, ειδικά εκ του πράσινου τσαγιού. Ειδικότερα, αποδεικνύεται πως η υψηλή κατανάλωση πράσινου τσαγιού θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του σωματικού βάρους, του ΔΜΣ, της περιφέρειας μέσης, αλλά και σε βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ, μέσω αύξησης της αδιπονεκτίνης και μείωση των επιπέδων γκρελίνης [144]. Επιπλέον, κάποια μεσογειακά λειτουργικά τρόφιμα, όπως ο κουρκουμάς, το κρασί, το ελαιόλαδο, η πιπερόριζα, η κανέλα, το δενδρολίβανο κ.α., έχουν αναφερθεί για την πιθανή συνεισφορά τους στη βελτίωση των ανθρωποδεικτών (ΔΜΣ, περιφέρεια μέσης κ.α.) και άλλων δεικτών παχυσαρκίας, μέσω μηχανισμών ρύθμισης των εμπλεκόμενων ορμονών (π.χ. λεπτίνη, ρεζιστίνη), επάγοντας πολλές φορές τη θερμογένεση, χάρη στα βιοδραστικά συστατικά τους [144, 145].

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί, πως ο καθ' όλα σημαντικότερος ρόλος που διαδραματίζει η συχνή κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων στην πρόληψη και τη θεραπεία των καρδιαγγειακών παθήσεων, του διαβήτη και της παχυσαρκίας, εν κατακλείδι, συνδέεται άρρηκτα με τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης μεταβολικού συνδρόμου, μια κατάσταση χρόνιας φλεγμονής χαμηλού βαθμού, ως συνέπεια της πολύπλοκης αλληλεπίδρασης μεταξύ γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Η αντίσταση στην ινσουλίνη, η συσσώρευση σπλαχνικού λίπους, η αθηρογόνος δυσλιπιδαιμία, η ενδοθηλιακή δυσλειτουργία, η γενετική ευαισθησία, η υπέρταση, η κατάσταση υπερβολικής πηκτικότητας στο αίμα, και το χρόνιο στρες, αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες που αυξάνουν το ρίσκο εμφάνισης της νόσου. Ως εκ τούτου, οι διατροφικές παρεμβάσεις που περιλαμβάνουν καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα, φαίνεται να αποτελούν μια αποτελεσματική προσέγγιση για την ελάττωση του επαγομένου κινδύνου [146].

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ

5.1. επικύρωση ερωτηματολογίου της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων

5.1.1 Εισαγωγή-Σκοπός

Το ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (Food Frequency Questionnaire-FFQ) αποτελεί το βασικό εργαλείο των επιδημιολογικών μελετών για την αξιολόγηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης σε μικρές και μεγάλες περιόδους, σε διατροφικές έρευνες μεγάλης κλίμακας [15] [147]. Σε επίπεδο πληθυσμού, η αξιοπιστία και η ακρίβεια του FFQ παρουσιάζει μια διαρκή πρόκληση, και για τη διασφάλιση της εγκυρότητας του έχει προταθεί η σύγκρισή του με ακριβέστερα διατροφικά εργαλεία αξιολόγησης. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι μέθοδοι αναφοράς καθίστανται οι αναφορές ζυγισμένων τροφίμων και οι ανακλήσεις 24 ωρών, ενώ τα ημερολόγια καταγραφής ζυγισμένων τροφίμων παρουσιάζονται ως το κύριο πρότυπο για τις μελέτες επικύρωσης FFQ, λόγω των μικρών ανόμοιων δομών σφάλματος [148].

Η σημασία της επικύρωσης επιδημιολογικών μελετών έχει τονιστεί προγενέστερα, καθώς κατ' αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η αποφυγή εσφαλμένων εκτιμήσεων [149].

Έτσι, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η επικύρωση ενός FFFQ (Functional Food Frequency Questionnaire- ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων), προς διερεύνηση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων από αντιπροσωπευτικό δείγμα του ελληνικού πληθυσμού. Στους επιμέρους στόχους εντάχθηκε η διερεύνηση του ερωτήματος εάν το FFFQ αποδεικνύεται ένα έγκυρο εργαλείο για την καταγραφή και την αξιολόγηση της συχνότητας κατανάλωσης επιλεγμένων ομάδων λειτουργικών τροφίμων.

5.1.2 Υλικό και Μέθοδος

5.1.2.1 Εθελοντές

Το πρωτόκολλο της μελέτης εγκρίθηκε από την Επιτροπή Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου και εκτελέστηκε σύμφωνα με τη Διακήρυξη του Ελσίνκι. Όλοι οι συμμετέχοντες υπέγραψαν μια ενημερωμένη φόρμα συγκατάθεσης και ενημερώθηκαν για το σκοπό της μελέτης, την εμπιστευτικότητα των δεδομένων και τον εθελοντικό χαρακτήρα

της συμμετοχής. 90 υγιείς εθελοντές, άνδρες και γυναίκες ηλικίας 18–75 ετών, εισήλθαν στη μελέτη από τη Λήμνο (Βόρειο Αιγαίο, Ελλάδα), έπειτα από ανακοίνωση-ενημέρωση για τη μελέτη μέσω του Πανεπιστημίου και μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης.

Η επιλογή του δείγματος ήταν τυχαία και αντιπροσωπευτική ως προς το φύλο και την ηλικία για τον ελληνικό πληθυσμό. Οι συμμετέχοντες προσλήφθηκαν στη μελέτη μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, ανακοινώσεων στην πανεπιστημιακή κοινότητα και μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Όλοι οι εθελοντές υποβλήθηκαν σε αρχικό έλεγχο, με τη χρήση ενός ερωτηματολογίου ιατρικού ιστορικού που περιελάμβανε επίσης καταγραφή των δημογραφικών τους χαρακτηριστικών, των γενικότερων συνηθειών (φυσική δραστηριότητα, λήψη συμπληρωμάτων διατροφής, κάπνισμα) και των διατροφικών τους συνηθειών.

5.1.2.2 Σχεδιασμός της μελέτης

Πρόκειται για μια αναδρομική μελέτη παρατήρησης, που εκκίνησε το Μάρτιο, 2020 και διήρκεσε ένα μήνα. Μετά τον αρχικό έλεγχο, οι 90 εθελοντές επισκέφτηκαν τη Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Λήμνος και συμπλήρωσαν ένα FFFQ και μια 24ωρη ανάκληση. Δύο ακόμη ανακλήσεις 24ωρου συμπληρώθηκαν μετά από μια εβδομάδα, μέσω τηλεφωνικής συνέντευξης, συμπεριλαμβανομένης μιας ημέρας εντός Σαββατοκύριακου. Το FFFQ αντιπροσώπευε τη συχνότητα κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων κατά το τελευταίο έτος. Τα δύο εργαλεία διατροφικής αξιολόγησης (FFFQ και 24h ανακλήσεις) συγκρίθηκαν για την επικύρωση του FFFQ [150, 151].

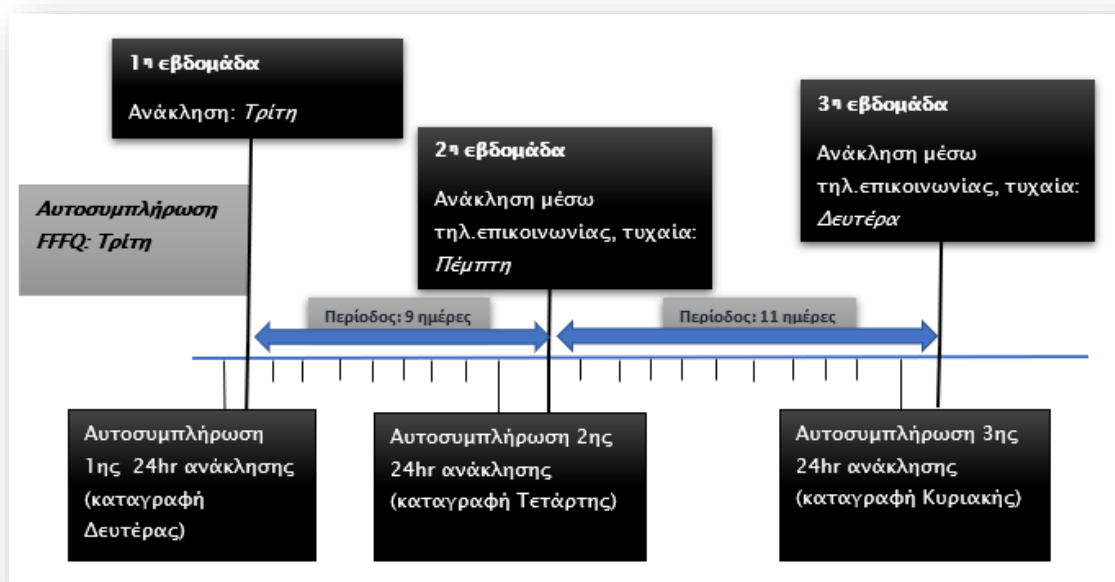
5.1.2.3 Εργαλεία διατροφικής αξιολόγησης

Η ανάπτυξη του νέου FFFQ βασίστηκε σε ένα επικυρωμένο FFQ που αφορούσε πληθυσμό άλλης χώρας [147], με ορισμένες τροποποιήσεις. Συνολικά το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε 76 ομάδες λειτουργικών τροφίμων, 48 ομάδες και 28 μεμονωμένα τρόφιμα (υποομάδες τροφίμων), οι οποίες κατηγοριοποιήθηκαν κυρίως με βάση την κατάταξη στις κύριες ομάδες τροφίμων, αλλά και τα βιοδραστικά συστατικά τους [15, 20]. Στο Παράρτημα II παρατίθενται όλες οι ομάδες λειτουργικών τροφίμων που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα.

Ο σχεδιασμός του FFFQ παρείχε 10 πιθανές συχνότητες κατανάλωσης, κατανομημένες ανά μήνα, εβδομάδα και ημέρα, για την αξιολόγηση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων που καταναλώνονται συχνότερα. Συγκεκριμένα, για κάθε ομάδα λειτουργικών τροφίμων οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν ως προς τις συχνότητες: « >6 φορές/ημέρα», «4–5 φορές/ημέρα», «2–3 φορές/ημέρα», «1 φορά/ ημέρα», «5–6 φορές/εβδομάδα», «3–4 φορές/εβδομάδα», «1–2 φορές/εβδομάδα», «2–3 φορές/μήνα», «1 φορά/μήνα» και "ποτέ." Για τα εποχιακά φρούτα και λαχανικά, υποδείχθηκε η εκάστοτε εποχή συνήθους κατανάλωσης του [143, 148].

Ως μέθοδος σύγκρισης χρησιμοποιήθηκε η ανάκληση 24ώρου, δεδομένου του γεγονότος πως καθίσταται ένα πρακτικό εργαλείο, έναντι των δαπανηρών ημερολογίων καταγραφής ζυγισμένων τροφίμων, που ενδεχομένως να επηρέαζαν αρνητικά το ποσοστό απόκρισης εθελοντών [154]. Ένα πρότυπο 24ωρης ανάκλησης μοιράστηκε σε κάθε συμμετέχοντα, ενώ το ίδιο έντυπο χρησιμοποιήθηκε για κάθε ημέρα από τις 3 που καταγράφηκαν, περιγράφοντας ποιοτικά και ποσοτικά την κατανάλωση της προηγούμενης ημέρας [155]. Σε κάθε ανάκληση τα τρόφιμα και τα ποτά που καταναλώθηκαν καταγράφηκαν ως προς το χρόνο και τόπο κατανάλωσης, τον τύπο, τη μάρκα και την ποσότητα, καθώς και τον πιθανό τρόπο μαγειρέματος. Κατά την καταγραφή, συστήθηκε στους εθελοντές η χρήση μονάδων (π.χ. 1 αυγό), συσκευασιών τροφίμων (π.χ. 1 κουτάκι αναψυκτικού), είτε οικιακών μέτρων (π.χ. 1 κουταλάκι γλυκού, 1 φλιτζάνι κ.λπ.). Η πρώτη 24ωρη ανάκληση συμπληρώθηκε αυτοπροσώπως κατά την πρώτη επίσκεψη, παράλληλα με το FFFQ. Οι λοιπές δύο ανακλήσεις συμπληρώθηκαν από τους ερευνητές, έπειτα από τηλεφωνική επικοινωνία με τον εκάστοτε συμμετέχοντα, 9 και 11 ημέρες μετά την αρχική επίσκεψη.

Λαμβάνοντας υπόψη την ενδο-ατομική διακύμανση, λόγω ενδεχομένων μεταβολών στις διατροφικές συνήθειες μεταξύ καθημερινών και σαββατοκύριακων, όλες οι ημέρες καλύφθηκαν από τις ανακλήσεις, όπως συνιστάται. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η τυχαιοποίηση της μελέτης, οι εθελοντές δεν ενημερώθηκαν *a priori* για τις ημέρες που θα κληθούν να ανακαλέσουν την κατανάλωση τροφίμων [147]. Στο Σχήμα 1 αναπαρίσταται το χρονοδιάγραμμα της διατροφικής αξιολόγησης.



Σχήμα 1 Χρονοδιάγραμμα διατροφικής αξιολόγησης

5.1.2.4 Ανάλυση δεδομένων διατροφικής αξιολόγησης

Ανάλυση και στάθμιση πραγματοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί ο βαθμός συνάφειας μεταξύ των πληροφοριών που συλλέγονται από το FFFQ και εκείνων εκ της τυπικής μεθόδου ανάκλησης 24ωρου. Ειδικότερα, η ποσότητα (σε g ή mL) μιας τυπικής μερίδας χρησιμοποιήθηκε για τη μετατροπή της συχνότητας κατανάλωσης των λειτουργικών τροφίμων εκ του FFFQ σε ημερήσια πρόσληψη (g στερεού τροφίμου ή mL ποτού-ροφήματος/ημέρα), με βάση τους υπολογισμούς που συνοψίζονται στον Πίνακα 2. Οι υπολογισμοί αυτοί βασίζονται στην τυπική μερίδα του εκάστοτε τροφίμου, όπως ορίζεται από τον Εθνικό Ελληνικό Διατροφικό Οδηγό (Ινστιτούτο Προληπτικής, Περιβαλλοντικής και Εργασιακής Ιατρικής Prolepsis), για κάθε ομάδα τροφίμου, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3. Επιπλέον, κατά τους υπολογισμούς των τυπικών μερίδων ελήφθησαν υπόψη οι ορισμένες παραδοχές, οι οποίες συνοψίζονται στο Παράρτημα IV.

Εν συνεχεία, υπολογίστηκε ο μέσος όρος (εκ των τριών 24ωρων ανακλήσεων) καταναλισκόμενη ποσότητα της εκάστοτε εξεταζόμενης ομάδας τροφίμων, λαμβάνοντας υπόψη τις ίδιες μονάδες μέτρησης. Η ημερήσια πρόσληψη υπολογίστηκε και πάλι, πολλαπλασιάζοντας την ποσότητα τυπικής μερίδας με το μέσο όρο που προέκυψε εκ των ανωτέρω [156]. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί πως όλα τα δηλωθέντα στις ανακλήσεις, τρόφιμα, ταξινομήθηκαν στις αντίστοιχες ομάδες τροφίμων που περιλαμβάνονταν στο FFFQ.

Πίνακας 2 Συντελεστές συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων

Συχνότητα κατανάλωσης	Συντελεστής	Υπολογισμοί
>6 φορές/μέρα	5.5	[=6+5/2]
4-5 φορές/μέρα	4.5	[=4+5/2]
2-3 φορές/μέρα	2.5	[=2+3/2]
1 φορά/μέρα	1	[=1]
5-6 φορές/εβδομάδα	0.73	[=5+6/2*7]
3-4 φορές/εβδομάδα	0.5	[=3+4/2*7]
1-2 φορές/εβδομάδα	0.2	[=1+2/2*7]
2-3 φορές/μήνα	0.08	[=2+3/2*30]
1 φορά/μήνα	0.03	[=1/30]
Ποτέ	0	[=0]

*Για τον υπολογισμό των συντελεστών ο μέσος όρος των παρατηρήσεων για κάθε συχνότητα βρέθηκε και χωρίστηκε κατά 7 για εβδομαδιαία αναφορά κατανάλωσης και κατά 30 για μηνιαία αναφορά κατανάλωσης.

Πίνακας 3 Τυπικές μερίδες τροφίμων που περιλαμβάνονται στο FFFQ (Institute of Preventive Medicine Environmental and Occupational Health, 2014)

Ομάδα λειτουργικών τροφίμων	Τυπική μερίδα (g ή mL)	Ομάδα λειτουργικών τροφίμων	Τυπική μερίδα (g ή mL)	Ομάδα λειτουργικών τροφίμων	Τυπική μερίδα (g ή mL)	Ομάδα λειτουργικών τροφίμων	Τυπική μερίδα (g ή mL)
Συνολική κατανάλωση φρούτων	160	Ζέα	30	Διαδεδομένα ελληνικά	140	Για ειδικές διατρ. χρήσεις	220
Κίτρινα/πορτοκ αλί	160	Σπιρουλίνα	5	Τσάι (Camelia sinensis)	140	Συνολική κατανάλωση προϊόντων επάλειψης	20
Εσπεριδοειδή	160	Ιπποφαές	5	Άλλα Βότανα	140	Φυτικής σύστασης	25
Κόκκινα	160	Σπόροι τσίτα	5	Κουρκουμάς	5	Εμπλουτισμένα με φυτοστανόλες & φυτοστερόλες	20
Αποξηραμένα	160	Συνολική κατανάλωση οσπρίων	175	Κανέλα	5	Συνολική κατανάλωση ζυμαρικών	80
Μούρα	160	Φακές	175	Μαστίχα Χίου	5	Ολικής αλέσεως	80
Ρόδια	160	Φασόλια	175	Κρόκος Κοζάνης	5	Χωρίς γλουτένη	80
Συνολική κατανάλωση χυμών φρούτων	125	Ρεβύθια	175	Αναψυκτικά, ενεργειακά ποτά	330	Αυγά	60
Χυμοί πορτοκαλιού	125	Αρακάς	175	Καφές	140	Κόκκινο κρέας	140
Χυμοί μήλου	125	Φάβα	175	Κακάο	140	Λευκό κρέας	140
Άλλοι χυμοί	125	Κινόα	175	Μέλι	5	Υποκατάστατα	5
Εμπλουτισμένοι χυμοί	125	Σόγια και προϊόντα της	175	Πρόπολη	5	Συνολική κατανάλωση ψαριών και θαλασσινών	150
Συνολική κατανάλωση λαχανικών	175	Συνολική κατανάλωση δημητριακών	30	Βασιλικός πολτός	5	Λιπαρά ψάρια	150
Κίτρινα/πορτοκ αλί	175	Ολικής αλέσεως	30	Συνολική κατανάλωση προϊόντων αρτοποιίας & ζαχαρ/κής	60	Ολόκληρα μικρά	150
Σταυρανθή	175	Εμπλουτισμένα	30	Χωρίς γλουτένη	60	Ιχθυέλαια	15
Άγρια χόρτα	175	Ετηροί καρποί	30	Εμπλουτισμένα	60	Ελαιόλαδο	15
Πράσινα φυλλώδη	175	Ελιές	55	Συνολική κατανάλωση γαλακτοκομικών	220	Σπορέλαια	15
Κόκκινα Προϊόντα	175	Βολβοί	85	Προβιοτικά/ με προβιοτικά	220	Αλλαντικά	50
βιοδιεργασιών διατροφικής αξίας	0.001	Τροποφάρμακα	0.01				

5.1.3 Στατιστική Ανάλυση

Τα δεδομένα που προέκυψαν από τους προαναφερθέντες υπολογισμούς για κάθε εθελοντή και κάθε ομάδα τροφίμων του FFFQ, καταγράφηκαν σε κατάλληλο στατιστικό πρόγραμμα. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το SPSS 21.0 για Windows (IBM Corporation, Νέα Υόρκη, Νέα Υόρκη, ΗΠΑ). Οι στατιστικές αναλύσεις περιελάμβαναν την αξιολόγηση του βαθμού συνάφειας της πρόσληψης κάθε ομάδας τροφίμων, μεταξύ των δύο μεθόδων.

Για τον εντοπισμό των σημαντικών διαφορών μεταξύ της πρόσληψης εκ του FFFQ και εκ του μέσου όρου των ανακλήσεων, εφαρμόστηκε μη παραμετρική δοκιμασία sign rank

Wilcoxon test. Αρχικώς, τέθηκε η υπόθεση πως υφίσταται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δεδομένων του FFFQ και αυτών των ανακλήσεων (H_0). Όταν το $p \geq 0.05$, τότε δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταβλητών, η ως ανωτέρω υπόθεση απορρίφθηκε, και συμπεράνθηκε συσχέτιση μεταξύ των δυο μεταβλητών. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, για τις ομάδες τροφίμων όπου εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των παρατηρήσεων του FFFQ και των ανακλήσεων, υπολογίστηκε το ποσοστό επικύρωσης του ερωτηματολογίου [157, 158].

5.1.4 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης υπέδειξαν πως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά για τις 53 από τις 76 ομάδες τροφίμων, μεταξύ της συχνότητας κατανάλωσης που δηλώθηκε στο FFFQ και της πραγματικής κατανάλωσης, όπως καταγράφηκαν στις ανακλήσεις 24ωρου, για τις εξής ομάδες:

Πίνακας 4 Ομάδες τροφίμων για τις οποίες δε διέφεραν τα δεδομένα εκ του FFFQ και των ανακλήσεων

Ομάδες τροφίμων	pvalue	Ομάδες τροφίμων	pvalue
Κίτρινα/πορτοκαλί φρούτα	0,00	Τσάι (<i>Camelia sinensis</i>)	0,00
Εσπεριδοειδή	0,00	Μαύρο, πράσινο. oolong	0,00
Κόκκινα φρούτα	0,00	Άλλα Βότανα	0,00
Αποξηραμένα φρούτα	0,00	Θυμάρι, ρίγανη, βασιλικός	0,00
Μούρα	0,00	Κουρκουμάς	0,00
Ρόδια	0,00	Κανέλα	0,00
Συνολική κατανάλωση χυμών φρούτων	0,00	Καφές	0,00
Χυμοί πορτοκαλιού	0,00	Κακάο	0,00
Χυμοί μήλου	0,00	Σπιρουλίνα	0.1
Άλλοι χυμοί	0,00	Φακές	0,00
Συνολική κατανάλωση λαχανικών	0.06	Αρακάς	0,00
Κίτρινα/πορτοκαλί λαχανικά	0,00	Φάβα	0,00
Σταυρανθή λαχανικά	0.06	Κινόα	0.1
Πράσινα φυλλώδη λαχανικά	0,00	Συνολική κατανάλωση δημητριακών	0,00
Κόκκινα λαχανικά	0,00	Δημητριακά ολικής άλεσης	0.13
Διαδεδομένα ελληνικά	0,00	Εμπλουτισμένα δημητριακά	0,00
Ελιές πράσινες και μαύρες	0,00	Ξηροί καρποί	0,00
Ελαιόλαδο	0.18	Συνολική κατανάλωση γαλακτοκομικών	0.22
Σπορέλαια	0,00	Προβιοτικά/ με προβιοτικά γαλακτοκομικά	0,00
		Υποκατάστατα	0,00

Συνολική κατανάλωση προϊόντων επάλειψης	0.44	Συνολική κατανάλωση ψαριών και θαλασσινών	0.42
Συνολική κατανάλωση ζυμαρικών	0.46	Λιπαρά ψάρια	0,00
Ζυμαρικά ολικής αλέσεως	0,00	Ολόκληρα μικρά ψάρια	0,00
Χωρίς γλουτένη	0.11	Ιχθυέλαια	0.06
Συνολική κατανάλωση προϊόντων αρτοποιίας & ζαχαρ/κής	0,00	Αυγά	0.46
Εμπλουτισμένα προϊόντα αρτοποιίας & ζαχαρ/κής	0.1	Λευκό κρέας	0.05
Αλλαντικά	0,00	Προϊόντα βιοδιεργασιών διατροφικής αξίας	0,00
Τροποφάρμακα	0.07		

* Οι τιμές p_{value} συμβολίζουν τη στατιστική σημαντικότητα

Όπως προκύπτει από τα ανωτέρω στοιχεία, το ερωτηματολόγιο FFFQ, που αναπτύχθηκε για τη διερεύνηση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, επικυρώνεται σε ποσοστό 69.7%.

Πίνακας 5 Ποσοστό επικύρωσης του ανεπτυγμένου FFFQ

Αποδοχή H ₀	Συχνότητα	Ποσοστό %
Ναι	53	69,7
Όχι	23	30,3
Σύνολο	76	100

5.1.5 Συζήτηση επικύρωσης ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων

Οι στατιστικές αναλύσεις επιβεβαίωσαν την εγκυρότητα του ερωτηματολογίου, που σχεδιάστηκε για τη διατροφική αξιολόγηση του δείγματος του πληθυσμού. Έτσι, αποτελεί ένα κατάλληλο εργαλείο αξιολόγησης της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων σε δείγμα του ελληνικού και κυπρίου πληθυσμού. Η αξιολόγηση FFFQ πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη δοκιμή Wilcoxon sign-rank, η οποία διαπίστωσε ότι 61 από τις 76 ομάδες τροφίμων δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο διατροφικών μεθόδων αξιολόγησης. Επικρατεί ομοφωνία μεταξύ των ερευνητών επιδημιολογικών μελετών, πως για συσχετίσεις άνω του 50%, η εγκυρότητα κρίνεται ως μέτρια ή καλή, ενώ για συσχετίσεις κάτω του 40%, το ερωτηματολόγιο επιδεικνύει χαμηλό βαθμό εγκυρότητας [159, 160].

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης συνάδουν με τα αποτελέσματα παρόμοιων μελετών, όπου βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ του ερωτηματολογίου συχνότητας λειτουργικών

τροφίμων και της τυπικής μεθόδου (ανάκληση 24h). Σε μια παρόμοια μελέτη όπου 60 συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν ένα FFQ και τέσσερις 24ωρες ανακλήσεις ως μέθοδο αναφοράς, σε περίοδο 4 εβδομάδων, αποδείχθηκε εγκυρότητα 72%, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταβλητών για τις 18 από τις 25 ομάδες τροφίμων που περιέχονται στο το FFQ [159]. Σε μια άλλη μελέτη που εξέτασε την εγκυρότητα των ερωτηματολογίων συχνότητας 14 ομάδων τροφίμων με δείγμα 49 εθελοντών, βρέθηκε συσχέτιση 74% μεταξύ των απαντήσεων στο FFQ και μιας 24ωρης ανάκλησης [161]. Επιπροσθέτως, οι Tabacchi et al. σε μια συστηματική ανασκόπηση, επιβεβαίωσαν ότι το ερωτηματολόγιο συχνότητας τροφίμων αποδεικνύεται ένα έγκυρο εργαλείο αξιολόγησης για τη διερεύνηση της συχνότητας κατανάλωσης πολλών τροφίμων [151].

Η συνέπεια μεταξύ του FFQ και της μεθόδου αναφοράς ήταν μεγαλύτερη σε μελέτες όπου οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να περιγράψουν το μέγεθος της μερίδας τους (συντελεστής συσχέτισης 0,5–0,6), σε σύγκριση με έρευνες όπου αυτό δεν ήταν δυνατό (συντελεστής συσχέτισης 0,2–0,5), ή εκείνες τις μελέτες όπου το μέγεθος της μερίδας προσδιορίστηκε από το FFQ. Έτσι, προτείνεται ότι η εγκυρότητα του ερωτηματολογίου δύναται να αυξηθεί ελαφρώς όταν ζητηθούν λεπτομέρειες για το μέγεθος της τυπικής μερίδας κάθε ομάδας τροφίμων και στα δύο εργαλεία αξιολόγησης [162].

Επιστημονικά στοιχεία δείχνουν πως η χρήση προπλασμάτων τροφίμων για τον υπολογισμό του μεγέθους της μερίδας βελτιώνει την ικανότητα καταγραφής της πραγματικής ποσότητας πρόσληψης σε μια ανάκληση 24ωρου με βάση τις οδηγίες που ακολουθήθηκαν στη μελέτη μας [163]. Ωστόσο, η ολοκλήρωση των 24ωρων ανακλήσεων απαιτεί ένα ορισμένο επίπεδο δεξιοτήτων, το οποίο μπορεί να αυξηθεί με την ένταξη στο FFQ και την εξέταση του μεγέθους της μερίδας. Αυτό ενδεχομένως να οδηγήσει τους συμμετέχοντες στην εγκατάλειψη της συμβολής τους σε οποιοδήποτε στάδιο της μελέτης είτε σε αναληθείς απαντήσεις. Ένα λεπτομερέστερο εργαλείο θα ήταν απαραίτητο για τη συγκέντρωση δεδομένων σε ενδεχόμενη μελλοντική μελέτη, η οποία θα εστιάζει στα μικροθρεπτικά ή μακροθρεπτικά συστατικά [164].

Όταν ως μέθοδος αναφοράς χρησιμοποιείται η ανάκληση 24 ωρών, η αποτελεσματικότητα της συλλογής δεδομένων δεν εξαρτάται μόνο από το σχεδιασμό της μελέτης αλλά και από τη μνήμη των εθελοντών και την ικανότητά τους να περιγράφουν τις διατροφικές τους συνήθειες. Έτσι, τα επίπεδα συχνότητας κατανάλωσης πιθανόν να υπερεκτιμηθούν και αυτός είναι ένας πιθανός περιορισμός της μελέτης μας. Το μέγεθος του δείγματός μας συνέβαλε στην ενίσχυση των συσχετισμών, καθώς συνιστάται ένα μέγεθος δείγματος τουλάχιστον 50 ατόμων, αλλά κατά προτίμηση 100 ή περισσότερων για την επικύρωση των ερωτηματολογίων συχνότητας τροφίμων. Οι μετα-υπολογισμοί μεγέθους δείγματος έδειξαν ότι με ελάχιστο μέγεθος δείγματος 50 εθελοντών, η ισχύς ανίχνευσης σημαντικών συσχετίσεων 0.35, 0.40 και 0.45 θα ήταν 0.74, 0.85 και 0.94, αντίστοιχα (two-tailed, $\alpha = 0.05$). Έτσι, το μέγεθος του δείγματος της παρούσας μελέτης πληροί τα κριτήρια μελέτης επικύρωσης, όπως προτείνονται από άλλες μελέτες [159]. Εκ παραλλήλου, η διαφορά στο χρονικό πλαίσιο μεταξύ των δύο μεθόδων αξιολόγησης, θα

μπορούσε να αποτελεί περιορισμό της παρούσας μελέτης, καθώς το FFFQ καλύπτει αναδρομικά την κατανάλωση 1 έτους και οι ανακλήσεις 24 ωρών καλύπτουν την προοπτική 3 ημερών. Ωστόσο, οι αξιολογήσεις αναφοράς (ανακλήσεις 24 ωρών) συλλέχθηκαν την ίδια περίοδο, επομένως, αναμένεται μόνο μια μικρή εποχική διακύμανση [165].

Ένα μεγάλο χρονικό διάστημα μεταξύ των ανακλήσεων 24 ώρου έχει συσχετιστεί με βελτιώσεις στην εγκυρότητα του FFQ. Οι Molag et al. απέδειξαν ότι σε μελέτες που χρησιμοποίησαν μια ενδιάμεση χρονική περίοδο 8-14 ημερών, οι συντελεστές συσχέτισης ήταν σημαντικά υψηλότεροι από ό, τι σε μελέτες που χρησιμοποίησαν μια ενδιάμεση περίοδο 1-7 ημερών, και αυτό το γεγονός επιβεβαιώνεται σε αυτή τη μελέτη [166]. Στην παρούσα μελέτη επικύρωσης δε χρησιμοποιήθηκαν βιοδείκτες ή άλλα σημεία αναφοράς για την αξιολόγηση της εγκυρότητας, τα οποία αποτελούν σημαντικό περιορισμό. Εάν η αξιολόγηση του FFQ, εκτός από τη διατροφική πρόσληψη για την περίοδο των 3 εβδομάδων, περιελάμβανε τον προσδιορισμό ορισμένων βιοδεικτών στο πλάσμα του αίματος ή στο λιπώδη ιστό, θα είχαν προστεθεί πολύτιμες πληροφορίες για την εγκυρότητά του [159].

Τέλος, είναι αξιοσημείωτο ότι οι ανακλήσεις αναφέρονται σε μια περίοδο του έτους, δεδομένου ότι ολοκληρώθηκαν εντός τριών εβδομάδων, ενώ το FFFQ έλαβε υπόψη την εποχικότητα (π.χ. φρούτα, λαχανικά κ.λπ.) ορισμένων τροφίμων ως προς την κατανάλωσή τους (στην εποχή τους). Έτσι, τα αποτελέσματα σύγκρισης μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά, αντανακλώντας τις διαφορές μεταξύ των δύο εργαλείων αξιολόγησης [167].

Όπως προαναφέρθηκε, η παρούσα μελέτη έχει ορισμένους περιορισμούς, όπως το σφάλμα ανάκλησης και το συστηματικό σφάλμα επιλογής κατά το σχεδιασμό της μελέτης. Συλλέχθηκαν ακριβή και λεπτομερή δεδομένα για τον προσδιορισμό του σφάλματος ανάκλησης. Χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές πηγές πληροφοριών (ερωτηματολόγια, ανακλήσεις κ.λπ.) για τη μείωση του συστηματικού σφάλματος πληροφοριών. Επιπλέον, το δείγμα της μελέτης είναι περιορισμένο και περιλαμβάνει συμμετέχοντες μόνο από μια περιοχή της ελληνικής επικράτειας, τη Λήμνο. Θα ήταν επιθυμητές περαιτέρω επιδημιολογικές μελέτες με εθελοντές από άλλες περιοχές της χώρας, αστικές, αγροτικές και νησιωτικές, ούτως ώστε να εξαχθούν πιο αξιόπιστα συμπεράσματα για τον ελληνικό πληθυσμό.

5.2 Συσχέτιση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες παχυσαρκίας και διερεύνηση της άποψης και αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα

5.2.1 Εισαγωγή-Σκοπός

Τα πρόσφατα επιστημονικά στοιχεία τονίζουν τον πιθανό ρόλο της συχνής κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, στα πλαίσια μιας ισορροπημένης διατροφής, στη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών, όπως η παχυσαρκία και το μεταβολικό σύνδρομο. Οι βιοδραστικές ενώσεις των λειτουργικών τροφών (διαιτητικές ίνες, πολυφαινόλες, καροτενοειδή κ.λπ.) ενδεχομένως να συντείνουν στον έλεγχο της αύξησης βάρους και στη συσσώρευση λίπους μέσω προτεινόμενων πιθανών μηχανισμών όπως η μείωση της απορρόφησης λίπους, η επαγωγή της θερμογένεσης και η προώθηση της οξειδωσης του λίπους [18]. Η κατανάλωση ορισμένων φυσικών λειτουργικών τροφίμων που συγκαταλέγονται στη μεσογειακή διατροφή, όπως φρούτα και λαχανικά, όσπρια, άγρια χόρτα, βότανα, ξηροί καρποί, ελιές και ελαιόλαδο, έχει συσχετιστεί με την προαγωγή της υγείας και παραμέτρους της πρόληψης ασθενειών [168].

Η νεότερη στροφή των καταναλωτών σε υγιεινότερες επιλογές τροφίμων «προστάζει» την ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων. Στο πλαίσιο αυτό, η ακριβέστερη κατανόηση των προτιμήσεων και των απόψεων των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα, παραμένει ζωτικής σημασίας στο πεδίο της έρευνας. Παρ' όλα αυτά, το τοπίο γύρω από τους πολυποίκιλους παράγοντες που φαίνεται να επηρεάζουν την καταναλωτική και αγοραστική συμπεριφορά, παραμένει αδιαφανές [168].

Στην Ελλάδα, συγκεκριμένες επιδημιολογικές μελέτες αποδεικνύουν πως παρόλο που υφίσταται η γνώση για τον πιθανό ρόλο της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων στην υγεία, αυτή δεν είναι τόσο διαδεδομένη. Επομένως, η βέλτιστη διερεύνηση των παραγόντων εκείνων που πιθανόν να επηρεάζουν την αποδεκτικότητα των καταναλωτών ως προς αυτή την κατηγορία ευεργετικών τροφίμων, ενδεχομένως να συνδράμει στην ανάπτυξη νεότερων στρατηγικών για την προώθησή τους [168].

Σκοπός αυτής της επιδημιολογικής μελέτης ήταν αφενός η διερεύνηση της πιθανής συσχέτισης μεταξύ της κατανάλωσης φυσικών-παραδοσιακών ή καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων (π.χ. βιο-επεξεργασμένων), με ανθρωπομετρικούς δείκτες παχυσαρκίας ή μεταβολικού συνδρόμου, και αφετέρου η αξιολόγηση της άποψης και της αποδεκτικότητας Ελλήνων και Κυπρίων καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα και η συσχέτιση αυτών με κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά.

5.2.2 Μέθοδοι

5.2.2.1 Εθελοντές

Προκειμένου να επιτευχθεί η αντιπροσωπευτική και στρωματοποιημένη δειγματοληψία, το δείγμα θα πρέπει να καλύπτει εξίσου και τα δύο φύλα και όλες τις

ηλικιακές ομάδες. Έτσι, για την επιλογή των συμμετεχόντων εφαρμόστηκε μια τυχαία μέθοδος δειγματοληψίας πολλαπλών βαθμίδων με πληθυσμιακή βάση ανά περιοχή, με 3 ηλικιακές ομάδες (18-35, 35-60, >60) και τα 2 φύλα (άνδρας, γυναίκα). Οι συμμετέχοντες εγγράφηκαν στη μελέτη έπειτα από προσωπική πρόσκληση είτε μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, και με τη χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης (Instagram, Facebook).

Κατά τη διάρκεια της περιόδου Μάιος 2018- Ιανουάριος 2022, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία σε άτομα που πληρούσαν το κριτήριο της ηλικίας άνω των 18 ετών, από 49 περιοχές της Ελλάδος και της Κύπρου. Σε αυτή την αναδρομική μελέτη παρατήρησης αντιπροσωπευτικού δείγματος ενηλίκων και ηλικιωμένων που κατοικούν στην Ελλάδα και την Κύπρο, συμπεριελήφθησαν συνολικά 1935 εθελοντές και έληξε τον Ιανουάριο 2022.

5.2.2.2 Σχεδιασμός της μελέτης

Πρόκειται για μια τυχαίοποιημένη, αναδρομική, συγχρονική (cross-sectional), επιδημιολογική μελέτη που σχεδιάστηκε και ξεκίνησε το 2018. Πραγματώθηκε σύμφωνα με τη Διακήρυξη του Ελσίνκι. Όλοι οι εθελοντές αφότου ενημερώθηκαν για τον απώτερο σκοπό της έρευνας, τον εθελοντικό χαρακτήρα της συμμετοχής και την διατήρηση της εμπιστευτικότητας των πληροφοριών, υπέγραψαν μια ενημερωμένη φόρμα συγκατάθεσης (Παράρτημα Ι).

Είναι ευρέως αποδεκτό πως ο ορθός σχεδιασμός μιας επιδημιολογικής μελέτης αποτελεί ανεκτίμητο εργαλείο στη φαρέτρα των ερευνητών, προκειμένου να συλλεχθούν τα απαραίτητα για τους σκοπούς της μελέτης δεδομένα. Επιπλέον, επιτρέπεται η εξάλειψη του συστηματικού σφάλματος ερευνητή της έρευνας με αποτελεσματικές οικονομικά και χρονικά μεθόδους. Η διεξαγωγή της μελέτης αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί μέσω προσωπικών συνεντεύξεων και με τη χρήση ενός ειδικά σχεδιασμένου ερωτηματολογίου, το οποίο επικυρώθηκε, ούτως ώστε να επιτευχθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και λόγω της απλότητας της κωδικοποίησης και ανάλυσης των δεδομένων [15].

Έτσι, μια ομάδα 20 εκπαιδευμένων ερευνητών συγκέντρωσε τις απαραίτητες πληροφορίες για την άποψη και αποδεκτικότητα των καταναλωτών σχετικά με τα λειτουργικά τρόφιμα, με τυποποιημένες διαδικασίες και μέσω προσωπικών συνεντεύξεων. Κατ' αυτόν τον τρόπο υφίστατο παροχή υποστήριξης στους ερωτηθέντες από τον εκάστοτε ερευνητή, ήταν δυνατή η ελάττωση της πιθανής παρερμηνείας των ερωτήσεων και κατ' επέκταση, η μείωση των πιθανών συστηματικών λαθών των ερευνητών. Οι προσωπικές συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν με επίσκεψη των συμμετεχόντων στη Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου, Εργαστήριο Διατροφής και Δημόσιας Υγείας, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Λήμνος, είτε με επίσκεψη των εκπαιδευμένων ερευνητών της ομάδας στην οικία του εκάστοτε εθελοντή εκτός περιόδων εγκλεισμού λόγω της πανδημίας COVID-19, και εφαρμοζομένων όλων των υγειονομικών πρωτοκόλλων που αυτή επέβαλε.

5.2.2.3 Εργαλεία αξιολόγησης

Διατροφική αξιολόγηση

Για την αποτύπωση της τάσης των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν, με τη συνδρομή της ομάδας ερευνητών, ένα ερωτηματολόγιο που περιελάμβανε συνολικά 38 ερωτήσεις, κλειστού και ανοιχτού τύπου (Παράρτημα ΙΙΙ), ενώ για την αξιολόγηση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων χρησιμοποιήθηκε το επικυρωμένο ερωτηματολόγιο FFFQ (Παράρτημα ΙΙ), που αναπτύχθηκε όπως περιγράφηκε στην ενότητα 5.1.1.1. της παρούσας.

Αξιολόγηση ανθρωποδεικτών και σύστασης σώματος

Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων έλαβαν χώρα ανθρωπομετρήσεις (π.χ. μέτρηση ύψους, περιφέρειας μέσης και ισχίων) και αξιολόγηση της σύστασης του σώματος (π.χ. βάρος, λίπος σώματος, νερό σώματος, μυϊκή μάζα, οστική μάζα, βασικός μεταβολισμός), με τη χρήση κατάλληλου αναστημόμετρου, επαγγελματικών μεζουρών, καθώς και λιπομετρητών Tanita SC330 (Μονάδα Διατροφής) και φορητών λιπομετρητών Tanita BC 543 (για τις περιπτώσεις λήψης συνεντεύξεων στον προσωπικό χώρο του εθελοντή) [22] .



Εικόνα 9 Αξιολόγηση ανθρωποδεικτών και σύστασης σώματος

5.2.2.4 Συνεντεύξεις

Στην πρώτη ενότητα της συνεντεύξεων συλλέχθηκαν πληροφορίες για τα κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού της μελέτης, καθώς και χαρακτηριστικά του τρόπου ζωής και των γενικότερων συνηθειών. Στη δεύτερη ενότητα αξιολογήθηκε τόσο η συχνότητα κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, μέσω αυτό-συμπλήρωσης του FFFQ, όσο

και η καταναλωτική/αγοραστική συμπεριφορά των συμμετεχόντων, οι γνώσεις και απόψεις τους για τα λειτουργικά τρόφιμα, καθώς και η τάση αποδοχής αυτών.

Για τον προσδιορισμό της αγοραστικής συμπεριφοράς των ερωτηθέντων, αρχικά σημειώθηκαν τα σημεία τα οποία επιλέγονται για την προμήθεια τροφίμων, κι έπειτα ζητήθηκε από τους εθελοντές να δηλώσουν αν διαβάζουν τις διατροφικές πληροφορίες στις ετικέτες των τροφίμων, και αν πιστεύουν πως οι πληροφορίες αυτές ανταποκρίνονται στα πραγματικά διατροφικά χαρακτηριστικά των τροφίμων. Επιπλέον, ερωτήθηκαν αν θα επιθυμούσαν τη διατροφική επισήμανση στους καταλόγους των καταστημάτων εστίασης, όπως στα εστιατόρια.

Σε επόμενο στάδιο, η συνέντευξη εστίασε περισσότερο στη γενικότερη γνώση για τα λειτουργικά τρόφιμα. Όσοι εκ των συμμετεχόντων είχαν γνώση περί λειτουργικών τροφίμων ερωτήθηκαν επιπλέον αν πιστεύουν πως η κατανάλωση αυτών δύναται να συνεισφέρει στον έλεγχο της υγείας και αν τα συμπεριλαμβάνουν στη διατροφή τους, και εν συνεχεία κλήθηκαν να επιλέξουν τις κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων, για τις οποίες γνωρίζουν περισσότερες πληροφορίες.

Ακολουθούσε προσδιορισμός του όρου “λειτουργικά τρόφιμα” από τον εκάστοτε ερευνητή, όπως έχει προταθεί από τους Koutelidakis and Dimou (2017) [14]. Προκειμένου να συλλεχθούν πληροφορίες σχετικά με τα αποτελεσματικότερα μέσα με τα οποία θα μπορούσε να προωθηθεί η αγορά και κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων, και σε επόμενο επίπεδο να καθίσταται δυνατή πιθανή σύσταση, ζητήθηκε η δήλωση της προτίμησης του βέλτιστου τρόπου ενημέρωσης σχετικά με αυτά. Για τη συνέχιση της συνεντεύξεως ακολούθησαν ερωτήσεις σχετικές με την εμπιστοσύνη, τη γνώση, το φόβο και την πρωτοβουλία που εκλαμβάνονται από την κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων. Οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να υποδείξουν τον βαθμό συμφωνίας τους με τις ως ανωτέρω δηλώσεις χρησιμοποιώντας την κλίμακα 6 επιπέδων: «1 = διαφωνώ πλήρως» έως «6=συμφωνώ απόλυτα», κατά Likert [169].

Για τον προσδιορισμό των παραγόντων που επηρεάζουν περισσότερο τους καταναλωτές στην απόφαση αγοράς και κατ'επέκταση την κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων ή μη, οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν αρχικά αν επιλέγουν την αγορά λειτουργικών τροφίμων ή όχι, και ακολούθησε η παράθεση των πιθανών αυτών παραγόντων. Όσοι εξ' αυτών δήλωσαν αγοραστές, ερωτήθηκαν για τους λόγους εκείνους για τους οποίους επιλέγουν να αγοράζουν λειτουργικά τρόφιμα. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε μια συστοιχία 8 πιθανών λόγων αγοράς, σε έναν πίνακα 5 διαβαθμίσεων, όπως έχει προταθεί από προηγούμενες μελέτες [170, 171]. Αντίστοιχα, η ίδια κλίμακα χρησιμοποιήθηκε και για τη δήλωση των λόγων για τους οποίους επιλέγουν να μην αγοράζουν λειτουργικά τρόφιμα, όσοι εκ των εθελοντών δήλωσαν μη αγοραστές. Σε αυτούς ζητήθηκε η αξιολόγηση 7 πιθανών αιτιών μη αγοράς λειτουργικών τροφίμων, βασιζόμενοι και πάλι σε προηγούμενες μελέτες.

Λαμβάνοντας υπόψιν τις προσδοκίες και τα κίνητρα των καταναλωτών για κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων, ζητήθηκε από τους εθελοντές να προσδιορίσουν τους παράγοντες οι οποίοι επιδρούν θετικά στην απόφαση κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, εμπλουτισμένων με αντιοξειδωτικά, από μια συστοιχία 7 παραγόντων. Στο

τελευταίο στάδιο διερεύνησης της γενικότερης άποψης των καταναλωτών, η συζήτηση εστίασε στις καινοτόμες βιοδιεργασίες που εφαρμόζονται κατά τα τελευταία έτη προς παραγωγή νεοφανών λειτουργικών τροφίμων. Έτσι, οι εθελοντές της μελέτης ερωτήθηκαν αν έχουν ακούσει ή διαβάσει στο παρελθόν πληροφορίες σχετικά με τον όρο «Βιοδιεργασίες τροφίμων στην ανάπτυξη βιώσιμων, καινοτόμων προϊόντων διατροφής».

Τέλος, για την αξιολόγηση της αποδεκτικότητας των καταναλωτών έναντι της εφαρμογής των βιοδιεργασιών προς δημιουργία καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, μέσω αξιοποίησης παραπροϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων, οι συμμετέχοντες στη μελέτη κλήθηκαν να δηλώσουν το βαθμό συμφωνίας τους σε μια συστάδα 8 προτάσεων. Για την καταγραφή του βαθμού συμφωνίας χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα 5 επιπέδων κατά Likert [172]. Οι καταγεγραμμένες προτάσεις που υποβλήθηκαν ήταν προσαρμοσμένες στους σκοπούς της προοπτικής των μελετών της ερευνητικής ομάδας.

5.2.3 Στατιστική Ανάλυση

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις προσωπικές συνεντεύξεις όλων των συμμετεχόντων επεξεργάστηκαν, κωδικοποιήθηκαν, εισήχθησαν και αναλύθηκαν με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS var.21. Τα ακραία στοιχεία εκ των δεδομένων εξουδετερώθηκαν μέσω της δήλωσής τους ως "ελλείπουσες τιμές". Τα δεδομένα της περιγραφικής στατιστικής παρουσιάζονται ως Sum (Σύνολο παρατηρήσεων), είτε ως ποσοστά % του συνολικού πληθυσμού.

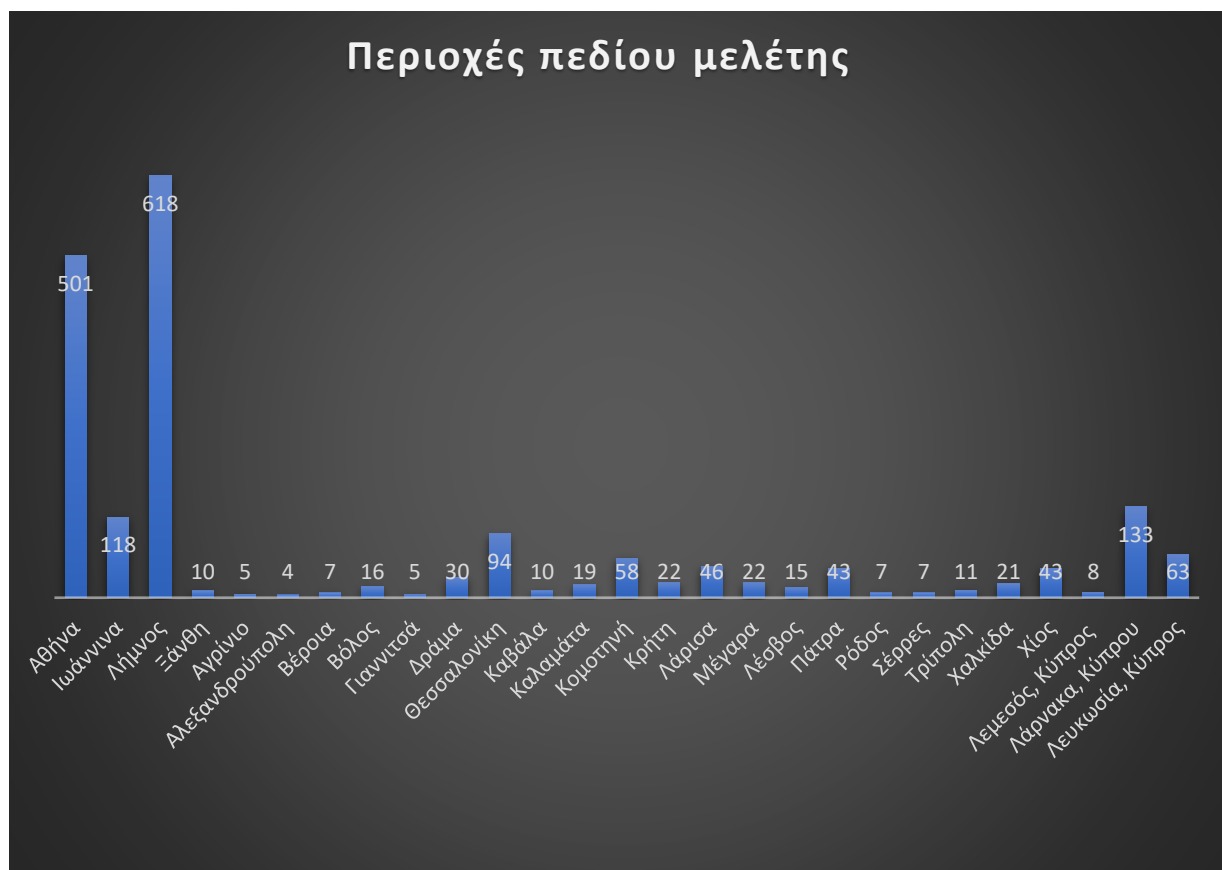
Αναφορικά με τα στοιχεία που αντλήθηκαν εκ του FFFQ, το τεστ Kolmogorov-Smirnov εφαρμόστηκε αρχικώς, για τον έλεγχο της κανονικότητας των κατανομών. Ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (one-way Anova, $F > 1$ & $p \leq 0.05$) και έλεγχος πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni, πραγματοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της πιθανής συσχέτισης της συχνότητας κατανάλωσης κάθε ομάδος λειτουργικού τροφίμου με τους μελετώμενους ανθρωπομετρικούς δείκτες (βάρος, ΔΜΣ, λίπος σώματος, λόγος περιφέρειας μέσης/ισχύων) [22].

Για τα στοιχεία που ελήφθησαν σχετικά με την άποψη και την αποδεκτικότητα των καταναλωτών, πίνακες συνάφειας παρήχθησαν για τον έλεγχο της κατανομής των παρατηρήσεων ορισμένων μεταβλητών, και παράλληλα εφαρμόστηκε ο έλεγχος χ^2 για τη διερεύνηση της υπόθεσης πως οι μελετώμενες στους αντίστοιχους πίνακες, μεταβλητές δε σχετίζονται μεταξύ τους. Για τις μεταβλητές όπου διαπιστώθηκε μέσω του ελέγχου χ^2 πως συσχετίζονται, επιλέχθηκε ο έλεγχος συσχέτισης Spearman. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$.

5.2.4 Αποτελέσματα

5.2.4.1 Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού

Στην παρούσα επιδημιολογική μελέτη έλαβαν μέρος συνολικά 1935 εθελοντές, 726 άνδρες και 1207 γυναίκες, από διάφορες περιοχές της Ελλάδος και της Κύπρου. Ένα ποσοστό 81.45% ανήκε στην ηλικιακή ομάδα 18-35, ένα 17% στην ηλικιακή ομάδα των 35-60 και ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 1.45% ήταν άνω των 60 ετών. Οι συμμετέχοντες στη μελέτη ήταν κάτοικοι της Αθήνας (n=501), των Ιωαννίνων (n=118), της Λήμνου (n=618), της Ξάνθης (n=10), τη Λεμεσό Κύπρου (n=8), το Αγρίνιο (n=5), την Αλεξανδρούπολη (n=4), τη Βέροια (n=7), το Βόλο (n=16), τα Γιαννιτοά (n=5), από τη Δράμα (n=30), τη Θεσσαλονίκη (n=94), την Καβάλα (n=10), την Καλαμάτα (n=19), την Κομοτηνή (n=58), την Κρήτη (n=22), τη Λάρισα (n=46), τη Λάρνακα Κύπρου (n=133), τη Λευκωσία Κύπρου (n=63), τα Μέγαρα (n=22), τη Λέσβο (n=15), την Πάτρα (n=43), τη Ρόδο (n=7), τις Σέρρες (n=7), την Τρίπολη (n=11), τη Χαλκίδα (n=21) και τη Χίο (n=43). Η κατανομή του πληθυσμού της μελέτης στις διάφορες περιοχές κατοικίας ανά την Ελλάδα και την Κύπρο απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Η πλειοψηφία (57.74%) των συμμετεχόντων προέρχονταν από πόλεις, ενώ 42.26% του συνολικού πληθυσμού δήλωσε πως διαμένει σε επαρχία ή χωριό.



Σχήμα 2 Η κατανομή του πληθυσμού στις διάφορες περιοχές κατοικίας σε Ελλάδα και Κύπρο

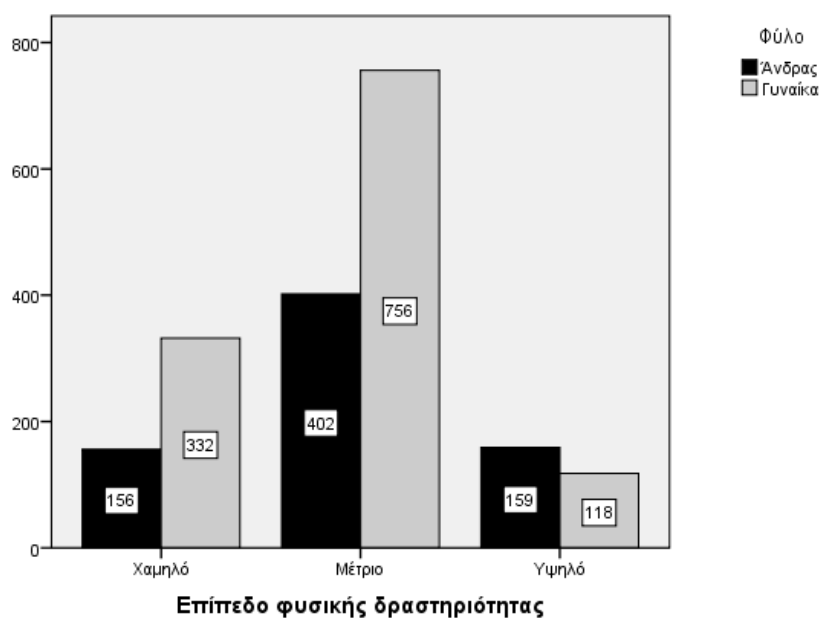
Ως προς την οικογενειακή κατάσταση, η πλειοψηφία του πληθυσμού (79.2%) ήταν ελεύθεροι, ένα 19.07% ήταν παντρεμένοι, ενώ ένα ποσοστό 1.24% ήταν διαζευγμένοι. Εκ του συνόλου των νοικοκυριών που ερευνήθηκαν, 27.6% περιλαμβάνουν 4 άτομα ενώ 27.49% δήλωσαν πως διαμένουν μόνοι. Όσον αφορά το μορφωτικό επίπεδο, το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της μελέτης είναι απόφοιτοι μέσης εκπαίδευσης (48.99%) και ένα 41.03% κατέχει πτυχίο ανωτέρων ή ανωτάτων σχολών. Το οικογενειακό εισόδημα, όπως προέκυψε από την ανάλυση των περιγραφικών στοιχείων, κατανέμεται σχεδόν ίσα στον

πληθυσμό (30.82% χαμηλότερο από 500€/μηνιαίως, 27.55% 500€-1000€, 27.08% 1000€-2000€). Επιπροσθέτως, ένα ποσοστό 56% των συμμετεχόντων δήλωσαν πως οι ίδιοι είναι υπεύθυνοι για την προμήθεια τροφίμων του νοικοκυριού.

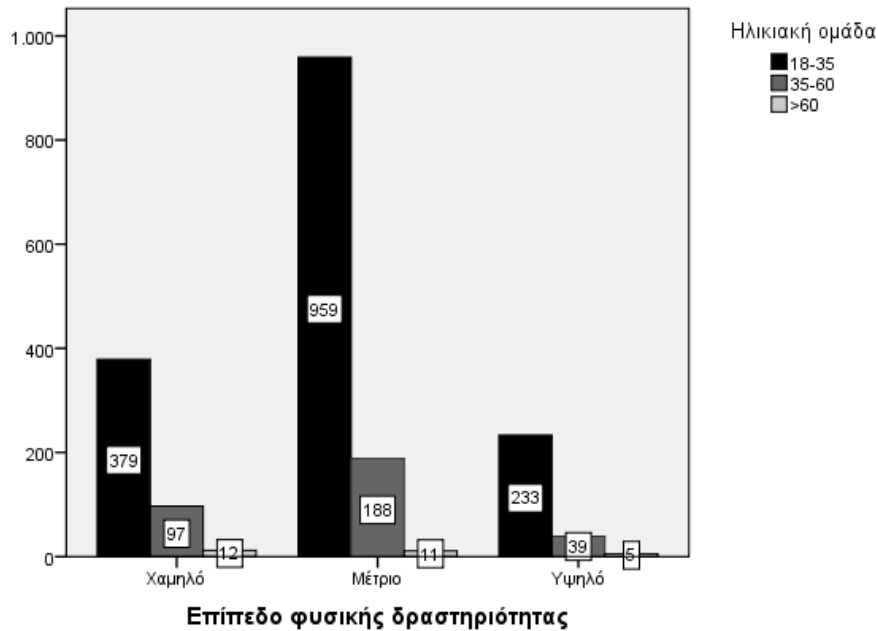
5.2.4.2 Χαρακτηριστικά τρόπου ζωής και γενικές συνήθειες

Από το σύνολο των συμμετεχόντων το 85.6% δεν νοσεί από κάποια χρόνια ασθένεια, ενώ το 4.2% ακολουθεί χορτοφαγική διατροφή. Το κάπνισμα δεν αποτελεί μέρος των καθημερινών συνηθειών για το 64.5% του πληθυσμού της μελέτης.

Μέτρια φυσική δραστηριότητα καταγράφηκε για το μεγαλύτερο μέρος των εθελοντών (60.2%), ενώ σε χαμηλότερα επίπεδα αυτή κυμαίνεται για ένα 25,4% του συνόλου. Η κατανομή της φυσικής δραστηριότητας ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα και το φύλο των συμμετεχόντων φαίνεται στα Σχήμα 3 και Σχήμα 4.



Σχήμα 3 Κατανομή επιπέδου φυσικής δραστηριότητας ανάλογα με το φύλο



Σχήμα 4 Κατανομή επιπέδου φυσικής δραστηριότητας στις ηλικιακές ομάδες

5.2.4.3 Συσχέτιση συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες

Τα αποτελέσματα της περιγραφικής ανάλυσης, σχετικά με τη συχνότητα κατανάλωσης των λειτουργικών τροφίμων που περιλαμβάνονταν στο FFFQ, εκπεφρασμένα σε % ποσοστό του συνολικού πληθυσμού, απεικονίζονται στον Πίνακα 6.

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (22.9%) στη μελέτη δήλωσε πως καταναλώνει κόκκινα λαχανικά 1-2 φορές/εβδομάδα. Παρόλο που τα ρόδια και τα μούρα καταναλώνονται σπάνια ή καθόλου από το μεγαλύτερο μέρος (16.5% και 30.7%, αντίστοιχα), φαίνεται πως προτιμώνται 1-2 φορές/εβδομάδα από 15% του πληθυσμού. Αναφορικά με την κατανάλωση βοτάνων της ελληνικής γης, το θυμάρι, η ρίγανη και ο βασιλικός, καθώς και το τσάι (*Camelia sinensis*) αποτελούν μέρος της εβδομαδιαίας (3-4 και 1-2 φορές/εβδομάδα, αντίστοιχα) διατροφής του 17% των Ελλήνων και Κυπρίων. Ένα 18% δήλωσε πως προσθέτει κανέλα στα γεύματά του 1-2 φορές εβδομαδιαίως, ενώ το μέλι και ο καφές αποτελούν μέρος της καθημερινής διατροφής (1 φορά/ημέρα) για το 15.7% και 26.8% του συνολικού πληθυσμού, αντίστοιχα. Οι ξηροί καρποί, τα φασόλια και ο αρακάς φαίνεται πως επιλέγονται για κατανάλωση κατά πλειοψηφία (18.8%, 39.7% και 32.1%) 1-2 φορές εβδομαδιαίως. Επιπλέον, στην ίδια συχνότητα καταναλώνονται οι ελιές (30.8%), τα ζυμαρικά ολικής άλεσης (41.5%), τα εμπλουτισμένα προϊόντα αρτο-ζαχαροπλαστικής (55.4%) και τα γαλακτοκομικά (58.8%). Σπανιότερα εντός του μήνα (1 φορά) συμπεριλαμβάνονται στη διατροφή των εθελοντών το κακάο (18%), η σόγια και τα προϊόντα της (12%) και τα εμπλουτισμένα με φυτοστερόλες και φυτοστανόλες προϊόντα επάλειψης (10.2%). Τέλος, όπως προέκυψε εκ της αναλύσεως, το ελαιόλαδο αποτελεί αναπόσπαστο

κομμάτι της καθημερινής διατροφής (2-3 φορές/ημέρα) της πλειοψηφίας των Ελλήνων και Κυπρίων εθελοντών (14.2%), έναντι των ιχθυελαίων, τα οποία δεν προτιμώνται συχνά (1 φορά μηνιαίως) από τους περισσότερους ερωτηθέντες (63.3%). Τα νεοφανή τρόφιμα, προϊόντα βιοδιαεργασιών υψηλής διατροφικής αξίας και τα τροφοφάρμακα, παρατηρήθηκε πως δεν καταναλώνονται ποτέ από όλον συνολικά τον πληθυσμό της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 6 Σύνοψη της συχνότητας κατανάλωσης των λειτουργικών τροφίμων

	>6 φορές/ μέρα	4-5 φορές/ μέρα	2-3 φορές / μέρα	1 φορ ά/ μέρ α	5-6 φορές / εβδομ άδα	3-4 φορ ές/ εβδ ομά δα	1-2 φορές / εβδομ άδα	2-3 φορές / μήνα	1 φορ ά/μ ήνα	Ποτ έ
Συνολική κατανάλωση φρούτων	2.1	3.9	19.6	33.2	8.3	12.4	13.8	4.2	1.8	0.8
Κίτρινα/πορτοκαλί	1.2	2.4	7.5	21.5	11	14	20	11.1	7.3	3.9
Εσπεριδοειδή	0.7	2.6	6.9	17.9	10.6	16.6	24.7	10.3	6.1	3.7
Κόκκινα	1.1	1.9	4	12.5	7.3	14.7	22.9	15.1	14.7	5.7
Αποξηραμένα	0.6	2.2	2.6	6.8	4.6	7.7	20.4	13	18.4	23.7
Μούρα	0.8	1.7	1.7	4.3	3.7	5.9	14.9	10.2	16.5	4.2
Ρόδια	0.8	1.7	1.7	2.6	2.4	6.4	15.1	9.7	28.9	30.7
Συνολική κατανάλωση χυμών φρούτων	1	2.5	3.8	12.5	10.5	15.5	19.5	12.2	8.7	13.6
Χυμοί πορτοκαλιού	1.5	1.6	3	11.1	11.8	15.9	20.6	13.5	11	10
Χυμοί μήλου	0.4	2.3	1.6	2.5	4.1	8.8	16.8	8.2	11	44.3
Άλλοι χυμοί	0.9	1.9	2.6	5	6.7	11.1	19.7	14.1	14.9	23
Εμπλουτισμένοι χυμοί	0.9	1.80	1.7	3	3.2	6.9	13.3	8.2	11.8	49.3
Συνολική κατανάλωση λαχανικών	1.4	3.9	15.6	19.5	14	17.4	14.4	5.3	3.9	4.6
Κίτρινα/πορτοκαλί	0.8	0.1	4.4	13.5	7.6	14.9	23	12.5	7.7	13.6
Σταυρανή	1	1.9	3.2	5.3	8	12.6	23.3	10.1	10.5	23.9
Άγρια χόρτα	0.7	1.7	1.3	3.2	3.8	6.1	19.1	19.4	18.4	26.2
Πράσινα φυλλώδη	0.8	2.3	4.3	12.1	12.1	19.5	22.8	13.1	6.6	6.4
Κόκκινα	0.6	2.5	3.8	9.8	9	15.9	19.8	12.3	11.8	14.4
Βολβοί	0.4	1.9	2.4	8.9	7.9	13.2	18.6	8.7	10.8	27.2
Διαδεδομένα ελληνικά	0.4	2.3	3.3	5.4	6	10.5	19.1	11.4	15.4	26.3
Τσάι	1.7	1.8	3.5	9.6	21.4	12.3	16.9	10.5	15.5	6.7
Άλλα Βότανα	0.5	1.9	2.4	4.4	4.3	6.8	14.2	9.2	14.9	41.4
Θυμάρι, ρίγανη, βασιλικός	1.1	2.6	5.8	16.1	15.8	17.2	17.1	9.2	7.6	7.4
Κουρκουμάς	0.8	1.7	2.3	4	5.2	8.5	14.2	8.1	10.4	44.9
Κανέλα	1.2	2.3	3.7	9	11	14.7	18.1	12.9	14.1	13.1
Μαστίχα Χίου	1.1	1.3	1.6	1.3	1.8	3.8	10.5	9.7	15.7	53
Κρόκος Κοζάνης	0.8	1.5	1.9	1	3	3.5	12.6	6.6	12.2	57

Καφές	3.5	5.1	19.5	26.8	4.9	5.8	5.5	2.9	5.8	20.2
Κακάο	1.5	2	1.3	3.1	4.6	9.1	16.8	12.6	18	31
Μέλι	1.3	3.1	7.3	15.7	12.4	12.8	21	11.2	7.9	7.3
Πρόπολη	1.1	1.8	0.4	1.6	0.9	3.5	8.9	6.7	12.9	62.1
Βασιλικός πολτός	1.1	1.5	0.9	2.4	2.2	2.9	11.8	6	5.4	60.7
Ζέα	0.7	1.8	0.4	0.9	0.4	1.3	8.2	2	7.3	77
Σπρουλίνα	0.7	1.8	0.7	0.4	0.7	0.9	6	2.4	6.4	79.4
Ιπποφάες	0.7	1.8	0.4	0.4	0.7	1.5	8.4	2.9	5.6	77.6
Σπόροι τσίια	0.7	1.8	1.1	3.5	0.4	0.7	5.3	2.9	6.6	75
Συνολική κατανάλωση οσπρίων	0.7	1.8	1.3	2.4	2.7	11.8	36.6	14.8	6.6	20.9
Φακές	0.7	2.2	0.9	2.6	1.6	5.1	35	17.9	12.8	21.3
Φασόλια	0.7	1.8	0.4	2.2	1.5	6.4	39.7	22	15.5	9.8
Ρεβύθια	0.7	1.8	0.4	1.5	1.3	4.4	29.5	20.2	16.3	23.9
Αρακάς	0.7	2.2	0.4	2	1.1	5.3	32.1	26.8	16.4	0.4
Φάβα	1.1	1.8	0.4	1.1	0.4	4.2	14.8	11.8	17.9	46.4
Κινόα	0.7	1.8	0.4	1.1	0.2	2.9	15.5	8.8	9	59.1
Σόγια και προϊόντα της	1.1	1.5	0.4	1.5	0.2	3.1	11.5	4.7	12	63.8
Συνολική κατανάλωση δημητριακών	1.5	2.4	4.4	15.5	10.2	11.8	16.8	6.9	6.9	23.3
Ολικής άλεσης	1.1	2.2	3.3	13.8	7.3	11.3	16	7.8	9.5	27.5
Εμπλουτισμένα	1.1	1.8	1.5	8	3.1	10.1	11.3	5.9	10.1	47.2
Ξηροί καρποί	1.1	2.9	3.8	14.9	6.9	16	18.8	15.5	11.7	8.4
Ελιές	1.1	2.6	0.5	5.5	2.7	9.8	30.8	16.2	14	16.8
Ελαιόλαδο	2.2	3.1	14.2	27.7	13.9	14	10.4	9.6	3.1	1.8
Σπορέλαια	0.7	1.8	0.4	3.8	3.3	8	18	14.9	18.6	30.4
Συνολική κατανάλωση προϊόντων επάλειψης	0.7	0.7	6.6	10.7	12	13.7	15.7	10.6	10.4	16.9
Φυτικής σύστασης	0.7	2	1.1	5.8	0.7	9.5	16.4	13.7	14.8	33.2
Εμπλουτισμένα με φυτοστανόλες & φυτοστερόλες	0.7	1.8	0.5	2.2	1.3	6.6	9.1	7.3	10.2	60.3
Συνολική κατανάλωση ζυμαρικών	1.5	2	2.6	5.1	8	23	31	10.9	4	12
Ολικής αλέσεως	0.9	1.8	0.9	4.6	2.2	6.7	41.5	11.8	12.2	17.3
Χωρίς γλουτένη	0.7	2	1.3	1.5	1.1	9.5	15.9	5.5	5.5	57
Προϊόντα αρτοποιίας & ζαχαρ/κής	1.3	2.2	4.2	7.9	8.4	14.4	24.5	13.2	8.4	15.5
Χωρίς γλουτένη	0.7	1.8	0.4	0.2	0.9	2	6.2	3.5	7.3	76.9
Εμπλουτισμένα	0.7	2.2	0.5	1.6	1.8	7.5	55.4	7.1	6.7	16.4
Γαλακτοκομικά	1.5	2.9	10.6	16.6	12.9	13.3	10.9	6.4	3.1	21.7
Προβιοτικά/ με προβιοτικά	1.5	1.5	0.5	3.5	1.3	3.5	12	8.4	8.6	59.4
Για ειδικές διατρ. χρήσεις	0.7	1.8	4.6	9.7	7.1	12.6	12	6.4	6.7	38.4
Ενισχυμένα ή Εμπλουτισμένα	0.7	1.8	0.7	2.7	1.5	4.7	7.5	58.8	8.7	12.8

Υποκατάστατα	0.9	1.8	3.1	4.7	2.2	5.3	12	5.8	8.2	55.9
Συνολική κατανάλωση ψαριών	1.1	1.5	0.4	1.5	3.8	4.4	30.6	25.05	14.4	16.9
Λιπαρά ψάρια	0.7	1.8	0.7	2.4	2.2	4.4	16.4	16.8	21.9	32.8
Ολόκληρα μικρά	1.1	1.5	0.4	0.7	1.6	2.9	23.1	24.2	30.2	14.2
Ιχθυέλαια	1.1	1.5	0.4	1.1	0.7	0.9	11.2	13	63.3	6.8
Αυγά	1.5	2	2.2	6.4	8.2	15.1	29.5	12.8	12.4	10
Κόκκινο κρέας	1.1	1.5	1.1	4.4	5.6	15.3	30.6	12.2	6.7	21.5
Λευκό κρέας	0.7	2.6	1.8	6.6	8.2	25.9	40.8	9.1	2.7	1.6
Προϊόντα βιοδιεργασιών διατροφικής αξίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Τροποφάρμακα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

* Τα επισημασμένα με έντονο χρώμα πεδία υποδηλώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό % του πληθυσμού

* Τα επισημασμένα με μπλε πλάγιο χρώμα, πεδία υποδηλώνουν πως η πλειοψηφία του πληθυσμού δεν καταναλώνει ποτέ τα εν λόγω, λειτουργικά τρόφιμα.

Όπως φαίνεται στον ανωτέρω πίνακα, ορισμένα λειτουργικά τρόφιμα τείνουν να μην αποτελούν μέρος της διατροφής του μεγαλύτερου τμήματος του πληθυσμού. Ως εκ τούτου οποιαδήποτε συσχέτιση θεωρήθηκε πως θα τίθεντο υπό αμφισβήτηση.

Όπως προέκυψε από τον έλεγχο διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (one-way Anova) και πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni, η συχνότητα κατανάλωσης ορισμένων φυσικών και εμπλουτισμένων λειτουργικών τροφίμων, συσχετίζεται με κάποιους ανθρωπομετρικούς δείκτες της παχυσαρκίας ($p \leq 0.05$). Ειδικότερα, παρουσιάστηκε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συχνότητας κατανάλωσης κόκκινων λαχανικών με το βάρος και το λίπος σώματος ($p = 0.00$), αφού διαπιστώθηκε πως αυξημένη συχνότητας λήψης τους, οδήγησε σε μειωμένο βάρος και λίπος σώματος (MD= -43.08 και -26.01, αντίστοιχα). Η εβδομαδιαία συμπεριληψη (3-4 φορές) των μούρων στη διατροφή των συμμετεχόντων φαίνεται πως επιδρά στη μείωση του ΔΜΣ ($p=0.00$, MD= -24.3). Επιπλέον, η ημερήσια λήψη μούρων εκ των εθελοντών βρέθηκε να οδηγεί σε ελαττωμένο λίπος σώματος ($p = 0.00$, MD= -23.7). Η σπάνια κατανάλωση των ροδιών (1 φορά το μήνα) φαίνεται να σχετίζεται με αύξηση του ΔΜΣ ($p = 0.008$, MD= 34.7), συγκριτικά με την εβδομαδιαία συμπεριληψη στο διαιτολόγιο (3-4 φορές). Εκ του συνόλου των βοτάνων της ελληνικής γης που διερευνήθηκαν ως προς την επίδραση τους στους δείκτες της σύστασης σώματος, η αύξηση της συχνότητας κατανάλωσης από μερικές φορές εβδομαδιαίως (5-6 φορές) σε ημερήσια πρόσληψη, τόσο του τσαγιού όσο και των αρωματικών: ριγανη, θυμάρι και βασιλικός φαίνεται να σχετίζεται με μειωμένο λίπος σώματος ($p = 0.00$, MD= -5.9 και -50, αντίστοιχως).

Αξίζει να αναφερθεί πως η πρόσληψη τσαγιού αρκετές φορές ανά εβδομάδα συσχετίστηκε με ελάττωση του λόγου περιφέρειας μέσης/ισχύων ($p = 0.00$, MD= -35.6), ενώ η προσθήκη ριγανης, θυμαριού και βασιλικού στα καθημερινά γεύματα συσχετίστηκε με χαμηλότερο ΔΜΣ ($p = 0.024$, MD= -42.7). Επιπροσθέτως, μια ευεργετική επίδραση της συμπεριληψης της κανέλας στην ημερήσια διατροφή (4-5 φορές/ημέρα), στο σωματικό λίπος διαπιστώθηκε ($p = 0.03$, MD= -25.8). Ο καφές, που αποτελεί το βασικό ρόφημα της

καθημερινής διατροφής του μεγαλύτερου μέρους των Ελλήνων και Κυπρίων εθελοντών, βρέθηκε να συνεισφέρει στο μειωμένο βάρος ($p= 0.021$, $MD= -31.2$), αλλά και το λίπος του σώματος ($p= 0.035$, $MD= -10.3$) των συμμετεχόντων. Η ημερήσια πρόσληψη μελιού, ενός από τα κυρίαρχα στοιχεία της Μεσογειακής διατροφής, φαίνεται πως σχετίζεται με ελαττωμένο ΔΜΣ και σωματικό λίπος ($p= 0.01$, $MD= -23.7$ και -41.8 , αντιστοίχως).

Διαπιστώθηκε δε, πως η προσθήκη ξηρών καρπών στην εβδομαδιαία διατροφή (1-2 φορές) ενδεχομένως να συνδέεται αφενός με ελαττωμένο σωματικό βάρος ($p= 0.009$, $MD= -23.3$) και αφετέρου με μειωμένο λόγο περιφέρειας μέσης/ισχύων ($p= 0.038$, $MD= -20.7$). Τα ζυμαρικά ολικής άλεσης και οι ελιές, τα οποία συμπεριλαμβάνονται στο διατροφολόγιο των περισσότερων ερωτηθέντων σε εβδομαδιαία βάση (1-2 φορές), αποδεικνύεται πως δύναται να συνεισφέρουν στο χαμηλότερο βάρος ($p= 0.046$ και 0.00 , $MD= -30$ και -23.1 , αντιστοίχα). Τέλος, ευρέθη μια σημαντική συσχέτιση της συχνότητας κατανάλωσης του ελαιολάδου (1 φορά/ ημέρα), του πιο χαρακτηριστικού τροφίμου της Μεσογειακής διατροφής, τόσο με μειωμένο σωματικό βάρος των εθελοντών ($p= 0.028$, $MD= -45.4$), όσο και με το λίπος τους ($p= 0.033$, $MD= -12.3$). Τα αποτελέσματα της συσχέτισης της συχνότητας κατανάλωσης των επιλεγμένων λειτουργικών τροφίμων με τους ανθρωπομετρικούς δείκτες παχυσαρκίας, συνοψίζονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7 Συσχέτιση συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες

	Βάρος	ΔΜΣ	Λίπος σώματος	Λόγος περιφέρειας μέσης/ισχύων
Συνολική κατανάλωση φρούτων	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Κίτρινα/πορτοκαλί	0.014*	0.00*	0.003*	0.00*
Εσπεριδοειδή	0.00*	0.612	0.001*	0.015*
Κόκκινα	0.239	0.169	0.005*	0.524
Αποξηραμένα	0.00*	0.118	0.00*	0.00*
Μούρα	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Ρόδια	0.031*	0.008*	0.00*	0.085
Συνολική κατανάλωση χυμών φρούτων	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Χυμοί πορτοκαλιού	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Χυμοί μήλου	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Άλλοι χυμοί	0.027*	0.251	0.00*	0.002*
Εμπλουτισμένοι χυμοί	0.431	0.735	0.00*	0.065
Συνολική κατανάλωση λαχανικών	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Κίτρινα/πορτοκαλί	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Σταυρανθή	0.008*	0.068	0.00*	0.00*
Άγρια χόρτα	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Πράσινα φυλλώδη	0.00*	0.019*	0.00*	0.00*
Κόκκινα	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Βολβοί	0.00*	0.056*	0.00*	0.00*
Διαδεδομένα ελληνικά	0.01*	0.094	0.00*	0.00*
Τσάι	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

Αλλα Βότανα	0.008*	0.072	0.00*	0.00*
Θυμάρι, ρίγανη, βασιλικός	0.00*	0.024*	0.00*	0.00*
Κουρκουμάς	0.023*	0.195	0.003*	0.00*
Κανέλα	0.00*	0.00*	0.03*	0.00*
Μαστίχα Χίου	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Κρόκος Κοζάνης	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Καφές	0.021*	0.00*	0.035*	0.00*
Κακάο	0.685	0.359	0.00*	0.142
Μέλι	0.00*	0.01*	0.01*	0.00*
Πρόπολη	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Βασιλικός πολτός	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Ζέα	0.348	0.43	0.234	0.166
Σπρουλίνα	0.128	0.354	0.498	0.077
Ιπποφαές	0.065	0.094	0.061	0.423
Σπόροι τσία	0.120	0.284	0.364	0.791
Συνολική κατανάλωση οσπρίων	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Φακές	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Φασόλια	0.133	0.277	0.00*	0.011*
Ρεβύθια	0.003*	0.366	0.00*	0.00*
Αρακάς	0.105	0.071	0.00*	0.01*
Φάβα	0.013*	0.02*	0.00*	0.00*
Κινόα	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Σόγια και προϊόντα της	0.231	0.860	0.00*	0.049*
Συνολική κατανάλωση δημητριακών	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Ολικής άλεσης	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Εμπλουτισμένα	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Ξηροί καρποί	0.009*	0.105*	0.00*	0.038*
Ελιές	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Ελαιόλαδο	0.028*	0.00*	0.033*	0.00*
Σπορέλαια	0.011*	0.480	0.00*	0.00*
Συνολική κατανάλωση προϊόντων επάλειψης	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Φυτικής σύστασης	0.180	0.024*	0.00*	0.00*
Εμπλουτισμένα με φυτοστανόλες & φυτοστερόλες	0.00*	0.029*	0.00*	0.00*
Συνολική κατανάλωση ζυμαρικών	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Ολικής αλέσεως	0.046*	0.00*	0.00*	0.00*
Χωρίς γλουτένη	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Προϊόντα αρτοποιίας & ζαχαρ/κής	0.00*	0.02*	0.00*	0.00*
Χωρίς γλουτένη	0.545	0.499	0.00*	0.074
Εμπλουτισμένα	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Γαλακτοκομικά	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Προβιοτικά/ με προβιοτικά	0.032*	0.012*	0.001*	0.00*
Για ειδικές διατρ. χρήσεις	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Ενισχυμένα ή Εμπλουτισμένα	0.382	0.542	0.00*	0.174
Υποκατάστατα	0.740	0.082	0.123	0.814
Συνολική κατανάλωση ψαριών	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Λιπαρά ψάρια	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

Ολόκληρα μικρά	0.00*	0.009*	0.00*	0.00*
Ιχθυέλαια	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Αυγά	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Κόκκινο κρέας	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Λευκό κρέας	0.035*	0.001*	0.00*	0.00*
Προϊόντα βιοδιεργασιών διατροφικής αξίας	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Τροφοφάρμακα	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

* Το σύμβολο (*) υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα στο $p \leq 0.05$

5.2.4.5 Καταναλωτική/ αγοραστική συμπεριφορά

Όπως φαίνεται και στο κυκλικό διάγραμμα της Εικόνας 10, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (46%) διαβάζει μερικές φορές τις διατροφικές πληροφορίες στις ετικέτες των τροφίμων, ενώ ένα ποσοστό της τάξεως του 25% ενδιαφέρεται για τις διατροφικές πληροφορίες μόνο μερικών προϊόντων. Από το συνολικό πληθυσμό, μόνον ένα 15% διαβάζει πάντοτε τις πληροφορίες που παρέχονται στις ετικέτες τροφίμων, ένα 10% δεν τις διαβάζει ποτέ και ένα ποσοστό 4% δήλωσε πως δεν ενδιαφέρεται για τα παρεχόμενα διατροφικά στοιχεία.

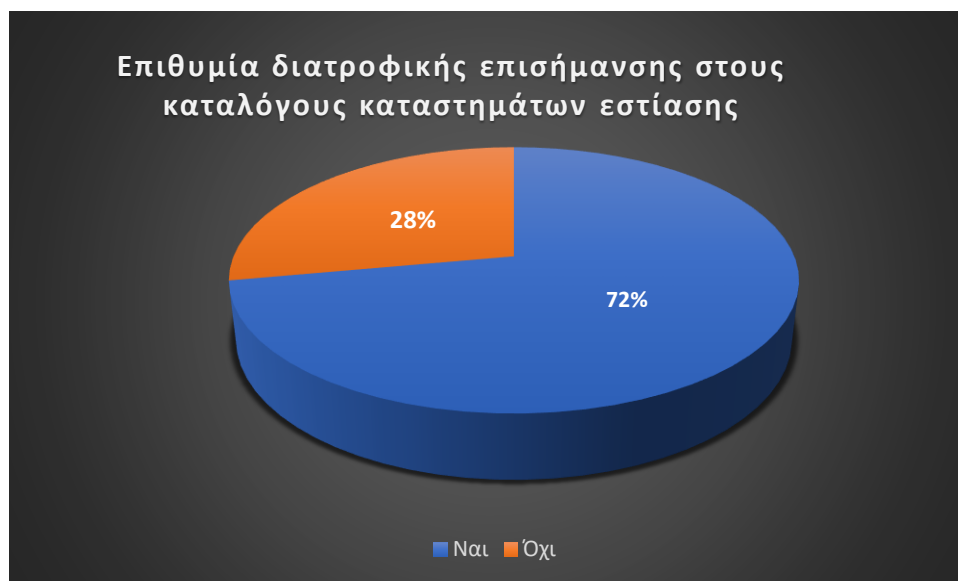
Στον Πίνακα 8 συνοψίζονται τα σημεία που επιλέγονται από τους καταναλωτές για την προμήθεια τροφίμων. Κατά τη διερεύνηση της πεποίθησης των εθελοντών σχετικά με το αν οι ετικέτες των τροφίμων ανταποκρίνονται στα πραγματικά διατροφικά χαρακτηριστικά τους, προέκυψε το συμπέρασμα πως το 71.3% εμπιστεύεται την διατροφική επισήμανση, ενώ μόνο για ένα 28.7% επικρατεί η πεποίθηση πως αυτή δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Τέλος, η προοπτική της διατροφικής επισήμανσης στους καταλόγους των καταστημάτων εστίασης, που οι νέες τάσεις της εποχής το επιβάλλουν, όπως απεικονίζεται και στο κυκλικό διάγραμμα της Εικόνας 11, βρίσκει σύμφωνο το 72.1% των ερωτηθέντων, όταν μόνο στο 27.9% των ερωτηθέντων παρατηρήθηκε μια επιφυλακτικότητα.



Εικόνα 10 Σύνοψη των απαντήσεων που αφορούν το διάβασμα των διατροφικών πληροφοριών στις ετικέτες τροφίμων

Πίνακας 8 Σύνοψη σημείων προμήθειας τροφίμων

	N (αριθμός εθελοντών)
Σούπερ μάρκετ	1643
Παντοπωλείο	630
Εξειδικευμένο κατάστημα	1051
Υπαίθρια αγορά	657



Εικόνα 11 Κατανομή της επιθυμίας διατροφικής επισήμανσης στους καταλόγους των καταστημάτων εστίασης

Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από τον έλεγχο χ^2 και υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης Spearman, δείχνουν πως το διάβασμα των διατροφικών πληροφοριών στις ετικέτες των τροφίμων σχετίζεται με την ηλικιακή ομάδα ($p= 0.001$, $r_s=0.083$) και το βαθμό εκπαίδευσης ($p=0.0005$, $r_s= -0.08$). Η συσχέτιση είναι μηδενική (μη γραμμική) και στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha= 0.01$. Επιπροσθέτως, η πεποίθηση πως οι διατροφικές πληροφορίες στις ετικέτες των τροφίμων ανταποκρίνονται στα πραγματικά διατροφικά χαρακτηριστικά τους συσχετίστηκε με το βαθμό εκπαίδευσης ($p= 0.0005$, $r_s= -0.01$), όπου ο συντελεστής συσχέτισης είναι μηδενικός και μη στατιστικά σημαντικός. Τέλος, η επιθυμία διατροφικής επισήμανσης στους καταλόγους των καταστημάτων εστίασης συσχετίστηκε με το βαθμό εκπαίδευσης ($p= 0.035$, $r_s= 0.093$), και πάλι στατιστικώς σημαντικά με μηδενικό συντελεστή συσχέτισης, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha= 0.01$. Τα αποτελέσματα των προαναφερθέντων ελέγχων χ^2 φαίνονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9 Έλεγχοι συσχέτισης χ^2 μεταξύ του διαβάσματος διατροφικών πληροφοριών, πεποίθησης ανταπόκρισης διατροφικής επισήμανσης στα πραγματικά διατροφικά χαρακτηριστικά και της επιθυμίας διατροφικής επισήμανσης στους καταλόγους των εστιατορίων με την ηλικιακή ομάδα και το βαθμό εκπαίδευσης

	Ηλικιακή ομάδα	Βαθμός εκπαίδευσης
Διάβασμα διατροφικών ετικετών	0.001*	0.0005*
Πεποίθηση ανταπόκρισης διατροφικής επισήμανσης με πραγματικά διατροφικά χαρακτηριστικά	0.066	0.0005*
Επιθυμία διατροφικής επισήμανσης στους καταλόγους	0.952	0.035*

5.2.4.5. Άποψη και αποδεκτικότητα των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα

Από τη στατιστική περιγραφική ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν από την ενότητα αυτή της συνεντεύξεως, αντλήθηκε το συμπέρασμα πως κατά 53.3% οι εθελοντές έχουν ακούσει/διαβάσει στο παρελθόν για τα λειτουργικά τρόφιμα και γνωρίζουν τι είναι αυτά, ενώ το λοιπό 46.7%, όχι. Φαίνεται πως κατά 77.5% ο πληθυσμός της μελέτης γνώριζε πληροφορίες για όλες τις δοθείσες κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων και αισιώς, ένα ποσοστό της τάξεως του 81.5% δήλωσε πως συμπεριλαμβάνει τα λειτουργικά τρόφιμα στη διατροφή του. Ερωτώμενοι για το βέλτιστο τρόπο ενημέρωσης σχετικά με τα λειτουργικά τρόφιμα, το 28.1% των συμμετεχόντων επέλεξε την περιγραφή του προϊόντος στη συσκευασία, το 24.4% τα διαφημιστικά μέσα, ένα ποσοστό 14.6% θα προτιμούσε να ενημερώνεται από τον ιατρό ή το φαρμακείο του, ενώ μικρότερη απήχηση παρατηρήθηκε για την ενημέρωση από το φιλικό περιβάλλον, τις αναφορές στα μέσα μαζικής ενημέρωσης,

από ίδια τη δοκιμή στα σημεία πώλησης, τα κέντρα αισθητικής και τους σύμβουλους διατροφής. Τα αποτελέσματα της διερεύνησης του βαθμού αποδεκτικότητας των καταναλωτών έναντι των νεοφανών τροφίμων συνοψίζονται στα ραβδογράμματα του Σχήμα 5.

Η έλλειψη εμπιστοσύνης είτε η τόλμη της δοκιμής νεοφανών τροφίμων συσχετίστηκαν με το βαθμό εκπαίδευσης ($p=0.00$, $r_s= 0.05$ και 0.07) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha= 0.01$. Ειδικότερα, διαπιστώθηκε πως μειωμένου του μορφωτικού επιπέδου, εντείνεται και η έλλειψη εμπιστοσύνης στα καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα, και κατ' επέκτασιν της δοκιμής αυτών.



* Οι αριθμοί 1 έως 7 υποδηλώνουν, κατά φθίνουσα σειρά το βαθμό συμφωνίας με τις προτάσεις (1= Συμφωνώ απόλυτα και 7= Διαφωνώ πλήρως)

Σχήμα 5 Σύνοψη του βαθμού αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα νεοφανή τρόφιμα

Όσον αφορά την αξιολόγηση των κινήτρων και των λόγων για τους οποίους οι καταναλωτές λειτουργικών τροφίμων επιλέγουν την αγορά τους, διαπιστώθηκε πως το σημαντικότερο κίνητρο είναι η διατήρηση της υγείας (42.3%), κι έπειτα η γεύση (30.6%), καθοριστικός παράγοντας που λαμβάνεται υπόψιν γενικότερα κατά την αγορά των τροφίμων. Παρουσιάστηκε μια ασάφεια ως προς το βαθμό σημαντικότητας των λοιπών παραγόντων: ελκυστικότητα, καθυστέρηση γήρανσης, αποφυγή ιατρικής θεραπείας, ενδιαφέρον, σύσταση ειδικού και ψυχολογικοί λόγοι, ως κίνητρα αγοράς λειτουργικών τροφίμων, καθώς τα ποσοστά σημαντικότητας τους ανά τον πληθυσμό δε διέφεραν σε

μεγάλο βαθμό. Τα αποτελέσματα της περιγραφικής ανάλυσης της σημαντικότητας των διαφόρων κινήτρων για την αγορά λειτουργικών τροφίμων συνοψίζονται στον Πίνακα 10 (ποσοστό % των συμμετεχόντων).

Πίνακας 10 Βαθμός σημαντικότητας κινήτρων αγοράς λειτουργικών τροφίμων

	Πολύ σημαντικό	Σημαντικό	Φυσιολογικό	Λίγο σημαντικό	Ασήμαντο
Υγεία	20.2	12	9.5	2.7	3.4
Ελκυστικότητα	10	10.6	9.5	6.3	11
Καθυστέρηση γήρανσης	7	7	7.1	4.9	5.1
Αποφυγή ιατρικής θεραπείας	8	7.1	7.8	2.7	5.4
Καλή γεύση	9.5	8.8	7.8	2.1	2.8
Ενδιαφέρον	6.2	9.5	9	3.4	2.8
Σύσταση ειδικού	7.7	7.3	7.5	3.3	5
Ψυχολογικοί λόγοι	7.7	6.9	7	4.1	4.7

Συνοψίζοντας τη σημαντικότητα των κυριότερων αιτιών για τις οποίες οι μη καταναλωτές λειτουργικών τροφίμων επιλέγουν να μην τα αγοράζουν (Πίνακας 11- ποσοστό % των ερωτηθέντων), φαίνεται πως ο σημαντικότερος παράγοντας (76.8%) είναι η πεποίθηση πως υστερούν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (άσχημη γεύση).

Πίνακας 11 Σημαντικότητα αιτιών μη αγοράς λειτουργικών τροφίμων

	Πολύ σημαντικό	Σημαντικό	Φυσιολογικό	Λίγο σημαντικό	Ασήμαντο
Ακρίβεια	2.4	4.6	5.1	2.8	3.3
Φόβος τεχνητών συστατικών	6.7	5.8	4.8	3.9	3.4
Φόβος αρνητικών επιδράσεων	26.8	15.4	3	1	1.1
Μη αναγκαίο	28.9	13.3	3.5	0.9	0.9
Προτίμηση βιολογικών τροφίμων	27.7	14.4	2.1	1.2	1.9
Άσχημη γεύση	36.3	5.8	3.2	1.2	0.8
Ανησυχία για καινοτόμα τρόφιμα	27.8	13.1	3.2	1.2	2

Η ίδια κατηγορία εθελοντών (μη καταναλωτές λειτουργικών τροφίμων) ερωτήθηκε για τη σημαντικότερη προϋπόθεση, υπό την οποία θα μεταβαλλόταν η απόφαση τους και τελικώς θα αγόραζαν λειτουργικά τρόφιμα. Όπως προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων, η ισχυρότερη προϋπόθεση καθίσταται η σύσταση από ιατρό ή σύμβουλο διατροφής (52.1%), ενώ ένα ποσοστό 34.1% δήλωσε πως θα αγόραζε λειτουργικά τρόφιμα αν μειωνόταν η τιμή τους. Οι λοιποί παράγοντες που διερευνήθηκαν (φιλικό περιβάλλον, εμφάνιση προβλήματος υγείας, ξεκάθαρες αποδείξεις για ευεργετικές επιδράσεις, αμετάβλητη απόφαση) φαίνεται πως δε θα επηρέαζαν την απόφαση αγοράς.

Αξιοσημείωτο είναι πως 1324 εθελοντές δήλωσαν πως θα διέθεταν περισσότερα χρήματα προκειμένου να προμηθευτούν λειτουργικά τρόφιμα, ενώ 416 εμφανίστηκαν μη διαθέσιμοι σε αυτήν την προοπτική. Κατά τη διερεύνηση των παραγόντων οι οποίοι θα επιδρούσαν θετικά στην απόφαση κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, αντλήθηκε το συμπέρασμα πως η γνώση σχετικά με αυτά θα ασκούσε θετική επίδραση για το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού (14.9%), ακολούθως η γεύση (13.8%), η επιρροή των ειδικών (13.8%) και η πληροφόρηση (13.7%) θα διαδραμάτιζαν σημαντικό ρόλο, ενώ λιγότερο θα επιδρούσαν οι διαφημίσεις, το κόστος, η διαθεσιμότητα και το φιλικό περιβάλλον (εύρος 9.8-11.7%).

Η γνώση σχετικά με τις βιοδιεργασίες τροφίμων στην ανάπτυξη βιώσιμων, καινοτόμων προϊόντων διατροφής διαμοιράζεται ανά τον πληθυσμό (57.4% δεν έχουν γνώση και 42.6% ναι). Ωστόσο, αυτή συσχετίστηκε με το φύλο ($p=0.014$, $r_s=-0.063$), την ηλικιακή ομάδα ($p=0.0001$, $r_s=0.143$) και το μορφωτικό επίπεδο των εθελοντών ($p=0.039$, $r_s=-0.01$), με μη γραμμική σχέση (μηδενικός συντελεστής συσχέτισης).

Τέλος, διερευνήθηκε ο βαθμός συμφωνίας με προτάσεις που αφορούσαν την εφαρμογή βιοδιεργασιών, μέσω αξιοποίησης των υποπροϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων, με απώτερο σκοπό τη δημιουργία καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, ενισχυμένων με βιοδραστικά συστατικά. Θετική ως ουδέτερη στάση των εθελοντών διαπιστώθηκε όσον αφορά την εφαρμογή βιοδιεργασιών με στόχο την παραγωγή καρροτενοειδών και αξιοποίηση και τη δημιουργία λειτουργικών, εμπλουτισμένων τροφίμων για την προαγωγή της υγείας, αλλά και ως προς την υποστήριξη της αξιοποίησης των βιοεπισημάτων για τους σκοπούς αυτούς. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων επέδειξε ουδέτερη στάση (36.9%) έναντι της ηθικής προσέγγισης της παρέμβασης στη σύσταση των τροφίμων, ενώ ένα 38% συμφώνησε με την πρόταση πως «Τα τρόφιμα που εμπλουτίζονται με αντιοξειδωτικά μέσω βιοδιεργασιών πιστεύεται πως είναι υγιεινά». Σε μέτριο βαθμό συμφωνίας ως ουδέτερη στάση διατηρήθηκε από τους περισσότερους συμμετέχοντες, αναφορικά με τις φράσεις: «Ο εμπλουτισμός παραπροϊόντων τροφίμων με βιοδιεργασίες δύναται να συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος», «Θα κατανάωνα εμπλουτισμένα με καρροτενοειδή και εργοστερόλη τρόφιμα, εάν είχαν καλύτερη γεύση και ήταν πιο υγιεινά από τα συμβατικά», «Θα κατανάωνα τρόφιμα τύπου «μίσο» («miso»), αποκλειστικά παραγμένα από ελληνικές πρώτες ύλες» και «Πιστεύεται πως το ελληνικό τύπου «μίσο» («miso») δύναται να συνεισφέρει στην πρόληψη ασθενειών». Η κατανομή του βαθμού συμφωνίας με τις ως ανωτέρω προτάσεις απεικονίζεται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12 Βαθμός συμφωνίας με τις αναφερόμενες στις νεότερες βιοδιεργασίες για την ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, προτάσεις.

	Συμφωνώ απόλυτα	Συμφωνώ	Δε με αφορά	Διαφωνώ	Διαφωνώ πλήρως
Η εφαρμογή βιοδιεργασιών με στόχο την παραγωγή καροτενοειδών και αξιοποίησή τους στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων θα βελτιώσει την υγεία	16	34	32.7	9.6	7.7
Υποστηρίζω την αξιοποίηση και εφαρμογή των βιοεπισημών για την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων. εμπλουτισμένων με καροτενοειδή και άλλα συστατικά που προάγουν την υγεία	23.6	36.4	28.7	8	3.2
Είναι ηθικό να παρεμβαίνουμε στη σύσταση των τροφίμων	12.3	26.1	36.9	16.8	8
Τα τρόφιμα που εμπλουτίζονται με αντιοξειδωτικά μέσω βιοδιεργασιών πιστεύεται πως είναι υγιεινά	13.6	38	33	12.1	3.2
Ο εμπλουτισμός παραπροϊόντων τροφίμων με βιοδιεργασίες δύναται να συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος	24.1	28.9	33	10.2	3.9
Θα κατανάλωνα τρόφιμα εμπλουτισμένα με εργοστερόλη και καροτενοειδή, αν είχαν καλύτερη γεύση και ήταν πιο υγιεινά από τα συμβατικά	20.3	34.3	30.1	11	4.2
Θα κατανάλωνα τρόφιμα τύπου "miso". αποκλειστικά παραγμένα από ελληνικές πρώτες ύλες	15.9	28.6	38.8	10.4	6.4
Πιστεύεται πως το ελληνικό τύπου "miso" δύναται να συνεισφέρει στην πρόληψη ασθενειών	8.8	26.7	51	9.2	4.2

* Τα επισημασμένα με έντονη γραφή πεδία υποδηλώνουν την πλειοψηφία των ερωτηθέντων

5.2.5 Συζήτηση επιδημιολογικής μελέτης

5.2.5.1 Συζήτηση συσχέτισης συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες της παχυσαρκίας

Πολυάριθμες μελέτες αποδεικνύουν τα οφέλη της συμπερίληψης πλουσίων σε ανθοκυανίνες και καροτενοειδή, λαχανικών, σε δείκτες παχυσαρκίας και μεταβολικού συνδρόμου. Η πρόσληψη φυτοχημικών έχει συσχετιστεί αντιστρόφως με το Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), την περιφέρεια μέση και το ποσοστό σωματικού λίπους [173]. Η συσχέτιση της κατανάλωσης κόκκινων λαχανικών σε εβδομαδιαία βάση από την πλειοψηφία του πληθυσμού, με μειωμένο σωματικό βάρος και λίπος, που διαπιστώθηκε στην παρούσα μελέτη, συνάδει με προηγούμενα ευρήματα. Σε μια πρόσφατη έρευνα αναφέρθηκε πως εθελοντές που είχαν πιο φυσιολογικά ποσοστά λίπους στο σώμα, κατανάλωναν συχνότερα πλούσια σε φυτοχημικά, λαχανικά και φρούτα, έναντι εκείνων που το σωματικό λίπος τους ξεπερνούσε τις φυσιολογικές τιμές. Οι ανθοκυανίνες και τα καροτενοειδή των κόκκινων λαχανικών (π.χ. τομάτες, παντζάρια κ.α.) ενδεχομένως να είναι ωφέλιμα στην καταπολέμηση της παχυσαρκίας, διεγείροντας τη μείωση του λιπώδους ιστού, μέσω διαφόρων οδών [173].

Επιπροσθέτως, η λήψη διαφόρων ποικιλιών μούρων 1-2 φορές/ εβδομάδα συσχετίστηκε με μειωμένο ΔΜΣ και λίπος, σε ένα μεγάλο τμήμα των εθελοντών. Σε μια μετα-ανάλυση σημειώθηκε πως σε ελεγχόμενες κλινικές μελέτες σε ζώα, παρατηρήθηκε

μια πιθανή δράση των μούρων κατά της παχυσαρκίας, μέσω μείωσης του σωματικού λίπους και της περιφέρειας μέσης. Τα πλούσια σε ανθοκυανίνες, αυτά φρούτα, έχουν αναφερθεί να καταστέλλουν την αύξηση του ηπατικού λίπους, εκτός των λοιπών οφελών σε μεταβολικούς βιοδείκτες [18]. Μάλιστα σε μια διασταυρούμενη, τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη, διαπιστώθηκε πως η ημερήσια πρόσληψη 600g βατόμουρων για μία εβδομάδα, οδήγησε σε σημαντική αύξηση της οξειδωσης του λίπους και ελάττωση της ινσουλινοαντίσταση σε υπέρβαρους ή παχύσαρκους άνδρες, στα πλαίσια μιας πλούσιας σε λιπαρά διαίτας, συγκριτικά με μια ισο-θερμιδική διαίτα ελέγχου [18].

Τα ρόδια, αποδείχθηκε πως καταναλώνονται πολύ σπάνια ή καθόλου από το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την αντιστοιχη, πρόσφατη επιδημιολογική μελέτη που διεξήγαν οι Ntrigios et al. [22]. Οι ίδιοι ερευνητές συσχέτισαν τη συχνή συμπερίληψη των ροδιών στο διαιτολόγιο με μειωμένο ΔΜΣ. Εν αντιθέσει, η πρόσληψη ροδιού για διάστημα 8 εβδομάδων, σε μια κλινική μελέτη, παρόλο που κατέληξε σε σημαντικά μειωμένες τιμές αρτηριακής πίεσης, δε διαπιστώθηκαν μεταβολές στα ποσοστά σωματικού λίπους, την άλιπη μάζα σώματος και την περίμετρο μέσης [22]. Στην παρούσα μελέτη η κατανάλωση καφέ και τσαγιού σε καθημερινή βάση (τουλάχιστον 6 φορές/εβδομαδιαίως) συσχετίστηκε αντιστρόφως με την ποσοστιαία σύσταση σώματος σε λίπος. Παρομοίως, σε μια συγχρονική μελέτη, όπου έλαβαν μέρος 232 μεσήλικες γυναίκες από την Ιαπωνία, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η καθημερινή λήψη καφέ και πράσινου τσαγιού μπορεί να μειώσει τόσο το ΔΜΣ και το λίπος σώματος, όσο και αγγειακούς δείκτες [174]. Τα αποτελέσματα μιας συγκεντρωτικής ανάλυσης έξι κλινικών δοκιμών σε ανθρώπους, έδειξαν πως η πρόσληψη για 12 εβδομάδες, κατεχινών πράσινου τσαγιού, κυρίως γαλλικής επιγαλλοκατεχίνης (EGCG), μείωσε σημαντικά το συνολικό και το σπλαχνικό λίπος των εθελοντών, το ΔΜΣ και την περιφέρεια μέσης. Τα συμπεράσματα αυτά έρχονται να συμπληρωθούν από ένα ex vivo πείραμα, όπου αποκαλύφθηκε πως η γαλλική επιγαλλοκατεχίνη δύναται να επιδράσει ευεργετικά, τόσο στη διαφοροποίηση των προ-λιποκυττάρων 3T3-L1, με παράλληλη ενεργοποίηση της κινάσης Adenosine Monophosphate-activated Protein Kinase (AMPK) και τελικώς, τη μείωση συσσώρευσης λίπους. Επιπλέον, προτάθηκε πως οι κατεχίνες πράσινου τσαγιού, ως ισχυρά αντιοξειδωτικά, ενδεχομένως να ασκούν ευεργετική δράση στα ενδοθηλιακά κύτταρα, αναστέλλοντας την προσκόλληση μονοκυττάρων [174].

Τα ευρήματα της επιδημιολογικής αυτής μελέτης σχετικά με το όφελος της συχνής προσθήκης κανέλας στα γεύματα στη μείωση του σωματικού λίπους, αποδιδόμενα κυρίως στη φαινολική της σύστασης, αντικατοπτρίζουν τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών. Ειδικότερα, έχει βρεθεί πως η προσθήκη 10g κανέλας στη διατροφή για 12 εβδομάδες δύναται να καταστεί αποτελεσματική στη μείωση του λίπους και στην αύξηση της άλιπης μάζας (0.7% και 1.1%, αντίστοιχα) σε προ-διαβητικούς και με μεταβολικό σύνδρομο εθελοντές [145]. Επιπροσθέτως, η καθημερινή κατανάλωση μελιού, στα πλαίσια της Μεσογειακής διατροφής, μπορεί να καταστεί ωφέλιμη στη διατήρηση του ΔΜΣ σε φυσιολογικά επίπεδα, αλλά και στη μείωση της λιπώδους μάζας. Προηγουμένως, έχει αναφερθεί πως η χορήγηση 70g μελιού για κάποιο χρονικό διάστημα συσχετίστηκε με

ήπια μείωση του βάρους, του λίπους σώματος (1.1%) και με σημαντικά ελαττωμένο ΔΜΣ (1.2%), σε άτομα με υπερβάλλοντα αρχικό ΔΜΣ [175]. Η προστατευτική δράση έναντι των ανθρωποδεικτών παχυσαρκίας, που παρουσιάζουν τα ιδιαίτερα ελληνικά, αρωματικά βότανα (θυμάρι, ρίγανη, βασιλικός), επιβεβαιώνεται στην εν λόγω μελέτη, καθώς βρέθηκαν να συνεισφέρουν στην ελάττωση του ΔΜΣ και του σωματικού λίπους των εθελοντών. Χάρη στα βιοδραστικά συστατικά που διαθέτουν (θυμόλη, καρβακρόλη, ροσμαρινικό κ.α.) έχουν αναφερθεί να καθίστανται αρωγοί στην πρόληψη της υπεροξειδωσής του λίπους, με θετική επίδραση στη σύσταση σώματος [176]. Μια αντίστροφη συσχέτιση προέκυψε, μεταξύ της εβδομαδιαίας συμπερίληψης των ξηρών καρπών στη διατροφή Ελλήνων και Κυπρίων συμμετεχόντων και του βάρους, αλλά και του λόγου περιφέρειας μέσης/ισχύων. Η αυξημένη, ημερήσια κατανάλωση ξηρών καρπών έχει αναφερθεί πως σχετίζεται με λιγότερο μακροχρόνια αύξηση βάρους και χαμηλότερο κίνδυνο παχυσαρκίας σε ενήλικες [177]. Ευεργετικό αποτέλεσμα της μεσογειακής διατροφής, που εμπλουτίστηκε με ξηρούς καρπούς στην περιφέρεια της μέσης μετά από ακολουθία ενός έτους, βρέθηκε σε μια πρόσφατη δημοσιευμένη έρευνα [178].

Τέλος, επιβεβαιώνεται η πληθώρα αναφορών σχετικά με την ευεργετική επίδραση του ελαιολάδου, τόσο σε δείκτες παχυσαρκίας όσο και σε βιοδείκτες της φλεγμονής και του οξειδωτικού στρες. Ως αναπόσπαστο κομμάτι της Μεσογειακής διατροφής που ακολουθείται από τους Έλληνες και Κυπρίους εθελοντές της επιδημιολογικής ετούτης μελέτης, αποδείχθηκε πιθανώς ευεργετικό, τόσο για τη διατήρηση του φυσιολογικού βάρους, όσο και για τη ρύθμιση του λιπώδους ιστού σε χαμηλά ποσοστά. Η ανασταλτική δράση του έξτρα παρθένου ελαιολάδου (ΕVΟΟ) έναντι των υδρολυτικών ενζύμων α-γλυκοσιδάση και α-αμυλάση, έχει προηγουμένως αναφερθεί. Επιπλέον, έχει προταθεί ως ισχυρός παράγοντας ενίσχυσης της οξειδωσής του λίπους, ρυθμίζοντας παράλληλα τα μεταβολικά ένζυμα του μυοκαρδίου, που οδηγούν στη βελτιστοποίηση του καρδιακού ενεργειακού μεταβολισμού [11].

Δεδομένης της ευρεθείας, ενδεχόμενης σχέσης αλληλοσύνδεσης της συχνότητας κατανάλωσης ορισμένων λειτουργικών τροφίμων με δείκτες της παχυσαρκίας, θα παρουσιάζε ενδιαφέρον η μελέτη της σύστασης τους σε βιοενεργά συστατικά, καθώς και της βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών. Οι δείκτες που προμηνύουν την πιθανή εμφάνιση παχυσαρκίας σχετίζονται, επίσης με βιοδείκτες του μεταγευματικού σταδίου, στους οποίους ενδέχεται να επιδρούν ευεργετικά τα βιοενεργά συστατικά καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, προστιθέμενης διατροφικής αξίας. Τα στοιχεία αυτά διερευνήθηκαν και παρουσιάζονται στα παρακάτω κεφάλαια.

5.2.5.2 Συζήτηση της άποψης και της αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα

Τα αποτελέσματα ετούτης της επιδημιολογικής μελέτης διερεύνησης της άποψης και αποδεκτικότητας των καταναλωτών, επισημαίνουν πως το σημαντικότερο κίνητρο για

την αγορά και συμπερίληψη των λειτουργικών τροφίμων στη διατροφή, είναι η διατήρηση της υγείας και η πρόληψη ασθενειών, ενώ η γεύση φάνηκε να διαδραματίζει κι αυτή σημαντικό ρόλο στην απόφαση αυτή. Για τους μη καταναλωτές λειτουργικών τροφίμων δε, η ισχυρότερη προϋπόθεση για την ανατροπή της απόφασης αυτής, θα ήταν η σύσταση από ιατρό είτε σύμβουλο διατροφής, ενώ δήλωσαν πως η παροχή περισσότερης γνώσης σχετικά με αυτήν την κατηγορία τροφίμων, θα επιδρούσε θετικά στην απόφαση αγοράς τους. Πράγματι, τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα μεγαλύτερων επιδημιολογικών μελετών [179, 180]. Ένας επιπλέον παράγοντας της επιτυχίας των λειτουργικών προϊόντων είναι η εμπιστοσύνη στις πληροφορίες και τη γνώση σχετικά με τις επιπτώσεις τους στην υγεία.

Τα αποτελέσματα μας υποδηλώνουν μια σύνδεση της πεποίθησης πως τα αναγραφόμενα στις ετικέτες τροφίμων, διατροφικά χαρακτηριστικά ανταποκρίνονται στην πραγματική διατροφική αξία, με το μορφωτικό επίπεδο των εθελοντών. Η πιθανότητα αγοράς λειτουργικών προϊόντων δε, αυξάνεται όταν ο καταναλωτής συνδέει τα λειτουργικά συστατικά (π.χ. φυτικές ίνες, προβιοτικά) με τα οφέλη της κατανάλωσής τους (π.χ. μειώνει τον κίνδυνο ασθενειών του στομάχου και του εντέρου) [181].

Ως μέρος της μελέτης αυτής αξιολογήθηκε η αποδεκτικότητα του ελληνικού και κυπρίου δείγματος πληθυσμού, για τα νεοφανή τρόφιμα που δημιουργούνται μέσω εφαρμογής των βιοδιεργασιών, αξιοποιώντας τα βιοδραστικά συστατικά εκ των υποπροϊόντων τροφίμων. Παρόλο που ως επί το πλείστον παρατηρήθηκε μια ουδέτερη στάση ως προς αυτά εκ μέρους των συμμετεχόντων, διαπιστώθηκε πως σημαντικό ρόλο σε αυτή διαδραματίζει ο φόβος που επικρατεί για κατανάλωση τροφίμων που δεν έχουν δοκιμάσει ξανά. Επί του παρόντος, οι πρακτικές καινοτομίας στη βιομηχανία τροφίμων βασίζονται στη φωνή του καταναλωτή, που αναγνωρίζεται ως ζωτικής σημασίας για την επιτυχία.

Η έννοια της τροφικής νεοφοβίας, που συνίσταται στον φόβο για νέα τρόφιμα, δείχνει πώς το συναίσθημα αυτό αναπτύσσεται λόγω της επιφύλαξης για πιθανές αρνητικές επιδράσεις στην ομαλή λειτουργία του μεταβολικού συστήματος, και κατ' επέκταση στην υγεία. Αν και αυτό το φαινόμενο έχει αναφερθεί πως παρουσιάζει ιδιαίτερη συχνότητα στα παιδιά, η αλήθεια είναι πως η τροφική νεοφοβία επιμένει στην ενήλικη ζωή και καθορίζει πραγματικά τις αποφάσεις τους όταν πρόκειται να επιλέξουν μεταξύ νέων άγνωστων ή παλαιών πλήρως αναγνωρίσιμων τροφίμων [3].

Η αξιοπιστία των ισχυρισμών υγείας, η έλλειψη παροχής επαρκούς γνώσης σχετικά με τα συστατικά των λειτουργικών τροφίμων, και η πιθανή επίδρασή τους στην υγεία επιδρούν σημαντικά στην αποδοχή των λειτουργικών τροφίμων απ' την πλευρά των καταναλωτών. Οι ισχυρισμοί των κατασκευαστών ανησυχούσαν περίπου το 80% των ομάδων εστίασης που συμμετείχαν σε μια μελέτη τροφίμων με ισχυρισμούς υγείας. Μάλιστα, αντλήθηκε το συμπέρασμα πως οι συμμετέχοντες τείνουν να μην εμπιστεύονται τους ισχυρισμούς που παρέχονται από τους κατασκευαστές. Μια σύνδεση μεταξύ των διατροφικών πληροφοριών και της γεύσης στις ετικέτες και της προθυμίας για δοκιμή

νεοφανών τροφίμων, έχει αναφερθεί [182]. Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε πως ένα ποσοστό 46% εκ των εθελοντών της παρούσας μελέτης, δήλωσε πως διαβάζει τις διατροφικές πληροφορίες στις ετικέτες, και το γεγονός αυτό συσχετίστηκε τόσο με την ηλικία, όσο και με το μορφωτικό επίπεδο.

Όπως προαναφέρθηκε, η εμπιστοσύνη δεν συνδέεται μόνο με την αυξανόμενη πολυπλοκότητα των παραγόντων που αντιμετωπίζουν οι καταναλωτές αλλά και με τους κινδύνους που σχετίζονται με τα τρόφιμα. Η ασφάλεια των τροφίμων αντιπροσωπεύει το κύριο μέλημα που σχετίζεται με τον κίνδυνο, ωστόσο, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες έρχονται να προστεθούν στις ήδη υπάρχουσες. Μια ανησυχία των ευρωπαϊών καταναλωτών έχει σημειωθεί, αναφορικά με την τεχνολογική ανάπτυξη, και μια έλλειψη γνώσεων σχετικά με τη διαχείριση της ασφάλειας της εφοδιαστικής αλυσίδας τροφίμων. Η ανάλυση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας υπογραμμίζει ότι η αποδοχή των λειτουργικών τροφίμων συνδέεται στενά με την εμπιστοσύνη σε διαφορετικά επίπεδα του κοινωνικοοικονομικού συστήματος, ενώ η τροφική νεοφοβία σχετίζεται πιο άμεσα με το προϊόν και τις προσωπικές διατροφικές εμπειρίες [182].

Η νεοφοβία σε σχέση με την εφαρμογή νέων μεθόδων και τεχνολογιών κατά την παραγωγή καινοτόμων τροφίμων, έχει αναφερθεί πως επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από το επίπεδο εκπαίδευσης. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να επεξηγήσει το εύρημα μας ως προς την αλληλο-σύνδεση της έλλειψης εμπιστοσύνης και της αποφυγής δοκιμής νεοφανών τροφίμων, από εθελοντές με χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο. Με βάση τις πληροφορίες που παρέχονται και από προηγούμενες έρευνες, τα άτομα με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο φαίνεται να είναι πιο ανοιχτά σε νέα προϊόντα και νέες τεχνολογίες [183].

Έτσι, καθίσταται αναγκαία η προσπάθεια παροχής περισσότερης γνώσης για τη μείωση του φόβου σχετικά με τα καινοτόμα προϊόντα διατροφής που προέρχονται από μη συμβατικές τεχνολογίες, καθώς αυτή η βελτίωση θα μπορούσε να αυξήσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών, που είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για την αποδοχή των νέων τροφίμων.

Αξιοσημείωτο είναι το ευτυχές γεγονός πως η συντριπτική πλειοψηφία (1324 εθελοντές) εκ του μελετώμενου πληθυσμού (1935) δήλωσαν πρόθυμοι να διαθέσουν περισσότερα χρήματα προκειμένου να προμηθευτούν λειτουργικά τρόφιμα. Πολυάριθμες μελέτες υποστηρίζουν πως οι στάσεις των καταναλωτών καθοδηγούν τη συνολική αξιολόγησή τους για τα πιθανά οφέλη τους, καθώς οι καταναλωτές που εκφράζουν θετική στάση απέναντι στα λειτουργικά τρόφιμα εμφανίζονται και πρόθυμοι να τα καταναλώσουν λειτουργικά τρόφιμα, έναντι εκείνων που διατηρούσαν αρνητική είτε ουδέτερη στάση. Παράλληλα, οι Szakály et al. έχουν αναφέρει πως καταναλωτές με θετική στάση έναντι των λειτουργικών τροφίμων εμφάνισαν και προθυμία να πληρώσουν περισσότερα χρήματα, αν κατά την πεποίθησή τους, τα λειτουργικά τρόφιμα προσέφεραν πραγματικά οφέλη στην υγεία [45].

6. *IN VITRO* ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ *IN VITRO* ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΦΡΟΥΤΩΝ

6.1. Προσδιορισμός βιοδραστικών συστατικών επιλεγμένων βοτάνων και υποπροϊόντων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών

6.1.1 Εισαγωγή-Σκοπός

Πολυάριθμες μελέτες έχουν διεξαχθεί και δείχνουν πως τα αφεψήματα κάποιων φαρμακευτικών φυτών της μεσογειακής διατροφής καθώς και εκχυλίσματα από ορισμένα υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών, περιέχουν στη σύστασή τους βιο-λειτουργικές ενώσεις, μέσω των οποίων δύναται να ασκούν τη βιοδραστικότητά τους. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση του συνολικού αντιοξειδωτικού δυναμικού, της σύστασης σε φαινολικά συστατικά, και της περιεκτικότητας σε καροτενοειδή επιλεγμένων ελληνικών βοτάνων και υποπροϊόντων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών.

6.1.2 Δείγματα

Συνολικά αξιολογήθηκαν τα εκχυλίσματα 7 ελληνικών βοτάνων, 10 ειδών φλουδών φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών, των φύλλων 2 τροφίμων φυτικής προέλευσης, των πυρήνων και της πούλπας 2 φρούτων, καθώς και του χυμού 2 φρούτων. Τα αρωματικά φυτά που χρησιμοποιήθηκαν προς έρευνα, προμηθεύτηκαν από την εταιρεία ΑΔΟΛΟ, Χρονόπουλος Δ. & Θανόπουλος Χ. Ο.Ε., Αχαΐα, ενώ όλα τα φρέσκα φρούτα από τα οποία διαχωρίστηκαν τα υποπροϊόντα, προμηθεύτηκαν από την εταιρεία Σουσαλής, Α. & Ι. Ο.Ε, Λήμνος. Τα κελυφωτά φιστίκια και τα φύλλα ελιάς που χρησίμευσαν για τα πειράματα προμηθεύτηκαν από ίδια την οικογενειακή παραγωγή της συγγραφέως (Μέγαρο). Τα δείγματα της εν προκειμένω έρευνας καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 13 Δείγματα μελέτης προσδιορισμού βιοδραστικών συστατικών

Ελληνικά βότανα	Υποπροϊόντα
Ρίγανη (<i>Origanum vulgare</i>)	Φλοιός πορτοκαλιού (<i>Citrus X sinensis</i>)
Θυμάρι (<i>Thymus vulgaris</i>)	Φλοιός μάνγκο (<i>Mangifera indica</i>)
Τσάι του βουνού (<i>Sideritis raeseri</i>)	Φλοιός μανταρινού (<i>Citrus reticulata</i>)
Μέντα (<i>Mentha sp.</i>)	Φλοιός ροδάκινου (<i>Prunus persica</i>)
Φασκόμηλο (<i>Salvia officinalis</i>)	Φλοιός καρότου (<i>Daucus carota</i>)
Αλάδανος (<i>Cistus incanus</i>)	Φλοιός μήλου (<i>Malus domestica</i>)
Αχιλλεία (<i>Achillea millefolium</i>)	Φλοιός καρπουζιού (<i>Citrullus lanatus</i>)
	Φλοιός μπανάνας (<i>Musa acuminata colla</i>)
	Πυρήνας μάνγκο (<i>Mangifera indica</i>)
	Πυρήνας ροδάκινου (<i>Prunus persica</i>)
	Πούλπα μάνγκο (<i>Mangifera indica</i>)
	Πούλπα ροδάκινου (<i>Prunus persica</i>)
	Φύλλα ελιάς (<i>Olea europaea</i>)
	Φλοιός ακτινιδίου (<i>Actinidia chinensis</i>)
	Φλοιός κελυφωτού φυσικιού (<i>Pistacia vera</i>)
	Φύλλα κελυφωτού φυσικιού (<i>Pistacia vera</i>)

6.1.3 Υλικά και Αντιδραστήρια

Τα υλικά-εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή των πειραμάτων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 14 Υλικά και αντιδραστήρια διεξαγωγής πειραμάτων προσδιορισμών βιοδραστικών συστατικών των δειγμάτων

Υλικά- Εξοπλισμός	Αντιδραστήρια
Μικροπιπέτες (10-100μL, 100-1000μL)	Ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3)
Ρύγχη πιπετών	Αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu
Μικροφυγοκεντρικά σωληνάρια τύπου erpendorf (1,5mL)	
Χαρτί Whatman	
Σιφόνια	Τριχλωριούχος σίδηρος (FeCl_3)
Πουάρ	Πυκνό Υδροχλώριο (HCL)
Φιάλες τύπου Duran	TPTZ (2,4,6-Tri(2-Pirydil)-s-triazine)
Εργαστηριακό γουδι	Αιθανόλη
Πιάτα πολλαπλών θέσεων (96-well plates)	Μεθανόλη
Αναδευτήρας vortex	
Αναλυτικός ζυγός ακριβείας	
Υδατόλουτρο υπερήχων	
Απαγωγός αερίων	
Ψυχόμενη φυγόκεντρος	
Φασματοφωτόμετρο κατάλληλο για πιάτα πολλαπλών θέσεων	
Ξηραντήρας	
dH ₂ O	
Κωνικές φιάλες	
Ποτήρια ζέσεως	
Ογκομετρικοί κύλινδροι	
Επιτραπέζιο πεχάμετρο	

Όλα τα χημικά και αντιδραστήρια προμηθεύτηκαν από τη Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany).

6.1.4 Μέθοδοι

6.1.4.1 Προετοιμασία δειγμάτων

Πριν την έναρξη των πειραματικών διαδικασιών, όλα τα δείγματα πλύθηκαν σχολαστικά. Οι φλοιοί των επιλεγμένων φρούτων διαχωρίστηκαν από τα λοιπά μέρη, και τεμαχίστηκαν σε μικρότερες λωρίδες του 1mm. Οι φλοιοί τοποθετήθηκαν σε κατάλληλα σκεύη, και έπειτα από ζύγιση του καθαρού βάρους, ξηράνθηκαν σε ξηραντήρα στους 60° C, για 48-72h. Με το πέρας της ξήρασης, τα δείγματα ζυγίστηκαν ξανά, για τη διασφάλιση της αφαίρεσης της απαιτούμενης υγρασίας, και αποθηκεύτηκαν σε κατάλληλες φιάλες, σε ξηρό και σκοτεινό μέρος, ως την έναρξη των πειραμάτων. Όμοιος τεμαχισμός και ξήραση ακολούθησαν και για τα φύλλα ελιάς και φυσικιάς.

Η πούλπα μάνγκο και ροδάκινου, διαχωρίστηκε από τα λοιπά μέρη, πολτοποιήθηκαν με εργαστηριακό γουδί σε μερίδες των 5g εκάστου, οι οποίες αποθηκεύτηκαν σε κατάλληλες φιάλες, στην κατάψυξη (-20° C), ως τη χρήση. Τέλος, ο πυρήνας μάνγκο συνθλίφτηκε μηχανικά με εργαστηριακό γουδί, και αποθηκεύτηκε στην κατάψυξη σε κατάλληλες φιάλες, ως τη χρήση.



Εικόνα 9 Φλοιοί διαφόρων φρούτων, έπειτα από ξήραση

6.1.4.2. Δημιουργία εκχυλισμάτων

Υδατικά εκχυλίσματα: Τα δείγματα ζυγίστηκαν και προστέθηκαν σε φιάλες duran, με απιονισμένο αποστειρωμένο νερό, στις ακόλουθες συγκεντρώσεις:

- 5% για τους φλοιούς πορτοκαλιού, μάνγκο, μανταρινιού, καρπουζιού, μπανάνας, ακτινιδίου, καρότου, ροδάκινου (5g ξηρού φλοιού σε 100mL απιονισμένο νερό)
- 2% για τα ελληνικά βότανα (2g ξηρού βοτάνου σε 100mL απιονισμένο νερό)
- 10% για τα φύλλα ελιάς (10g ξηρών φύλλων σε 100mL απιονισμένο νερό)

Αιθανολικά εκχυλίσματα: Τα δείγματα ζυγίστηκαν και προστέθηκαν σε φιάλες duran, με 50% διάλυμα υδατικής αιθανόλης, στις ακόλουθες συγκεντρώσεις:

- 4% για τον πυρήνα και την πούλπα μάνγκο και ροδάκινου (4g ωμού πυρήνα σε 100mL διαλύματος υδατικής αιθανόλης 50%)
- 3% για τη φλοιός κελυφωτού φουστικιού και τα φύλλα φουστικιάς (3g ωμού φλοιού και ξηρών φύλλων σε 100mL διαλύματος υδατικής αιθανόλης 50%)

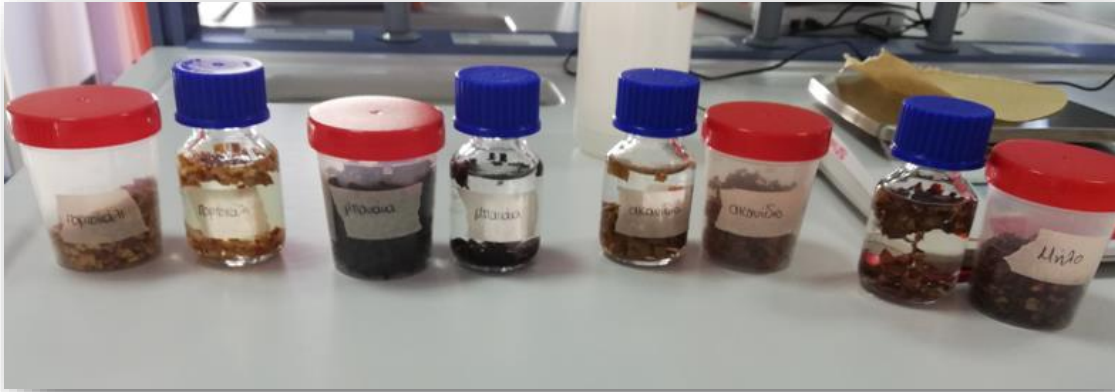
Εν συνεχεία, οι φιάλες duran τοποθετήθηκαν στο υδατόλουτρο υπερήχων (80kHz) στους 70° C, για 1 ώρα. Για την εκχύλιση των βιοδραστικών συστατικών του φλοιού πορτοκαλιού, καρπουζιού, μπανάνας, ακτινιδίου, καρότου και ακτινιδίου, τα δείγματα εκχυλίστηκαν στους 50° C για 2 ώρες και 20 λεπτά. Με το πέρας της εκχύλισης, τα δείγματα παρελήφθησαν και διηθήθηκαν με ηθμό (χαρτί Whatman) [184]. Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται οι διαδικασίες προετοιμασίας των εκχυλισμάτων της μελέτης.



Εικόνα 13 Προετοιμασία εκχυλισμάτων υποπροϊόντων κελυφωτού φυστικιού



Εικόνα 14 Προετοιμασία εκχυλισμάτων ελληνικών βοτάνων



Εικόνα 15 Προετοιμασία εκχυλισμάτων φλουδών διαφόρων φρούτων

6.1.4.4 Εφαρμογή μεθόδων προσδιορισμών βιοδραστικών συστατικών

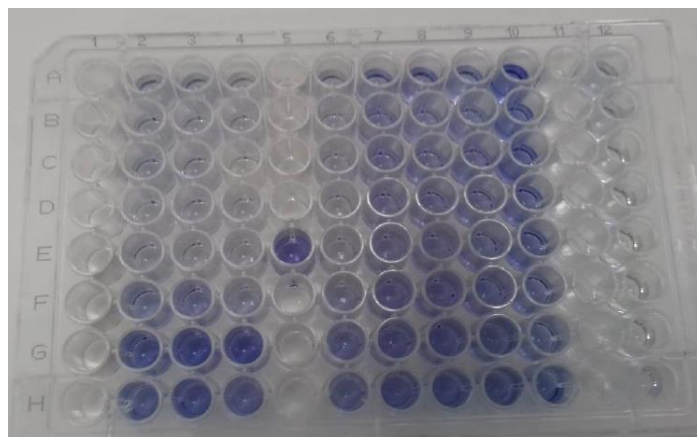
- ❖ Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας- Μέθοδος *Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP)*

Ετοιμασία αντιδραστηρίου FRAP:

- *Ρυθμιστικό διάλυμα 0,3M, pH=3,6:* Με τη χρήση ογκομετρικού κυλίνδρου κατάλληλης χωρητικότητας, παρασκευάζεται έπειτα από ανάμειξη 3,1g οξικού νατρίου και 16ml οξικού οξέος, ώστε να ετοιμαστεί το ρυθμιστικό διάλυμα (συμπλήρωση με νερό), ενώ ακολουθεί ρύθμιση του pH. Αποθηκεύτηκε σε φιάλη duran στους 30° C.
- *Διάλυμα TPTZ 10mM:* Παρασκευάζεται σε διάλυμα HCL 40mM. Για την παρασκευή του διαλύματος TPTZ 10mM, σε ογκομετρικό κύλινδρο, διαλύονται 0,0234gr TPTZ σε 7,5 ml διαλύματος HCL 40 mM. Διατηρείται στο ψυγείο για 2 ημέρες.
- *Διάλυμα FeCl₃, 20 mM:* Παρασκευάζεται με τη διάλυση 0,27g FeCl₃ σε 50mL αποιονισμένο νερό, σε ογκομετρική φιάλη. Με το τέλος των πειραμάτων απορρίπτεται.
- *Αντιδραστήριο FRAP:* Παρασκευάζεται έπειτα από ανάμειξη 25 ml ρυθμιστικού διαλύματος 0,3M, 2,5 ml διαλύματος TPTZ και 2,5ml διαλύματος FeCl₃. Το διάλυμα αυτό παρασκευάζεται καθημερινά, πριν την διεξαγωγή των πειραμάτων και διατηρείται στους 37°C εντός θερμοστατούμενου υδατόλουτρου κατά την διάρκεια των πειραμάτων.

Για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των υδατικών και αιθανολικών εκχυλισμάτων, 80μL του αντιδραστηρίου FRAP και 20μL εκάστου δείγματος (με τις κατάλληλες αραιώσεις), προστέθηκαν σε κάθε υποδοχή ενός πιάτου πολλαπλών θέσεων (96-well plate). Για τα υδατικά εκχυλίσματα χρησιμοποιήθηκε ως τυφλό απιονισμένο νερό, ενώ για τα αιθανολικά ως τυφλό χρησιμοποιήθηκε υδατική αιθανόλη 60:40. Όλα τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο 96-well plate εις τριπλούν, για τη διασφάλιση της επαναληψιμότητας. Ακολούθησε χειροκίνητη ανάδευση και παραμονή του πιάτου σε σκοτεινό περιβάλλον για 30min. Με το πέρας της 30min παραμονής τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο (Spark® Multimode Microplate Reader Tecan), στα 595nm.

Με τη χρήση των προτύπων καμπυλών πραγματοποιήθηκε η ποσοτικοποίηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων, εκπεφρασμένης σε ισοδύναμα Fe^{+2} (mmol $FeSO_4/ml$ ή g εκχυλίσματος ή ξηρού δείγματος [204]. Το πείραμα επαναλήφθηκε συνολικά 3 φορές.



Εικόνα 16 Τα δείγματα εντός του 96-well plate, με το πέρας της 30min παραμονής με το αντιδραστήριο FRAP

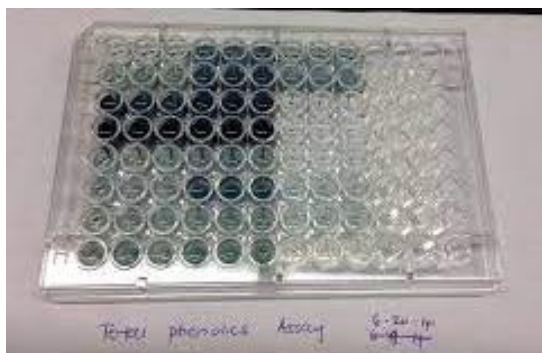
❖ Προσδιορισμός σύστασης σε ολικά φαινολικά συστατικά- Μέθοδος Folin-Ciocalteu

Ετοιμασία διαλυμάτων για τη μέθοδο Folin-Ciocalteu:

- Na_2CO_3 7,5% w/v: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml διαλύονται 7,5g Na_2CO_3 και ακολουθεί πλήρωση όγκου με απιονισμένο νερό.

Για να επιτευχθεί ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών συστατικών στα υπό μελέτη εκχυλίσματα, 20μL διαλύματος Na_2CO_3 7,5% w/v, 20μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και 50μL εκάστου δείγματος (εις τριπλούν, με τις κατάλληλες αραιώσεις) τοποθετήθηκαν σταδιακά σε κάθε υποδοχή ενός 96-well plate, και ακολούθησε χειροκίνητη ανάδευση και παραμονή του πιάτου σε σκοτεινό περιβάλλον, για 30min. Με το πέρας της 30min παραμονής τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε microplate φασματοφωτόμετρο, στα 765nm. Για τα υδατικά εκχυλίσματα χρησιμοποιήθηκε ως τυφλό απιονισμένο νερό, ενώ για τα αιθανολικά ως τυφλό χρησιμοποιήθηκε υδατική αιθανόλη

60:40. Με τη χρήση των προτύπων καμπυλών πραγματοποιήθηκε η ποσοτικοποίηση της ολικής φαινολικής σύστασης των εκχυλισμάτων, εκπεφρασμένης σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (mg GA /L ή g) [61] . Το πείραμα επαναλήφθηκε συνολικά 3 φορές.



Εικόνα 17 Τα δείγματα εντός του 96-well plate έπειτα από 30min παραμονή με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu

❖ Προσδιορισμός της συγκέντρωσης καροτενοειδών στα υπο μελέτη εκχυλίσματα

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε ολικά καροτενοειδή πραγματοποιήθηκε με απλή φασματοφωτομέτρηση στα 450nm, τοποθετώντας 100μL εκάστου δείγματος (εις τριπλούν) σε κάθε υποδοχή ενός 96-well plate [65]. Και πάλι για τα υδατικά εκχυλίσματα χρησιμοποιήθηκε ως τυφλό απιονισμένο νερό, ενώ για τα αιθανολικά ως τυφλό χρησιμοποιήθηκε υδατική αιθανόλη 60:40. Με τη χρήση των προτύπων καμπυλών πραγματοποιήθηκε η ποσοτικοποίηση της περιεκτικότητας των εκχυλισμάτων σε ολικά καροτενοειδή, εκπεφρασμένης σε ισοδύναμα β-καροτενίου (mg β-καροτενίου/L ή g). Το πείραμα επαναλήφθηκε άλλες 2 φορές.

6.1.5 Στατιστική Ανάλυση

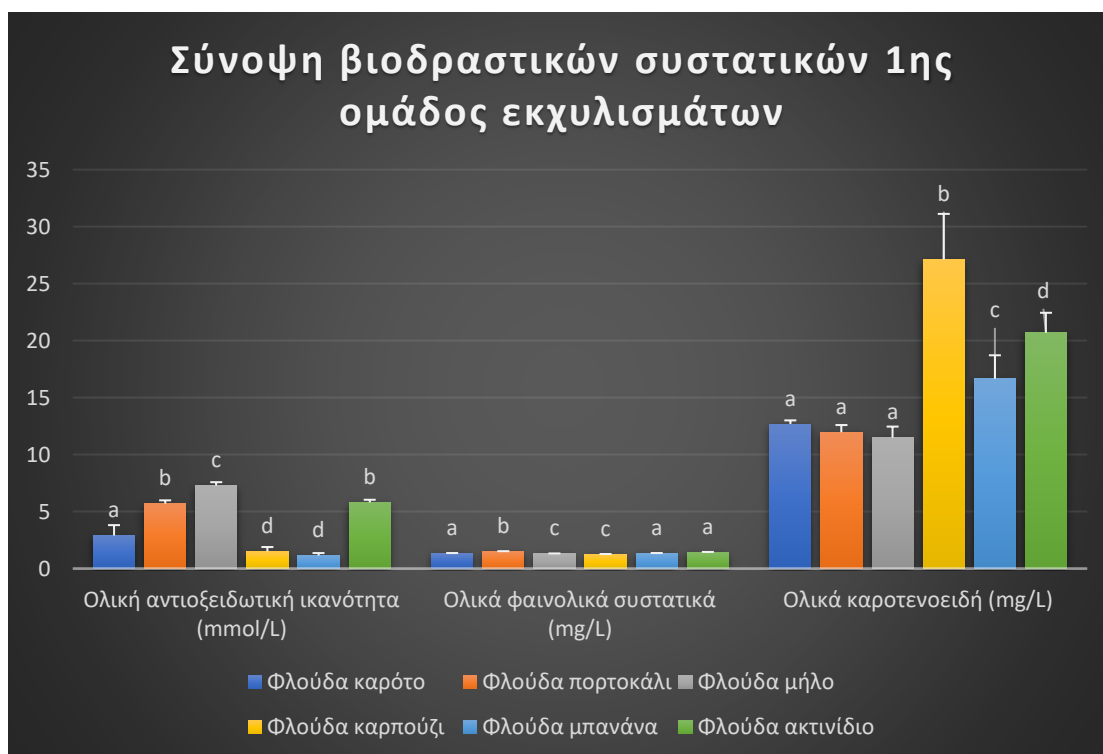
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν με τη χρήση του MS Excel και του στατιστικού πακέτου SPSS var.21. Τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής παρουσιάζονται ως Mean± sd. Ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης Anova και έλεγχος πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni εφαρμόστηκαν για τη διερεύνηση της υπόθεσης πως υφίστανται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, όσον αφορά την ολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα, την ολική φαινολική σύσταση και το περιεχόμενο σε καροτενοειδή, μεταξύ των υπό μελέτη δειγμάτων. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

6.1.6 Αποτελέσματα

Πίνακας 15 Σύνοψη βιοδραστικών συστατικών των εκχυλισμάτων της 1^{ης} μελετώμενης ομάδος (Φλούδι καρότου, πορτοκαλιού, μήλου, καρπούζιου, μπανάνας και ακτινιδίου)

1η Ομάδα			
	Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (mmol/L)	Ολικά φαινολικά συστατικά (mg/L)	Ολικά καροτενοειδή (mg/L)
Φλούδι καρότο	2.90±0.91a	1.35±0.009a	12.68±0.32a
Φλούδι πορτοκάλι	5.69±0.29b	1.52±0.0b	11.96±0.63a
Φλούδι μήλο	7.28±0.3c	1.32±0.0c	11.48±0.97a
Φλούδι καρπούζι	1.49±0.4d	1.27±0.0c	27.10±4.01b
Φλούδι μπανάνα	1.14±0.22d	1.35±0.01a	16.67±2.04c
Φλούδι ακτινίδιο	5.79±0.24b	1.40±0.06a	20.69±1.75d

* Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$).



* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενη ομάδα βιοδραστικών συστατικών, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων ($p > 0.05$).

Σχήμα 6 Σύνοψη των βιοδραστικών συστατικών της 1^{ης} ομάδας μελετώμενων εκχυλισμάτων (Φλοιοί καρότου, πορτοκαλιού, μήλου, καρπουζιού, μπανάνας και ακτινιδίου)

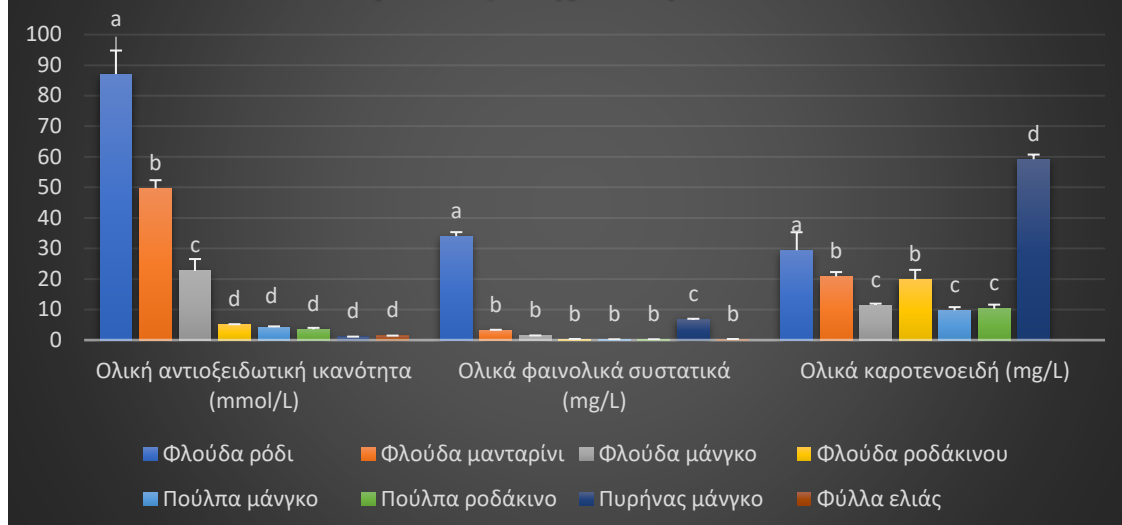
Αναφορικά με την ολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα των εκχυλισμάτων φλουδών φρούτων της 1^{ης} μελετώμενης ομάδας (φλοιοί καρότου, πορτοκαλιού, μήλου, καρπουζιού, μπανάνας και ακτινιδίου), το εκχύλισμα φλοιού μήλου εμφάνισε σημαντικά υψηλότερη ολική αντιοξειδωτική ικανότητα ($p= 0.0003$), από την αντιοξειδωτική δράση του εκχυλίσματος πορτοκαλιού και ακτινιδίου, του φλοιού καρότου, καρπουζιού και μπανάνας. Το εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού εμφάνισε σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών (1.58mg γαλλικού οξέος /L, $p= 0.0003$), σε σχέση με τα λοιπά εκχυλίσματα της ομάδας, ενώ το εκχύλισμα φλοιού ακτινιδίου, καρότου και μπανάνας εμφάνισαν αξιόλογη σύσταση σε φαινολικά συστατικά. Το εκχύλισμα φλοιού καρπουζιού παρουσίασε στατιστικώς σημαντικά, την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά καρροτενοειδή, συγκριτικά με την αντίστοιχη περιεκτικότητα των λοιπών εκχυλισμάτων της ίδιας ομάδας ($p= 0.0003$), ενώ αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις καρροτενοειδών προσδιορίστηκαν στα εκχυλίσματα ακτινιδίου και μπανάνας.

Πίνακας 16 Σύνοψη των βιοδραστικών συστατικών της 2^{ης} ομάδας εκχυλισμάτων (φλοιοί ροδιού, μανταρινιού, μάνγκο, ροδάκινου, πούλπα μάνγκο και ροδάκινου, πυρήνας μάνγκο και φύλλα ελιάς)

2η Ομάδα			
	Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (mmol/L)	Ολικά φαινολικά συστατικά (mg/L)	Ολικά καρροτενοειδή (mg/L)
Φλοιός ρόδι	87.09±7.7a	34.03±1.3a	29.40±5.9a
Φλοιός μανταρίνι	49.65±2.7b	3.29±0.08b	20.80±1.47b
Φλοιός μάνγκο	22.63±3.9c	1.49±0.03b	11.48±0.45c
Φλοιός ροδάκινου	5.01±0.18d	0.36±0.0b	19.69±3.3b
Πούλπα μάνγκο	4.24±0.24d	0.26±0.0b	9.74±1.05c
Πούλπα ροδάκινο	3.51±0.49d	0.26±0.0b	10.19±1.42d
Πυρήνας μάνγκο	1.04±0.09d	6.78±0.2c	59.18±1.55
Φύλλα ελιάς	1.38±0.09d	0.26±0.0b	

* Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$).

Σύνοψη βιοδραστικών συστατικών της 2ης ομάδος εκχυλισμάτων



* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενη ομάδα βιοδραστικών συστατικών, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων ($p > 0.05$).

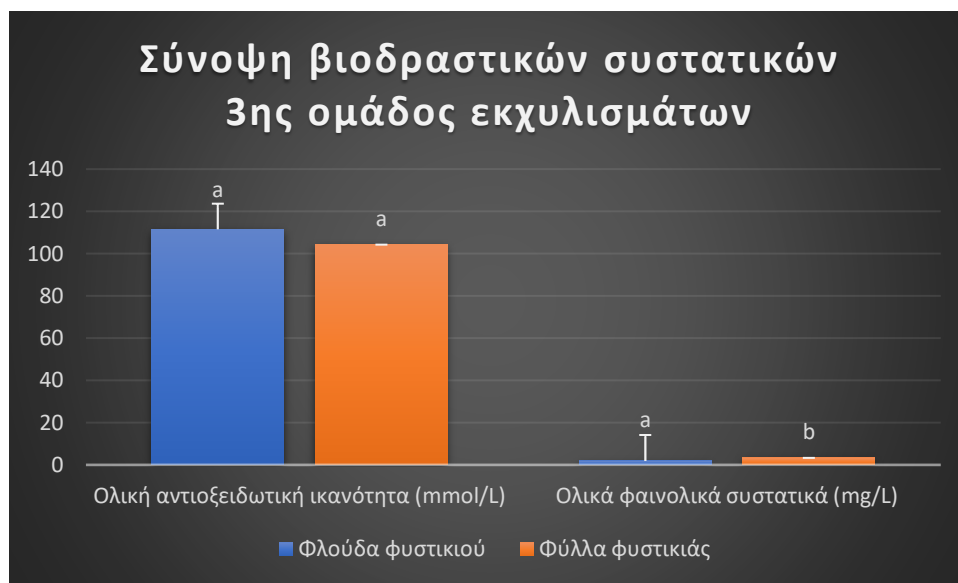
Σχήμα 7 Σύνοψη των βιοδραστικών συστατικών της 2ης ομάδος μελετώμενων εκχυλισμάτων (φλοιοί ροδιού, μανταρινιού, μάνγκο, ροδάκινου, πούλπα μάνγκο και ροδάκινου, πυρήνας μάνγκο και φύλλα ελιάς)

Εκ της 2ης μελετώμενης ομάδος υποπροϊόντων φρούτων (φλοιοί ροδιού, μανταρινιού, μάνγκο, ροδάκινου, πούλπα μάνγκο και ροδάκινου, πυρήνας μάνγκο και φύλλα ελιάς), το εκχύλισμα φλοιού ροδιού παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη ολική αντιοξειδωτική δράση ($p = 0.0006$), ακολουθούμενο από το εκχύλισμα φλοιού μανταρινιού και μάνγκο, ενώ χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα εμφανίστηκε εκ των εκχυλισμάτων φλοιού και πούλπας ροδάκινου, της πούλπας και του πυρήνα μάνγκο και των φύλλων ελιάς. Επιπλέον, παρόλο που το εκχύλισμα φλοιού ροδιού, βρέθηκε να περιέχει σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών ($p = 0.0007$), συγκριτικά με τα λοιπά μελετώμενα εκχυλίσματα, αξιοσημείωτη είναι η φαινολική σύσταση του εκχυλίσματος πυρήνα μάνγκο, ακολουθούμενης χαμηλότερης περιεκτικότητας αυτών στα εκχυλίσματα φλοιού μανταρινιού, φλοιού και πούλπας μάνγκο, του φλοιού και πούλπας ροδάκινου, αλλά και των φύλλων ελιάς. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση β-καροτενίου μεταξύ των εκχυλισμάτων της παρούσας μελετώμενης ομάδος, προσδιορίστηκε σε αυτό του πυρήνα μάνγκο ($p = 0.0005$), αλλά αξιοσημείωτη περιεκτικότητα σε ολικά καροτενοειδή παρουσιάστηκε και εκ του εκχυλίσματος φλοιού ροδιού.

Πίνακας 17 Σύνοψη βιοδραστικών συστατικών της 3ης μελετώμενης ομάδος εκχυλισμάτων (φλοιός κελυφωτού φιστικιού και φύλλα φιστικιάς)

3η Ομάδα		
	Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (mmol/L)	Ολικά φαινολικά συστατικά (mg/L)
Φλοιός φουστικιού	111.54±12.1a	1.85±0.0a
Φύλλα φουστικιάς	104.25±12.3a	3.32±0.0b

* Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$).



* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενη ομάδα βιοδραστικών συστατικών, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων ($p > 0.05$).

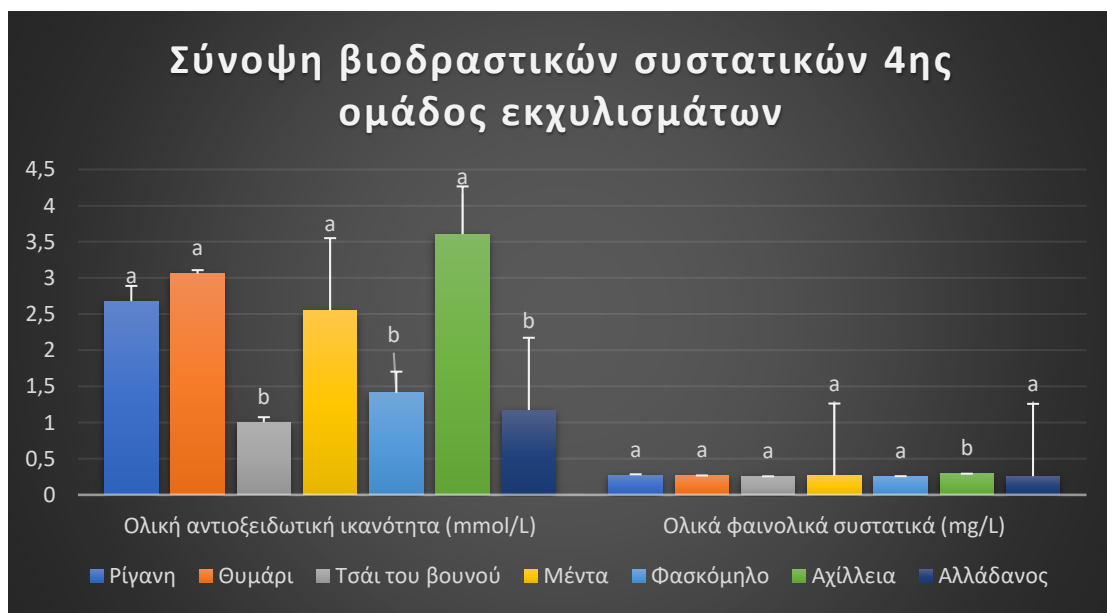
Σχήμα 8 Διαγραμματική σύνοψη των βιοδραστικών συστατικών της 3ης ομάδος εκχυλισμάτων (φλοιός κελυφωτού φιστικιού και φύλλα φιστικιάς)

Μη σημαντικά υψηλότερη ολική αντιοξειδωτική δράση παρουσίασε το εκχύλισμα φλοιού κελυφωτού φουστικιού (111.54 mmol FeSO₄/L, $p > 0.05$), συγκριτικά με το αυτό των φύλλων φουστικιάς, ενώ όσον αφορά την ολική φαινολική περιεκτικότητα, σημαντικά υψηλότερη σύσταση βρέθηκε στο εκχύλισμα φύλλων φουστικιάς ($p = 0.0001$) σε σχέση με την αντίστοιχη περιεκτικότητα του φλοιού φουστικιού.

Πίνακας 18 Σύνοψη των βιοδραστικών συστατικών της 4^{ης} μελετώμενης ομάδος (ρίγανη, θυμάρι, τσάι του βουνού, μένα, φασκόμηλο, αχίλλεια, αλλάδανος)

4η Ομάδα		
	Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (mmol/L)	Ολικά φαινολικά συστατικά (mg/L)
Ρίγανη	2.68±0.21a	0.27±0.01a
Θυμάρι	3.05±0.05a	0.26±0.0a
Τσάι του βουνού	1.00±0.07b	0.25±0.0a
Μέντα	2.55±0.44a	0.26±0.0a
Φασκόμηλο	1.41±0.29b	0.25±0.0a
Αχίλλεια	3.60±0.66a	0.29±0.0b
Αλλάδανος	1.17±0.12b	0.25±0.0a

* Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$).



* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενη ομάδα βιοδραστικών συστατικών, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων ($p > 0.05$).

Σχήμα 9 Διαγραμματική σύνοψη των βιοδραστικών συστατικών των εκχυλισμάτων βοτάνων της 4^{ης} ομάδος (ρίγανη, θυμάρι, τσάι του βουνού, μένα, φασκόμηλο, αχίλλεια, αλλάδανος)

Τέλος, κατά τη διερεύνηση της σύστασης σε βιοδραστικά συστατικά 6 ελληνικών βοτάνων (ρίγανη, θυμάρι, τσάι του βουνού, μένα, φασκόμηλο, αχίλλεια, αλλάδανος), το σπανίως μελετώμενο εκχύλισμα αχίλλειας φαίνεται πως παρουσιάζει την υψηλότερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα (3.6 mmol/L), ακολουθούμενου του εκχυλισματος θυμαριού, ρίγανης και μέντας, ενώ σημαντικώς χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα παρατηρήθηκε εκ των εκχυλισμάτων τσαγιού του βουνού, φασκόμηλου και αλλαδάνου ($p=0.0002$). Παρόλο που το εκχύλισμα αχίλλειας εμφανίστηκε να περιέχει σημαντικά

υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών ($p= 0.0002$), το εύρος των λοιπών δειγμάτων παρουσίασε μικρή διακύμανση. Στους παρακάτω, παρατιθέμενους πίνακες και διαγράμματα συνοψίζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των βιοδραστικών συστατικών των τεσσάρων μελετώμενων ομάδων εκχυλισμάτων.

6.1.7 Συζήτηση μελέτης προσδιορισμού των βιοδραστικών συστατικών επιλεγμένων βοτάνων και υποπροϊόντων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών

6.1.7.1 Συζήτηση μελέτης βιοδραστικών συστατικών επιλεγμένων αρωματικών φυτών της ελληνικής γης

Μεταξύ των 7 επιλεγμένων ελληνικών βοτάνων την υψηλότερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα παρουσίασε η αχιλλεία (3.6 mmol/L), και ακολούθως η ρίγανη και το θυμάρι εμφάνισαν σημαντική περιεκτικότητα σε ολικά αντιοξειδωτικά συστατικά (2.68 και 3.05 mmol/L). Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματα *in vitro* πειραμάτων άλλων ερευνητών, έδειξαν πως το εκχύλισμα θυμαριού διαθέτει μεγαλύτερη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών συστατικών (6.93 μ M Trolox /g), τόσο από το εκχύλισμα ρίγανης όσο και της αχιλλείας. Αναφορικά με την σύσταση αυτών σε ολικά φαινολικά, τα ευρήματα μας συνάδουν με τα αποτελέσματα της προαναφερθείσας μελέτης, όπου αναφέρθηκε υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών (9.55 mg GA/g) εκ του εκχυλίσματος αχιλλείας, συγκριτικά με την αντίστοιχη περιεκτικότητα των εκχυλισμάτων ρίγανης και θυμαριού [185].

Επιπροσθέτως, από τα παρόντα *in vitro* πειράματα σημαντικά υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα προσδιορίστηκε εκ του εκχυλίσματος μέντας σε σχέση με το αντίστοιχο εκχύλισμα τσαγιού του βουνού (MD= 1.55 mmol/L), ενώ δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά το ολικό φαινολικό περιεχόμενο αυτών. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με προηγούμενες αναφορές, όπου σημειώθηκε σχεδόν διπλάσια ολική αντιοξειδωτική δράση εκ του εκχυλίσματος μέντας σε σχέση με τσάι του βουνού (MD=14 mg Trolox/g), ενώ και πάλι δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά στη φαινολική τους σύσταση [186].

Εκτενείς έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν για την αντιοξειδωτική δράση πολυάριθμων βοτάνων, ιδιαίτερα της οικογένειας των Labiatae. Τα πιο κοινά αρωματικά βότανα αυτής της οικογένειας είναι το δεντρολίβανο, η ρίγανη, το φασκόμηλο, ο βασιλικός, η μέντα και το θυμάρι. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν μια διακύμανση ως προς την ολική φαινολική σύσταση των εκχυλισμάτων των αρωματικών βοτάνων, η οποία μειώνεται με την ακόλουθη σειρά: βάλοσαμο > φασκόμηλο > δεντρολίβανο > θυμάρι > ρίγανη. Οι εντοπιζόμενες διαφορές ενδεχομένως να οφείλονται σε γενοτυπικές και περιβαλλοντικές διακυμάνσεις, λόγω της επίδρασης του κλίματος, της τοποθεσίας στην οποία φύονται, της γονιμότητας του εδάφους και εξαιτίας της πιθανής παρασιτικής έκθεσης. Οι σημαντικές διαφορές που σημειώνονται, έγκεινται στην επιλογή των δειγμάτων (μερών των φυτών), στο χρόνο λήψης είτε τις μεθόδους που εφαρμόζονται για τους προσδιορισμούς των βιοδραστικών συστατικών [185].

Εκτός των προαναφερθέντων, λόγω της ποικιλομορφίας και της πολυπλοκότητας των φυσικών μειγμάτων φαινολικών ενώσεων σε εκατοντάδες εκχυλίσματα βοτάνων, καθίσταται δύσκολος ο χαρακτηρισμός και η διευκρίνιση της δομής όλων των ενώσεων, παρά πραγματοποιείται εντοπισμός των κυρίων ενώσεων και των σημαντικότερων αγλυκονών των παρισταμένων φαινολικών ενώσεων [185]. Βέβαια, αξίζει να αναφερθεί πως σημαντικό ρόλο στα αποτελέσματα που θα αντληθούν, διαδραματίζει η μέθοδος, ο χρόνος, η θερμοκρασία και ο διαλύτης της εκχύλισης.

Τα φαινολικά οξέα και τα φλαβονοειδή όπως οι φλαβόνες και οι φλαβανόλες των εκχυλισμάτων των προαναφερθέντων βοτάνων έχουν προηγουμένως ταυτοποιηθεί με τη μέθοδο HPLC. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις φαινολικών οξέων βρέθηκαν στα φύλλα του λεβιστικού, του μελισσόχορτου και του θυμαριού. Τα κύρια υδροξυκυκνναμικά οξέα που απαντώνται σε αυτά ήταν το καφεϊκό οξύ και το νεοχλωρογενικό οξύ. Ωστόσο, το p-κουμαρικό και το φερουλικό παρουσιάστηκαν επίσης, σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Το καφεϊκό οξύ εμφάνισε την υψηλότερη δραστικότητα, συγκρίσιμη με αυτή της κερκετίνης, ενώ το φερουλικό οξύ αποδείχθηκε ότι αναστέλλει τη φωτο-υπεροξειδωση του λινολεϊκού οξέος σε υψηλές συγκεντρώσεις. Αξιοσημείωτη είναι και η δράση του ροσμαρινικού οξέος, του κυριότερου αντιοξειδωτικού συστατικού της οικογένειας Labiatae που στη δομή του συμπεριλαμβάνονται υδροκαφεϊκά και καφεϊκά οξέα [185].

Περαιτέρω αναλύσεις και ταυτοποίηση των αντιοξειδωτικών συστατικών που παρέχονται εκ των εκχυλισμάτων των μελετώμενων ελληνικών βοτάνων, με χρωματογραφικές μεθόδους, θα οδηγούσε στην άντληση σαφέστερων αποτελεσμάτων, αναφορικά με την περιεκτικότητα τους σε βιοδραστικές ενώσεις. Ωστόσο, τα δεδομένα που αντλήθηκαν από την εν λόγω μελέτη δείχνουν πως τα αρωματικά φυτά παρουσιάζουν σημαντική βιοδραστικότητα και δύνανται να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων π.χ. τυριών με βιοενεργά συστατικά.

6.1.7.2 Συζήτηση μελέτης βιοδραστικών συστατικών επιλεγμένων υποπροϊόντων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών

Τα παρόντα αποτελέσματα της μελέτης προσδιορισμού των βιοδραστικών συστατικών των υποπροϊόντων επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών έδειξαν πως την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση παρουσίασε ο φλοιός ροδιού (87.09 mmol/L), συγκριτικά με τους λοιπούς μελετώμενους φλοιούς της ίδιας ομάδος. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα παρόμοιας μελέτης, όπου η συγκέντρωση αντιοξειδωτικών συστατικών του φλοιού ροδιού μετρήθηκε στα 82.11 mmol/g νωπής μάζας, υψηλότερη από τη συγκέντρωση που παρουσίασαν οι φλοιοί διαφόρων φρούτων, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που μελετήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα σε ολικά αντιοξειδωτικά των μελετώμενων φλοιών φρούτων παρουσίασαν σε αρκετές περιπτώσεις ομοιότητες με την εν συγκρίσει μελέτη (φλοιός πορτοκαλιού: 5.69 mmol/g, φλοιός μπανάνας: 3.16 mmol/g, φλοιός ακτινιδίου: 11.13 mmol/g) [187].

Στην έρευνα των Guo et al. πραγματοποιήθηκε μια προσπάθεια συσχέτισης των τιμών FRAP των υποπροϊόντων φρούτων με τα στοιχεία που έχουν αναφερθεί από προηγούμενες μελέτες, αλλά δε βρέθηκε καμιά αλληλο-σύνδεση μεταξύ τους. Μάλιστα, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι διαφορετικές μέθοδοι θα έδιναν διαφορετικά αποτελέσματα επειδή βασίζονται σε διαφορετικές αρχές. Αξίζει να αναφερθεί πως, παρόλο που μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να χρησιμοποιούνται οι ίδιες μέθοδοι προσδιορισμού αντιοξειδωτικών συστατικών, ενδεχομένως να υφίσταται ασυμφωνία λόγω των διακυμάνσεων που προκύπτουν από την επίδραση της γεωγραφική προέλευσης, της ποικιλίας και του χρόνου συγκομιδής ή αποθήκευσης των πρωτογενών πηγών φρούτων [187]. Επιπροσθέτως, ο φλοιός μήλου βρέθηκε πως παρέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικών αντιοξειδωτικών συστατικών, συγκριτικά με το φλοιό πορτοκαλιού και ακτινιδίου. Πράγματι, τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται από μια παρόμοια μελέτη, όπου εντοπίστηκαν διαφορές της τάξης των 0.05 και 0.17 mmol/g, αντίστοιχα [188].

Η αρχική υπόθεσή μας πως σε αρκετά φρούτα ο φλοιός δύναται να παρέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικών αντιοξειδωτικών σε σχέση με τη σάρκα, γίνεται αποδεκτή για την περίπτωση του μάνγκο και του ροδάκινου, και συνάδει με τα ευρήματα των Guo et al. [187]. Επιπλέον, οι Abbasi et al. αποκάλυψαν μια σημαντική συσχέτιση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη φαινολική σύσταση, ιδιαίτερα στα δείγματα φλούδας μάνγκο, απ' όπου αντλήθηκε το συμπέρασμα πως η αντιοξειδωτική δράση του φλοιού του μάνγκο οφείλεται στις συνεργιστικές δράσεις των φαινολικών και άλλων βιοδραστικών ενώσεων που απαντώνται σε αυτή [189].

Αναφορικά με τη φαινολική σύσταση, η υψηλότερη περιεκτικότητα ολικών φαινολικών συστατικών προσδιορίστηκε στο φλοιό πορτοκαλιού (1.52 mg GA/ L), ενώ χαμηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν στο φλοιό ακτινιδίου, καρότου και μπανάνας. Παρόμοια ευρήματα προέκυψαν και σε προγενέστερη μελέτη των Suleria et al., όπου η ολική φαινολική σύσταση του φλοιού πορτοκαλιού παρουσιάστηκε σημαντικά μεγαλύτερη (21.31 mg/g) από τους λοιπούς μελετώμενους φλοιούς (εύρος 1.2-6.13 mg/g). Βέβαια, στην προαναφερθείσα μελέτη, ο φλοιός μάνγκο εμφανίστηκε να παρέχει υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών από το φλοιό πορτοκαλιού, ενώ στη μελέτη μας δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (SD= 0.02) [190]. Επιπροσθέτως, ο φλοιός ροδιού βρέθηκε να περιέχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά, σε σύγκριση με το φλοιό μανταρινιού, μάνγκο και ροδάκινου, και τα στοιχεία αυτά αντιπαρέρχονται των δεδομένων που παρουσιάστηκαν από τους Suleria et al. Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός πως εκ των μελετώμενων υπο-προϊόντων του μάνγκο, η μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών παρουσιάστηκε στον πυρήνα, επιβεβαιώνοντας τα αποτελέσματα άλλων ερευνητών. Οι Kuganesan et al. έχουν επίσης αναφέρει πως οι πυρήνες των μάνγκο περιείχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις από εκείνες των φλοιών, ενώ τη χαμηλότερη σύσταση εκ των υπο-προϊόντων μάνγκο παρουσίασε η σάρκα. Παρόμοια αποτελέσματα έδειχναν ολική περιεκτικότητα σε φαινολικό περιεχόμενο των πυρήνων μάνγκο ως 153 mg/g, ενώ στους φλοιούς αυτό έφτανε τα 123.80 mg/g. Τα χαρακτηριστικά αυτά καθιστούν τα εκχυλίσματα τόσο του πυρήνα όσο

και του φλοιού μάνγκο ως υπο-προϊόντα προστιθέμενης αξίας στην ανάπτυξη νέων τροφίμων [191].

Σύμφωνα με προηγούμενα ευρήματα καθίστανται και τα αποτελέσματα που αντλήθηκαν από τα *in vitro* πειράματα μας, όσον αφορά τα υπο-προϊόντα κελυφωτού φυσιτικού, καθώς έχει σημειωθεί πως το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο του φλοιού κελυφωτού φυσιτικού είναι σημαντικά υψηλότερο από την αντίστοιχη σύσταση πολλών λαχανικών και φρούτων, πλουσιών πηγών φαινολικών. Πράγματι, η συγκέντρωση φαινολικών συστατικών σε υδατικό εκχύλισμα φλοιού φυσιτικού έχει προσδιορισθεί από άλλους ερευνητές περίπου στα 197 mg/g [192].

Κατά τη διερεύνηση της ολικής συγκέντρωσης καροτενοειδών στα μελετώμενα υπο-προϊόντα των επλεγμένων φρούτων, το εκχύλισμα πυρήνα μάνγκο παρείχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αυτά (59.18 mg β-καροτενίου/L). Σε παρόμοια μελέτη ο φλοιός μάνγκο περιείχε ενδιάμεσες ποσότητες καροτενοειδών, ενώ ο πυρήνας αμελητέες συγκεντρώσεις. Η συνολική περιεκτικότητα καροτενοειδών που απαντώνται στην πράσινη και ώριμη φλούδα έχουν αναφερθεί πως κυμαίνονται σε ένα εύρος 9.69-16.06 mg/100 g, παρόμοιες συγκριτικά με τα αποτελέσματα της μελέτης μας. Οι διαφορές που εντοπίστηκαν στις τιμές καροτενοειδών του εκχυλίσματος πυρήνα της παρούσας με την προαναφερθείσα μελέτη, πιθανόν να οφείλονται στο χρώμα του πυρήνα των πρωτογενών φρούτων, το οποίο παρουσιάζει διακυμάνσεις μεταξύ των διαφόρων εμπορεύσιμων ποικιλιών [193].

Ο φλοιός μανταρινιού βρέθηκε να παρέχει σχεδόν διπλάσια συνολική περιεκτικότητα (20.8 mg/L) σε καροτενοειδή από το φλοιό πορτοκαλιού, ενώ σε παρεμφερείς έρευνες έχουν αναφερθεί για το φλοιό μανταρινιού τιμές ολικών καροτενοειδών σε ένα εύρος 42.97-128.16 mg/g. Έχει αποδειχθεί ότι τα εσπεριδοειδή καθίστανται πολύπλοκες πηγές καροτενοειδών, με ευρεία ποικιλομορφία μεταξύ των διαφορετικών ειδών και ποικιλιών όσον αφορά τους τύπους και τις ποσότητες. Επομένως, οι φλοιοί των περισσότερων ειδών εσπεριδοειδών εμφανίζουν το ίδιο προφίλ καροτενοειδών, αν και ορισμένα από αυτά έχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις [194]. Ένα εύρος συγκεντρώσεων 0.16–0.38 mg ολικών καροτενοειδών/g φλοιού καρότου έχουν προσδιορισθεί σε προηγούμενα *in vitro* πειράματα, συγκριτικά με τα παρόντα αποτελέσματα που έδειξαν πως σε κάθε λίτρο εκχυλίσματος φλοιού καρότου περιέχονται 12.68 mg ολικών καροτενοειδών [195].

Επιπλέον, εκ του εκχυλίσματος φλοιού ροδάκινου ανακτήθηκε μεγαλύτερη ποσότητα (19.69 mg/L) ολικών καροτενοειδών συγκριτικά με το εκχύλισμα της σάρκας. Τα αποτελέσματα αυτά καθίστανται συγκρίσιμα με τα ευρήματα άλλων ερευνητών, που έχουν αναφέρει πως ο φλοιός ροδάκινου δύναται να παρέχει περίπου έξι φορές υψηλότερη συγκέντρωση (344.67 mg/100 g) καροτενοειδών από τον πολτό του φρούτου, ενώ τα κύρια καροτενοειδή που έχουν ταυτοποιηθεί σε αυτό το υποπροϊόν, είναι το β-καροτένιο, η β-κρυπτοξανθίνη και η λουτεΐνη [196].

Σε επόμενα βήματα, θα μπορούσαν να ακολουθήσουν συσχετίσεις της προσδιοριζόμενης ολικής αντιοξειδωτικής δράσης των μελετώμενων εκχυλισμάτων υποπροϊόντων φρούτων και λαχανικών με την αντίστοιχη περιεκτικότητά τους σε φαινολικά συστατικά, ούτως ώστε να διαπιστωθεί ο βαθμός της συνεισφοράς του συνολικού φαινολικού περιεχομένου στην ολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα. Σίγουρα, τα συμπεράσματα που αντλήθηκαν από την επιτέλεση της μελέτης ετούτης, τόνισαν την αξιολογητέα περιεκτικότητα των υποπροϊόντων διαφόρων φρούτων και λαχανικών σε πολύτιμα αντιοξειδωτικά συστατικά, φαινολικές ουσίες και καροτενοειδή, δίνοντας το κίνητρο της χρησιμοποίησης τους κατά τη δημιουργία νέων τροφίμων, προστιθέμενης διατροφικής αξίας.

6.2. Διερεύνηση της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας βιοδραστικών ενώσεων, ανηκτικμένων από παραπροϊόντα επιλεγμένων φρούτων, μέσω *in vitro* προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης

6.2.1 Εισαγωγή-Σκοπός

Με βάση τα αποτελέσματα της προηγούμενης ενότητας, αλλά και τις υφιστάμενες επιστημονικές αναφορές, τόσο οι χυμοί των φρούτων, όσο και τα υποπροϊόντα τους, όπως ο φλοιός πορτοκαλιού, του μάνγκο κ.α., παρέχουν βιοενεργά συστατικά (φαινολικά, καροτενοειδή κ.α.), χάρη στα οποία παρουσιάζουν ισχυρή βιοδραστικότητα, συντελώντας στην προαγωγή της υγείας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε η περαιτέρω μελέτη της απορροφησιμότητας και της βιο-προσβασιμότητας των βιοδραστικών αυτών συστατικών, σε *in vitro* επίπεδο. Η βιοδιαθεσιμότητά τους μετά τη διέλευση από τον πεπτικό σωλήνα του ανθρώπινου σώματος, είναι πρωταρχικής σημασίας κατά την εξέταση των οφελών τους [20]. Επομένως, σκοπός της πειραματικής αυτής μελέτης είναι η διερεύνηση της *in vitro* προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των βιοενεργών συστατικών που ανακτώνται τόσο από το χυμό επιλεγμένων φρούτων, όσο και από τα υποπροϊόντα της επεξεργασίας αυτών, μέσω *in vitro* προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης, εφαρμόζοντας τροποποιημένο το στατικό μοντέλο INFOGEST.

6.2.2 Δείγματα

Για την υλοποίηση των παρόντων πειραμάτων, φρέσκα φρούτα προμηθεύτηκαν από την τοπική εταιρεία φρούτων και λαχανικών, Σουσαλής Α. & Ι. Ο.Ε. Στα πλαίσια του ελέγχου της *in vitro* βιοδιαθεσιμότητας, ο χυμός πορτοκαλιού (*Citrus X sinensis*) και μανταρινιού (*Citrus reticulata*), τα εκχυλισματα φλοιού πορτοκαλιού (*Citrus X sinensis*),

μανταρινιού (*Citrus reticulata*), μάνγκο (*Mangifera indica*) και ροδάκινου (*Prunus persica*), αλλά και η πούλπα μάνγκο (*Mangifera indica*) και ροδάκινου (*Prunus persica*) μελετήθηκαν ως προς την απορροφησιμότητα τους. Οι διαδικασίες εκκίνησαν με την εκχύμωση του πορτοκαλιού και μανταρινιού, προς λήψη του χυμού τους, ενώ ακολούθησε διαχωρισμός της πούλπας ροδάκινου και μάνγκο. Τόσο τα ανωτέρω υπο μελέτη προϊόντα και υποπροϊόντα, όσο και τα εκχυλίσματα υποπροϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν στην εν λόγω έρευνα, επεξεργάστηκαν και προετοιμάστηκαν, όπως περιγράφηκε στην ενότητα 6.1.4.1. και 6.1.4.2.

6.2.3 Υλικά και Αντιδραστήρια

Τα υλικά και αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή του στατικού μοντέλου *in vitro* μιμητικής διαδικασίας της γαστρεντερικής πέψης συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 19 Υλικά και αντιδραστήρια της in vitro γαστρεντερικής πέψης

Υλικά	Αντιδραστήρια
Μεμβράνη διάλυσης	HCl 12M
	Διάλυμα NaHCO ₃
Δακτύλιοι με μεμβράνη	0.1M
Πιάτα πολλαπλών θέσεων (6 well plates)	NaOH 2M
Αυτόματες πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου	Άλας PIPES
Ποτήρια ζέσεως	Πεψίνη
Φιάλες Duran	Παγκρεατίνη
Σιφόνια	Χολικά άλατα
Πουάρ	
Εργαστηριακός ζυγός ακριβείας	
Δακτύλιοι	
Αναδευόμενος επωαστήρας	

Πριν την έναρξη των πειραματικών διαδικασιών παρασκευάσθηκαν τα εξής διαλύματα:

- ❖ *Διάλυμα HCl 0.1M*: Προετοιμάζεται σε ογκομετρικό κύλινδρο, αραιώνοντας 4mL HCl 12M σε 496μL απιονισμένου απεσταγμένου νερού. Αποθηκεύεται σε φιάλη duran, σε θερμοκρασία δωματίου και σε σκοτεινό περιβάλλον.
- ❖ *Ρυθμιστικό διάλυμα PIPES 0,15M*: Ίδια την ημέρα του εκάστοτε κύκλου πειραμάτων, σε ογκομετρικό κύλινδρο αναμειγνύονται 5.19g άλατος PIPES με

30mL απιονισμένο απεσταγμένο νερό. Το pH του διαλύματος ρυθμίζεται σε 6.3 με προσθήκη HCl 12M, και ακολουθεί πλήρωση του όγκου ως τα 100mL, με απιονισμένο απεσταγμένο νερό.

- ❖ *Διάλυμα πεψίνης*: Ίδια την ημέρα του εκάστοτε κύκλου πειραμάτων, σε ογκομετρικό κύλινδρο, 0.4g πεψίνης διαλύονται σε 10mL HCl 0.1M.
- ❖ *Διάλυμα παγκρεατίνης-χολικών αλάτων*: Ίδια την ημέρα του εκάστοτε κύκλου πειραμάτων, σε ογκομετρικό κύλινδρο, 0.02g παγκρεατίνης και 0.12g χολικών αλάτων διαλύονται σε 10mL NaHCO₃ 0.1M. Το pH ρυθμίζεται σε 7.5 με προσθήκη NaOH 2M.

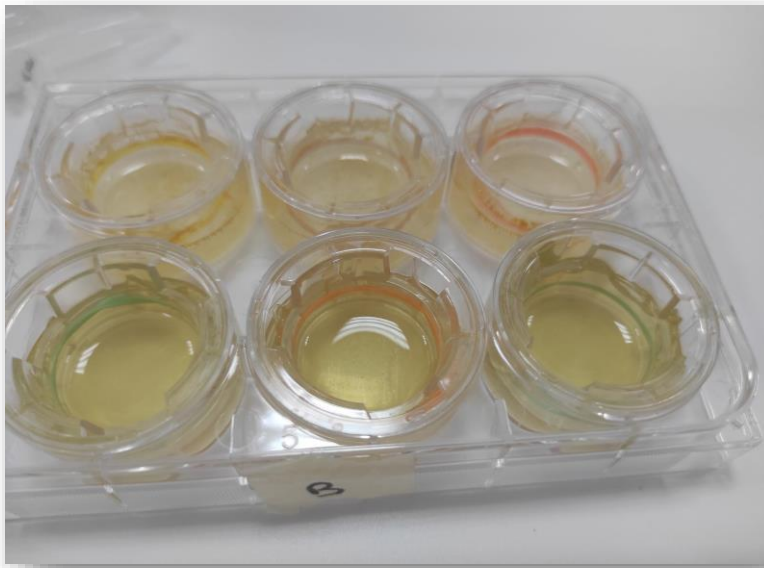
Όλα τα χημικά και αντιδραστήρια προμηθεύτηκαν από τη Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany).

6.2.4 Μέθοδοι

Για την έναρξη της διαδικασίας μίμησης της πέψης, και για την προσομοίωση της γαστρικής φάσης, αρχικώς προστέθηκαν 2mL εκάστου εκχυλίσματος (εις τριπλούν) και 0.1mL διαλύματος πεψίνης, σε κάθε υποδοχή ενός πιάτου 6 θέσεων (6 well plate). Ακολούθησε χειροκίνητη ελαφρά ανάδευση για την αποφυγή δημιουργίας συσσωματωμάτων, και το πιάτο καλύφθηκε με πλαστικό καπάκι. Το πιάτο τοποθετήθηκε σε ανακινούμενο επώαστήρα (95rpm) προς επώαση, στους 37° C για 2 ώρες.

Κατά την αναμονή της επώασης προετοιμάστηκαν οι μεμβράνες διάλυσης (MB 6000-8000, κομμένες σε πλάτος 5cm, πάχος 43mm, 1.7inch), οι οποίες διαλύονται στο απιονισμένο νερό τουλάχιστον μια ώρα πριν τη χρήση και αποθηκεύονται σε 0.15M διάλυμα PIPES, ως τη χρήση.

Με το τέλος της επώασης, ένας κυλινδρικός δακτύλιος τοποθετήθηκε σε κάθε δακτύλιο που αντιστοιχεί στην εκάστοτε υποδοχή, ούτως ώστε να συγκρατεί κάθε κομμάτι μεμβράνης διάλυσης. Η μεμβράνη τοποθετήθηκε με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να καλύπτεται η κάτω επιφάνεια του κυλίνδρου και να εφάπτεται των πεπτομένων συστατικών, σε κάθε υποδοχή, όπως απεικονίζεται παρακάτω.



Εικόνα 18 Οι δακτύλιοι με μεμβράνες, εφαιπτόμενες στην κάτω επιφάνεια των πεπτομένων συστατικών

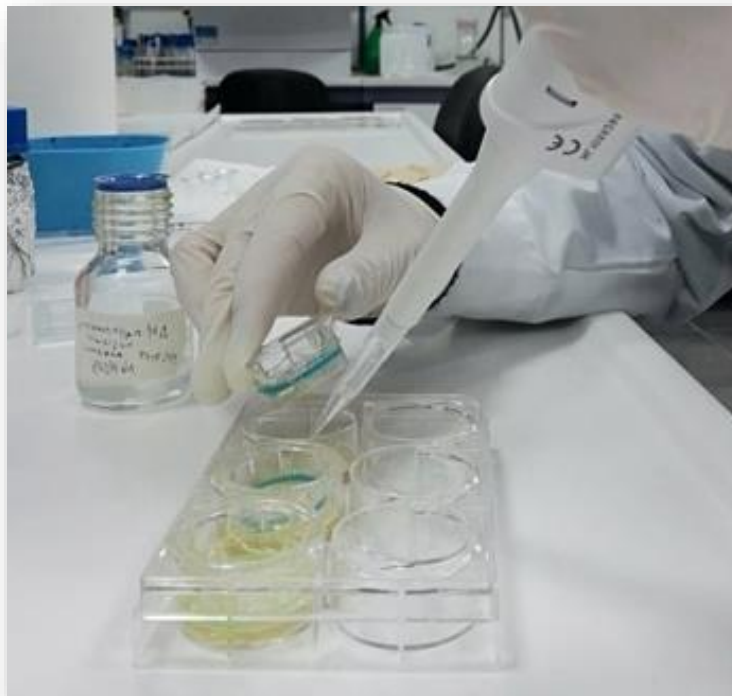
Κάθε δακτύλιος με μεμβράνη πληρώθηκε με 2mL ρυθμιστικού διαλύματος PIPES, pH=6.3. Κατ' αυτόν τον τρόπο, το ρυθμιστικό διάλυμα διαχέεται δια μέσου της μεμβράνης, μετατρέποντας το pH των διαλυμάτων από 2.8 σε 6, προσομοιάζοντας τη μεταφορά της τροφής, από τη στομαχική στην εντερική φάση.



Εικόνα 19 Πλήρωση των ενθέτων με μεμβράνη με διάλυμα PIPES για την προσομοίωση της μεταφοράς από τη στομαχική στην εντερική φάση

Ακολούθησε επανατοποθέτηση του πιάτου 6 θέσεων στον ανακινούμενο επωαστήρα, για 30min (37° C). Κατά την 30λεπτη αναμονή προετοιμάστηκε το διάλυμα παγκρεατίνης-χολικών αλάτων. Με το πέρας της επώασης οι δακτύλιοι με μεμβράνη ανασηκώθηκαν

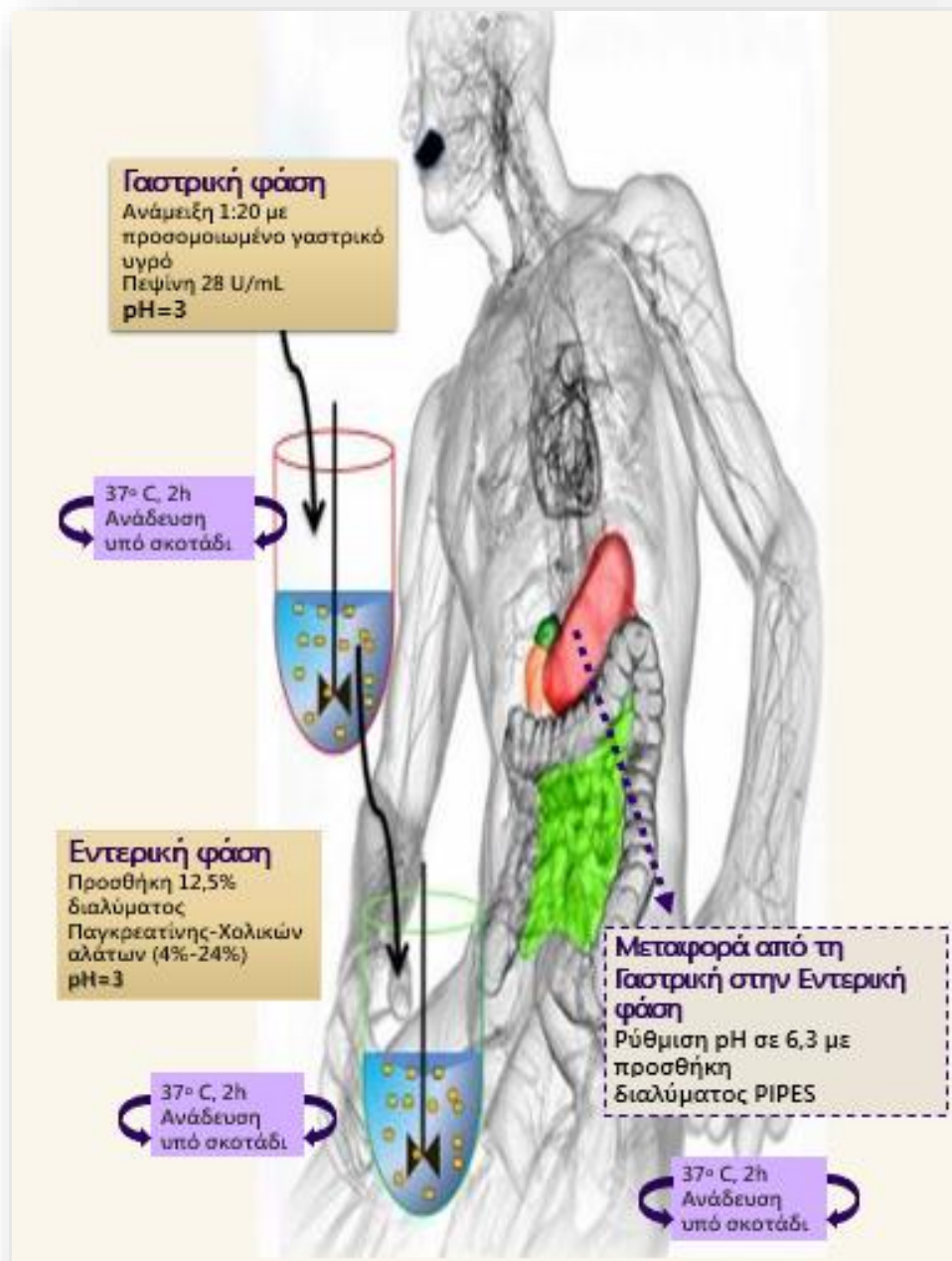
ελαφρώς, και στο εκάστοτε δείγμα προστίθενται 0.5mL διαλύματος παγκρεατίνης-χολικών αλάτων, ενώ οι δακτύλιοι επανατοποθετούνται στη θέση τους.



Εικόνα 20 Πλήρωση του πυθμένα με διάλυμα παγκρεατίνης-χολικών αλάτων για την προσομοίωση της εντερικής φάσης

Το κάθε πιάτο 6 θέσεων αναδεύτηκε ελαφρώς, και τοποθετήθηκε και πάλι στον ανακινούμενο επωαστήρα, για 2h (37° C). Με το τέλος της επώασης, το ένθετο με μεμβράνη αφαιρέθηκε. Στην κάθε υποδοχή βρίσκονταν οι αδιάλυτες ενώσεις και οι διαλυτές ενώσεις υψηλού μοριακού βάρους (MB>6000), ενώ στην επιφάνεια της μεμβράνης βρίσκονταν οι διαλυτές ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους. Ακολούθησε λήψη και φυγοκέντρηση των διαλυτών ενώσεων της μεμβράνης, στα x 10000rpm, σε ψυχόμενη φυγόκεντρο, για 15min, στους 4° C. Ο προσδιορισμός των βιοδραστικών ενώσεων των απορροφημένων συστατικών πραγματοποιήθηκε στο υπερκείμενο της φυγοκέντρησης, το οποίο αντιστοιχεί στο απορροφηθέν κλάσμα. Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και η περιεκτικότητα των μελετώμενων δειγμάτων σε ολικά καροτενοειδή προσδιορίστηκαν πριν και μετά την πέψη, με εφαρμογή των μεθόδων FRAP, Follin-Ciocalteu και με τη χρήση της φασματοφωτομετρίας, αντίστοιχα, όπως περιγράφηκε στην ενότητα 6.1.4.4 της παρούσης. Η πειραματική διαδικασία επαναλήφθηκε εις τριπλούν.

Η σύνοψη των συνθηκών προσομοίωσης της in vitro διαδικασίας μίμησης της γαστρεντερικής πέψης απεικονίζονται στην Εικόνα 21.



Εικόνα 21 Συνθήκες ρύθμισης στατικού μοντέλου *in vitro* προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης

Υπολογισμός προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας: Η προβλεπόμενη βιοδιαθεσιμότητα (ποσοστό βιοπροσπελάσιμων βιοενεργών συστατικών) των ολικών αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών, αλλά και των ολικών καρτενοειδών κάθε δείγματος, υπολογίστηκε ως ο λόγος της συγκέντρωσης των εκάστοτε βιοδραστικών ενώσεων της μικκυλιακής υδατικής φάσης (υπερκείμενο) προς τη συγκέντρωσή τους στο αρχικό δείγμα, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\text{Βιοδιαθεσιμότητα (\%)} = \frac{[\text{Συγκέντρωση βιοδραστικού συστατικού}] \text{ υπερκείμενο}}{[\text{Συγκέντρωση βιοδραστικών συστατικών}] \text{ αρχικό δείγμα}} \times 100$$

6.2.5 Στατιστική Ανάλυση

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν με τη χρήση του MS Excel και του στατιστικού πακέτου SPSS var.21. Τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής παρουσιάζονται ως Mean \pm Sd. Ο έλεγχος της κανονικότητας των κατανομών πραγματοποιήθηκε με το τεστ Kolmogorov-Smirnov. Μη παραμετρική ανάλυση Mann-Whitney πραγματοποιήθηκε προκειμένου να εντοπιστούν οι σημαντικές μεταβολές στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και την σύσταση σε ολικά καροτενοειδή, για κάθε δείγμα, κατά την πέψη. Ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης Anova και έλεγχος πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni εφαρμόστηκαν για τη διερεύνηση της υπόθεσης πως δεν υφίστανται σημαντικές διαφορές μεταξύ των μελετώμενων δειγμάτων, αναφορικά με τη προβλεπόμενη βιοδιαθεσιμότητα των ολικών αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών, αλλά και των ολικών καροτενοειδών αυτών. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$, ενώ όλες οι μεταβλητές ακολουθούσαν κανονική κατανομή.

6.2.6 Αποτελέσματα

Στον Πίνακα και το Σχήμα 10 παρουσιάζονται τα % ποσοστά της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών των υπό μελέτη δειγμάτων. Στον Πίνακα 19 και στα Σχήμα 11 Σχήμα 12 Σχήμα 13 παρουσιάζονται οι μεταβολές των ολικών αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών, καθώς και των ολικών καροτενοειδών, κατά τη διαδικασία της in vitro μίμησης της γαστρεντερικής πέψης.

Πίνακας 20 Σύνοψη της % προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών των δειγμάτων

	In vitro βιοδιαθεσιμότητα		
	In vitro βιοδιαθεσιμότητα ολικών αντιοξειδωτικών συστατικών (%)	ολικών φαινολικών συστατικών (%)	In vitro βιοδιαθεσιμότητα ολικών καροτενοειδών (%)
Χυμός πορτοκάλι	54.51 \pm 6.58a	80.51 \pm 11.19a	25.11 \pm 2.52a
Εκχύλισμα φλοιού πορτοκάλι	75.62 \pm 12.9a	55.86 \pm 3.34b	66.53 \pm 12.9b
Χυμός μανταρίνι	72.93 \pm 2.35b	78.28 \pm 8.74a	35.41 \pm 11.26c
Εκχύλισμα φλοιού μανταρίνι	80.46 \pm 7.19c	61.36 \pm 12.2c	49.31 \pm 4.99c
Εκχύλισμα φλοιού	60.94 \pm 3.18b	84.5 \pm 0.88d	37.74 \pm 11.76c

ροδάκινου
Εκχύλισμα
πούλπας
ροδάκινου
Εκχύλισμα
πούλπας
μάνγκο
Εκχύλισμα
φλοιδού
μάνγκο

60.61±0b

25.83±18.1e

46.38±8.84c

62.71±9.56b

56.4±11.4c

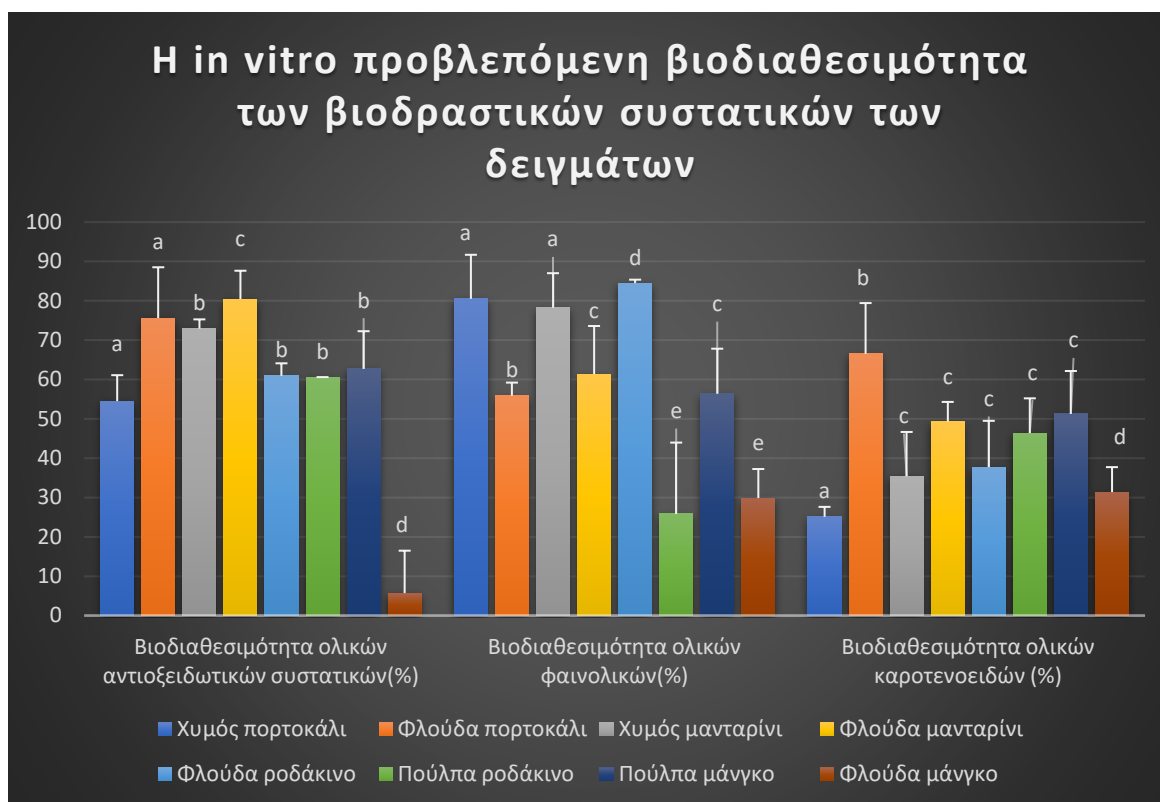
51.26±10.9c

5.71±10.78d

29.86±7.38e

31.39±6.34d

* Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$).



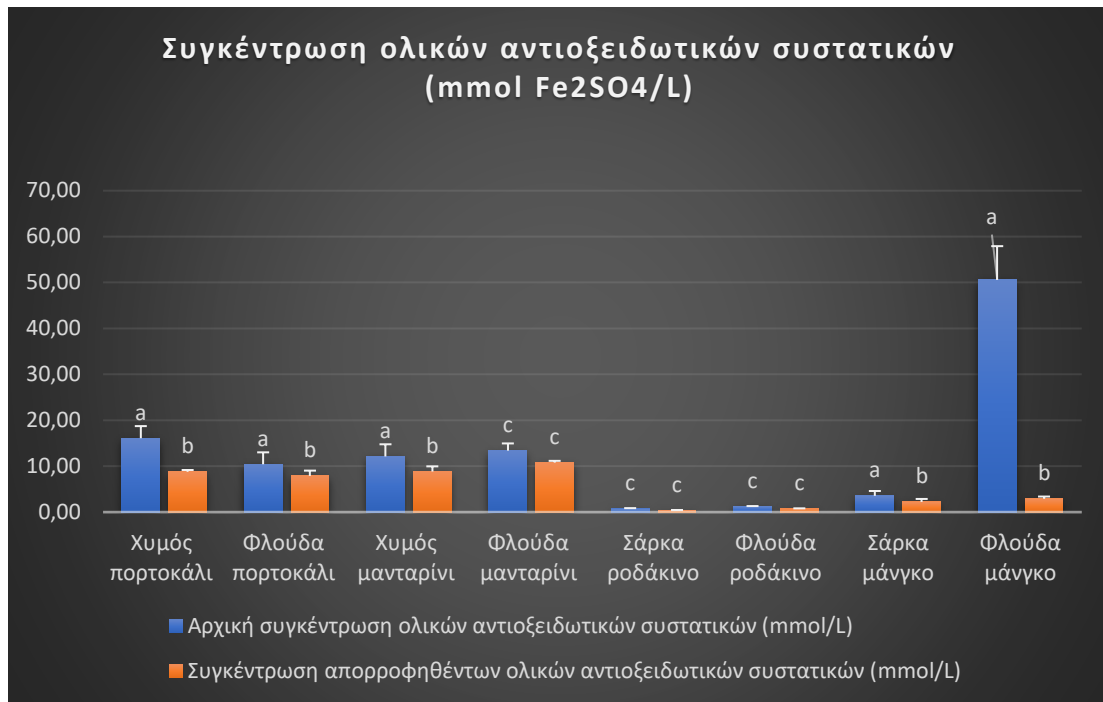
* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενη ομάδα βιοδραστικών συστατικών, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων ($p > 0.05$).

Σχήμα 10 Η % βιοδιαθεσιμότητα των βιοδραστικών συστατικών των μελετώμενων δειγμάτων

Πίνακας 19 Οι συγκεντρώσεις βιοδραστικών συστατικών των δειγμάτων, πριν και μετά την *in vitro* πέψη

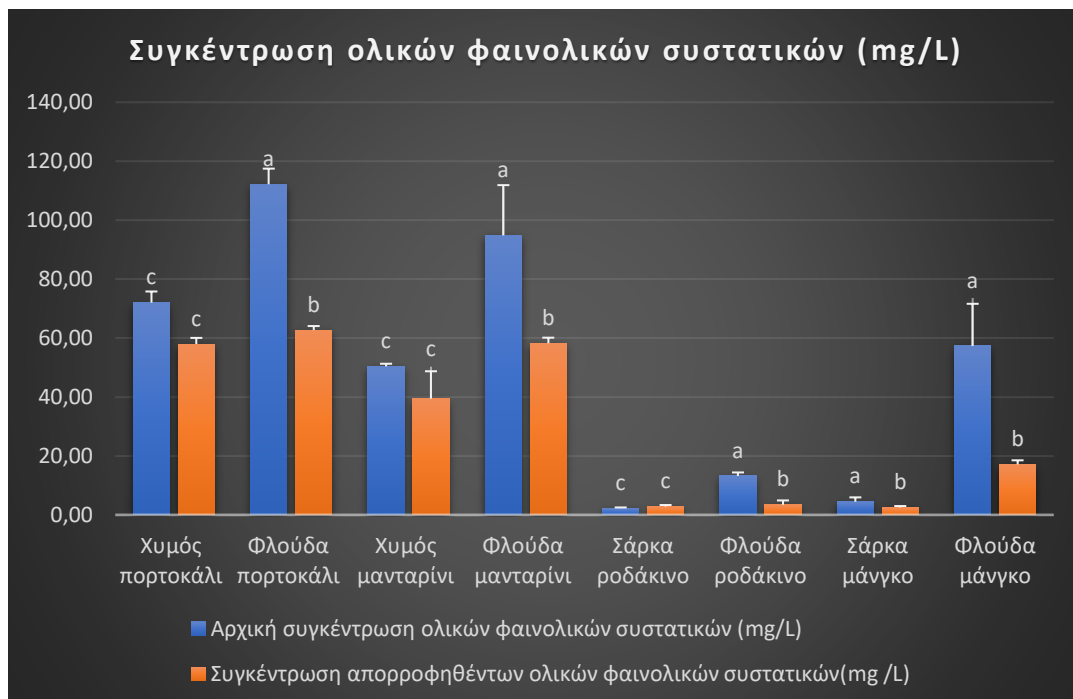
	Αρχική συγκέντρωση ολικών αντιοξειδωτικών συστατικών (mmol/L)	Συγκέντρωση απορροφηθέντων ολικών αντιοξειδωτικών συστατικών (mmol/L)	Αρχική συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών (mg/L)	Συγκέντρωση απορροφηθέντων ολικών φαινολικών συστατικών (mg gallic acid /L)	Αρχική συγκέντρωση καροτενοειδών (mg/L)	Συγκέντρωση απορροφηθέντων καροτενοειδών (mg/L)
Χυμός πορτοκάλι	16.09±2.64a	8.77±0.4b	72.01±3.8c	57.98±2.08c	1.92±0.82a	0.54±0.19b
Φλούδα πορτοκάλι	10.42±2.6a	7.88±1.16b	112.19±5.3a	62.68±1.4b	0.84±0.29c	0.73±0.1c
Χυμός μανταρίνι	12.12±2.65a	8.84±1.13b	50.38±3.91c	39.44±9.3c	1.24±0.37a	0.76±0.03b
Εκχύλισμα φλοιού μανταρίνι	13.39±1.57c	10.77±0.39c	94.89±17a	58.23±1.9b	0.88±0.05c	0.45±0.02c
Σάρκα ροδάκινο	0.71±0.16c	0.43±0.03c	2.32±0.2c	2.8±0.55c	0.14±0.00a	0.03±0.001b
Εκχύλισμα φλοιού ροδάκινο	1.31±0.004c	0.79±0.03c	13.2±1.2a	3.41±1.5b	0.04±0.19a	0.02±0.03b
Σάρκα μάνγκο	3.54±1.06a	2.22±0.65b	4.45±1.5a	2.51±0.5b	0.05±0.01a	0.03±0.0005b
Εκχύλισμα φλοιού μάνγκο	50.57±7.35a	2.89±0.5b	57.33±14.3a	17.12±1.4b	0.25±0.03a	0.06±0.0009b

* Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά ($p > 0.05$).



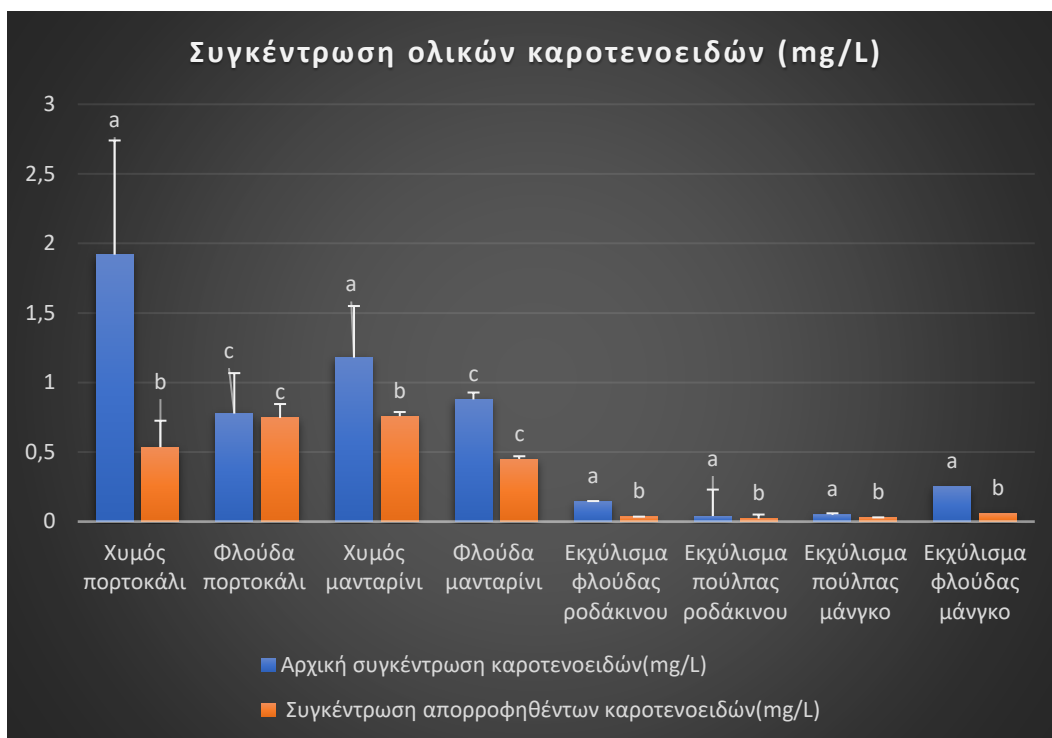
* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενο δείγμα, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των αρχικών και απορροφηθέντων αντιοξειδωτικών συστατικών ($p > 0.05$).

Σχήμα 11 Συγκέντρωση των αρχικών και απορροφηθέντων ολικών αντιοξειδωτικών συστατικών των δειγμάτων



* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενο δείγμα, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των αρχικών και απορροφηθέντων φαινολικών συστατικών ($p > 0.05$).

Σχήμα 12 Συγκέντρωση των αρχικών και απορροφηθέντων ολικών φαινολικών συστατικών των δειγμάτων



* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενο δείγμα, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των αρχικών και απορροφηθέντων καροτενοειδών ($p > 0.05$).

Σχήμα 13 Συγκέντρωση των αρχικών και απορροφηθέντων ολικών καροτενοειδών των δειγμάτων

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν πως το εκχύλισμα φλοιού μανταρινιού παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη *in vitro* βιοδιαθεσιμότητα ολικών αντιοξειδωτικών συστατικών ($p = 0.0008$) από το χυμό και το εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού, από το εκχύλισμα φλοιού και πούλπας ροδάκινου, το εκχύλισμα πούλπας μάνγκο, αλλά και από το εκχύλισμα φλοιού μάνγκο. Επιπροσθέτως, το εκχύλισμα φλοιού ροδάκινου παρουσίασε σημαντικώς υψηλότερη προβλεπόμενη βιοδιαθεσιμότητα ολικών φαινολικών συστατικών ($p = 0.0001$) από την αντίστοιχη βιοδιαθεσιμότητα των χυμών μανταρινιού και πορτοκαλιού, το εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού, του εκχυλίσματος φλοιού μανταρινιού και πούλπας μάνγκο, αλλά και του εκχυλίσματος πούλπας ροδάκινου και φλοιού μάνγκο. Τέλος, τα καροτενοειδή εκ του εκχυλίσματος φλοιού πορτοκαλιού παρουσιάστηκαν σημαντικά περισσότερο βιοδιαθέσιμα ($p = 0.0001$) από τα καροτενοειδή εκ του χυμού πορτοκαλιού, αλλά και του χυμού και φλοιού μανταρινιού, του φλοιού και πούλπας ροδάκινου, της πούλπας μάνγκο, και του εκχυλίσματος φλοιού μάνγκο.

Σημαντική μεταβολή της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας παρουσιάστηκε κατά την *in vitro* πέψη του χυμού πορτοκαλιού και μανταρινιού ($p = 0.002$), του εκχυλίσματος φλοιού πορτοκαλιού ($p = 0.034$), καθώς και των εκχυλισμάτων φλοιού και σάρκας μάνγκο ($p = 0.0001$). Τα ολικά φαινολικά συστατικά μεταβλήθηκαν σημαντικά κατά τη μμητική διαδικασία της *in vitro* πέψης, στα εκχυλίσματα φλοιού και σάρκας μάνγκο ($p = 0.0001$ και

0.0006, αντίστοιχα), της φλοιού πορτοκαλιού ($p=0.035$), μανταρινιού ($p=0.003$) και ροδάκινου ($p=0.002$). Τέλος, σημαντικές μεταβολές παρουσιάστηκαν στην ολική περιεκτικότητα καροτενοειδών του χυμού πορτοκαλιού ($p=0.002$) και μανταρινιού ($p=0.003$), των εκχυλισμάτων φλοιού ($p=0.002$) και σάρκας ροδάκινου ($p=0.001$), καθώς και της σάρκας και φλοιού μάνγκο ($p=0.0001$).

6.2.7 Συζήτηση μελέτης της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας βιοδραστικών ενώσεων, ανηκτικμένων από παραπροϊόντα επιλεγμένων φρούτων, μέσω *in vitro* προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών των εκχυλισμάτων υποπροϊόντων επιλεγμένων φρούτων, μέσω της *in vitro* μιμητικής διαδικασίας επέδειξαν πως τα αντιοξειδωτικά συστατικά εκ του εκχυλίσματος φλοιού μανταρινιού παρουσιάστηκαν περισσότερο βιοδιαθέσιμα σε σχέση με αυτά των λοιπών μελετώμενων εκχυλισμάτων. Σε μια παρεμφερή μελέτη, η αντιοξειδωτική δράση των απορροφηθέντων συστατικών αποδόθηκε στο σχηματισμό παραγώγων στην εντερική φάση με υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση ή στην από-πρωτονίωση των υπολειμμάτων υδροξυλίου εντός των αρωματικών δακτυλίων παρά στους προδρόμους. Μάλιστα, προτάθηκε η ενθουλάκωση των αντιοξειδωτικών για την επίτευξη της βέλτιστης βιοδιαθεσιμότητας των φαινολικών συστατικών του εκχυλίσματος φλοιού μανταρινιού, καθώς είναι εφικτή μια αλληλεπίδραση μεταξύ της πρωτεΐνης και των φλαβονοειδών, οδηγώντας σε αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα του ναοσύνθετου υλικού κατά την εντερική φάση της πέψης [197]. Στην ίδια μελέτη σημειώθηκε πως η δραστηριότητα σάρωσης 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζυλ- 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) του εκχυλίσματος φλοιού μανταρινιού στη γαστρική φάση (SGF) ήταν σημαντικά υψηλότερη από αυτή της εντερικής (SIF) [197].

Η πεψίνη που προστέθηκε κατά την έναρξη και για την προσομοίωση της γαστρικής φάσης, ενδεχομένως να αύξησε τη φαινολική διάλυση ή την αλληλεπίδραση με συγκεκριμένες φαινολικές ενώσεις, οδηγώντας σε μειωμένη περιεκτικότητα σε φαινολικά στο τέλος της μιμητικής διαδικασίας της πέψης [198]. Η προβλεπόμενη βιοδιαθεσιμότητα των πολυφαινολών παρουσιάζει σημαντική ποικιλομορφία, ανάλογη της δομής τους, η οποία επηρεάζεται συχνά, εκτός από τη μήτρα των τροφίμων, όπως περιγράφηκε παραπάνω, και από την υγεία του ξενιστή. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες ιδίου του μορίου, ο ενζυμικός βιομετασχηματισμός και εκείνος που σχετίζεται με τη μικροβιακή μεσολάβηση, η περιορισμένη έκφραση των φαινολικών μεταφορέων και η ταχεία διαδικασία αποτοξίνωσης, αποτελούν μερικούς από τους παράγοντες που έχουν αναφερθεί να επιδρούν στην απορροφησιμότητα των φαινολικών συστατικών [135].

Επομένως, η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων πολυφαινολών στα εκχυλίσματα υποπροϊόντων φρούτων δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα την υψηλή συγκέντρωση βιοδραστικών μεταβολιτών. Επιπρόσθετα, οι φαινολικές ενώσεις που παρουσιάζουν αξιοσημείωτη *in vitro* βιοδραστικότητα ενδεχομένως να μην αντικατοπτρίζουν, αντίστοιχα, με ακρίβεια τις *in vivo* βιοενεργές δραστηριότητες [135]. Μολαταύτα, τα περισσότερα

φαινολικά συστατικά απαντώνται στα εκχυλίσματα υποπροϊόντων φρούτων στη μορφή εστέρων, γλυκοσιδίων ή πολυμερών, γεγονός που καθιστά δυσκολότερη τη διαπερατότητα μέσω των εντεροκυττάρων, αναλόγως του είδους της μεταφοράς, κι έτσι θα πρέπει της απορρόφησης να προηγείται η υδρόλυση τους εκ των εντερικών ενζύμων (λακτάση-υδρολάση της φλωριζίνης και κινναμοϋλοεστεράσες), είτε καταβολισμός τους απ' τη μικροχλωρίδα του εντέρου [135].

Η προβλεπόμενη βιοδιαθεσιμότητα των πολυφαινολών που ανακτήθηκαν εκ του εκχυλίσματος της πούλπας μάνγκο έφτασε στο 56.4%. Σε μια πρόσφατη έρευνα όπου διερευνήθηκε η *in vitro* απορροφησιμότητα των φαινολικών συστατικών της πούλπας μάνγκο αναφέρθηκε ένας δείκτης βιοπροσβασιμότητας 206,3%. Η αύξηση αυτή θα μπορούσε να αποδοθεί σε παράγοντες όπως το pH και τη δράση των ενζύμων (παγκρεατίνη) και των χολικών αλάτων, οι οποίοι θα μπορούσαν να ευνοήσουν τη διάσπαση του ασθενούς δεσμού μεταξύ των υπερμοριακών δομών της τροφικής μήτρας και των πολυφαινολών, κυρίως αυτών με χαμηλό μοριακό βάρος, απελευθερώνοντάς τις από τη μήτρα των τροφίμων κατά τη διάρκεια της πέψης και, ως εκ τούτου, αύξηση της βιοπροσβασιμότητας τους [20] [199].

Σημαντικά υψηλότερη βιοπροσβασιμότητα των ολικών καροτενοειδών παρατηρήθηκε έπειτα από την εφαρμογή του *in vitro* μιμητικού μοντέλου της γαστρεντερικής πέψης του εκχυλίσματος φλοιού πορτοκαλιού, ακολουθούμενης της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των καροτενοειδών εκ της πούλπας μάνγκο και του φλοιού μανταρινιού. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτών με τα υφιστάμενα δεδομένα παρουσιάζει δυσκολίες, λόγω των διαφορών που εντοπίζονται στο μοντέλο *in vitro* πέψης και των ποικιλιών που χρησιμοποιούνται. Πάντως, υφιστάμενες μελέτες έχουν δείξει πως οι ξανθοφύλλες καθίστανται περισσότερο βιο-προσβάσιμες από τα καροτένια, χάρη της αποτελεσματικότερης μεταφοράς τους στα μικκύλια. Η παρατήρηση αυτή ισχύει και στην περίπτωση της σάρκας και του χυμού πορτοκαλιού και μανταρινιού. Η βιοπροσβασιμότητα των καροτενοειδών με δραστηριότητα προβιταμίνης A (β-κρυπτοξανθίνη και β-καροτένιο) έχει προηγουμένως διερευνηθεί στο χυμό πορτοκαλιού και μανταρινιού και κυμαινόταν σε ένα εύρος 16-31% και 22-33%, αντίστοιχα [200].

Συγκεντρωτικά, μολονότι το μοντέλο της *in vitro* μίμησης της γαστρεντερικής πέψης που εφαρμόστηκε, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τη διερεύνηση του βαθμού απορρόφησης των αντιοξειδωτικών συστατικών των υποπροϊόντων ορισμένων φρούτων και λαχανικών, επιτρέπει μόνο την πρόβλεψη της βιοδιαθεσιμότητας τους. Περισσότερες μελέτες σε ζώα και ανθρώπους θα συνέβαλαν στην άντληση ακριβέστερων συμπερασμάτων σχετικά με τη φυτοχημική απορρόφηση και βιοδιαθεσιμότητα, για τη βέλτιστη κατανόηση των πιθανών ευεργετικών επιδράσεών τους. Για την επίτευξη αυτού του στόχου υλοποιήθηκαν οι κλινικές μελέτες των κεφαλαίων 7.2, 8 και 9.2, σε υγιείς εθελοντές.

7. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΑΛΕΙΦΟΜΕΝΟΥ ΤΥΡΙΟΥ, ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΤΣΑΓΙΟΥ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ ΚΑΙ ΦΛΟΥΔΑΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ-ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΓΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΟΥ

7.1 Ανάπτυξη καινοτόμου λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού και προσδιορισμός βιοδραστικών συστατικών

7.1.1 Εισαγωγή-Σκοπός

Στο πλαίσιο της διαρκούς αναζήτησης από τις γαλακτοβιομηχανίες για την ενίσχυση των γαλακτοκομικών προϊόντων με αντιοξειδωτικά συστατικά, λαμβάνονται υπόψη τα πολύτιμα βιοδραστικά συστατικά, ανηκτημένα από εκχυλίσματα επιλεγμένων βοτάνων και υποπροϊόντων τροφίμων [106]. Τα εκχυλίσματα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού έχουν επιδείξει σημαντική αντιοξειδωτική δραστηριότητα, και ενδεχομένως να καθίστανται ωφέλιμα συστατικά για την ενίσχυση γαλακτοκομικών προϊόντων [143, 144]. Τα προκαταρκτικά, *in vitro* πειράματα της ενότητας 6.1 έδειξαν πως τα εκχυλίσματα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού παρουσιάζουν ικανοποιητικές συγκεντρώσεις ολικών αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών, εντείνοντας το ενδιαφέρον για αξιοποίηση τους για την ενίσχυση σε αντιοξειδωτικά συστατικά, καινοτόμων τροφίμων. Έτσι, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της υπόθεσης πως η προσθήκη ενός εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού σε ένα αλειφόμενο τυρί, μπορεί να οδηγήσει σε ενισχυμένη βιοδραστικότητα του καινοτόμου, λειτουργικού αλειφόμενου τυριού.

7.1.2 Υλικά

Με βάση τα αποτελέσματα των *in vitro* πειραμάτων της ενότητας 6.1 και έπειτα από αξιολόγηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των εκχυλισμάτων, βιβλιογραφικά, για την ανάπτυξη του καινοτόμου αλειφόμενου, λειτουργικού τυριού επιλέχθηκαν το τσάι του βουνού και ο φλοιός πορτοκαλιού. Το τσάι του βουνού (*Sideritis raeseri*), προμηθεύτηκε από την εταιρεία ΑΔΟΛΟ, Χρονόπουλος Δ. & Θανόπουλος Χ. Ο.Ε. και συλλέγεται στην περιοχή της Αχαΐας. Φρέσκα πορτοκάλια (*Citrus X sinensis*) που συλλέγονται από την Άρτα, προμηθεύτηκαν από την τοπική φρουταγορά Σουσαλής Ο. & Ι. Ο.Ε., Λήμνος. Οι διαδικασίες διαχωρισμού και αποξήρανσης των φλοιών

πορτοκαλιού πραγματοποιήθηκαν όπως περιγράφηκε στην ενότητα 6.1.2. Το αλειφόμενο τυρί που χρησίμευσε ως πρώτη ύλη αποτέλεσε δωρεά της εταιρείας ΑΜΦΙΓΑΛ, Αμφιλοχία, Ελλάδα. Για τις πειραματικές διαδικασίες χρησιμοποιήθηκε απεσταγμένο απιονισμένο νερό, καθώς και ο εξής εξοπλισμός:

- Ποτήρια ζέσεως
- Υδατόλουτρο υπερήχων
- Μικροφυγοκεντρικά σωληνάρια τύπου erpendorf 1,5mL
- Απιονισμένο απεσταγμένο νερό
- Ψυχόμενη φυγόκεντρος
- Μικροπιπέτες
- Αναδευτήρας vortex

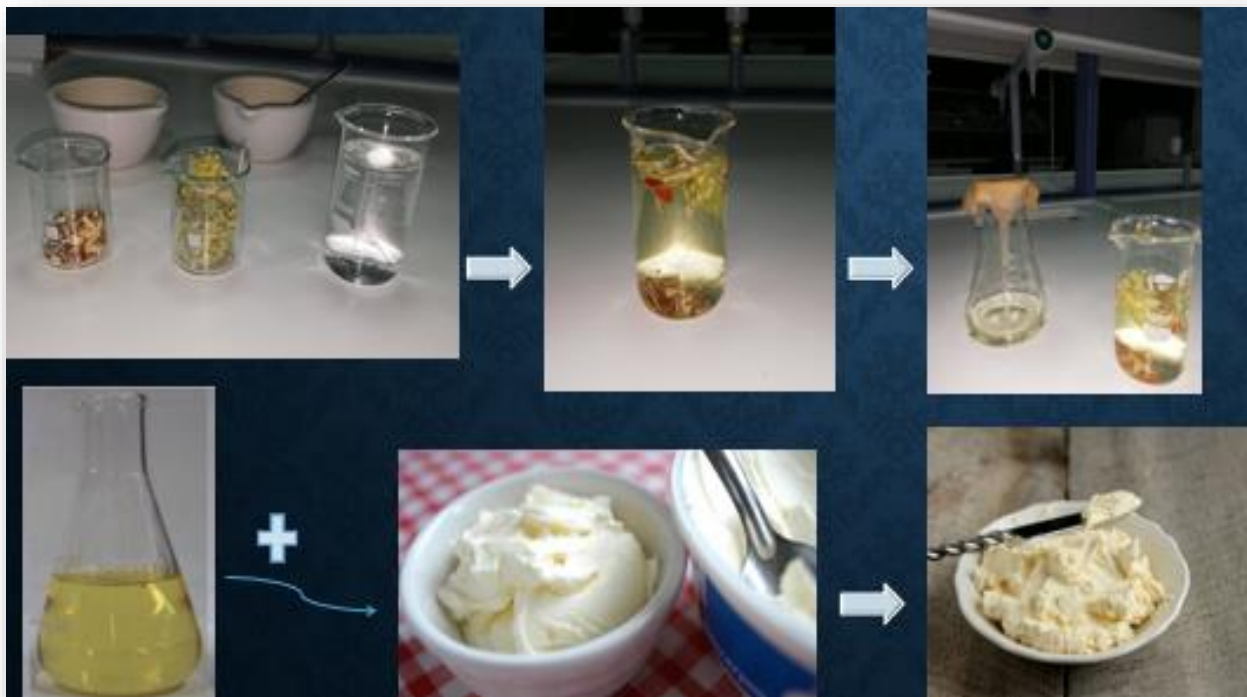
Τα χημικά και αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τους προσδιορισμούς των βιοενεργών συστατικών των δειγμάτων της πειραματικής αυτής ενότητας, προμηθεύτηκαν από τη Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany). Τα αντιδραστήρια και ο εξοπλισμός που χρησίμευσαν για τα παρόντα, in vitro πειράματα περιεγράφηκαν προηγουμένως, στην ενότητα 6.1.3.

7.1.3 Μέθοδοι

- ❖ *Ανάπτυξη καινοτόμου, λειτουργικού αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με 6% εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού*

Η προετοιμασία των δειγμάτων τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφηκε στην ενότητα 6.1.4. Το εκχύλισμα που χρησιμοποιήθηκε περιείχε τσάι του βουνού και φλοιό πορτοκαλιού, ενώ παρασκευάστηκε μέσω εκχύλισης με υπερήχους (70° C, 1 ώρα), προσθέτοντας 10g βοτάνου και 4g υποπροϊόντος φρούτου, σε 100ml απιονισμένου απεσταγμένου νερού (συγκέντρωση εκχυλίσματος: 14%).

Το λειτουργικό αλειφόμενο τυρί παρασκευάστηκε με ανάμειξη και ομογενοποίηση 6ml εκχυλίσματος με 94g αλειφόμενου τυριού (περιεκτικότητα λειτουργικού τυριού σε εκχύλισμα: 6%).



Εικόνα 22 Προετοιμασία του εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού, και παρασκευή καινοτόμου, λειτουργικού αλειφόμενου τυριού.

❖ Προσδιορισμός βιοδραστικών συστατικών των υπό μελέτη δειγμάτων

Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (Total Antioxidant Capacity-TAC) του εκχυλίσματος, του τυριού ελέγχου και του καινοτόμου, λειτουργικού τυριού, προσδιορίστηκαν με εφαρμογή της δοκιμής Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), εκπεφρασμένη σε $\mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4/\text{mL}$, ενώ το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο αξιολογήθηκε με εφαρμογή της μεθόδου Folin-Ciocalteu, εκπεφρασμένο σε μg γαλλικού οξέος/ mL όπως περιγράφηκε και στην ενότητα 6.1.4.

Για την επίτευξη της αξιολόγησης των βιοδραστικών συστατικών του λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού, ένα κλάσμα 0.15g λειτουργικού τυριού αραιώθηκε με 1.5mL απεσταγμένο απιονισμένο νερό, σε μικροφυγοκεντρικό φιαλίδιο τύπου erpendorf, και ακολούθησε ανάδευση με vortex (εις τριπλούν). Το περιεχόμενο του εκάστοτε μικροφιαλιδίου φυγοκεντρήθηκε για 20min , σε ψυχόμενη φυγόκεντρο (4°C , x 15000rpm). Με το πέρας της φυγοκέντρησης παρελήφθη το υπερκείμενο, όπου και προσδιορίστηκαν τα βιοενεργά συστατικά. Όλα τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν εις τριπλούν, για τη διασφάλιση της επαναληψιμότητας [201].

7.1.4 Στατιστική Ανάλυση

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν με τη χρήση του MS Excel και του στατιστικού πακέτου SPSS var.21. Τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής παρουσιάζονται ως Mean \pm Sd. Οι μεταβλητές ελέγχθηκαν για την κανονικότητα των κατανομών, εφαρμόζοντας το τεστ Kolmogorov-Smirnov. Ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης Anova και έλεγχος πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni εφαρμόστηκαν για τη διερεύνηση της υπόθεσης πως δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά, αναφορικά με την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και το ολικό φαινολικό περιεχόμενο, μεταξύ των μελετώμενων δειγμάτων. Τα μελετώμενα εκχυλίσματα (τσαγιού του βουνού, φλοιού πορτοκαλιού, τσαγιού του βουνού-φλοιού πορτοκαλιού) και αλειφόμενα τυριά (τυρί ελέγχου, λειτουργικό τυρί) εξετάστηκαν ξεχωριστά κατά τη στατιστική ανάλυση. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$. Όλες οι μεταβλητές ακολουθούσαν κανονική κατανομή.

7.1.5 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν πως το εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού-τσαγιού του βουνού παρείχε $34.67 \pm 6.5 \mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4/\text{mL}$, ενώ το καινοτόμο, λειτουργικό αλειφόμενο τυρί παρείχε $0.56 \pm 0.14 \mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4/\text{mL}$. Επιπλέον, τα συνολικά φαινολικά του εκχυλίσματος προσδιορίστηκαν ως $49.9 \pm 2.9 \mu\text{g}$ γαλλικού οξέος /mL, ενώ τα συνολικά φαινολικά του καινοτόμου τυριού ήταν $3.65 \pm 1.8 \mu\text{g}$ γαλλικού οξέος /mL. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα και η συνολική φαινολική περιεκτικότητα που προσδιορίστηκαν με in vitro μετρήσεις, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο FRAP και Follin-Ciocalteu αντίστοιχα, φαίνονται στον Πίνακα 20.

Πίνακας 20 Αποτελέσματα προσδιορισμών βιοδραστικών συστατικών των υπό μελέτη δειγμάτων

Δείγματα	Συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα ($\mu\text{mol FeSO}_4/\text{ml}$)	Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο ($\mu\text{g gallic acid}/\text{ml}$)
Εκχύλισμα τσαγιού του βουνού	$11.54 \pm 3.47\text{a}$	$58.7 \pm 1.7\text{a}$
Εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού	$6.7 \pm 2.5\text{a}$	$45.82 \pm 9.1\text{a}$
Εκχύλισμα τσαγιού του βουνού-φλοιού	$34.67 \pm 6.5\text{b}$	$49.9 \pm 2.9\text{a}$

πορτοκαλιού(μαζική εκχύλιση)		
Τυρί ελέγχου	0.41±0.14a	6.2±4.3b
Λειτουργικό τυρί, ενισχυμένο με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού-φλοιού πορτοκαλιού(μαζική εκχύλιση)	0.56±0.14b	3.65±1.8b

* Τα διαφορετικά γράμματα ανά στήλη, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των μελετώμενων δειγμάτων ($p > 0.05$).



* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενη ομάδα βιοενεργών συστατικών, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των μελετώμενων δειγμάτων ($p > 0.05$).

Σχήμα 14 Διαγραμματική σύνοψη βιοδραστικών συστατικών των μελετώμενων εκχυλισμάτων



* Τα διαφορετικά γράμματα ανά μελετώμενη ομάδα βιοενεργών συστατικών, υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα δείχνουν μη σημαντική διαφορά μεταξύ των μελετώμενων δειγμάτων ($p > 0.05$).

Σχήμα 15 Διαγραμματική σύνοψη των βιοδραστικών συστατικών των μελετώμενων αλειφόμενων τυριών

Μια στατιστικώς σημαντική διαφορά ανιχνεύθηκε μεταξύ των τριών μελετώμενων εκχυλισμάτων, αναφορικά με την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα ($p=0.0007$). Συγκεκριμένα, το εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και τσαγιού του βουνού-φλοιού πορτοκαλιού παρείχαν σημαντικά υψηλότερη ολική αντιοξειδωτική δράση (MD=3.94 και 4.5, αντίστοιχα) σε σχέση με το εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού. Επιπλέον, μια σημαντική διαφορά εντοπίστηκε στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα μεταξύ του αλειφόμενου τυριού ελέγχου και του αντίστοιχου, ενισχυμένου με εκχύλισμα ($p=0.011$, MD=4.5). Ειδικότερα το ενισχυμένο με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού αλειφόμενο τυρί, παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από το τυρί ελέγχου (α και β, αντίστοιχα). Καμία σημαντική διαφορά δεν εμφανίστηκε ως προς την ολική φαινολική σύσταση όλων των δειγμάτων ($p > 0.05$).

7.1.6 Συζήτηση μελέτης ανάπτυξης καινοτόμου, λειτουργικού αλειφόμενου τυριού και προσδιορισμού βιοδραστικών συστατικών αυτού

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η ανάπτυξη ενός καινοτόμου αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με ένα εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού, δεδομένου ότι τα προηγούμενα πειράματα μας έδειξαν ότι αυτά παρουσιάζουν αξιόλογες συγκεντρώσεις σε αντιοξειδωτικά συστατικά. Μέσω της προσθήκης του αντιοξειδωτικού εκχυλίσματος στο αλειφόμενο τυρί ελέγχου, που συνήθως δεν αποτελεί πλούσια πηγή φαινολικών συστατικών και διαιτητικών ινών, επετεύχθη η αύξηση της ολικής

αντιοξειδωτικής δράσης του τυριού κατά 15% (0.15 mmol/L). Επιπλέον, μέσω της ανάμειξης ενός ελληνικού βοτάνου (τοάι του βουνού) και ενός υποπροϊόντος τροφίμου (φλοιός πορτοκαλιού), επιβεβαιώθηκε η υπόθεση μας πως δύναται να προκύψει ένα εκχύλισμα αυξημένης αντιοξειδωτικής ικανότητας, πιθανώς ως αποτέλεσμα της συνεργιστικής δράσης των αντιοξειδωτικών συστατικών που παρέχονται εκ των μεμονωμένων εκχυλισμάτων τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού.

Έχει αποδειχθεί ότι το τοάι του βουνού περιέχει υψηλά επίπεδα πολυφαινολικών ενώσεων, όπως φαινυλαιθανοειδή γλυκοσιδία, φλαβονοειδή (κυρίως απιγενίνη, λουτεονίνη, ισοσκουτελαρεΐνη, παράγωγα υπολαιτίνης) και παράγωγα υδροξυκινναμωμικού οξέος, κυρίως φερούλικό οξύ και καφεϊκό οξύ, τα οποία έχουν αναφερθεί πως ασκούν δράση σάρωσης έναντι των ελευθέρων ριζών [202]. Επιπροσθέτως, έχει σημειωθεί πως η κύρια φαινολική ένωση που αναγνωρίζεται από το εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού είναι η εσπεριδίνη [203], η οποία όμως δεν προσδιορίστηκε στη μελέτη αυτή.

Πρόσφατα έχει αναφερθεί παρόμοια προσπάθεια για τη δημιουργία ενός τυριού τύπου φέτας, ενισχυμένου με αντιοξειδωτικά συστατικά, ανηκτικμένα από φλοιούς ροδιού και λεμονιού. Παρ' όλα αυτά σημειώθηκε πως η αλληλεπίδραση μεταξύ των αντιοξειδωτικών συστατικών που προστίθενται και των πρωτογενών θρεπτικών συστατικών μέσα στη μήτρα τροφίμων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για μελλοντικές προοπτικές [204]. Οι βιοδραστικές ενώσεις που παρέχονται εκ των εκχυλισμάτων ενδεχομένως να οξειδώνονται ευκολότερα παρουσία οξυγόνου, φωτός, υψηλής θερμοκρασίας και ιόντων μετάλλων, χαρακτηριστικά που μπορεί να περιορίσουν την εφαρμογή τους στην παραγωγή καινοτόμων, λειτουργικών τροφίμων [205]. Ιδιαίτερα στα τυροκομικά προϊόντα, η ενίσχυση με αντιοξειδωτικά εκχυλίσματα βοτάνων και υποπροϊόντων φρούτων, πιθανόν να επηρεάζει τις καλλιέργειες εκκίνησης (βακτήρια γαλακτικού οξέος, LAB), που ευθύνονται κίολας για την ωρίμανση πολλών τύπων τυροκομικών [205].

Σε μια μελέτη ενίσχυσης ενός αλειφόμενου τυριού με υποπροϊόντα επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών (αγκινάρας, μπρόκολου, σταφυλιού κ.α.), σημειώθηκε σημαντική αύξηση της ολικής αντιοξειδωτικής δράσης του λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού που αναπτύχθηκε, συγκριτικά με το συμβατικό τυρί. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα μας. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Alonso et al., η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα του ενισχυμένου τυριού συσχετίζεται θετικά με τη συνολική περιεκτικότητα αυτού σε πολυφαινόλες, και μάλιστα σημειώθηκε πως τα καλύτερα αποτελέσματα αντλήθηκαν μέσω του εμπλουτισμού του τυριού με πομάσα σταφυλιού [108].

Η συσχέτιση αυτή μάλλον δε βρίσκει αντίκρισμα στη δικιά μας μελέτη, καθώς το λειτουργικό αλειφόμενο τυρί που αναπτύχθηκε, παρουσίασε χαμηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών, σε σχέση με το τυρί ελέγχου. Η επίδραση αυτή θα μπορούσε να αποδοθεί σε άλλα συστατικά της μήτρας τροφίμου, που ενδεχομένως να παρεμποδίζουν τη συμβολή των πολυφαινολών στην ολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα. Ειδικότερα, έχει αναφερθεί πως οι φαινολικές ενώσεις σε τυροκομικά προϊόντα έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με άλλα, περιβάλλοντα μακρομόρια, συμπεριλαμβανομένων

των πρωτεϊνών, οδηγώντας σε μειωμένη ανάκτηση πολυφαινολών στο τελικό, ενισχυμένο τυρί [206]. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των συνολικών φαινολικών συστατικών (μέθοδος Folin-Ciocalteu) δεν είναι επιλεκτική και επομένως μπορεί να ανιχνεύσει άλλες αναγωγικές ενώσεις που αντιδρούν με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Περισσότερες αναλύσεις με τη χρήση Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Απόδοσης- High Performance of Liquid Chromatography (HPLC) θα συνέβαλαν στην ακριβή ταυτοποίηση των αντιοξειδωτικών ουσιών που συνδράμουν στην ενισχυμένη βιοδραστικότητα του καινοτόμου τυριού που αναπτύχθηκε. Επιπλέον, η υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση που προσδιορίστηκε στο καινοτόμο λειτουργικό, αλειφόμενο τυρί, ενδεχομένως να οφείλεται στην παρουσία βιοενεργών πεπτιδίων. Μια συνεργιστική δράση των φαινολικών ενώσεων εκ των εκχυλισμάτων που επιλέγονται για την ενίσχυση τυροκομικών, των πολυφαινολών του ενδογενούς γάλακτος και των ανηκτημένων πεπτιδίων, στην ολική αντιοξειδωτική δράση των ενισχυμένων τυριών, έχει σημειωθεί από άλλους ερευνητές [206].

Στο σημείο ετούτο αξίζει να αναφερθεί πως η προσθήκη του αντιοξειδωτικού εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού στοχευμένα πραγματοποιήθηκε σε τελικό τυροκομικό προϊόν (αλειφόμενο τυρί), και όχι κατά τη διάρκεια της τυροκόμησης. Η επιλογή του σταδίου ενίσχυσης του αλειφόμενου τυριού προέκυψε από τη μελέτη των υφισταμένων βιβλιογραφικών στοιχείων, καθώς έχει αναφερθεί πως τα πηκτικά που προστίθενται στο UF-γάλα στο στάδιο της πήξης παραμένουν στο τυρόπηγμα, τα ένζυμα παρουσιάζουν υπολειμματική δραστηριότητα ακόμη και υπό ψύξη και δύνανται να οδηγήσουν στο σχηματισμό πεπτιδίων δέσμευσης ριζών μέσω πρωτεόλυσης της καζεΐνης. Αρκετές μελέτες σημειώνουν πως η κ- και β-καζεΐνη απελευθερώνουν πεπτίδια δέσμευσης ριζών μετά την μικροβιακή πρωτεόλυση [206].

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν η επιτυχής δημιουργία ενός καινοτόμου, αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με βιοενεργά συστατικά εκ του εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού, τα οποία είχαν προηγουμένως, κατά τα *in vitro* πειράματα, επιδείξει ισχυρή αντιοξειδωτική δραστηριότητα. Ο στόχος αυτός επετεύχθη, αλλά το ενδιαφέρον εντάθηκε γύρω από τη μελέτη της βιοδραστικότητας του νέου λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού, σε *in vivo* επίπεδο, όπως και έλαβε χώρα επιτελώντας την κλινική μελέτη- διατροφική παρέμβαση, που περιγράφεται στο κεφάλαιο 7.2.

7.2 Διατροφική παρέμβαση- Κλινική μελέτη διερεύνησης της μεταγευματικής επίδρασης της κατανάλωσης ενός καινοτόμου λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού

7.2.1 Εισαγωγή-Σκοπός

Τα αποτελέσματα των πειραματικών προσδιορισμών των βιοδραστικών συστατικών που παρέχονται εκ του καινοτόμου, ενισχυμένου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού (*Sideritis raeseri*) και φλοιού πορτοκαλιού (*Citrus X sinensis*), αλειφόμενου τυριού, έδειξαν πως η προσθήκη του εκχυλίσματος στο συμβατικό τυρί, οδηγεί σε ενδεχόμενη αύξηση της ολικής αντιοξειδωτικής δραστηριότητας του τελικού τροφίμου. Παράλληλα, ένα πλήθος διατροφικών παρεμβάσεων, που περιλαμβάνουν λειτουργικά γεύματα, έχουν προταθεί τα τελευταία έτη για τη ρύθμιση της οξείας φλεγμονώδους αντίδρασης κατά τη μεταγευματική φάση. Υφίστανται ενδείξεις πως η συχνή κατανάλωση τσαγιού του βουνού (*Sideritis sp.*) συνδράμει στην πρόληψη της ινσουλινοαντίστασης, με παράλληλη ελάττωση των επιπέδων γλυκόζης και λιπιδίων του ορού. Επιπλέον, το τσάι του βουνού έχει επιδείξει ισχυρό αντιοξειδωτικό δυναμικό λόγω της μη ενζυμικής, φυσικής περιεκτικότητάς του σε αντιοξειδωτικά, και χάρη στην ικανότητά του να αυξάνει τη δράση της καταλάσης στο ήπαρ [132, 202]. Τα φλαβονοειδή που παρέχονται εκ της φλούδας πορτοκαλιού έχουν αναφερθεί ως φυσικά αντιοξειδωτικά και αντιφλεγμονώδεις υποκινητές, αν και η γνώση για τον ακριβή μηχανισμό δράσης είναι περιορισμένη [207].

Τα ευρήματα προηγούμενων κλινικών μελετών-διατροφικών παρεμβάσεων υποδηλώνουν πως η κατανάλωση ενός γεύματος που περιέχει αλειφόμενο τυρί δύναται να προκαλέσει σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση τριγλυκεριδίων, 2 ώρες μετά τη λήψη του γεύματος [208]. Τα *in vitro* στοιχεία δείχνουν πως το εμπλουτισμένο με πολυφαινόλες τυρί, ενδεχομένως να συμβάλλει στη διατήρηση της ακεραιότητας των πολυφαινόλων και της αντιοξειδωτικής δράσης, στο γαστρεντερικό περιβάλλον [209].

Σκοπός της παρούσας κλινικής μελέτης-διατροφικής παρέμβασης ήταν η διερεύνηση της οξείας μεταγευματικής βιοδραστικότητας ενός αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού (*Sideritis sp.*) και φλούδας πορτοκαλιού, σε λιπιδαιμικούς και οξειδωτικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών, οι οποίοι συσχετίζονται με χρόνιες παθήσεις, όπως η καρδιαγγειακή νόσος και το μεταβολικό σύνδρομο.

7.2.2 Υλικό και Μέθοδος

7.2.2.1 Εθελοντές

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στη Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου, του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Το πρωτόκολλο της μελέτης εξετάστηκε και εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου (Αρ. 7505, 20 Οκτωβρίου 2019). Διεξήχθη σύμφωνα με τα πρότυπα δεοντολογίας που ορίζονται στη Διακήρυξη του Ελσίνκι και ακολούθησε τις Αρχές της Ορθής Κλινικής Πρακτικής. Το προσωπικό της μελέτης παρείχε λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τους στόχους, τις μεθόδους, τα αναμενόμενα οφέλη της μελέτης, την εμπιστευτικότητα των δεδομένων και τον εθελοντικό χαρακτήρα της συμμετοχής. Πριν από τη συμμετοχή ελήφθη γραπτή συγκατάθεση από κάθε εθελοντή (Παράρτημα Ι).

Συνολικά 14 ($n = 14$) υγιείς εθελοντές, 6 άνδρες και 8 γυναίκες, ηλικίας 20-30 ετών, από τη Λήμνο, Ελλάδα, επιλέχθηκαν από τον Φεβρουάριο 2020 έως τον Ιανουάριο 2021 για να συμμετάσχουν σε αυτή τη μελέτη, μετά από έναν αρχικό έλεγχο 18 πιθανών συμμετεχόντων. Όλοι οι εθελοντές ελέγχθηκαν αρχικά συμπληρώνοντας ένα ερωτηματολόγιο καταγραφής του ιατρικού ιστορικού, των δημογραφικών χαρακτηριστικών, της συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων πλούσιων σε πολυφαινόλες, του επιπέδου σωματικής δραστηριότητας και γενικών συνηθειών, όπως το κάπνισμα και η κατανάλωση αλκοόλ, αναφερόμενοι στους τελευταίους 6 μήνες πριν από τη μελέτη (Παράρτημα VII). Κατά τον αρχικό έλεγχο συλλέχθηκαν επίσης, ανθρωπομετρικά δεδομένα. Ως κριτήρια αποκλεισμού της συμμετοχής, τέθηκαν η ηλικία άνω των 30 ετών, η κατανάλωση συμπληρωμάτων διατροφής τους τελευταίους 2 μήνες, το ιστορικό χρόνιων παθήσεων συμπεριλαμβανομένου του διαβήτη τύπου I και II (αιμοσφαιρίνη $A1c-HbA1c > 5\%$), οι μέτριοι ή βαρείς καπνιστές (>10 τσιγάρα/ημέρα), μη φυσιολογικός Δείκτης Μάζας Σώματος ($\Delta M \Sigma$) ($>25 \text{ kg/m}^2$) και η υπερκατανάλωση αλκοόλ ($>40 \text{ g}$ αλκοόλ/ημέρα). Οι εθελοντές ελέγχθηκαν επίσης με βιοχημικές εξετάσεις αίματος, σε συνεργασία με εξωτερικούς, ιδιώτες ιατρούς, για να αποκλειστούν περιπτώσεις με μη φυσιολογικά αιματολογικά και βιοχημικά προφίλ (χοληστερόλη $>6,8 \text{ mM}$, τριγλυκερίδια $>2,8 \text{ mM}$, γλυκόζη $> 6,11 \text{ mM}$). Στους επιλεγμένους συμμετέχοντες συστάθηκε η αποχή από τη λήψη φαρμάκων ή συμπληρωμάτων διατροφής κατά τη διάρκεια των διαδικασιών της μελέτης, αλλά και από την κατανάλωση τροφίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά και αλκοόλ για 24 ώρες πριν από τη μελέτη.

7.2.2.2 Γεύματα

Το γεύμα ελέγχου αποτελούνταν από δύο φέτες λευκό ψωμί (προμηθευόμενο από τοπικό αρτοποιείο), βάρους 80g (2 φέτες των 40g), δύο μπάρες ανάλατου βουτύρου (Lurpak, Arla Foods, Aarhus, Δανία), που ζύγιζαν 20g (2 μπάρες των 10 g) και αλειφόμενο τυρί (δωρεά από την εταιρεία ΑΜΦΙΓΑΛ, Αμφιλοχία, Ελλάδα), βάρους 30g (2 ατομικές μερίδες των 15g). Η σύνθεση του λειτουργικού γεύματος ήταν ίδια με του μάρτυρα, με τη διαφορά ότι περιείχε το εμπλουτισμένο αλειφόμενο τυρί. Κάθε γεύμα ζύγιζε συνολικά 130g. Η διαιτητική σύνθεση του γεύματος ελέγχου φαίνεται στον Πίνακας 21. Το λειτουργικό γεύμα εμφάνιζε, επιπλέον, 0,56 $\mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4/\text{mL} \pm 0.14$ ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και περιείχε 3,65 $\mu\text{g GA}/\text{mL} \pm 1,8$ ολικά φαινολικά συστατικά, όπως προέκυψε από τα προκαταρκτικά πειράματα (κεφάλαιο 6.2 της παρούσης).

Πίνακας 21 Διατροφική σύνθεση γεύματος ελέγχου

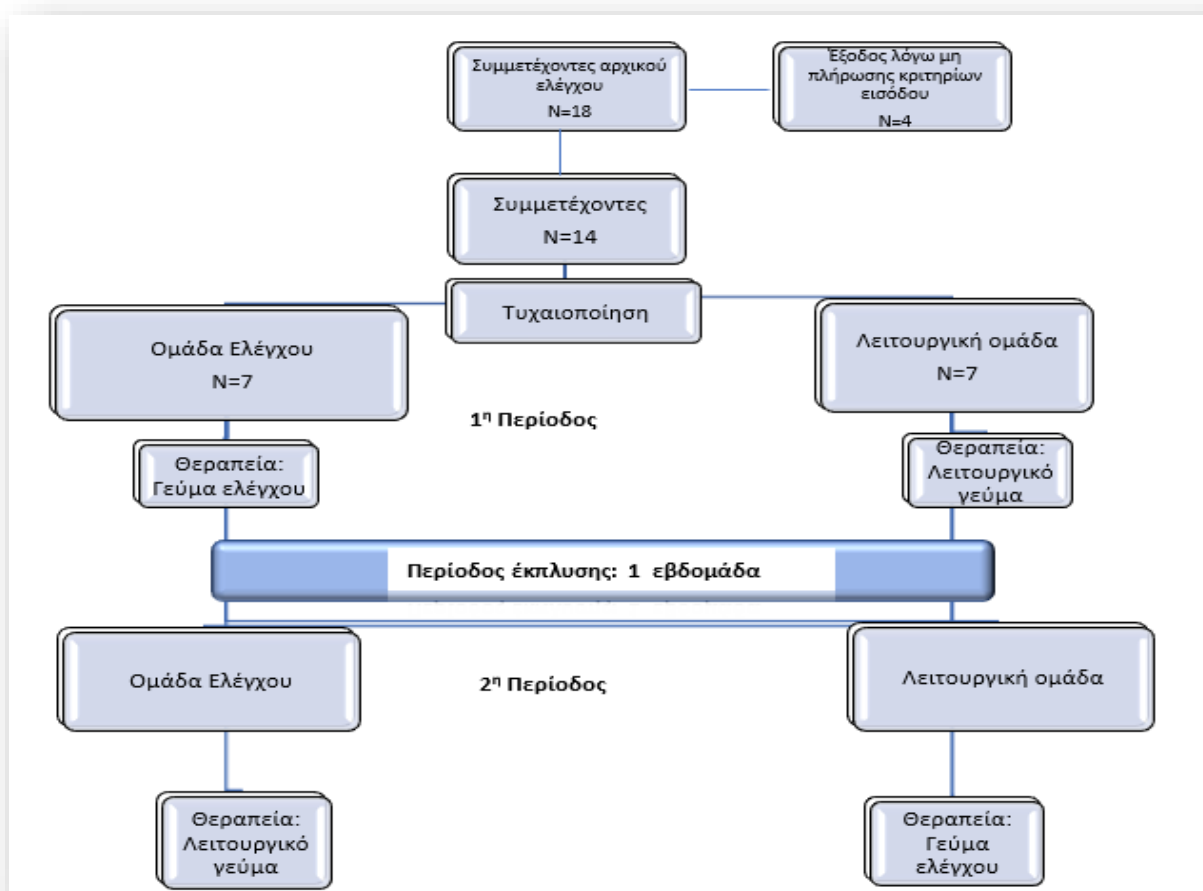
Διατροφική σύνθεση γεύματος ελέγχου (130g)	
Ενέργεια (kcal)	445.89
Υδατάνθρακες (g)	41.75
Λίπη. συνολικά(g)	27.45
Πρωτεΐνες (g/kg)	8.41
Κορεσμένα λίπη (g)	16.06
Ακόρεστα λίπη (g)	9.65
Χοληστερόλη (mg)	70.6
Διαιτητικές ίνες. συνολικά (g)	1.92
Σάκχαρα. συνολικά (g)	4.5

7.2.2.3 Σχεδιασμός της μελέτης

Πρόκειται για μια διασταυρούμενη, τυχαιοποιημένη, οξείας φάσης παρέμβασης, κλινική μελέτη δύο περιόδων, μεσολαβούντος μιας εβδομάδος περιόδου έκπλυσης. Κατά την είσοδο στη μελέτη, όλοι οι εθελοντές κατανεμήθηκαν τυχαία στην ομάδα ελέγχου είτε στην ομάδα παρέμβασης. Οι συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου κατανάλωσαν κατά την πρώτη περίοδο το γεύμα ελέγχου, και κατά τη δεύτερη περίοδο το λειτουργικό γεύμα. Οι εθελοντές που κατανεμήθηκαν στη λειτουργική ομάδα έλαβαν, αντιθέτως, το λειτουργικό γεύμα στην πρώτη περίοδο και το γεύμα ελέγχου κατά τη δεύτερη περίοδο. Το διάγραμμα ροής του σχεδιασμού της μελέτης παρουσιάζεται στο Σχήμα 16.

Οι συμμετέχοντες προσήλθαν στη Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου, σε δυο ξεχωριστές ημέρες που απείχαν μια εβδομάδα, στις 09:00 π.μ., σε κατάσταση 12ωρης ολονύκτιας νηστείας. Κατά την άφιξη, ζητήθηκε να συμπληρώσουν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο ανάκλησης 24ώρου. Δείγμα αίματος νηστείας (baseline) ελήφθη αμέσως

από τη φλέβα του αντιβραχίου, από τους συνεργαζόμενους ιατρούς. Εν συνεχεία, οι εθελοντές έλαβαν 130g γεύματος ελέγχου είτε λειτουργικού γεύματος, ανάλογα με την ομάδα στην οποία είχαν κατανεμηθεί, ενώ τους ζητήθηκε να ολοκληρώσουν το γεύμα εντός 15 λεπτών. Δείγματα αίματος (10mL) ελήφθησαν 30min, 1.5h και 3h μετά τη λήψη του γεύματος. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής, ένα ποτήρι νερό (250mL) ήταν διαθέσιμο για κάθε άτομο. Τα δείγματα αίματος αποθηκεύτηκαν σε σωληνάρια αιθυλενοδιαμινοτετραοξικού οξέος (EDTA) και κιτρικού οξέος για διαχωρισμό του πλάσματος και σε σωληνάρια ηπαρίνης, για το διαχωρισμό του ορού. Το πλάσμα και ο ορός διαχωρίστηκαν με φυγοκέντρηση για 10min στις 3500x g σε ψυχόμενη φυγόκεντρο (4° C), αμέσως μετά την αιμοληψία και φυλάχθηκαν στους -40° C ως την ανάλυση.



Σχήμα 16 Διάγραμμα ροής σχεδιασμού της μελέτης



Εικόνα 23 Εικόνες που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια των δυο περιόδων δοκιμής - Χωρίς δικαίωμα αναδημοσίευσης

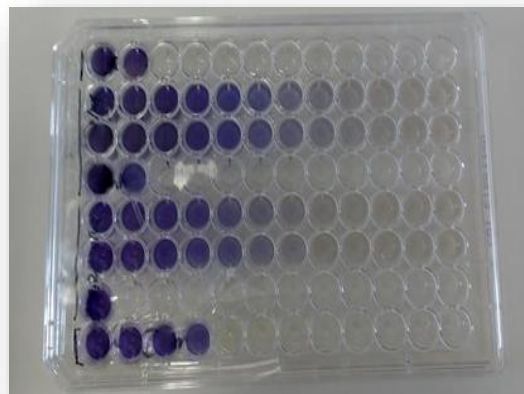
7.2.2.4 Ανάλυση των βιολογικών δειγμάτων

Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), όπως έχει προηγουμένως περιγραφεί στην ενότητα 6.1.4. Στην προκειμένη, 20μL πλάσματος κάθε εθελοντή και για κάθε χρονική στιγμή αναμειχθηκαν με 80μL αντιδραστηρίου FRAP, και ακολούθησε φωτομέτρηση των δειγμάτων, στα 595nm, έπειτα από παραμονή μισή ώρας, σε σκοτεινό περιβάλλον.

Η γλυκόζη αίματος, η ολική χοληστερόλη, η λιποπρωτεϊνική χοληστερόλη υψηλής πυκνότητας (HDL), η λιποπρωτεϊνική χοληστερόλη χαμηλής πυκνότητας (LDL), τα τριγλυκερίδια και το ουρικό οξύ μετρήθηκαν στον ορό με τη χρήση αυτοματοποιημένου βιοχημικού αναλυτή (COBAS c111, Roche, Ελβετία). Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τριπλή επαναληψιμότητα, για τη διασφάλιση της ορθότητας των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 24 Βιοχημική ανάλυση δειγμάτων ορού με αυτοματοποιημένο βιοχημικό αναλυτή



Εικόνα 25 Ανάλυση δειγμάτων πλάσματος για προσδιορισμό των ολικών αντιοξειδωτικών συστατικών

7.2.2 Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των στατιστικών πακέτων SPSS (SPSS V21.0) και Prism 9 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA). Η ισχύς υπολογισμού του δείγματος υπολογίστηκε για την πρωτογενή έκβαση και την αντιοξειδωτική ικανότητα του φλεβικού πλάσματος (TAC) χρησιμοποιώντας το Statmate 2.0 (GraphPad Software Inc.). Λαμβάνοντας ως $\alpha = 0.01$, ένα μέγεθος δείγματος 14 ατόμων επιτρέπει την ανίχνευση μιας διαφοράς 0.21 mmol TAC/L μεταξύ των ομάδων, που υπολογίζεται από μια αναμενόμενη τυπική απόκλιση (SD) των διαφορών μεταξύ των ομάδων θεραπείας ίση με 0.21 mmol/L. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως Mean \pm SD, και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < \alpha = 0.05$. Πριν από οποιαδήποτε στατιστική ανάλυση, όλες οι μεταβλητές δοκιμάστηκαν για την κανονικότητα των κατανομών. Επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ANOVA (Ανάλυση διακύμανσης) και δοκιμές πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni πραγματοποιήθηκαν για τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ των δειγμάτων πλάσματος και ορού εκ της λήψεως των 30min, 1,5h και 3h, για κάθε ομάδα θεραπείας, αλλά και των μεταβολών από την αρχική τιμή (baseline) για την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) φλεβικού πλάσματος και τους βιοδείκτες ορού. Οι διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων θεραπείας για πάσα στιγμή και χρονική περίοδο από την έναρξη, εξετάστηκαν επίσης με το t-test για ζεύγη δειγμάτων. Η περιοχή κάτω από την καμπύλη (iAUC) υπολογίστηκε, σύμφωνα με τον τραπεζοειδή κανόνα και αγνοώντας την περιοχή κάτω από τη βασική γραμμή. Οι διαφορές μεταξύ των iAUC για κάθε θεραπεία δοκιμάστηκαν με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ANOVA. Οι μεταβλητές ακολουθούσαν κανονική κατανομή.

7.2.3 Αποτελέσματα

7.2.3.1 Χαρακτηριστικά εθελοντών

Δεκατέσσερις συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν τη μελέτη. Τα χαρακτηριστικά των εθελοντών κατά τον αρχικό έλεγχο παρουσιάζονται στον Πίνακα 22. Η ανάλυση των ερωτηματολογίων συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων υπέδειξε πως η πλειοψηφία των εξεταζομένων κατανάλωνε φρούτα 3-4 φορές την εβδομάδα, λαχανικά και τσάι 1-2 φορές την εβδομάδα, τροφές πλούσιες σε άμυλο κάθε μέρα, ενώ δήλωσαν ότι δεν περιλαμβάνουν αφεψήματα βοτάνων στη διατροφή τους. Πέντε συμμετέχοντες ήταν περιστασιακά ελαφρείς καπνιστές (τρεις από αυτούς κάπνιζαν περιστασιακά 1-3 τσιγάρα την ημέρα, ενώ δύο κάπνιζαν περιστασιακά 4-7 τσιγάρα την ημέρα).

Πίνακας 22 Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων κατά την έναρξη

Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	
Εθελοντές (αριθμός)	14
Άνδρες (αριθμός)	6
Γυναίκες (αριθμός)	8
Λήψη συμπληρωμάτων διατροφής (αριθμός συμμετεχόντων)	1
Φυσική δραστηριότητα μέτρια ως υψηλή (αριθμός συμμετεχόντων)	11
Ηλικία (έτη)	22.8 ± 1.9
Βάρος (kg)	65.6 ± 9.6
Ύψος (cm)	169 ± 13.4
ΔΜΣ	23 ± 0,6

**Οι τιμές για την ηλικία, το βάρος το ύψος και το ΔΜΣ παρουσιάζονται ως Mean±SD*

7.2.3.2 Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στους βιοδείκτες αίματος

Στον Πίνακα 23 παρουσιάζεται η οξεία επίδραση της κατανάλωσης του γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά με το λειτουργικό, αλειφόμενο τυρί, ενισχυμένο με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλούδας πορτοκαλιού (Λειτουργικό γεύμα) ή ιδίου του γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά με το συμβατικό αλειφόμενο τυρί (Γεύμα ελέγχου) στον ορό και τις βιοχημικές παραμέτρους του πλάσματος. Συγκεκριμένα, οι μέσες

τιμές των βιομορίων της γλυκόζης ορού, της χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων, της HDL και LDL χοληστερόλης, του ουρικού οξέος και της αντιοξειδωτικής ικανότητας πλάσματος, παρουσιάζονται κατά την έναρξη (baseline), και οι διαφορές τους από την αρχική τιμή στα 30min, 1.5h και 3h μετά κατανάλωσης του γεύματος. Στατιστικώς σημαντικές μεταβολές από την αρχική τιμή παρατηρήθηκαν στη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος στα 30min, 1.5h και 3h, μεταξύ του γεύματος ελέγχου και του λειτουργικού γεύματος.

Πίνακας 23 Επιδράσεις του γεύματος ελέγχου και του λειτουργικού γεύματος στη χοληστερόλη ορού, τη γλυκόζη, τα τριγλυκερίδια, την HDL και LDL χοληστερόλη, επίπεδα ουρικού οξέος, την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος 30min, 1.5h και 3h μετά την κατανάλωση.

	Baseline	Δ 30min (30min- Baseline)	Δ 1.5h (1.5h-Baseline)	Δ 3h (3h-Baseline)
Χοληστερόλη ορού (mg/dL)				
Ελέγχου	127.8±32.6	-15.05±16.6	-7.37±12.03	-4.1±11.6
Λειτουργικό	156±0	6.3±6.83	4.35±16.8	2.6±16
Γλυκόζη ορού (mg/dL)				
Ελέγχου	84.2±19.3	4.5±24	7.25±19.2	2.6±8
Λειτουργικό	78.2±26.5	19.75±13.8	4.64±16	4.28±8.2
Τριγλυκερίδια ορού (mg/dL)				
Ελέγχου	82.9±32.9	-1.97±22.7	11.6±19.1	16.5±24.3
Λειτουργικό	70.3±11.6	9.5±7.45	13.7±8.2	12.5±6.05
HDL χοληστερόλη (mg/dL)				
Ελέγχου	56.6±22	-4.15±5.5	-1.8±3.7	-1.18±3.9
Λειτουργικό	49.7±31.2	2.87±2.6	2.14±4.1	2.85±3.02
LDL χοληστερόλη (mg/dL)				
Ελέγχου	91.4±38.9	-8.99±8.6	-9.01±9.5	-5.9±10
Λειτουργικό	82.5±15.3	1.15±4.7	-3.9±13.2	-1.4±11.9
Ουρικό οξύ (mg/dL)				
Ελέγχου	5.5±2	6.48±17.8	1.08±3.84	1±2.3
Λειτουργικό	7.2±23.9	1.76±2.4	0.74±6.5	1.82±8.5
Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα				

(mmol
FeSO₄/L)

Ελέγχου	2.6±0.95 ^a	-0.35±1.08 ^a	-0.8±1.02 ^a	-1.36±1.18 ^a
Λειτουργικό	2.4±0.85 ^a	-0.17±0.88 ^b	-0.44±1.3 ^b	0.69±1.25 ^b

*Το Δ συμβολίζει τη διαφορά κάθε χρονικού σημείου από την αρχική τιμή. Οι τιμές παρουσιάζονται ως Mean±SD με διαστήματα εμπιστοσύνης 95%, n = 14. Οι τιμές Δ μεταξύ του γεύματος ελέγχου και λειτουργικού, με διαφορετικό γράμμα αντιπροσωπεύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο παρεμβάσεων στο συγκεκριμένο χρονικό σημείο. Διαφορετικά γράμματα (a, b) στην ίδια στήλη πεδίου υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της λειτουργικής ομάδας στο συγκεκριμένο χρονικό σημείο.

7.2.3.3 Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος

Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος (TAC) διέφερε σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων 3h μετά την κατανάλωση του γεύματος (p= 0.05), όπως παρουσιάζεται στον Πίνακας 24. Η TAC του φλεβικού πλάσματος αυξήθηκε σημαντικά 3h μετά το γεύμα με το λειτουργικό τυρί, σε σύγκριση με το γεύμα ελέγχου, το οποίο μειώθηκε σημαντικά (Δ= 1.13 mmol/L και 0.56 mmol/L, αντίστοιχα). Μια σημαντική αλληλεπίδραση θεραπείας x χρόνου (p= 0.006) ανιχνεύθηκε και μια σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε για τις μεταβολές από τις αρχικές τιμές (p= 0.024), όπως φαίνεται στον Πίνακας 25. Οι σημαντικές αλλαγές στις τιμές TAC πλάσματος στα διαφορετικά κλάσματα, εκπεφρασμένες ως AUC (mmol/L x h) μετά από τα θεραπευτικά σχήματα, παρουσιάζονται στην 26a. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των iAUC TAC μετά από τις δυο θεραπείες (p = 0.447).

7.2.3.4 Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στη γλυκόζη, τα λιπίδια και το ουρικό οξύ ορού

Τα επίπεδα γλυκόζης στον ορό των εθελοντών αυξήθηκαν σημαντικά 30min μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος (p= 0.024), ενώ μετά την κατανάλωση γεύματος ελέγχου, δεν αυξήθηκαν σημαντικά (Πίνακας 24). Η συγκέντρωση της γλυκόζης ορού διέφερε για τις μεταβολές των τιμών 30min από τις τιμές του baseline (p= 0.05), με σημαντική αλληλεπίδραση θεραπείας x χρόνου (p = 0.034), όπως φαίνεται στον Πίνακας 25. Ωστόσο, παρατηρήθηκε μια τάση μείωσης στην αύξηση των επιπέδων γλυκόζης σε 1,5 ώρα μετά το Λειτουργικό γεύμα (0.064), αλλά η συνολική ανταπόκριση και στα δύο γεύματα δεν διέφερε από τις βασικές τιμές. Οι σημαντικές αλλαγές στη συγκέντρωση της γλυκόζης στον ορό στις διάφορες θεραπείες, που παρουσιάζονται ως AUC (mg/dL% x h) μετά και τα δύο γεύματα δίνονται στην Εικόνα 26b.

Η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων ορού μειώθηκε σημαντικά 1.5h (Δ= -13.7) και 3 ώρες (Δ= -12.5) μετά τη κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος (p= 0.001), όπως παρουσιάζεται στον Πίνακας 24. Η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων στον ορό διέφερε σημαντικά μεταξύ των θεραπειών με σημαντική επίδραση θεραπείας (p = 0.002), για τις μεταβολές των τιμών 30min (p= 0.006), 1.5h (p= 0.05) και 3h (p= 0.04) από την αρχική τιμή (Πίνακας 25). Αν και τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων 3h μετά το γεύμα ελέγχου

εμφανίστηκαν μη σημαντικά αυξημένα, μια τάση μείωσης της συγκέντρωσης τους παρατηρήθηκε 3h μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος (-1.5%, $p=0.062$). Οι σημαντικές μεταβολές στη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων ορού στις διάφορες θεραπείες, που παρουσιάζονται ως AUC (mg/dL% x h), μετά από τα δύο γεύματα της δοκιμής, παρουσιάζονται στην Εικόνα 26.

Για τους υπόλοιπους βιοδείκτες που διερευνήθηκαν (ολική, HDL, LDL χοληστερόλη και ουρικό οξύ) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για οποιαδήποτε αλληλεπίδραση, καθώς υπήρχε παρόμοια απόκριση στα επίπεδα αυτών των βιοδεικτών μετά την κατανάλωση και των δύο γευμάτων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 25.

Πίνακας 24 Στατιστικά σημαντικές επιδράσεις του λειτουργικού γεύματος και του γεύματος ελέγχου στις βιοχημικές παραμέτρους στα μελετώμενα χρονικά σημεία.

Βιοδείκτης	Pvalue	Χρονική στιγμή
Αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) (mmol/L)		
Ελέγχου	0.015*	3h
Λειτουργικό	0.05*	3h
Γλυκόζη (mg/dL)		
Ελέγχου	0.124	
Λειτουργικό	0.024*	30min
Τριγλυκερίδια (mg/dL)		
Ελέγχου	0.082	
Λειτουργικό	0.001*	1.5h-3h

Οι τιμές Pvalue αντιπροσωπεύουν τις διαφορές στο αναφερόμενο χρονικό σημείο για κάθε θεραπεία (διαφορές τιμών αναφερόμενου χρονικού σημείου από τις αρχικές τιμές). Πραγματοποιήθηκε δοκιμή ANOVA Bonferroni. Το σύμβολο () υποδεικνύει στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε $p < 0.05$.

Πίνακας 25 Διαφορές μεταξύ της θεραπείας ελέγχου και της λειτουργικής θεραπείας με την πάροδο του χρόνου και για τις μεταβολές από τις αρχικές τιμές, αναφορικά με τους μελετώμενους βιοδείκτες.

	<i>Θεραπεία</i>	<i>Χρόνος</i>	<i>Θεραπεία x Χρόνος</i>	<i>Paired-Samples t-test</i>	
Βιοδείκτες	Pvalue ^a	Pvalue ^a	Pvalue ^a	Χρον.στιγμή	Pvalue ^b
Αντιοξειδωτική ικανότητα (mmol/L)	0.471	0.382	0.007*	3h	0.005*
Γλυκόζη (mg/dL)	0.131	0.064	0.145		
Τριγλυκερίδια (mg/dL)	0.212	0.062	0.067		
Χοληστερόλη (mg/dL)	0.313	0.936	0.37		
HDL χοληστερόλη	0.766	0.172	0.247		
LDL χοληστερόλη(mg/dL)	0.335	0.36	0.782		
Ουρικό οξύ (mg/dL)	0.537	0.183	0.617		

	<i>Θεραπεία</i>	<i>Χρόνος</i>	<i>Θεραπεία x Χρόνος</i>	<i>Μέσος όρος διαφοράς</i>	<i>Paired Samples t-test</i>	
Βιοδείκτες	Pvalue ^c	Pvalue ^c	Pvalue ^c	Χρονική περίοδος	Pvalue ^d	
Αντιοξειδωτική ικανότητα (mmol/L)	0.19	0.275	0.006*	Δ 3h-Baseline	0.024*	
Γλυκόζη (mg/dL)	0.212	0.155	0.034*	-9.5 Δ 30min-Baseline	0.05*	
Τριγλυκερίδια (mg/dL)	0.002*	0.552	0.854	Δ 30min-Baseline Δ 1,5h-Baseline Δ 3h-Baseline	0.006* 0.05* 0.04*	
Χοληστερόλη (mg/dL)	0.232	0.728	0.788			
HDL χοληστερόλη	0.13	0.066	0.385			
LDL χοληστερόλη(mg/dL)	0.473	0.493	0.796			

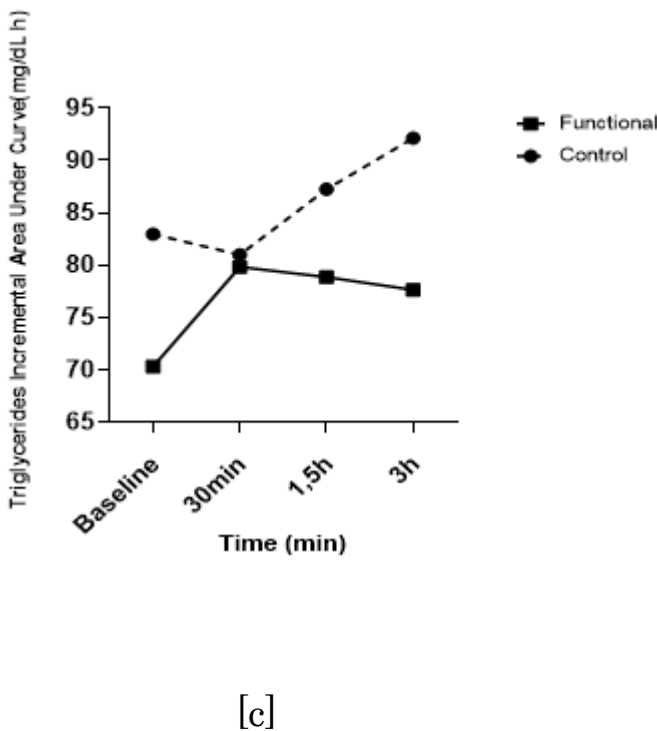
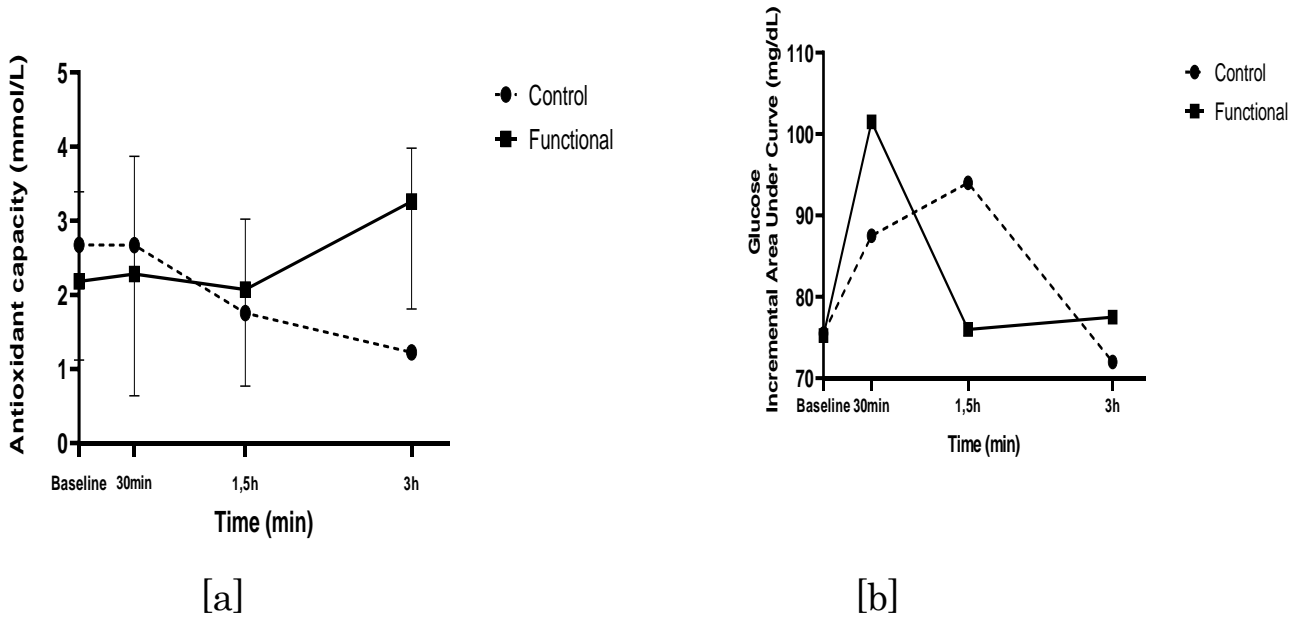
Ουρικό οξύ
(mg/dL)

0.145

0.188

0.588

Στα παρακάτω σχήματα της Εικόνας 26 απεικονίζεται η μεταγευματική απόκριση της ολικής αντιοξειδωτικής δράσης του πλάσματος (TAC), της γλυκόζης και τριγλυκεριδίων ορού, μετά κατανάλωσης του λειτουργικού γεύματος και του γεύματος ελέγχου, ως περιοχή κάτω από την καμπύλη, υπολογισμένη σύμφωνα με τον τραπεζοειδή κανόνα- incremental Area Under Curve (iAUC).



Εικόνα 26 [a] Αντιοξειδωτική ικανότητα φλεβικού πλάσματος σε υγιείς εθελοντές μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος και του γεύματος ελέγχου. [b] Συγκεντρώσεις γλυκόζης ορού σε υγιείς εθελοντές μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος και του γεύματος ελέγχου. [c] Συγκεντρώσεις τριγλυκεριδίων ορού σε υγιείς εθελοντές μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος και του γεύματος ελέγχου. Οι τιμές παρουσιάζονται ως Mean ±SD, n=14.

7.2.4 Συζήτηση κλινικής μελέτης- διατροφικής παρέμβασης διερεύνησης της μεταγευματικής επίδρασης της κατανάλωσης αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού, σε μεταβολικούς μεταγευματικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών

Στη μελέτη αυτή επιλέχθηκε το νέο, λειτουργικό αλειφόμενο τυρί, που αναπτύχθηκε κατά τις διαδικασίες που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 7.1, λαμβάνοντας ως ερέθισμα το γεγονός πως κατά τους *in vitro* προσδιορισμούς των βιοενεργών συστατικών διαπιστώθηκε πως η ενίσχυση του τυριού με αντιοξειδωτικά συστατικά εκ του εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού δύναται να οδηγήσει σε αυξημένη αντιοξειδωτική δράση του τελικού τροφίμου. Η σημασία των ευρημάτων της παρούσας μελέτης έγκειται στα διαθέσιμα επιστημονικά στοιχεία πως η μεταγευματική αύξηση των λιπιδίων και της γλυκόζης του αίματος, και η επακόλουθη επαγωγή του οξειδωτικού στρες σχετίζονται με μεταβολικές δυσλειτουργίες που πιθανώς να προβλέπουν αυξημένο καρδιαγγειακό κίνδυνο [116]. Το κύριο εύρημα της διατροφικής αυτής παρέμβασης ήταν η αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος που παρατηρήθηκε 3 ώρες μετά την κατανάλωση ενός γεύματος, πλούσιου σε λιπαρά και υδατάνθρακες, που περιείχε το λειτουργικό τυρί, ενισχυμένο με το εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλούδας πορτοκαλιού.

Αντιθέτως, δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στην αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος μετά τη λήψη του ίδιου γεύματος με το μη εμπλουτισμένο τυρί (Control). Επιπλέον, η αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας πλάσματος που παρατηρήθηκε μετά την κατανάλωση του γεύματος που εμπεριείχε το καινοτόμο, λειτουργικό αλειφόμενο τυρί, θα μπορούσε να αποδοθεί στην αυξημένη συγκέντρωση των κυκλοφορούντων πολυφαινολικών μεταβολιτών, καθώς εικάζεται ότι ενδεχομένως να μεταφέρθηκαν στο πλάσμα του αίματος [210, 211]. Αν και αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των εκχυλισμάτων τσαγιού του βουνού και φλούδας πορτοκαλιού, δεν υφίστανται προηγούμενα επιστημονικά δεδομένα σχετικά με την οξεία επίδραση που δύναται να έχει η κατανάλωσή τους στην οξειδωτική κατάσταση του πλάσματος [202, 212].

Έχει αποδειχθεί πως το τσάι του βουνού παρουσιάζει υψηλά επίπεδα πολυφαινολικών ενώσεων, όπως φαινυλαιθανοειδή γλυκοσίδια, φλαβονοειδή (κυρίως απιγενίνη, λουτεονίνη, ισοκουτελλαρεΐνη και παράγωγα υπολετίνης) και παράγωγα υδροξυκινναμωμικού οξέος, κυρίως φερουλικό οξύ και καφεϊκό οξύ, τα οποία έχουν αναφερθεί για τη δραστηριότητα οξείωσης των ελευθέρων ριζών [202]. Επιπροσθέτως, η κύρια φαινολική ένωση που έχει ταυτοποιηθεί στο εκχύλισμα φλούδας πορτοκαλιού είναι

η εσπεριδίνη [203]. Τα ευρήματά μας είναι σύμφωνα με μια πρόσφατα δημοσιευμένη μελέτη των Anuyahong et al., εκ της οποίας απεδείχθη πως η οξεία κατανάλωση γιαουρτιού, εμπλουτισμένου με ανθοκυανίνες από riceberry (σκουρόχρωμη ποικιλία ρυζιού), αύξησε την αντιοξειδωτική δράση του πλάσματος σε σύγκριση με ένα γιαούρτι ελέγχου, σε υγιείς ενήλικες. Αυτή η αντιοξειδωτική δράση συνδέθηκε εξ ολοκλήρου με τις πρωτεΐνες γιαουρτιού και τις φυσικές, βιοδραστικές ουσίες του ρυζιού [210]. Τα αποτελέσματα της μελέτης μας επιβεβαίωσαν τα ευρήματα των Cardoso et al., οι οποίοι παρατήρησαν μια σημαντική αύξηση στην αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος υγιών ατόμων 1 ώρα μετά την κατάποση ενός πλουσιού σε πολυφαινόλες, χυμού jusara [213]. Πρόσφατα δεδομένα που αντλήθηκαν από in vitro πειράματα σε προσομοιωμένο γαστρεντερικό περιβάλλον, καταδεικνύουν, επίσης, μια αύξηση στην αντιοξειδωτική δράση ενός τυριού εμπλουτισμένου με φαινολικά συστατικά [209].

Η αυξημένη μεταγευματική αντιοξειδωτική ικανότητα θα μπορούσε, επιπρόσθετα, να αποδοθεί στην παρουσία του ουρικού οξέος, ενός ενδογενούς αντιοξειδωτικού συστατικού, του οποίου τα επίπεδα αυξάνονται μετά την κατανάλωση ενός γεύματος και έχει καταγραφεί πως συμβάλλει ως και στο 60% της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας [213, 214]. Ωστόσο, στην παρούσα κλινική μελέτη δεν παρατηρήσαμε αύξηση των επιπέδων ουρικού οξέος, μεταγευματικά ($p > 0.05$).

Το δεύτερο σημαντικό εύρημα ήταν η τάση μείωσης της αύξησης των επιπέδων τριγλυκεριδίων 3 ώρες μετά τη λήψη του λειτουργικού γεύματος ($p = 0.062$). Η τάση αυτή, θα λέγαμε πως οφείλεται στη βέλτιστη απορρόφηση του λίπους που παρέχεται από το γεύμα, μέσω της αναστολής της δραστηριότητας της παγκρεατικής λιπάσης, που παρεμβάλλεται εκ των φαινολικών ενώσεων του εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού [215]. Ανασταλτικές επιδράσεις στη δραστηριότητα της λιπάσης της εσπεριδίνης, η οποία αντιπροσωπεύει την κύρια φαινολική ένωση που προσδιορίζεται στο εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού, αλλά και των παραγώγων υδροξυκιναμικού οξέος που παρέχεται εκ του εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού, έχουν προηγουμένως αναφερθεί [216].

Η τάση μειωμένης αύξησης των συγκεντρώσεων των τριγλυκεριδίων στον ορό μετά το γεύμα με το καινοτόμο, λειτουργικό αλειφόμενο τυρί, βρίσκουν συμφωνία με την αναφερόμενη από τους Suzuki et al.. Οι εν λόγω συγγραφείς σημείωσαν πως η μεταγευματική αύξηση των τριακυλογλυκερολών στον ορό καταστέλλεται σημαντικά στις 3 ώρες και 5 ώρες μετά την κατανάλωση ενός υψηλά λιπαρού ροφήματος, εμπλουτισμένου με τσάι oolong, σε σχέση με το ρόφημα ελέγχου [217].

Η κατανάλωση συμπληρωμάτων κατεχίνης τσαγιού, ως ομάδα των φλαβονοειδών, έχει αναφερθεί πως οδηγεί σε κατασταλτική επίδραση της μεταγευματικής αύξησης των τριακυλογλυκερολών του αίματος, με τρόπο δοσο-εξαρτώμενο [218]. Η οξεία αύξηση των τριγλυκεριδίων ορού, έχει ενοχοποιηθεί ως παράγοντας κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο και παχυσαρκία, ιδιαίτερα για αρτηριοσκλήρωση. Αν και στο κεφάλαιο 5 είδαμε ότι κάποια τρόφιμα σχετίζονται με μειωμένο σωματικό λίπος, μία παρέμβαση σε ανθρώπους θα συνέβαλε στην άντληση ασφαλέστερων συμπερασμάτων, αναφορικά με τις επιδράσεις αυτές στο λιπιδαιμικό προφίλ. Ως εκ τούτου, προκύπτει η επιτακτική ανάγκη της επιτέλεσης διατροφικών παρεμβάσεων, που δύνανται να καταστείλουν τη μεταγευματική αύξηση των

επιπέδων των τριγλυκεριδίων [217]. Ο εμπλουτισμός ενός αλειφόμενου τυριού με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού θα μπορούσε να συμβάλει σε αυτό το πιθανό προστατευτικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την εδραίωση αυτής της υπόθεσης και πρέπει να πραγματοποιηθούν πρόσθετες μετρήσεις των συγκεντρώσεων των κυκλοφορούντων φαινολικών μεταβολιτών κατά τη μεταγευματική περίοδο [219], δεδομένου ότι οι πολυφαινόλες μεταβολίζονται εντός του οργανισμού, και ενδεχομένως οι μεταβολίτες αυτών να συμβάλλουν τελικώς στην αντιοξειδωτική δράση που προσδιορίστηκε. Στη μελέτη αυτή δεν προσδιορίστηκαν τα επιμέρους φαινολικά συστατικά των βιολογικών δειγμάτων με χρωματογραφικές μεθόδους, ενώ δεν ταυτοποιήθηκαν τα βιοενεργά συστατικά του καινοτόμου λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού που οδήγησαν σε αυξημένη βιοδραστικότητα, *in vivo*, λαμβάνοντας υπόψιν το ενδεχόμενο της συνεργιστικής δράσης της πληθώρας αντιοξειδωτικών συστατικών που παρέχονται, τόσο εκ του τυριού (π.χ. βιοενεργά πεπτιδία) όσο και του εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού

Το τρίτο εύρημα αυτής της διατροφικής παρέμβασης ήταν η τάση μείωσης της μεταγευματικής αύξησης των επιπέδων γλυκόζης 1.5 ώρα μετά την πρόσληψη του γεύματος με το καινοτόμο αλειφόμενο τυρί, σε σχέση με την κατανάλωση του γεύματος ελέγχου ($p = 0.064$). Αυτή η τάση θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι τα φυτοχημικά που παρέχονται εκ του εκχυλίσματος, δύνανται να αναστείλουν τα ένζυμα που συντελούν στην πέψη των υδατανθράκων και να δράσουν κατά της γλυκοζυλίωσης και της γλυκοξείδωσης [210, 220].

Προηγούμενα *in vitro* ευρήματα καταδεικνύουν τον ανασταλτικό ρόλο των πολυφαινολών του τσαγιού του βουνού στην εντερική μεταφορά γλυκόζης, με παράλληλη αύξηση της έκκρισης ινσουλίνης [221]. Παρόμοια επίδραση στα επίπεδα γλυκόζης μετά κατανάλωσης γευμάτων, πλούσιων σε υδατάνθρακες και πολυφαινόλες έχει αποδειχθεί σε προγενέστερες μελέτες όπου διερευνήθηκε η μεταγευματική επίδραση της λήψης διαφόρων ειδών τσαγιού, στη γλυκαιμία. Όπως αναφέρθηκε από τους Uchida et al., διάφορες ποικιλίες μαύρου τσαγιού εμφανίζουν την ικανότητα αναστολής της δραστηριότητας της α-γλυκοζιδάσης, ενώ η φαινολική σύσταση αυτών συσχετίστηκε θετικά με την επίδραση αυτή [222]. Η μεταγευματική γλυκαιμία σχετίζεται με λιπογένεση και παχυσαρκία, διότι ο υψηλός ρυθμός αύξησης της γλυκόζης του σταδίου αυτού, σε συνδυασμό με την αντίσταση στην ινσουλίνη, λειτουργούν ως υπόστρωμα για τη σύνθεση τριγλυκεριδίων και την εξαγωγή λιποπρωτεϊνών με τη μορφή χυλομικρών.

Ωστόσο, μια άλλη μελέτη έδειξε πως αυτή η ανασταλτική δράση των πολυφαινολών του μαύρου τσαγιού παρατηρείται μόνο στο τελευταίο στάδιο και όχι στην πρώιμη φάση του μεταβολισμού της γλυκόζης [223]. Η αναφορά αυτή θα μπορούσε να επεξηγήσει την τάση που παρατηρήθηκε στη μελέτη μας για χαμηλότερη αύξηση των επιπέδων γλυκόζης, χωρίς βέβαια την εμφάνιση ενδείξεων σημαντικής μείωσης της συγκέντρωσης γλυκόζης, 3 ώρες μετά την πρόσληψη του ενισχυμένου αλειφόμενου τυριού, που πιθανώς να αποδίδεται στην καθυστέρηση της απορρόφησης ορισμένων πολυφαινολών.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δίνουν για πρώτη φορά μια εικόνα σχετικά με την επίδραση της οξείας κατανάλωσης ενός αλειφόμενου λειτουργικού τυριού,

ενισχυμένου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού, ως μέρος ενός πλουσίου σε λίπη και υδατάνθρακες, γεύματος, στη μεταγευματική κατάσταση υγιών εθελοντών. Ωστόσο, κρίνεται απαραίτητη η αναφορά ορισμένων περιορισμών. Ειδικότερα δεν μετρήθηκαν επιμέρους τα φαινολικά συστατικά που παρίσταντο στο αίμα των εθελοντών. Επιπλέον θα ήταν επιθυμητή η διερεύνηση της μακροπρόθεσμη επίδρασης της κατανάλωσης του ενισχυμένου με αντιοξειδωτικά συστατικά, αλειφόμενου τυριού, στους βιοδείκτες της λιπαιμίας, της γλυκαιμίας και του οξειδωτικού στρες.

Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος αποτελεί ένα κοινό και χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της κατάστασης του οξειδωτικού στρες [224]. Μολαταύτα, άλλες βιοδραστικές ενώσεις του αλειφόμενου τυριού (π.χ. βιοενεργά πεπτίδια γάλακτος) ενδεχομένως να επιδρούν στη μεταγευματική ολική αντιοξειδωτική ικανότητα. Ως εκ τούτου, ο ποσοτικός προσδιορισμός της μεταγευματικής συγκέντρωσης μεμονωμένων πολυφαινολών μετά κατανάλωσης του λειτουργικού γεύματος, καθίσταται βαρύνουσας σημασίας, καθώς μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση του ρόλου του λειτουργικού τυριού στην καταστολή του μεταγευματικού οξειδωτικού στρες.

Επιπλέον, αν και οι μέτριοι και βαρείς καπνιστές αποκλείστηκαν, ένας σημαντικός περιορισμός της μελέτης ήταν η συμπερίληψη πέντε ελαφρών, περιστασιακών καπνιστών, δεδομένου του γεγονότος πως το κάπνισμα μπορεί να ενισχύσει το οξειδωτικό στρες όχι μόνο μέσω της παραγωγής αντιδραστικών ριζών οξυγόνου, αλλά και μέσω του αποδυνάμωση των αντιοξειδωτικών αμυντικών συστημάτων [225].

8. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ-ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΓΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΜΠΙΣΚΟΤΩΝ, ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΜΕ ΠΑΣΤΑ ΕΛΙΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΟΥΣ ΒΙΟΔΕΙΚΤΕΣ ΥΓΙΩΝ ΕΘΕΛΟΝΤΩΝ

8.1. Εισαγωγή-Σκοπός

Η ανάπτυξη ισχυρών βιοδεικτών αποτελεί μια νέα προσέγγιση, η οποία είναι αναγκαία κατά τη διερεύνηση της επίδρασης της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων στην υγεία του ανθρώπου, καθώς εικάζεται πως θα συνδράμει στην επίτευξη της βέλτιστης ταξινόμησης της διατροφικής πρόσληψης αφενός και αφετέρου στη βέλτιστη αξιολόγηση της αλληλεξάρτησης της διατροφής με τις χρόνιες παθήσεις. Το επιστημονικό ενδιαφέρον για την εφαρμογή μεταβολικών βιοδεικτών έχει ενταθεί τα τελευταία χρόνια, με στόχο την ανακάλυψη περαιτέρω βιολογικών στοιχείων της διατροφικής πρόσληψης.

Τα υπάρχοντα ευρήματα, προερχόμενα από διατροφικές παρεμβάσεις-κλινικές δοκιμές υποδηλώνουν ότι, λόγω του κύριου συστατικού που χρησιμοποιείται για την παρασκευή μπισκότων είναι το εξευγενισμένο αλεύρι σίτου, το οποίο είναι μια σημαντική πηγή ταχέως εύπεπτου αμύλου, η κατανάλωσή τους μπορεί να προκαλέσει υπεργλυκαιμία [226]. Ωστόσο, είναι αξιοσημείωτη η έλλειψη επιστημονικών δεδομένων που παρατηρείται, σχετικά με την πιθανή επίδραση ενός γεύματος που περιέχει μπισκότα, ενισχυμένα με βιοδραστικές ενώσεις, προερχόμενες από φυσικές λειτουργικές πηγές τροφίμων, στη μεταγευματική κατάσταση.

Προγενέστερες μελέτες έχουν αποδείξει πως τα προϊόντα ελιάς μειώνουν το προφλεγμονώδες περιβάλλον καθώς και την οξειδωτική βλάβη, που προκαλείται από την οξείδωση της LDL χοληστερόλης και των ελεύθερων ριζών, αντίστοιχα. Η αντιοξειδωτική δράση που διαθέτουν οι φαινολικές ενώσεις της ελιάς, έχει υποστηριχθεί από την αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος, τροποποιώντας το λιπιδαιμικό προφίλ και αποτρέποντας την οξειδωτική βλάβη σε μια ομάδα νεαρών και μεσηλικών υγιών εθελοντών. Επιπλέον, λόγω των λιποδιαλυτών αντιοξειδωτικών που προέρχονται από την ελιά, παρουσιάζει υψηλή οξειδωτική σταθερότητα [227]. Αυτά τα αποτελέσματα αποδίδονται κυρίως στις οξειδοαναγωγικές ιδιότητες των φαινολικών ενώσεων, οι οποίες επιτρέπουν να δράουν ως αναγωγικοί παράγοντες και ως δότες υδρογόνου. Επιπλέον, το ελαϊκό οξύ που περιέχεται στα προϊόντα ελιάς παρουσιάζει προστατευτική δράση έναντι της αντίστασης στην ινσουλίνη, αφού έχει βρεθεί πως συνδράμει στη βελτίωση της ενδοθηλιακής δυσλειτουργίας ως απόκριση σε προφλεγμονώδη ερεθίσματα. Ομοίως, έχει αναφερθεί ότι το ελαϊκό οξύ μπορεί να μειώσει τα λιπίδια του αίματος, κυρίως τη χοληστερόλη, την LDL και τα τριγλυκερίδια [228].

Τα αποτελέσματα των *in vitro* πειραμάτων της ενότητας 6.1 της παρούσας διατριβής, υπέδειξαν πως τόσο τα υποπροϊόντα της ελαιοποίησης (φύλλα ελιάς), όσο και ορισμένα αρωματικά βότανα παρουσιάζουν αξιοσημείωτη αντιοξειδωτική δράση, παρέχοντας ικανοποιητικές συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών. Αξίζει δε, να αναφερθεί πως κατά την έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας ελαιοποίησης, η πρωτογενής ύλη κατωτέρας ποιότητας (ελιές) που ενδεχομένως η εισαγωγή τους στη διαδικασία να οδηγήσει σε υποβάθμιση του ελαιολάδου, απορρίπτονται της γραμμής παραγωγής. Τα προαναφερθέντα παραπροϊόντα, εξαιτίας της βιοδραστικότητας τους αξιοποιούνται κατά τη δημιουργία καινοτόμων μπισκότων, προστιθέμενης διατροφικής αξίας.

Επομένως, σκοπός της παρούσας κλινικής μελέτης-διατροφικής παρέμβασης ήταν η διερεύνηση της υπόθεσης πως ο εμπλουτισμός των μπισκότων με πάστα ελιάς και βότανα δύναται να επιδράσει ευεργετικά στη μεταγευματική λιπαιμία, το οξειδωτικό στρες και άλλους βιοδείκτες σε υγιείς εθελοντές.

8.2 Υλικό και Μέθοδος

8.4.3. Εθελοντές

Το πρωτόκολλο της μελέτης εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ηθικής Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου (Συνεδρίαση 8, 22.4.21- Παράρτημα V) και εκτελέστηκε σύμφωνα με τη Διακήρυξη του Ελσίνκι. Η διάρκεια της μελέτης ήταν από την 1η Μαΐου έως τις 30 Ιουνίου 2021. Όλοι οι εθελοντές υπέγραψαν ένα ενημερωμένο έντυπο συγκατάθεσης και ενημερώθηκαν για τον τελικό σκοπό της μελέτης, την εμπιστευτικότητα των δεδομένων που ελήφθησαν και τον εθελοντικό χαρακτήρα της συμμετοχής (Παράρτημα VI).

Όλοι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε αρχικό έλεγχο, χρησιμοποιώντας ένα ερωτηματολόγιο ιατρικού ιστορικού που περιελάμβανε επίσης τη συλλογή δημογραφικών χαρακτηριστικών, δεδομένα για το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας, και τη συχνότητα κατανάλωσης τροφών πλούσιων σε πολυφαινόλες και τις γενικότερες συνήθειες, όπως το κάπνισμα και η κατανάλωση αλκοόλ, αναφερόμενοι στους τελευταίους 6 μήνες. Ακολούθησαν μετρήσεις των ανθρωποδεικτών, κυρίως του ύψους, του βάρους και της σύστασης σώματος με τη χρήση κατάλληλου αναλυτή σύστασης σώματος (Tanita SC 330).

Μετά από έναν αρχικό έλεγχο 16 πιθανών συμμετεχόντων, επιλέχθηκαν 11 εθελοντές σύμφωνα με τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού και τελικά 10 υγιείς εθελοντές, 4 άνδρες και 6 γυναίκες, ηλικίας 20-30 ετών εντάχθηκαν μελέτη. Η πρόκληση των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε με τυχαία επιλογή, μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και διαδικτυακών ανακοινώσεων, στη Λήμνο και στο Τμήμα του Πανεπιστημίου Λήμνου. Από την παρούσα μελέτη αποκλείστηκαν άτομα άνω των 30 ετών, προκειμένου να επιτευχθεί η συμμετοχή ενός ομοιογενούς δείγματος εθελοντών, καθώς και όσοι ελάμβαναν

συμπληρώματα διατροφής τους τελευταίους δύο μήνες, εκείνοι με ιστορικό χρόνιων παθήσεων, συμπεριλαμβανομένου του διαβήτη τύπου I και II (HbA1c > 5%), όσοι εμφανίστηκαν ως βαρείς καπνιστές (> 10 τσιγάρα/ημέρα), άτομα με μη φυσιολογικό ΔΜΣ (> 25kg/m²) και υπερβολική δόση αλκοόλ (> 40g αλκοόλ/ημέρα), παράγοντες που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ασταθή συμπεράσματα. Πριν από την έναρξη της μελέτης, οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε βιοχημικές εξετάσεις αίματος, σε συνεργασία με εξωτερικούς ιατρούς, προκειμένου να αποκλειστούν περιπτώσεις με αιματολογικό και βιοχημικό προφίλ πέραν των φυσιολογικών τιμών (χοληστερόλη > 6.8mM, τριγλυκερίδια > 2.8mM, γλυκόζη > 6.11mM).

Για τις ημέρες τη δοκιμής ζητήθηκε από όλους τους εθελοντές να προσέλθουν μετά από 12ωρη νηστεία, καθώς και υπό την αποχή εκ της λήψης φαρμάκων και τυχόν συμπληρωμάτων διατροφής. Τους ζητήθηκε, επίσης, να απέχουν από τροφές πλούσιες σε αντιοξειδωτικά και αλκοόλ για 24 ώρες πριν από την έναρξη και κατά τη διάρκεια της μελέτης.

8.4.4. Δημιουργία μπισκότων

Τα μπισκότα που χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της μελέτης προμηθεύτηκαν (δωρεά) από την ελληνική εταιρεία ελιάς ΑΜΑΛΘΙΑ Α.Ε. Κάθε λειτουργικό μπισκότο ζύγιζε συνολικά 12.5g, και περιείχε 5.4g άλευρο μαλακού σίτου, 1.6g άλευρο βρώμης, 0.08g σόδα, 2.04g φυτική μαργαρίνη, 0.72g ζάχαρη, 2.5g πάστα ελιάς, καθώς και 0.1g σκόρδο, 0.06g ρίγανη και 0.06g θυμάρι. Το λειτουργικό γεύμα ζύγιζε συνολικά 50g και περιείχε 4 λειτουργικά μπισκότα, ενισχυμένα με 20.0% πάστα ελιάς, 1.0% σκόρδο, θυμάρι και ρίγανη σε ποσοστό 0.5% για το καθένα.

Κάθε μπισκότο ελέγχου, που ζύγιζε συνολικά 12.5g, περιείχε 5.4g άλευρο μαλακού σίτου, 1.6g άλευρο βρώμης, 0.08g σόδα, 4.7g φυτική μαργαρίνη και 0.72g ζάχαρη. Η διαφορά των λειτουργικών μπισκότων από τα μπισκότα ελέγχου, έγκειται στην αντικατάσταση μέρους των λιπών, προερχόμενων από τη φυτική μαργαρίνη, από λιπαρά που προέρχονταν εκ της πάστας ελιάς, ενώ στα μπισκότα ελέγχου δεν προστέθηκαν βότανα και μπαχαρικά. Το γεύμα ελέγχου ζύγιζε συνολικά 50g και περιείχε 4 μπισκότα ελέγχου. Η διατροφική σύσταση των γευμάτων της δοκιμής παρουσιάζεται στον Πίνακα 26.

Πίνακας 26 Διατροφική σύνθεση γευμάτων της δοκιμής

Διατροφική σύσταση γευμάτων	Ελέγχου	Λειτουργικό
Ενέργεια (kcal)	242.32	185.1
Υδατάνθρακες (g)	23.68	24.27

Λίπη. συνολικά(g)	15.04	8.37
Πρωτεΐνες (g/kg)	3.2	3.28
Κορεσμένα λίπη (g)	2.84	1.52
Ακόρεστα λίπη (g)	6.38	6.52
Χοληστερόλη (mg)	0	0
Διαιτητικές ίνες. συνολικά (g)	1.24	1.59
Σάκχαρα. συνολικά (g)	2.96	2.96

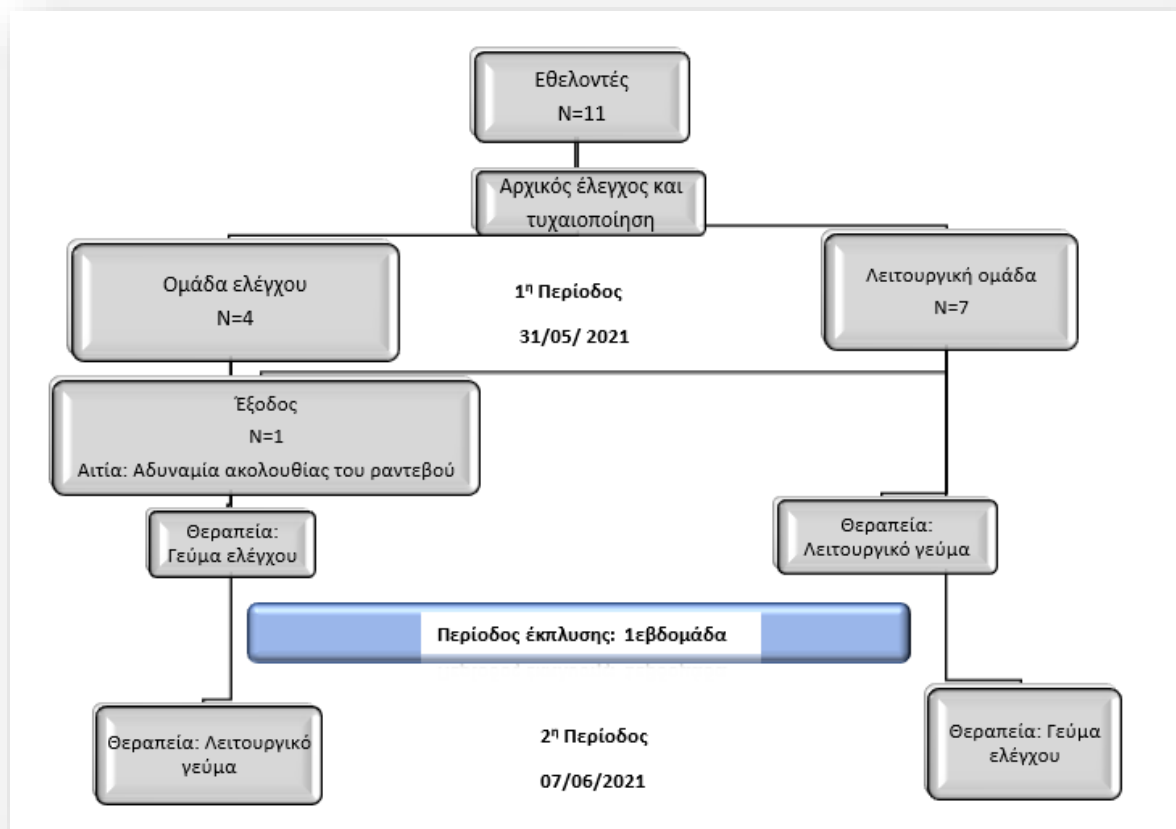
Στην Εικόνα 27 παρουσιάζονται τα μπισκότα ελέγχου και λειτουργικά, πριν το ψήσιμο.



Εικόνα 27 (α) Μπισκότα ελέγχου (β) Λειτουργικά μπισκότα

8.4.5. Σχεδιασμός της μελέτης

Πρόκειται για μια οξεία, διασταυρούμενη και δύο περιόδων, μονά-τυφλή και τυχαιοποιημένη, παρεμβατική μελέτη. Όλοι οι συμμετέχοντες κατά την είσοδο χωρίστηκαν τυχαία στην ομάδα ελέγχου και την ομάδα παρέμβασης (λειτουργικού τροφίμου). Τα άτομα που εντάχθηκαν στην ομάδα ελέγχου, κατά την πρώτη περίοδο έλαβαν το γεύμα ελέγχου και κατά τη διάρκεια της δεύτερης δοκιμαστικής περιόδου κατανάλωσαν το λειτουργικό γεύμα, ενώ οι συμμετέχοντες της ομάδας παρέμβασης, έλαβαν το λειτουργικό γεύμα κατά την πρώτη περίοδο και το γεύμα ελέγχου στη δεύτερη περίοδο. Η Εικόνα 28 δείχνει τη διασταυρούμενη απεικόνιση του σχεδιασμού της μελέτης.



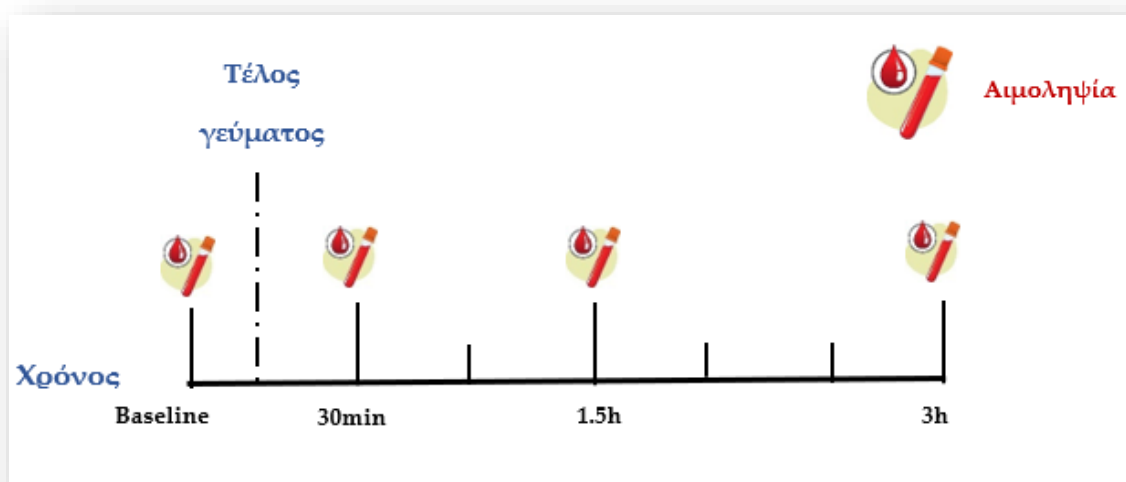
Εικόνα 28 Απεικόνιση σχεδιασμού της μελέτης

Οι εθελοντές προσήλθαν στη Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου στις 9π.μ., μετά από 12ωρη νηστεία. Έπειτα από επιβεβαίωση της εφαρμογής των δοθέντων οδηγιών περί αποχής εκ συγκεκριμένων τροφίμων και συμπληρωμάτων από όλους τους συμμετέχοντες, τους ζητήθηκε να συμπληρώσουν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο 24ωρης ανάκλησης, όπου καταγράφηκαν όλα τα γεύματα που καταναλώθηκαν τις τελευταίες 24 ώρες.

Εν συνεχεία, προσφέρθηκε για κατανάλωση ένα γεύμα, αποτελούμενο από 4 μπισκότα (50g), ανάλογα με την ομάδα στην οποία εντάχθηκε τυφλά κάθε εθελοντής, ενώ για κάθε συμμετέχοντα ήταν διαθέσιμο ένα ποτήρι νερό (250 ml).

Από όλους τους εθελοντές ελήφθησαν 10ml αίματος, λίγο πριν το γεύμα (baseline) και 30min, 1.5h και 3h (Εικόνα 29) μετά την κατανάλωσή του. Τα δείγματα αίματος συλλέχθηκαν σε σωλήνες EDTA και κιτρικού οξέος για το διαχωρισμό του πλάσματος, είτε σε σωλήνες ηπαρίνης για διαχωρισμό του ορού. Το πλάσμα και ο ορός κάθε εθελοντή και για κάθε χρονική στιγμή διαχωρίστηκαν με 10min φυγοκέντρηση, στα 20,000 x g σε ψυχόμενη (-4° C), επιτραπέζια φυγόκεντρο υψηλής ταχύτητας (Thermo Scientific ST16R, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA US), αμέσως μετά τη συλλογή. Τα δείγματα

πλάσματος ή ορού αποθηκεύτηκαν στους -40°C (Εργαστηριακή βαθιά κατάψυξη, MRC Laboratory Instruments, Holon, Israel) ως την ανάλυση.



Εικόνα 29 Διάγραμμα ροής αιμοληψιών

8.4.6. Ανάλυση των βιολογικών δειγμάτων

Η ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα (TAC) αξιολογήθηκε στο πλάσμα με τη δοκιμασία FRAP, όπως έχει περιγραφεί σε προηγούμενες ενότητες. Εν προκειμένω, 20μL πλάσματος κάθε εθελοντή και για κάθε χρονική στιγμή αναμειχθηκαν με 80μL αντιδραστηρίου FRAP, και ακολούθησε φωτομέτρηση των δειγμάτων, στα 595nm, έπειτα από παραμονή μισή ώρας, σε σκοτεινό περιβάλλον.

Η ολική, HDL-, LDL- χοληστερόλη, η γλυκόζη, τα τριγλυκερίδια και το ουρικό οξύ του ορού προσδιορίστηκαν για κάθε χρονική στιγμή και για κάθε εθελοντή, με τη χρήση αυτοματοποιημένου βιοχημικού αναλυτή (COBAS c111, Roche, Basel, Switzerland).

8.3. Προσδιορισμός βιοδραστικών συστατικών επιλεγμένων βοτάνων και υποπροϊόντων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του SPSS (SPSS V.21.0). Η υπολογιστική ισχύς κάθε δείγματος υπολογίστηκε για την αναμενόμενη έκβαση των αποτελεσμάτων, αναφορικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα του φλεβικού πλάσματος (TAC), χρησιμοποιώντας Statmate V.2.0 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA, ΗΠΑ). Λαμβάνοντας ως $\alpha = 0.01$, το δείγμα 10-14 ατόμων επιτρέπει την ανίχνευση διαφοράς 0.21

mmol TAC/L μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης, που υπολογίζεται από την αναμενόμενη SD μεταξύ των διαφορών των ομάδων δοκιμής, ίση με 0.21 mmol/L. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$. Πριν από οποιαδήποτε στατιστική ανάλυση, όλες οι μεταβλητές δοκιμάστηκαν για την ακολουθία κανονικής κατανομής.

Για τις μεταβλητές που ακολουθούσαν την κανονική κατανομή, πραγματοποιήθηκαν επαναλαμβανόμενες δοκιμασίες post-hoc ANOVA και Bonferroni, καθώς και sign-rank Wilcoxon test, για την ανίχνευση των διαφορών μεταξύ των δειγμάτων πλάσματος και ορού στα 30min, 1.5h και 3h, για κάθε ομάδα θεραπείας και για τις μεταβολές από τις τιμές του baseline, για την TAC φλεβικού πλάσματος και τους βιοδείκτες ορού. Οι διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων θεραπείας ανά πάσα στιγμή και χρονική περίοδο από τις αρχικές τιμές εξετάστηκαν επίσης, με τη δοκιμασία paired samples t-test. Για μεταβλητές που δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή, πραγματοποιήθηκαν sign-rank Wilcoxon tests, για την εύρεση τόσο των μεταβολών των τιμών κάθε βιοδείκτη και για κάθε ομάδα θεραπείας ανά το χρόνο, όσο και για τις σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο θεραπειών, στις μελετώμενες χρονικές στιγμές, στα διαστήματα που μεσολάβησαν μεταξύ των αιμοληψιών, και για τις μεταβολές από τις αρχικές τιμές.

Οι μεταβλητές LDL- και HDL- χοληστερόλη, τα ολικά αντιοξειδωτικά, το ουρικό οξύ δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή. Οι μεταβλητές χοληστερόλη, τριγλυκερίδια και γλυκόζη ακολούθησαν κανονική κατανομή. Όλα τα δεδομένα ελήφθησαν υπόψη για τις στατιστικές αναλύσεις.

8.4 Αποτελέσματα

8.4.1 Χαρακτηριστικά εθελοντών

Δέκα συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν τη μελέτη, ενώ ένας εθελοντής αδυνατούσε να παρακολουθήσει τα ραντεβού της μελέτης. Τα χαρακτηριστικά των εθελοντών κατά την αρχική εξέταση παρουσιάζονται στον Πίνακα 27. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών σε όλες τις παραμέτρους. Η ανάλυση των ερωτηματολογίων συχνότητας τροφίμων έδειξε πως η πλειοψηφία των συμμετεχόντων κατανάλωνε φρούτα και λαχανικά 1-2 φορές την εβδομάδα, ενώ οι εθελοντές δήλωσαν ότι στη διατροφή τους συμπεριέλαβαν αμυλούχα τρόφιμα 1-2 φορές την εβδομάδα.

Πίνακας 27 Χαρακτηριστικά εθελοντών εκ του αρχικού ελέγχου

	N
Εθελοντές	14
Άνδρες	4
Γυναίκες	7
Καπνιστές	8
Συμπλήρωση διατροφής	1
Φυσική δραστηριότητα	
Χαμηλή	4
Μέτρια	3
Υψηλή	2
	Mean ± SD
Ηλικία (έτη)	22.8 ± 1.6a
Βάρος (kg)	75.2 ± 10.3b
Ύψος (cm)	168 ± 6.7c
ΔΜΣ	25.8 ± 6d

8.4.2 Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος

Η TAC του πλάσματος διέφερε μεταξύ των δύο ομάδων ως προς τις μεταβολές των τιμών στο χρονικό διάστημα 1.5-3 ώρες μετά την κατανάλωση του γεύματος. Η TAC του φλεβικού πλάσματος αυξήθηκε την τελευταία 1.5 ώρα μετά τη λήψη του λειτουργικού γεύματος (MD = 0.02, 6.5%) σε σύγκριση με το γεύμα ελέγχου, όπου το TAC μειώθηκε σημαντικά (MD = -0.13, 27.5%, $p = 0.05$), όπως φαίνεται στον Πίνακα 28. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης.

8.4.3 Επίδραση του λειτουργικού γεύματος στα λιπίδια, τη γλυκόζη και το ουρικό οξύ του ορού

Οι συγκεντρώσεις των τριγλυκεριδίων ορού διέφεραν σημαντικά μεταξύ των δύο θεραπειών 3 ώρες μετά τη λήψη των γευμάτων (paired samples t-test, $p = 0.041$ και χρόνος x θεραπεία, $p = 0.02$) (Πίνακας 29). Επιπλέον, βρέθηκε μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο θεραπειών στα διάφορα χρονικά διαστήματα ($p = 0.003$) και μεταξύ κάθε χρονικού σημείου και του baseline ($p = 0.004$). Αν και, τα επίπεδα τριγλυκεριδίων 3h μετά το γεύμα ελέγχου παρουσιάστηκαν ως μη σημαντικά αυξημένα, οι τιμές των τριγλυκεριδίων μειώθηκαν σημαντικά την τελευταία 1.5 ώρα (την περίοδο από 1.5-3 ώρες) μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος (MD= -19.87, 34.9% , $p = 0.05$) (Πίνακας 28).

Η συγκέντρωση της γλυκόζης στον ορό μειώθηκε σε μη σημαντικό, μεγαλύτερο βαθμό, 3 ώρες μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος (-18.7%, MD= -16.1) σε σύγκριση με τον βαθμό μείωσης που παρατηρήθηκε 3h μετά την κατανάλωση του γεύματος ελέγχου (2.1%) MD= -1.6). Μια στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε για τις μεταβολές στη συγκέντρωση της γλυκόζης με την πάροδο του χρόνου στην ομάδα ελέγχου, και πιο συγκεκριμένα για τις μεταβολές από τα 30 λεπτά στις 3 ώρες ($p= 0.001$, $p_{\text{Bonferroni}}=-23$) και για όλα τα χρονικά διαστήματα μεταξύ της δειγματοληψίας αίματος ($\Delta 30\text{min-baseline } p= 0.012$, $\Delta 1.5\text{h-30min } p= 0.051$, $\Delta 3\text{h-1.5h } p= 0.035$) (Πίνακας 28). Η συγκέντρωση της γλυκόζης στον ορό διέφερε σημαντικά ως προς τα χρονικά σημεία δειγματοληψίας ($p= 0.022$) και για όλες τις μεταβολές που παρατηρήθηκαν από τις αρχικές τιμές ($p= 0.046$), μετά την κατανάλωση και των δύο γευμάτων (Πίνακας 29).

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για οποιαδήποτε αλληλεπίδραση σχετικά με τους υπόλοιπους βιοδείκτες που δοκιμάστηκαν (ολική, HDL-, LDL-χοληστερόλη και ουρικό οξύ), καθώς υπήρχε παρόμοια ανταπόκριση στα επίπεδα αυτών των βιοδεικτών μετά την κατανάλωση και των δύο γευμάτων.

Στον Πίνακα 30 συνοψίζονται οι στατιστικώς σημαντικές επιδράσεις των λειτουργικών μπισκότων στους μελετώμενους βιοδείκτες, μετά κατανάλωσης του γεύματος ελέγχου και του λειτουργικού γεύματος. Στον Πίνακα 31 φαίνεται η επίδραση των γευμάτων σε σχέση με το χρόνο και οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και παρέμβασης, ως προς τις αποκρίσεις των μελετώμενων βιοδεικτών.

Πίνακας 28 Επιδράσεις των λειτουργικών μπισκότων στις συγκεντρώσεις TAC πλάσματος, τη γλυκόζη και τα τριγλυκερίδια ορού.

a. Σημαντικές διαφορές κάθε θεραπείας ανάλογα με το χρόνο

Βιοδείκτης	Pvalue ^a	Χρονικά διαστήματα	Mean Difference	
			P ^{Bonferroni test} ^b	P ^{Wilcoxon test} ^c
Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) (mmol/L)				
Ελέγχου		30min-Baseline		0.109
		1.5h-30min		0.285
		3h-1.5h		0.05*
Λειτουργικό		30min-Baseline		0.109
		1.5h-30min		0.109
		3h-1.5h		0.285
Γλυκόζη (mg/dL)				
Ελέγχου	0.024*	Δ baseline- Δ 30min		0.012
		Δ 30min- Δ 1.5h		0.05

		Δ 1.5h- Δ 3h		0.035
	0.001*	Δ 1.5h-30min	-23	
Λειτουργικό	0.896			

Τριγλυκερίδια (mg/dL)

Ελέγχου	0.13		
Λειτουργικό	0.05*	3h-1.5h	-19.8

^a Οι τιμές p αντιπροσωπεύουν τη στατιστική σημαντικότητα σε βάθος χρόνου για κάθε θεραπεία και για τις μεταβλητές που ακολουθούν κανονική κατανομή.

^b Το p δείχνει τη μέση διαφορά που ελήφθη από τη δοκιμή Bonferroni για τις βασικές χρονικές περιόδους για κάθε θεραπεία και για τις μεταβλητές που ακολουθούν κανονική κατανομή.

^c Οι τιμές p αντιπροσωπεύουν τη στατιστική σημασία με την πάροδο του χρόνου για κάθε θεραπεία και για μεταβλητές που δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

* αντιστοιχούν στατιστικές σημαντικές διαφορές ($p < \eta = 0.05$).

Πίνακας 29 Σημαντική διαφορά μεταξύ θεραπείας ελέγχου και λειτουργικής, με την πάροδο του χρόνου και για τις μεταβολές από τις τιμές baseline, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις TAC στο πλάσμα καθώς και της γλυκόζη και των τριγλυκεριδίων ορού.

Βιοδείκτης	Θεραπεία	Χρόνος	Θεραπεία x Χρόνος	Σύγκριση θεραπειών		
				Mean Difference	Paired-Samples t-test	Wilcoxon sign rank test
	Pvalue ^a	Pvalue ^a	Pvalue ^a	Χρονική στιγμή	Pvalue ^b	Pvalue ^c
Γλυκόζη (mg/dL)	0.114	0.022*	0.45			
Τριγλυκερίδια (mg/dL)	0.171	0.297	0.02*	3h	0.041	
Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) (mmol/L)				30min		0.782
				1.5h		0.312
				3h		0.153

Βιοδείκτης	Θεραπεία	Χρόνος	Θεραπεία x Χρόνος	Mean Difference	Paired-Samples t-test	Wilcoxon sign rank test
Γλυκόζη (mg/dL)	0.146	0.046*	0.777			Pvalue ^e
Τριγλυκερίδια (mg/dL)	0.004*	0.182	0.297			
Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) (mmol/L)				Δ 30min-baseline		0.875

Δ1.5h-baseline	0.381
Δ3h-baseline	0.081

^a Οι τιμές P υποδεικνύουν τη στατιστική σημαντικότητα για την επίδραση της θεραπείας, την επίδραση του χρόνου και την αλληλεπίδραση της θεραπείας x χρόνου, που λαμβάνονται με επαναλαμβανόμενες δοκιμές ANOVA, για τις αλλαγές μεταξύ των χρονικών σημείων και για τις μεταβλητές που ακολουθούν μια κανονική κατανομή

^b Η τιμή P υποδεικνύει τη στατιστική σημασία για την επίδραση της θεραπείας στα χρονικά σημεία που λαμβάνονται με τα *paired samples t-test* για τις μεταβολές μεταξύ των χρονικών σημείων και για τις μεταβλητές που ακολουθούν μια κανονική κατανομή.

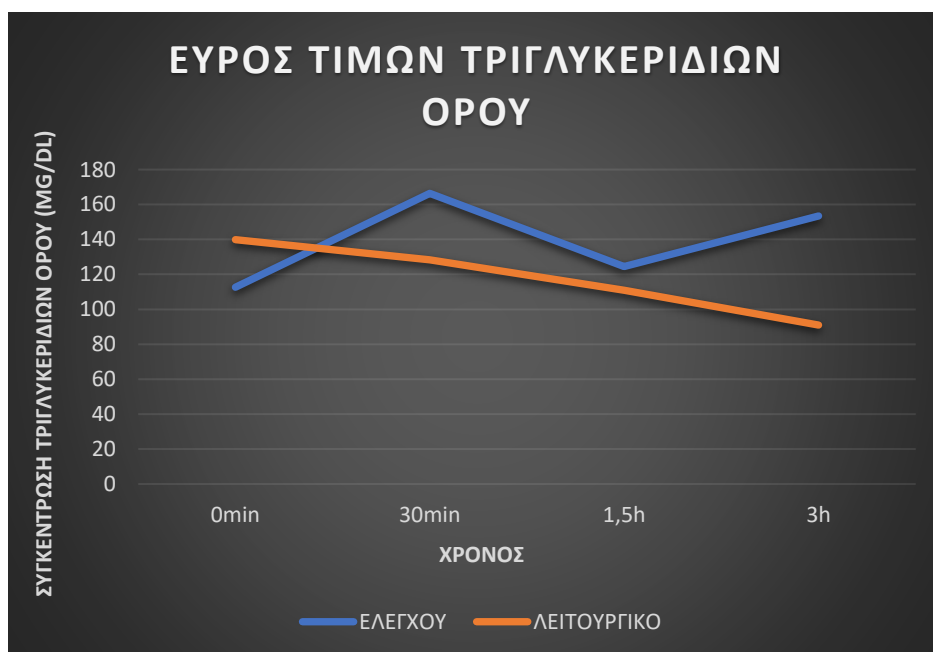
^c Η τιμή P υποδεικνύει τη στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο θεραπειών στα χρονικά σημεία που λήφθηκαν με τη δοκιμή *sign rank Wilcoxon test* και για τις μεταβλητές που δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

^d Η τιμή P υποδεικνύει τη στατιστική σημασία για την επίδραση της θεραπείας, την επίδραση του χρόνου και την αλληλεπίδραση της θεραπείας x χρόνου, που ελήφθη με επαναλαμβανόμενες δοκιμές ANOVA για τις μεταβολές ως και 3h από τις τιμές του baseline (νηστείας) και για την μεταβλητές που ακολουθούν μια κανονική κατανομή.

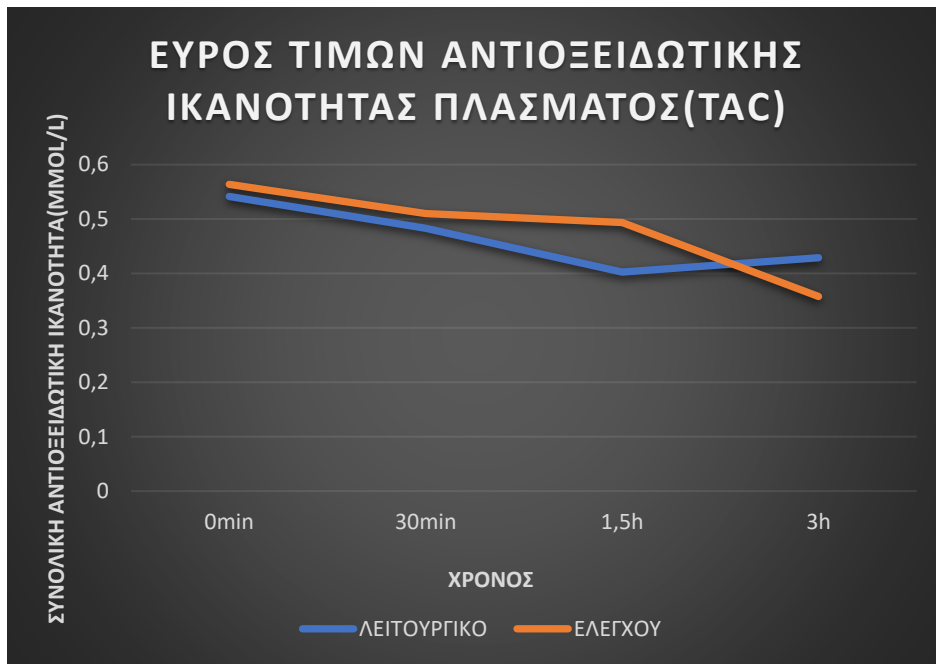
^e Η τιμή P υποδεικνύει τη στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο θεραπειών για τις μεταβολές ως και 3h από τις τιμές του baseline (νηστείας), που λήφθηκαν με τη δοκιμή *sign rank Wilcoxon test* και για τις μεταβλητές που δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

* Υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα

Στο Σχήμα 17 απεικονίζονται διαγραμματικά οι μεταγευματικές αποκρίσεις των τριγλυκεριδίων ορού και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος (TAC), μετά κατανάλωσης του γεύματος ελέγχου και του λειτουργικού γεύματος.



[a]



[b]

Σχήμα 17 [a] Οι σημαντικές μεταβολές των τριγλυκεριδίων ορού μετά κατανάλωσης του λειτουργικού γεύματος και του γεύματος ελέγχου [b] Οι σημαντικές μεταβολές της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος μετά κατανάλωσης του λειτουργικού γεύματος και του γεύματος ελέγχου

8.5 Συζήτηση κλινικής μελέτης-διατροφικής παρέμβασης διερεύνησης της μεταγευματικής επίδρασης της κατανάλωσης λειτουργικών μπισκότων, ενισχυμένων με πάστα ελιάς σε μεταβολικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών

Η σημασία των ευρημάτων της οξείας επίδρασης της επικείμενης διατροφικής παρέμβασης στους μελετώμενους μεταβολικούς μεταγευματικούς βιοδείκτες, έγκειται στα υφιστάμενα επιστημονικά δεδομένα που υποδηλώνουν ότι η μεταγευματική υπερλιπιδαιμία, η υπεργλυκαιμία και η πρόκληση οξειδωτικού στρες σχετίζονται με την αγγειακή δυσλειτουργία [116]. Τα μπισκότα της παρέμβασης, επιλέχθηκε να ενισχυθούν με πάστα ελιάς (πομάσα και φλοιός ελιάς), που αποτελεί ένα υποπροϊόν της ελαιοποίησης, υψηλής διατροφικής αξίας, καθώς και με αρωματικά φυτά, τα οποία κατά τις *in vitro* πειραματικές διαδικασίες του κεφαλαίου 6.1 επέδειξαν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Το κύριο εύρημα της κλινικής αυτής μελέτης ήταν πως τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων του ορού των εθελοντών, μειώθηκαν σταδιακά μετά την κατανάλωση του γεύματος που περιείχε ενισχυμένα με πάστα ελιάς και βότανα, λειτουργικά μπισκότα. Ειδικότερα, η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων στον ορό μειώθηκε σημαντικά 3 ώρες μετά τη λήψη του λειτουργικού γεύματος. Αντιθέτως, για την ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε πως 3 ώρες μετά κατανάλωσης του γεύματος που περιείχε τα μπισκότα ελέγχου, οι τιμές των τριγλυκεριδίων του ορού ήταν σημαντικά υψηλότερες από τις τιμές νηστείας. Η ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών

τροφίμων, πλουσίων σε βιοενεργά συστατικά, αντλούμενα εκ της Μεσογειακής Διατροφής, θα μπορούσε να προταθεί ως ένας εναλλακτικός τρόπος για την ενίσχυση της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, τη βελτίωση των διατροφικών συνηθειών και τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων ασθενειών και λοιμώξεων, ιδιαίτερα στην περίοδο μετά την πανδημία της COVID-19.

Η εντοπιζόμενη ευεργετική επίδραση του γεύματος που εμπειριείχε μπισκότα εμπλουτισμένα με πάστα ελιάς, στις συγκεντρώσεις των τριγλυκεριδίων του ορού, θα μπορούσε να αποδοθεί στην παρουσία του ελαϊκού οξέος, το βασικό μονοακόρεστο λιπαρό οξύ που παρέχεται εκ της πάστας ελιάς. Η πρόσληψη ελαϊκού οξέος έχει συσχετιστεί με βελτιωμένο ή αμετάβλητο λιπιδαιμικό προφίλ, κυρίως λόγω της μείωσης των επιπέδων της ολικής και της LDL- χοληστερόλης. Τα διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με την επίδραση της μεταγευματικής κατανάλωσης πλουσίων σε ελαϊκό οξύ, τροφίμων, στα επίπεδα τριγλυκεριδίων καθίστανται αντικρουόμενα. Ωστόσο, έχει προταθεί η αντικατάσταση των trans- λιπαρών με ελαϊκό οξύ, για την επίτευξη της αύξησης της HDL- χοληστερόλης και της μείωσης των επιπέδων τριγλυκεριδίων του ορού [229].

Η σύνθεση των λιπαρών οξέων ενός γεύματος επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις επακόλουθες αποκρίσεις, καθώς τα πρώτα χυλομικρά, εμπλουτισμένα με τριακυλογλυκερόλη, που εμφανίζονται στην κυκλοφορία μετά το γεύμα περιέχουν τις τριακυλογλυκερόλες του προηγούμενου γεύματος. Σε μια μελέτη όπου εξετάστηκαν οι αποκρίσεις ενός γεύματος ελέγχου, ενός γεύματος εμπλουτισμένου με βούτυρο και ενός γεύματος εμπλουτισμένου με ελαιόλαδο, διαπιστώθηκε πως το βούτυρο έτεινε να προκαλεί σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις τριακυλογλυκερολών, κατά τη διάρκεια της περιόδου δοκιμής των 8 ωρών, συγκριτικά με το ελαιόλαδο. Επιπλέον, ένα γεύμα εμπλουτισμένο με βούτυρο οδήγησε σε μειωμένα επίπεδα HDL-χοληστερόλης, κάτι που δεν παρατηρήθηκε μετά την κατανάλωση ενός γεύματος εμπλουτισμένου με ελαιόλαδο. Αυτά τα αποτελέσματα ενδεχομένως να αποδίδονται στο γεγονός ότι η χορήγηση τριγλυκεριδικών γαλακτωμάτων οδηγεί σε αυξημένες συγκεντρώσεις λιπαρών οξέων, που έγκειται στη δραστηριότητα της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης [230].

Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα ευρήματα της παρουσιαζόμενης μελέτης, όπου μετά την κατανάλωση του γεύματος που περιείχε τα εμπλουτισμένα με πάστα ελιάς μπισκότα, παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης των τριγλυκεριδίων ορού των εθελοντών, σε αντίθεση με το γεύμα ελέγχου. Ωστόσο, δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στην απόκριση της HDL- χοληστερόλης μεταξύ του γεύματος ελέγχου και του λειτουργικού γεύματος. Σε μια μελέτη παρέμβασης, στην οποία 10 εθελοντές με υψηλά επίπεδα γλυκόζης νηστείας κατανάλωσαν ένα γεύμα με ελαιόλαδο ή όχι, διαπιστώθηκε πως το γεύμα που περιείχε ελαιόλαδο οδήγησε σε στατιστικά σημαντική μείωση των επιπέδων τριγλυκεριδίων, γλυκόζης και της από λιποπρωτεΐνης Apo B-48, σε σχέση με το γεύμα που δεν περιείχε ελαιόλαδο. Αυτή η ευεργετική μεταγευματική επίδραση του ελαιολάδου πιθανόν να αιτιολογείται εκ της ρύθμισης της έκκρισης ινκρετινών [231]. Άλλωστε, οι Gilmore et al. παρατήρησαν μια διαιτητική παρέμβαση 5 εβδομάδων, με υψηλή περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λίπη, οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης της HDL-χοληστερόλης και μείωση της αναλογίας LDL:HDL χοληστερόλης [232].

Η αύξηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) στο πλάσμα, που παρατηρήθηκε 3 ώρες μετά κατανάλωσης του γεύματος με τα λειτουργικά μπισκότα πιθανόν να έγκειται στις αυξημένες συγκεντρώσεις των πολυφαινολικών μεταβολιτών, όπως η τυροσόλη, η υδροξυ-τυροσόλη και η ελευρωπαΐνη. Ο συνδυασμός αυτών των φαινολικών έχει αποδειχθεί ότι καθίσταται ισχυρός κατά της οξείδωσης των ελεύθερων ριζών, αναστέλλοντας παράλληλα την οξείδωση των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας, και ενδεχομένως να μεταφέρθηκαν στην κυκλοφορία. [231].

Πολυάριθμες μελέτες επιβεβαιώνουν την αντιοξειδωτική επίδραση ενός γεύματος που περιέχει μπισκότα, εμπλουτισμένα με πάστα ελιάς, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι η κατανάλωση ενός γεύματος με υψηλή περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά δύναται να οδηγήσει σε αυξημένες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών στο πλάσμα, σε σύγκριση με πλούσια σε πολυακόρεστα ή κορεσμένα λίπη γεύματα. Τα παρεχόμενα εκ του γεύματος, πλούσια σε μονοακόρεστα λίπη, τριγλυκεριδικά σωματίδια (TRL), πιθανόν να παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγγένεια με τον ηπατικό υποδοχέα που εμπλέκεται στο μεταβολισμό των λιπιδίων, οδηγώντας σε ταχύτερη και αποτελεσματικότερη εξουδετέρωση των TRL, συγκριτικά με άλλους τύπους λιποειδών [231]. Η τάση αύξησης της δράσης έναντι των ελευθέρων ριζών του πλάσματος, 3 ώρες μετά τη λήψη του λειτουργικού γεύματος, καθίσταται σύμφωνη με την αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος. Παρ' όλα αυτά η ευεργετική αυτή τάση απέτυχε να φτάσει σε στατιστική σημαντικότητα, πιθανώς λόγω του περιορισμένου αριθμού εθελοντών, που αποτελεί και περιορισμό της μελέτης.

Το τελευταίο εύρημα ετούτης της μελέτης ήταν η τάση προς εντονότερη μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα των εθελοντών, 30 λεπτά μετά την κατανάλωση του γεύματος που περιελάμβανε τα ενισχυμένα με πάστα ελιάς, μπισκότα. Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται από προγενέστερη κλινική μελέτη σε υγιείς εθελοντές, η οποία διαπίστωσε πως η ελευρωπαΐνη, η οποία περιλαμβάνεται στη σύνθεση του ελαιολάδου, πιστεύεται ότι μειώνει τη μεταγευματική γλυκαιμία. Αυτή η ευεργετική δράση οφείλεται πιθανώς στην αυξημένη δραστηριότητα των ινκρετινών GLP1 και GIP, αναστέλλοντας τη δραστηριότητα του ενζύμου DPP-4 (διπεπτιδυλική πεπτιδάση). Οι ινκρετίνες εκκρίνονται εκ του περιφερικού λεπτού εντέρου, ως απόκριση στη διέγερσή του, δεσμεύοντας τους υποδοχείς στο ενδοκρινικό πάγκρεας, προκαλώντας έκκριση ινσουλίνης και μείωση της μεταγευματικής γλυκόζης στο αίμα [231].

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως τόσο η ρίγανη, όσο και το θυμάρι που προστέθηκαν στα μπισκότα, πιθανότατα να συνέβαλαν, σε μικρότερο βαθμό, στην ευεργετική επίδραση που μπορεί να έχει ο εμπλουτισμός των μπισκότων με ένα μείγμα πάστας ελιάς. Η πιθανή βιοδραστικότητα αυτών των αρωματικών φυτών της ελληνικής γης, στη μεταγευματική λιπαιμία, τη γλυκαιμία και το οξειδωτικό στρες έχει εκτενώς διερευνηθεί και έγκειται κυρίως στα βιοενεργά συστατικά που περιέχουν, όπως η θυμόλη, η καρβακρόλη κ.λπ. [233].

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, η ανάγκη για ανάπτυξη από τη βιομηχανία τροφίμων καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων με αυξημένη θρεπτική αξία και πιθανές επιπτώσεις στην υγεία αυξάνεται συνεχώς. Οι απαιτήσεις των καταναλωτών εστιάζουν επίσης σε νέα τρόφιμα που βασίζονται τόσο σε παραδοσιακές όσο και σε θρεπτικές

πρώτες ύλες, με παράλληλη θετική επίδραση στο περιβάλλον. Δεδομένων των αποτελεσμάτων που αντλήθηκαν από τα προκαταρκτικά πειράματα προσδιορισμών βιοενεργών συστατικών που παρέχονται εκ των αρωματικών φυτών (κεφάλαιο 6.1), σε συνδυασμό με τα ευρήματα της παρούσας διατροφικής παρέμβασης, σημειώνεται πως η ανάπτυξη λειτουργικών μπισκότων εμπλουτισμένων με βιοδραστικές ενώσεις που ανακτήθηκαν από βότανα και υποπροϊόντα ελιάς, μπορεί να συμβάλει σε βιοδείκτες που συνδέονται με πιθανή βιοδραστικότητα και ενδεχόμενα οφέλη στην υγεία.

Η χρήση ελιών δεύτερης κατηγορίας, καθώς και η μελλοντική χρήση φύλλων ελιάς και εκχυλισμάτων πυρηνελαίου, ως υποπροϊόντα ελαιολάδου, μπορεί να βοηθήσει στην επίλυση ενός τεράστιου περιβαλλοντικού προβλήματος, με την αξιοποίηση των βιομηχανικών ρύπων και παράλληλα να συμβάλει στην απομόνωση πολύτιμων βιοδραστικών ενώσεων για τη δημιουργία καινοτόμων προϊόντων διατροφής [234]. Επιπλέον, η χρήση παραδοσιακών φυσικών λειτουργικών τροφίμων, όπως ελιές, ελαιόλαδο και βότανα θα μπορούσε να ενισχύσει την τάση για καινοτομία στη βιομηχανία τροφίμων, μέσω της ανάπτυξης επεξεργασμένων νέων βιολειτουργικών τροφίμων με διατροφικούς ισχυρισμούς και πιθανή βιοδραστικότητα, όπως μπισκότα, τυριά, γιαούρτια. κ.λπ.

9. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΑΛΤΣΑΣ ΤΥΠΟΥ “MISO”, ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ ΦΛΟΙΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ, ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ-ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ

9.1. Ανάπτυξη καινοτόμου λειτουργικής, σάλτσας τύπου “miso”, ενισχυμένης με εκχυλίσματα φλοιών φρούτων και λαχανικών

9.1.1. Εισαγωγή-Σκοπός

Τα τελευταία έτη έχει εκδηλωθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την εφαρμογή βιοδιεργασιών, δηλαδή διεργασιών που έχουν ως βάση τις αρχές της χημείας, βιολογίας και μηχανικής, για την ανάπτυξη, το σχεδιασμό και παραγωγή πολύπλοκων, καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, υψηλής διατροφικής αξίας, με χρήση διαφόρων υποπροϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, το επίκεντρο του ερευνητικού ενδιαφέροντος αποτελεί η υπόθεση πως είναι δυνατή η δημιουργία καινοτόμων, λειτουργικών, ζυμώμενων σαλτσών τύπου “miso”, με βάση ελληνικά όσπρια, μέσω αξιοποίησης υποπροϊόντων τροφίμων και μέσω εφαρμογής των βιοδιεργασιών.

Υφιστάμενες επιστημονικές αναφορές υποστηρίζουν πως η ζύμωση επιδρά ευεργετικά στο αντιοξειδωτικό περιεχόμενο διαφόρων υποστρωμάτων, όπως του πιτύρου κριθαριού, σίτου και ρυζιού. Έτσι, επιτυγχάνεται η βελτίωση της σύστασης σε βιοδραστικές ενώσεις των αγροβιομηχανικών υποπροϊόντων. Δύναται δε να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση των λειτουργικών ιδιοτήτων των τροφίμων και ως σημαντικό εργαλείο για την ανάπτυξη καινοτόμων τροφίμων με ευεργετικές θρεπτικές ιδιότητες [235]. Το “miso” είναι μια πάστα σόγιας που έχει υποστεί ζύμωση και καταναλώνεται στην παραδοσιακή ιαπωνική διατροφή. Η προτίμηση του από τους καταναλωτές διαρκώς αυξάνεται, λόγω της διατροφικής αξίας του και των οφελών που προσφέρει στην υγεία [236].

Η παραγωγή miso περιλαμβάνει μια ζύμωση δύο σταδίων. Στο πρώτο στάδιο, που διαρκεί 48 ώρες, ο χρησιμοποιούμενος νηματοειδής ζυμομύκητας του είδους *Aspergillus*, όπως ο *Aspergillus oryzae*, εμβολιάζεται σε ένα υπόστρωμα. Κατά τη διάρκεια του σταδίου αυτού ο ζυμομύκητας παράγει και εκκρίνει πολλά ένζυμα. Μετά την ολοκλήρωση του πρώτου σταδίου, ακολουθεί μια δεύτερη ζύμωση από βακτήρια και μαγιά, όταν στο προϊόν της πρώτης(koji) προστίθεται αλάτι και πουρές σόγιας. Το miso δύναται να αφηθεί προς ζύμωση για έως και 2 έτη [237].

Από τα *in vitro* πειράματα του κεφαλαίου 6.1 αντλήθηκε το συμπέρασμα πως τα εκχυλίσματα φλοιών φρούτων επιδεικνύουν υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα, με αξιοσημείωτη περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά και καρτενοειδή. Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν το έναυσμα για τη χρησιμοποίησή τους στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου τροφίμου [238]. Επομένως, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η δημιουργία μιας καινοτόμου, λειτουργικής σάλτσας τύπου “miso”, μέσω αξιοποίησης οσπρίων και πιτύρων σιτηρών (υπόστρωμα) του Βορείου Αιγαίου, που απορρίπτονται από τη γραμμή παραγωγής, καθώς και υποπροϊόντων-παραπροϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων. Στους επιμέρους στόχους περιλαμβάνεται η διερεύνηση της περιεκτικότητας βιοδραστικών συστατικών στην παραγόμενη, ελληνικού τύπου “miso”, βιολειτουργική σάλτσα.

9.1.2. Υλικό και Μέθοδος

9.1.2.1 Ανάπτυξη καινοτόμου βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso»

Τα υλικά και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση των πειραμάτων της παρούσας μελέτης καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 30 Υλικά και εξοπλισμός διεξαγωγής πειραμάτων ανάπτυξης της καινοτόμου, βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso»

Εξοπλισμός	Υλικά
Μικροπιπέτες (10-100μL, 100-1000μL)	Ρεβύθια 3 ^{ης} διαλογής (<i>Cicer arietinum</i>)
Ρύγχη πιπετών	Αρακάς 3 ^{ης} διαλογής (<i>Pisum sativum</i>)
Μικροφυγοκεντρικά σωληνάρια τύπου erpendorf (1,5mL)	Φλοιός καρότου (<i>Daucus carota</i>)
Χαρτί Whatman	Φλοιός πορτοκαλιού (<i>Citrus X sinensis</i>)
Σιφόνια	Φλοιός μήλου (<i>Malus domestica</i>)
Πουάρ	Φλοιός ακτινιδίου (<i>Actinidia chinensis</i>)
Φιάλες τύπου Duran	Φλοιός καρπουζιού (<i>Citrullus lanatus</i>)
Πιάτα πολλαπλών θέσεων (96-well plates)	Φλοιός μπανάνας (<i>Musa acuminata colla</i>)
Αναδευτήρας vortex	Πίτυρο μαυραγανίου (<i>Triticum durum</i>)
Αναλυτικός ζυγός ακριβείας	Πίτυρο σίτου (<i>Triticum aestivum</i>)
Υδατόλουτρο υπερήχων	Πίτυρο καλαμποκιού (<i>Zea mays</i>)
Απαγωγός αερίων	Σπόρια <i>Aspergillus oryzae</i> & <i>Aspergillus niger</i>
Ψυχόμενη φυγόκεντρος	Άφκος (<i>Lathyrus Ochrus</i>)
Φασματοφωτόμετρο κατάλληλο για πιάτα πολλαπλών θέσεων	Ρεβύθια (<i>Cicer arietinum</i> ‘Παυαγιά’)
Ξηραντήρας	
dH ₂ O	
Κωνικές φιάλες	
Ποτήρια ζέσεως	
Ογκομετρικοί κύλινδροι	
Επιτραπέζιο πεχάμετρο	
Ανακινούμενος επωαστήρας	
Λύχνος Bunsen	
Εργαστηριακή σπάτουλα	

Δοκιμαστικοί σωλήνες με βιδωτό πώμα	
Κωνικές φιάλες	
Αλουμινόχαρτο	
Ανυδρόφιλο βαμβάκι	
Σκεύος άλεσης	

Τα όσπρια- ρεβύθια (*Cicer arietinum* Παναγιά) και άφκος (*Lathyrus Ochrus*) που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της καινοτόμου σάλτσας τύπου “miso”, αποτελούν Λημνιές ποικιλίες οσπρίων και αποτελούν ευγενική χορηγία της εταιρείας παραγωγής Π.Χ. ΣΑΛΑΜΟΥΣΑΣ, Λήμνος. Το πίτυρο σίτου μαυραγανίου (*Triticum durum*), που αποτελεί ιδιαίτερη ποικιλία σίτου συμβολαιακής καλλιέργειας, χορηγήθηκε ευγενικά εκ της εταιρείας ΧΡΥΣΑΦΗ, Λήμνος. Τα πίτυρα σίτου (*Triticum aestivum*) και καλαμποκιού (*Zea mays*) χορηγήθηκαν δωρεάν εκ της Ένωσης Αγροτικών Συνεταιρισμών Λήμνου- Εκκοκκιστήριο, Λήμνος. Τα ρεβύθια και ο αρακάς 3^{ης} διαλογής, καθώς και τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά που χρησίμευσαν για την αξιοποίηση των φλοιών τους, προμηθεύτηκαν από την Σουσαλής, Α. & Ι. Ο.Ε, Λήμνος. Όλα τα χημικά και αντιδραστήρια, καθώς και τα σπόρια του μύκητα *Aspergillus oryzae* & *Aspergillus niger* προμηθεύτηκαν από τη Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany).

Κατά την έναρξη των πειραματικών διαδικασιών ανάπτυξης της καινοτόμου, βιο- λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», διαχωρίστηκαν οι φλοιοί φρούτων και λαχανικών και παρασκευάστηκαν υδατικά εκχυλίσματα φλοιών καρότου, πορτοκαλιού, μπανάνας, μήλου, ακτινιδίου και καρπουζιού όπως περιγράφηκε στις ενότητες 6.1.4.1. και 6.1.4.2. Ακολούθως, σε κωνική φιάλη προστέθηκαν 30mL εκχυλίσματος φλοιού καρότου (5%), 30mL εκχυλίσματος φλοιού πορτοκαλιού (5%), 20mL εκχυλίσματος φλοιού μήλου (5%), 10mL εκχυλίσματος φλοιού μπανάνας (5%), 5mL εκχυλίσματος φλοιού ακτινιδίου (5%) και 5mL εκχυλίσματος φλοιού καρπουζιού (5%). Έτσι, δημιουργήθηκε ένα εκχύλισμα [E] με τα προαναφερθέντα, των 100mL. Το εκχύλισμα αυτό χωρίστηκε σε κλάσματα του 1.5mL, τα οποία αποθηκεύτηκαν στους -20° C, ως τη χρήση εκάστου. Στην Εικόνα 30 απεικονίζεται το εκχύλισμα που παρασκευάστηκε από ανάμειξη υδατικών εκχυλισμάτων παραπροϊόντων των προαναφερθέντων φρούτων και λαχανικών.



Εικόνα 30 Το υδατικό εκχύλισμα φλοιών φρούτων που χρησιμοποιήθηκε κατά τη δημιουργία της καινοτόμου βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso»

Με βάση επιστημονικά δεδομένα προηγούμενων μελετών και για τη διαδικασία της ζύμωσης, με σκοπό τη δημιουργία προστιθέμενης αξίας, τα πλιτύρα σίτου, καλαμποκιού και μαυραγανίου (τοπική ποικιλία Λήμνου, συμβολαιακής καλλιέργειας) χρησιμοποιήθηκαν ως υπόστρωμα για εμβολιασμό με το ζυμομύκητα.

Οι πειραματικές διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την ανάπτυξη της καινοτόμου σάλτσας χωρίστηκαν σε τρία επιμέρους πειράματα, που διαφοροποιούνταν ως προς τις εξής συνθήκες:

Πίνακας 31 Διαφοροποίηση επιμέρους πειραμάτων

	Πείραμα 1	Πείραμα 2	Πείραμα 3
600h- Προσθήκη διαλύματος NaCl 2M (τελ.συγκέντρωση 12%)	50% v/w	25% v/w	25% v/w
	4rpm	Μη ανάδευση	4rpm
600h- Επώαση	30° C	4° C	30° C

Ολοκλήρωση βιοδιεργασιών	720h	840h	840h
-----------------------------	------	------	------

Πείραμα 1

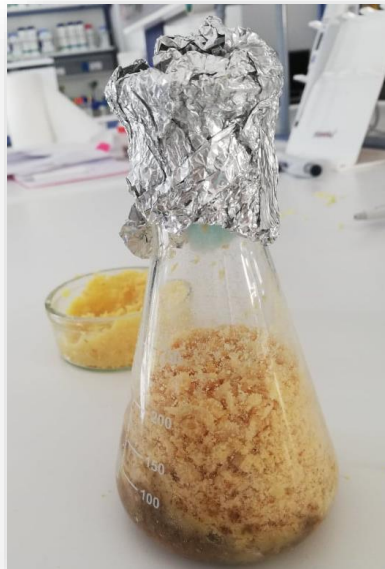
Αρχικά μουλιάστηκαν για 12 ώρες ρεβύθια και αρακάς (3^{ης} διαλογής), και ακολούθησε αποστείρωση (μέσω βρασμού) σε κατάλληλο μαγειρικό σκεύος, στους 121° C, για 40min. Μετά το τέλος του βρασμού τα όσπρια αλέσθηκαν ως να ομογενοποιηθούν. Υπό ασηπτικές συνθήκες σε κωνική φιάλη προστέθηκε 1g υπόστρωμα, που περιείχε 25% πίτυρο μαυραγανίου, 12.5% πίτυρο σίτου, 12.5% πίτυρο καλαμποκιού, καθώς και 30% ρεβύθια και 20% αρακά (Y). Ακολούθησε αποστείρωση με τη βοήθεια λύχνου bunsen και πάλι στους 121° C, για 40min. Σε αποστειρωμένο δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 1.9mL αποστειρωμένο απιονισμένο νερό και 10 cf/mL σπόρια του μύκητα *Aspergillus niger* και *Aspergillus oryzae*. Ο δοκιμαστικός σωλήνας σκεπάστηκε με βιδωτό πώμα, αναδεύθηκε χειροκίνητα και τοποθετήθηκε στους 4°C για 30min. Με το πέρας της 30min παραμονής, ο δοκιμαστικός σωλήνας που περιείχε το εναιώρημα του ζυμομύκητα αφαιρέθηκε και παρέμεινε σε θερμοκρασία δωματίου. Στην κωνική φιάλη που περιείχε το στερεό υπόστρωμα, και υπο ασηπτικές συνθήκες, προστέθηκαν σταδιακά σταγόνες από το εναιώρημα συγκέντρωσης του μύκητα, με αυτόματη πιπέττα. Η κωνική φιάλη σκεπάστηκε με ανυδρόφιλο βαμβάκι και αλουμινόχαρτο και τοποθετήθηκε σε ανακινούμενο (40rpm) επωστήρα, στους 45° C, για 48 ώρες. Με το τέλος της επώασης η κωνική φιάλη τοποθετήθηκε στους 4° C, ως την ημέρα συνέχισης της διαδικασίας.

Για τη συνέχιση της διαδικασίας της ζύμωσης, υπό ασηπτικές συνθήκες στην κωνική φιάλη προστέθηκαν 10mL από το προετοιμασμένο εκχύλισμα (E), και η καλλιέργεια συνθλίφτηκε με αποστειρωμένη σπάτουλα. Ακολούθησε διήθηση και παραλαβή του υγρού που περιείχε μικροοργανισμούς και εκχύλισμα. Με το υγρό αυτό εμβολιάστηκε νέα κωνική φιάλη που περιείχε ίδιο τύπο υποστρώματος (Y), το οποίο είχε προηγουμένως ενυδατωθεί με 10mL εκχυλίσματος (E), για 1 ώρα στους 4° C. Η νέα κωνική φιάλη επανατοποθετήθηκε στον ανακινούμενο επωστήρα στους 45° C για 48 ώρες. Στην Εικόνα 31 φαίνεται η ανάπτυξη του μικροοργανισμού (*Aspergillus niger* και *Aspergillus oryzae*) στο ενυδατωμένο με εκχύλισμα, στερεό υπόστρωμα πτύρων σιτηρών και οσπρίων, μετά την ολοκλήρωση της επώασης.



Εικόνα 31 Το περιεχόμενο της κωνικής φιάλης (στερεό υπόστρωμα, διήθημα με μικροοργανισμό και εκχύλισμα) μετά την ολοκλήρωση της 48h επώασης.

Κατά την παραμονή 48 ώρες πραγματοποιήθηκε προετοιμασία των οσπρίων. Τα ρεβύθια μουλιάστηκαν για 24 ώρες και βράστηκαν για 1h στους 100° C, ενώ ο άφκος μουλιάστηκε για 12 ώρες και βράστηκε στους 100° C, για 30 λεπτά. Μετά το βρασμό τα όσπρια στραγγίστηκαν και αλέστηκαν. Μετά την 48ωρη επώαση του περιεχομένου της κωνικής φιάλης, αυτό παραλήφθηκε, ζυγίστηκε, και προστέθηκε ίση ποσότητα οσπρίων (50% άφκος και 50% ρεβύθια). Η κωνική φιάλη και πάλι σκεπάστηκε με ανυδρόφιλο βαμβάκι και αλουμινόχαρτο, και τοποθετήθηκε στον ανακινούμενο επωαστήρα στους 47.2° C, για 50 ώρες. Στην Εικόνα 32 απεικονίζεται το περιεχόμενο της κωνικής φιάλης (μείγμα οσπρίων και ανεπτυγμένος μικροοργανισμός), στην αρχή της βιοδιεργασιομετατροπής.



Εικόνα 32 Η κωνική φιάλη που περιείχε το μείγμα οσπρίων και τον ανεπτυγμένο μικροοργανισμό, στην αρχή της βιοδιεργασιομετατροπής.

Με το πέρας της 50ωρης επώασης, παρασκευάσθηκαν 3 παραλλαγές ζυμούμενης σάλτσας, μετά από ανάμειξη του προϊόντος ζύμωσης με εκχύλισμα [E] ως εξής:

Πίνακας 32 Σύσταση παραλλαγών ζυμούμενης σάλτσας της δοκιμής

	Ζυμούμενη σάλτσα 1	Ζυμούμενη σάλτσα 2	Ζυμούμενη σάλτσα 3
Προϊόν ζύμωσης	83%	66%	50%
Εκχύλισμα [E]	17%	33%	50%

Ακολούθησε ήπια θέρμανση των τριών παραλλαγών ζυμούμενων σαλτσών για 20min. Με το πέρας της ήπιας θέρμανσης τα δείγματα τροφίμων αραιώθηκαν κατάλληλα (αραίωση 1/3), φυγοκεντρήθηκαν για 7min στα 16.000rpm και λήφθηκε το υπερκείμενο εκάστου, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητοι προσδιορισμοί της συγκέντρωσής τους σε ολικά φαινολικά συστατικά, ολικά καρτενοειδή και ολική πρωτεΐνη. Το προϊόν ζύμωσης επανατοποθετήθηκε προς αναδευόμενη επώαση (4rpm) στους 4° C, ως την 240, 480 και την 600 ώρες αντίστοιχα.

Οι προαναφερθείσες τρεις παραλλαγές ζυμούμενων σαλτσών παρασκευάσθηκαν κατά τον ίδιο τρόπο και την 240h, 480h, 600h (10,20 και 25 ημέρες από την έναρξη της βιο-επεξεργασίας/ζύμωσης, αντίστοιχα), όπου ακολουθήθηκε η ίδια προετοιμασία των δειγμάτων. Προσδιορισμοί στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, ολικών καρτενοειδών και ολικής πρωτεΐνης στα δείγματα ζυμούμενων σαλτσών που παρασκευάσθηκαν, πραγματοποιήθηκαν σε κάθε στάδιο της βιο-επεξεργασίας/ζύμωσης (240h, 480h, 600h).

Κατά την 600^η ώρα (25^η ημέρα) της βιο-επεξεργασίας/ζύμωσης, σε μια κωνική φιάλη προστέθηκαν 66,6g προϊόντος ζύμωσης/100g και 33,3 mL διαλύματος NaCl 2M/100g, ως τελικής συγκέντρωσης 12%. Ακολούθησε ανάδευση και τοποθέτηση του προϊόντος σε ανακινούμενο επωαστήριο στους 30° C, ως την 720^η ώρα (30^η ημέρα), οπότε και παρασκευάσθηκαν εκ νέου οι 3 παραλλαγές ζυμούμενης σάλτσας, όπως παρουσιάστηκε στον Πίνακα 32, και προσδιορίστηκαν τα υπό μελέτη βιοδραστικά συστατικά τους.

Τέλος, στο προϊόν ζύμωσης 30 ημερών (720 ώρες) προστέθηκαν 50g χυμού λεμονιού/100g, η φιάλη με το περιεχόμενο ανακινήθηκε χειροκίνητα και αποθηκεύτηκε στους -20° C για μελλοντική χρήση. Το τελικό προϊόν του πειράματος 1 απεικονίζεται στην Εικόνα 33.

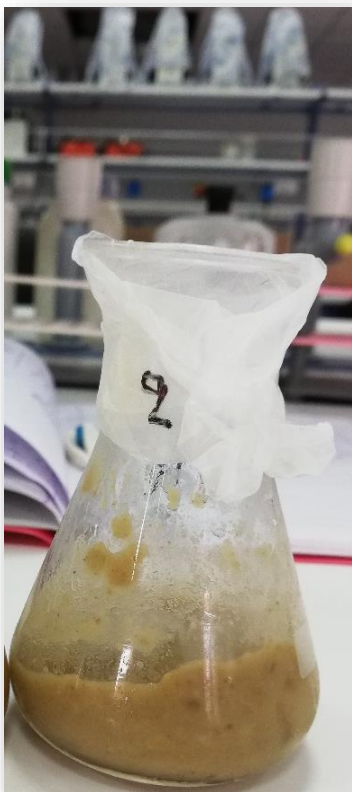


Εικόνα 33 Το τελικό προϊόν της ζύμωσης 30 ημερών, ως αποτέλεσμα του πειράματος 1.

Πείραμα 2

Η ίδια πειραματική διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω, ακολουθήθηκε ως και την 600h του πειράματος 2. Κατά την 600^η ώρα (25^η ημέρα) της βιο-επεξεργασίας/ζύμωσης, σε μια κωνική φιάλη προστέθηκαν 80g προϊόντος ζύμωσης/100g και 20mL διάλυμα NaCl 2M/100g, ως τελικής συγκέντρωσης 12%. Ακολούθησε ανάδευση και τοποθέτηση του προϊόντος στους 4°C ως την 720^η ώρα (30^η ημέρα). Την 720h παρασκευάσθηκαν για άλλη μια φορά οι τρεις παραλλαγές ζυμούμενης σάλτσας, όπως περιγράφηκε στον Πίνακα 32, στα υπερκείμενα των οποίων προσδιορίσθηκαν ομοίως, οι συγκεντρώσεις ολικών φαινολικών, ολικών καροτενοειδών και ολικών πρωτεϊνών σε αυτά.

Η ερμητικά κλειστή, κωνική φιάλη με το προϊόν ζύμωσης 720h, επανατοποθετήθηκε στους 4° C, ως και την 840^η ώρα (35^η ημέρα), όπου η ζύμωση του πειράματος 2 έλαβε τέλος. Με τη χρήση του τελικού προϊόντος της ζύμωσης 840 ωρών παρασκευάσθηκαν εκ νέου οι προαναφερθείσες παραλλαγές ζυμούμενων σαλτσών, στις οποίες επαναλήφθηκαν οι προσδιορισμοί των μελετώμενων βιοδραστικών συστατικών. Στο προϊόν ζύμωσης 35 ημερών (840h) προστέθηκαν 24g χυμού λεμονιού/100g, η φιάλη με το περιεχόμενο ανακινήθηκε χειροκίνητα και αποθηκεύτηκε στους -20° C για μελλοντική χρήση. Το τελικό προϊόν του πειράματος 2 απεικονίζεται στην Εικόνα 34.

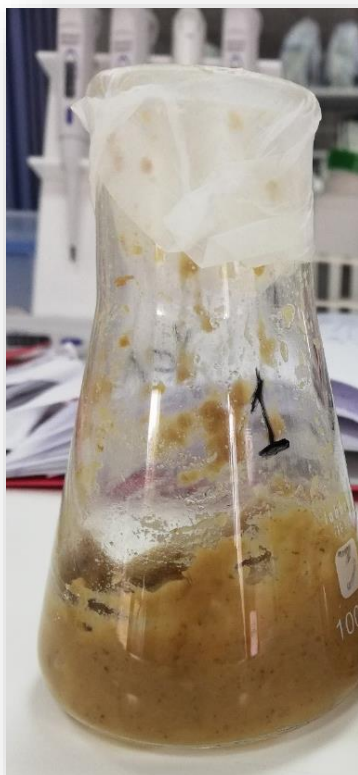


Εικόνα 34 Το τελικό προϊόν ζύμωσης 35 ημερών, ως αποτέλεσμα του πειράματος 2

Πείραμα 3

Ομοίως με τα ως ανωτέρω πειράματα, η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε ως και την 600^η ώρα του πειράματος 3. Κατά την 600^η ώρα (25^η ημέρα) της βιο-επεξεργασίας/ζύμωσης, σε μια κωνική φιάλη προστέθηκαν 80g προϊόντος ζύμωσης/100g και 20mL διάλυμα NaCl 2M/100g, ως τελικής συγκέντρωσης 12%. Ακολούθησε ανάδευση και τοποθέτηση του προϊόντος σε ανακινούμενο επωαστήρα στους 30° C, ως την 720^η ώρα (30^η ημέρα). Την 720^η ώρα παρασκευάσθηκαν για άλλη μια φορά οι τρεις παραλλαγές ζυμούμενης σάλτσας, όπως προαναφέρθηκε και παρουσιάζεται στον Πίνακας 32, στα υπερκείμενα των οποίων προσδιορίσθηκαν ομοίως, οι συγκεντρώσεις ολικών φαινολικών, ολικών καρροτενοειδών και ολικών πρωτεϊνών σε αυτά. Η ερμητικά κλειστή, κωνική φιάλη με το προϊόν ζύμωσης 720h, επανατοποθετήθηκε στον ανακινούμενο επωαστήρα στους 30° C, ως και την 840^η ώρα (35^η ημέρα), όπου και ολοκληρώθηκαν οι βιο-διεργασίες του πειράματος 3. Οι προσδιορισμοί των ολικών φαινολικών, καρροτενοειδών και πρωτεϊνών του τελικού, ζυμούμενου προϊόντος 840ωρης ζύμωσης του εν λόγω πειράματος, υπό τις προαναφερθείσες συνθήκες, έλαβαν χώρα στις τρεις παραλλαγές ζυμούμενης σάλτσας, ενισχυμένης με βιο-καρροτενοειδή εκ του εκχυλίσματος φλοιών φρούτων. Με το τέλος του προσδιορισμού της συγκέντρωσης των βιοδραστικών συστατικών στα δείγματα του πειράματος 3, στο προϊόν ζύμωσης 35 ημερών

προστέθηκαν 24g χυμού λεμονιού/100g, η φιάλη ανακινήθηκε χειροκίνητα και αποθηκεύτηκε στους -20° C για μελλοντική χρήση. Το τελικό προϊόν ζύμωσης του πειράματος 3 απεικονίζεται στην Εικόνα 35. Όλες οι πειραματικές διαδικασίες επαναλήφθηκαν εις τριπλούν.



Εικόνα 35 Το τελικό προϊόν ζύμωσης 35 ημερών, ως αποτέλεσμα της πειραματικής διαδικασίας 3.

9.1.2.2 Μέθοδοι προσδιορισμού βιοδραστικών συστατικών της καινοτόμου, βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso»

Για τη μέτρηση των ολικών φαινολικών συστατικών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu και των ολικών καρροτενοειδών με απλές φασματοφωτομετρικές μεθόδους, των παραγόμενων βιο-λειτουργικών σαλτσών τύπου «miso», των τριών πειραμάτων, αλλά και του εκχυλίσματος [E], με το οποίο ενισχύθηκε η βιοδραστικότητά τους, ακολουθήθηκαν οι διαδικασίες που περιεγράφηκαν στις ενότητες 6.1.4.3. και 6.1.4.4.

Για τον προσδιορισμό των ολικών πρωτεϊνών των ανεπτυγμένων σαλτσών τύπου «miso», ενισχυμένων με βιο-καρροτενοειδή εκ του εκχυλίσματος φλοιών φρούτων και λαχανικών, των τριών πειραμάτων που περιγράφηκαν παραπάνω, εφαρμόστηκε η μέθοδος Bradford, όπως έχει προταθεί από τους Mojumdar et al. [239].

Η μέθοδος βασίζεται στο γεγονός πως η μέγιστη απορρόφηση όξινου διαλύματος της χρωστικής Coomassie Brilliant Blue G-250 μεταβάλλεται από τα 465nm στα 595nm όταν παρατηρηθεί αλληλεπίδραση με πρωτεΐνες. Το σύμπλοκο εμφανίζεται εντός 5min, και παραμένει σταθερό για περίπου 30min.

Παρασκευή αντιδραστηρίου Bradford

Τα χημικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του αντιδραστηρίου Bradford παρουσιάζονται στον Πίνακας 33:

Πίνακας 33 Χημικά για την παρασκευή του αντιδραστηρίου Bradford

Χημικά
95% v/v αιθανόλη
88% v/v φωσφορικό οξύ
<u>Χρωστική Coomassie Brilliant Blue G-250</u>

Το διάλυμα εργασίας Bradford παρασκευάστηκε έπειτα από ανάμειξη 425mL απεσταγμένου νερού, 15mL 95% v/v αιθανόλης, 30mL 88% v/v φωσφορικού οξέος και 30mL μητρικού διαλύματος Bradford [240]. Για τον προσδιορισμό των συνολικών πρωτεϊνών των δειγμάτων 10μL εκάστου δείγματος και 180μL διαλύματος εργασίας Bradford τοποθετήθηκε σε κάθε βοθρίο ενός πιάτου 96 θέσεων (96-well plate), και ακολούθησε μέτρηση της απορρόφησης στα 595nm μετά από παραμονή 5min. Για τη διασφάλιση της ακρίβειας των μετρήσεων, αυτές πραγματοποιήθηκαν εις τριπλούν. Ως τυφλό χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο απεσταγμένο νερό.

Με τη χρήση των προτύπων καμπυλών πραγματοποιήθηκε η ποσοτικοποίηση των ολικών πρωτεϊνών των υπό μελέτη δειγμάτων, εκπεφρασμένης σε ισοδύναμα βόειας αλβουμίνης (mg BSA/mL δείγματος).

9.1.3 Στατιστική Ανάλυση

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν με τη χρήση του MS Excel και του στατιστικού πακέτου SPSS var.21. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως Mean \pm Sd. Οι μεταβλητές ελέγχθηκαν για την κανονικότητα των κατανομών, εφαρμόζοντας το τεστ Kolmogorov-Smirnov. Ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης Anova και έλεγχος πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni εφαρμόστηκαν για τη διερεύνηση της υπόθεσης πως δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά, αναφορικά με το ολικό φαινολικό περιεχόμενο, καθώς και της ολικής σύστασης σε καρτενοειδή και πρωτεΐνες, μεταξύ των μελετώμενων ζυμούμενων σαλτσών (τελικά προϊόντα) κάθε πειράματος. Κάθε πείραμα ανάπτυξης των καινοτόμων λειτουργικών σαλτσών, ενισχυμένων με βιο-

καροτενοειδή εκ του εκχυλίσματος φλοιών φρούτων και λαχανικών, εξετάστηκε ξεχωριστά κατά τη στατιστική ανάλυση [241]. Paired-samples t-test εφαρμόστηκαν για κάθε παραλλαγή ζυμούμενης σάλτσας τύπου «miso» κάθε πειράματος, για να εντοπιστούν οι σημαντικές μεταβολές των βιοδραστικών συστατικών κατά τη διάρκεια των βιοδιεργασιών. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$. Όλες οι μεταβλητές ακολουθούσαν κανονική κατανομή.

9.1.4 Αποτελέσματα

Πείραμα 1

Τα αποτελέσματα των προσδιορισμών των βιοδραστικών συστατικών των ζυμούμενων σαλτσών τύπου «miso» του πειράματος 1, ενισχυμένων με βιο-καροτενοειδή από υδατικό εκχύλισμα φλοιών επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών, σε κάθε στάδιο των βιοδιεργασιών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 34.

Σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της ζύμωσης παρατηρήθηκαν στα ολικά καροτενοειδή και τα ολικά φαινολικά συστατικά όλων των ζυμούμενων σαλτσών τύπου «miso» ($p < 0.05$), αλλά μόνο οι πρωτεΐνες της πρώτης σάλτσας (83% ζυμούμενο προϊόν, 17% εκχύλισμα) μεταβλήθηκαν σημαντικά κατά τις βιοδιεργασίες 30 ημερών ($p = 0.037$).

Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των τελικών, λειτουργικών σαλτσών τύπου «miso», τόσο ως προς τη σύστασή τους σε ολικά καροτενοειδή ($p = 0.005$), όσο και σε ολικά φαινολικά συστατικά ($p = 0.0002$) και πρωτεΐνες ($p = 0.001$). Η ζυμούμενη σάλτσα 3 παρουσίασε σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε καροτενοειδή (MD= -28.2 και -51.6, αντίστοιχα) από τις σάλτσες 1 και 2, μετά τη ζύμωση 30 ημερών. Επίσης, η συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών της 3ης βιο-λειτουργικής σάλτσας εμφανίστηκε σημαντικά χαμηλότερη (MD= -0.16) κατά την 35^η ημέρα (720h), σε σχέση με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των 2 λοιπών σαλτσών. Τέλος, η ολική περιεκτικότητα πρωτεϊνών της καινοτόμου, λειτουργικής σάλτσας 1, κατά την ολοκλήρωση των βιοδιεργασιών παρουσιάστηκε σημαντικά υψηλότερη (MD= 0.38 και 0.39, αντίστοιχα) από τις σάλτσες 2 και 3.

Πίνακας 34 Βιοδραστικά συστατικά των λειτουργικών σαλτσών τύπου «miso» του πειράματος 1.

Ολικά καροτενοειδή ($\mu\text{g } \beta\text{-carotene/g}$)				
	0h	240h	600h	720h
Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	50.44±9.18a	146.13±0.16	85.43±28.69	109.87±32.5b, c
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	49.2±10.6a	172.29±0.16	89.61±13.5	133.27±23.7b, c

Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	89.26±13.01a	147.87±12.6	74.97±4.56	81.65±11.1b, d	
Ολικά φαινολικά συστατικά (mg GA/L)					
	0h	240h	480h	600h	720h
Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	0.89±0.02a	1.09±0.01	1.05±0.02	1.15±0.03	1.08±0.00b, c
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	0.85±0.01a	1.03±0.00	1.06±0.02	1.16±0.03	1.085±0.00b, c
Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	0.86±0.02a	1.00±0.01	1.02±0.01	1.13±0.02	1.01±0.16b, d
Ολικές πρωτεΐνες (mg BSA/mL)					
	0h	240h	480h	600h	720h
Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	0.72±0.15a	2.02±0.06	1.51±0.08	1.51±0.13	2.01±0.17b, c
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	0.93±0.08a	1.86±0.09	1.33±0.06	1.68±0.15	1.63±0.16a, d
Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	1.52±0.14a	2.23±0.46	1.42±0.04	1.58±0.2	1.62±0.17a, d

* Διαφορετικά γράμματα ανά γραμμή (a-b) δείχνουν σημαντικές μεταβολές των βιοδραστικών συστατικών κατά τη διάρκεια των βιοδιεργασιών ($p < 0.05$), ενώ τα ίδια γράμματα ανά γραμμή συμβολίζουν μη σημαντικές μεταβολές ($p > 0.05$). Διαφορετικά γράμματα ανά στήλη (c-d) υποδεικνύουν στατιστική σημαντικότητα ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα ανά στήλη δείχνουν πως δεν υφίσταται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μελετώμενων τελικών, λειτουργικών σαλτσών «miso», διαφορετικής σύστασης σε ζυμούμενο προϊόν και εκχύλισμα φλοιών φρούτων και λαχανικών [242].

Πείραμα 2

Τα αποτελέσματα των προσδιορισμών των βιοδραστικών συστατικών των ζυμούμενων σαλτσών τύπου «miso» του πειράματος 1, ενισχυμένων με βιο-καροτενοειδή από υδατικό εκχύλισμα φλοιών επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών, σε κάθε στάδιο των βιοδιεργασιών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 35.

Σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της ζύμωσης παρατηρήθηκαν στη συγκέντρωση ολικών καροτενοειδών και των ολικών φαινολικών συστατικών όλων των ζυμούμενων σαλτσών τύπου «miso» ($p < 0.05$), αλλά μόνο οι πρωτεΐνες της τρίτης σάλτσας (50% ζυμούμενο προϊόν, 50% εκχύλισμα) μεταβλήθηκαν σημαντικά κατά τη ζύμωση 30 ημερών ($p = 0.009$).

Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των τελικών, λειτουργικών σαλτσών τύπου «miso», τόσο ως προς τη σύστασή τους σε ολικά καροτενοειδή ($p = 0.022$), όσο και σε ολικά φαινολικά συστατικά ($p = 0.001$). Στο πείραμα αυτό οι συγκεντρώσεις ολικών πρωτεϊνών δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών παραλλαγών λειτουργικής σάλτσας ($p > 0.05$). Η ζυμούμενη σάλτσα 3 παρουσίασε σημαντικά

χαμηλότερη περιεκτικότητα σε καροτενοειδή, MD= -17.5 και -12.8, αντίστοιχα) από τις σάλτσες 1 και 2, μετά τη ζύμωση 35 ημερών. Επίσης, η συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών της 1^{ης} βιο-λειτουργικής σάλτσας εμφανίστηκε σημαντικά υψηλότερη (MD= 0.04) κατά την 35^η ημέρα (840h), σε σχέση με την αντίστοιχη, τελική συγκέντρωση της 3^{ης} σάλτσας.

Πίνακας 35 Βιοδραστικά συστατικά των λειτουργικών σαλτσών τύπου «miso» του πειράματος 2.

Ολικά καροτενοειδή (μg β-carotene/g)	0h	240h	480h	600h	720h	840h
	Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	190.00±1.59a	138.18±9.18	39.79±0.1 6	91.15±6.8 9	86.97±6.73
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	97.02±8.39a	181.53±10.6 7	77.05±0.1 6	81.28±11. 2	99,64±16.75	63.73±2.11b, e
Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	224.40±14.29 a	141.6±13.01	63.25±1.2 6	70.13±4.8 4	128,68±16.8	58.53±4.54b, f
Ολικά φαινολικά συστατικά (mg G/L)						
	0h	240h	480h	600h		840h
Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	0.86±0.02a	1.09±0.01	1.05±0.02	1.15±0.03		1.37±0.03b, e
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	0.83±0.01a	1.037±0.03	1.06±0.02	1.16±0.03		1.42±0.02b, f
Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	0.85±0.02a	1.00±0.01	1.02±0.01	1.13±0.02		1.38±0.00b, g
Ολικές πρωτεΐνες (mg BSA/mL)						
	0h	240h	480h	600h		840h
Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	1.68±0.15a	2.02±0.06	1.51±0.08	1.51±0.13		1.60±0.08a, e
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	1.50±0.08a	1.86±0.09	1.33±0.06	1.68±0.15		1.76±0.38a, e
Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	1.87±0.14a	2.23±0.46	1.42±0.04	1.58±0.2		1.60±0.03b, e

* Διαφορετικά γράμματα ανά γραμμή (a-b) δείχνουν σημαντικές μεταβολές των βιοδραστικών συστατικών κατά τη διάρκεια των βιοδιεργασιών (p<0.05), ενώ τα ίδια γράμματα ανά γραμμή συμβολίζουν μη σημαντικές μεταβολές (p> 0.05). Διαφορετικά γράμματα ανά στήλη (e-f-g) υποδεικνύουν στατιστική σημαντικότητα (p<0.05), ενώ ίδια γράμματα ανά στήλη δείχνουν πως δεν υφίσταται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μελετώμενων τελικών, λειτουργικών σαλτσών «miso», διαφορετικής σύστασης σε ζυμούμενο προϊόν και εκχύλισμα φλοιών φρούτων και λαχανικών [242].

Πείραμα 3

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των βιοενεργών συστατικών των λειτουργικών σαλτών τύπου «miso» του πειράματος 3, ενισχυμένων με καρτενοειδή εκ του εκχυλίσματος φλοιών φρούτων και λαχανικών, σε κάθε στάδιο των βιοδιεργασιών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 36.

Σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της ζύμωσης παρατηρήθηκαν στη συγκέντρωση ολικών καρτενοειδών και των ολικών φαινολικών συστατικών όλων των λειτουργικών σαλτών τύπου «miso» ($p < 0.05$). Οι ολικές πρωτεΐνες της 1^{ης} (83% ζυμούμενο προϊόν, 17% εκχύλισμα) και 3^{ης} (50% ζυμούμενο προϊόν, 50% εκχύλισμα) καινοτόμου σάλτσας μεταβλήθηκαν σημαντικά κατά τις βιοδιεργασίες 30 ημερών ($p = 0.0008$ και 0.009 , αντίστοιχα).

Στο εν λόγω πείραμα εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τελικών, ζυμούμενων σαλτών τύπου «miso», ενισχυμένων με βιοδραστικά συστατικά εκ του εκχυλίσματος, τόσο ως προς τη σύστασή τους σε ολικά καρτενοειδή ($p = 0.002$), όσο και σε ολικά φαινολικά συστατικά και πρωτεΐνες ($p = 0.0001$). Ειδικότερα, η καινοτόμος σάλτσα 2 εμφάνισε σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρτενοειδή (MD= 32.4 και 14.6, αντιστοίχως), συγκριτικά με τις σάλτσες 1 και 3. Σημαντικά χαμηλότερη σύσταση σε καρτενοειδή παρουσιάστηκε εκ της σάλτσας 1, σε σχέση με τη σάλτσα 3 (MD= -17.8). Αναφορικά με τη συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών, η βιολειτουργική σάλτσα 2 εμφανίστηκε να περιέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις (MD= 0.06) κατά την 35^η ημέρα (840h), σε σχέση με την αντίστοιχη, τελική συγκέντρωση της 1^{ης} και 3^{ης} σάλτσας. Τέλος, σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα πρωτεϊνών προσδιορίστηκαν στη λειτουργική σάλτσα 1, συγκριτικά με τις σάλτσες 2 και 3 (MD= 0.78 και 0.57, αντίστοιχα), που περιείχαν μεγαλύτερη σύσταση σε εκχύλισμα υποπροϊόντων.

Πίνακας 36 Βιοδραστικά συστατικά των λειτουργικών σαλτών τύπου «miso» του πειράματος 3.

	240h	480h	600h	840h	
Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	138.18±9.18	39.79±0.16	91.15±6.89	77.52±3.86b, g	
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	181.53±10.67	77.05±0.16	81.28±11.2	63.73±11.8b, h	
Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	141.60±13.01	63.25±0.12	70.13±4.8	58.53±2.2b, i	
	0h	240h	480h	600h	840h

Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	0.86±0.02a	1.09±0.01	1.05±0.02	1.15±0.03	1.37±0.03b, h
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	0.83±0.01a	1.03±0.00	1.06±0.02	1.16±0.03	1.42±0.00b, i
Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	0.85±0.02a	1.00±0.01	1.02±0.01	1.13±0.02	1.38±0.03b, h
Ολικές πρωτεΐνες (mg BSA/mL)					
	0h	240h	480h	600h	840h
Λειτουργική σάλτσα «miso» 1	1.68±0.15a	2.02±0.06	1.51±0.08	1.51±0.13	1.60±0.17b, f
Λειτουργική σάλτσα «miso» 2	1.50±0.08a	1.86±0.09	1.33±0.06	1.68±0.15	1.76±0.44a, g
Λειτουργική σάλτσα «miso» 3	1.87±0.14a	2.23±0.46	1.42±0.04	1.58±0.2	1.60±0.06b, g

* Διαφορετικά γράμματα ανά γραμμή (a-b) δείχνουν σημαντικές μεταβολές των βιοδραστικών συστατικών κατά τη διάρκεια των βιοδιεργασιών ($p < 0.05$), ενώ τα ίδια γράμματα ανά γραμμή συμβολίζουν μη σημαντικές μεταβολές ($p > 0.05$). Διαφορετικά γράμματα ανά στήλη (f-g-h-i) υποδεικνύουν στατιστική σημαντικότητα ($p < 0.05$), ενώ ίδια γράμματα ανά στήλη δείχνουν πως δεν υφίσταται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μελετώμενων τελικών, λειτουργικών σαλτσών «miso», διαφορετικής σύστασης σε ζυμούμενο προϊόν και εκχύλισμα φλοιών φρούτων και λαχανικών [242].

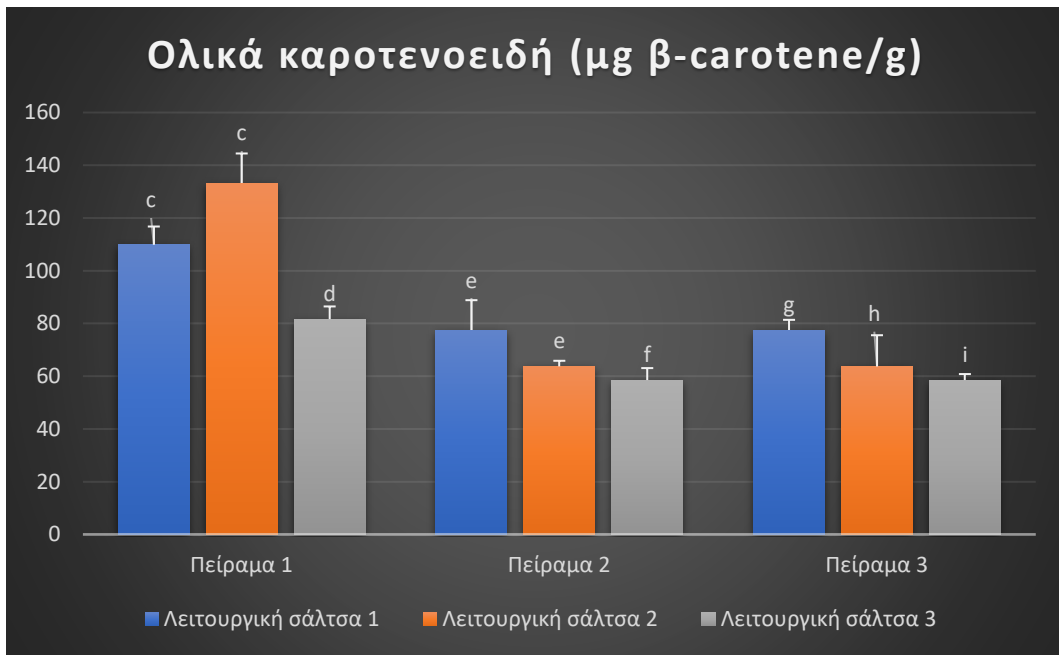
* Διαφορετικά γράμματα ανά πείραμα δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών παραλλαγών λειτουργικής σάλτσας «miso» ($p < 0.05$), ενώ τα ίδια γράμματα ανά γραμμή συμβολίζουν μη σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

Σχήμα 18 απεικονίζεται η περιεκτικότητα των τελικών, καινοτόμων σαλτσών τύπου «miso», σε βιοδραστικά συστατικά (* Διαφορετικά γράμματα ανά πείραμα δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών παραλλαγών λειτουργικής σάλτσας «miso» ($p < 0.05$), ενώ τα ίδια γράμματα ανά γραμμή συμβολίζουν μη σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

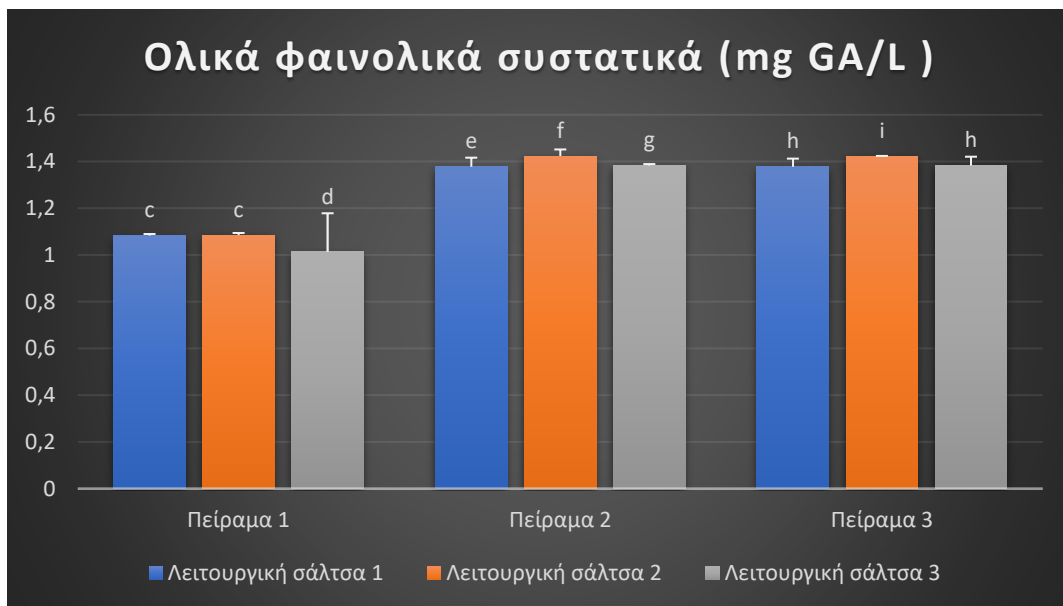
Σχήμα 18a), απεικονίζεται η περιεκτικότητα των τελικών, καινοτόμων σαλτσών τύπου «miso», σε ολικά καροτενοειδή (* Διαφορετικά γράμματα ανά πείραμα δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών παραλλαγών λειτουργικής σάλτσας «miso» ($p < 0.05$), ενώ τα ίδια γράμματα ανά γραμμή συμβολίζουν μη σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

Σχήμα 18b) απεικονίζεται η περιεκτικότητα των τελικών, καινοτόμων σαλτσών τύπου «miso», σε ολικά φαινολικά συστατικά (* Διαφορετικά γράμματα ανά πείραμα δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών παραλλαγών λειτουργικής σάλτσας «miso» ($p < 0.05$), ενώ τα ίδια γράμματα ανά γραμμή συμβολίζουν μη σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

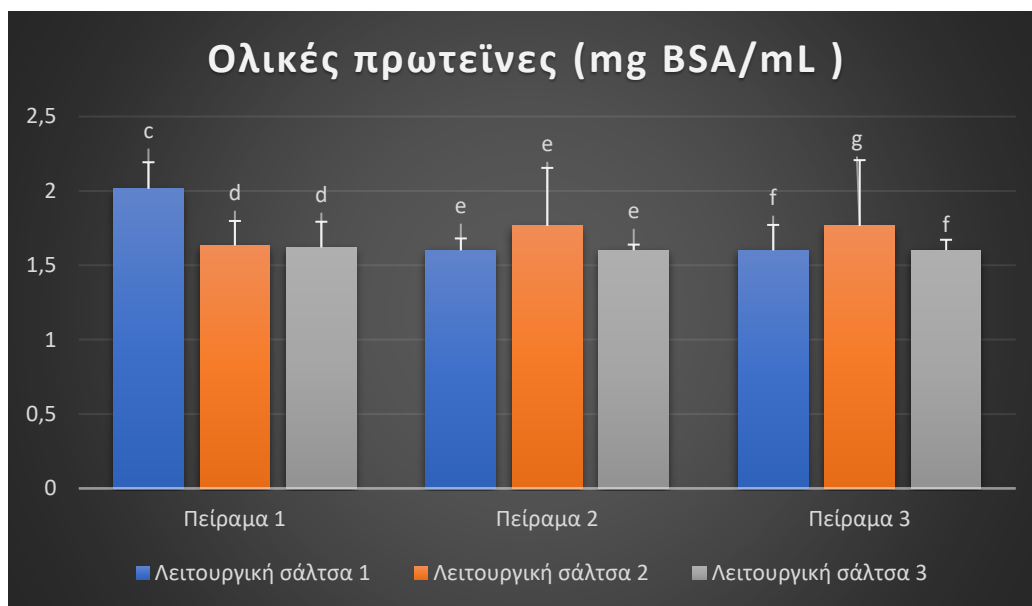
Σχήμα 18c), απεικονίζεται η περιεκτικότητα των τελικών, καινοτόμων σαλτσών τύπου «miso», σε ολικές πρωτεΐνες, όπως προέκυψαν εκ των πειραμάτων 1,2 και 3.



[a]



[b]



[c]

* Διαφορετικά γράμματα ανά πείραμα δείχνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών παραλλαγών λειτουργικής σάλτσας «miso» ($p < 0.05$), ενώ τα ίδια γράμματα ανά γραμμή συμβολίζουν μη σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

Σχήμα 18 Διαγραμματική σύνοψη των βιοενεργών συστατικών των τελικών, λειτουργικών σαλτσών που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια των Πειραμάτων 1, 2 και 3.

9.1.5 Συζήτηση μελέτης ανάπτυξης της καινοτόμου σάλτσας τύπου «miso», ενισχυμένης με εκχυλίσματα φλοιών επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών

Οι φλοιοί πορτοκαλιού, καρότου, μήλου, καρπουζιού, ακτινιδίου και μπανάνας, έδειξαν να παρέχουν αξιοσημείωτες συγκεντρώσεις ολικών αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών, αλλά και καροτενοειδών, σύμφωνα με τα πειράματα του κεφαλαίου 6.1. Έτσι, επιλέχθηκε η αξιοποίηση τους για την αντιοξειδωτική ενίσχυση μιας καινοτόμου σάλτσας τύπου «miso». Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των βιοδραστικών συστατικών στις καινοτόμες, λειτουργικές σάλτσες τύπου «miso» που αναπτύχθηκαν, και ενισχύθηκαν με βιο-καροτενοειδή που ανακτήθηκαν από φλοιούς των προαναφερθέντων φρούτων και λαχανικών, έδειξαν πως η βέλτιστη ενισχυμένη παραγωγή βιοδραστικών συστατικών επιτεύχθηκε υπό τις συνθήκες βιο-επεξεργασίας της σάλτσας 1, του πειράματος 1. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε μια αύξηση 117.8% της ολικής περιεκτικότητας της καινοτόμου αυτής σάλτσας τύπου «miso» σε καροτενοειδή, και παράλληλα μια βελτίωση κατά 21.3% σημειώθηκε αναφορικά με τη φαινολική σύσταση και κατά 180% ως προς την περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες.

Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα ευρήματα προγενέστερων μελετών, όπου έχει αναφερθεί σημαντική επίδραση της ζύμωσης στη φαινολική σύνθεση του τελικού

προϊόντος «miso». Η επίδραση αυτή στο βιοενεργό προφίλ του τελικού τροφίμου, εξαρτάται από τον τύπο του υποστρώματος, την καλλιέργεια εκκίνησης και τις συνθήκες της βιοεπεξεργασίας. Μάλιστα, σε μια μελέτη όπου χρησιμοποιήθηκε ο ζυμομύκητας *Rhizopus oryzae* παρατηρήθηκε 110% βελτίωση της ολικής φαινολικής περιεκτικότητας [235].

Η προσαύξηση της σύστασης της καινοτόμου βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso» που αναπτύχθηκε, τόσο σε ολικά καροτενοειδή, όσο και σε πολυφαινόλες και πρωτεΐνες, θα μπορούσε να αποδοθεί στη δράση των υδρολυτικών ενζύμων που απαντώνται στα στελέχη του χρησιμοποιούμενου ζυμομύκητα. Έχει αναφερθεί πως τα ένζυμα αυτά ασκούν τη δράση τους στο υπόστρωμα (RB) και διευκολύνουν την πρόσβαση των υδροξυ-λειτουργικών ομάδων στις πολυφαινολικές ενώσεις [235]. Επιπροσθέτως, τα ίδια ένζυμα που παρέχονται εκ των σπορίων του *Aspergillus sp.* δύνανται να υδρολύουν τις πρωτεΐνες σε πεπτίδια και αμινοξέα, κατά τη διάρκεια των βιοδιεργασιών [237].

Η καινοτόμος, βιο-λειτουργική αυτή σάλτσα προέκυψε έπειτα από ανάμειξη 83% ζυμούμενου προϊόντος και 17% εκχυλίσματος φλοιών των επιλεγμένων φρούτων, συγκέντρωσης 5%, και οι βιοδιεργασίες διήρκησαν συνολικά 30 ημέρες. Κατά την 25^η ημέρα αυτών στο ζυμούμενο προϊόν προστέθηκε 50% v/w NaCl, ως τελικής συγκέντρωσης 12%, ενώ η ανακινούμενη επώαση συνεχίστηκε ως τη λήξη της ζύμωσης στους 30° C. Τα αποτελέσματα μας υπέδειξαν πως η μέγιστη βελτίωση των βιοενεργών συστατικών εκ του υποστρώματος αλλά και του πλουσίου σε καροτενοειδή, εκχυλίσματος φλοιών φρούτων, επετεύχθη στην καινοτόμο σάλτσα με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ζυμούμενη πάστα. Το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στη βέλτιστη υδρόλυση των βιοδραστικών συστατικών του εκχυλίσματος και του ζυμούμενου προϊόντος. Όπως έχει προταθεί από τους Dimou et al., η απόδοση της υδρόλυσης διατηρείται πάνω από 30%, όταν οι αρχικές συγκεντρώσεις στερεών φθάνουν ως τα 100 g/L, ενώ αυτή μειώνεται σημαντικά με υψηλότερες αρχικές συγκεντρώσεις στερεών [115].

Κατά το αρχικό στάδιο, τα σπόρια του νηματοειδούς μύκητα *Aspergillus sp.* εμβολιάστηκαν στο υπόστρωμα ανάπτυξης και η ζύμωση εκκίνησε στους 45° C για 48 ώρες, ενώ σε παρόμοιες μελέτες το αρχικό στάδιο της ζύμωσης πραγματοποιήθηκε στους 30° C για το ίδιο χρονικό διάστημα [115, 237]. Για την αποφυγή πιθανών μικροβιακών μολύνσεων έχει προταθεί η διατήρηση της θερμοκρασίας σε ένα εύρος 30-43° C, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, όπως και τηρήθηκε στις πειραματικές μας διαδικασίες [237]. Θερμοκρασίες υψηλότερες από 40° C, όπως έχει αναφερθεί από τους Dimou et al., οδηγούν σε αυξημένη απενεργοποίηση των πρωτεασών, ενώ θερμοκρασίες υψηλότερες από 45° C οδηγούν σε χαμηλότερη υδρόλυση των πρωτεϊνών, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται ακατέργαστα ένζυμα από το ίδιο στέλεχος μυκήτων του *A. Oryzae* [115].

Ως υπόστρωμα για την παραγωγή «miso» συνήθως χρησιμοποιούνται τα φασόλια σόγιας, αλλά σε νεότερες εκδοχές αυτού το υπόστρωμα αποτελείται κι από άλλα όσπρια, όπως τα ρεβίθια, είτε από ξηρούς καρπούς, πύτυρο ρυζιού ή κριθαριού [237]. Στην παρούσα μελέτη το στερεό υπόστρωμα αποτελούταν από ένα μείγμα οσπρίων (ρεβύθια και άφκος) και υποπροϊόντων σιτηρών (μαυραγανίου, σίτου και καλαμποκιού), όπου και έγκειται μια πτυχή της καινοτομίας.

Η προσθήκη άλατος, που έλαβε χώρα κατά την 25^η ημέρα των βιοδιεργασιών, καθίσταται σημαντική τόσο για τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της τελικής σάλτσας τύπου «miso» (γεύση), όσο και για την αποθάρρυνση της ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, μέσω δέσμευσης του ελευθέρου ύδατος, με παράλληλη μείωση της ενεργότητας του (A_w). Η προστιθέμενη ποσότητα αυτού δε, προς επίτευξη τελικής συγκέντρωσης άλατος 12% ομοιάζει της τελικής συγκεντρώσεως που έχει προηγουμένως σημειωθεί από άλλους ερευνητές, για την παραγωγή «miso» χρώματος μπεζ, με βάση τα ρεβύθια [237].

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν πως οι αρχικές ενδείξεις που αντλήθηκαν εκ των *in vitro* πειραμάτων της ενότητας 6.1, πως η ενίσχυση της καινοτόμου, λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αυξημένη βιοδραστικότητα του τελικού τροφίμου, επιβεβαιώνονται. Σε συνδυασμό με τη ζύμωση που επιλέχθηκε για τη δημιουργία της νέας, λειτουργικής αυτής σάλτσας, θα μπορούσαμε να πούμε πως αποτελούν δυναμικές και βιώσιμες προοπτικές, κατά την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων προστιθέμενης διατροφικής αξίας και υψηλής περιεκτικότητας σε βιοδραστικές ενώσεις (φαινολικά συστατικά, καροτενοειδή και πρωτεΐνες).

9.2 Διατροφική παρέμβαση-κλινική μελέτη διερεύνησης της επίδρασης κατανάλωσης λειτουργικής σάλτσας τύπου “miso”, ενισχυμένης με εκχυλίσματα φλουδών φρούτων και λαχανικών, σε μεταγευματικούς μεταβολικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών

9.2.1 Εισαγωγή-Σκοπός

Προηγούμενες κλινικές μελέτες- διατροφικές παρεμβάσεις υποστηρίζουν την πιθανή ευεργετική μεταβολική επίδραση βιοδραστικών ενώσεων, που προέρχονται από υποπροϊόντα τροφίμων, μεταγευματικά. Ωστόσο, τα δεδομένα σχετικά με την ενδεχόμενη μεταγευματική βιοδραστικότητα των λειτουργικών τροφίμων, ενισχυμένων με συγκεκριμένα βιοενεργά συστατικά, εξακολουθούν να είναι ανεπαρκή [97].

Η κατανάλωση προϊόντων σόγιας που έχουν υποστεί ζύμωση, έχει προταθεί πως δύναται να ασκήσει ευεργετικό ρόλο στο λιπιδαιμικό, το γλυκαιμικό προφίλ και στην οξειδωτική κατάσταση του αίματος [243]. Αξίζει να αναφερθεί πως η ζύμωση μπορεί να έχει ωφέλιμη επίδραση στην αντιοξειδωτική περιεκτικότητα διαφόρων υποστρωμάτων, όπως το πίτυρο κριθαριού, σίτου και ρυζιού [235]. Έτσι, η ενίσχυση των ζυμωμένων σαλτσών τύπου «miso» με διαιτητικά αντιοξειδωτικά ενδεχομένως να συνεισφέρει στην αυξημένη βιοδραστικότητα του τελικού προϊόντος ζύμωσης, χάρη στη δράση των υδρολυτικών ενζύμων που απαντώνται στα σπόρια του ζυμομύκητα *Aspergillus sp.* [235, 244]. Ωστόσο, δεν υφίσταται καμία αναφορά σχετικά με την πιθανή μεταγευματική επίδραση ενός

γεύματος που περιέχει μια καινοτόμο σάλτσα τύπου «miso», με βάση όσπρια, ενισχυμένη με καροτενοειδή, ανηκτικμένα από υποπροϊόντα φρούτων.

Σκοπός της παρούσας διατροφικής παρέμβασης ήταν η διερεύνηση της υπόθεσης πως η ενίσχυση μιας σάλτσας τύπου «miso» με βάση ελληνικά όσπρια, ενισχυμένη με καροτενοειδή από εκχυλίσματα φλοιών φρούτων και λαχανικών, δύναται να επηρεάσει τους βιοδείκτες της μεταγευματικής λιπαιμίας, της γλυκαιμίας, του οξειδωτικού στρες και άλλων βιοδεικτών σε υγιείς εθελοντές. Η σάλτσα αυτή μελετήθηκε για την περιεκτικότητά της σε ολικά καροτενοειδή, φαινολικά συστατικά και πρωτεΐνες, όπως φαίνεται στο κεφάλαιο 9.1, εκ των αποτελεσμάτων του οποίου αντλήθηκε το συμπέρασμα πως οι βιοδιεργασίες που εφαρμόστηκαν, σε συνδυασμό με την προσθήκη εκχυλισμάτων, πλουσιών σε καροτενοειδή, ενδεχομένως να διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στην αυξημένη *in vitro* βιοδραστικότητα, που προσδιορίστηκε.

9.2.2 Υλικό-Μέθοδος

9.2.2.1 Εθελοντές

Η παρούσα διασταυρούμενη, διατροφική παρέμβαση-κλινική μελέτη, εκκίνησε στις 16 Οκτωβρίου 2021 και ολοκληρώθηκε στις 16 Δεκεμβρίου 2021. Πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους κανόνες της Διακήρυξης του Ελσίνκι και εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου (10/30.09.2021), προκειμένου να διασφαλιστούν οι κατάλληλες επεμβατικές πρακτικές.

Συνολικά 20 πιθανοί συμμετέχοντες εξετάστηκαν αρχικά, μέσω προσωπικών συνεντεύξεων από τον Οκτώβριο του 2021 έως τον Νοέμβριο του 2021. Τελικώς, 14 άτομα, 6 άνδρες και 8 γυναίκες, ηλικίας 20–30 ετών, με δεδομένα εισαγωγής από τον αρχικό έλεγχο, επιλέχθηκαν από τη Λήμνο, Ελλάδα, για εθελοντική συμμετοχή στην έρευνα αυτή. Τα κριτήρια αποκλεισμού περιλάμβαναν παράγοντες που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ασταθή συμπεράσματα ή θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη συνολική υγεία των συμμετεχόντων, ως εξής: ηλικία άνω των 30 ετών (προκειμένου να διασφαλιστεί η ομοιογένεια του δείγματος), λήψη αντιοξειδωτικών συμπληρωμάτων κατά τους τελευταίους 6 μήνες, ιστορικό χρόνιων ασθενειών π.χ. διαβήτη τύπου I και II ($HbA1c > 5\%$), βαρείς καπνιστές (>5 τσιγάρα/ημέρα), μη φυσιολογικός ΔΜΣ ($\Delta\text{ΜΣ} < 18,5 \text{ kg/m}^2$ ή $>25 \text{ kg/m}^2$), προηγούμενη και τρέχουσα υπερκατανάλωση αλκοόλ ($>40 \text{ g/ημέρα}$), παρουσία τροφικών αλλεργιών, ειδικά για τον άφκο (Λημνιά ποικιλία φάβας) *Lathyrus sp.*, καθώς και αιματολογικό και βιοχημικό προφίλ πέραν των φυσιολογικών τιμών (χοληστερόλη $>6,8 \text{ mM}$, τριγλυκερίδια $>2,8 \text{ mM}$, γλυκόζη $>6,11 \text{ mM}$).

9.2.2.2 Συλλογή δεδομένων

Όλοι οι εθελοντές εξετάστηκαν αρχικά με προσωπικό ραντεβού. Χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο ιατρικού ιστορικού, ενώ καταγράφηκαν, επίσης δημογραφικά χαρακτηριστικά και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Χρησιμοποιώντας ένα αυτο-συμπληρούμενο σύντομο ερωτηματολόγιο, αξιολογήθηκαν οι διατροφικές στάσεις, όπως η συχνότητα κατανάλωσης πλούσιων σε αντιοξειδωτικά τροφίμων, καθώς και οι γενικότερες συνήθειες, όπως το κάπνισμα και η κατανάλωση αλκοόλ, κατά το προηγούμενο 6μηνο [22, 26]. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν ανθρωπομετρήσεις, και ειδικότερα μέτρηση του ύψους, του βάρους και της σύστασης σώματος, χρησιμοποιώντας κατάλληλο monitor σύστασης σώματος (Tanita SC 330 P, Τόκιο, Ιαπωνία) (Παράρτημα VII). Πριν ξεκινήσουν οι δοκιμαστικές συνεδρίες, όλοι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε βιοχημικές εξετάσεις αίματος σε συνεργασία με εξωτερικούς γιατρούς. Όλοι οι εθελοντές ενημερώθηκαν για τον τελικό στόχο αυτής της μελέτης, την εμπιστευτικότητα των δεδομένων που ελήφθησαν και τον εθελοντικό χαρακτήρα της συμμετοχής. Τέλος, έπειτα από συμφωνία για τα παραπάνω και γνωρίζοντας τη δυνατότητα αποχώρησης ανά πάσα στιγμή, όλοι οι συμμετέχοντες υπέγραψαν ένα ενημερωμένο έντυπο συγκατάθεσης (Παράρτημα VI).

9.2.2.3 Διατροφικά Σχήματα

Τα δύο πειραματικά γεύματα, ελέγχου και λειτουργικό, ζύγιζαν συνολικά 258g και περιείχαν την ίδια βάση, η οποία αποτελούνταν από 175g λευκό ρύζι *jasmin* (Agrino, Ελλάδα), 45g τυρί πεκορίνο Αμφιλοχίας (ΑΜΦΙΓΑΛ, Αμφιλοχία, Ελλάδα), 20g ανάλατου βουτύρου (Lurpak, Unsalted, Arla Foods Hellas, Αθήνα, Ελλάδα) και 18g σάλτσα με βάση όσπρια (για το γεύμα ελέγχου) ή την καινοτόμο σάλτσα τύπου «miso» (για το λειτουργικό γεύμα). Η νέα σάλτσα τύπου «miso» παρασκευάστηκε ως εξής: 100g στερεού υλικού (50% υποπροϊόντα άλεσης δημητριακών σε αναλογία 2:1:1 πίτυρο καλαμποκιού και σίτου ποικιλίας Μαυραγάρι (ΧΡΥΣΑΦΗ ΑΒΕΕ), αναμειγμένα με 50% ρεβίθια τρίτης διαλογής) ενοφθαλμίστηκε με 0.05% (w/w) σπόρια *A. oryzae* και επώαστηκε για 48 ώρες στους 28 °C [115]. Η ζυμούμενη μάζα αναμιχθηκε με νερό για να επιτευχθεί τελική υγρασία 15% του μέσου. Το μείγμα αφέθηκε στους 4° C κατά τις πρώτες 10 ημέρες της βιοεπεξεργασίας. Στη συνέχεια, το προϊόν «miso» αναμειχθηκε με ένα διάλυμα άλατος για να επιτευχθεί τελική συγκέντρωση του τελικού προϊόντος ίση με 15% w/v σε NaCl και η θερμοκρασία αυξήθηκε στους 35° C μέχρι την 30η ημέρα της ζύμωσης. Το διάλυμα άλατος περιείχε 15g NaCl ενώ τα υπόλοιπα 85mL αποτελούνταν από εκχυλίσματα υδατικής αιθανόλης (μείγμα που περιείχε φλοιούς από 30% καρότο, 30% πορτοκάλι, 20% μήλο, 10% μπανάνα και 5% ακτινιδίου) [115, 184]. Η εκχύλιση πραγματοποιήθηκε υπό βελτιστοποιημένες συνθήκες, χρησιμοποιώντας αιθανόλη: νερό (60:40, v/v) ως διαλύτη, στους 50° C για 140min, υπό ισχύ υπερήχων 250W με αρχική συγκέντρωση στερεού σε υγρό ίση με 0.05 mg/mL. Η σάλτσα ελέγχου ήταν ένα μείγμα από 50% ελληνική πάστα όσπριων (άφκος: ρεβίθια, 1:1, w/w) και 50% βραστό νερό. Στην Εικόνα 36 απεικονίζονται

τα γεύματα ελέγχου [a] και το λειτουργικό [b], πριν από την κατανάλωσή τους. Η διατροφική σύνθεση των γευμάτων της δοκιμής φαίνεται στον Πίνακα 37.



[a]

[b]

Εικόνα 36 [a] Γεύμα ελέγχου [b] Λειτουργικό γεύμα, πριν την κατανάλωση

Πίνακας 37 Διατροφική σύνθεση των γευμάτων της δοκιμής

Διατροφική σύνθεση γευμάτων	Γεύμα	Λειτουργικό
	Ελέγχου	Γεύμα
Ενέργεια (kcal)	932.155	932.155
Υδατάνθρακες (g)	140.945	140.945
Fat, total(g)	29.972	29.972
Πρωτεΐνη (g)	29.295	29.298
Κορεσμένα λιπαρά (g)	176.935	176.935
Ακόρεστα λιπαρά (g)	86.685	86.685
Χοληστερόλη (mg)	73.6	73.6
Διαιτητικές ίνες(g)	4.6	4.6
Σάκχαρα (g)	0.845	0.845
Φαινολικά (mg/g)	0	57.6
Καροτενοειδή (mg/g)	0	48.16
Αντιοξειδωτικά (mmol/g)	0	165.18

9.2.2.4 In vitro προκαταρκτικός προσδιορισμός βιοενεργών συστατικών της βιο-λειτουργικής σάλτσας

Προκειμένου να υπολογιστεί η θρεπτική αξία του νέου, λειτουργικού γεύματος της δοκιμής, *in vitro* προκαταρκτικοί προσδιορισμοί της σύνθεσης της καινοτόμου, λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso» σε ολικές πρωτεΐνες, φαινολικά συστατικά, καρροτενοειδή και ολικά αντιοξειδωτικά συστατικά, πραγματοποιήθηκαν με τις μεθόδους Bradford, όπως περιγράφεται από τους Pedrol et al. [245], Folin-Ciocalteu, όπως περιγράφεται από τους Ainsworth et al. [246], με τη μέθοδο FRAP σύμφωνα με τους Argyri et al. [247], και φασματοφωτομετρικές μεθόδους ολικών καρροτενοειδών, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα ποσοτικοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας πρότυπες καμπύλες, έπειτα από τριπλή επανάληψη των πειραμάτων.

9.2.2.5 Σχεδιασμός της μελέτης

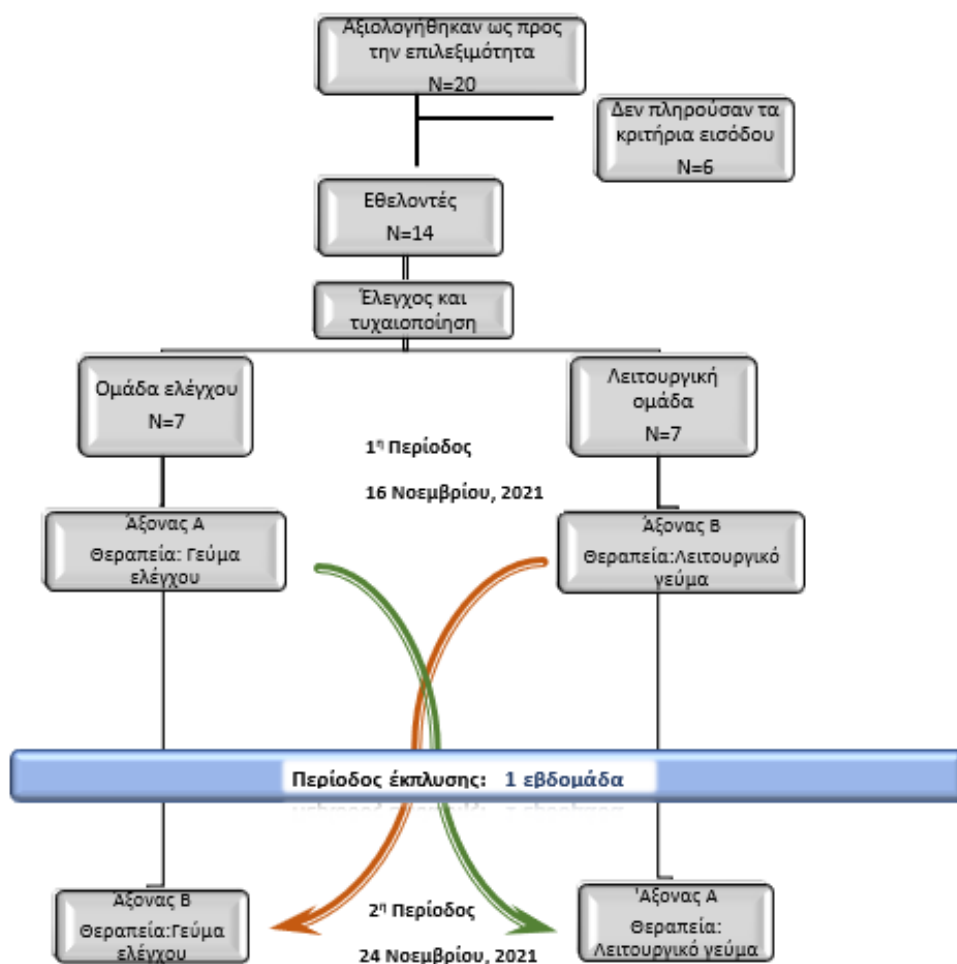
Ο πειραματικός σχεδιασμός περιελάμβανε μια τυχαιοποιημένη, μονά-τυφλή, διασταυρούμενη παρεμβατική μελέτη, που περιελάμβανε δύο δοκιμαστικές περιόδους, μεταξύ των οποίων μεσολάβησε μια περίοδος έκπλυσης 1 εβδομάδος. Η μελέτη έλαβε χώρα στη Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου, του Εργαστηρίου Διατροφής και Δημόσιας Υγείας, Λήμνος, Ελλάδα.

Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία στην ομάδα ελέγχου ή στη λειτουργική ομάδα και πέρασαν από το ένα σκέλος της μελέτης στο άλλο. Τα άτομα που εντάχθηκαν στην ομάδα ελέγχου, κατά τη διάρκεια κάθε περιόδου δοκιμής, έλαβαν το γεύμα ελέγχου και όσοι εντάχθηκαν στην ομάδα παρέμβασης, έλαβαν το λειτουργικό γεύμα. Στην Εικόνα 37 περιγράφεται απεικονιστικά ο σχεδιασμός της εν λόγω μελέτης.

Όλοι οι εθελοντές προσήλθαν στις 9π.μ. στη Μονάδα Διατροφής. Πριν από κάθε πειραματική περίοδο, οι συμμετέχοντες ακολουθούσαν νηστεία 12 ώρες, καθώς και αποχή από συμπληρώματα διατροφής και οποιαδήποτε φαρμακευτική αγωγή. Ζητήθηκε επίσης αποχή από τρόφιμα πλούσια σε αντιοξειδωτικά και κατανάλωση αλκοόλ για 24 ώρες πριν από την έναρξη των δοκιμαστικών περιόδων. Μετά την επιβεβαίωση της εφαρμογής των παραπάνω οδηγιών, ζητήθηκε από τους εθελοντές να συμπληρώσουν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο ανάκλησης 24 ώρες, όπου καταγράφηκαν όλα τα καταναλισκόμενα γεύματα του τελευταίου 24ώρου.

Εν συνεχεία, τους προσφέρθηκε ένα γεύμα που περιείχε λευκό ρύζι, βούτυρο, τυρί και σάλτσα (258g), ενώ ένα ποτήρι νερό (250mL) ήταν διαθέσιμο για κάθε συμμετέχοντα. Το πρωί πριν από κάθε επίσκεψη, οι ερευνητές ετοίμασαν 7 γεύματα ελέγχου και 7 λειτουργικά γεύματα, ανάλογα με την τυχαιοποίηση, σε λευκά πιάτα και τα επισήμαναν με την ταυτότητα-ομάδα του συμμετέχοντος. Αυτή η διαδικασία διεξήχθη για την αποφυγή

κάθε είδους προκατάληψης εκ των συμμετεχόντων, γνωρίζοντας το γεύμα δοκιμής προ της κατανάλωσης.



Εικόνα 37 Σχηματική απεικόνιση σχεδιασμού της μελέτης

9.2.2.6 Λήψη δειγμάτων αίματος και ανάλυση

Μετά από ολονύκτια νηστεία, 10mL δειγματος αίματος (baseline) αντλήθηκαν από όλους τους κατά σειρά εθελοντές. Έπειτα έλαβαν το γεύμα της δοκιμής (ανάλογα της τυχαιοποίησης) εντός 15 λεπτών και αιμοληψίες έλαβαν χώρα μεταγευματικά, στα 30 λεπτά, 1.5 και 3 ώρες μετά την ολοκλήρωση του γεύματος. Τα δείγματα αίματος συλλέχθηκαν σε σωλήνες με αντιπηκτικό EDTA και κυτρικού οξέος για το διαχωρισμό του πλάσματος ή σε σωληνάρια ηπαρίνης για διαχωρισμό του ορού. Το πλάσμα και ο ορός κάθε εθελοντή για κάθε δειγματοληψία διαχωρίστηκαν αμέσως με φυγοκέντρηση στα $20.000 \times g$ για 10 λεπτά στους $4^\circ C$ σε επιτραπέζια ψυχόμενη φυγόκεντρο υψηλής ταχύτητας (Thermo Scientific ST16R, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA). Ακολούθως,

το πλάσμα και ο ορός αποθηκεύτηκαν σε κλάσματα, στους -40°C , στην ερευνητική εγκατάσταση σε καταψύκτη (Laboratory Freezer, MRC Laboratory Instruments, Holon, Ισραήλ).

Με την ολοκλήρωση των δοκιμαστικών περιόδων, τα δείγματα ορού αναλύθηκαν με έναν αυτοματοποιημένο βιοχημικό αναλυτή (COBAS c111, Roche, Basel, Switzerland) για τον προσδιορισμό της ολικής HDL- και LDL-χοληστερόλης, γλυκόζης, τριγλυκεριδίων και ουρικού οξέος.

Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος (TAC) αξιολογήθηκε με τη δοκιμασία FRAP, όπως περιγράφεται από τους Argyri et al. [247]. Ειδικότερα, 20μL εκάστου δείγματος πλάσματος κάθε εθελοντή και για κάθε χρονική στιγμή αναμειχθηκαν με 80μL αντιδραστηρίου FRAP, και ακολούθησε φωτομέτρηση των δειγμάτων, στα 595nm, έπειτα από παραμονή μισή ώρας, σε σκοτεινό περιβάλλον.

9.2.3 Στατιστική Ανάλυση

Ο υπολογισμός του μεγέθους του δείγματος πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό G*Power έκδοση 3.1.9.2. Λαμβάνοντας υπόψη μια πιθανότητα 95% ότι η μελέτη θα ανιχνεύσει διαφορά θεραπείας σε αμφίπλευρο επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.01$, το δείγμα 10 ατόμων επιτρέπει την ανίχνευση διαφοράς 0.28mmol TAC/L μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης, υπολογιζόμενη από την αναμενόμενη SD= 0.2 μεταξύ των διαφορών των ομάδων γευμάτων. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το SPSS 21.0 για Windows (IBM Corporation, Νέα Υόρκη, ΗΠΑ). Τα δεδομένα αναφέρονται ως Mean \pm SD. Η στατιστική σημαντικότητα έγινε αποδεκτή στο $p \leq 0.05$. Όλα τα δεδομένα ελήφθησαν υπόψη και αξιολογήθηκαν για κανονική κατανομή, χρησιμοποιώντας τη δοκιμή κανονικότητας Kolmogorov-Smirnov. Οι μεταβλητές ορού ολικής, HDL- και LDL-χοληστερόλης, γλυκόζης, τριγλυκεριδίων, ουρικού οξέος, αντιοξειδωτικής δράσης πλάσματος (TAC) αναλύθηκαν μέσω επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ANOVA, με διόρθωση Geisser-Greenhouse. Πραγματοποιήθηκαν post-hoc δοκιμές μέσω της δοκιμής Bonferroni. Οι αλλαγές στα κλινικά χαρακτηριστικά από την έναρξη έως την έκβαση (διακύμανση εντός της ομάδας) υπολογίστηκαν με τη χρήση paired samples t-test (two-tailed). Η αυξητική επιφάνεια κάτω από την καμπύλη (iAUC) για τις σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταγευματικής απόκρισης \times χρόνου υπολογίστηκε, σύμφωνα με τον τραπεζοειδή κανόνα ενσωματωμένων περιοχών μέτρησης πάνω και κάτω από τη βασική συγκέντρωση νηστείας. Τα paired samples t-test επιβεβαίωσαν τις σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα από τις iAUC ($p \leq 0,05$).

9.2.4 Αποτελέσματα

9.2.4.2 Προσδιορισμοί βιοενεργών συστατικών βιο-λειτουργικής σάλτσας

Η καινοτόμος, λειτουργική σάλτσα τύπου «miso» παρείχε 0.16mg/g συνολικών πρωτεϊνών, 57.6mg/g ολικών φαινολικών συστατικών, εκπεφρασμένα ως ισοδύναμα γαλλικού οξέος, 48.16mg/g ολικών καροτενοειδών, εκπεφρασμένα ως ισοδύναμα β-καροτενίου και 165.18mmol FeSO₄/g συνολική αντιοξειδωτική δράση.

9.2.4.3 Χαρακτηριστικά εθελοντών

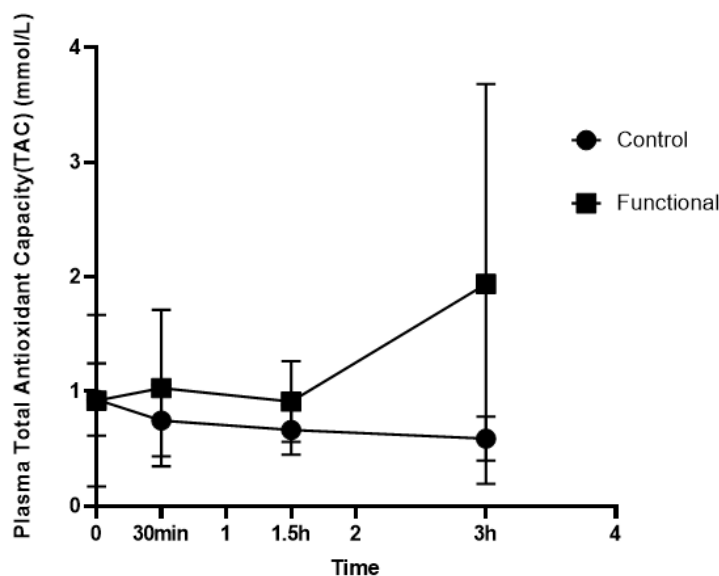
20 συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν ως προς την επιλεξιμότητα. Ωστόσο, μόνο 14 τυχαιοποιήθηκαν στις θεραπείες και 6 άτομα αποκλείστηκαν επειδή δεν πληρούσαν τα κριτήρια συμπερίληψης. Η μέση ηλικία και ο ΔΜΣ ήταν ηλικία 23.5 ± 2.7 και ΔΜΣ 24.5 ± 3.5 kg/m², αντίστοιχα. Τα βασικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων περιγράφονται στον Πίνακα 38.

Πίνακας 38 Βασικά χαρακτηριστικά εθελοντών

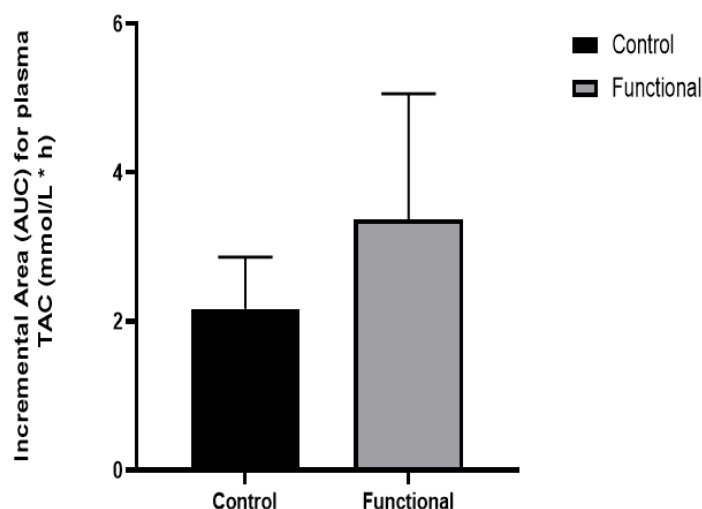
Γενικά χαρακτηριστικά	N
Εθελοντές	14
Άνδρες	6
Γυναίκες	8
Καπνίζοντες	4
Φυσική δραστηριότητα	
Χαμηλή	2
Μέτρια	6
Υψηλή	6
	Mean ± SD
Ηλικία (έτη)	23.5 ± 2.7 ^a
Ανθρωπομετρία και σύσταση σώματος	
Βάρος (kg)	71.5 ± 15.3 ^b
Ύψος (cm)	170.1 ± 8.1 ^c
ΔΜΣ	24.5 ± 3.5 ^d
Λίπος σώματος (kg)	20.9 ± 7
Μυική μάζα (kg)	53.4 ± 11.1
Νερό σώματος (kg)	55 ± 6.8
Οστική μάζα (kg)	2.8 ± 0.3
Λόγος περιφέρειας μέσης/ισχύων	0.7 ± 0.17

9.2.4.4 Μεταγευματική ολική αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος (TAC)

Οι σταδιακές μεταβολές της μεταγευματικής TAC του πλάσματος μετά την κατανάλωση των πειραματικών γευμάτων παρουσιάζονται στην Εικόνα 38. Μια σημαντική αλληλεπίδραση θεραπείας \times χρόνου ($p= 0.0009$) και μια επίδραση της ομάδας θεραπείας ($p= 0.03$) βρέθηκαν για την TAC πλάσματος. Η μεταγευματική ολική αντιοξειδωτική ικανότητα μετά το λειτουργικό γεύμα, που περιείχε την καινοτόμο, βιο-λειτουργική οάλτσα τύπου «miso», ήταν σημαντικά υψηλότερη από ό,τι μετά το γεύμα ελέγχου στις 3 ώρες ($p= 0.015$, MD = 0.83), όπως φαίνεται στην Εικόνα 38a. Παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην TAC του πλάσματος ($p= 0.05$) 3 ώρες μετά τη λειτουργική πρόσληψη γεύματος, ενώ σημαντική μείωση παρουσιάστηκε, 3 ώρες μετά την κατανάλωση του γεύματος ελέγχου ($p= 0.0008$). Η iAUC της TAC του πλάσματος για τη λειτουργική ομάδα παρουσιάστηκε ως σημαντικά αυξημένη ($p= 0.035$) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Εικόνα 38b).



[a]

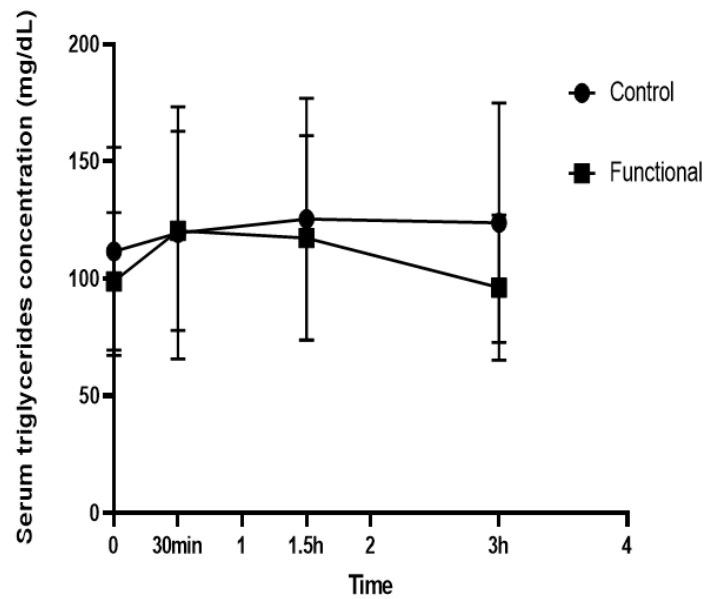


[b]

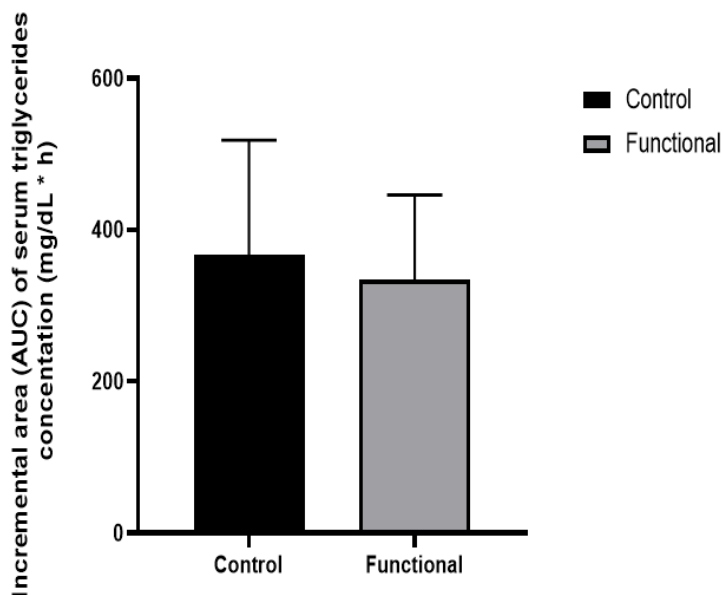
Εικόνα 10 [a] Σταδιακές μεταβολές στην Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα (TAC) στο πλάσμα, μεταγευματικά [b] Η σταδιακή περιοχή κάτω από την καμπύλη (iAUC) για τη μεταγευματική TAC πλάσματος (mmol/L x h)

9.2.4.5 Μεταγευματικά λιπίδια ορού, γλυκόζη και ουρικό οξύ

Όσον αφορά τα λιπίδια του ορού, παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση θεραπείας × χρόνου ($p= 0.0009$) και χρονική επίδραση ($p= 0.0015$) για τις συγκεντρώσεις τριγλυκεριδίων (TG) στον ορό. Το λειτουργικό γεύμα εξασθένησε σημαντικά ($p= 0.003$, MD= -20.3) την αύξηση των τριγλυκεριδίων, σε σύγκριση με το γεύμα ελέγχου, την τελευταία 1.5 ώρα (1.5–3h), όπως φαίνεται στην Εικόνα 39a. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η κατανάλωση της καινοτόμου σάλτσας τύπου «miso» είχε ως αποτέλεσμα 0.9 φορές στατιστικά σημαντικώς χαμηλότερη iAUC για τα επίπεδα τριγλυκεριδίων ορού ($p= 0.03$), συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου (Εικόνα 39b).



[a]

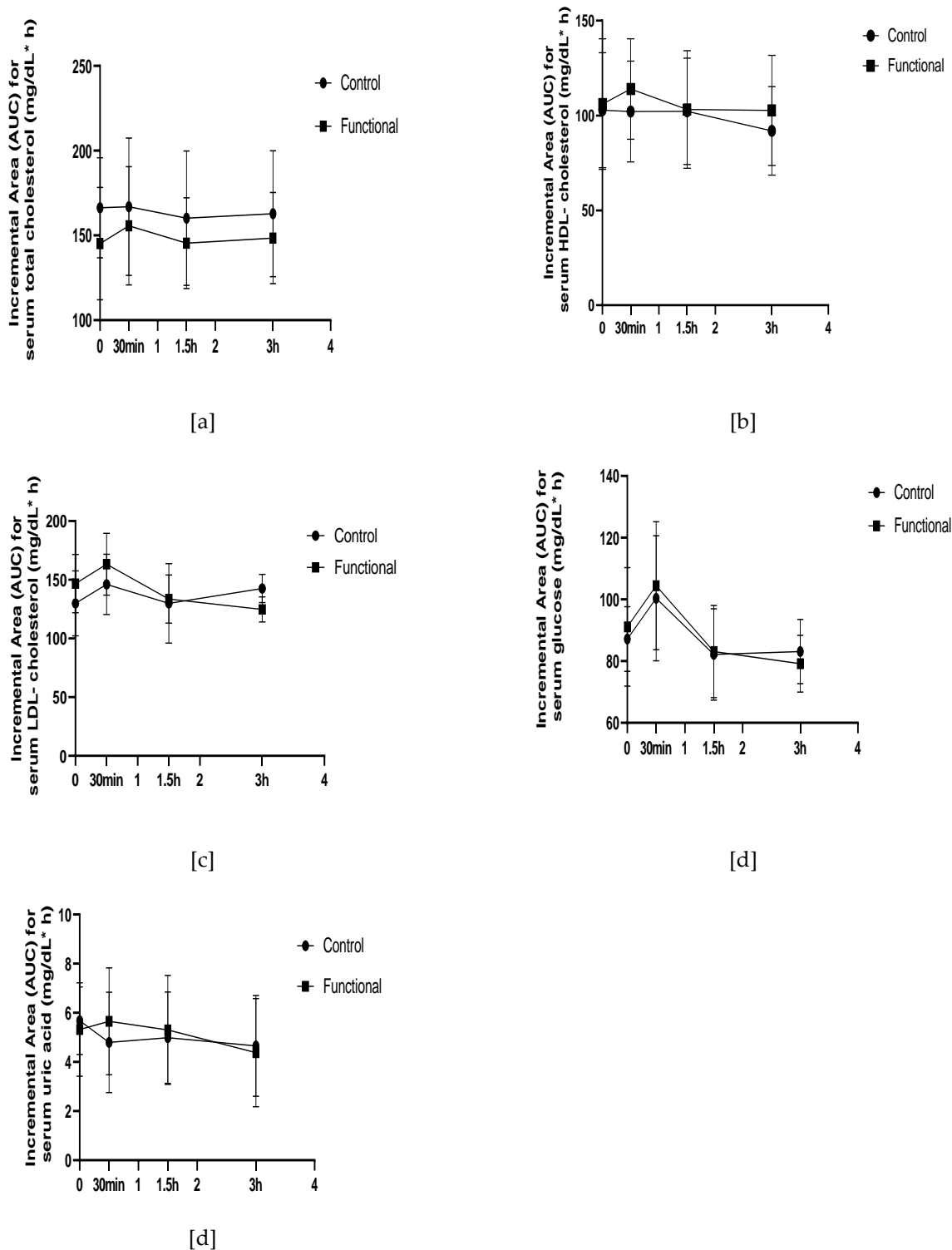


[b]

Εικόνα 39 [a] Σταδιακές μεταβολές στη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων στον ορό (TG) μετά το γεύμα. [b] Η αυξητική περιοχή κάτω από την καμπύλη (iAUC) για τα μεταγευματικά τριγλυκερίδια ορού (mg/dL x h).

Ανιχνεύτηκε μια επίδραση χρόνου για τα μεταγευματικά επίπεδα LDL-χοληστερόλης ($p=0.02$), αλλά δεν βρέθηκε καμία αλληλεπίδραση θεραπείας x χρόνου. Τα επίπεδα της LDL-χοληστερόλης μειώθηκαν σημαντικά 3 ώρες μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος ($p=0.043$) σε σύγκριση με τιμές του baseline, ενώ διαπιστώθηκε μια μη σημαντική αύξηση 3 ώρες μετά το γεύμα ελέγχου σε σύγκριση με την αρχική συγκέντρωση. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις ή διαφορές σχετικά με τους υπόλοιπους βιοδείκτες που δοκιμάστηκαν (ολική χοληστερόλη, HDL-χοληστερόλη και ουρικό οξύ), καθώς υπήρχε παρόμοια απόκριση στα επίπεδα αυτών των

βιοδεικτών μετά την κατανάλωση και των δύο γευμάτων. Οι μεταγευματικές μεταβολές στην ολική, την HDL- και την LDL- χοληστερόλη ορού, τη γλυκόζη και το ουρικό οξύ παρουσιάζονται στην Εικόνα 40.



Εικόνα 40 [a] Σταδιακές αλλαγές στη συγκέντρωση της ολικής χοληστερόλης μετά το γεύμα. [b] Σταδιακές αλλαγές στη συγκέντρωση της HDL-χοληστερόλης μετά το γεύμα. [c] Σταδιακές αλλαγές στη συγκέντρωση της LDL-χοληστερόλης

μετά το γεύμα. [d] Σταδιακές αλλαγές στη συγκέντρωση της γλυκόζης στον ορό μετά το γεύμα. [e] Σταδιακές αλλαγές στη συγκέντρωση ουρικού οξέος μετά το γεύμα

Στον Πίνακα 39 συνοψίζονται οι μεταγευματικές αποκρίσεις των λιπιδίων του ορού, της γλυκόζης, του ουρικού οξέος και της ολικής αντιοξειδωτικής δράσης του πλάσματος, μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε υδατάνθρακες και λιπαρά, που περιέχει μια νέα, λειτουργική σάλτσα τύπου «miso» ή μια σάλτσα ελέγχου.

Πίνακας 39 Μεταγευματικές αποκρίσεις των λιπιδίων του ορού, της γλυκόζης, του ουρικού οξέος και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος (TAC), μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε υδατάνθρακες και λιπαρά, που περιέχει την καινοτόμο, τύπου "miso" σάλτσα ή μια σάλτσα ελέγχου [248]

Βιοδείκτες	Ελέγχου	Λειτουργικό
Ολική χοληστερόλη έναρξης (mg/dL)	170.53±34.5	145.15±33.2
Δ 30min	-0.61±0.43	10.53±7.45
Δ 1.5h	-10.28±7.27	-10.3±7.28
Δ 3h	3.16±2.23	2.07±2.17
iAUC	408.9±180.78	446.16±81.15
Γλυκόζη έναρξης (mg/dL)	87.9±10.77	91.07±19.2
Δ 30min	13.18±9.32	13.38±9.46
Δ 1.5h	-18.18±12.85	-21.37±15.11
Δ 3h	0.9±0.64	-3.91±2.76
iAUC	262.13±37.7	246.7±66.59
Τριγλυκερίδια έναρξης (mg/dL)	111.61±44.48	98.76±29.4
Δ 30min	7.84±5.54	21.61±15.28
Δ 1.5h	5.92±4.18	-3.07±2.17
Δ 3h	-12.5±8.86	-20.9±10.55
iAUC	412.61±152.08	298.27±112.07
HDL-χοληστερόλη έναρξης (mg/dL)	98.12±28.78	98.57±31.36
Δ 30min	-0.76±0.47	21.61±15.28
Δ 1.5h	0.13±0.09	-3.07±2.17
Δ 3h	-10.37±7.33	-17.9±10.55
iAUC	270.61±100,47	276.68±97.71
LDL-χοληστερόλη έναρξης (mg/dL)	129.16±24.11	145.36±25.91
Δ 30min	18.64±13.18	-12.72±8.99
Δ 1.5h	-18.68±13.21	-0.41±0.29
Δ 3h	12.73±9	-9.89±6.22
iAUC	422.18±39.36	432.65±57.76
Ουρικό οξύ έναρξης (mg/dL)	5.68±1.37	5.44±1.84
Δ 30min	-0.88±0.62	0.33±0.23
Δ 1.5h	0.19±0.13	-0.35±0.24
Δ 3h	-0.33±0.23	-0.9±0.65
iAUC	14.74±5.48	15.47±4.54

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναρξης (TAC) (mmol/L)	0.93±0.31	0.91±0.74
Δ 30min	0.23±0.16	0.18±0.12
Δ 1.5h	-0.55±0.32	-0.27±0.19
Δ 3h	-0.09±0	0.7±0.42
iAUC	2.06±0.69	3.46±1.69

9.2.5 Συζήτηση μελέτης διατροφικής παρέμβασης-κλινικής μελέτης διερεύνησης της επίδρασης κατανάλωσης λειτουργικής σάλτσας τύπου “miso”, ενισχυμένης με εκχυλίσματα φλουδών φρούτων και λαχανικών, σε μεταγευματικούς μεταβολικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών

Το «miso» έχει προσεγγίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον για τη μείωση του ρίσκου εμφάνισης χρόνιων ασθενειών, όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις, και η μακροχρόνια κατανάλωσή του έχει συσχετιστεί με ενδεχόμενο χαμηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας [249]. Η μυκητιακή ζύμωση τροφίμων με βάση τα όσπρια, σε υποστρώματα πιτύρων δημητριακών έχει προταθεί καθώς εικάζεται πως δύναται να οδηγήσει στην ενίσχυση της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας των πολυφαινόλων και των καροτενοειδών, καταλήγοντας σε αυξημένη αντιοξειδωτική δραστηριότητα, επιδεικνύοντας παράλληλα προστατευτικά αποτελέσματα έναντι των καρδιαγγειακών παθήσεων [250]. Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι η αξιοποίηση καροτενοειδών που ανακτώνται από υποπροϊόντα φρούτων (π.χ. φλοιοί, πυρήνες) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καινοτόμο, λειτουργική παραγωγή τροφίμων [107]. Οι πλούσιοι σε καροτενοειδή, φλοιοί φρούτων, όπως του πορτοκαλιού και καρότου, διαθέτουν εξέχουσες λειτουργικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες που είναι δυνητικά αποτελεσματικές στην πέψη και το μεταβολισμό, την ομοιοστάση της χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων, αλλά και στη διαχείριση του διαβήτη [251].

Δεδομένων των προηγούμενων ευρημάτων μας για την ευεργετική, μεταγευματική επίδραση των αντιοξειδωτικών συστατικών που ανακτήθηκαν από υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών, σε συνδυασμό με την ισχυρή βιοδραστικότητα τους, *in vitro*, αλλά και λαμβάνοντας υπόψιν τις υφιστάμενες ενδείξεις για τα οφέλη της κατανάλωσης όσπριων, που αποτελούν σημαντικό κομμάτι της Μεσογειακής Διατροφής, στη βελτίωση των μεταβολικών βιοδεικτών, εκδηλώθηκε το ενδιαφέρον για τη μελέτη της ενδεχόμενης ευεργετικής δράσης της νέας, ενισχυμένης σάλτσας τύπου «miso», σε *in vivo* επίπεδο. Η παρούσα, αποτελεί την πρώτη κλινική μελέτη-διατροφική παρέμβαση για τη διερεύνηση της οξείας επίδρασης μιας καινοτόμου, ζυμούμενης σάλτσας τύπου «miso», με βάση ελληνικά όσπρια και ενισχυμένη με καροτενοειδή από εκχυλίσματα φλοιών φρούτων, στα μεταγευματικά επίπεδα λιπιδίων, της γλυκόζης του ορού και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος (TAC).

Η προκύπτουσα μεταγευματική ανισορροπία στο γλυκαιμικό και λιπιδαιμικό μεταβολισμό, μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε λίπη και υδατάνθρακες, έχουν ενοχοποιηθεί για την επαγωγή της υπερπαραγωγής ενεργών ειδών οξυγόνου (ROS). Ο υπέρμετρος

σχηματισμός ROS φαίνεται να αποτελεί σημαντικό συμπαράγοντα της ανάπτυξης καρδιαγγειακών ασθενειών [210]. Η διαιτητική πρόσληψη αντιοξειδωτικών, έχει αναφερθεί πως δύναται να συνεισφέρει στη μείωση του οξειδωτικού στρες και στη διατήρηση της φυσιολογικής μεταβολικής λειτουργίας [14]. Ορισμένα φυτοθρεπτικά συστατικά δε, όπως οι πολυφαινόλες και τα καροτενοειδή, μπορεί να καταστέλλουν τους δείκτες του μεταγευματικού οξειδωτικού στρες στο αίμα, οι οποίοι αναπτύσσονται παροδικά από διάφορους ιστούς και κύτταρα, μετά την κατανάλωση ενός γεύματος με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά και υδατάνθρακες [252].

Πρόσφατες εκθέσεις σημειώνουν πως η ζυμούμενη πάστα σόγιας, παρουσιάζει σημαντικές επιδράσεις στην αντιοξειδωτική άμυνα και το μεταβολισμό της γλυκόζης, όταν αποτελούν μέρος μιας διαίτας, υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά. Οι ζυμούμενες πάστες οσπρίων ενδεχομένως να λειτουργούν ως ρυθμιστές της δραστηριότητας διαφόρων αντιοξειδωτικών ενζύμων και κατ' επέκτασιν του οξειδωτικού στρες, ενώ παράλληλα ασκούν ανασταλτική δράση έναντι της υπεροξειδωσης των λιπιδίων. Μάλιστα, έχει αναφερθεί μια ευεργετική δράση των ισοφλαβονών και των βιοδραστικών πεπτιδίων των οσπρίων στον μεταβολισμό της γλυκόζης, την έκκριση ινσουλίνης, την ινσουλινοαντίσταση και στη μάζα των β-κυττάρων. Δύναται δε να συνεισφέρουν στη βελτίωση της ανοχής στη γλυκόζη, μέσω της μείωσης αυτής στα λιποκύτταρα [133].

Σε ετούτη την κλινική παρεμβατική μελέτη, η οξεία κατανάλωση της λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», ενισχυμένης με καροτενοειδή από εκχυλίσματα φλοιών επιλεγμένων φρούτων, οδήγησε σε αυξημένη αντιοξειδωτική δράση (TAC) του πλάσματος, 3 ώρες μετά την πρόσληψη, όταν η TAC του πλάσματος 3 ώρες μετά την πρόσληψη της σάλτσας ελέγχου μειώθηκε σημαντικά. Αυτά τα ευρήματα είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα που έχουν προαναφερθεί από τους Urquiaga et al. [253]. Οι εν λόγω ερευνητές σε μια τυχαίοποιημένη διατροφική παρέμβαση, μελέτησαν τη μεταγευματική επίδραση ενός γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, που καταναλώθηκε σε συνδυασμό με ένα πλούσιο σε αντιοξειδωτικά συμπύκνωμα μούρων, και παρατήρησαν μια αύξηση της μαλονδιαλδεΐδης (MDA), με παράλληλη αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης στο πλάσμα, και μείωση των πρωτεϊνικών καρβονυλίων. Επιπλέον, όπως αναφέρεται από τους Laus et al. [254], η οξεία κατανάλωση λειτουργικών ζυμαρικών πιτύρων, εμπλουτισμένα με λιπόφιλα αντιοξειδωτικά (π.χ. καροτενοειδή) βελτίωσαν τη μεταγευματική αντιοξειδωτική κατάσταση του αίματος.

Η αυξημένη μεταγευματική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος μπορεί να αποτελεί το συνεργιστικό αποτέλεσμα των φυσικών αντιοξειδωτικών που περιείχε η καινοτόμος λειτουργική σάλτσα. Το εκχύλισμα φλοιών φρούτων (καρότο, πορτοκάλι, μπανάνα, ακτινίδιο, μήλο, καρπούζι), το οποίο αξιοποιήθηκε για την ενίσχυση της λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», παρέχουν πολύτιμες βιοδραστικές φαινολικές ενώσεις, καροτενοειδή, φλαβονοειδή, φυτοστερόλες κ.λπ., συμβάλλοντας στην συνολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα. Μεταγευματικά, αυτές οι βιοδραστικές ενώσεις είναι βιοδιαθέσιμες και είναι σε θέση να αυξήσουν απότομα την αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος, μειώνοντας το οξειδωτικό στρες [255]. Σε μια ανασκόπηση, οι Mirmiran et al. κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αρκετές βιοδραστικές ενώσεις, που προέρχονται από υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών, πιθανόν να συντελούν στην εξασθένιση του

οξειδωτικού στρες, αυξάνοντας τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος [121].

Ένας προτεινόμενος μηχανισμός με τον οποίο τα καροτενοειδή ενδεχομένως να επιδεικνύουν δραστηριότητα υπερ της ρύθμισης του οξειδωτικού στρες, είναι η πιθανή διευκόλυνση της μεταφοράς τους στον πυρήνα μέσω της οδού Nrf-2 από τα ένζυμα της φάσης II, ενεργοποιώντας τις S-τρανσφεράσες της γλουταθειόνης [256]. Σαφώς, το β-καροτένιο, το κύριο καροτενοειδές που απαντάται στο εκχύλισμα φλοιών φρούτων, έχει τονιστεί για τον ευεργετικό του ρόλο στη ρύθμιση της έκφρασης του eNOS και της προσκόλλησης των μορίων μέσω της ενεργοποίησης του μονοπατιού Ca^{2+} /καλμοδουλίνης, εξαρτώμενου εκ της πρωτεϊνικής κινάσης II (CaMKII), σε ένα *in vitro* μοντέλο ενδοθηλιακής δυσλειτουργίας που προκαλείται από την ιντερλευκίνη IL-1β [257]. Παρόλο που απεδείχθη πως η νέα σάλτσα τύπου «miso» που αναπτύχθηκε, παρείχε 133 μg β-καροτενίου/ g, δεν προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις ολικών καροτενοειδών στο βιολογικό δείγμα (αίμα) των εθελοντών. Επιπλέον, η αυξημένη ολική αντιοξειδωτική δράση του πλάσματος, που παρουσιάστηκε μετά την κατανάλωση της καινοτόμου βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», ενδεχομένως να αποτελεί αποτέλεσμα της συνεργιστικής δράσης των βιοενεργών συστατικών, τόσο εκ του εκχυλίσματος φλοιών φρούτων και λαχανικών, όσο και βιοδραστικών πεπτιδίων, φλαβονοειδών και άλλων βιομορίων των ζυμούμενων οσπρίων. Γι' αυτό το σκοπό, σε επόμενο στάδιο της μελέτης, θα ήταν σκόπιμος ο ακριβής προσδιορισμός των βιοενεργών συστατικών στο πλάσμα, με τη χρήση ακριβέστερων τεχνικών (π.χ. Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης).

Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των ρεβυθιών που έχουν υποστεί ζύμωση, παρόντα στη λειτουργική σάλτσα τύπου «miso», πιθανόν να σχετίζονται με την παρουσία ισοφλαβονών, οι οποίες έχουν αναφερθεί ως ρυθμιστές των αντιοξειδωτικών ενζύμων [258]. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως η ζύμωση από τον *Aspergillus oryzae* μπορεί να οδηγήσει στην ενισχυμένη παραγωγή αντιοξειδωτικών ενώσεων, όπως τα καροτενοειδή, συμβάλλοντας στη συνολική αντιοξειδωτική δράση του πλάσματος, εξαιτίας της δράσης των υδρολυτικών ενζύμων.

Το επόμενο εύρημα που εκπορεύτηκε από αυτήν τη διατροφική παρέμβαση, είναι πως η πλούσια σε αντιοξειδωτικά, σάλτσα τύπου «miso», που ελήφθη ως μέρος ενός γεύματος, πλούσιου σε λιπαρά και υδατάνθρακες, μετρίασε την αύξηση των μεταγευματικών τριγλυκεριδίων, 3 ώρες μετά την κατανάλωση του γεύματος. Αξίζει, βέβαια, να αναφερθεί πως εντοπίστηκε μια μείωση των επιπέδων LDL- χοληστερόλης στις 3 ώρες, συγκριτικά με τις τιμές νηστείας, μετά την κατανάλωση της καινοτόμου σάλτσας τύπου «miso». Η ενδεχόμενη ευεργετική επίδραση της νέας λειτουργικής σάλτσας στα μεταγευματικά επίπεδα τριγλυκεριδίων και LDL- χοληστερόλης ενδεχομένως να αντανάκλα τις ιδιότητες που έχουν επιδείξει τα φυτοθρεπτικά συστατικά, οι διαιτητικές ίνες και τα βιοενεργά πεπτιδία, να βελτιώνουν το λιπιδαιμικό προφίλ. Οι διαιτητικές πολυφαινόλες έχουν προταθεί ως αναστολείς της παγκρεατικής λιπάσης και δύνανται να μειώνουν την πέψη και την απορρόφηση των τριγλυκεριδίων, μέσω ενός μηχανισμού που περιλαμβάνει τη βελτίωση της ινσουλινοαντίστασης, την προστασία από την οξείδωση και την εκκαθάριση των ελεύθερων ριζών [259].

Μια ετερογένεια έχει παρατηρηθεί, σχετικά με την οξεία επίδραση της φαινολικής συμπλήρωσης γευμάτων με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, καθώς τα αποτελέσματα μπορεί να επηρεαστούν από περισσότερους παράγοντες, όπως η σύνθεση του λιπαρού γεύματος, η ενεργειακή του πυκνότητα και η διάρκεια της περιόδου παρέμβασης. Ωστόσο, σε αρκετές κλινικές δοκιμές, οι φαινολικοί μεταβολίτες, όπως η αφυδατωμένη κερσετίνη και η ρεσβερατρόλη, φαίνεται να μειώνουν σημαντικά την αύξηση των μεταγευματικών ρυθμών παραγωγής τριγλυκεριδίων ή Apo B-48/100 [260]. Σε μια μελέτη, όπου εξετάστηκε η οξεία επίδραση του πλούσιου σε πολυφαινόλες, κακάο, στο πλαίσιο ενός γεύματος υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, σε υπέρβαρους και νορμοβαρείς ενήλικες, διαπιστώθηκε πως η φαινολική συμπλήρωση του γεύματος με επι κατεχίνη, εξασθένησε τα μεταγευματικά τριγλυκερίδια και την οξείδωση των λιπιδίων, 4 ώρες μετά το γεύμα [261].

Οι διαιτητικές ίνες που παρέχονται από τη λειτουργική, καινοτόμο σάλτσα, μπορεί να ασκήσουν ευεργετικό ρόλο στη μείωση των τριγλυκεριδίων, η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαταραχή της διαδικασίας μικκυλιοποίησης, σε εντερικό επίπεδο. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι διαιτητικές ίνες συμβάλλουν στην κινητικότητα του εντέρου, παρεμποδίζοντας την απορρόφηση του λίπους, μέσω σχηματισμού ενός υδάτινου φραγμού μεταξύ των θρεπτικών συστατικών και του εντερικού βλεννογόνου, ρυθμίζοντας εν τέλει την εντερική μικροχλωρίδα. Εναλλακτικώς, η ωφέλιμη δράση των διαιτητικών ινών έχει συσχετισθεί με την αλλοίωση της έκκρισης χυλομικρών [262].

Όπως έχει προαναφερθεί από τους Shi et al., τα βιοδραστικά πεπτιδία των ρεβυθιών δρουν ως υπολιπιδαιμικοί παράγοντες, μειώνοντας τα τριγλυκερίδια του ορού, αλλά και την ολική και LDL- χοληστερόλη. Τα πεπτιδία αυτά δύνανται να αναστείλουν τη δράση της συνθετάσης λιπαρού οξέος και της αναγωγάσης του 3-υδροξυ-3-μεθυλ-γλουταρυλ-CoA, αλλοιώνοντας το υπεροξισώμα που ενεργοποιείται από τους υποδοχείς πολλαπλασιασμού και την έκφραση του υποδοχέα LDL [263].

Όσον αφορά τη μείωση των επιπέδων LDL- χοληστερόλης που παρατηρήθηκε, παρόμοια αποτελέσματα έχουν αποκαλυφθεί από τους Lim et al. [264], οι οποίοι πρότειναν μια παραδοσιακή πάστα κόκκινης πιπεριά (Kochujang), ζυμώμενη από τον *Aspergillus oryzae*, μείωσε τα επίπεδα ολικής χοληστερόλης και της C-λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL-C) σε υπερχοληστερολαιμικά άτομα. Έχει παρατηρηθεί πως τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση, εμφανίζουν υπολιπιδαιμικές επιδράσεις ως καλές πηγές βιοδραστικών συστατικών, όπως οι διαιτητικές ίνες, τα φυσικά αντιοξειδωτικά και τα φυτοχημικά. Είναι αξιοσημείωτο ότι αρκετές μελέτες προτείνουν το πύτυρο σίτου, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα της ζύμωσης κατά την ανάπτυξη της λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», ως πιθανό λειτουργικό συστατικό για την καρδιαγγειακή προστασία, καθώς δύναται να δράσει ως αναστολέας της δραστηριότητας και της συσσώρευση των αιμοπεταλίων, με παράλληλη μείωση της τριγλυκεριδικής σύνθεσης, χάρη στην παρουσία της αλκυλρεσορκινόλης στη δομή του [262].

Η παρούσα μελέτη υποδεικνύει ότι η κατανάλωση μιας καινοτόμου, ζυμώμενης λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», με βάση επιλεγμένα ελληνικά όσπρια και ενισχυμένη με βιο-καροτενοειδή από εκχύλισμα φλοιών φρούτων, αύξησε σημαντικά τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος, με παράλληλη μείωση των τριγλυκεριδίων του

ορού, της LDL-χοληστερόλης, 3 ώρες μετά τη λήψη του. Τονίστηκε η πιθανή ευεργετική, οξεία επίδραση της λειτουργικής αυτής σάλτσας που έχει υποστεί ζύμωση, ενισχυμένη με βιοδραστικές ενώσεις από υποπροϊόντα τροφίμων, σε μεταγευματικούς βιοδείκτες και βιομόρια του οξειδωτικού στρες και της λιπαιμίας. Έτσι, η συμπερίληψη της στα πλαίσια μιας ισορροπημένης διατροφής δύναται να συμβάλει στην πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων, ως μια πολλά υποσχόμενη πτυχή.

Παραταύτα, όπως αναφέρθηκε και στις προηγούμενες δύο κλινικές μελέτες, βασικούς περιορισμούς αποτελεί ο μη προσδιορισμός των επιμέρους βιοδραστικών συστατικών που παρίσταντο στο αίμα των εθελοντών, καθώς και για τη διασφάλιση των προαναφερθέντων ευεργετικών δράσεων, κρίνεται αναγκαία η επιτέλεση κλινικών μελετών σε μεγαλύτερο δείγμα του πληθυσμού, αλλά και σε μακροπρόθεσμο επίπεδο.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που προκύπτει κατά την ανάπτυξη τέτοιων τροφίμων είναι τα θέματα ασφάλειας και νομοθεσίας. Για την επισφράγιση της ασφάλειας των συστατικών που προστίθενται κατά τις διαδικασίες παραγωγής καινοτόμων τροφίμων, κρίνεται απαραίτητη η θέσπιση νέων νομοθετικών πλαισίων και κατευθυντήριων οδηγιών για την ασφάλεια των τροφίμων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-
ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Η προοπτική της συμπερίληψης των λειτουργικών τροφίμων στα πλαίσια της ισορροπημένης διατροφής προσεγγίζει όλο και περισσότερο το ερευνητικό ενδιαφέρον, ιδιαίτερα τα τελευταία έτη, καθώς μια πληθώρα μελετών υποδεικνύει τον ευεργετικό ρόλο της κατανάλωσης τους στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών. Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε πως μια μεγάλη μερίδα του πληθυσμού εντάσσει φυσικά λειτουργικά τρόφιμα στο διαιτολόγιο του. Ωστόσο μια επιφυλακτική στάση διατηρείται, όσον αφορά την κατανάλωση νεοφανών, καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, που αναπτύσσονται με την αξιοποίηση των υποπροϊόντων τροφίμων, με τη χρήση των βιοδιεργασιών και την υιοθέτηση βιώσιμων στρατηγικών. Το γεγονός αυτό αποδίδεται κυρίως στο φόβο της δοκιμής νέων τροφίμων, όπου σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ελλιπής γνώση για τα οφέλη τα οποία δύνανται να αποκομίσουν οι καταναλωτές για την υγεία τους από τη λήψη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων (πειραματική ενότητα 1).

Η συχνή κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων απεδείχθη πως σχετίζεται με μειωμένο σωματικό βάρος και λίπος, με ελαττωμένο Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) και λόγο περιφέρειας της μέσης/ισχύων, παράγοντες που προμηνύουν την πιθανή εμφάνιση παχυσαρκίας, μέσω διαφόρων μηχανισμών (πειραματική ενότητα 1). Το ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων (FFFQ) αποτελεί ένα χρήσιμο και έγκυρο εργαλείο για την επιτέλεση της επιδημιολογικής μελέτης, όπου διερευνήθηκε η συχνότητα με την οποία καταναλώνονται τα λειτουργικά τρόφιμα από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του ελληνικού και κυπριακού πληθυσμού (πειραματική ενότητα 1).

Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση σε μεγαλύτερο δείγμα του ελληνικού πληθυσμού για να διασφαλιστεί η αναπαραγωγιμότητα των παραπάνω αποτελεσμάτων. Οι στάσεις των καταναλωτών επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες και ποικίλλουν ανάλογα με το πολιτισμικό πλαίσιο των καταναλωτών. Έτσι, η συλλογική κατανόηση των δευτερευόντων καθοριστικών παραγόντων θα μπορούσε να βοηθήσει τους καταναλωτές να αναπτύξουν θετική στάση απέναντι στη χρήση λειτουργικών τροφίμων και, τελικά, να αυξήσουν την αποδοχή τους. Για παράδειγμα, η έμφαση στις ανταμοιβές και την αναγκαιότητα κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων μπορεί να καλλιεργήσει τη θετική στάση των καταναλωτών απέναντι στα λειτουργικά τρόφιμα.

Στους κύριους στόχους της παρούσας μελέτης εντάχθηκε η διερεύνηση της βιοδραστικότητας επιλεγμένων ελληνικών βοτάνων και υποπροϊόντων επιλεγμένων φρούτων και λαχανικών, τόσο σε *in vitro* μοντέλα, όσο και σε *in vivo* επίπεδο. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν αφενός *in vitro* πειράματα προσδιορισμού των βιοενεργών

μορίων (αντιοξειδωτικά και φαινολικά συστατικά, καρροτενοειδή), και αφετέρου εφαρμόστηκε ένα στατικό μοντέλο προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης και απορρόφησης αυτών (πειραματική ενότητα 2). Το μοντέλο αυτό αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τη μελέτη της προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας *in vitro*, των βιοδραστικών συστατικών των μελετώμενων δειγμάτων. Πλεονεκτεί έναντι άλλων μεθόδων, χάρη στην απλότητα προσομοίωσης των συνθηκών της πέψης, το σχετικά χαμηλό κόστος και την ευκολία αξιολόγησης κάθε φάσης της γαστρεντερικής πέψης. Ωστόσο, μέσω της εφαρμογής τους καθίσταται αδύνατη η ακριβής μίμηση του συμπλέγματος και των δυναμικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την πέψη, αλλά και των φυσιολογικών αλληλεπιδράσεων με τον εκάστοτε ξενιστή.

Επιμέρους στόχος μας ήταν η ανάπτυξη καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων (ενισχυμένο με αντιοξειδωτικά συστατικά, αλειφόμενο τυρί και ελληνικού τύπου σάλτσα «miso», ενισχυμένη με βιο-καρροτενοειδή), με τη χρήση βιώσιμων διεργασιών και μέσω αξιοποίησης επιλεγμένων υποπροϊόντων της επεξεργασίας τροφίμων φυτικής προέλευσης, που σε φυσιολογικές συνθήκες απορρίπτονται και συντελούν στο περιβαλλοντικό πρόβλημα (πειραματική ενότητα 3). Απώτερος σκοπός της δράσης αυτής ήταν η δημιουργία νεοφανών τροφίμων προστιθέμενης διατροφικής αξίας, η κατανάλωση των οποίων θα μπορούσε να συνεισφέρει τόσο στη διατήρηση της γενικότερης υγείας, όσο και στην πρόληψη της εμφάνισης χρόνιων νοσημάτων.

Τέλος, ο κυριότερος σκοπός της παρούσας ήταν η διερεύνηση της επίδραση της κατανάλωσης των νέων βιο-λειτουργικών τροφίμων που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια των πειραμάτων μας, σε μεταγευματικούς μεταβολικούς βιοδείκτες και άλλους βιοδείκτες της φλεγμονής και του οξειδωτικού στρες, σε υγιείς εθελοντές. Έτσι, επιτελέστηκε μια σειρά κλινικών μελετών – διατροφικών παρεμβάσεων, όπου σε συνεργασία με εξωτερικούς ιατρούς, ελήφθη βιολογικό υλικό (αίμα) εκ των εθελοντών, τόσο σε κατάσταση νηστείας όσο και μετά κατανάλωσης πλουσίων σε λίπη και υδατάνθρακες γευμάτων, τα οποία περιελάμβαναν τα ενισχυμένα με αντιοξειδωτικά συστατικά, νέο-ανεπτυγμένα λειτουργικά τρόφιμα (πειραματική ενότητα 4). Τα αποτελέσματα των διατροφικών αυτών παρεμβάσεων υπέδειξαν πως η ενίσχυση των καινοτόμων τροφίμων με αντιοξειδωτικές ενώσεις, ανηκτημένες από ελληνικά βότανα και υποπροϊόντα τροφίμων, δύναται να οδηγήσει σε αυξημένη βιοδραστικότητα στο αίμα, στο μεταγευματικό στάδιο. Τα ευρήματα αυτά επιτρέπουν τον ισχυρισμό πως η κατανάλωση τέτοιων καινοτόμων τροφίμων προστιθέμενης διατροφικής αξίας, θα μπορούσε να καταστεί ωφέλιμη στην ελάττωση του ρίσκου εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου και μεταβολικού συνδρόμου.

Εντούτοις, κρίνεται αναγκαία η προαγωγή της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, μέσω της προώθησης νέων διατροφικών πολιτικών. Οι προσπάθειες για ένταξη των πολιτικών αυτών στα πλαίσια της διατροφικής αγωγής του γενικού πληθυσμού, θα πρέπει να ενσωματωθούν στους στόχους της επιστημονικής κοινότητας. Επιπλέον, ο σύγχρονος τρόπος ζωής επιτάσσει την εισαγωγή των παραδοσιακών και φυσικών λειτουργικών τροφίμων, σε καινοτόμα, νέα λειτουργικά τρόφιμα.

Αξίζει να αναφερθεί πως η αντιοξειδωτική δράση που αξιολογείται με μία μόνο ανάλυση δεν δύναται να αντανakλά τις πολλαπλές αντιδράσεις και μηχανισμούς που

εμπλέκονται στο οξειδωτικό στρες. Αντιπροσωπεύει μόνο τη χημική αντιδραστικότητα υπό τις ειδικές συνθήκες της ανάλυσης. Λόγω του φαινομένου της «συνέργειας», που περιλαμβάνει πολλούς μηχανισμούς, προκειμένου να κατανοηθεί η ακριβής μεταγευματική σύνθετη επίδραση κάθε βιοδραστικού συστατικού στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος, καθώς και στο λιπιδαιμικό και γλυκαιμικό προφίλ, η αξιολόγηση κάθε βιοδραστικού συστατικού θα πρέπει να εξεταστεί εκτενώς. Η μέτρηση άλλων βιοδεικτών του οξειδωτικού στρες, συμπεριλαμβανομένων των ROS σε λευκοκύτταρα και αιμοπετάλια, μπορεί να συνδράμει σε μια πιο ολιστική αξιολόγηση της οξειδωτικής κατάστασης και της ενισχυτικής επίδρασης των αντιοξειδωτικών συστατικών στην υγεία.

Η επάρκεια του μεγέθους του δείγματος σε κάθε κλινική μελέτη, υπολογίστηκε στατιστικά, αλλά το μέγεθος του δείγματος δύναται να επηρεάσει την έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας σε κάποιους βιοδείκτες. Γι' αυτό είναι θεμιτή η διεύρυνση του αριθμού συμμετεχόντων, αλλά και των περιόδων των δοκιμών σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, για τη διασφάλιση των ανωτέρω αποτελεσμάτων. Ένας σημαντικός περιορισμός είναι ότι μελετήσαμε την επίδραση της οξείας κατανάλωσης των νεοφανών, καινοτόμων τροφίμων σε υγιείς εθελοντές, ως μεταγευματική παράμετρος της προληπτικής διατροφής. Ωστόσο, υψηλότερες θετικές επιδράσεις σε άτομα με αυξημένο καρδιαγγειακό και μεταβολικό κίνδυνο ενδεχομένως να παρατηρηθούν, επομένως μελλοντικές παρεμβατικές μελέτες σε τέτοιους ασθενείς θα μπορούσαν να επιφέρουν αποτελέσματα ιδιαίτερου κλινικού ενδιαφέροντος.

Επιπλέον, θα θέλαμε να υπογραμμίσουμε ότι η ανάπτυξη νέων λειτουργικών τροφίμων καθίσταται μια πολυπαραγοντική διαδικασία στην οποία, εκτός από την πιθανή ασκούμενη βιοδραστικότητα και το ρόλο στην προαγωγή της υγείας, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη αρκετές πρόσθετες παράμετροι. Τα οργανοληπτικά και αισθητηριακά χαρακτηριστικά, η γεύση, η οσμή, το χρώμα, η τιμή και η συνολική αποδοχή από τους καταναλωτές είναι μερικοί από τους σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν την αποδοχή των τροφίμων και την προώθησή τους στην αγορά. Η βιομηχανία τροφίμων κατέχει συντονιστικό ρόλο για την υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου παραγωγής και διάθεσης των καινοτόμων τροφίμων που αναπτύσσονται.

Εντούτοις, κρίνεται απαραίτητη η ένταξη νέων οδηγιών για την ασφάλεια των καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, καθώς και η προσθήκη νέων νομοθετικών πλαισίων στα ήδη υπάρχοντα, ούτως ώστε να επισφραγίζεται η ασφαλής ανάπτυξη των σύγχρονων στρατηγικών δημιουργίας νέων τροφίμων, που προκύπτουν από την ενίσχυση των συμβατικών τροφίμων με βιοδραστικά συστατικά κι άλλους διατροφικούς παράγοντες.

Τέλος, θα θέλαμε να τονίσουμε πως αναδύεται η ανάγκη καθιέρωσης νέων προσεγγίσεων, προκειμένου να παρασχεθούν καλύτερα επιστημονικά στοιχεία σχετικά με την οξεία επίδραση των νέων λειτουργικών τροφίμων στους μεταγευματικούς βιοδείκτες της φλεγμονής και του οξειδωτικού στρες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η διατροφολογική, συμπεριλαμβανομένης της πρωτεϊνομικής και της μεταβολομικής, παρέχοντας περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη φυσιολογική κατάσταση από την εξέταση του φαινοτύπου. Συγκεκριμένα, η μεταβολομική δύναται να παρέχει πληροφορίες

σχετικά με τις μεταβολικές οδούς που εμπλέκονται στην απόκριση στη λήψη λειτουργικών γευμάτων.

Στην παρούσα διατριβή αρχικώς διεξήχθη μια επιδημιολογική μελέτη σε αντιπροσωπευτικό δείγμα του ελληνικού και κυπρίου πληθυσμού, όπου διερευνήθηκε η στάση των καταναλωτών και η αποδεκτικότητα τους ως προς τα φυσικά και τα καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα, που προκύπτουν μέσω αξιοποίησης των υποπροϊόντων τροφίμων και με την υιοθέτηση βιώσιμων στρατηγικών. Επιπλέον, έπειτα από το σχεδιασμό και την επικύρωση ενός κατάλληλου ερωτηματολογίου, ερευνήθηκε η συσχέτιση της συχνότητας της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με τους ανθρωπομετρικούς δείκτες της παχυσαρκίας. Τα στοιχεία που αντλήθηκαν έδειξαν πως μια μερίδα μεν του πληθυσμού συμπεριλαμβάνει τα λειτουργικά τρόφιμα στην εβδομαδιαία διατροφή του και διατίθεται να δοκιμάσει νέα λειτουργικά τρόφιμα, αφετέρου δε ένα σημαντικό τμήμα του μελετώμενου πληθυσμού επιδεικνύει μια ουδέτερη στάση ως προς αυτά, παρουσιάζοντας ως βασικό λόγο του δισταγμού, το φόβο δοκιμής καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων. Από την επιδημιολογική αυτή μελέτη εξήχθη το συμπέρασμα πως η συχνή κατανάλωση φυσικών λειτουργικών τροφίμων, συσχετίστηκε με μειωμένο Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), σωματικό λίπος και λόγο περιφέρειας μέσης/ ισχύων, παράγοντες που ενοχοποιούνται για την εμφάνιση παχυσαρκίας. Μολαταύτα, κάποια λειτουργικά τρόφιμα που χαρακτηρίζονται και ως υπερτρόφιμα, παρόλο που οι ευεργετικές τους επιδράσεις έχουν εκτενώς τονισθεί από την επιστημονική κοινότητα, ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία, δεν καταναλώνονται καθόλου από την πλειοψηφία του πληθυσμού.

Σε επόμενο βήμα της παρούσας διατριβής, υλοποιήθηκε μια συστοιχία *in vitro* πειραμάτων για τον προσδιορισμό των κυρίων κατηγοριών βιοενεργών συστατικών, που παρέχονται τόσο από επιλεγμένα αρωματικά βότανα της ελληνικής γης, όσο και από υποπροϊόντα της επεξεργασίας ορισμένων φρούτων, λαχανικών και ξηρών καρπών. Απώτερος σκοπός των πειραμάτων αυτών ήταν η διερεύνηση της βιοδραστικότητας τους και η μετέπειτα αξιοποίηση τους για την ανάπτυξη καινοτόμων, λειτουργικών τροφίμων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τόσο τα υποπροϊόντα φρούτων και λαχανικών, όσο και τα αρωματικά φυτά, παρουσιάζουν αξιόλογη περιεκτικότητα σε ολικά αντιοξειδωτικά και φαινολικά συστατικά, αλλά και σε καροτενοειδή (για τα υποπροϊόντα). Οι πρώτες αυτές ενδείξεις ενέτειναν το ενδιαφέρον για την πρόβλεψη της βιοδιαθεσιμότητας των προαναφερθέντων βιοδραστικών συστατικών, και γι' αυτό το σκοπό σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ένα στατικό, *in vitro* μοντέλο προσομοίωσης της γαστρεντερικής πέψης, όπου προσομοιάστηκαν οι συνθήκες της πέψης και απορρόφησης των μελετώμενων διατροφικών παραγόντων, που προηγουμένως ανακτήθηκαν από τα υποπροϊόντα ορισμένων φρούτων και λαχανικών. Από τα πειράματα αυτά ελήφθη το συμπέρασμα πως τα αντιοξειδωτικά συστατικά ορισμένων υποπροϊόντων (π.χ. φλοιοί, πυρήνες), καθώς και οι πολυφαινόλες και τα καροτενοειδή, παρουσιάζουν ικανοποιητικό βαθμό προβλεπόμενης βιοδιαθεσιμότητας, και ενδεχομένως να καθίστανται βιοδιαθέσιμα μετά την απορρόφηση τους, σε *in vivo* επίπεδο.

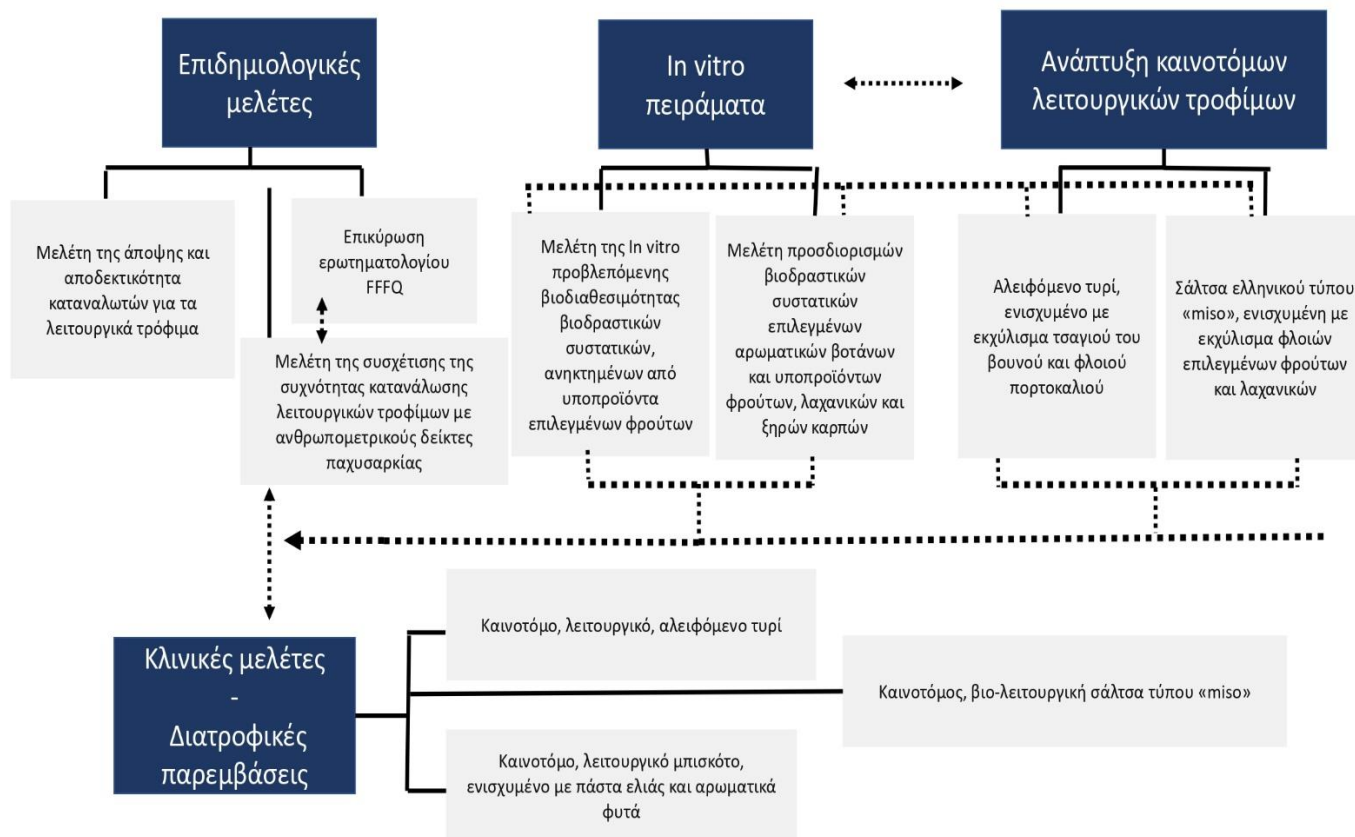
Οι ως ανωτέρω αναλύσεις συνέβαλαν στην επιλογή κάποιων από τις μελετώμενες πρώτες ύλες, που παρουσίασαν αξιολογη βιοδραστικότητα, *in vitro*. Αξιοποιώντας αυτές τις ύλες, προχωρήσαμε σε ανάπτυξη ενός νέου, λειτουργικού αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και φλοιού πορτοκαλιού, και μιας καινοτόμου, ελληνικού τύπου « miso», σάλτσας, με εφαρμογή φιλικών προς το περιβάλλον, διεργασιών. Έτσι, δημιουργήθηκαν με καινοτόμες και βιώσιμες στρατηγικές, δυο νέα τρόφιμα, που παρουσίασαν *in vitro*, ισχυρή βιοδραστικότητα. Ακολούθως, το ενδιαφέρον εντάθηκε γύρω από το ερώτημα εάν η κατανάλωση των νέων, λειτουργικών τροφίμων που αναπτύχθηκαν, δύναται να επηρεάζει μεταβολικούς βιοδείκτες που σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών και μεταβολικών νοσημάτων.

Για το σκοπό αυτό επιτελέστηκε μια σειρά κλινικών μελετών-διατροφικών παρεμβάσεων, όπου διερευνήθηκε η μεταγευματική επίδραση της κατανάλωσης του νέου, λειτουργικού αλειφόμενου τυριού, μπισκότων ενισχυμένων με πάστα ελιάς και ελληνικά βότανα, καθώς και της καινοτόμου, βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου « miso», σε μεταβολικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών. Ειδικότερα, η μεταβολική αυτή επίδραση ερευνήθηκε στο μεταγευματικό στάδιο, και στα πλαίσια γευμάτων, πλουσιών σε λίπη και υδατάνθρακες, επειδή στο στάδιο ετούτο παρατηρούνται ταχείς μεταβολές του λιπιδαιμικού και γλυκαιμικού προφίλ του ορού, αλλά και της οξειδωτικής κατάστασης του πλάσματος. Υπό τις συνθήκες αυτές, η φλεγμονή χαμηλού βαθμού και η αντίσταση στην ινσουλίνη οδηγούν σε επαγωγή του οξειδωτικού στρες, που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην αύξηση του ρίσκου εμφάνισης καρδιομεταβολικών ασθενειών. Έτσι, θα λέγαμε πως στη φάση αυτή, καθίσταται εφικτή η ακριβέστερη μελέτη της άσκησης της αντιοξειδωτικής, υπολιπιδαιμικής και υπογλυκαιμικής δράσης των βιοενεργών συστατικών των συστατικών που επιλέχθηκαν να προστεθούν για την ενίσχυση των καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα που αντλήθηκαν από κάθε στάδιο επιτέλεσης των πειραματικών ενοτήτων αξιοποιήθηκαν για τη συνέχιση των επομένων πειραμάτων. Η τακτική που ακολουθήθηκε οδήγησε στην εξαγωγή των κατά δύναμη βέλτιστων συμπερασμάτων, αναφορικά με τη διατροφική αξία και την επίδραση στην υγεία, καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων που προέρχονται από την αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών προϊόντων.

Στο Σχήμα 19 απεικονίζονται διαγραμματικά τα πειραματικά στάδια και η αλληλοσύνδεση τους, που οδήγησαν στην ολοκλήρωση της διατριβής ετούτης.

ΣΤΑΔΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ



*Οι διακεκομμένες γραμμές και τα βέλη υποδεικνύουν αλληλοσύνδεση των πειραματικών σταδίων της διατριβής.

Σχήμα 19 Η αλληλοσύνδεση των πειραματικών σταδίων της παρούσας διατριβής

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Charis M.Galanakis, Myrto Rizou, Turki M.S.Aldawoud, Ilknur Ucak, N. J. R. Innovations and Technology Disruptions in the Food Sector within the COVID-19 Pandemic and Post-Lockdown Era. *Trends Food Sci. Technol.*, **2021**, *110*, 193–200.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.002>.
- [2] Chen, J.; Cheng, Y. Q.; Yamaki, K.; Li, L. Te. Anti- α -Glucosidase Activity of Chinese Traditionally Fermented Soybean (Douchi). *Food Chem.*, **2007**, *103*(4), 1091–1096.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.003>.
- [3] Skalkos, D.; Kosma, I. S.; Chasioti, E.; Skendi, A.; Papageorgiou, M.; Guiné, R. P. F. Consumers' Attitude and Perception toward Traditional Foods of Northwest Greece during the COVID-19 Pandemic. *Appl. Sci.*, **2021**, *11* (9).
<https://doi.org/10.3390/app11094080>.
- [4] Topolska, K.; Florkiewicz, A.; Filipiak-florkiewicz, A. Functional Food — Consumer Motivations and Expectations. **2021**.
- [5] Bharat Helkar, P.; Sahoo, A. Review: Food Industry By-Products Used as a Functional Food Ingredients. *Int. J. Waste Resour.*, **2016**, *6* (3). <https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000248>.
- [6] Banwo, K.; Olojede, A. O.; Adesulu-Dahunsi, A. T.; Verma, D. K.; Thakur, M.; Tripathy, S.; Singh, S.; Patel, A. R.; Gupta, A. K.; Aguilar, C. N.; et al. Functional Importance of Bioactive Compounds of Foods with Potential Health Benefits: A Review on Recent Trends. *Food Biosci.*, **2021**, *43* (May), 101320.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101320>.
- [7] Jędrusek-Golińska, A.; Górecka, D.; Buchowski, M.; Wieczorowska-Tobis, K.; Gramza-Michałowska, A.; Szymandera-Buszka, K. Recent Progress in the Use of Functional Foods for Older Adults: A Narrative Review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, **2020**, *19* (2), 835–856.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12530>.
- [8] Barake, R.; Khadir, A.; Tuomilehto, J. Diabetes Prevention and Management. 1–18. <https://doi.org/10.3390/nu9121310>.
- [9] Anna, M.; Melone, B.; Cristo, F. Di; Galderisi, U.; Salle, A. Di. Metabolic Syndrome , Mediterranean Diet , and Polyphenols :

Evidence and Perspectives. **2018**, No. September, 1–20.
<https://doi.org/10.1002/jcp.27506>.

- [10] Papagianni, O.; Argyri, K.; Loukas, T.; Magkoutis, A.; Biagki, T.; Skalkos, D.; Kafetzopoulos, D.; Dimou, C.; Karantonis, H. C.; Koutelidakis, A. E. Postprandial Bioactivity of a Spread Cheese Enriched with Mountain Tea and Orange Peel Extract in Plasma Oxidative Stress Status , Serum Lipids and Glucose Levels : An Interventional Study in Healthy Adults. **2021**, 1–15.
- [11] Battino, M.; Forbes-Hernández, T. Y.; Gasparrini, M.; Afrin, S.; Cianciosi, D.; Zhang, J.; Manna, P. P.; Reboredo-Rodríguez, P.; Varela Lopez, A.; Quiles, J. L.; et al. Relevance of Functional Foods in the Mediterranean Diet: The Role of Olive Oil, Berries and Honey in the Prevention of Cancer and Cardiovascular Diseases. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **2019**, *59*(6), 893–920.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1526165>.
- [12] Wu, P.; Chen, X. D. Validation of in Vitro Bioaccessibility Assays — a Key Aspect in the Rational Design of Functional Foods towards Tailored Bioavailability. *Curr. Opin. Food Sci.*, **2021**, *39*, 160–170.
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.03.002>.
- [13] Magrone, T.; Heredia, F. P. De; Jirillo, E.; Morabito, G.; Marcos, A.; Serafini, M. Treatment of Diet-Related Diseases 1. *Can. J. Physiol. Pharmacol. Vol.*, **2013**, *396*(April), 387–396.
- [14] Koutelidakis, A.; Dimou, C. The Effects of Functional Food and Bioactive Compounds on Biomarkers of Cardiovascular Diseases. In: Functional Foods Text Book. Martirosyan D. (Ed.). Functional Food Center, U.S.A. 1st Edition. p.p 89-117. **2017**, No. January, 89–117.
- [15] Elmaliklis, I.-N.; Liveri, A.; Ntelis, B.; Paraskeva, K.; Goulis, I.; Koutelidakis, A. Increased Functional Foods' Consumption and Mediterranean Diet Adherence May Have a Protective Effect in the Appearance of Gastrointestinal Diseases: A Case–Control Study. *Medicines*, **2019**, *6*(2), 50. <https://doi.org/10.3390/medicines6020050>.
- [16] Hasler, C. M. Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges - A Position Paper from the American Council on Science and Health. *J. Nutr.*, **2002**, *132*(12), 3772–3781.
<https://doi.org/10.1093/jn/132.12.3772>.
- [17] Martirosyan, D.; Miller, E. Bioactive Compounds: The Key to Functional Foods. *Bioact. Compd. Heal. Dis.*, **2018**, *1*(3), 36.

<https://doi.org/10.31989/bchd.v1i3.539>.

- [18] Konstantinidi, M.; Koutelidakis, A. E. Functional Foods and Bioactive Compounds: A Review of Its Possible Role on Weight Management and Obesity's Metabolic Consequences. *Medicines*, **2019**, *6*(3), 94. <https://doi.org/10.3390/medicines6030094>.
- [19] Granato, D.; Barba, F. J.; Lorenzo, J. M.; Cruz, A. G.; Putnik, P. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. **2019**, 1–26.
- [20] Κουτελιδάκης, Α. Ε. *Λειτουργικά Τρόφιμα*, 2nd ed.; Εκδόσεις ΖΗΤΗ: Θεσσαλονίκη, 2019.
- [21] Sawalha, S. Functional Food Research 17 発売にあたって 目次 Functional Food Research 17. *Austin J Nutr. Food Sci.*, **2021**, *17*(4).
- [22] Ntrigiou, V.; Ntrigios, I.; Rigopoulos, N.; Dimou, C.; Koutelidakis, A. E. Functional Food Consumption Correlates With Anthropometric Characteristics and Body Composition in Healthy Adults. *Curr. Top. Nutraceutical Res.*, **2018**, *16*(4), 279–288.
- [23] Song, M. R.; Im, M. Moderating Effects of Food Type and Consumers' Attitude on the Evaluation of Food Items Labeled "Additive-Free." *J. Consum. Behav.*, **2018**, *17*(1), e1–e12. <https://doi.org/10.1002/cb.1671>.
- [24] Birch, C. S.; Bonwick, G. A. Ensuring the Future of Functional Foods. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **2019**, *54*(5), 1467–1485. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.
- [25] Miroso, M.; Mangan-Walker, E. Young Chinese and Functional Foods for Mobility Health: Perceptions of Importance, Trust, and Willingness to Purchase and Pay a Premium. *J. Food Prod. Mark.*, **2018**, *24*(2), 216–234. <https://doi.org/10.1080/10454446.2017.1266555>.
- [26] Koutelidakis, A. E.; Rallidis, L.; Koniari, K.; Panagiotakos, D.; Komaitis, M.; Zampelas, A.; Anastasiou-Nana, M.; Kapsokefalou, M. Effect of Green Tea on Postprandial Antioxidant Capacity, Serum Lipids, C-Reactive Protein and Glucose Levels in Patients with Coronary Artery Disease. *Eur. J. Nutr.*, **2014**, *53*(2), 479–486. <https://doi.org/10.1007/s00394-013-0548-0>.
- [27] Min, M.; Bunt, C. R.; Mason, S. L.; Hussain, M. A. Non-Dairy Probiotic Food Products: An Emerging Group of Functional Foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **2019**, *59*(16), 2626–2641. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1462760>.

- [28] Rai, A. K.; Pandey, A.; Sahoo, D. Biotechnological Potential of Yeasts in Functional Food Industry. *Trends Food Sci. Technol.*, **2019**, *83*, 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.016>.
- [29] Hilton, J. *Growth Patterns and Emerging Opportunities in Nutraceutical and Functional Food Categories: Market Overview*; Elsevier Inc., 2017. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802780-6.00001-8>.
- [30] Zarbà, C.; Chinnici, G.; D'Amico, M. Novel Food: The Impact of Innovation on the Paths of the Traditional Food Chain. *Sustain.*, **2020**, *12* (2). <https://doi.org/10.3390/su12020555>.
- [31] Charalampia, D.; Antonios, K. E.; Constantina, N.; Haralabos, K. C. Current Trends and Emerging Technologies in Biopigment Production Processes: Industrial Food and Health Applications. *Int. J. Hortic. Agric. Food Sci.*, **2017**, *1* (2), 33–46.
- [32] Sharma, S. K.; Bansal, S.; Mangal, M.; Dixit, A. K.; Gupta, R. K.; Mangal, A. K. Utilization of Food Processing By-Products as Dietary, Functional, and Novel Fiber: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **2016**, *56* (10), 1647–1661. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.794327>.
- [33] Tagliazucchi, D.; Verzelloni, E.; Bertolini, D.; Conte, A. In Vitro Bio-Accessibility and Antioxidant Activity of Grape Polyphenols. *Food Chem.*, **2010**, *120* (2), 599–606. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.030>.
- [34] Bursać Kovačević, D.; Maras, M.; Barba, F. J.; Granato, D.; Roohinejad, S.; Mallikarjunan, K.; Montesano, D.; Lorenzo, J. M.; Putnik, P. Innovative Technologies for the Recovery of Phytochemicals from Stevia Rebaudiana Bertoni Leaves: A Review. *Food Chem.*, **2018**, *268*, 513–521. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.091>.
- [35] Zhang, C.; Li, Y.; Wang, P.; Zhang, A.; Feng, F.; Zhang, H. Electrospinning of Bilayer Emulsions: The Role of Gum Arabic as a Coating Layer in the Gelatin-Stabilized Emulsions. *Food Hydrocoll.*, **2019**, *94* (December 2018), 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.03.013>.
- [36] Tapia-Hernández, J. A.; Del-Toro-Sánchez, C. L.; Cinco-Moroyoqui, F. J.; Ruiz-Cruz, S.; Juárez, J.; Castro-Enríquez, D. D.; Barreras-Urbina, C. G.; López-Ahumada, G. A.; Rodríguez-Félix, F. Gallic Acid-Loaded

- Zein Nanoparticles by Electrospraying Process. *J. Food Sci.*, **2019**, *84* (4), 818–831. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14486>.
- [37] Dias, D. R.; Botrel, D. A.; Fernandes, R. V. D. B.; Borges, S. V. Encapsulation as a Tool for Bioprocessing of Functional Foods. *Curr. Opin. Food Sci.*, **2017**, *13*, 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.02.001>.
- [38] Karasawa, M. M. G.; Mohan, C. Fruits as Prospective Reserves of Bioactive Compounds: A Review. *Nat. Products Bioprospect.*, **2018**, *8* (5), 335–346. <https://doi.org/10.1007/s13659-018-0186-6>.
- [39] Adefegha, S. A. Functional Foods and Nutraceuticals as Dietary Intervention in Chronic Diseases; Novel Perspectives for Health Promotion and Disease Prevention. *J. Diet. Suppl.*, **2018**, *15* (6), 977–1009. <https://doi.org/10.1080/19390211.2017.1401573>.
- [40] Goetzke, B.; Nitzko, S.; Spiller, A. Consumption of Organic and Functional Food. A Matter of Well-Being and Health? *Appetite*, **2014**, *77*, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.02.012>.
- [41] Çakiroğlu, F. P.; Uçar, A. Consumer Attitudes towards Purchasing Functional Products. *Prog. Nutr.*, **2018**, *20* (2), 257–262. <https://doi.org/10.23751/pn.v20i2.5859>.
- [42] Guiné, R. P. F.; Florença, S. G.; Barroca, M. J.; Anjos, O. The Link between the Consumer and the Innovations in Food Product Development. *Foods*, **2020**, *9* (9), 3–5. <https://doi.org/10.3390/foods9091317>.
- [43] Pappalardo, G.; Lusk, J. L. The Role of Beliefs in Purchasing Process of Functional Foods. *Food Qual. Prefer.*, **2016**, *53* (June), 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.06.009>.
- [44] Tsimitri, P.; Michailidis, A.; Loizou, E.; Mantzouridou, F. T.; Gkatzionis, K.; Mugampoza, E.; Nastis, S. A. Novel Foods and Neophobia: Evidence from Greece, Cyprus, and Uganda. *Resources*, **2022**, *11* (1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/resources11010002>.
- [45] Baker, M. T.; Lu, P.; Parrella, J. A.; Leggette, H. R. Consumer Acceptance toward Functional Foods: A Scoping Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **2022**, *19* (3). <https://doi.org/10.3390/ijerph19031217>.
- [46] Abuajah, C. I.; Ogbonna, A. C.; Osuji, C. M. Functional Components and Medicinal Properties of Food: A Review. *J. Food Sci. Technol.*,

- 2015, *52* (5), 2522–2529. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1396-5>.
- [47] Soumya, N. P. P.; Mini, S.; Sivan, S. K.; Mondal, S. Bioactive Compounds in Functional Food and Their Role as Therapeutics. *Bioact. Compd. Heal. Dis.*, **2021**, *4* (3), 24–39. <https://doi.org/10.31989/bchd.v4i3.786>.
- [48] Kurmukov, A. G. Phytochemistry of Medicinal Plants. *Med. Plants Cent. Asia Uzb. Kyrg.*, **2013**, *1* (6), 13–14. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3912-7_4.
- [49] Taylor, P.; Elias, R. J.; Kellerby, S. S.; Decker, E. A.; Elias, R. J.; Kellerby, S. S.; Decker, E. A. Antioxidant Activity of Proteins and Peptides Antioxidant Activity of Proteins and Peptides. **2008**, No. June 2013, 37–41. <https://doi.org/10.1080/10408390701425615>.
- [50] Hartmann, R.; Meisel, H. Food-Derived Peptides with Biological Activity : From Research to Food Applications. **2007**, 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2007.01.013>.
- [51] Adwas, A. A.; Sedik, A.; Elsayed, I.; Azab, A. E.; Quwaydir, F. A. Oxidative Stress and Antioxidant Mechanisms in Human Body. **2019**, No. February. <https://doi.org/10.15406/jabb.2019.06.00173>.
- [52] Brewer, M. S. Natural Antioxidants : Sources , Compounds , Mechanisms of Action , and Potential Applications R : **2011**, *10*. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00156.x>.
- [53] Siddeeg, A.; AlKehayez, N. M.; Abu-Hiamed, H. A.; Al-Sanea, E. A.; AL-Farga, A. M. Mode of Action and Determination of Antioxidant Activity in the Dietary Sources: An Overview. *Saudi J. Biol. Sci.*, **2021**, *28* (3), 1633–1644. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.064>.
- [54] Lourenço, S. C.; Mold, M.; Alves, V. D. Antioxidants of Natural Plant Origins : From Sources to Food Industry Applications. **2019**, No. Vitamin C, 14–16.
- [55] Santos-Buelga, C.; González-Paramás, A. M.; Oludemi, T.; Ayuda-Durán, B.; González-Manzano, S. *Plant Phenolics as Functional Food Ingredients*, 1st ed.; Elsevier Inc., 2019; Vol. 90. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.012>.
- [56] Albuquerque, B. R.; Heleno, S. A. 8.; Oliveira, M. B. P. P.; Barros, L.; Ferreira, I. C. F. R. Phenolic Compounds: Current Industrial Applications, Limitations and Future Challenges. *Food Funct.*, **2021**, *12* (1), 14–29. <https://doi.org/10.1039/d0fo02324h>.

- [57] Meléndez-Martínez, A. J. An Overview of Carotenoids, Apocarotenoids, and Vitamin A in Agro-Food, Nutrition, Health, and Disease. *Mol. Nutr. Food Res.*, **2019**, *63* (15), 1–11. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201801045>.
- [58] In, L.; Garc, J. Nutritional Importance of Carotenoids and Their Effect on Liver Health : A Review. **2019**.
- [59] Apak, R.; Gorinstein, S.; Böhm, V.; Schaich, K. M.; Özyürek, M.; Güçlü, K. Methods of Measurement and Evaluation of Natural Antioxidant Capacity/Activity (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.*, **2013**, *85* (5), 957–998. <https://doi.org/10.1351/PAC-REP-12-07-15>.
- [60] Rubio, C. P.; Hernández-Ruiz, J.; Martínez-Subiela, S.; Tvarijonaviciute, A.; Ceron, J. J. Spectrophotometric Assays for Total Antioxidant Capacity (TAC) in Dog Serum: An Update. *BMC Vet. Res.*, **2016**, *12* (1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0792-7>.
- [61] Karadag, A.; Ozcelik, B.; Saner, S. Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities. *Food Anal. Methods*, **2009**, *2* (1), 41–60. <https://doi.org/10.1007/s12161-008-9067-7>.
- [62] Pico, J.; Pismag, R. Y.; Laudouze, M.; Martinez, M. M. Systematic Evaluation of the Folin-Ciocalteu and Fast Blue BB Reactions during the Analysis of Total Phenolics in Legumes, Nuts and Plant Seeds. *Food Funct.*, **2020**, *11* (11), 9868–9880. <https://doi.org/10.1039/d0fo01857k>.
- [63] Paquin, F.; Rivnay, J.; Salleo, A.; Stingelin, N.; Silva, C. Multi-Phase Semicrystalline Microstructures Drive Exciton Dissociation in Neat Plastic Semiconductors. *J. Mater. Chem. C*, **2015**, *3* (207890), 10715–10722. <https://doi.org/10.1039/b000000x>.
- [64] McMurry. No Title. In *Organic Chemistry*; Brooks/ Cole: California, 2008; p 504.
- [65] Ye, J.; Feng, L.; Xiong, J.; Xiong, Y. Ultrasound-Assisted Extraction of Corn Carotenoids in Ethanol. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **2011**, *46* (10), 2131–2136. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02727.x>.
- [66] Arvayo-Enríquez, H.; Mondaca-Fernández, I.; Gortárez-Moroyoqui, P.; López-Cervantes, J.; Rodríguez-Ramírez, R. Carotenoids Extraction and Quantification: A Review. *Anal. Methods*, **2013**, *5* (12), 2916–2924. <https://doi.org/10.1039/c3ay26295b>.

- [67] Rein, M. J.; Renouf, M.; Cruz-Hernandez, C.; Actis-Goretta, L.; Thakkar, S. K.; da Silva Pinto, M. Bioavailability of Bioactive Food Compounds: A Challenging Journey to Bioefficacy. *Br. J. Clin. Pharmacol.*, **2013**, *75* (3), 588–602. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04425.x>.
- [68] McClements, D. J.; Peng, S. F. Current Status in Our Understanding of Physicochemical Basis of Bioaccessibility. *Curr. Opin. Food Sci.*, **2020**, *31*, 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.11.005>.
- [69] Dima, C.; Assadpour, E.; Dima, S.; Jafari, S. M. Bioavailability and Bioaccessibility of Food Bioactive Compounds; Overview and Assessment by in Vitro Methods. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, **2020**, *19* (6), 2862–2884. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12623>.
- [70] Bao, C.; Jiang, P.; Chai, J.; Jiang, Y.; Li, D.; Bao, W.; Liu, B.; Liu, B.; Norde, W.; Li, Y. The Delivery of Sensitive Food Bioactive Ingredients: Absorption Mechanisms, Influencing Factors, Encapsulation Techniques and Evaluation Models. *Food Res. Int.*, **2019**, *120* (September 2018), 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.02.024>.
- [71] Gambini, J.; Inglés, M.; Olaso, G.; Lopez-Grueso, R.; Bonet-Costa, V.; Gimeno-Mallench, L.; Mas-Bargues, C.; Abdelaziz, K. M.; Gomez-Cabrera, M. C.; Vina, J.; et al. Properties of Resveratrol: In Vitro and In Vivo Studies about Metabolism, Bioavailability, and Biological Effects in Animal Models and Humans. *Oxid. Med. Cell. Longev.*, **2015**, *2015*. <https://doi.org/10.1155/2015/837042>.
- [72] Neilson, A. P.; Goodrich, K. M.; Ferruzzi, M. G. *Bioavailability and Metabolism of Bioactive Compounds from Foods*, Fourth Edi.; Elsevier Inc., 2017. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802928-2.00015-1>.
- [73] Swallah, M. S.; Fu, H.; Sun, H.; Affoh, R.; Yu, H. The Impact of Polyphenol on General Nutrient Metabolism in the Monogastric Gastrointestinal Tract. *J. Food Qual.*, **2020**, *2020*. <https://doi.org/10.1155/2020/5952834>.
- [74] Fernández-García, E.; Carvajal-Lérida, I.; Jarén-Galán, M.; Garrido-Fernández, J.; Pérez-Gálvez, A.; Hornero-Méndez, D. Carotenoids Bioavailability from Foods: From Plant Pigments to Efficient Biological Activities. *Food Res. Int.*, **2012**, *46* (2), 438–450. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.007>.

- [75] Harrison, E. H. Mechanisms Involved in the Intestinal Absorption of Dietary Vitamin A and Provitamin A Carotenoids. *Biochim. Biophys. Acta - Mol. Cell Biol. Lipids*, **2012**, *1821* (1), 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2011.06.002>.
- [76] Heger, M.; van Golen, R. F.; Broekgaarden, M.; Michel, M. C. The Molecular Basis for the Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Curcumin and Its Metabolites in Relation to Cancers. *Pharmacol. Rev.*, **2014**, *66* (1), 222–307. <https://doi.org/10.1124/pr.110.004044>.
- [77] Abdulkarim, M.; Agulló, N.; Cattoz, B.; Griffiths, P.; Bernkop-Schnürch, A.; Gómez Borros, S.; Gumbleton, M. Nanoparticle Diffusion within Intestinal Mucus: Three-Dimensional Response Analysis Dissecting the Impact of Particle Surface Charge, Size and Heterogeneity across Polyelectrolyte, Pegylated and Viral Particles. *Eur. J. Pharm. Biopharm.*, **2015**, *97*, 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2015.01.023>.
- [78] Rezaei, A.; Fathi, M.; Jafari, S. M. Nanoencapsulation of Hydrophobic and Low-Soluble Food Bioactive Compounds within Different Nanocarriers. *Food Hydrocoll.*, **2019**, *88* (October 2018), 146–162. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.003>.
- [79] Faridi Esfanjani, A.; Assadpour, E.; Jafari, S. M. Improving the Bioavailability of Phenolic Compounds by Loading Them within Lipid-Based Nanocarriers. *Trends Food Sci. Technol.*, **2018**, *76*, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.002>.
- [80] Jafari, S. M.; McClements, D. J. *Nanotechnology Approaches for Increasing Nutrient Bioavailability*, 1st ed.; Elsevier Inc., 2017; Vol. 81. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2016.12.008>.
- [81] Kardum, N.; Glibetic, M. *Polyphenols and Their Interactions With Other Dietary Compounds: Implications for Human Health*, 1st ed.; Elsevier Inc., 2018; Vol. 84. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.001>.
- [82] Mackie, A.; Mulet-Cabero, A. I.; Torcello-Gomez, A. Simulating Human Digestion: Developing Our Knowledge to Create Healthier and More Sustainable Foods. *Food Funct.*, **2020**, *11* (11), 9397–9431. <https://doi.org/10.1039/d0fo01981j>.
- [83] Wu, P.; Chen, X. D. On Designing Biomimic in Vitro Human and Animal Digestion Track Models: Ideas, Current and Future Devices. *Curr. Opin. Food Sci.*, **2020**, *35*, 10–19.

<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.004>.

- [84] Garrett, D. A.; Failla, M. L.; Sarama, R. J. Development of an in Vitro Digestion Method to Assess Carotenoid Bioavailability from Meals. *J. Agric. Food Chem.*, **1999**, *47*(10), 4301–4309.
<https://doi.org/10.1021/jf9903298>.
- [85] Brodkorb, A.; Egger, L.; Alminger, M.; Alvito, P.; Assunção, R.; Ballance, S.; Bohn, T.; Bourlieu-Lacanal, C.; Boutrou, R.; Carrière, F.; et al. INFOGEST Static in Vitro Simulation of Gastrointestinal Food Digestion. *Nat. Protoc.*, **2019**, *14*(4), 991–1014.
<https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1>.
- [86] Li, C.; Wei, Q.; Gu, X.; Chen, Y.; Chen, X.; Cao, B.; Ou, R.; Shang, H. Decreased Glycogenolysis by MiR-338-3p Promotes Regional Glycogen Accumulation within the Spinal Cord of Amyotrophic Lateral Sclerosis Mice. *Front. Mol. Neurosci.*, **2019**, *12*(May), 1–10.
<https://doi.org/10.3389/fnmol.2019.00114>.
- [87] Minekus, M.; Alminger, M.; Alvito, P.; Ballance, S.; Bohn, T.; Bourlieu, C.; Carrière, F.; Boutrou, R.; Corredig, M.; Dupont, D.; et al. A Standardised Static in Vitro Digestion Method Suitable for Food-an International Consensus. *Food Funct.*, **2014**, *5*(6), 1113–1124.
<https://doi.org/10.1039/c3fo60702j>.
- [88] FAO. *Global Food Losses and Food Waste—Extent, Causes and Prevention. SAVE FOOD: An Initiative on Food Loss and Waste Reduction*; 2011.
- [89] Banerjee, J.; Singh, R.; Vijayaraghavan, R.; MacFarlane, D.; Patti, A. F.; Arora, A. Bioactives from Fruit Processing Wastes: Green Approaches to Valuable Chemicals. *Food Chem.*, **2017**, *225*, 10–22.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.093>.
- [90] Naziri, E.; Nenadis, N.; Mantzouridou, F. T.; Tsimidou, M. Z. Valorization of the Major Agrifood Industrial By-Products and Waste from Central Macedonia (Greece) for the Recovery of Compounds for Food Applications. *Food Res. Int.*, **2014**, *65*(PC), 350–358.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.013>.
- [91] Patra, A.; Abdullah, S.; Pradhan, R. C. Review on the Extraction of Bioactive Compounds and Characterization of Fruit Industry By-Products. *Bioresour. Bioprocess.*, **2022**, *9*(1).
<https://doi.org/10.1186/s40643-022-00498-3>.
- [92] Gómez, M.; Martínez, M. M. Fruit and Vegetable By-Products as

Novel Ingredients to Improve the Nutritional Quality of Baked Goods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **2018**, *58* (13), 2119–2135.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>.

- [93] Fierascu, R. C.; Sieniawska, E.; Ortan, A.; Fierascu, I.; Xiao, J. Fruits By-Products – A Source of Valuable Active Principles. A Short Review. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, **2020**, *8* (April), 1–8.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00319>.
- [94] Basri, M. S. M.; Shah, N. N. A. K.; Sulaiman, A.; Tawakkal, I. S. M. A.; Nor, M. Z. M.; Ariffin, S. H.; Ghani, N. H. A.; Salleh, F. S. M. Progress in the Valorization of Fruit and Vegetable Wastes: Active Packaging, Biocomposites, by-Products, and Innovative Technologies Used for Bioactive Compound Extraction. *Polymers (Basel)*, **2021**, *13* (20). <https://doi.org/10.3390/polym13203503>.
- [95] Papageorgiou, M.; Skendi, A. *Introduction to Cereal Processing and By-Products*; Elsevier, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102162-0.00001-0>.
- [96] Gullón, P.; Gullón, B.; Astray, G.; Carpena, M.; Fraga-Corral, M.; Prieto, M. A.; Simal-Gandara, J. Valorization of By-Products from Olive Oil Industry and Added-Value Applications for Innovative Functional Foods. *Food Res. Int.*, **2020**, *137* (June).
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109683>.
- [97] Akter, B.; Rabeta, M. S. Synbiotic and Antioxidant Activity of Fruit By-Products and Their Effect on Human Health. *Food Res.*, **2021**, *5* (1), 24–35. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).401](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).401).
- [98] Kumar, H.; Bhardwaj, K.; Sharma, R.; Nepovimova, E.; Kuca, K.; Singh Dhanjal, D.; Verma, R.; Bhardwaj, P.; Sharma, S.; Kumar, D. Fruit and Vegetable Peels : Utilization of High Value. *Molecules*, **2020**, *25*, 1–21.
- [99] Ligianne Din Shirahigue, S. A. Agro-Industrial Wastes as Sources of Bioactive Compounds for Food and Fermentation Industries. *Ciência Rural* **50**, *2020*, *4*. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190857>.
- [100] Coman, V.; Teleky, B. E.; Mitrea, L.; Martău, G. A.; Szabo, K.; Călinoiu, L. F.; Vodnar, D. C. Bioactive Potential of Fruit and Vegetable Wastes. *Adv. Food Nutr. Res.*, **2020**, *91*, 157–225.
<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.07.001>.
- [101] Jiménez-Moreno, N.; Esparza, I.; Bimbela, F.; Gandía, L. M.; Ancín-Azpilicueta, C. Valorization of Selected Fruit and Vegetable Wastes as

Bioactive Compounds: Opportunities and Challenges. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, **2020**, *50* (20), 2061–2108.
<https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1694819>.

- [102] De Ancos, B.; Colina-Coca, C.; González-Peña, D.; Sánchez-Moreno, C. Bioactive Compounds from Diverse Plant, Microbial, and Marine Sources. *Biotechnol. Bioact. Compd. Sources Appl.*, **2015**, 3–36.
- [103] Fărcaș, A.; Drețcanu, G.; Pop, T. D.; Enaru, B.; Socaci, S.; Diaconeasa, Z. Cereal Processing By-Products as Rich Sources of Phenolic Compounds and Their Potential Bioactivities. *Nutrients*, **2021**, *13* (11). <https://doi.org/10.3390/nu13113934>.
- [104] Tapia-quir, P.; Reig, M.; Vecino, X.; Cortina, L.; Saurina, J.; Granados, M. Recovery of Polyphenols from Agri-Food By-Products: The Olive Oil and Winery Industries Cases. **2022**, 1–26.
- [105] Galali, Y.; Omar, Z. A.; Sajadi, S. M. Biologically Active Components in By-Products of Food Processing. *Food Sci. Nutr.*, **2020**, *8* (7), 3004–3022. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1665>.
- [106] Charalampia, D.; Koutelidakis, A. E. From Pomegranate Processing By-Products to Innovative Value Added Functional Ingredients and Bio-Based Products with Several Applications in Food Sector. **2017**, *3* (1), 1–7.
- [107] Comunian, T. A.; Silva, M. P.; Souza, C. J. F. The Use of Food By-Products as a Novel for Functional Foods: Their Use as Ingredients and for the Encapsulation Process. *Trends Food Sci. Technol.*, **2021**, *108* (November 2020), 269–280.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.003>.
- [108] Lucera, A.; Costa, C.; Marinelli, V.; Saccotelli, M. A.; Del Nobile, M. A.; Conte, A. Fruit and Vegetable By-Products to Fortify Spreadable Cheese. *Antioxidants*, **2018**, *7* (5).
<https://doi.org/10.3390/antiox7050061>.
- [109] Ačkar, Đ.; Jozinović, A.; Babić, J.; Miličević, B.; Panak Balentić, J.; Šubarić, D. Resolving the Problem of Poor Expansion in Corn Extrudates Enriched with Food Industry By-Products. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, **2018**, *47* (2017), 517–524.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.05.004>.
- [110] Martillanes, S.; Rocha-Pimienta, J.; Gil, M. V.; Ayuso-Yuste, M. C.; Delgado-Adámez, J. Antioxidant and Antimicrobial Evaluation of Rice Bran (*Oryza Sativa* L.) Extracts in a Mayonnaise-Type Emulsion.

Food Chem., **2020**, *308*, 125633.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125633>.

- [111] Gómez-García, R.; Campos, D. A.; Aguilar, C. N.; Madureira, A. R.; Pintado, M. Valorisation of Food Agro-Industrial by-Products: From the Past to the Present and Perspectives. *J. Environ. Manage.*, **2021**, *299* (August). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113571>.
- [112] Iriondo-Dehond, M.; Miguel, E.; Del Castillo, M. D. Food Byproducts as Sustainable Ingredients for Innovative and Healthy Dairy Foods. *Nutrients*, **2018**, *10* (10), 1–24. <https://doi.org/10.3390/nu10101358>.
- [113] Kowalska, H.; Czajkowska, K.; Cichowska, J.; Lenart, A. What's New in Biopotential of Fruit and Vegetable by-Products Applied in the Food Processing Industry. *Trends Food Sci. Technol.*, **2017**, *67*, 150–159. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.016>.
- [114] Sabater, C.; Ruiz, L.; Delgado, S.; Ruas-Madiedo, P.; Margolles, A. Valorization of Vegetable Food Waste and By-Products Through Fermentation Processes. *Front. Microbiol.*, **2020**, *11* (October), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.581997>.
- [115] Dimou, C.; Kopsahelis, N.; Papadaki, A.; Papanikolaou, S.; Kookos, I. K.; Mandala, I.; Koutinas, A. A. Wine Lees Valorization: Biorefinery Development Including Production of a Generic Fermentation Feedstock Employed for Poly(3-Hydroxybutyrate) Synthesis. *Food Res. Int.*, **2015**, *73* (July), 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.02.020>.
- [116] Dimina, L.; Mariotti, F. The Postprandial Appearance of Features of Cardiometabolic Risk: Acute Induction and Prevention by Nutrients and Other Dietary Substances. *Nutrients*, **2019**, *11* (9), 1–22. <https://doi.org/10.3390/nu11091963>.
- [117] Burton-Freeman, B. Postprandial Metabolic Events and Fruit-Derived Phenolics: A Review of the Science. *Br. J. Nutr.*, **2010**, *104* (SUPPL.3). <https://doi.org/10.1017/S0007114510003909>.
- [118] Bozzetto, L.; Della Pepa, G.; Vetrani, C.; Rivellese, A. A. Dietary Impact on Postprandial Lipemia. *Front. Endocrinol. (Lausanne)*, **2020**, *11* (July). <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00337>.
- [119] Desmarchelier, C.; Borel, P.; Lairon, D.; Maraninchi, M.; Valéro, R. Effect of Nutrient and Micronutrient Intake on Chylomicron Production and Postprandial Lipemia. *Nutrients*, **2019**, *11* (6), 1–29. <https://doi.org/10.3390/nu11061299>.

- [120] Dias, C. B.; Moughan, P. J.; Wood, L. G.; Singh, H.; Garg, M. L. Postprandial Lipemia: Factoring in Lipemic Response for Ranking Foods for Their Healthiness. *Lipids Health Dis.*, **2017**, *16*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0568-5>.
- [121] Mirmiran, P. Functional Foods-Based Diet as a Novel Dietary Approach for Management of Type 2 Diabetes and Its Complications: A Review. *World J. Diabetes*, **2014**, *5*(3), 267. <https://doi.org/10.4239/wjd.v5.i3.267>.
- [122] Mohamed, S. Functional Foods against Metabolic Syndrome (Obesity, Diabetes, Hypertension and Dyslipidemia) and Cardiovascular Disease. *Trends Food Sci. Technol.*, **2014**, *35*(2), 114–128. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.11.001>.
- [123] Diamanti-Kandarakis, E.; Papalou, O.; Kandarakis, E. A.; Kassi, G. Nutrition as a Mediator of Oxidative Stress in Metabolic and Reproductive Disorders in Women. *Eur. J. Endocrinol.*, **2017**, *176*(2), R79–R99. <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0616>.
- [124] Njike, V. Y.; Ayetey, R.; Treu, J. A.; Doughty, K. N.; Katz, D. L. Post-Prandial Effects of High-Polyphenolic Extra Virgin Olive Oil on Endothelial Function in Adults at Risk for Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Crossover Trial. *Int. J. Cardiol.*, **2021**, *330*, 171–176. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2021.01.062>.
- [125] Bilici, S. Journal of Gazi University Health Sciences Institute. **2020**, *2*(October).
- [126] Fernandes, I.; Oliveira, J.; Pinho, A.; Carvalho, E. The Role of Nutraceutical Containing Polyphenols in Diabetes Prevention. *Metabolites*, **2022**, *12*(2), 184. <https://doi.org/10.3390/metabo12020184>.
- [127] Guo, Q.; Li, F.; Duan, Y.; Wen, C.; Wang, W.; Zhang, L.; Huang, R.; Yin, Y. Oxidative Stress, Nutritional Antioxidants and Beyond. *Sci. China Life Sci.*, **2020**, *63*(6), 866–874. <https://doi.org/10.1007/s11427-019-9591-5>.
- [128] Dłudla, P. V.; Nkambule, B. B.; Mazibuko-Mbeje, S. E.; Nyambuya, T. M.; Orlando, P.; Silvestri, S.; Marcheggiani, F.; Cirilli, I.; Ziqubu, K.; Ndevahoma, F.; et al. Tea Consumption and Its Effects on Primary and Secondary Prevention of Coronary Artery Disease: Qualitative Synthesis of Evidence from Randomized Controlled Trials. *Clin. Nutr. ESPEN*, **2021**, *41*, 77–87.

<https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.11.006>.

- [129] Lim, W. X. J.; Gammon, C. S.; von Hurst, P. R.; Chepulis, L.; Mugridge, O.; Page, R. A. Hypoglycemic Effects of Antioxidant-Rich Plant Extracts on Postprandial Glycemic Responses in Participants with Prediabetes (GLARE Study). *Funct. Foods Heal. Dis.*, **2021**, *11* (11), 604–626. <https://doi.org/10.31989/FFHD.V11I11.829>.
- [130] Cammisotto, V.; Nocella, C.; Bartimoccia, S.; Sanguigni, V.; Francomano, D.; Sciarretta, S.; Pastori, D.; Peruzzi, M.; Cavarretta, E.; D'amico, A.; et al. The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors. *Antioxidants*, **2021**, *10* (2), 1–32. <https://doi.org/10.3390/antiox10020146>.
- [131] Keller, A.; Wallace, T. C. Tea Intake and Cardiovascular Disease: An Umbrella Review. *Ann. Med.*, **2021**, *53* (1), 929–944. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1933164>.
- [132] Kassi, E.; Dimas, C.; Dalamaga, M.; Panagiotou, A.; Papoutsis, Z.; Spilioti, E.; Moutsatsou, P. Sideritis Euboea Extract Lowers Total Cholesterol but Not LDL Cholesterol in Humans: A Randomized Controlled Trial. *Clin. Lipidol.*, **2013**, *8* (6), 627–634. <https://doi.org/10.2217/clp.13.64>.
- [133] Jayachandran, M.; Xu, B. An Insight into the Health Benefits of Fermented Soy Products. *Food Chem.*, **2019**, *271* (July), 362–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.158>.
- [134] Asgary, S.; Rastqar, A.; Keshvari, M. Functional Food and Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: A Review. *J. Am. Coll. Nutr.*, **2018**, *37* (5), 429–455. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1410867>.
- [135] Shahidi, F.; Varatharajan, V.; Oh, W. Y.; Peng, H. Phenolic Compounds in Agri-Food by-Products, Their Bioavailability and Health Effects. *J. Food Bioact.*, **2019**, *5* (April). <https://doi.org/10.31665/jfb.2019.5178>.
- [136] Alam, S.; Hasan, M. K.; Neaz, S.; Hussain, N.; Hossain, M. F.; Rahman, T. Diabetes Mellitus: Insights from Epidemiology, Biochemistry, Risk Factors, Diagnosis, Complications and Comprehensive Management. *Diabetology*, **2021**, *2* (2), 36–50. <https://doi.org/10.3390/diabetology2020004>.
- [137] Panagiotakos, D. B.; Lionis, C.; Zeimbekis, A.; Gelastopoulou, K.; Papairakleous, N.; Das, U. N.; Polychronopoulos, E. Long-Term Tea

Intake Is Associated with Reduced Prevalence of (Type 2) Diabetes Mellitus among Elderly People from Mediterranean Islands: MEDIS Epidemiological Study. *Yonsei Med. J.*, **2009**, *50* (1), 31–38.
<https://doi.org/10.3349/ymj.2009.50.1.31>.

- [138] Bag, S.; Mondal, A.; Majumder, A.; Banik, A. Tea and Its Phytochemicals: Hidden Health Benefits & Modulation of Signaling Cascade by Phytochemicals. *Food Chem.*, **2022**, *371* (September 2021), 131098. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131098>.
- [139] Venkatakrisnan, K.; Chiu, H. F.; Wang, C. K. Popular Functional Foods and Herbs for the Management of Type-2-Diabetes Mellitus: A Comprehensive Review with Special Reference to Clinical Trials and Its Proposed Mechanism. *J. Funct. Foods*, **2019**, *57* (February), 425–438. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.04.039>.
- [140] Takahashi, F.; Hashimoto, Y.; Kaji, A.; Sakai, R.; Miki, A.; Okamura, T.; Kitagawa, N.; Okada, H.; Nakanishi, N.; Majima, S.; et al. Habitual Miso (Fermented Soybean Paste) Consumption Is Associated with Glycemic Variability in Patients with Type 2 Diabetes: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*, **2021**, *13* (5).
<https://doi.org/10.3390/nu13051488>.
- [141] Papoutsis, K.; Zhang, J.; Bowyer, M. C.; Brunton, N.; Gibney, E. R.; Lyng, J. Fruit, Vegetables, and Mushrooms for the Preparation of Extracts with α -Amylase and α -Glucosidase Inhibition Properties: A Review. *Food Chem.*, **2021**, *338* (September 2020), 128119.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128119>.
- [142] Fruh, S. M. Obesity: Risk Factors, Complications, and Strategies for Sustainable Long-Term Weight Management. *J. Am. Assoc. Nurse Pract.*, **2017**, *29*, S3–S14. <https://doi.org/10.1002/2327-6924.12510>.
- [143] Sommer, I.; Teufer, B.; Szelag, M.; Nussbaumer-Streit, B.; Titscher, V.; Klerings, I.; Gartlehner, G. The Performance of Anthropometric Tools to Determine Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sci. Rep.*, **2020**, *10* (1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69498-7>.
- [144] Venkatakrisnan, K.; Chiu, H. F.; Wang, C. K. Extensive Review of Popular Functional Foods and Nutraceuticals against Obesity and Its Related Complications with a Special Focus on Randomized Clinical Trials. *Food Funct.*, **2019**, *10* (5), 2313–2329.
<https://doi.org/10.1039/c9fo00293f>.

- [145] Rodríguez-Pérez, C.; Segura-Carretero, A.; del Mar Contreras, M. Phenolic Compounds as Natural and Multifunctional Anti-Obesity Agents: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **2019**, *59* (8), 1212–1229. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1399859>.
- [146] Khan, M. I.; Anjum, F. M.; Sohaib, M.; Sameen, A. Tackling Metabolic Syndrome by Functional Foods. *Rev. Endocr. Metab. Disord.*, **2013**, *14* (3), 287–297. <https://doi.org/10.1007/s11154-013-9270-8>.
- [147] Willett, W. *Nutritional Epidemiology*, 3d ed.; Oxford University Press: Oxford, 2013. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199754038.001.0001>.
- [148] Hebden, L.; Kostan, E.; O’Leary, F.; Hodge, A.; Allman-Farinelli, M. Validity and Reproducibility of a Food Frequency Questionnaire as a Measure of Recent Dietary Intake in Young Adults. *PLoS One*, **2013**, *8* (9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075156>.
- [149] Bae, Y.-J.; Choi, H.-Y.; Sung, M.-K.; Kim, M.-K.; Choi, M.-K. Validity and Reproducibility of a Food Frequency Questionnaire to Assess Dietary Nutrients for Prevention and Management of Metabolic Syndrome in Korea. *Nutr. Res. Pract.*, **2010**, *4* (2), 121. <https://doi.org/10.4162/nrp.2010.4.2.121>.
- [150] Nurul-Fadhilah, A.; Teo, P. S.; Foo, L. H. Validity and Reproducibility of a Food Frequency Questionnaire (FFQ) for Dietary Assessment in Malay Adolescents in Malaysia. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, **2012**, *21* (1), 97–103. <https://doi.org/10.6133/apjcn.2012.21.1.13>.
- [151] Tabacchi, G.; Amodio, E.; Di Pasquale, M.; Bianco, A.; Jemni, M.; Mammina, C. Validation and Reproducibility of Dietary Assessment Methods in Adolescents: A Systematic Literature Review. *Public Health Nutr.*, **2013**, *17* (12), 2700–2714. <https://doi.org/10.1017/S1368980013003157>.
- [152] Steinemann, N.; Grize, L.; Ziesemer, K.; Kauf, P.; Probst-Hensch, N.; Brombach, C. Relative Validation of a Food Frequency Questionnaire to Estimate Food Intake in an Adult Population. *Food Nutr. Res.*, **2017**, *61* (1). <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1305193>.
- [153] Martin-moreno, J. M.; Boyle, P.; Gorgojo, L.; Maisonneuve, P.; Fernandez-rodriguez, J. C.; Salvini, S.; Willett, W. C. Development and Validation of a Food Frequency Questionnaire in Spain. *Int. J. Epidemiol.*, **1993**, *22* (3), 512–519. <https://doi.org/10.1093/ije/22.3.512>.

- [154] Cade, J. E.; Burley, V. J.; Warm, D. L.; Thompson, R. L.; Margetts, B. M. Food-Frequency Questionnaires: A Review of Their Design, Validation and Utilisation. *Nutr. Res. Rev.*, **2004**, *17*(1), 5–22. <https://doi.org/10.1079/nrr200370>.
- [155] Hamdan, M.; Monteagudo, C.; Lorenzo-Tovar, M. L.; Tur, J. A.; Olea-Serrano, F.; Mariscal-Arcas, M. Development and Validation of a Nutritional Questionnaire for the Palestine Population. *Public Health Nutr.*, **2013**, *17*(11), 2512–2518. <https://doi.org/10.1017/S1368980013002711>.
- [156] Marks, G. C.; Hughes, M. C.; Van Der Pols, J. C. Relative Validity of Food Intake Estimates Using a Food Frequency Questionnaire Is Associated with Sex, Age, and Other Personal Characteristics. *J. Nutr.*, **2006**, *136*(2), 459–465. <https://doi.org/10.1093/jn/136.2.459>.
- [157] Rodriguez, C. A.; Smith, E. R.; Villamor, E.; Zavaleta, N.; Respicio-Torres, G.; Contreras, C.; Perea, S.; Jimenez, J.; Tintaya, K.; Lecca, L.; et al. Development and Validation of a Food Frequency Questionnaire to Estimate Intake among Children and Adolescents in Urban Peru. *Nutrients*, **2017**, *9*(10), 1–10. <https://doi.org/10.3390/nu9101121>.
- [158] Chinnock, A. Development of a Food Frequency Questionnaire and a Comparison with Food Records. *Perspect. en Nutr. Humana*, **2011**, *13*(1), 57–69.
- [159] Cade, J.; Thompson, R.; Burley, V.; Warm, D. Development, Validation and Utilisation of Food-Frequency Questionnaires – a Review. *Public Health Nutr.*, **2002**, *5*(4), 567–587. <https://doi.org/10.1079/phn2001318>.
- [160] Masson, L.; McNeill, G.; Tomany, J.; Simpson, J.; Peace, H.; Wei, L.; Grubb, D.; Bolton-Smith, C. Statistical Approaches for Assessing the Relative Validity of a Food-Frequency Questionnaire: Use of Correlation Coefficients and the Kappa Statistic. *Public Health Nutr.*, **2003**, *6*(3), 313–321. <https://doi.org/10.1079/phn2002429>.
- [161] Kent, K.; Charlton, K. Relative Validity and Reproducibility of an Interviewer Administered 14-Item FFQ to Estimate Flavonoid Intake Among Older Adults with Mild-Moderate Dementia. *J. Nutr. Gerontol. Geriatr.*, **2017**, *36*(2–3), 134–147. <https://doi.org/10.1080/21551197.2017.1321080>.
- [162] Palacios, C.; Segarra, A.; Trak, M. A.; Colón, I. Reproducibility and

Validity of a Food Frequency Questionnaire to Estimate Calcium Intake in Puerto Ricans. *Arch. Latinoam. Nutr.*, **2012**, *62* (3), 205–212.

- [163] Liu, X.; Wang, X.; Lin, S.; Song, Q.; Lao, X.; Yu, I. T. S. Reproducibility and Validity of a Food Frequency Questionnaire for Assessing Dietary Consumption via the Dietary Pattern Method in a Chinese Rural Population. *PLoS One*, **2015**, *10* (7), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134627>.
- [164] Fallaize, R.; Forster, H.; Macready, A. L.; Walsh, M. C.; Mathers, J. C.; Brennan, L.; Gibney, E. R.; Gibney, M. J.; Lovegrove, J. A. Online Dietary Intake Estimation: Reproducibility and Validity of the Food4Me Food Frequency Questionnaire against a 4-Day Weighed Food Record. *J. Med. Internet Res.*, **2014**, *16* (8), e190. <https://doi.org/10.2196/jmir.3355>.
- [165] Bentzen, S. M. R.; Knudsen, V. K.; Christensen, T.; Ewers, B. Relative Validity of a Web-Based Food Frequency Questionnaire for Patients with Type 1 and Type 2 Diabetes in Denmark. *Nutr. Diabetes*, **2016**, *6* (9), 2–7. <https://doi.org/10.1038/nutd.2016.40>.
- [166] Molag, M. L.; De Vries, J. H. M.; Ocké, M. C.; Dagnelie, P. C.; Van Den Brandt, P. A.; Jansen, M. C. J. F.; Van Staveren, W. A.; Van't Veer, P. Design Characteristics of Food Frequency Questionnaires in Relation to Their Validity. *Am. J. Epidemiol.*, **2007**, *166* (12), 1468–1478. <https://doi.org/10.1093/aje/kwm236>.
- [167] El Kinany, K.; Garcia-Larsen, V.; Khalis, M.; Deoula, M. M. S.; Benslimane, A.; Ibrahim, A.; Benjelloun, M. C.; El Rhazi, K. Adaptation and Validation of a Food Frequency Questionnaire (FFQ) to Assess Dietary Intake in Moroccan Adults. *Nutr. J.*, **2018**, *17* (1). <https://doi.org/10.1186/s12937-018-0368-4>.
- [168] Kandyliari, A.; Elmaliklis, I. N.; Kontopoulou, O.; Tsafkopoulou, M.; Komninos, G.; Ntzatha, C.; Petsas, A.; Karantonis, H. C.; Koutelidakis, A. E. An Epidemiological Study Report on the Antioxidant and Phenolic Content of Selected Mediterranean Functional Foods, Their Consumption Association with the Body Mass Index, and Consumers Purchasing Behavior in a Sample of Healthy Greek Adults. *Appl. Sci.*, **2021**, *11* (17), 1–14. <https://doi.org/10.3390/app11177818>.
- [169] КонсультантПлюс, Д.; Complication, S.; Complication, A.; Complication, C.; Infection, S. S.; Infection, U. T.; Thromboembolism,

V.; Average, A.; Average, A.; Average, A.; et al. No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Chest*, 2006, 25(1), 1–14.

- [170] Rushe, S. I. of T. A Study of Buyer Behaviour and Attitudes towards Functional Foods and Related Marketing Activities. 2011, No. August, 3–51.
- [171] Keely L.; Croxton Sabastián J.; M., G.-D.; Dale, L. S. R. Kybernetes Article Information : To Cite This Document : *J. Educ.*, 2014, 53(2), 177–196.
- [172] de Barcellos, M. D.; Aguiar, L. K.; Ferreira, G. C.; Vieira, L. M. Willingness to Try Innovative Food Products: A Comparison between British and Brazilian Consumers. *BAR - Brazilian Adm. Rev.*, 2009, 6(1), 50–61. <https://doi.org/10.1590/s1807-76922009000100005>.
- [173] Orgeron, R.; Pope, J.; Green, V.; Erickson, D. Phytonutrient Intake and Body Composition: Considering Colors. *Funct. Foods Heal. Dis.*, 2019, 9(2), 108–122. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v9i2.583>.
- [174] Yonekura, Y.; Terauchi, M.; Hirose, A.; Odai, T.; Kato, K.; Miyasaka, N. Daily Coffee and Green Tea Consumption Is Inversely Associated with Body Mass Index, Body Fat Percentage, and Cardio-Ankle Vascular Index in Middle-Aged Japanese Women: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*, 2020, 12(5), 1–9. <https://doi.org/10.3390/nu12051370>.
- [175] Ramli, E. S. M.; Sukalingam, K.; Kamaruzzaman, M. A.; Soelaiman, I. N.; Pang, K. L.; Chin, K. Y. Direct and Indirect Effect of Honey as a Functional Food against Metabolic Syndrome and Its Skeletal Complications. *Diabetes, Metab. Syndr. Obes. Targets Ther.*, 2021, 14, 241–256. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S291828>.
- [176] Vázquez-Fresno, R.; Rosana, A. R. R.; Sajed, T.; Onookome-Okome, T.; Wishart, N. A.; Wishart, D. S. Herbs and Spices- Biomarkers of Intake Based on Human Intervention Studies - A Systematic Review. *Genes Nutr.*, 2019, 14(1), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s12263-019-0636-8>.
- [177] Liu, X.; Li, Y.; Guasch-Ferré, M.; Willett, W. C.; Drouin-Chartier, J.-P.; Bhupathiraju, S. N.; Tobias, D. K. Changes in Nut Consumption Influence Long-Term Weight Change in US Men and Women. *BMJ Nutr. Prev. Heal.*, 2019, 2(2), 90–99. <https://doi.org/10.1136/bmjnp-2019-000034>.

- [178] Martínez-González, M. A.; Bes-Rastrollo, M. Nut Consumption, Weight Gain and Obesity: Epidemiological Evidence. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, **2011**, *21* (SUPPL. 1).
<https://doi.org/10.1016/j.numecd.2010.11.005>.
- [179] Karelakis, C.; Zevgitis, P.; Galanopoulos, K.; Mattas, K. Consumer Trends and Attitudes to Functional Foods. *J. Int. Food Agribus. Mark.*, **2020**, *32* (3), 266–294.
<https://doi.org/10.1080/08974438.2019.1599760>.
- [180] Bogue, J.; Collins, O.; Troy, A. J. *Market Analysis and Concept Development of Functional Foods*; Elsevier Inc., 2017; Vol. 2.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802780-6.00002-X>.
- [181] Annunziata, A.; Vecchio, R.; Kraus, A. Awareness and Preference for Functional Foods: The Perspective of Older Italian Consumers. *Int. J. Consum. Stud.*, **2015**, *39* (4), 352–361.
<https://doi.org/10.1111/ijcs.12202>.
- [182] Dolgoplova, I.; Teuber, R.; Bruschi, V. Consumers' Perceptions of Functional Foods: Trust and Food-Neophobia in a Cross-Cultural Context. *Int. J. Consum. Stud.*, **2015**, *39* (6), 708–715.
<https://doi.org/10.1111/ijcs.12184>.
- [183] Cattaneo, C.; Lavelli, V.; Proserpio, C.; Laureati, M.; Pagliarini, E. Consumers' Attitude towards Food by-Products: The Influence of Food Technology Neophobia, Education and Information. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **2019**, *54* (3), 679–687. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13978>.
- [184] C. Dimou, K. Katsikaris, Stylianoudaki T.K, C. Karantonis, A.E. Koutelidakis, *Charalampia M. Dimou. Optimization of a Green Methodology to Form Nutritional Rich Streams of Biocarotenoids and Phenolic Compounds from Greek Juice Production Byproduct Streams. *Biomed. J.*, **2022**, *In Press*.
- [185] Wojdyło, A.; Oszmiański, J.; Czemerys, R. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in 32 Selected Herbs. *Food Chem.*, **2007**, *105* (3), 940–949. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.038>.
- [186] Chrysargyris, A.; Evangelides, E.; Tzortzakis, N. Seasonal Variation of Antioxidant Capacity, Phenols, Minerals and Essential Oil Components of Sage, Spearmint and Sideritis Plants Grown at Different Altitudes. *Agronomy*, **2021**, *11* (9).
<https://doi.org/10.3390/agronomy11091766>.
- [187] Guo, C.; Yang, J.; Wei, J.; Li, Y.; Xu, J.; Jiang, Y. Antioxidant

Activities of Peel, Pulp and Seed Fractions of Common Fruits as Determined by FRAP Assay. *Nutr. Res.*, **2003**, *23* (12), 1719–1726. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2003.08.005>.

- [188] Afsharnezhad, M.; Panahi, E.; Sariri, R. Evaluation of the Antioxidant Activity of Extracts from Some Fruit Peels. *Casp. J. Environ. Sci.*, **2017**, *15* (3), 213–222.
- [189] Abbasi, A. M.; Guo, X.; Fu, X.; Zhou, L.; Chen, Y.; Zhu, Y.; Yan, H.; Liu, R. H. Comparative Assessment of Phenolic Content and in Vitro Antioxidant Capacity in the Pulp and Peel of Mango Cultivars. *Int. J. Mol. Sci.*, **2015**, *16* (6), 13507–13527. <https://doi.org/10.3390/ijms160613507>.
- [190] Suleria, H. A. R.; Barrow, C. J.; Dunshea, F. R. Screening and Characterization of Phenolic Compounds and Their Antioxidant Capacity in Different Fruit Peels. *Foods*, **2020**, *9* (9). <https://doi.org/10.3390/foods9091206>.
- [191] Kuganesan, A.; Thiripuranathar, G.; Navaratne, A. N.; Paranagama, P. A. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Peels, Pulps and Seed Kernels of Three Common Mango (*Mangifera Indica* L.) Varieties in Sri Lanka. *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, **2017**, *8* (1), 70–78. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8\(1\).70-78](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8(1).70-78).
- [192] Arjeh, E.; Akhavan, H. R.; Barzegar, M.; Carbonell-Barrachina, Á. A. Bio-Active Compounds and Functional Properties of Pistachio Hull: A Review. *Trends Food Sci. Technol.*, **2020**, *97*, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.031>.
- [193] Mostafa, U. E.-S. Journal of American Science 2013;9(11) [Http://Www.Jofamericanscience.Org](http://www.jofamericanscience.org) Phenolic Compounds and Antioxidant Potential of Mango Peels and Kernels. **2013**, *9* (11), 371–378.
- [194] Costanzo, G.; Iesce, M. R.; Naviglio, D.; Ciaravolo, M.; Vitale, E.; Arena, C. Comparative Studies on Different Citrus Cultivars: A Reevaluation of Waste Mandarin Components. *Antioxidants*, **2020**, *9* (6), 1–12. <https://doi.org/10.3390/antiox9060517>.
- [195] Miękus, N.; Iqbal, A.; Marszałek, K.; Puchalski, C.; Świergiel, A. Green Chemistry Extractions of Carotenoids from *Daucus Carota* L.- Supercritical Carbon Dioxide and Enzyme-Assisted Methods. *Molecules*, **2019**, *24* (23), 1–20. <https://doi.org/10.3390/molecules24234339>.

- [196] Loizzo, M. R.; Pacetti, D.; Lucci, P.; Núñez, O.; Menichini, F.; Frega, N. G.; Tundis, R. Prunus Persica Var. Platycarpa (Tabacchiera Peach): Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Pulp, Peel and Seed Ethanolic Extracts. *Plant Foods Hum. Nutr.*, **2015**, *70* (3), 331–337. <https://doi.org/10.1007/s11130-015-0498-1>.
- [197] Hu, Y.; Kou, G.; Chen, Q.; Li, Y.; Zhou, Z. Protection and Delivery of Mandarin (Citrus Reticulata Blanco) Peel Extracts by Encapsulation of Whey Protein Concentrate Nanoparticles. *Lwt*, **2019**, *99* (May 2018), 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.044>.
- [198] Su, D.; Liu, H.; Zeng, Q.; Qi, X.; Yao, X.; Zhang, J. Changes in the Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Citrus Peels from Different Cultivars after in Vitro Digestion. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **2017**, *52* (11), 2471–2478. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13532>.
- [199] Ordoñez-Díaz, J. L.; Moreno-Ortega, A.; Roldán-Guerra, F. J.; Ortíz-Somovilla, V.; Moreno-Rojas, J. M.; Pereira-Caro, G. In Vitro Gastrointestinal Digestion and Colonic Catabolism of Mango (Mangifera Indica l.) Pulp Polyphenols. *Foods*, **2020**, *9* (12). <https://doi.org/10.3390/foods9121836>.
- [200] Rodrigo, M. J.; Cilla, A.; Barberá, R.; Zacarías, L. Carotenoid Bioaccessibility in Pulp and Fresh Juice from Carotenoid-Rich Sweet Oranges and Mandarins. *Food Funct.*, **2015**, *6* (6), 1950–1959. <https://doi.org/10.1039/c5fo00258c>.
- [201] Frühbauerová, M.; Červenka, L.; Hájek, T.; Salek, R. N.; Velichová, H.; Buňka, F. Antioxidant Properties of Processed Cheese Spread after Freeze-Dried and Oven-Dried Grape Skin Powder Addition. *Potravin. Slovak J. Food Sci.*, **2020**, *14* (April), 230–238. <https://doi.org/10.5219/1310>.
- [202] Żyżelewicz, D.; Kulbat-Warycha, K.; Oracz, J.; Żyżelewicz, K. Polyphenols and Other Bioactive Compounds of Sideritis Plants and Their Potential Biological Activity. *Molecules*, **2020**, *25* (16), 1–18. <https://doi.org/10.3390/molecules25163763>.
- [203] Montero-Calderon, A.; Cortes, C.; Zulueta, A.; Frigola, A.; Esteve, M. J. Green Solvents and Ultrasound-Assisted Extraction of Bioactive Orange (Citrus Sinensis) Peel Compounds. *Sci. Rep.*, **2019**, *9* (1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52717-1>.
- [204] Khalil, M. M. A.; El-wahed, E. M. A.; Shalaby, H. S.; Gaballa, A. S. Production of Feta Like Cheese Fortified With Pomegranate and

- Lemon Peels Extract As Natural Antioxidants. *Zagazig J. Agric. Res.*, **2019**, *46* (3), 710–720. <https://doi.org/10.21608/zjar.2019.40956>.
- [205] Christaki, S.; Moschakis, T.; Kyriakoudi, A.; Biliaderis, C. G.; Mourtzinou, I. Recent Advances in Plant Essential Oils and Extracts: Delivery Systems and Potential Uses as Preservatives and Antioxidants in Cheese. *Trends Food Sci. Technol.*, **2021**, *116* (April), 264–278. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.029>.
- [206] El Hatmi, H.; Jrad, Z.; Mkadem, W.; Chahbani, A.; Oussaief, O.; Zid, M. Ben; Nouha, M.; Zaidi, S.; Khorchani, S.; Belguith, K.; et al. Fortification of Soft Cheese Made from Ultrafiltered Dromedary Milk with Allium Roseum Powder: Effects on Textural, Radical Scavenging, Phenolic Profile and Sensory Characteristics. *Lwt*, **2020**, *132*, 109885. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109885>.
- [207] Chen, X.; Tait, A. R.; Kitts, D. D. Flavonoid Composition of Orange Peel and Its Association with Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities. *Food Chem.*, **2017**, *218*, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.016>.
- [208] Drouin-Chartier, J. P.; Côté, J. A.; Labonté, M. É.; Brassard, D.; Tessier-Grenier, M.; Desroches, S.; Couture, P.; Lamarche, B. Comprehensive Review of the Impact of Dairy Foods and Dairy Fat on Cardiometabolic Risk. *Adv. Nutr.*, **2016**, *7*(6), 1041–1051. <https://doi.org/10.3945/an.115.011619>.
- [209] Lamothe, S.; Langlois, A.; Bazinet, L.; Couillard, C.; Britten, M. Antioxidant Activity and Nutrient Release from Polyphenol-Enriched Cheese in a Simulated Gastrointestinal Environment. *Food Funct.*, **2016**, *7*(3), 1634–1644. <https://doi.org/10.1039/c5fo01287b>.
- [210] Anuyahong, T.; Chusak, C.; Thilavech, T.; Adisakwattana, S. Postprandial Effect of Yogurt Enriched with Anthocyanins from Riceberry Rice on Glycemic Response and Antioxidant Capacity in Healthy Adults. *Nutrients*, **2020**, *12*(10), 1–13. <https://doi.org/10.3390/nu12102930>.
- [211] Koutelidakis, A. E.; Andritsos, N. D.; Kabolis, D.; Kapsokefalou, M.; Drosinos, E. H.; Komaitis, M. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Tea and Aromatic Plant Extracts against Bacterial Foodborne Pathogens: A Comparative Evaluation. *Curr. Top. Nutraceutical Res.*, **2016**, *14* (2), 133–142.
- [212] Azman, N. F. I. N.; Azlan, A.; Khoo, H. E.; Razman, M. R.

Antioxidant Properties of Fresh and Frozen Peels of Citrus Species. *Curr. Res. Nutr. Food Sci.*, **2019**, *7*(2), 331–339. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.7.2.03>.

- [213] Cardoso, A. L.; Di Pietro, P. F.; Vieira, F. G. K.; Boaventura, B. C. B.; de Liz, S.; da Silva Campelo Borges, G.; Fett, R.; de Andrade, D. F.; da Silva, E. L. Acute Consumption of Juçara Juice (*Euterpe Edulis*) and Antioxidant Activity in Healthy Individuals. *J. Funct. Foods*, **2015**, *17*, 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.014>.
- [214] Tasaki, E.; Sakurai, H.; Nitao, M.; Matsuura, K.; Iuchi, Y. Uric Acid, an Important Antioxidant Contributing to Survival in Termites. *PLoS One*, **2017**, *12*(6), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179426>.
- [215] Nakai, M.; Fukui, Y.; Asami, S.; Toyoda-Ono, Y.; Iwashita, T.; Shibata, H.; Mitsunaga, T.; Hashimoto, F.; Kiso, Y. Inhibitory Effects of Oolong Tea Polyphenols on Pancreatic Lipase in Vitro. *J. Agric. Food Chem.*, **2005**, *53*(11), 4593–4598. <https://doi.org/10.1021/jf047814+>.
- [216] Buchholz, T.; Melzig, M. F. Polyphenolic Compounds as Pancreatic Lipase Inhibitors. *Planta Med.*, **2015**, *81*(10), 771–783. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1546173>.
- [217] Suzuki, R.; Kawasaki, T.; Honda, Y.; Fujita, S.; Shirataki, Y. Effects of Oolong Tea on Postprandial Triglyceride Levels Systematic Review and Meta-Analysis. *Japanese Pharmacol. Ther.*, **2018**, *46*(8), 1339–1346.
- [218] Unno, T.; Tago, M.; Suzuki, Y.; Nozawa, A.; Sagesaka, Y. M.; Kakuda, T.; Egawa, K.; Kondo, K. Effect of Tea Catechins on Postprandial Plasma Lipid Responses in Human Subjects. *Br. J. Nutr.*, **2005**, *93*(4), 543–547. <https://doi.org/10.1079/bjn20041379>.
- [219] Mathew, A. S.; Capel-Williams, G. M.; Berry, S. E. E.; Hall, W. L. Acute Effects of Pomegranate Extract on Postprandial Lipaemia, Vascular Function and Blood Pressure. *Plant Foods Hum. Nutr.*, **2012**, *67*(4), 351–357. <https://doi.org/10.1007/s11130-012-0318-9>.
- [220] Sadowska-Bartosz, I.; Galiniak, S.; Bartosz, G. Kinetics of Glycooxidation of Bovine Serum Albumin by Glucose, Fructose and Ribose and Its Prevention by Food Components. *Molecules*, **2014**, *19*(11), 18828–18849. <https://doi.org/10.3390/molecules191118828>.
- [221] Coe, S.; Ryan, L. Impact of Polyphenol-Rich Sources on Acute Postprandial Glycaemia: A Systematic Review. *J. Nutr. Sci.*, **2016**, *5*,

1–11. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.11>.

- [222] Uchida, N.; Yoshimoto, N.; Nakamura, A.; Takagi, A.; Honda, K.; Moto, M.; Katsuraya, K.; Hashizume, N. Difference of Inhibitory Effect Of α -Glucosidase by Tealeaves Species and Extraction Condition and Effect of Black Tea on Postprandial Blood Glucose Level Elevation in ICR Mice. *J. Anal. Bio-Science Vol*, **2013**, *36*(2).
- [223] Bryans, J. A.; Ellis, P. R.; Judd, P. A. The Effect of Consuming Instant Black Tea on Postprandial Plasma Glucose and Insulin Concentrations in Healthy Humans. *J. Am. Coll. Nutr.*, **2007**, *26*(5), 471–477. <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719638>.
- [224] Marrocco, I.; Altieri, F.; Peluso, I. Measurement and Clinical Significance of Biomarkers of Oxidative Stress in Humans. *Oxid. Med. Cell. Longev.*, **2017**, *2017*. <https://doi.org/10.1155/2017/6501046>.
- [225] Kilic, I. H.; Sarikurkcu, C.; Karagoz, I. D.; Uren, M. C.; Kocak, M. S.; Cilkiz, M.; Tepe, B. A Significant By-Product of the Industrial Processing of Pistachios: Shell Skin - RP-HPLC Analysis, and Antioxidant and Enzyme Inhibitory Activities of the Methanol Extracts of Pistacia Vera L. Shell Skins Cultivated in Gaziantep, Turkey. *RSC Adv.*, **2016**, *6*(2), 1203–1209. <https://doi.org/10.1039/c5ra24530c>.
- [226] Ahmad, J.; Khan, I.; Johnson, S. K.; Alam, I.; Din, Z. ud. Effect of Incorporating Stevia and Moringa in Cookies on Postprandial Glycemia, Appetite, Palatability, and Gastrointestinal Well-Being. *J. Am. Coll. Nutr.*, **2018**, *37*(2), 133–139. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1372821>.
- [227] Gambino, C. M.; Accardi, G.; Aiello, A.; Candore, G.; Dara-Guccione, G.; Mirisola, M.; Procopio, A.; Taormina, G.; Caruso, C. Effect of Extra Virgin Olive Oil and Table Olives on the ImmuneInflammatory Responses: Potential Clinical Applications. *Endocrine, Metab. Immune Disord. - Drug Targets*, **2017**, *18*(1), 14–22. <https://doi.org/10.2174/1871530317666171114113822>.
- [228] Flori, L.; Donnini, S.; Calderone, V.; Zinnai, A.; Taglieri, I.; Venturi, F.; Testai, L. The Nutraceutical Value of Olive Oil and Its Bioactive Constituents on the Cardiovascular System. Focusing on Main Strategies to Slow Down Its Quality Decay during Production and Storage. *Nutrients*, **2019**, *11*(9). <https://doi.org/10.3390/nu11091962>.
- [229] Pastor, R.; Bouzas, C.; Tur, J. A. Beneficial Effects of Dietary

Supplementation with Olive Oil, Oleic Acid, or Hydroxytyrosol in Metabolic Syndrome: Systematic Review and Meta-Analysis. *Free Radic. Biol. Med.*, **2021**, *172* (April), 372–385.
<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2021.06.017>.

- [230] Thomsen, C.; Storm, H.; Holst, J. J.; Hermansen, K. Differential Effects of Saturated and Monounsaturated Fats on Postprandial Lipemia and Glucagon-like Peptide 1 Responses in Patients with Type 2 Diabetes. *Am. J. Clin. Nutr.*, **2003**, *77* (3), 605–611.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/77.3.605>.
- [231] Carnevale, R.; Loffredo, L.; Del Ben, M.; Angelico, F.; Nocella, C.; Petruccioli, A.; Bartimoccia, S.; Monticolo, R.; Cava, E.; Violi, F. Extra Virgin Olive Oil Improves Post-Prandial Glycemic and Lipid Profile in Patients with Impaired Fasting Glucose. *Clin. Nutr.*, **2017**, *36* (3), 782–787. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.05.016>.
- [232] Gilmore, L. A.; Walzem, R. L.; Crouse, S. F.; Smith, D. R.; Adams, T. H.; Vaidyanathan, V.; Cao, X.; Smith, S. B. Consumption of High-Oleic Acid Ground Beef Increases HDL-Cholesterol Concentration but Both High- and Low-Oleic Acid Ground Beef Decrease HDL Particle Diameter in Normocholesterolemic Men. *J. Nutr.*, **2011**, *141* (6), 1188–1194. <https://doi.org/10.3945/jn.110.136085>.
- [233] Sekhon-Loodu, S.; Rupasinghe, H. P. V. Evaluation of Antioxidant, Antidiabetic and Antiobesity Potential of Selected Traditional Medicinal Plants. *Front. Nutr.*, **2019**, *6* (April), 1–11.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00053>.
- [234] Frankel, E.; Bakhouch, A.; Lozano-Sánchez, J.; Segura-Carretero, A.; Fernández-Gutiérrez, A. Literature Review on Production Process to Obtain Extra Virgin Olive Oil Enriched in Bioactive Compounds. Potential Use of Byproducts as Alternative Sources of Polyphenols. *J. Agric. Food Chem.*, **2013**, *61* (22), 5179–5188.
<https://doi.org/10.1021/jf400806z>.
- [235] Punia, S.; Sandhu, K. S.; Grasso, S.; Purewal, S. S.; Kaur, M.; Siroha, A. K.; Kumar, K.; Kumar, V.; Kumar, M. Aspergillus Oryzae Fermented Rice Bran: A Byproduct with Enhanced Bioactive Compounds and Antioxidant Potential. *Foods*, **2021**, *10* (1).
<https://doi.org/10.3390/foods10010070>.
- [236] Wang, S.; Tamura, T.; Kyouno, N.; Liu, X.; Zhang, H.; Akiyama, Y.; Yu Chen, J. Effect of the Chemical Composition of Miso (Japanese Fermented Soybean Paste) Upon the Sensory Evaluation. *Anal. Lett.*,

2019, 52(11), 1813–1827.
<https://doi.org/10.1080/00032719.2019.1570244>.

- [237] Allwood, J. G.; Wakeling, L. T.; Bean, D. C. Fermentation and the Microbial Community of Japanese Koji and Miso: A Review. *J. Food Sci.*, 2021, 86(6), 2194–2207. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15773>.
- [238] Charalampia, D.; Koutelidakis, A. E. From Pomegranate Processing By-Products to Innovative Value Added Functional Ingredients and Bio-Based Products with Several Applications in Food Sector. 2017, 3(1).
- [239] Mojumdar, A.; Deka, J. Recycling Agro-Industrial Waste to Produce Amylase and Characterizing Amylase–Gold Nanoparticle Composite. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agric.*, 2019, 8(s1), 263–269. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-00298-4>.
- [240] Kruger, N. J. The Bradford Method. *Basic Protein Pept. Protoc.*, 2009, 17–24.
- [241] Koutelidakis, A.; Argyri, K.; Sevastou, Z.; Lamprinaki, D.; Panagopoulou, E.; Paximada, E.; Sali, A.; Papalazarou, V.; Kostourou, V.; Malouchos, A.; et al. Bioavailability and Bioactivity Study of Epigallocatechin Gallate (EGCG) after in Vitro Digestion and in Experimental Mice Model. *Clin. Nutr. ESPEN*, 2016, 13(June), e55–e56. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2016.03.007>.
- [242] Παπαγιάννη, Όλγα, Δήμου, Μ. Χαραλαμπία, Κουτελιδάκης, Ε. Α. Ανάπτυξη Λειτουργικής Ζυμούμενης Σάλτσας Τύπου “Miso” Με Χρήση Μικροοργανισμών Από Τοπικά Όσπρια Του Αιγαίου Και Εκχυλίσματα Παραπροϊόντων Φρούτων Και Λαχανικών. In *Λειτουργικά Τρόφιμα, Διατροφή και Υγεία 2021 Τεχνολογίες Βιοεπεξεργασίας, Καινοτόμα τρόφιμα και Υγεία*; 2021.
- [243] Jayachandran, M.; Xu, B. An Insight into the Health Benefits of Fermented Soy Products. *Food Chem.*, 2019, 271 (July 2018), 362–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.158>.
- [244] Santos, R.; Mansidão, A.; Mota, M.; Raymundo, A.; Prista, C. Development and Physicochemical Characterization of a New Grass Pea (*Lathyrus Sativus* L.) Miso. *J. Sci. Food Agric.*, 2021, 101(6), 2227–2234. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10842>.
- [245] Pedrol, N. ; Ramos, P. Protein Content Quantification By Bradford Method. *Handb. Plant Ecophysiol. Tech.*, 2001, 283–295.

- [246] Ainsworth, E. A.; Gillespie, K. M. Estimation of Total Phenolic Content and Other Oxidation Substrates in Plant Tissues Using Folin-Ciocalteu Reagent. *Nat. Protoc.*, **2007**, *2*(4), 875–877. <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.102>.
- [247] Argyri, E.; Piromalis, S.; Koutelidakis, A.; Kafetzopoulos, D.; Petsas, A. S.; Skalkos, D.; Nasopoulou, C.; Dimou, C.; Karantonis, H. C. Applied Sciences Olive Paste-Enriched Cookies Exert Increased Antioxidant Activities. **2021**.
- [248] Παπαγιάννη, Όλγα, Δήμου, Μ. Χαραλαμπία, Κουτελιδάκης, Ε. Α. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΓΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Καινοτομου Σαλτσας Τυπου «miso», Εμπλουτισμενης Με Βιο-Καροτενοειδη Σε Μεταβολικους Βιοδεικτες Υγιων Εθελοντων. In «Λειτουργικά Τρόφιμα Διατροφή και Υγεία: Τεχνολογίες Βιοπεξεργασίας Καινοτόμα Τρόφιμα και Υγεία»; **2022**.
- [249] Chan, E. W. C.; Wong, S. K.; Kezuka, M.; Oshiro, N.; Chan, H. T. Natto and Miso: An Overview on Their Preparation, Bioactive Components and Health-Promoting Effects. *Food Res.*, **2021**, *5*(3), 446–452. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(3\).587](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(3).587).
- [250] Zhao, Y.; Eweys, A. S.; Zhang, J.; Zhu, Y.; Bai, J.; Darwesh, O. M. Fermentation Affects the Antioxidant Activity of Plant-Based Food Material through the Release and Production of Bioactive Components. **2021**.
- [251] Reuse, S. Cereal Byproducts : An Overview of Potential Sustainable Reuse and Exploitation. **2020**, 1–27.
- [252] Murray, M.; Selby-Pham, S.; Colton, B. L.; Bennett, L.; Williamson, G.; Dordevic, A. L. Does Timing of Phytonutrient Intake Influence the Suppression of Postprandial Oxidative Stress? A Systematic Literature Review. *Redox Biol.*, **2021**, *46*, 102123. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2021.102123>.
- [253] Urquiaga, I.; Ávila, F.; Echeverria, G.; Perez, D.; Trejo, S.; Leighton, F. A Chilean Berry Concentrate Protects against Postprandial Oxidative Stress and Increases Plasma Antioxidant Activity in Healthy Humans. *Oxid. Med. Cell. Longev.*, **2017**, *2017*. <https://doi.org/10.1155/2017/8361493>.
- [254] Laus, M. N.; Soccio, M.; Alfarano, M.; Pasqualone, A.; Lenucci, M. S.; Di Miceli, G.; Pastore, D. Different Effectiveness of Two Pastas Supplemented with Either Lipophilic or Hydrophilic/Phenolic

Antioxidants in Affecting Serum as Evaluated by the Novel Antioxidant/Oxidant Balance Approach. *Food Chem.*, **2017**, *221*, 278–288. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.050>.

- [255] Dimina, L.; Mariotti, F. The Postprandial Appearance of Features of Dietary Substances. *Nutrients*, **2019**, *1963* (11), 1–23.
- [256] Chakraborti, S.; Nirmal, D.; Dikshit, M. *Oxidative Stress in Heart Diseases “Role of INOS in Insulin Resistance and Endothelial Dysfunction”*; 2019.
- [257] Gaglio, R.; Barbaccia, P.; Barbera, M.; Restivo, I.; Attanzio, A.; Maniaci, G.; Di Grigoli, A.; Francesca, N.; Tesoriere, L.; Bonanno, A.; et al. The Use of Winery By-Products to Enhance the Functional Aspects of the Fresh Ovine “Primosale” Cheese. *Foods*, **2021**, *10* (2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/foods10020461>.
- [258] De Camargo, A. C.; Favero, B. T.; Morzelle, M. C.; Franchin, M.; Alvarez-Parrilla, E.; De La Rosa, L. A.; Geraldi, M. V.; Maróstica, M. R.; Shahidi, F.; Schwember, A. R. *Is Chickpea a Potential Substitute for Soybean? Phenolic Bioactives and Potential Health Benefits*; 2019; Vol. 20. <https://doi.org/10.3390/ijms20112644>.
- [259] Gong, X.; Li, X.; Xia, Y.; Xu, J.; Li, Q.; Zhang, C.; Li, M. Effects of Phytochemicals from Plant-Based Functional Foods on Hyperlipidemia and Their Underpinning Mechanisms. *Trends Food Sci. Technol.*, **2020**, *103*, 304–320. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.026>.
- [260] Feldman, F.; Koudoufio, M.; Desjardins, Y.; Spahis, S.; Delvin, E.; Levy, E. Efficacy of Polyphenols in the Management of Dyslipidemia: A Focus on Clinical Studies. *Nutrients*, **2021**, *13* (2), 1–42. <https://doi.org/10.3390/nu13020672>.
- [261] Gutiérrez-Grijalva, E. P.; Angulo-Escalante, M. A.; León-Félix, J.; Heredia, J. B. Effect of In Vitro Digestion on the Total Antioxidant Capacity and Phenolic Content of 3 Species of Oregano (*Hedeoma Patens*, *Lippia Graveolens*, *Lippia Palmeri*). *J. Food Sci.*, **2017**, *82* (12), 2832–2839. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13954>.
- [262] Della Pepa, G.; Vetrani, C.; Vitale, M.; Bozzetto, L.; Costabile, G.; Cipriano, P.; Mangione, A.; Patti, L.; Riccardi, G.; Rivellese, A. A.; et al. Effects of a Diet Naturally Rich in Polyphenols on Lipid Composition of Postprandial Lipoproteins in High Cardiometabolic Risk Individuals: An Ancillary Analysis of a Randomized Controlled

Trial. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **2020**, *74*(1), 183–192.
<https://doi.org/10.1038/s41430-019-0459-0>.

[263] Shi, W.; Hou, T.; Guo, D.; He, H. Evaluation of Hypolipidemic Peptide (Val-Phe-Val-Arg-Asn) Virtual Screened from Chickpea Peptides by Pharmacophore Model in High-Fat Diet-Induced Obese Rat. *J. Funct. Foods*, **2019**, *54* (January), 136–145.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.01.001>.

[264] Cha, Y. S.; Kim, S. R.; Yang, J. A.; Back, H. I.; Kim, M. G.; Jung, S. J.; Song, W. O.; Chae, S. W. Kochujang, Fermented Soybean-Based Red Pepper Paste, Decreases Visceral Fat and Improves Blood Lipid Profiles in Overweight Adults. *Nutr. Metab.*, **2013**, *10* (1), 1–8.
<https://doi.org/10.1186/1743-7075-10-24>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράρτημα Ι Φόρμα αποδοχής συμμετοχής στην επιδημιολογική μελέτη διερεύνησης της άποψης και αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα και της μελέτης της συσχέτισης της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες της παχυσαρκίας



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΦΟΡΜΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Δήλωση Έρευνητή:

Στα πλαίσια ερευνητικής μελέτης οι συμμετέχοντες εθελοντές καλούνται να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων, ένα ερωτηματολόγιο αποδεκτικότητας και άποψής σας ως προς τα λειτουργικά τρόφιμα, καθώς και τρεις φόρμες ανάκλησης 24ώρου. Εν συνεχεία, θα λάβει χώρα μέτρηση του ύψους, του βάρους, της σύστασης σώματος και των περιφερειών μέσης και ισχίων. Στόχος της έρευνας είναι η διερεύνηση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων και η συσχέτιση με ανθρωπομετρικούς δείκτες, στόχος ώστε να εξεταστεί ο ρόλος που διαδραματίζει η κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων στην πρόληψη χρόνιων παθήσεων π.χ. διαβήτη, καρδιαγγειακά.

Δήλωση Εθελοντή:

Ως συμμετέχων στη μελέτη εθελοντικά, έχω ενημερωθεί για το πρωτόκολλο της συγκεκριμένης έρευνας στην οποία έχω κληθεί να συμμετάσχω. Επίσης, μου έχει δοθεί ένα αντίγραφο για να το κρατήσω. Οι σκοποί της έρευνας είναι πλήρως κατανοητοί. Κατανοώ τις διαδικασίες στις οποίες θα συμμετάσχω. Καταλαβαίνω ότι η συμπερίληψή μου ως εθελοντής σε αυτή τη μελέτη, και ιδίως τα στοιχεία μου που θα καταγραφούν, θα παραμείνουν αυστηρώς εμπιστευτικά. Μόνο οι ερευνητές που ασχολούνται με τη μελέτη θα έχουν πρόσβαση στα δεδομένα. Επίσης, γνωρίζω πως θα αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα με την ολοκλήρωση της μελέτης. Δηλώνω υπεύθυνα πως αποδέχομαι τη συμμετοχή μου στη μελέτη αυτή. Αφού έδωσα τη συγκατάθεση μου, κατανοώ πως έχω το δικαίωμα να αποχωρήσω από τη μελέτη ανά πάσα στιγμή, χωρίς καμία υποχρέωση.

Όνομα και υπογραφή συμμετέχοντος

.....

Όνομα και υπογραφή ερευνητή

.....

Παράρτημα II Ερωτηματολόγιο διερεύνησης της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
Μητροπολίτη Ιωακείμ 2, Μύρινα 81400

Αρ.Ε:

Ημερομηνία: /..... /.....

«Ερωτηματολόγιο διερεύνησης συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων»

Το παρόν ερωτηματολόγιο εκπονείται στα πλαίσια ερευνητικής μελέτης, είναι άκρως εμπιστευτικό και ανώνυμο. Σας παρακαλούμε για τη συμπλήρωσή του, με τη μεγαλύτερη δυνατή ευκρίνεια και ακρίβεια.

Α. Διατροφικό Ιστορικό

Στις παρακάτω ερωτήσεις σημειώστε την απάντηση που αντιπροσωπεύει τις διατροφικές σας συνήθειες κατά τα τελευταία δύο έτη.

1. Πόσα ποτήρια νερό πίνετε καθημερινά;
1-3 4-6 7-9 >10
2. Πόσα γεύματα καταναλώνετε καθημερινά;
1 2 3 4 >5
3. Παραλείπετε γεύματα στην καθημερινότητά σας;
Ναι Όχι
4. Εάν ναι, ποιο γεύμα παραλείπετε να καταναλώσετε;
Πρωινό Δεκατιανό Μεσημεριανό
Απογευματινό Βραδινό
5. Λαμβάνετε συμπληρώματα διατροφής;
Ημερησίως Εβδομαδιαίως Μηνιαίως Καθόλου
6. Εάν ναι, τί είδους;
7. Λαμβάνετε μακροχρόνια φαρμακευτική αγωγή;
Ημερησίως Εβδομαδιαίως Μηνιαίως Καθόλου
8. Εάν ναι, τί είδους;

9. Στον παρακάτω πίνακα σημειώστε τη συχνότητα που καταναλώνετε τις ομάδες τροφίμων/τρόφιμα που αναφέρονται.

Συχνότητα κατανάλωσης/ Τρόφιμα-ομάδες τροφίμων	>6 φορές / μέρα	4-5 φορές / μέρα	2-3 φορές / μέρα	1 φορά/ μέρα	5-6 φορές/ εβδομάδα	3-4 φορές/ εβδομάδα	1-2 φορές/ εβδομάδα	2-3 φορές /μήνα	1 φορά/ μήνα	Ποτέ
Φρούτα & χυμοί τους										
Συνολική κατανάλωση φρούτων										
Κίτρινα/πορτοκαλί π.χ. ροδάκινα, βερίκοκα										
Εσπεριδοειδή π.χ. πορτοκάλια, λεμόνια										
Κόκκινα π.χ. φράουλες, κεράσια, δαμάσκηνα, κακ. σταφύλια										
Αποξηραμένα π.χ. βερίκοκα, σταφίδες, χουριάδες										
Μούρα π.χ. κράνα, μύρτιλλα, γκότζι μπέρι, ακάι μπέρι										
Ρόδια										
Συνολική κατανάλωση χυμών φρούτων										
Χυμοί πορτοκαλιού										
Χυμοί μήλου										
Άλλοι χυμοί π.χ. βύσσινα, ρόδι, μπανάνα, ανάμεικτοι										
Εμπλουτισμένοι χυμοί π.χ. με φυλλικό οξύ, με βιταμίνη C, με μαγνήσιο, με πρεβιοτικά(ινουλίνη)										
Λαχανικά										
Συνολική κατανάλωση λαχανικών										

Συχνότητα καταπόλησης/ Τρόπος-επίθετος τροφήμων	>6 φορές / μέρα	4-5 φορές / μέρα	3-3 φορές / μέρα	1 φορά/ μέρα	5-6 φορές/ εβδομάδα	3-4 φορές/ εβδομάδα	1-2 φορές/ εβδομάδα	2-3 φορές / μέρα	1 φορά/ μέρα	Ποσά
Γαλακτοκομικά π.χ. αυγανούδι, μαρμαρίο, λάχανο										
Άγρια γάρφα π.χ. βούφι, ραβίσια										
Πράσινα φυλλώδη π.χ. μαρούλι, σπανάκι, ρόλα										
Κόκκινα π.χ. κοκ. λάχανο, κοκ. παπαρής, σταμάτος										
Βαλβόλα π.χ. σκόρδο, πυραφύρα, κρεμμύδι										
Βότανα/Αφεψήμα τα										
Διαδοσόμενα αλλυγιανά π.χ. τσάι βανυλίας, φασκόμηλο, χαμομήλι, τσουναρίδι										
Τσάι (Camellia sinensis) Μαύρο, πράσινο, κόκκινο										
Άλλα βότανα π.χ. καλέντζουλα, σέλινο, αλόη										
Μπαχαρικά- Μυρωδικά										
Φυμάρι, ρίγανη, βασιλικός										
Κουρκουμάς										
Κανέλα										
Μισοτίγανισο										
Κρέμας Κοχίνης										
Άλλα ροφήματα										
Αναψυκτικά, νεργειακά ποτά										
Καφές										
Κοκτέιλ										

Παραγωγή καταστάσεων/ Πρόγραμμα-ομάδες τροφίμων	≥6 φορές / μήνα	4-5 φορές / μήνα	2-3 φορές / μήνα	1 φορά/ μήνα	5-6 φορές/ εβδομάδα	2-4 φορές/ εβδομάδα	1-2 φορές/ εβδομάδα	2-3 φορές / μήνα	1 φορά/ μήνα	Ποσά
Μελισσοκομικά προϊόντα										
Μέλι										
Γρόκοι										
Βασιλικός πολτός										
Άλλες υπεριωφείς										
Σίτα										
Σπρουκίνα										
Κυψοφαίς										
Τυρόψα										
Ψάρια και ασπριουδά										
Γενναίη καταστάλαση ααριών										
Φασόλι										
Φασόλια π.χ. γίγαντες, μπουραμάκια										
Ρυζόβια										
Αρακάς										
Φαγόψα										
Κινδο										
Τόγια και προϊόντα της										
Δημητριακά										
Γενναίη καταστάλαση δημητριακών										
Ολέες άλλες π.χ. δημητριακά πρωινό ή μπόρος δημητριακών με βρώμη										
Εμπλουτισμένα π.χ. με φυλλικό, νικελό, ασφαιβόλιοι κ.α.										

Συχνότητα καταπόλησης/ πρόγραμμα-ομάδας τροφίμων	>6 φορές / μέρα	4-5 φορές / μέρα	2-3 φορές / μέρα	1 φορά/ μέρα	5-6 φορές/ εβδομάδα	3-4 φορές/ εβδομάδα	1-2 φορές/ εβδομάδα	2-3 φορές / μήνα	1 φορά/ μήνα	Ποσά
Ξηροί καρποί π.χ. αμύγδαλα, φασόκια Αγίας, καρόδια										
Ελαίς πράσινης και μαύρης										
Εκπύλαδο										
Σπορτέια π.χ. καλαμαπόδινα, ηλιόπιτα										
Προϊόντα ανάλασης										
Τυνοειδή καταπόληση προϊόντων ανάλασης										
Φυτικές πλάσσεις π.χ. ταχίνι, φασολοκόβουρα										
Εμπλουτισμένα με φυτοστερόλες & φυτοστέρολες										
Συμπρωτέ										
Τυνοειδή καταπόληση Συμπρωτέ										
Ολική πλάσση										
Μαργι γλουτένη										
Προϊόντα αρωματισίας & ζαχαρ/κής										
Τυνοειδή καταπόληση προϊόντων αρωματισίας & ζαχαρ/κής										
Μαργι γλουτένη										
Εμπλουτισμένα π.χ. με φυλλικό, ισουλόνι, ισοφλαβόνες κτλ.										
Γαλακτοκομικά										
Τυνοειδή καταπόληση γαλακτοκομικών π.χ. γάλα, γιαούρτι										

Συνήθεια κατανάλωσης/ τρόφιμα-ομάδες τροφίμων	>6 φορές / μέρα	4-5 φορές / μέρα	2-3 φορές /μέρα	1 φορά/ μέρα	5-6 φορές/ εβδομάδα	3-4 φορές/ εβδομάδα	1-2 φορές/ εβδομάδα	2-3 φορές /μήνα	1 φορά/ μήνα	Ποσά
Προβιοτικά/ με προβιοτικά π.χ. йογούρτι, κεφίρ, γιαούρτι με προβιοτικά										
Για ειδική διατροφή χρήσης π.χ. γαλάκτωμα, light, χαμηλών λιπιδίων-light										
Ενισχυμένα ή Εμπλουτισμένα π.χ. με ασβέστιο, βιταμίνη D, ω3										
Υποκατάστατα π.χ. δίαιτες (σάβου), αλατούχο										
Ψάρια και Θαλασσινά										
Εννοική κατανάλωση ψαριών και θαλασσινών										
Απαρά ψάρια π.χ. σολομός, σαρδέλα										
Ελάσματα ψαριών π.χ. γαύρος, μαρίδα										
Ιχθυέλαια π.χ. μερμερούδιαιο										
Αιγά										
Κόκκινα κρέας π.χ. μοσχάρι, χοιρινό										
Λευκό κρέας π.χ. κοτόπουλο, γαλοπούλα										
Άλλαντικά										
Νεοφανή τρόφιμα										
Προόντα βιοτεχνολογικών διατροφολογικών ειδών										
Τροποποιημένα π.χ. σκόνη ή κόψουλα γάλατος, μπανάνα, σταφιδές κτλ										

10. Ανθρωπομετρήσεις (Συμπληρώνεται από τους κρινητές)

Δείκτες ανθρωπομετρίας	Τιμές
Βάρος	kg
Υψος	cm
ΔΜΣ	
Ιδανικό Βάρος	kg
Λίπος Σώματος	%
Μυϊκός Ιστός	%
Νερό Σώματος	%
Οστική Μάζα	%
Βασικός Μεταβολισμός	
Μεταβολική Ηλικία	
Περίφερα Μείση	cm
Περίφερα Ιαχίων	cm
Λόγος Περιφέρειας μείσης/περίφερα ιαχίων	



Παράρτημα ΙΙΙ Ερωτηματολόγιο διερεύνησης της άποψης και αποδεκτικότητας των καταναλωτών για τα λειτουργικά τρόφιμα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Μοναδικός Κωδικός Ερευνητή:

Ημερομηνία:/...../.....

Κωδικός Εθελοντή:

«Ερωτηματολόγιο διερεύνησης της αποδεκτικότητας των καταναλωτών σχετικά με τα λειτουργικά τρόφιμα»

Το παρόν ερωτηματολόγιο εκπονείται στα πλαίσια ερευνητικής μελέτης, είναι άκρως εμπιστευτικό και ανώνυμο. Σας παρακαλούμε για τη συμπλήρωσή του, με τη μεγαλύτερη δυνατή ευλικρίνεια και ακρίβεια.

A. ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. Φύλο: Άνδρας Γυναίκα
2. Σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε;
18-35 35-60 >60
3. Οικογενειακή κατάσταση
Ελεύθερος/η Παντρεμένος/η Διαζευγμένος/η
4. Πόσα άτομα διαμένουν στο νοικοκυριό σας, συμπεριλαμβανομένου και του εαυτού σας;
1 2 3 4 5 ή περισσότερα
5. Ποια είναι η ανώτερη βαθμίδα εκπαίδευσής σας;
Χωρίς εκπαίδευση
Απολυτήριο δημοτικού
Απολυτήριο μέσης εκπαίδευσης(γυμνάσιο, λύκειο)
Πτυχίο ανωτέρων ή ανωτάτων σχολών
Μεταπτυχιακό ή διδακτορικό
6. Σε ποια από τις παρακάτω κατηγορίες ανήκει το μηνιαίο καθαρό εισόδημα του νοικοκυριού σας;
<500 € 500-1000 € 1000-2000 € >2000 €

8. Κατοείτε σε:

Πόλη Επαρχία/χωριό

9. Προσδιορίστε τον τόπο κατοικίας σας (Πόλη/Περιφέρεια):

10. Αγοράζετε τρόφιμα σε :

Καταστήματα	Μέρη όπου ψωνίζετε (Επιλέξτε επιθυμείτε) όσα	Πιο σύνθετες μέρος (Επιλέξτε ένα)
Παντοπωλείο		
Σούπερ μάρκετ		
Εξειδικευμένο κατάστημα τροφίμων (π.χ κρεπωλείο, σπρωπωλείο)		
Υπαίθρια αγορά (λαϊκή)		
Άλλο		

11. Πάσχετε από κάποια ασθένεια ;

Ναι Όχι Δεν είμαι σίγουρος/η

12. Αν ναι από τί είδους;

Καρδιαγγειακά Μυοσκελετικά Γαστρεντερικά
Διαβήτης Παχυσαρκία Άλλο(Προσδιορίστε)

13. Είστε χορτοφάγος ; Ναι Όχι

14. Καπνίζετε; Ναι Όχι

15. Σε ποιο επίπεδο κατατάσσετε τη φυσική σας δραστηριότητα;

Χαμηλός Μέτριος Υψηλός

B. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

16. Διαβάζετε τις διατροφικές πληροφορίες στις ετικέτες των τροφίμων;

17. Πιστεύετε πως οι πληροφορίες των ετικετών ανταποκρίνονται στα πραγματικά διατροφικά χαρακτηριστικά των τροφίμων;
 Ναι Όχι
18. Θα επιθυμούσατε τη διατροφική επισήμανση στους καταλόγους καταστημάτων εστίασης; (π.χ. εστιατόρια)
 Ναι Όχι
19. Έχετε ακούσει, διαβάσει στο παρελθόν για τα λειτουργικά τρόφιμα;
 Ναι Όχι
20. Γνωρίζετε τί σημαίνει λειτουργικό τρόφιμο;
 Ναι (Συνεχίστε στην ερώτηση 21)
 Όχι (Συνεχίστε στην ερώτηση 23)
21. Πιστεύετε πως η κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων συνεισφέρει στον έλεγχο της υγείας σας;
 Ναι Όχι
22. Για ποιά από τις παρακάτω κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων γνωρίζετε περισσότερες πληροφορίες;
 Υπερτροφές (superfoods) Πρεβιοτικά/Προβιοτικά/Συμβιωτικά
 Τρόφιμα πλούσια σε αντιοξειδωτικά Τρόφιμα πλούσια σε φυτικές ίνες
 Εμπλουτισμένα/ενισχυμένα τρόφιμα (π.χ. βιταμίνες, ω3, φυτοστερόλες)
 Τρόφιμα με βιοενεργά πεπτίδια Τρόφιμα με χαμηλά λιπαρά (light)
 Αφεψήματα βοτάνων και αιθέριων ελαίων Όλα τα προαναφερθέντα

Με τον όρο «λειτουργικά», εννοούμε τα τρόφιμα που έχουν υποστεί επεξεργασία ή όχι, τα οποία βάσει επιστημονικών μελετών, λόγω των βιοδραστικών συστατικών τους (πολυφαινόλες, προβιοτικά), συντελούν στην επίτευξη συγκεκριμένων λειτουργικών στόχων εντός του οργανισμού, υποβοηθώντας στην προαγωγή της υγείας (Κουτελιδάκης, 2015).

23. Τώρα γνωρίζετε τί είναι τα λειτουργικά τρόφιμα. Τα συμπεριλαμβάνετε στη διατροφή σας;

Αναφορές στα μέσα ενημέρωσης	<input type="checkbox"/>	Περιγραφή προϊόντος στη συσκευασία	<input type="checkbox"/>
Δοκιμή στα σημεία πώλησης	<input type="checkbox"/>	Ιατρός, φαρμακείο	<input type="checkbox"/>
Κέντρο αισθητικής, γυμναστήριο	<input type="checkbox"/>	Άλλο(Προσδιορίστε)	<input type="text"/>

Στην παρακάτω υποενότητα ερωτήσεων επιλέξτε από το 1-7 σε ποιο βαθμό συμφωνείτε.

25. Πάντα δοκιμάζω νέα και διαφορετικά τρόφιμα.

Διαφωνώ πλήρως	1	2	3	4	5	6	7	Συμφωνώ απόλυτα
				Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ				

26. Δεν εμπιστεύομαι νεοφανή τρόφιμα.

Διαφωνώ πλήρως	1	2	3	4	5	6	7	Συμφωνώ απόλυτα
				Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ				

27. Εάν δε γνωρίζω τί περιέχει ένα τρόφιμο δεν το δοκιμάζω.

Διαφωνώ πλήρως	1	2	3	4	5	6	7	Συμφωνώ απόλυτα
				Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ				

28. Φοβάμαι να καταναλώσω κάτι που δεν έχω καταναλώσει ποτέ ξανά.

Διαφωνώ πλήρως	1	2	3	4	5	6	7	Συμφωνώ απόλυτα
				Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ				

29. Έχετε αγοράσει λειτουργικά τρόφιμα στο παρελθόν;

Ναι (Παραλείψετε τις ερωτήσεις 32,33)

Όχι (Πηγαίετε στην ερώτηση 32)

31. Γιατί τα αγοράζετε;

ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ

	Πολύ σημαντικό	Σημαντικό	Φυσιολογικό	Λίγο σημαντικό	Ασήμαντο
Για να είμαι υγιής					
Για να είμαι ελκυστικός/ή					
Για καθυστέρηση γήρανσης					
Για αποφυγή ιατρικής θεραπείας					
Γιατί έχουν καλή γεύση					
Γιατί είναι ενδιαφέροντα					
Γιατί μου ζητήθηκε από ιατρό/σύμβουλο διατροφής					
Για ψυχολογικούς λόγους					

32. Για ποιους λόγους δεν αγοράζετε λειτουργικά τρόφιμα;
ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΜΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ
 (Παρακαλούμε εκτιμήστε τη σημαντικότητα των παρακάτω πιθανών λόγων)

	Πολύ σημαντικό	Σημαντικό	Φυσιολογικό	Λίγο σημαντικό	Ασήμαντο
Είναι πολύ ακριβά					
Φόβος τεχνητών συστατικών					
Φόβος αρνητικών επιδράσεων					
Δεν αισθάνομαι την ανάγκη					
Προτιμώ βιολογικά τρόφιμα					
Έχουν άσχημη γεύση					
Ανησυχώ για καινοτόμα τρόφιμα					

33. Ποιά προϋπόθεση θα ήταν η σημαντικότερη, προκειμένου να αγοράσετε λειτουργικά τρόφιμα;
[ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΜΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ]

Αν μου το συνητούσε ο ιατρός/σύμβουλος διατροφής Αν είχαν χαμηλότερες τιμές

Αν μου το πρότεινε το φιλικό περιβάλλον Σε περίπτωση προβλήματος υγείας

Αν υπήρχαν καθαρές αποδείξεις για τα οφέλη τους

Αν ήμουν αίγουρος/η πως δεν έχουν αρνητικές επιδράσεις

Σε καμία περίπτωση δε θα αγόραζα

34. Θα πληρώνετε περισσότερα προκειμένου να αγοράσετε λειτουργικά τρόφιμα, εμπλουτισμένα με αντιοξειδωτικά, όπως καρατενοειδή;

Ναι Όχι

Επιρροή από φίλους		
Επιρροή από διατροφολόγους		
Πληροφόρηση		
Γεύση		

36. Ποια βιοδραστικά συστατικά πιστεύετε πως είναι πιο αποτελεσματικά στην προαγωγή της υγείας;

Αντιοξειδωτικά (β-καροτένιο, λουτεΐνη, λυκοπένιο)

Φυτικές ίνες (π.χ. β-γλυκάνες, πίτουρο σίτου, πρεβιοτικά) ω3 λιπαρά (π.χ ιχθυέλαιο)

Φυτικές στερόλες & στανόλες Όλα τα προαναφερθέντα δρουν το ίδιο ευεργετικά

Άλλο(Προσδιορίστε)

37. Έχετε ακούσει, διαβάσει στο παρελθόν για τον όρο «βιοδιεργασίες τροφίμων στην ανάπτυξη βιώσιμων, καινοτόμων προϊόντων διατροφής»;

Ναι Όχι

Με τον όρο «βιοδιεργασίες στην ανάπτυξη βιώσιμων, καινοτόμων προϊόντων διατροφής» αναφερόμαστε στο σύνολο των εργασιών που ακολουθούνται με στόχο την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως λειτουργικών τροφίμων(π.χ. προβιοτικά γαλακτοκομικά προϊόντα, προϊόντα πλούσια σε βιοδραστικά συστατικά. Οι εργασίες αυτές εφαρμόζονται με βάση τις αρχές της χημείας, βιολογίας και μηχανικής με στόχο την ανάπτυξη, σχεδιασμό και παραγωγή πολύπλοκων, καινοτόμων προϊόντων διατροφικής αξίας. (Dimitou et al, 2017)

38. Σε ποιο βαθμό συμφωνείτε με τις παρακάτω προτάσεις;

	Συμφωνώ απόλυτα	Συμφωνώ	Δε με αφορά	Διαφωνώ	Διαφωνώ απόλυτα
Η εφαρμογή των βιοδιεργασιών με στόχο την παραγωγή καροτενοειδών και η αξιοποίησή τους στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων, εμπλουτισμένων με καροτενοειδή θα βελτιώσει την υγεία μου.					

Υποστηρίζω την αξιοποίηση και εφαρμογή των βιοπεισιμητών για την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων, εμπλουτισμένων με καροτενοειδή και άλλα συστατικά που προάγουν την υγεία.					
Είναι ηθικό να παρεμβαίνουμε στη σύσταση των τροφίμων.					
Τα τρόφιμα που εμπλουτίζονται με αντιοξειδωτικά μέσω βιοδιεργασιών πιστεύεται πως είναι υγιεινά.					
Ο εμπλουτισμός παραπροϊόντων τροφίμων (π.χ φλαύδες, ελαιουρήνες) με βιοδιεργασίες δύναται να συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος.					
Θα κατανάλωνα εμπλουτισμένα με καροτενοειδή και εργοστερόλη τρόφιμα, εάν είχαν καλύτερη γεύση και ήταν πιο υγιεινά από τα συμβατικά.					
Θα κατανάλωνα τρόφιμα τύπου «μίσο»(«miso»), αποκλειστικά παραγμένα από ελληνικές πρώτες ύλες.					
Πιστεύεται πως το ελληνικό τύπου «μίσο»(«miso») δύναται να συνεισφέρει στην πρόληψη ασθενειών.					

Παράρτημα IV Παραδοχές που ελήφθησαν υπόψιν κατά τους υπολογισμούς στάθμισης του ερωτηματολογίου FFFQ

1. 1/2 φλιτζάνι ρύζι αντιστοιχεί σε 1 μερίδα ρύζι των 80g, που αντιστοιχούν σε 2.6 μερίδες δημητριακών
2. 1 μερίδα πατάτες (1 πατάτα περίπου 135 γραμμάρια) αντιστοιχεί σε 4.5 μερίδες δημητριακών
3. 1 φέτα τοστ ζυγίζει περίπου 30g και αντιστοιχεί σε 1 μερίδα δημητριακών
4. 1 μερίδα μαγειρευτού περιέχει 3 κ.σούπας ελαιόλαδο
5. 1 μερίδα τηγανιτού περιέχει 3 κ.σούπας σπορέλαια
6. Για 1 μερίδα μαγειρευτού όπου κοινώς χρησιμοποιείται κρεμμύδι, σκόρδο αντιστοιχούν 0.2 μερίδες βολβών
7. Για τον υπολογισμό της τυπικής μερίδας βολβών λήφθηκε υπόψιν ο μέσος όρος της τυπικής μερίδας για το κρεμμύδι 160g, το σκόρδο 10g και την πιπερόριζα 85g, που είναι 85g
8. 1 μερίδα ροφήματος/αφεψήματος αντιστοιχεί σε 140mL, και υπολογίστηκε από το μέσο όρο των τυπικών μερίδων : 230mL καφές φίλτρου ή νεσ, 140mL ελληνικός καφές, 60mL espresso καφές, 140mL αφέψημα βοτάνων
9. Η ζέα λήφθηκε υπόψιν ως δημητριακό στη μεριδοποίηση
10. 1 μπάλ σταφίδες αντιστοιχεί σε 6 κ. σούπας δηλαδή σε 4 μερίδες ή χούφτες σταφίδες
11. Στο 1 τεμάχιο τυλιχτό σουβλάκι περιέχονται 0.2 μερίδες γαλακτοκομικών, 0.3 μερίδες λαχανικών και 0.3 μερίδες πατάτες που αντιστοιχούν σε 1.35 μερίδες δημητριακών
12. 1 μερίδα κόκκινης σάλτσας τομάτας περιέχει 2 κ.σούπας ελαιόλαδο
13. 1 μερίδα κρέμας καραμελέ περιέχει 0.2 μερίδες γαλακτοκομικών
14. 1 καλαμάκι σουβλάκι ζυγίζει περίπου 70g και αντιστοιχεί σε 1/2 μερίδα κρέας
15. 1 πίτα σουβλακιού ζυγίζει περίπου 60g και αντιστοιχεί σε 1 μερίδα προϊόντων αρτοποιίας & ζαχαροπλαστικής
16. Για τις υπερτροφές π.χ σπρουλίνα η τυπική μερίδα υπολογίστηκε 1 κ.γλυκού, με βάση 1 καπάκιο υπερτροφής του εμπορίου
17. Για τα τροποφάρμακα, προϊόντα βιοδερμασιών η τυπική μερίδα υπολογίστηκε με βάση 1 καπάκιο του εμπορίου

Παράρτημα V Εγκρίσεις Επιτροπής Βιοηθικής για την επιτέλεση των Κλινικών μελετών- Διατροφικών παρεμβάσεων του λειτουργικού, αλειφόμενου τυριού, των λειτουργικών μπισκότων και της βιο-λειτουργικής σάλτσας τύπου “miso”

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ
8η Συνεδρίαση

22.07.2021
σελ.2

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ 08/22.07.2021

Θέμα 1^ο: Εξέταση του με Α.Π. 13450/02.07.2021 αιτήματος του κ. Α. Κουτελιδάκη για χορήγηση αδειάς από την Ε.Η.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αιγαίου

Στην αρχή της συνεδρίασης του εν λόγω θέματος αποχωρεί το τακτικό μέλος της Ε.Η.Δ.Ε., κ. Α. Κουτελιδάκης, δεδομένου ότι δε μετέχει όταν υφίσταται περίπτωση σύγκρουσης συμφερόντων, η οποία εμποδίζει τη συμμετοχή του στην αξιολόγηση της αίτησης

Η Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, αφού έλαβε υπόψη:

- τη με αρ. πρωτ. 13450/02.07.2021 αίτηση του κ. Α. Κουτελιδάκη, Επίκ. Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, για χορήγηση αδειάς από την Ε.Η.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αιγαίου,
- τα στοιχεία του ερευνητικού προγράμματος (μελέτης) με τίτλο «Μελέτη της μεταγευματικής κατανάλωσης λειτουργικού μπισκότου, εμπλουτισμένου με πάστα ελιάς, στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος, καθώς και σε δείκτες του μεταβολικού συνδρόμου, σε υγιείς εθελοντές» και τα συνοδευτικά έγγραφα που υποβλήθηκαν,
- την πληρότητα των υποβληθέντων δικαιολογητικών που συνοδεύουν την ερευνητική πρόταση,
- την εισήγηση της κ. Ό.-Ι. Καλαντζή, Επίκ. Καθηγήτριας του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου, τακτικού μέλους της Επιτροπής, όπως ορίστηκε από τον Πρόεδρο της Ε.Η.Δ.Ε. βάσει του επιστημονικού αντικείμενου του ερευνητικού έργου,

και μετά από συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων, ομόφωνα

αποφασίζει θετικά

για τη διεξαγωγή έρευνας με τα ακόλουθα στοιχεία:

Όνομα Επιστημονικού Υπευθύνου/ης	Αντώνιος Κουτελιδάκης
Τίτλος Ερευνητικού Προγράμματος	Μελέτη της μεταγευματικής κατανάλωσης λειτουργικού μπισκότου, εμπλουτισμένου με πάστα ελιάς, στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος, καθώς και σε δείκτες του μεταβολικού συνδρόμου, σε υγιείς εθελοντές
Περιεχόμενο Ερευνητικού Προγράμματος	Η μελέτη αφορά την διερεύνηση της μεταγευματικής κατανάλωσης λειτουργικού μπισκότου εμπλουτισμένου με πάστα ελιάς, στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος και σε δείκτες του μεταβολικού συνδρόμου σε υγιείς εθελοντές. Στόχος της μελέτης, είναι η διερεύνηση της υπόθεσης πως η κατανάλωση γεύματος που περιλαμβάνει μπισκότα εμπλουτισμένα με πάστα ελιάς παρεμποδίζει την απότομη αύξηση των επιπέδων γλυκόζης και λιπιδίων, καθώς

	και την επαγωγή του οξειδωτικού στρες, στο αίμα υγιών εθελοντών. Το δείγμα της μελέτης θα αποτελείται από 15 άτομα με σχεδιασμό crossover.
Συνοδευτικά έγγραφα που εξετάστηκαν	<ul style="list-style-type: none">- το Έντυπο Α (στοιχεία του ερευνητικού προγράμματος),- το Έντυπο Β (βιολογική και ιατρική έρευνα στον άνθρωπο και βιολογικό υλικό του ανθρώπου),- το πρωτόκολλο της κλινικής μελέτης,- το έντυπο συγκατάθεσης,- το ερωτηματολόγιο ιατρικού ιστορικού και συνηθειών- η επιστολή συνεργασίας με το Γ.Ν-Κ.Υ Λήμνου,- η έγκριση συνεργασίας από το Ε.Κ.ΕΠ.Υ.
Υποχρεώσεις του/της Επιστημονικού Υπευθύνου/ης	Ουδέν

καθώς το υπό εξέταση ερευνητικό έργο διενεργείται με σεβασμό στην αξία των ανθρώπινων όντων, στην αυτονομία των προσώπων που συμμετέχουν, στην ιδιωτική ζωή και τα προσωπικά τους δεδομένα, καθώς και με φροντίδα για το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον. Βεβαιώνεται επίσης, η τήρηση των γενικά παραδεδομένων αρχών της ακεραιότητας της έρευνας και των κριτηρίων της ορθής επιστημονικής πρακτικής.

Η συναίνεση των συμμετεχόντων/χουσών είναι ελεύθερη και αβίαστη και προτείνεται η έγκριση του εγγράφου συναίνεσης. Ο κίνδυνος και η ταλαιπωρία των συμμετεχόντων/χουσών είναι οι ελάχιστοι δυνατοί, και ο αντίκτυπος της προτεινόμενης έρευνας δεν δημιουργεί ή επιδεινώνει συνθήκες ευαλωτότητας ή άλλες αρνητικές διακρίσεις. Οι κίνδυνοι για τους συμμετέχοντες/χουσες και η υφιστάμενη ταλαιπωρία είναι ελάχιστη σε σχέση με το πιθανό όφελος από την προτεινόμενη έρευνα. Ο τρόπος κοινοποίησης των αποτελεσμάτων στην ενδιαφερόμενη κοινότητα και τους/τις συμμετέχοντες/χουσες ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο από τις αρνητικές συνέπειες της συμμετοχής στην έρευνα και της δημοσιοποίησης και διάχυσης των αποτελεσμάτων της.

Εν κατακλείδι, η με αρ. πρωτ. 13450/02.07.2021 αίτηση του κ. Α. Κουτελιδάκη, τηρεί το ηθικό, δεοντολογικό και νομικό πλαίσιο της έρευνας όπως ορίζεται στον Κώδικα Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Ακριβές Απόσπασμα Πρακτικών
Αθήνα, 22.07.2021


Ο Αναπληρωτής Πρόεδρος της Ε.Η.Δ.Ε.
Τριαντάφυλλος Ακριώτης,
Επικ. Καθηγητής

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ 08/22.07.2021

Θέμα 2^ο: Εξέταση του με Α.Π. 13454/02.07.2021 αιτήματος του κ. Α. Κουτελιδάκη για χορήγηση αδείας από την Ε.Η.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αιγαίου

Στην αρχή της συνεδρίασης του εν λόγω θέματος αποχωρεί το τακτικό μέλος της Ε.Η.Δ.Ε., κ. Α. Κουτελιδάκης, δεδομένου ότι δε μετέχει όταν υφίσταται περίπτωση σύγκρουσης συμφερόντων, η οποία εμποδίζει τη συμμετοχή του στην αξιολόγησή της αίτησης

Η Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, αφού έλαβε υπόψη:

- τη με αρ. πρωτ. 13454/02.07.2021 αίτηση του κ. Α. Κουτελιδάκη, Επίκ. Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, για χορήγηση αδείας από την Ε.Η.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αιγαίου,
- τα στοιχεία του ερευνητικού προγράμματος (μελέτης) με τίτλο «Μελέτη της επίδρασης της κατανάλωσης λειτουργικού αλειφόμενου τυριού, εμπλουτισμένου με εκχυλίσματα βοτάνων και παραπροϊόντα τροφίμων, στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος, καθώς και σε δείκτες του μεταβολικού συνδρόμου, σε υγιή άτομα, μετά την κατανάλωση γεύματος με ψωμί, αλειμμένο με λειτουργικό ή μη τυρί» (υπάγεται στο ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο «ΤΥΡΕΛΑΙΑ Δημιουργία λειτουργικών αλειφόμενων τυριών εμπλουτισμένων με εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών από τη Δυτική Ελλάδα») και τα συνοδευτικά έγγραφα που υποβλήθηκαν,
- την πληρότητα των υποβληθέντων δικαιολογητικών που συνοδεύουν την ερευνητική πρόταση,
- την εισήγηση της κ. Ό.-Ι. Καλαντζή, Επίκ. Καθηγήτριας του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου, τακτικού μέλους της Επιτροπής, όπως ορίστηκε από τον Πρόεδρο της Ε.Η.Δ.Ε. βάσει του επιστημονικού αντικειμένου του ερευνητικού έργου,

και μετά από συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων, ομόφωνα

αποφασίζει θετικά

για τη διεξαγωγή έρευνας με τα ακόλουθα στοιχεία:

Όνομα Επιστημονικού Υπευθύνου/ης	Αντώνιος Κουτελιδάκης
Τίτλος Ερευνητικού Προγράμματος	Μελέτη της επίδρασης της κατανάλωσης λειτουργικού αλειφόμενου τυριού, εμπλουτισμένου με εκχυλίσματα βοτάνων και παραπροϊόντα τροφίμων, στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος, καθώς και σε δείκτες του μεταβολικού συνδρόμου, σε υγιή άτομα, μετά την

	κατανάλωση γεύματος με ψωμί, αλειμμένο με λειτουργικό ή μη τυρί
Περιεχόμενο Ερευνητικού Προγράμματος	Η μελέτη αφορά την διερεύνηση της υπόθεσης πως η κατανάλωση γεύματος ψωμιού, επαλειμμένου με βούτυρο και εμπλουτισμένο άλειμμα τυριού, πλουσίου σε λιπαρά και υδατάνθρακες, με εκχυλίσματα βοτάνων και παραπροϊόντα παρεμποδίζει την απότομη αύξηση των επιπέδων γλυκόζης και λιπιδίων στο αίμα υγιών ατόμων. Θα γίνει αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας που προσδίδει ο εμπλουτισμός του γεύματος με βότανα και παραπροϊόντα, μέσω της μέτρησης της γλυκόζης, της ολικής χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων και άλλων βιοδεικτών που προμηνύουν την πιθανή εμφάνιση φλεγμονής. Η μελέτη είναι crossover (διασταυρούμενη δύο αξόνων), όπου 15-20 άτομα θα λάβουν το τρόφιμο παρέμβασης μαζί με ένα γεύμα και εν συνεχεία θα γίνουν αιμοληψίες και μετά από μία εβδομάδα τα ίδια άτομα θα λάβουν το ίδιο γεύμα με συμβατικό τρόφιμο και θα γίνουν αιμοληψίες. Οι αιμοληψίες θα γίνουν από εξειδικευμένο ιατρό με χρήση καθετήρα για να αποφευχθεί το τρύπημα πολλαπλές φορές.
Συνοδευτικά έγγραφα που εξετάστηκαν	<ul style="list-style-type: none"> - το Έντυπο Α (στοιχεία του ερευνητικού προγράμματος), - το Έντυπο Β (βιολογική και ιατρική έρευνα στον άνθρωπο και βιολογικό υλικό του ανθρώπου), - το πρωτόκολλο της κλινικής μελέτης, - το έντυπο συγκατάθεσης, - το ερωτηματολόγιο ιατρικού ιστορικού και συνηθειών - η επιστολή συνεργασίας με το Γ.Ν-Κ.Υ Λήμνου, - η έγκριση συνεργασίας από το Ε.Κ.ΕΠ.Υ.
Υποχρεώσεις του/της Επιστημονικού Υπευθύνου/ης	Ουδέν

καθώς το υπό εξέταση ερευνητικό έργο διενεργείται με σεβασμό στην αξία των ανθρώπινων όντων, στην αυτονομία των προσώπων που συμμετέχουν, στην ιδιωτική ζωή και τα προσωπικά τους δεδομένα, καθώς και με φροντίδα για το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον. Βεβαιώνεται επίσης, η τήρηση των γενικά παραδεδωμένων αρχών της ακεραιότητας της έρευνας και των κριτηρίων της ορθής επιστημονικής πρακτικής.

Η συναίνεση των συμμετεχόντων/χουσών είναι ελεύθερη και αβίαστη και προτείνεται η έγκριση του εγγράφου συναίνεσης. Ο κίνδυνος και η ταλαιπωρία των συμμετεχόντων/χουσών είναι οι ελάχιστοι δυνατοί, και ο αντίκτυπος της προτεινόμενης έρευνας δεν δημιουργεί ή επιδεινώνει συνθήκες ευαλωτότητας ή άλλες αρνητικές διακρίσεις. Οι κίνδυνοι για τους συμμετέχοντες/χουσες και η υφιστάμενη ταλαιπωρία είναι ελάχιστη σε σχέση με το πιθανό όφελος της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων στην υγείας από την προτεινόμενη έρευνα. Ο τρόπος κοινοποίησης των αποτελεσμάτων στην ενδιαφερόμενη κοινότητα και τους/τις συμμετέχοντες/χουσες ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο από τις αρνητικές συνέπειες της συμμετοχής στην έρευνα και της δημοσιοποίησης και διάχυσης των αποτελεσμάτων της.

Εν κατακλείδι, η με αρ. πρωτ. 13454/02.07.2021 αίτηση του κ. Α. Κουτελιδάκη, τηρεί το ηθικό, δεοντολογικό και νομικό πλαίσιο της έρευνας όπως ορίζεται στον Κώδικα Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Ακριβές Απόσπασμα Πρακτικών
Αθήνα, 22.07.2021



Ο Αναπληρωτής Πρόεδρος της Ε.Η.Δ.Ε.
Τριαντάφυλλος Ακριώτης,
Επίκ. Καθηγητής

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ 10/30.09.2021

Θέμα 3^ο: Εξέταση του με Α.Π. 17713/09.09.2021 αιτήματος του κ. Α. Κουτελιδάκη για χορήγηση αδείας από την Ε.Η.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αιγαίου

Η Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, αφού έλαβε υπόψη:

- τη με αρ. πρωτ. 17713/09.09.2021 αίτηση του κ. Α. Κουτελιδάκη, Επίκ. Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, για χορήγηση αδείας από την Ε.Η.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αιγαίου,
- τα στοιχεία του ερευνητικού προγράμματος (μελέτης) με τίτλο «Μελέτη της επίδρασης της κατανάλωσης λειτουργικής καινοτόμου σάλτσας οσπρίων τύπου «μίσο», εμπλουτισμένες με βιο-καροτενοειδή, στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος, καθώς και στην περιεκτικότητα του ορού σε καροτενοειδή, σε υγιείς εθελοντές, μετά την κατανάλωση γεύματος με ρύζι, βρασμένο με βούτυρο, σερβιρισμένο με λειτουργική σάλτσα τύπου «μίσο» ή με σάλτσα οσπρίων, και τυρί πλήρων λιπαρών» (υπάγεται στο ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο «Αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών υπο- και παραπροϊόντων της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου προς παραγωγή καροτενοειδών, πρωτεϊνών και καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων») και τα συνοδευτικά έγγραφα που υποβλήθηκαν,
- την πληρότητα των υποβληθέντων δικαιολογητικών που συνοδεύουν την ερευνητική πρόταση,
- την εισήγηση του κ. Β. Μπακόπουλου, Αναπλ. Καθηγητή του Τμήματος Ωκεανογραφίας και Θαλασσίων Βιοεπιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου, αναπληρωματικού μέλους της Επιτροπής, όπως ορίστηκε από τον Πρόεδρο της Ε.Η.Δ.Ε. βάσει του επιστημονικού αντικειμένου του ερευνητικού έργου,

και μετά από συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων, ομόφωνα

αποφασίζει θετικά

για τη διεξαγωγή έρευνας με τα ακόλουθα στοιχεία:

Όνομα Επιστημονικού Υπευθύνου/ης	Αντώνιος Κουτελιδάκης
Τίτλος Ερευνητικού Προγράμματος	Μελέτη της επίδρασης της κατανάλωσης λειτουργικής καινοτόμου σάλτσας οσπρίων τύπου «μίσο», εμπλουτισμένες με βιο-καροτενοειδή, στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος, καθώς και στην περιεκτικότητα του ορού σε καροτενοειδή, σε υγιείς εθελοντές, μετά την κατανάλωση γεύματος με ρύζι, βρασμένο με βούτυρο, σερβιρισμένο με λειτουργική σάλτσα τύπου «μίσο» ή με σάλτσα οσπρίων, και τυρί πλήρων λιπαρών
Περιεχόμενο Ερευνητικού Προγράμματος	Η μελέτη αφορά την διερεύνηση της επίδρασης της κατανάλωσης λειτουργικής καινοτόμου σάλτσας οσπρίων τύπου «μίσο», εμπλουτισμένες με βιο-καροτενοειδή, στην αντιοξειδωτική κατάσταση του πλάσματος, καθώς και στην

	περιεκτικότητα του ορού σε καρροτενοειδή, σε υγιείς εθελοντές, μετά την κατανάλωση γεύματος με ρύζι, βρασμένο με βούτυρο, σεβριμισμένο με λειτουργική σάλτσα τύπου «miso» ή με σάλτσα οσπρίων, και τυρί πλήρων λιπαρών. Είναι διασταυρούμενη μελέτη (crossover) δύο αξόνων. 20 άτομα θα λάβουν το τρόφιμο παρέμβασης και εν συνεχεία θα γίνουν αιμοληψίες την ίδια μέρα. Μετά από μία εβδομάδα τα ίδια άτομα θα λάβουν το ίδιο γεύμα με συμβατικό τυρί και θα γίνουν αιμοληψίες από εξειδικευμένο ιατρό του Νοσοκομείου της Λήμνου με χρήση καθετήρα για να αποφευχθεί το τρύπημα πολλαπλές φορές και με προσοχή ώστε να μην προκληθεί πόνος.
Συνοδευτικά έγγραφα που εξετάστηκαν	<ul style="list-style-type: none">- το Έντυπο Α (στοιχεία του ερευνητικού προγράμματος),- το Έντυπο Β (βιολογική και ιατρική έρευνα στον άνθρωπο και βιολογικό υλικό του ανθρώπου),- το πρωτόκολλο της κλινικής μελέτης,- η δήλωση συγκατάθεσης,- το ερωτηματολόγιο ιατρικού ιστορικού και συνηθειών,- η επιστολή συνεργασίας με το Γ.Ν-Κ.Υ Λήμνου- η έγκριση συνεργασίας από το Ε.Κ.ΕΠ.Υ.
Υποχρεώσεις του/της Επιστημονικού Υπευθύνου/ης	Ουδέν

καθώς το υπό εξέταση ερευνητικό έργο διενεργείται με σεβασμό στην αξία των ανθρώπινων όντων, στην αυτονομία των προσώπων που συμμετέχουν, στην ιδιωτική ζωή και τα προσωπικά τους δεδομένα, καθώς και με φροντίδα για το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον. Βεβαιώνεται επίσης, η τήρηση των γενικά παραδεδωμένων αρχών της ακεραιότητας της έρευνας και των κριτηρίων της ορθής επιστημονικής πρακτικής.

Η συναίνεση των συμμετεχόντων/χουσών είναι ελεύθερη και αβίαστη και προτείνεται η έγκριση της δήλωσης συγκατάθεσης. Ο κίνδυνος και η ταλαιπωρία των συμμετεχόντων/χουσών είναι οι ελάχιστοι δυνατοί, και ο αντίκτυπος της προτεινόμενης έρευνας δεν δημιουργεί ή επιδεινώνει συνθήκες ευαλωτότητας ή άλλες αρνητικές διακρίσεις. Οι κίνδυνοι για τους συμμετέχοντες/χουσες και η υφιστάμενη ταλαιπωρία είναι ελάχιστη σε σχέση με το πιθανό όφελος της κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων στην υγεία από την προτεινόμενη έρευνα. Ο τρόπος κοινοποίησης των αποτελεσμάτων στην ενδιαφερόμενη κοινότητα και τους/τις συμμετέχοντες/χουσες ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο από τις αρνητικές συνέπειες της συμμετοχής στην έρευνα και της δημοσιοποίησης και διάχυσης των αποτελεσμάτων της.

Εν κατακλείδι, η με αρ. πρωτ. 17713/09.09.2021 αίτηση του κ. Α. Κουτελιδάκη, τηρεί το ηθικό, δεοντολογικό και νομικό πλαίσιο της έρευνας όπως ορίζεται στον Κώδικα Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Ακριβές Απόσπασμα Πρακτικών
Αθήνα, 05.10.2021

Dimitrios
Skiadas

Digitally signed by Dimitrios
Skiadas
Date: 2021.10.05 19:33:30
+03'00'

Ο Πρόεδρος της Ε.Η.Δ.Ε.
Καθηγητής Δημήτριος Β. Σκιαδάς

Παράρτημα VI Δήλωση συγκατάθεσης- Φόρμα αποδοχής συμμετοχής στις Κλινικές μελέτες- Διατροφικές Παρεμβάσεις



ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ, ΔΡ. ΚΟΥΤΕΛΙΔΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

Ως συμμετέχων στη μελέτη εθελοντικά, έχω ενημερωθεί για το πρωτόκολλο της συγκεκριμένης έρευνας στην οποία έχω κληθεί να συμμετάσχω. Επίσης, μου έχει δοθεί ένα αντίγραφο για να το κρατήσω. Οι σκοποί της έρευνας είναι πλήρως κατανοητοί. Έχω ήδη ενημερωθεί πως υφίστανται ενδείξεις για την ευεργετική δράση τωνστο λειτουργικό τρόφιμο που θα καταναλώσω.

Για να μελετηθεί η μεταγευματική επίδραση του λειτουργικού τροφίμου θα μου χορηγηθεί γεύμα αποτελούμενο..... Επίσης, θα μου χορηγηθεί 1 ποτήρι 250ml νερό. Πριν τη χορήγηση του γεύματος, καθώς και 30,90,180 λεπτά μετά την ολοκλήρωση αυτού θα ληφθεί από εμένα δείγμα αίματος, για τη χρήση του στις μετρήσεις των βιοδεικτών (ολική χοληστερόλη, HDL, LDL, τριγλυκερίδια, γλυκόζη κλπ).

Κατανοώ τις διαδικασίες στις οποίες θα συμμετάσχω. Καταλαβαίνω ότι η συμπεριληψή μου ως εθελοντής σε αυτή τη μελέτη, και ιδίως τα στοιχεία μου που θα καταγραφούν, θα παραμείνουν αυστηρώς εμπιστευτικά. Μόνο οι ερευνητές που ασχολούνται με τη μελέτη θα έχουν πρόσβαση στα δεδομένα. Επίσης, γνωρίζω πως θα αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα με την ολοκλήρωση της μελέτης. Δηλώνω υπεύθυνα πως αποδέχομαι τη συμμετοχή μου στη μελέτη αυτή. Αφού έδωσα τη συγκατάθεση μου, κατανοώ πως έχω το δικαίωμα να αποχωρήσω από τη μελέτη ανά πάσα στιγμή, χωρίς καμία υποχρέωση.

Ο εθελοντής

Ο ερευνητής

Όνοματεπώνυμο:

Όνοματεπώνυμο: Όλγα Παπαγιάννη

Υπογραφή:

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

Ημερομηνία:

Παράρτημα VII Ερωτηματολόγιο λήψης ιατρικού ιστορικού και συνηθειών

Αρ. Ερ. /.....

Ημερομηνία:/...../.....

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΗΘΕΙΩΝ

A. Δημογραφικά στοιχεία

1. Φύλο: Άντρας Γυναίκα

2. Ηλικία:

B. Ιατρικό Ιστορικό

1. Λαμβάνετε συμπληρώματα διατροφής, μέταλλα ή φαρμακευτική αγωγή κατά το τελευταίο εξάμηνο ; ναι όχι Εάν ναι, ποιά:.....

2. Παρουσιάζετε κάποια από τις παρακάτω κλινικές καταστάσεις ; Διαβήτης τύπου I

Διαβήτης τύπου II Υπόταση Υπέρταση Υψηλή χοληστερόλη

Χαμηλό αιματοκρίτη

3. Πάσχετε από κάποια χρόνια ασθένεια; ναι όχι

Εάν ναι, από ποιά:.....

4. Παρουσιάζεται κάποια τροφική αλλεργία, και ιδιαίτερα στη φάβα; ναι όχι

Γ. Γενικές πληροφορίες διατροφικών και άλλων συνηθειών :

1. Είστε καπνιστής ; ναι όχι 2. Εάν ναι, πόσα τσιγάρα ημερησίως ; < 5 >5

3. Πόσο συχνά καταναλώνετε αλκοόλ ; Πόρα πολύ Πολύ Σπάνια Καθόλου

4. Αναγράψτε πόσο συχνά καταναλώνετε κόκκινο κρασί.....

5. Πόσο αλκοόλ καταναλώνετε ; 0-1 ποτήρι ημερησίως >1 ποτήρι ημερησίως

1-2 ποτήρια/εβδομάδα >1-2 ποτήρια/εβδομάδα

6. Πόσο συχνά γυμνάζεστε ; >4 φορές/εβδομάδα 3-4 φορές/εβδομάδα

(1-2 φορές/εβδομάδα <5 φορές/μήνα Καθόλου


7. Έχετε καταναλώσει το τελευταίο εξάμηνο κάποιο τρόφιμο με σκοπό τη βελτίωση της υγείας π.χ. βότανα, υπερτρόφιμα, τσάι ; ναι όχι

8. Παρακάτω συμπληρώσατε πόσο συχνά καταναλώνετε τις αναφερόμενες κατηγορίες τροφίμων

Κατηγορία τροφίμου/ Συχνότητα	Καθημερινά	1-2 φορές/ εβδομάδα	3-4 φορές/ εβδομάδα	1-2 φορές /μήνα	2-3 φορές/μήνα	Ποτέ
Φρούτα						
Λαχανικά						
Ωσπρια						
Τρόφιμα πλούσια σε λίπη π.χ. βούτυρο, τυρί						

Δ. Ανθρωπομετρήσεις

Δείκτης ανθρωπομετρίας	Τμήμα
Βάρος	kg
Ύψος	cm
ΔΜΩ	
Ιδανικό Βάρος	kg
Λίπος Σώματος	%
Μυϊκός Ιστός	%
Νερό Σώματος	%
Οστική Μάζα	%
Βασικός Μεταβολισμός	
Μεταβολική Ηλικία	
Περιφέρεια Μίσσης	cm
Περιφέρεια Ισχίων	cm
Λόγος Περιφέρειας μίσσης/περιφέρεια ισχίων	



Παράρτημα VIII Περίληψεις δημοσιεύσεων

Δημοσιεύσεις εργασιών σε διεθνή περιοδικά με κριτές

1. Papagianni, O., Delli, E., Vasila, M.-E., Loukas, T., Magkoutis, A., Dimou, C. M., Karantonis, H.C., *Koutelidakis, A.E. The acute effect of a novel “miso” type sauce, enhanced with a carotenoid-rich extract from fruit by-products, on postprandial biomarkers of oxidative stress and inflammation. *Nutrients*, 2022.

Περίληψη

Several fruit by-products may exert a beneficial role on oxidative stress and inflammation modulation, providing essential bioactive components, such as polyphenols and carotenoids. Recently, the potential bioactivity of miso has been reported. The aim of this dietary intervention–clinical study was to evaluate the acute effect of a novel, functional miso-type sauce based on legumes, on postprandial biomarkers of oxidative stress and inflammation. In this randomized, cross-over design,

intervention–clinical trial, 14 healthy volunteers, aged 20–30 years old, consumed a rice meal rich in fat and carbohydrates (258 g), containing a legume-based sauce. After a 1-week washout period, the same subjects consumed the same meal, containing the novel fermented miso-type sauce, enhanced with 50% carotenoid-rich, fruit peel extract. Differences in postprandial total plasma antioxidant capacity according to the FRAP method, serum lipids, glucose, uric acid levels, and antithrombotic activity in platelet-rich plasma were evaluated before, 30 min, 1.5 h, and 3 h after consumption. The results showed that, in comparison to the control group, consumption of the novel sauce resulted in a significantly increased total plasma antioxidant capacity 3 h after consumption ($p < 0.05$). In addition, we observed a significant attenuation of triglycerides concentration increase in the last 1.5 h in the functional group ($p < 0.05$). A significant decrease in serum aggregation was found at 30 min and 3 h after functional sauce intake in comparison with the baseline ($p < 0.05$). Finally, LDL-cholesterol concentrations were significantly reduced 3 h after the functional meal consumption, in comparison with baseline values ($p < 0.05$). The remaining biomarkers did not show statistically significant differences ($p > 0.05$). Further investigation is needed in order to validate the current results.

2. Papagianni, O., Argyri, K., Loukas, T., Magkoutis, A., Biagki, T., Skalkos, D., Kafetzopoulos, D. Dimou, C.M., Karantonis, H. C., *Koutelidakis, A.E., Postprandial Bioactivity of a Spread Cheese Enriched with Mountain Tea and Orange Peel Extract in Plasma Oxidative Stress Status, Serum Lipids and Glucose Levels : An Interventional Study in Healthy Adults, *Biomolecules*, 2021, 1–15.

Περίληψη

Postprandial lipemia, glycemia and oxidative stress may affect the occurrence of cardiovascular disease. The purpose of the present intervention study was to investigate the effect of a spread cheese enriched with mountain tea (*Sideritis* sp.) and orange peel (*Citrus sinensis*) extract on postprandial metabolic biomarkers in healthy volunteers. In a cross-over design, 14 healthy subjects 20–30 years old were consumed either a meal rich in fat and carbohydrates (80 g white bread, 40 g butter and 30 g full fat spread cheese) or a meal with the spread cheese enriched with 6% mountain tea–orange peel extract. Differences in postprandial total plasma antioxidant capacity, resistance of plasma to oxidation, serum lipids, glucose and uric acid levels were evaluated at 0, 1.5 and 3 h after consumption. Plasma total antioxidant capacity was significantly increased 3 h after the consumption of the meal in the presence of the extract-enriched cheese, compared to the conventional cheese ($p = 0.05$). Plasma resistance to oxidation was increased at 30 min in the Functional meal compared with the Control meal. A tendency to decrease the postprandial rise in glucose and triglyceride levels, 1.5 h and 3 h, respectively, after the intake of the meal with the extract-enriched cheese was observed ($p = 0.062$). No significant changes in the concentrations of the remaining biomarkers studied were observed ($p > 0.05$). Further

studies with a larger sample are needed in both healthy adults and patients with cardiovascular disease to draw safer conclusions about the postprandial effect of the extracts on metabolic biomarkers that predict cardiovascular risk.

3. Papagianni, O.; Moulas, I.; Loukas, T.; Magkoutis, A.; Skalkos, D.; Kafetzopoulos, D.; Dimou, C.M.; Karantonis, H. C.; *Koutelidakis, A. E. Trends in Food Innovation: An Interventional Study on the Benefits of Consuming Novel Functional Cookies Enriched with Olive Paste, Sustainability, 2021.

Περίληψη

Olive paste may exert bioactivity due to its richness in bioactive components, such as oleic acid and polyphenols. The present interventional human study investigated if the fortification of cookies with olive paste and herbs may affect postprandial lipemia, oxidative stress, and other biomarkers in healthy volunteers. In a cross-over design, 10 healthy volunteers aged 20–30 years, consumed a meal, rich in fat and carbohydrates (50 g cookies). After a washout week, the same volunteers consumed the same cookie meal, enhanced with 20% olive paste. Blood sampling was performed before, 0.5 h, 1.5 h, and 3 h after eating. Total plasma antioxidant capacity according to FRAP, ABTS, and resistance to copper-induced plasma oxidation, serum lipids, glucose, uric acid, and antithrombotic activity in platelet-rich plasma were determined at each timepoint. There was a significant decrease in triglycerides' concentration in the last 1.5 h in the intervention compared to the control group ($p < 0.05$). A tendency for a decrease in glucose levels and an increase in the plasma antioxidant capacity was observed 0.5 h and 1.5 h, respectively, in the intervention compared to the control group. The remaining biomarkers did not show statistically significant differences ($p > 0.05$). More clinical and epidemiological studies in a larger sample are necessary in order to draw safer conclusions regarding the effect of olive paste on metabolic biomarkers, with the aim to enhance the industrial production of innovative functional cookies with possible bioactivity.

- Papagianni, O., Dimou, C.M., Rigopoulos, N., Staramou, A., *Koutelidakis, A.E., Development and validation of a Functional Foods Frequency Questionnaire (FFFQ) for Greek adults, Current topics in nutraceutical research, Vol. 19, No. 3, pp. 1–9, 2021.

Περίληψη

The aim of the study was to investigate whether a food frequency questionnaire is a valid tool for recording and evaluating the frequency of consumption of different functional foods in a sample of the Greek population. Ninety healthy adults aged 18-75 years, not on a specific diet for the past six months and residing in the same location during the past one year were randomly selected to participate in this study. They answered a functional food frequency questionnaire, which included 76 food groups, and filled three consecutive 24-h recalls. The functional food frequency questionnaire was weighted by grams of each food group consumed per day. SPSS-21 program was used for the interpretation of the results. The nonparametric Wilcoxon sign rank test was used to correlate the variables derived from the functional food frequency questionnaire and those derived from the mean of the 24-h recall. The functional food frequency questionnaire was validated at the rate of 80.3%, especially for 61 of 76 functional food subgroups, and there was no statistically significant difference between the two assessment tools, concerning food frequency consumption. These findings showed that the developed functional food frequency questionnaire is a valid tool to investigate the frequency of functional foods consumption in the Greek population.

Δημοσιεύσεις περιλήψεων συνεδρίων σε διεθνή περιοδικά

Papagianni, O., Loukas, T., Magkoutis, A., Biagki, T., Dimou, C.M., Karantonis, C., *Koutelidakis, A.E (2021), Postprandial Bioactivity of Spread Cheese, Enhanced with Mountain Tea and Orange Peel Extract, in Healthy Volunteers. A Pilot Study, Proceedings, 70(1):19.

Περίληψη

Post-prandial lipemia, glycemia and oxidative stress may affect the outcome of cardiovascular disease. It has been investigated that the enhancement of spread cheese with mountain tea (*Sideritis* sp.) and orange peel extract, may reduce post-prandial metabolic biomarkers in healthy volunteers. The purpose of the present pilot study was to investigate the possible post-prandial bioactivity of such a spread cheese. In the framework of cross-over design, nine healthy volunteers 20–30 years old, consumed a meal, rich in fat and carbohydrates (80 g white bread, 40 g butter and 30 g full fat spread cheese). After a week washout period, the same volunteers consumed the same meal with the spread cheese, enhanced with 6% mountain tea–dried orange peel extract. Blood sampling took place before, 1.5, 3 and 5 h after meal consumption. Total

plasma antioxidant capacity, serum lipids, glucose, uric acid and anticoagulant activity were measured at each time point. There was a statistically significant increase in the antioxidant capacity of plasma 3 h after the meal consumption in the presence of cheese enhanced with extract, compared to the consumption of conventional cheese ($p < 0.05$). The increase rate of glucose and triglycerides showed a decreasing tendency, 1.5 h after eating the meal with the extract. The remaining biomarkers did not show statistically significant differences ($p > 0.05$). More studies in a larger sample are needed to draw safer conclusions about the effect of extract on metabolic biomarkers, such as oxidative stress, lipemia and glycemia.

Παρουσιάσεις σε Διεθνή Συνέδρια με κριτές

1. Olga Papagianni, Eleni Maniati, Antonios Pegkos, Euaggelia Lolou, Eleni Okoutsidou, Grigorios Livieratos, Sentilian Kiafkovanta, Charalampia M. Dimou, *Antonios E. Koutelidakis, Association between functional and novel food consumption frequency and obesity anthropometric indexes, in a sample of healthy volunteers: a retro prospective study, 28th European Congress on Obesity, ECOONLINE 2021, Online, 10-13/6/2021 (poster presentation)

Περίληψη

Introduction: Recent scientific evidence suggests a possible role of functional foods frequent consumption on reducing the risk of chronic diseases, such as obesity and metabolic syndrome. The bioactive compounds of functional foods (dietary fiber, polyphenols, carotenoids etc.) may contribute to metabolic biomarkers improvement, control of weight gain and body fat accumulation via proposed possible mechanisms such as reduction of fat absorption, induction of thermogenesis and promotion of fat oxidation. The purpose of this epidemiological study was the investigation of possible association between the consumption of natural-traditional or innovative functional foods, as bioprocessed, and anthropometric indicators, which has correlated with obesity or metabolic syndrome.



Methods: In this randomized, retrospective, cross-sectional study, five hundred sixty-three adults, aged 18-65 years old, were randomly recruited from three major representative Greek areas (northern, central, southern Greece) and Cyprus. The volunteers participated by personal appointment, after filling out a consent form. The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki. The frequency of functional foods' consumption was assessed for the previous year by using a validated functional food frequency questionnaire (FFFQ) which included 75 natural or processed foods or food groups. Anthropometric measurements (weight, height, body fat index, waist, and hip circumference) was performed by using measuring rods and roll-up tapes, and also portable body composition monitor scales (Tanita BC 543). Statistical analysis was performed with SPSS-21.0, using one way ANOVA, Bonferroni, Kolmogorov-Smirnov and Spearman correlation tests.

Results: Consumption of red vegetables 3-4 times per week (19,9 % of the population), was associated with reduced waist / hip circumference ratio ($r_s=0,2$ $p=0,0001$), compared with none

consumption. The frequent consumption (3-4 times/ week - 18,2% of population) of specific herbs (thyme, oregano and basil) was correlated with decreased body mass index ($r_s=0,137$ $p=0,014$) and body fat index ($r_s=0,17$ $p=0,003$), in comparison with rare consumption. Furthermore, a negative correlation was observed between daily consumption of whole grain cereals (17,9% of the participants) and body mass index ($r_s=0,143$ $p=0,01$), in comparison to rare consumption. Nuts' weekly inclusion in the diet (1-2 times/week – 20,50% of the population) correlated with decreased body mass index ($r_s=0,174$ $p=0,002$) and body fat index ($r_s=0,172$ $p=0,002$). Finally, a tendency of correlation was observed between novel or bio-processed functional foods consumption and decreased body mass index, despite the rare consumption by the population. No associations were observed for the rest natural or innovative functional foods that studied ($p>0,05$).

Conclusion: These findings suggest that some natural or processed functional foods may contribute to weight management, as part of a balanced diet. Nevertheless, more clinical, and epidemiological studies should be conducted in a larger sample of population, in order to exact safer conclusions about the possible mechanisms that functional foods and bioactive compounds may contribute to obesity and metabolic syndrome prevention.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Funding: This project has received funding from the Hellenic Foundation for Research and Innovation (HFRI) and the General Secretariat for Research and Technology (GSRT), under grant agreement No 2342 (Principle director Dr Dimou Charalampia).  

2. Papagianni Olga, Loukas Thomas, Magkoutis Athanasios, Biagki Theodora, Skalkos Dimitrios, Kafetzopoulos Dimitrios, Dimou M. Charalampia, Karantonis Charalampos, *Koutelidakis E. Antonios, Postprandial bioactivity of spread cheese, enhanced with mountain tea and orange peel extract, in healthy volunteers: A crossover pilot intervention study, 55th Annual Meeting of the European Diabetes Epidemiology Group of the EASD (EDEG), Online, 26–27/4/2020

Περίληψη

Background: Postprandial lipemia, glycemia and oxidative stress may affect the outcome of diabetes, and also cardiovascular disease. It has been investigated that the enhancement of spread cheese with mountain tea (*Sideritis sp.*) and orange peel extract, may reduce postprandial metabolic biomarkers in healthy volunteers. The purpose of the present study was the investigation of possible postprandial bioactivity of such a spread cheese.

Methods: In the framework of cross-over design, 9 healthy volunteers 20-30 years old consumed a meal rich in fat and carbohydrates (80 g white bread, 40 g butter and 30 g full fat spread cheese). After a week washout period, the same volunteers consumed the same meal with the spread cheese, enhanced with 6% mountain tea and dried orange peel extract (3g tea + 3g peel, 100ml boiling water for 5min, Antioxidant capacity of extract: 67 μ mol Fe₂SO₄/ml (FRAP Method), Total Phenolic Extract: 49.9 μ g gallic acid/ml (Follin Ciocalteu Method)). Blood sampling took place before, 1.5, 3 and 5 h after meal consumption. Total plasma antioxidant capacity

(FRAP method), serum lipid levels (Total, HDL-, LDL- cholesterol and triglycerides), glucose, uric acid (biochemical analyzer Roche Cobas c111), and anticoagulant activity were measured for each instant.

Results: There was a statistically significant increase in the antioxidant capacity of plasma, 3h after the meal consumption in the presence of cheese enhanced with extracts, compared to the consumption of conventional cheese ($p < 0.05$). There was a tendency to decrease the rise rate of glucose and triglycerides, 1.5h after eating the meal with extracts. The remaining biomarkers did not show statistically significant differences ($p > 0.05$).

Conclusions: More studies in a larger sample are needed to draw safer conclusions about the effect of extracts on metabolic biomarkers, such as oxidative stress, lipemia and glycemia.

The study funded from research program "TYRELAIA", ESPA, Region of Western Greece

3. Papagianni, O., Loukas, T., Magkoutis, A., Biagki, T., Dimou, C.M., Karantonis, C., *Koutelidakis, A.E (2021), Postprandial Bioactivity of Spread Cheese, Enhanced with Mountain Tea and Orange Peel Extract, in Healthy Volunteers. A Pilot Study, 1st International Electronic Conference on Food Science and Functional Foods, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), Online, 10–25/11/2020 (oral presentation).

Περίληψη

Abstract: Postprandial lipemia, glycemia and oxidative stress may affect the outcome of cardiovascular disease. It has been investigated that the enhancement of spread cheese with mountain tea (*Sideritis sp.*) and orange peel extract, may reduce postprandial metabolic biomarkers in healthy volunteers. The purpose of the present pilot study was the investigation of possible postprandial bioactivity of such a spread cheese. In the framework of cross-over design, 9 healthy volunteers 20-30 years old, consumed a meal, rich in fat and carbohydrates (80 g white bread, 40 g butter and 30 g full fat spread cheese). After a week washout period the same volunteers consumed the same meal with the spread cheese, enhanced with 6% mountain tea-dried orange peel extract. Blood sampling took place before, 1.5, 3 and 5 h after meal consumption. Total plasma antioxidant capacity, serum lipids, glucose, uric acid and anticoagulant activity were measured for each instant. There was a statistically significant increase in the antioxidant capacity of plasma, 3h after the meal consumption in the presence of cheese enhanced with extract, compared to the consumption of conventional cheese ($p < 0.05$). There was a tendency to decrease the rise rate of glucose and triglycerides, 1.5h after eating the meal with extract. The remaining biomarkers did not show statistically significant differences ($p > 0.05$). More studies in a larger sample are needed to draw safer conclusions about the effect of extract on metabolic biomarkers, such as oxidative stress, lipemia and glycemia.

This research funded from the research program "TYRELAIA- Development of functional spreadable cheeses enriched with extracts and essential oils of aromatic and medicinal plants from Western Greece, ESPA, BUSINESS PROGRAM WESTERN GREECE 2014-2020.

Παρουσιάσεις σε Ελληνικά Συνέδρια με κριτές

1. Παπαγιάννη, Ο., Δελλή, Ε., Βάσιλα, Μ-Ε., Λούκας, Θ., Μαγκούτης, Α., Καραντώνης, Χ., Δήμου, Χ.Μ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε., Διερεύνηση της μεταγευματικής βιοδραστικότητας καινοτόμου, ζυμούμενης σάλτσας τύπου «miso», με βάση όσπρια και εκχύλισμα παραπροϊόντων φρούτων σε υγιείς εθελοντές, 16ο Πανελλήνιο Ιατρικό Συνέδριο Παχυσαρκίας, Διαδικτυακά, 17-19/03/2022 (Προφορική ανακοίνωση).

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας: Η διερεύνηση ενδεχόμενης βιοδραστικότητας λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», ενισχυμένης με εκχύλισμα παραπροϊόντων φρούτων και λαχανικών, πλούσιων σε καροτενοειδή και πολυφαινόλες, σε μεταβολικούς μεταγευματικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών.

Υλικό-Μέθοδος: Στη διασταυρούμενη αυτή μελέτη (cross-over) 14 υγιείς εθελοντές 20-30 ετών, κατανάλωσαν ένα γεύμα πλούσιο σε λίπος και υδατάνθρακες (175g ρύζι, 45g τυρί, 20g βούτυρο, 18g σάλτσα όσπριων). Μετά από μία εβδομάδα έκπλυσης οι ίδιοι εθελοντές κατανάλωσαν το ίδιο γεύμα με ζυμούμενη λειτουργική σάλτσα τύπου «miso», ενισχυμένη με 50% εκχύλισμα από φλούδες φρούτων (30% καρότο, 30% πορτοκάλι, 20% μήλο, 10% μπανάνα, 10% ακτινίδιο), πλούσιο σε βιοδραστικά συστατικά. Αιμοληψίες έλαβαν χώρα πριν, 30min, 1,5h και 3h μετά την κατανάλωση του γεύματος. Η αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος (Ferric Reducing Antioxidant Power), τα επίπεδα λιπιδίων ορού [Ολική, High Density Lipoprotein (HDL-), Low Density Lipoprotein (LDL-) χοληστερόλη και τριγλυκερίδια], γλυκόζης, ουρικού οξέος (βιοχημικός αναλυτής Roche Cobas c111) και η αντιθρομβωτική δράση προσδιορίστηκαν για κάθε χρονική στιγμή. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS 21 (Repeated Anova & t-test).

Αποτελέσματα: Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση των επιπέδων τριγλυκεριδίων την τελευταία 1,5h μετά κατανάλωσης του γεύματος λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», σε σύγκριση με την κατανάλωση του γεύματος ελέγχου ($p= 0,003$). Η αντιοξειδωτική δράση του πλάσματος παρατηρήθηκε σημαντικά αυξημένη 3h μετά την κατανάλωση του λειτουργικού γεύματος, σε αντίθεση με τη σημαντική μείωση που διαπιστώθηκε 3h μετά τη λήψη του γεύματος ελέγχου ($p=0,015$). Το λειτουργικό γεύμα μείωσε σημαντικά τη συσσώρευση αιμοπεταλίων, 30min μετά κατανάλωσης ($p= 0,023$). Σε σχέση με τις τιμές έναρξης, η συσσώρευση αιμοπεταλίων και η συγκέντρωση LDL-

χοληστερόλης εμφανίστηκαν σημαντικά μειωμένες την 3η μετά το λειτουργικό γεύμα ($p < 0.05$). Οι υπόλοιποι βιοδείκτες δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

Συμπεράσματα: Η κατανάλωση της λειτουργικής σάλτσας τύπου «miso», ενισχυμένη με εκχύλισμα παραπροϊόντων φρούτων, δύναται να βελτιώσει κάποιους μεταγευματικούς μεταβολικούς βιοδείκτες οξειδωτικού στρες και λιπαιμίας, που αποτελούν παράγοντες κινδύνου μεταβολικού συνδρόμου και παχυσαρκίας. Απαιτείται διεύρυνση των μελετών για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Η μελέτη υποστηρίχθηκε από το πρόγραμμα «Αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών και παραπροϊόντων της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου προς παραγωγή καροτενοειδών, πρωτεϊνών και καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων», με ακρωνύμιο «BIO-CAPROF» που χρηματοδοτείται από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/τριών», Επιστημονική υπεύθυνη: Δρ. Δήμου Χαραλαμπία

2. Παπαγιάννη, Ο., Κανδυλιάρη, Α., Ψαθάκης, Χ., Κοντολάμπας, Γ., Μανώλη, Μ-Α., Λιαμπότης, Μ., Δήμου, Χ.Μ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε., Βιοδιαθεσιμότητα αντιοξειδωτικών συστατικών μέσω *in vitro* γαστρεντερικής πέψης σε σάρκα και παραπροϊόντα επιλεγμένων φρούτων, 16ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διατροφής και Διαιτολογίας, Διαδικτυακά, 9-12/12/2021 (Σύντομη ανακοίνωση).

Περίληψη

Εισαγωγή: Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται ιδιαίτερο ενδιαφέρον γύρω από τη διερεύνηση της βιοδιαθεσιμότητας βιοδραστικών συστατικών από τρόφιμα και παραπροϊόντα αυτών.

Σκοπός: Η διερεύνηση της βιοδιαθεσιμότητας αντιοξειδωτικών συστατικών, ανακτημένων από τη σάρκα και παραπροϊόντα επιλεγμένων φρούτων.

Υλικό-Μεθοδολογία: Υδατικά εκχυλίσματα από τη σάρκα και τη φλούδα πορτοκαλιού, μανταρινιού, ροδάκινου και μάνγκο αναλύθηκαν μέσω της *in vitro* μιμητικής διαδικασίας της γαστρεντερικής πέψης[1]. Ακολούθησαν προσδιορισμοί ολικών αντιοξειδωτικών και φαινολικών συστατικών με τις μεθόδους FRAP και Folin-Ciocalteu, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.

Αποτελέσματα: Την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά αντιοξειδωτικά συστατικά εμφάνισαν το εκχύλισμα φλούδας μάνγκο, ο χυμός πορτοκαλιού και η φλούδα μανταρινιού (13,4-69,84 mmol Fe₂SO₄/L). Την υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών

ουσιών παρουσίασε η φλούδα πορτοκαλιού, ο χυμός και η φλούδα μανταρινιού (0,53-0,72 mg γαλλικού οξέος/g). Ωστόσο την υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα αντιοξειδωτικών ουσιών εμφάνισαν τα εκχυλίσματα φλούδας πορτοκαλιού και μανταρινιού, και ο χυμός μανταρινιού (72,9-85,9 %). Αντίστοιχα στο εκχύλισμα σάρκας ροδάκινου, καθώς και στο χυμό πορτοκαλιού και μανταρινιού παρατηρήθηκε υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα φαινολικών ουσιών (78,2-84,5 %).

Συμπεράσματα: Ο χυμός, η φλούδα και η σάρκα πορτοκαλιού, μανταρινιού και ροδάκινου δύνανται να αξιοποιηθούν προς παραγωγή καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων, καθώς αποτελούν σημαντικές πηγές βιοδιαθέσιμων αντιοξειδωτικών και φαινολικών ουσιών.

Η μελέτη υποστηρίχθηκε από το πρόγραμμα «Αξιοποίηση αγροτοβιομηχανικών και παραπροϊόντων της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου προς παραγωγή καρτενοειδών, πρωτεϊνών και καινοτόμων λειτουργικών τροφίμων», με ακρωνύμιο «BIO-CAPROF» που χρηματοδοτείται από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/τριών», Επιστημονική υπεύθυνη: Δρ. Δήμου Χαραλαμπία

3. Παπαγιάννη, Ο., Λούκας, Θ., Μαγκούτης, Η., Μουλάς, Δ., Σκάλκος, Δ., Καφετζόπουλος, Θ., Δήμου, Χ.Μ., Καραντώνης, Χ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε. , Μελέτη της μεταγευματικής βιοδραστικότητας μπισκότων ενισχυμένων με πάστα ελιάς, σε υγιείς εθελοντές, 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καρδιομεταβολικών Παραγόντων Κινδύνου, Καλαμάτα, 2-5/9/2020 (Προφορική ανακοίνωση).

Περίληψη

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ: Η μεταγευματική λιπαιμία, η γλυκαιμία και το οξειδωτικό στρες αποτελούν μείζονες παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση καρδιαγγειακών ασθενειών. Διερευνήθηκε η υπόθεση ότι η ενίσχυση ενός μπισκότου με μείγμα πάστας ελιάς, δύναται να ελαττώσει μεταβολικούς μεταγευματικούς βιοδείκτες σε υγιείς εθελοντές, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε βιοδραστικά συστατικά (πολυφαινόλες, ελαϊκό οξύ, τοκοφερόλες κ.α.).

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ: Στα πλαίσια διασταυρούμενου σχεδιασμού (cross-over design) 10 υγιείς εθελοντές 20-30 ετών, κατανάλωσαν ένα σνακ πλούσιο σε λίπος και υδατάνθρακες (4 συμβατικά μπισκότα σίτου πλήρη σε λιπαρά). Μετά από μία εβδομάδα washout period οι ίδιοι εθελοντές κατανάλωσαν τα μπισκότα, ενισχυμένα με 20,5% μείγματος πάστας ελιάς(20g πάστα ελιάς + 0,1g ρίγανη + 0,1g θυμάρι + 0,5g σκόρδο). Αιμοληψίες έλαβαν χώρα πριν και 30min, 1,5h και 3h μετά την κατανάλωση του σνακ. Η ολική αντιοξειδωτική

ικανότητα του πλάσματος (FRAP), τα επίπεδα λιπιδίων ορού [Ολική, High Density Lipoprotein (HDL-), Low Density Lipoprotein (LDL-) χοληστερόλη και τριγλυκερίδια], γλυκόζης, ουρικού οξέος (βιοχημικός αναλυτής Roche Cobas c111), καθώς και η αντιθρομβωτική δράση μετρήθηκαν για κάθε χρονική στιγμή.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση των επιπέδων τριγλυκεριδίων 1,5h μετά κατανάλωσης του γεύματος ενισχυμένων μπισκότων, σε σύγκριση με την κατανάλωση του γεύματος συμβατικών μπισκότων ($p < 0.05$). Παρατηρήθηκε αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης τη 1,5 τελευταία ώρα μετά την κατανάλωση των μπισκότων με πάστας ελιάς. Οι υπόλοιποι βιοδείκτες δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Διεύρυνση μελετών σε μεγαλύτερο δείγμα απαιτούνται για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων σχετικά με την μεταγευματική βιοδραστικότητα του μείγματος πάστας ελιάς σε μεταβολικούς βιοδείκτες, όπως το οξειδωτικό στρες, η λιπαιμία και η γλυκαιμία.

Αυτή η εργασία υποστηρίχθηκε από το ερευνητικό περιφερειακό πρόγραμμα του ΕΤΠΑ της Δυτικής Ελλάδας με τίτλο «Παραγωγή καινοτόμων μπισκότων με βάση την ελιά με διατροφική προστιθέμενη αξία» κωδικός: DEP6-0022676, που παραχωρήθηκε στην ελληνική εταιρεία τροφίμων - ελιάς ΑΜΑΛΘΕΙΑ Α.Ε.

4. Παπαγιάννη, Ό., Μανιάτη, Ε., Πέγκος, Α., Μπίστα, Μ., Δήμου, Χ.Μ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε., Αναδρομική μελέτη διερεύνησης της συσχέτισης συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών και νεοφανών τροφίμων με ανθρωπομετρικούς δείκτες, σε δείγμα υγιών εθελοντών, 15ο Πανελλήνιο Ιατρικό Συνέδριο Παχυσαρκίας, Διαδικτυακά, 13-15/5/2021 (Προφορική ανακοίνωση).

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας: Η διερεύνηση πιθανής συσχέτισης μεταξύ της κατανάλωσης φυσικών παραδοσιακών ή καινοτόμων βιολειτουργικών τροφίμων, και ανθρωπομετρικών δεικτών, οι οποίοι σχετίζονται με την εμφάνιση παχυσαρκίας ή μεταβολικού συνδρόμου.

Υλικό-Μέθοδος: Σε αυτήν την τυχαίοποιημένη, αναδρομική, συγχρονική (cross-sectional) μελέτη, 563 ενήλικες ηλικίας 18-65 ετών, έλαβαν μέρος από τη βόρεια, κεντρική και νότια Ελλάδα και την Κύπρο. Η συχνότητα κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων εκτιμήθηκε με τη χρήση ενός επικυρωμένου ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων(FFFQ) που περιελάμβανε 75 φυσικά ή επεξεργασμένα λειτουργικά τρόφιμα. Ανθρωπομετρήσεις (βάρος, ύψος, σωματικό λίπος, περιφέρειας μέσης και ισχίων) πραγματοποιήθηκαν με χρήση αναστημόμετρου, επαγγελματικών μεζουρών και φορητών λιπομετρητών(Tanita BC 543). Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS-21.0, με εφαρμογή one way ANOVA, Bonferroni, Kolmogorov-Smirnov και Spearman.

Αποτελέσματα: Η κατανάλωση κόκκινων λαχανικών 3-4 φορές εβδομαδιαίως (19,9% του πληθυσμού), συσχετίστηκε με μειωμένο λόγο περιφέρειας μέσης/ισχυών ($r_s=0,2$ $p=0,0001$), σε σχέση με τη μηδενική κατανάλωση. Η συχνή κατανάλωση (3-4 φορές/εβδομάδα- 18,2% του πληθυσμού) θυμαριού, ρίγανης και βασιλικού συσχετίστηκε με μειωμένο δείκτη μάζας σώματος (BMI) ($r_s=0,137$ $p=0,014$) και λίπος σώματος ($r_s=0,17$ $p=0,003$). Επιπροσθέτως, παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της καθημερινής κατανάλωσης δημητριακών ολικής άλεσης (17,9% των συμμετεχόντων) και του BMI ($r_s=0,143$ $p=0,01$). Η συμπερίληψη ξηρών καρπών στη διατροφή 1-2 φορές/εβδομάδα (20,50% του πληθυσμού) συσχετίστηκε με μειωμένο BMI ($r_s=0,174$ $p=0,002$) και σωματικό λίπος ($r_s=0,172$ $p=0,002$). Τέλος, παρατηρήθηκε μια τάση συσχέτισης μεταξύ της κατανάλωσης νεοφανών λειτουργικών τροφίμων και μειωμένου BMI, παρά τη σπάνια κατανάλωση από τον πληθυσμό. Δεν εντοπίστηκαν συσχετίσεις των λοιπών λειτουργικών τροφίμων που εξετάστηκαν, με ανθρωπομετρικούς δείκτες ($p>0,05$).

Συμπεράσματα: Κάποια λειτουργικά τρόφιμα ενδέχεται να συνεισφέρουν στη διαχείριση του βάρους, όταν συμπεριλαμβάνονται στα πλαίσια μιας ισορροπημένης διατροφής. Παραταύτα, απαιτείται η διεξαγωγή διευρυμένων επιδημιολογικών και κλινικών δοκιμών σε μεγαλύτερο δείγμα του πληθυσμού, ώστε να εξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα για τους πιθανούς μηχανισμούς επίδρασης των βιοδραστικών συστατικών των λειτουργικών τροφίμων στην πρόληψη του μεταβολικού συνδρόμου και της παχυσαρκίας.

5. Παπαγιάννη, Ο., Λούκας, Θ., Μαγκούτης, Α., Μπάγκη, Θ., Δήμου, Χ.Μ., Καραντώνης, Χ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε., Επίδραση της κατανάλωσης αλειφόμενου τυριού ενισχυμένου με τσάι του βουνού και φλούδες πορτοκαλιού σε μεταγευματικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών, 13ο Μακεδονικό Συνέδριο Διατροφής & Διαιτολογίας, Διαδικτυακά, 25-27/9/2020 (Σύντομη ανακοίνωση).

Περίληψη

Εισαγωγή-Σκοπός: Διερευνήθηκε η υπόθεση ότι η ενίσχυση αλειφόμενου τυριού με εκχυλίσματα τσαγιού του βουνού (*Sideritis sp.*) και φλούδας πορτοκαλιού δύναται να μειώσει μεταγευματικούς βιοδείκτες οξειδωτικού στρες, λιπαιμίας και γλυκαιμίας λόγω των περιεχόμενων βιοδραστικών συστατικών.

Υλικό και Μέθοδος: Στα πλαίσια διασταυρούμενου σχεδιασμού (cross-over design) 9 υγιείς εθελοντές 20-30 ετών, κατανάλωσαν ένα γεύμα πλούσιο σε λίπος και υδατάνθρακες (2 φέτες ψωμί-80g, αλειφόμενες με 40g βουτύρου και 30g αλειφόμενου τυριού). Μετά από μία εβδομάδα washout period οι ίδιοι εθελοντές κατανάλωσαν το ίδιο γεύμα με το αλειφόμενο τυρί ενισχυμένο με 6% εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και αποξηραμένης φλούδας πορτοκαλιού (3g τσάι+3g φλούδα, 100ml βραστό νερό για 5min, Αντιοξειδωτική δράση εκχυλίσματος-Μέθοδος FRAP: 34,67 μ mol Fe₂SO₄/ml, Ολικά φαινολικά εκχυλίσματος-Μέθοδος Folin: 49,9 μ g gallic acid/ml). Αιμοληψίες έλαβαν χώρα πριν και 1,5, 3 και 5 h μετά την κατανάλωση του γεύματος. Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος (FRAP), τα επίπεδα λιπιδίων ορού (Ολική, HDL-, LDL- χοληστερόλη και τριγλυκερίδια),

γλυκόζης, ουρικού οξέος (βιοχημικός αναλυτής Roche Cobas c111), καθώς και η αντιθρομβωτική δράση μετρήθηκαν για κάθε χρονική στιγμή.

Αποτελέσματα: Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος 3h μετά την κατανάλωση του γεύματος παρουσία του ενισχυμένου με εκχυλίσματα τυριού, σε σύγκριση με την κατανάλωση του συμβατικού τυριού ($p < 0.05$). Παρατηρήθηκε τάση μείωσης του ρυθμού αύξησης της γλυκόζης και των τριγλυκεριδίων 1,5h μετά την κατανάλωση του γεύματος με εκχυλίσματα. Οι υπόλοιποι βιοδείκτες δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

Συμπέρασμα: Περισσότερες μελέτες σε μεγαλύτερο δείγμα απαιτούνται για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση των εκχυλισμάτων σε μεταγευματικούς βιοδείκτες, όπως οξειδωτικό στρες, λιπαιμία και γλυκαιμία.

Αυτή η εργασία υποστηρίχθηκε από το ερευνητικό πρόγραμμα “ΤΥΡΕΛΑΙΑ-Ανάπτυξη ενός λειτουργικού αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια αρωματικών και φαρμακευτικών βοτάνων από τη Δυτική Ελλάδα, ΕΣΠΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ 2014-2020.

6. Παπαγιάννη, Ο., Λούκας, Θ., Μαγκούτης, Α., Μπιάγκη, Θ., Δήμου, Χ.Μ., Καραντώνης, Χ., *Κουτελιδάκης, Α.Ε. , Επίδραση της κατανάλωσης αλειφόμενου τυριού ενισχυμένου με τσάι του βουνού και φλούδες πορτοκαλιού σε μεταγευματικούς βιοδείκτες υγιών εθελοντών, 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καρδιομεταβολικών Παραγόντων Κινδύνου, Καλαμάτα, 3-6/9/2020 (Αναρτημένη ανακοίνωση).

Περίληψη

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ: Η μεταγευματική λιπαιμία, η γλυκαιμία και το οξειδωτικό στρες δύναται να επηρεάσουν την έκβαση των καρδιαγγειακών παθήσεων. Διερευνήθηκε η υπόθεση ότι η ενίσχυση ενός αλειφόμενου τυριού με εκχυλίσματα τσαγιού του βουνού (*Sideritis sp.*) και φλούδας πορτοκαλιού δύναται να μειώσει μεταγευματικούς μεταβολικούς βιοδείκτες σε υγιείς εθελοντές, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε βιοδραστικά συστατικά (πολυφαινόλες, καρποτενοειδή κ.α.).

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ: Στα πλαίσια διασταυρούμενου σχεδιασμού (cross-over design) 9 υγιείς εθελοντές 20-30 ετών, κατανάλωσαν ένα γεύμα πλούσιο σε λίπος και υδατάνθρακες (2 φέτες ψωμί-80g, αλειφόμενες με 40g βουτύρου και 30g αλειφόμενου τυριού πλήρους σε λιπαρά). Μετά από μία εβδομάδα washout period οι ίδιοι εθελοντές κατανάλωσαν το ίδιο γεύμα με το αλειφόμενο τυρί ενισχυμένο με 6% εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και αποξηραμένης φλούδας πορτοκαλιού (3g τσάι + 3g φλούδα, 100ml βραστό νερό για 5min, Αντιοξειδωτική δράση εκχυλίσματος-Μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Antioxidant

Power): 34,67 μ mol Fe₂SO₄/ml, Ολικά φαινολικά εκχυλίσματος-Μέθοδος Folin: 49,9 μ g gallic acid/ml). Αιμοληψίες έλαβαν χώρα πριν και 1,5, 3 και 5 h μετά την κατανάλωση του γεύματος. Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος (FRAP), τα επίπεδα λιπιδίων ορού [Ολική, High Density Lipoprotein (HDL-), Low Density Lipoprotein (LDL-) χοληστερόλη και τριγλυκερίδια], γλυκόζης, ουρικού οξέος (βιοχημικός αναλυτής Roche Cobas c111), καθώς και η αντιθρομβωτική δράση μετρήθηκαν για κάθε χρονική στιγμή.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος 3h μετά την κατανάλωση του γεύματος παρουσία του ενισχυμένου με εκχυλίσματα τυριού, σε σύγκριση με την κατανάλωση του συμβατικού τυριού ($p < 0.05$). Παρατηρήθηκε τάση μείωσης του ρυθμού αύξησης της γλυκόζης και των τριγλυκεριδίων 1,5h μετά την κατανάλωση του γεύματος με εκχυλίσματα. Οι υπόλοιποι βιοδείκτες δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Περισσότερες μελέτες σε μεγαλύτερο δείγμα απαιτούνται για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων σχετικά με την μεταγευματική επίδραση των εκχυλισμάτων σε μεταβολικούς βιοδείκτες, όπως το οξειδωτικό στρες, η λιπαιμία και η γλυκαιμία.

Αυτή η εργασία υποστηρίχθηκε από το ερευνητικό πρόγραμμα “ΤΥΡΕΛΛΑΙΑ-Ανάπτυξη ενός λειτουργικού αλειφόμενου τυριού, ενισχυμένου με εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια αρωματικών και φαρμακευτικών βοτάνων από τη Δυτική Ελλάδα, ΕΣΠΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ 2014-2020.

7. Παπαγιάννη, Ο., Δήμου, Χ.Μ., Ρηγόπουλος, Ν., Σταράμου, Α., *Κουτελιδάκης, Α.Ε., Επικύρωση ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων (FFFQ) στον ελληνικό πληθυσμό, 15ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διατροφής & Διαιτολογίας, 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Κλινικής Διατροφής, Αθήνα, 13-15/12/2019 (Αναρτημένη ανακοίνωση).

Περίληψη

Εισαγωγή: Προκειμένου να διερευνηθεί η κατανάλωση λειτουργικών τροφίμων στον ελληνικό πληθυσμό, υπάρχει ανάγκη για ένα επικυρωμένο ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FFQ). Σκοπός: Σκοπός ήταν να διερευνηθεί εάν το FFQ που αναπτύχθηκε αποτελεί έγκυρο εργαλείο για την καταγραφή και αξιολόγηση της συχνότητας κατανάλωσης διαφόρων λειτουργικών τροφίμων στον ελληνικό πληθυσμό. Μεθοδολογία: 40 υγιείς ενήλικες, ηλικίας 18-65 ετών, έλαβαν μέρος στη μελέτη από διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Οι εθελοντές απάντησαν ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων (FFFQ), το οποίο περιελάμβανε 76 ομάδες τροφίμων και συμπλήρωσαν τρεις διαδοχικές ανακλήσεις 24 ωρών (μία το Σαββατοκύριακο). Το FFFQ σταθμίστηκε σε γραμμάρια κάθε ομάδας τροφίμου που καταναλώνεται ημερησίως. Το πρόγραμμα SPSS-21 χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική επεξεργασία των

αποτελεσμάτων. Η μη παραμετρική δοκιμασία Wilcoxon χρησιμοποιήθηκε για τη συσχέτιση των μεταβλητών που προέκυψαν από το FFFQ και εκείνων που προέκυψαν από το μέσο όρο των ανακλήσεων 24ώρου. Αποτελέσματα: Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, το ερωτηματολόγιο επικυρώθηκε από τις ανακλήσεις 24ώρου για ποσοστό 69,7%. Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά για τις 53 από τις 76 ομάδες τροφίμων. Στους Πίνακες 1 και 2 παρουσιάζονται οι ομάδες τροφίμων του FFFQ όπου δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ του FFFQ και της πραγματικής κατανάλωσης και τις 24ωρες ανακλήσεις ($p > 0,05$), ή καμία κατανάλωση δεν καταγράφηκε και από τα δύο εργαλεία αξιολόγησης. Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει τις ομάδες τροφίμων όπου καταγράφηκαν διαφορές ($p < 0,05$). Συμπεράσματα: Το ανεπτυγμένο FFFQ επικυρώθηκε μετρίως και αποτελεί κατάλληλο εργαλείο για τη διερεύνηση της συχνότητας κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων στον ελληνικό πληθυσμό.

Παράρτημα ΙΧ Διακρίσεις των εργασιών που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της διατριβής



13^ο Μακεδονικό Συνέδριο
Διατροφής & Διαιτολογίας

1^η Επιστημονική Συνάντηση
Παιδικής Παχυσαρκίας στην Ελλάδα



ΒΡΑΒΕΙΟ ΚΑΛΥΤΕΡΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βεβαιώνεται ότι η

Όλγα Παπαγιάννη

Βραβεύτηκε με το βραβείο καλύτερης εργασίας στα πλαίσια
του διαδικτυακού 13^{ου} Μακεδονικού Συνεδρίου Διατροφής και Διαιτολογίας
που διεξήχθη μεταξύ 25-27 Σεπτεμβρίου 2020 για την εργασία:

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΛΕΙΦΟΜΕΝΟΥ ΤΥΡΙΟΥ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ ΚΑΙ
ΦΛΟΥΔΕΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ ΣΕ ΜΕΤΑΓΕΥΜΑΤΙΚΟΥΣ ΒΙΟΔΕΙΚΤΕΣ ΥΠΙΩΝ ΕΘΕΛΟΝΤΩΝ**

**Όλγα Παπαγιάννη¹, Θωμάς Λούκας², Αθανάσιος Μαγκούτης², Θεοδώρα Μπιάγκη¹, Χαραλαμπία Δήμου¹, Χαράλαμπος Καραντώνης²,
Αντώνιος Κουτελιδάκης^{1*}**

¹Εργαστήριο Διατροφής του Ανθρώπου, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μύρινα Λήμνου ²Εξωτερικό Ιατρείο Μύρινας Λήμνου ³Εργαστήριο Χημείας και
Ανάλυσης Τροφίμων, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μύρινα Λήμνου

Εξ' ονόματος της Οργανωτικής Επιτροπής (Ο.Ε.)

Λάμπρος Κοκοκύρης
Αν. Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών Διατροφής & Διαιτολογίας,
Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Πρόεδρος Ο.Ε. 13^{ου} Μακεδονικού Συνεδρίου Διατροφής και Διαιτολογίας

Έπαινος

Απονέμεται Έπαινος 3ης Καλύτερης Προφορικής Ανακοίνωσης
στην εργασία με τίτλο:

**ΠΑ12 - ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΓΕΥΜΑΤΙΚΗΣ
ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΠΙΣΚΟΤΩΝ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ
ΜΕ ΠΑΣΤΑ ΕΛΙΑΣ ΣΕ ΥΓΙΕΙΣ ΕΘΕΛΟΝΤΕΣ**

**Όλγα Παπαγιάννη¹, Θωμάς Λούκας², Αθανάσιος Μαγκούτσης²,
Ηρακλής Μούλλας¹, Δημήτριος Σκάλλκος⁴,
Δημήτριος Καφετζόπουλος⁵, Χαραλαμπία Δήμου¹,
Χαράλαμπος Καραντώνης², Αντώνιος Κουτελιδάκης¹**

¹ Εργαστήριο Διατροφής του Ανθρώπου, Τμήμα Επιστήμης
Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μύρινα Λήμνου, Ελλάδα

² Εξωτερικό Ιατρείο Μύρινας Λήμνου, Ελλάδα

³ Εργαστήριο Χημείας και Ανάλυσης Τροφίμων,
Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μύρινα Λήμνου, Ελλάδα

⁴ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας,
Ιωάννινα, Ελλάδα

⁵ Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων,
Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Οι Πρόεδροι της
Οργανωτικής Επιτροπής

I. Κυριαζής

E. Χατζηγεωργιάκη



Οι Πρόεδροι της
Επιστημονικής Επιτροπής

I. Ιωαννίδης

K. Τούτουζας