



HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF NUTRITION & DIETETICS SCIENCES

Πτυχιακή εργασία

«Μελέτη της επίδρασης της κατανάλωσης άρτου εμπλουτισμένου
σε φυτικές ίνες στο αίσθημα πείνας και κορεσμού σε υγιείς
ενήλικες»

Κάββαλου Καλλιόπη
YD20075

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ράϊκος Βασίλειος (επιβλέπων καθηγητής)

Σπυριδάκη Ασπασία

Σφακιανάκη Ειρήνη

Σητεία, Φεβρουάριος, 2025



HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF NUTRITION & DIETETICS SCIENCES

THESIS
for the Undergraduate Degree

“Study of the effect of fiber-enriched bread consumption on feelings
of hunger and satiety in healthy volunteers”

Kavvalou Kalliopi
YD20075

Three-member Examination Committee

Raikos Vasileios (supervisor)

Spyridaki Aspasia

Sfakianaki Eirini

Sitia, February, 2025

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

Αποδέχομαι ότι η Βιβλιοθήκη μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από την ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο, καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου, κ. Ράϊκο Βασίλειο, για την πολύτιμη καθοδήγηση του, τις συμβουλές του, τις παρατηρήσεις του και κυρίως την εμπιστοσύνη που έδειξε σε εμένα και στην προσπάθεια μου για την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής μελέτης.

Έπειτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την εταιρεία «Μύλοι Κρήτης ΑΕ», για την παρασκευή και διατροφική ανάλυση των άρτων που εξετάστηκαν.

Ακόμα, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην ψυχολόγο μου για την συνεισφορά της στην προσωπική μου ενδυνάμωση καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της απαιτητικής περιόδου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου για την πίστη της σε εμένα και την στήριξη που μου έδωσε για να φτάσω έως εδώ.

Περίληψη

Εισαγωγή: Η εμφάνιση χρόνιων ασθενειών αυξάνεται παγκοσμίως, επιβεβαιώνοντας την ανάγκη υιοθέτησης καινοτόμων στρατηγικών για τη δημόσια υγεία. Η βελτίωση της ποιότητας της διατροφής είναι κρίσιμη για την ενίσχυση της δημόσιας υγείας, καθώς διατροφές χαμηλής θρεπτικής αξίας σχετίζονται με την αύξηση χρόνιων παθήσεων. Υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τρόφιμα υψηλής διατροφικής αξίας που συμβάλλουν στον έλεγχο του σωματικού βάρους. Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα δημητριακά αποτελούν κύρια πηγή καθημερινής ενέργειας, με τον άρτο να είναι από τα πιο συχνά καταναλισκόμενα τρόφιμα. Η προσθήκη διαιτητικών ινών στον άρτο προσφέρει πολλαπλά οφέλη για την υγεία. Έχει συσχετιστεί με μειωμένο κίνδυνο χρόνιων νοσημάτων και με βελτίωση του κορεσμού και της διαχείρισης της πείνας.

Σκοπός: Ο σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός της επίδρασης, ενός άρτου εμπλουτισμένου με φυτικές ίνες, στο αίσθημα πείνας και κορεσμού σε υγιείς εθελοντές.

Μεθοδολογία: Στην κλινική μελέτη έλαβαν μέρος 30 υγιείς εθελοντές εκ των οποίων 25 ήταν γυναίκες και 5 ήταν άνδρες, με ηλικίες 18-65 έτη. Οι εθελοντές, αφού λάμβαναν τουλάχιστον 2 ώρες πριν ισοθερμιδικό πρωινό γεύμα, κατανάλωσαν σε δύο ξεχωριστές δοκιμασίες το εξεταζόμενο τρόφιμο και το τρόφιμο αναφοράς. Οι εθελοντές συμπλήρωναν ερωτηματολόγια με 10-πονη κλίμακα (10 point visual analogue scale-VAS), προκειμένου να αξιολογηθεί το αίσθημα πείνας, κορεσμού και της διάθεσης για πρόσληψη τροφής. Η συμπλήρωση πραγματοποιούνταν μία φορά πριν την κατανάλωση κάθε άρτου και για διαστήματα 0, 30, 60 και 120 λεπτά μετά την κατανάλωση του άρτου.

Αποτελέσματα: Από τις οπτικές αναλογικές κλίμακες δεν υπήρξαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ του εμπλουτισμένου και του λευκού άρτου. Από τα $iAUC^{120min}$ των οπτικών αναλογικών κλιμάκων παρατηρήθηκε ότι στο αίσθημα της πείνας το εμβαδόν δεν ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικό μεταξύ των δύο άρτων (αύξηση κατά 2,2%). Το ίδιο ισχύει και για το αίσθημα πληρότητας (μειωμένο κατά 2,2%) και για την επιθυμία για φαγητό (αυξημένη κατά 3,5%). Ο εμπλουτισμένος άρτος προκάλεσε μεγαλύτερη μείωση του αισθήματος πείνας στις χρονικές στιγμές 30 και 60 λεπτά μετά την κατανάλωση, συγκριτικά με τον λευκό άρτο. Ο εμπλουτισμένος άρτος συνέβαλε σε παρατεταμένο

αίσθημα κορεσμού, ειδικά κατά τις πρώτες 60 λεπτά μετά την κατανάλωση. Επιπλέον, σύμφωνα με το t-test, το p-value σε κάθε χρονική στιγμή, για κάθε μεταβλητή, ήταν πάντα μεγαλύτερο του 0,05 επιβεβαιώνοντας τα αποτελέσματα. Σύμφωνα με τη διατροφική ανάλυση των άρτων, ο εμπλουτισμένος άρτος είχε σαφώς υψηλότερη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες, πρωτεΐνες και λίπη, και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες.

Συμπεράσματα: Ο άρτος εμπλουτισμένος σε φυτικές ίνες είναι πιθανό να συμβάλει στο υψηλότερο αίσθημα κορεσμού με αποτέλεσμα την καλύτερη διαχείριση βάρους και την προαγωγή της υγείας

Λέξεις κλειδιά: άρτος, φυτικές ίνες, κορεσμός, πείνα, χρόνιες παθήσεις

Abstract

Introduction: The prevalence of chronic diseases is increasing globally, confirming the need for adopting innovative strategies in public health. Improving the quality of nutrition is critical for enhancing public health, as diets low in nutritional value are associated with an increase in chronic conditions. There is growing interest in high-nutritional-value foods that contribute to weight management. Globally, cereals are a primary source of daily energy, with bread being one of the most commonly consumed foods. The addition of dietary fibers to bread offers multiple health benefits. It has been associated with a reduced risk of chronic diseases, as well as improvements in satiety and hunger management.

Purpose: The purpose of this research study is to determine the effect of fiber-enriched bread on feelings of hunger and satiety, in healthy volunteers.

Methodology: The clinical study involved 30 healthy volunteers, of whom 25 were women and 5 were men, aged between 18 and 65 years. The volunteers, after consuming an isocaloric breakfast at least 2 hours prior the intervention, participated in two separate trials where they consumed the test food and the reference food. The volunteers completed questionnaires using a 10-point visual analogue scale (VAS) to assess feelings of hunger, satiety, and desire to eat. These questionnaires were filled out once before the consumption of each bread and at intervals of 0, 30, 60, and 120 minutes after bread consumption.

Results: According to the visual analogue scales (VAS), there were no significant statistical differences between the enriched bread and white bread. From the $iAUC^{120min}$ of the visual analogue scales, it was observed that the area under the curve for the feeling of hunger was not significantly different between the two types of bread (increase by 2.2%). The same applies to the feeling of fullness (decreased by 2.2%) and the desire to eat (increased by 3.5%). The enriched bread resulted in a greater reduction in the feeling of hunger at 30 and 60 minutes after consumption compared to white bread. Additionally, the enriched bread contributed to a prolonged feeling of satiety, especially during the first 60 minutes post-consumption. Furthermore, according to the t-test, the p-value at each time point, for every variable, was always greater than 0.05, confirming the results. Based on the nutritional

analysis, the enriched bread had significantly higher fiber, protein and fat content, and lower carbohydrate content.

Conclusions: Fiber-enriched bread is likely to contribute to a greater feeling of satiety, resulting in better weight management and the promotion of health.

Keywords: Bread, dietary fibers, satiety, hunger, Chronic Diseases

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	v
Abstract.....	vii
Πίνακας περιεχομένων	ix
Κατάλογος εικόνων	xii
Κατάλογος πινάκων.....	xiii
Κατάλογος διαγραμμάτων	xiv
Συντομογραφίες.....	xv
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	1
Εισαγωγή.....	2
1. Άρτος.....	3
1.1. Γενικά	3
1.2. Ιστορική αναδρομή.....	7
2. Κορεσμός και πείνα.....	10
2.1. Ορισμός	10
2.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τον κορεσμό	13
2.2.1. Πρωτεΐνη	18
2.2.2. Υδατάνθρακες.....	19
2.2.3. Λιπαρά.....	21
2.2.4. Σύγκριση μακροθρεπτικών συστατικών.....	22
3. Φυτικές ίνες.....	24
3.1. Ορισμός	24
3.2. Ταξινόμηση.....	25
3.3. Εφαρμογή στην αρτοποιία.....	27

3.4.	Διατροφικές πηγές	29
3.5.	Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη.....	31
3.6.	Υγεία και θνησιμότητα	33
3.7.	Σωματικό βάρος, κορεσμός και παχυσαρκία.....	34
3.8.	Καρδιαγγειακά νοσήματα	36
3.9.	Σακχαρώδης διαβήτης	38
3.10.	Καρκίνος.....	41
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ		43
4.	Μεθοδολογία της έρευνας.....	44
4.1.	Σκοπός της έρευνας	44
4.2.	Μεθοδολογία	44
4.2.1.	Σχεδιασμός μελέτης.....	44
4.2.2.	Εθελοντές.....	45
4.2.3.	Τυχαιοποίηση και τυφλοποίηση	46
4.2.4.	Αξιολόγηση των αισθημάτων πείνας και κορεσμού	46
4.2.5.	Διατροφική ανάλυση άρτων	48
4.2.6.	Στατιστική επεξεργασία.....	49
5.	Αποτελέσματα.....	50
5.1.	Χαρακτηριστικά εθελοντών	50
5.2.	Διατροφική ανάλυση άρτων	51
5.3.	Οπτική αναλογική κλίμακα (VAS)	52
5.4.	Εμβαδόν περιοχής κάτω από την καμπύλη των VAS (iAUC).....	56
Συζήτηση		59
Συμπεράσματα.....		61
Περιορισμοί της έρευνας.....		62
Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....		63

Βιβλιογραφία	65
Παράρτημα: Ερωτηματολόγια.....	72

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1-1: Η κατανάλωση ψωμιού σε κιλά (kg), ανά άτομο και ανά έτος, σε χώρες της Ευρώπης	7
Εικόνα 1-2: Τα εσωτερικά μέρη του κόκκου σιταριού, ονομαστικά.....	9
Εικόνα 2-1: The Satiety Cascade. CCK, cholecystokinin; GLP-1, glucagon-like peptide-1; PYY, peptide YY	12
Εικόνα 3-1: Κατηγοριοποίηση φυτικών ινών με βάση τη χημική δομή, τις φυτικοχημικές και φυσιολογικές ιδιότητες.....	25
Εικόνα 3-2: Η συμβολή των φυσικών και βιοχημικών μηχανισμών των φυτικών ινών, στην προστασία της καρδιαγγειακής λειτουργίας (Li & Ma, 2024).	38
Εικόνα 3-3: Ο ρόλος των διαλυτών φυτικών ινών (SDF) στη γαστρική λειτουργία και τη γλυκαιμική απόκριση.....	40
Εικόνα 4-1: Σχηματική απεικόνιση δοκιμής αισθημάτων πείνας και κορεσμού	47

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1-1: Σύγκριση διαφορετικών τύπων ψωμιών ανάλογα με τα μακρο και μικρο θρεπτικά συστατικά τους.....	6
Πίνακας 2-1: Εσωτερικοί και εξωτερικοί παράγοντες που συμβάλουν στο αίσθημα κορεσμού	13
Πίνακας 2-2: Συγκριτική ανάλυση λιπών, υδατανθράκων και πρωτεϊνών σε σχέση με τον κορεσμό	23
Πίνακας 3-1: Παραδείγματα φυτικών ινών που ανήκουν σε κάθε κατηγορία	26
Πίνακας 5-1: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	50
Πίνακας 5-2: Διατροφική ανάλυση λευκού άρτου	51
Πίνακας 5-3: Αποτελέσματα iAUC των VAS	56

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 5-1: Αίσθημα πείνας των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας με το τρόφιμο αναφοράς και το εξεταζόμενο ψωμί.	53
Διάγραμμα 5-2: Πληρότητα των συμμετεχόντων κατά της διάρκειας της δοκιμασίας με το τρόφιμο αναφοράς και το εξεταζόμενο ψωμί.	54
Διάγραμμα 5-3: Επιθυμία για φαγητό των συμμετεχόντων κατά της διάρκειας της δοκιμασίας με το τρόφιμο αναφοράς και το εξεταζόμενο ψωμί.	55

Συντομογραφίες

AOAC: Association of Official Analytical Collaboration International

RS: Resistant Starch (Ανθεκτικό άμυλο)

Π.Κ.Ε.: Προ κοινής εποχής

MTL: Medial Temporal Lobe (Κροταφικοί λοβοί)

CCK: Cholecystokinin (Χολοκυστοκινίνη)

GLP-1: Glucagon-like peptide (Πεπτίδιο τύπου γλυκαγόνης 1)

PYY: Peptide YY (Πεπτίδιο YY)

SCFAs: Short-Chain Fatty Acids (λιπαρά οξέα βραχείας αλύσου)

PTSD: Διαταραχή μετατραυματικού στρες (Post-Traumatic Stress Disorder)

SQ: Satiety Quotient (Δείκτης Κορεσμού)

SSS: Sensory - Specific Satiety (Αισθητηριακός Ειδικός Κορεσμός)

GI: Glycemic Index (Γλυκαιμικός δείκτης)

OEA: Ολεοϋλαιθανολαμίδιο (Oleoylethanolamide)

DF: Dietary Fiber (Φυτικές ίνες)

NSP: Non-Starch Polysaccharides (Πολυσακχαρίτες)

MU: Monomeric Units (Μονομερείς μονάδες)

RO: Resistant Oligosaccharides (Ανθεκτικοί ολιγοσακχαρίτες)

EFSA: Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (European Food Safety Authority)

SDFP: Soluble Dietary Fiber (Διαλυτές ίνες)

IDF: Insoluble Dietary Fiber (Αδιάλυτες ίνες)

SDFP: Soluble High-Molecular-Weight Dietary Fiber (Διαλυτές φυτικές ίνες υψηλού μοριακού βάρους)

SDFS: Insoluble Low-Molecular-Weight Dietary Fiber (Αδιάλυτες φυτικές ίνες χαμηλού μοριακού βάρους)

WHO: World Health Organization (Παγκόσμιος οργανισμός υγείας)

IOM: Institute of Medicine (Ινστιτούτο Ιατρικής)

BMI: Body Mass Index (Δείκτης μάζας σώματος)

LDL: Low-Density Lipoprotein (Λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας)

GBD: Global Burden of Disease (Παγκόσμιο Βάρος Νόσων)

NO: Nitric Oxide (Νιτρικό οξείδιο)

ΣΔΤ2: Σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 (Type 2 Diabetes Mellitus)

HbA1c: Γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (Glycated Hemoglobin)

SHBG: Sex Hormone-Binding Globulin (Σφαιρίνη δέσμευσης ορμονών φύλου)

ΕΗΔΕ: την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας

ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ.: Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο (Hellenic Mediterranean University)

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση (European Union)

ΙΦΝΕ: ιδιοπαθή φλεγμονώδη νοσήματα του εντέρου (Inflammatory Bowel Disease)

VAS: Visual Analogue Scale (Οπτική Αναλογική Κλίμακα)

SD: Standard Deviation (Τυπική απόκλιση)

SEM: Standard Error of the Mean (Τυπικό σφάλμα)

iAUC: Incremental Area Under the Curve

M.O.: Μέσος όρος (Mean Value)

Π.Π.Α.: Προσλαμβανόμενη Ποσότητα Αναφοράς

HPLC-RID: High-Performance Liquid Chromatography with Refractive Index Detection (Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης με Ανίχνευση Δείκτη Διάθλασης)

ICP-OES: Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (Φασματοσκοπία Εκπομπής Οπτικής Πλάσματος Σύζευξης Επαγωγής)

PRO: Protein (Πρωτεΐνη)

FAT: Λιπαρά

TF: Total fibers (Ολικές ίνες)

Fe: Iron (Σίδηρος)

Ca: Calcium (Ασβέστιο)

K: Potassium (Κάλιο)

Zn: Zinc (Ψευδάργυρος)

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία εξετάζει την επίδραση της κατανάλωσης άρτου εμπλουτισμένου σε φυτικές ίνες στο αίσθημα πείνας και κορεσμού σε υγιείς ενήλικες. Το ζήτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στη διαιτητική πρακτική, καθώς η αύξηση των χρόνιων νοσημάτων παγκοσμίως επιβεβαιώνει την ανάγκη υιοθέτησης καινοτόμων διατροφικών στρατηγικών. Διατροφές χαμηλής θρεπτικής αξίας συσχετίζονται με την εμφάνιση χρόνιων ασθενειών, ενώ η κατανάλωση τροφίμων υψηλής διατροφικής αξίας, όπως ο εμπλουτισμένος άρτος, μπορεί να συμβάλει στη διαχείριση του σωματικού βάρους και τη βελτίωση της δημόσιας υγείας.

Η ανάδειξη του συγκεκριμένου ζητήματος βασίζεται στη σημασία των δημητριακών ως κύριας πηγής ενέργειας παγκοσμίως, με τον άρτο να αποτελεί βασικό τρόφιμο καθημερινής κατανάλωσης. Η προσθήκη φυτικών ινών στον άρτο συνδέεται με πολλαπλά οφέλη για την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης του κορεσμού, της διαχείρισης της πείνας και της μείωσης του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων νοσημάτων, όπως καρδιαγγειακών παθήσεων και διαβήτη. Η διεθνής βιβλιογραφία υποστηρίζει τη σημασία των διαιτητικών ινών στον έλεγχο της όρεξης και την προαγωγή της υγείας, γεγονός που καθιστά τη συγκεκριμένη μελέτη άκρως επίκαιρη και χρήσιμη στη διαιτητική πρακτική.

1. Άρτος

1.1. Γενικά

Το ψωμί αποτελεί βασικό τρόφιμο παγκοσμίως και καταλαμβάνει κεντρική θέση στη διατροφή πολλών πολιτισμών. Οι τρόποι παραγωγής του και τα προϊόντα άρτου παρουσιάζουν σημαντική ποικιλία ανάλογα με την περιοχή, ενώ βασικά συστατικά του είναι το αλεύρι δημητριακών, το νερό, η μαγιά ή άλλοι διογκωτικοί παράγοντες και το αλάτι.

Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες παραδοσιακών ψωμιών: 1) το λευκό ψωμί, το οποίο παρασκευάζεται από επεξεργασμένο αλεύρι (χαμηλή εξαγωγή: χρήση μόνο ενός μικρού μέρους του κόκκου) και 2) το ψωμί ολικής άλεσης που παρασκευάζεται από αλεύρι υψηλής εξαγωγής (χρήση μεγαλύτερου μέρους του κόκκου) και περιλαμβάνει πίτουρο και φύτρο. Παράλληλα, η προσθήκη προαιρετικών συστατικών έχει οδηγήσει στη δημιουργία ειδικών και καινοτόμων ψωμιών με αυξημένη θρεπτική αξία, όπως το πολύσπορο ψωμί (συνδυασμός δημητριακών), το ψωμί με προζύμι, τα εμπλουτισμένα ψωμιά (με φυτικές ίνες, πρωτεΐνες βιταμίνες, ω-3 λιπαρά οξέα, προβιοτικά, κ.ά.) και τα ψωμιά χωρίς γλουτένη (Dewettinck et.al., 2008).

Η διαδικασία παρασκευής του ψωμιού περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια: ανάμειξη, ζύμωση και ψήσιμο. Κατά τη διάρκεια αυτών των σταδίων, τόσο η θρεπτική αξία του ψωμιού, όσο και η πορώδης δομή του, επηρεάζονται σημαντικά:

- **Θρεπτική αξία:** Το ψήσιμο προκαλεί ζελατινοποίηση του αμύλου, σχηματίζοντας ανθεκτικό άμυλο (RS) που υποστηρίζει τη μικροχλωρίδα του εντέρου. Η ζύμωση, ιδίως με τη χρήση προζυμιού, μειώνει την περιεκτικότητα σε φυτικό οξύ, αυξάνοντας τη βιοδιαθεσιμότητα μετάλλων όπως το σίδηρο και το μαγνήσιο. Οι συνθήκες παραγωγής επηρεάζουν επίσης τη διατήρηση βιταμινών του συμπλέγματος Β και αντιοξειδωτικών όπως τα καροτενοειδή και η βιταμίνη Ε (Dewettinck, et al., 2008).
- **Δομή:** Η πορώδης δομή του ψωμιού επηρεάζει τη συμπεριφορά του, κατά τη μάσηση και την πέψη. Για παράδειγμα, μία πιο συμπαγής δομή μπορεί να καθυστερήσει τη διάσπασή και την απελευθέρωση γλυκόζης, ενώ μία πιο ανοιχτή δομή οδηγεί σε ταχύτερη απορρόφηση (Gao et al., 2018).

Το ψωμί είναι μια τροφή πλούσια σε υδατάνθρακες (54% της ενέργειάς του) και ιδιαίτερα σε άμυλο. Περιέχει δύο τύπους υδατανθράκων: τους διαθέσιμους (π.χ. άμυλο, διαλυτά σάκχαρα), που απορροφώνται από τον οργανισμό και τους μη διαθέσιμους (φυτικές ίνες), που δεν απορροφώνται και βοηθούν στην καλύτερη λειτουργία του πεπτικού συστήματος (Ribet, et.al, 2024 & Dewettinck et.al., 2008).

Επιπλέον, αποτελεί πηγή πρωτεϊνών (8-12% στο σιτάρι), που περιέχουν γλιαδίνες και γλουτελίνες (γλουτένη), αλλά είναι φτωχές σε βασικά αμινοξέα όπως η λυσίνη, κάτι το οποίο επηρεάζει τη διατροφική τους αξία.

Ο άρτος, ακόμα, περιέχει και χαμηλή ποσότητα λιπαρών (1,5-7%), αλλά κατά τα άλλα, σημαντικά λιπαρά οξέα όπως είναι το λινελαϊκό και λινολενικό οξύ, τα οποία είναι απαραίτητα για τον οργανισμό (Dewettinck et.al., 2008).

Κάποιες ποικιλίες άρτου όπως το ψωμί ολικής αλέσεως είναι σημαντικές πηγές φυτικών ινών (6 g/100g ή περισσότερο) και πρωτεϊνών (12% της συνιστώμενης ενεργειακής πρόσληψης). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων (EFSA), το ψωμί αποτελεί πηγή διαιτητικών ινών (3 g/100g) και μικροθρεπτικών συστατικών, όπως βιταμίνες Β, σίδηρος, ψευδάργυρος, μαγνήσιο, κάλιο και ασβέστιο, ειδικά όταν πρόκειται για ψωμί ολικής αλέσεως, το οποίο λόγω της παρουσίας πίτουρου, περιέχει επιπλέον φαινολικά οξέα και βιταμίνη Ε, τα οποία είναι ευεργετικά για την καρδιαγγειακή λειτουργία (Ribet, et.al, 2024 & Dewettinck et.al., 2008).

Ο πίνακας 1-1 συγκρίνει τους διαφορετικούς τύπους ψωμιού [Πολύσπορο, Βαυαρίας (αποτελούμενο από σιτάρι και σίκαλη), Ολικής άλεσης, σίκαλης, βρώμης], βάσει έρευνας του 2020, που ανέλυσε τα μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά των 5 διαφορετικών τύπων ψωμιών. (Carocho et al., 2020).

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 1-1, το πολύσπορο ψωμί είναι η πιο θρεπτική επιλογή, με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και φυτικές ίνες. Το ψωμί ολικής άλεσης προσφέρει χαμηλότερες θερμίδες και λίπος, καθιστώντας το κατάλληλο για όσους επιδιώκουν μια πιο ισορροπημένη διατροφή. Το ψωμί βρώμης είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και έχει τη μεγαλύτερη θερμιδική απόδοση, ενώ το ψωμί Βαυαρίας είναι χαμηλό σε λίπος αλλά έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες. Το ψωμί σίκαλης περιέχει τη λιγότερη πρωτεΐνη

και ίνες, αλλά είναι χαμηλό σε λίπος. Κάθε τύπος ψωμιού μπορεί να καλύψει διαφορετικές διατροφικές ανάγκες, ανάλογα με τις προτιμήσεις και τους στόχους του καταναλωτή.

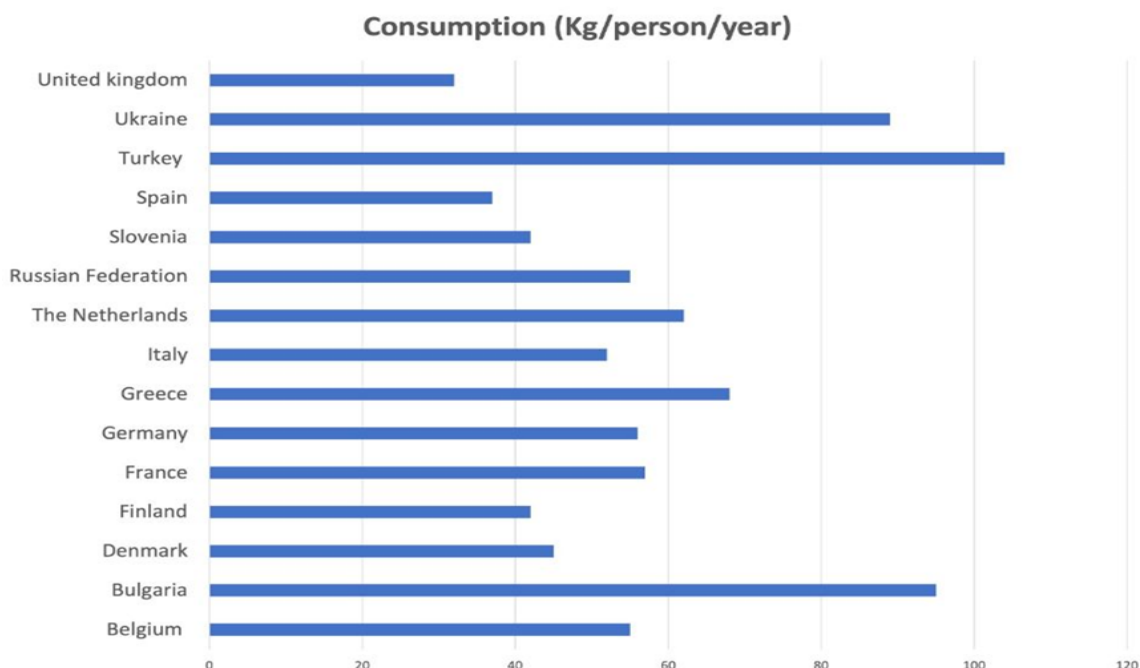
Πίνακας 1-1: Σύγκριση διαφορετικών τύπων ψωμιών ανάλογα με τα μακρο και μικρο θρεπτικά συστατικά τους

Τύπος Ψωμιού	Ενέργεια (kcal/100γρ.)	Υγρασία (γρ./100γρ.)	Πρωτεΐνες (γρ./100γρ.)	Λίπος (γρ./100γρ.)	TF (γρ./100γρ.)	Fe (mg/100γρ.)	Zn, (mg/100γρ.)	Ca (mg/100γρ.)	Mg (mg/100γρ.)	Na, (mg/100γρ.)	K (mg/100γρ.)
Πολύσπορο	256	34.1	9.5	3.65	10.7	1.6	2.0	3.5	56	25	54
Βαυαρίας	242	38.4	7.28	0.95	2.4	1.25	1.12	8.3	31	19	25
Ολικής Άλεσης	242	37.1	6.55	0.18	3.3	1.6	1.08	10.8	33	18	43
Σίκαλης	253	36.0	5.68	0.51	1.02	1.69	1.5	9.7	28	26	56
Βρώμης	265	33.0	9.1	0.94	2.24	1.7	1.8	7.9	33	28	50

(TF: Ολικές ίνες, Fe: Σίδηρος, Zn: Ψευδάργυρος, Ca: Ασβέστιο, Mg: Μαγνήσιο, Na: Νάτριο, K: Κάλιο)

(Carocho et al., 2020)

Το ψωμί θεωρείται βασική τροφή, συμβάλλοντας τουλάχιστον στο 10% των ενεργειακών αναγκών του παγκόσμιου πληθυσμού. Η κατανάλωση ψωμιού παγκοσμίως διαφέρει σημαντικά ανάλογα με τη χώρα και τον πολιτισμό. Σύμφωνα με δεδομένα της International Association of Plant Bakers, οι κάτοικοι της ΕΕ καταναλώνουν κατά μέσο όρο 160 g ψωμιού ημερησίως, που αντιστοιχούν σε 4-5 φέτες (30-40 g/φέτα). Στην Ελλάδα, η κατανάλωση ψωμιού κυμαίνεται από 60% έως 80% ως ποσοστό της ημερήσιας πρόσληψης υδατανθράκων (Εικόνα 1-1) (Ribet et.al, 2024). Με τη μακρόχρονη παρουσία του στη διατροφή, το ψωμί παραμένει αναντικατάστατο τρόφιμο, συνδυάζοντας υψηλή ενεργειακή και θρεπτική αξία, ενώ συνεχίζει να εξελίσσεται μέσω καινοτόμων παρασκευών και βελτιώσεων στις μεθόδους παραγωγής.



Εικόνα 1-1: Η κατανάλωση ψωμιού σε κιλά (kg), ανά άτομο και ανά έτος, σε χώρες της Ευρώπης

(Ribet, L, et.al, 2024)

1.2. Ιστορική αναδρομή

Παρά τη σημασία του στη σύγχρονη κουζίνα, η προέλευση του ψωμιού παραμένει σε μεγάλο βαθμό άγνωστη. Στη νοτιοδυτική Ασία, οι κυνηγοί-τροφοσυλλέκτες του Νατούφιου πολιτισμού της Ανώτερης Παλαιολιθικής περιόδου (10500-8000 Π.Κ.Ε.) παρήγαγαν αλεύρι από άγρια χόρτα. Σε μια περιοχή της Ιορδανίας (Μαύρη Έρημος), στη δομή Shubayqa 1, έχουν βρεθεί πελεκημένες πέτρες, εργαλεία, οστά ζώων και φυτικά υπολείμματα, συμπεριλαμβανομένων άγριου σιταριού (*Triticum boeoticum/urartu*) και κριθαριού (*Hordeum spontaneum*) (Arranz-Otaegui et al., 2018).

Η ανάλυση αποκάλυψε 24 υπολείμματα τροφίμων που μοιάζουν με ψωμί, υποδεικνύοντας πρώιμες προσπάθειες αρτοποιίας. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι το ψωμί πιθανόν παραγόταν για θρεπτικούς ή συμβολικούς λόγους, ως τρόφιμο ειδικών περιστάσεων, δεδομένου του κόπου που απαιτούσε η παραγωγή και επεξεργασία του. Η διατροφή των Νατούφιων βασιζόταν κυρίως σε φρούτα, ξηρούς καρπούς και ρίζες, ενώ τα δημητριακά είχαν μικρότερο ρόλο. (Arranz-Otaegui et al., 2018).

Γύρω στο 9000 Π.Κ.Ε., με την εξημέρωση των δημητριακών όπως το σιτάρι και το κριθάρι στη Μεσοποταμία και τη νοτιοδυτική Ασία, η γεωργία εδραιώθηκε, και το ψωμί καθιερώθηκε ως καθημερινό τρόφιμο (Arranz-Otaegui et al., 2018). Η εξάπλωση της γεωργίας από τη Μεσοποταμία προς την Αίγυπτο και τη Μεσόγειο έφερε σημαντικές εξελίξεις (Chick et al., 1958). Οι Αιγύπτιοι, δεξιότεχνες στην αρτοποιία, ανέπτυξαν μεθόδους ζύμωσης και παραγωγής ψωμιού που αποτελούν τη βάση της σύγχρονης αρτοποιίας.

Η λευκή ποικιλία ψωμιού, φτιαγμένη από λεπτόκοκκο αλεύρι σιταριού, αποτελούσε πολυτέλεια και ήταν διαθέσιμη μόνο στις ανώτερες τάξεις. Αντιθέτως, το ψωμί ολικής άλεσης, που περιείχε περισσότερα μέρη του κόκκου (πίτουρο, αλευρώνη, φύτρο) και συχνά περιείχε και άλλα δημητριακά (π.χ. κριθάρι ή σίκαλη), καταναλωνόταν κυρίως από αγρότες και φτωχότερους πληθυσμούς. Η πιο σκούρα υφή και η μικρότερη επεξεργασία κατά το άλεσμα του ψωμιού, έφεραν έναν κοινωνικό στιγματισμό, καθώς το ψωμί ολικής άλεσης συνδέθηκε με τις αγροτικές και λαϊκές τάξεις. (Chick et al., 1958).

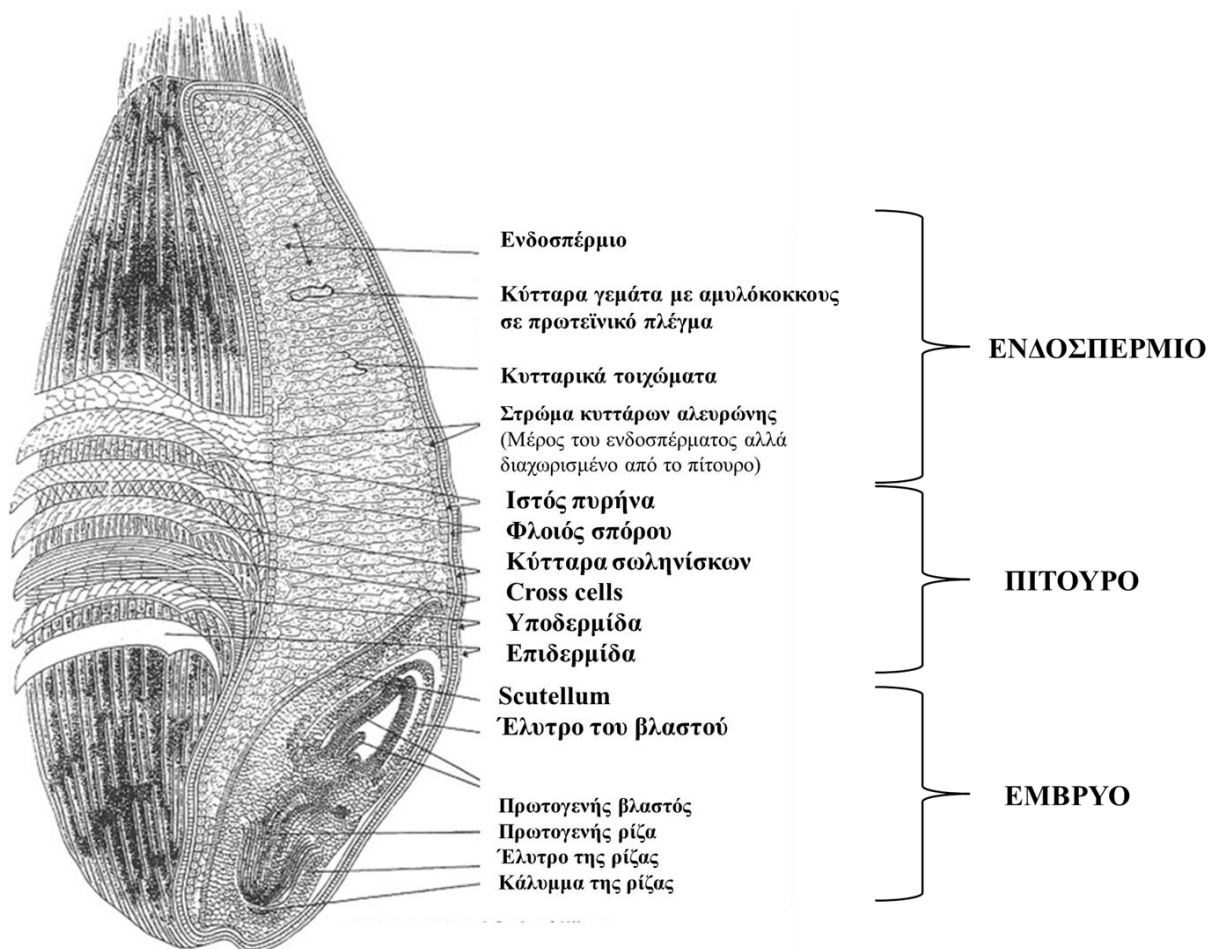
Μεταγενέστερες μελέτες ανέδειξαν τη διατροφική αξία του μαύρου ψωμιού, η οποία δεν ήταν γνωστή έως τότε. Για παράδειγμα, οι έρευνες των Rubner και Girard (1883-1884) που ανέλυσαν τα χαρακτηριστικά του κόκκου σιταριού, έδειξαν ότι μέρη του κόκκου σιταριού, όπως η αλευρώνη και το φύτρο (Εικόνα 2-1) είναι πλουσιότερα σε πρωτεΐνες και θρεπτικά στοιχεία, καθώς και ότι το 80-90% του αζώτου από το πίτουρο είναι διαθέσιμο για απορρόφηση από τον ανθρώπινο οργανισμό (Chick et al., 1958).

Αργότερα, κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο, παρατηρήθηκε ότι οι στρατιώτες που κατανάλωναν λευκό ψωμί υπέφεραν από ελλείψεις βιταμινών, όπως το μπέρι-μπέρι, λόγω έλλειψης θειαμίνης (Chick et al., 1958). Οι έρευνες των Chick & Hume (1917) έδειξαν ότι οι εξωτερικές στρώσεις του κόκκου σιταριού περιέχουν θειαμίνη, ενώ το λευκό αλεύρι στερείται αυτής (Chick & Hume, 1917 & Chick et al., 1958).

Κατά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, η Βρετανία εισήγαγε το "National Bread" (εθνικό ψωμί) με 85% εκχύλιση, το οποίο περιείχε υψηλά επίπεδα αλευρώνης και φύτρου. Αυτή η προσέγγιση εξασφάλισε επαρκή θρεπτική αξία για τον πληθυσμό και βοήθησε στη μείωση των προβλημάτων υγείας που σχετίζονταν με ελλείψεις βιταμινών (Chick et al., 1958).

Στη σύγχρονη εποχή, το ψωμί παραμένει βασικό διατροφικό στοιχείο, αλλά η παραγωγή και κατανάλωσή του έχουν αλλάξει δραστικά. Κατά τη Βιομηχανική Επανάσταση, η μαζική

παραγωγή το έκανε πιο προσιτό, ενώ σήμερα η αναβίωση παραδοσιακών συνταγών αντανακλά την αυξανόμενη ζήτηση για φυσικά και υγιεινά προϊόντα.



Εικόνα 1-2: Τα εσωτερικά μέρη του κόκκου σιταριού, ονομαστικά

(Dewettinck et al., 2008)

2. Κορεσμός και πείνα

2.1. Ορισμός

Η πείνα (hunger) είναι η ψυχολογική κατάσταση που κινητοποιεί ένα άτομο να αναζητήσει τροφή. Συνδέεται με σωματικές διεργασίες, όπως η πτώση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, οι ορμονικές αλλαγές (π.χ. αύξηση γκρελίνης) και οι αντιλήψεις για την ώρα της ημέρας ή το περιβάλλον. Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες: 1) Γενική πείνα, που αφορά την επιθυμία για οποιοδήποτε φαγητό και 2) Ειδική πείνα, που αφορά την επιθυμία για συγκεκριμένα τρόφιμα (Stevenson & Boutelle, 2024).

Ο κορεσμός λειτουργεί ως ρυθμιστικός μηχανισμός της πείνας, περιλαμβάνοντας τόσο την πληρότητα (satiation), δηλαδή τη σταδιακή μείωση της επιθυμίας για κατανάλωση τροφής κατά τη διάρκεια του γεύματος, όσο και τη μακροπρόθεσμη ικανοποίηση (satiety), που καθυστερεί την επανεμφάνιση της πείνας μέσω πολύπλοκων φυσιολογικών και ορμονικών διεργασιών.

Η πληρότητα (satiation) αφορά τον βαθμιαίο περιορισμό της επιθυμίας να συνεχίζει κάποιος να καταναλώνει τροφή, καθώς το στομάχι γεμίζει. Προκαλείται από διάφορους παράγοντες όπως τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου (γεύση, υφή, άρωμα), μηχανικές και φυσιολογικές ενδείξεις (π.χ. τέντωμα στομάχου) και τον κορεσμό αισθητηριακών συστημάτων (εξοικείωση γεύσης, όσφρησης, υφής κλπ). Η πληρότητα εξαρτάται από μηχανισμούς που περιλαμβάνουν την επεξεργασία των αισθητηριακών πληροφοριών στον εγκέφαλο, κυρίως στους έσω κροταφικούς λοβούς και τον ιππόκαμπο (Stevenson & Boutelle, 2024).

Ο κορεσμός (satiety) είναι η αίσθηση πληρότητας που εμφανίζεται μετά την κατανάλωση τροφής, η οποία σταματά την πρόσληψη τροφής και καθυστερεί την επανεμφάνιση πείνας. Περιλαμβάνει την μακροπρόθεσμη αναστολή της πείνας μέσω φυσιολογικών σημάτων, όπως η απελευθέρωση ορμονών (π.χ. λεπτίνη, ινσουλίνη, πεπτίδιο YY) που ρυθμίζουν την όρεξη. Επιπλέον, τα σήματα κορεσμού επηρεάζουν τη μνήμη, καταστέλλοντας την ανάκληση ευχάριστων εμπειριών κατανάλωσης τροφής, μειώνοντας έτσι την επιθυμία για περαιτέρω κατανάλωση. (Stevenson & Boutelle, 2024).

Σύμφωνα με το μοντέλο "Satiety Cascade" (Εικόνα 3-1) υπάρχουν τρία βασικά στάδια κορεσμού (Chambers et al., 2015):

1. Προ-κατάποση (Pre-ingestive):

- Σήματα που δημιουργούνται πριν από την κατανάλωση φαγητού (π.χ. όψη, μυρωδιά, υφή, προσδοκία για τη θρεπτική αξία του τροφίμου)
- Αυτά τα σήματα προετοιμάζουν τον οργανισμό για την πέψη μέσω φυσιολογικών αντιδράσεων, όπως η παραγωγή γαστρικών οξέων και η απελευθέρωση ορμονών.

2. Κατά τη διάρκεια της κατανάλωσης (Ingestive):

- Τα αισθητηριακά χαρακτηριστικά του φαγητού (γεύση, υφή, πυκνότητα) επηρεάζουν τη διάρκεια κατανάλωσης και τον χρόνο έκθεσης του φαγητού στο στόμα.
- Η μάσηση και η κατάποση ενεργοποιούν αισθητηριακά σήματα που στέλνονται στον εγκέφαλο, ενισχύοντας την αντίληψη του κορεσμού.

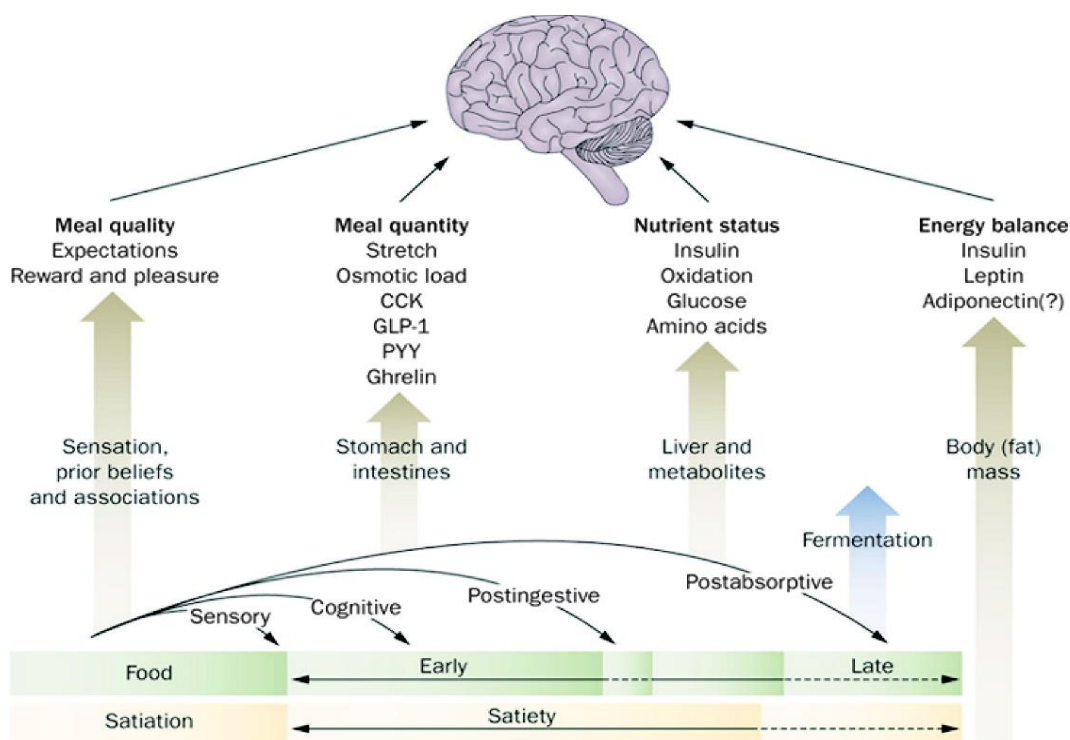
3. Μετά την κατανάλωση (Post-ingestive):

- Τα θρεπτικά συστατικά απορροφώνται στο γαστρεντερικό σύστημα, διεγείροντας ορμονικές απαντήσεις (π.χ. GLP-1, πεπτίδιο YY, ινσουλίνη) που στέλνουν μηνύματα στον εγκέφαλο για να μειωθεί η όρεξη.

Η πείνα και ο κορεσμός λειτουργούν ως αντίρροπες δυνάμεις που ρυθμίζουν την πρόσληψη τροφής, βασιζόμενες σε νευρολογικά συστήματα και μηχανισμούς μάθησης (Stevenson & Boutelle, 2024):

- Νευρολογική βάση:
 - Οι μέσοι κροταφικοί λοβοί (MTL) και ιδιαίτερα ο ιππόκαμπος παίζουν κεντρικό ρόλο στην αξιολόγηση του αν η τροφή είναι απαραίτητη ή επιθυμητή.
 - Ο ιππόκαμπος δέχεται σήματα από το πεπτικό σύστημα μέσω του πνευμονογαστρικού νεύρου και από ορμόνες όπως η γκρελίνη (ορμόνη πείνας) και η λεπτίνη (ορμόνη κορεσμού).
- Δηλωτική μνήμη και μάθηση:

- Η πείνα και ο κορεσμός δεν καθορίζονται μόνο από φυσιολογικά σήματα. Χρειάζονται μνημονικές διεργασίες για να δώσουν νόημα σε σήματα όπως το «κενό στο στομάχι».
- Η δηλωτική μνήμη (episodic και semantic) χρησιμοποιείται για να θυμόμαστε πρόσφατα γεύματα και να εκτιμούμε πότε και πόσο πρέπει να φάμε ξανά.
- Μάθηση και περιβαλλοντικά σήματα:
 - Πείνα: Περιβαλλοντικά ερεθίσματα, όπως η μυρωδιά ενός φαγητού ή η θέα ενός εστιατορίου, μπορούν να ενεργοποιήσουν τη διαδικασία πείνας μέσω της ανάκλησης θετικών εμπειριών με το συγκεκριμένο φαγητό.
 - Κορεσμός: Κατά τη διάρκεια ενός γεύματος, οι αισθήσεις (γεύση, υφή) και οι φυσιολογικές αλλαγές (πλήρωση στομάχου) εκπαιδεύουν τον εγκέφαλο να αναγνωρίσει πότε πρέπει να σταματήσει να τρώει.



Εικόνα 2-1: The Satiety Cascade. CCK, cholecystinin; GLP-1, glucagon-like peptide-1; PYY, peptide YY

(Tremblay, Angelo & Bellisle, 2015)

2.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τον κορεσμό

Η αίσθηση του κορεσμού είναι αποτέλεσμα μιας σύνθετης αλληλεπίδρασης φυσιολογικών, γνωστικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Μερικοί από τους παράγοντες που συμβάλουν στο αίσθημα κορεσμού, διαχωρίζονται στον παρακάτω πίνακα σε εξωτερικούς και εσωτερικούς παράγοντες:

Πίνακας 2-1: Εσωτερικοί και εξωτερικοί παράγοντες που συμβάλουν στο αίσθημα κορεσμού

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ
Φυσιολογικοί παράγοντες: Διάταση στομάχου, γαστρική κένωση, εντερικό μικροβίωμα, Ορμονική ρύθμιση, Νευρολογικοί, Εγκέφαλος (Δηλωτική μάθηση και μνήμη)	Δομή και σύνθεση τροφίμων: Ενεργειακή πυκνότητα, μακροθρεπτικά συστατικά (πρωτεΐνη, υδατάνθρακες, λίπη)
Γενετικοί παράγοντες	Περιβαλλοντικοί: Περιβάλλον και συνθήκες κατανάλωσης, πολιτισμικοί/κοινωνικοί
Φύλο	Φυσική δραστηριότητα
Ηλικία	Γνωστικά σήματα και προσδοκίες καταναλωτή τροφίμου
Ψυχολογικοί	
Παθολογικές καταστάσεις: παχυσαρκία, νευρική ανορεξία, διαταραχή μετατραυματικού στρες (PTSD)	

Σε προκαταρκτικό στάδιο, ο εγκέφαλος προετοιμάζει το γαστρεντερικό σύστημα μέσω αποκρίσεων, όπως η αυξημένη έκκριση γαστρικών οξέων και πεπτικών ενζύμων, πριν ακόμη καταναλωθεί η τροφή. Η οσφρητική, οπτική και γευστική αντίληψη της τροφής επηρεάζει αυτές τις αποκρίσεις, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της πέψης και ενισχύοντας την αίσθηση κορεσμού (Chambers et al., 2015)

Στη συνέχεια, το γαστρεντερικό σύστημα παίζει σημαντικό ρόλο στην έκκριση ορμονών που επηρεάζουν τον κορεσμό όπως:

- Γκρελίνη: Απελευθερώνεται στο στομάχι και διεγείρει την πείνα, ενώ τα επίπεδα της μειώνονται μετά την κατανάλωση τροφής (Μείωση επιπέδων γκρελίνης = Αύξηση αισθήματος κορεσμού)
- GLP-1 (Glucagon-like peptide-1): Απελευθερώνεται στο λεπτό έντερο και ενισχύει το αίσθημα κορεσμού
- PYY (Peptide YY): Επίσης εκκρίνεται από το λεπτό έντερο και συμβάλλει στη μείωση της όρεξης
- Χολοκυστοκινίνη (CCK): Απελευθερώνεται μετά την κατανάλωση λίπους ή πρωτεΐνης και προάγει τον κορεσμό

Παράλληλα, η γαστρική διάταση (δηλαδή η πλήρωση του στομάχου με τροφή ή υγρά) παρέχει μηχανικά σήματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα μέσω του πνευμονογαστρικού νεύρου, συμβάλλοντας στον κορεσμό. Η ταχύτητα γαστρικής κένωσης (ο χρόνος στον οποίο αδειάζει το στομάχι) επηρεάζει τη διάρκεια της αίσθησης πληρότητας. Τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες ή πρωτεΐνες καθυστερούν τη γαστρική κένωση, αυξάνοντας τη διάρκεια του κορεσμού. Ακόμα, τροφές με υψηλή ιξώδη σύσταση, όπως πηχτές σούπες ή smoothies, καθυστερούν τη γαστρική κένωση και διεγείρουν μηχανικά υποδοχείς στο στομάχι, αυξάνοντας την αίσθηση κορεσμού (Chambers et al., 2015).

Το εντερικό μικροβίωμα έχει επίσης σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση κορεσμού. Το μικροβίωμα μεταβολίζει μη εύπεπτους υδατάνθρακες και παράγει λιπαρά οξέα βραχείας αλύσου (SCFAs) (π.χ. οξικό, προπιονικό, βουτυρικό οξύ), τα οποία ενισχύουν τη γλυκονογένεση στο ήπαρ και ενεργοποιούν μηχανισμούς που προάγουν τον κορεσμό. Η ανισορροπία στο μικροβίωμα (δυσβίωση) σχετίζεται με αυξημένη όρεξη και μειωμένο κορεσμό. Ωστόσο, τα τρόφιμα που προάγουν την παραγωγή SCFAs σχετίζονται με αύξηση του κορεσμού και μείωση της κατανάλωσης θερμίδων κατά τα επόμενα γεύματα. Μια μελέτη αναφέρεται στη συσχέτιση της κατανάλωσης ολικής άλεσης σίκαλης με μειωμένη όρεξη και αυξημένα επίπεδα SCFAs, καταγράφοντας υψηλότερα επίπεδα κορεσμού σε σχέση με άλλα δημητριακά. Επίσης, η κατανάλωση πρεβιοτικών αυξάνει την έκφραση του GLP-1 και ενισχύει την αίσθηση του κορεσμού. Τα πρεβιοτικά βελτιώνουν την κινητικότητα του εντέρου και μειώνουν τον χρόνο διέλευσης, συμβάλλοντας στη ρύθμιση της πρόσληψης τροφής (Rakha et al., 2022; Barakat et al., 2024).

Οι νευρολογικοί μηχανισμοί που επηρεάζουν τον κορεσμό βασίζονται στη λειτουργία του υποθαλάμου και των νευροδιαβιβαστών που ρυθμίζουν την όρεξη και την ενεργειακή ισορροπία. Ο υποθάλαμος λαμβάνει σήματα από ορμόνες όπως η λεπτίνη και η γκρελίνη, που είτε μειώνουν είτε αυξάνουν την επιθυμία για τροφή αντίστοιχα. Η ντοπαμίνη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο μέσω του συστήματος επιβράβευσης, επηρεάζοντας τη συμπεριφορά πρόσληψης τροφής, ενώ η σεροτονίνη και η GABA (ανασταλτικός νευροδιαβιβαστής του κεντρικού νευρικού συστήματος) ρυθμίζουν την ενεργειακή δαπάνη και τη θερμογένεση. Έρευνες έχουν δείξει ότι η χορήγηση GLP-1 μπορεί να μειώσει την κατανάλωση τροφής, ενώ τα επίπεδα της ντοπαμίνης και της σεροτονίνης συνδέονται με αλλαγές στην επιθυμία για φαγητό και τον έλεγχο του κορεσμού (Barakat et al., 2024).

Η δηλωτική μνήμη περιλαμβάνει την επεισοδιακή μνήμη (αναμνήσεις προσωπικών γεγονότων, όπως τι φάγαμε στο πρωινό) και τη σημασιολογική μνήμη (γενικές γνώσεις, όπως η σημασία ενός κόκκινου φωτεινού σηματοδότη). Αυτές οι διαδικασίες βασίζονται κυρίως στους έσω κροταφικούς λοβούς (MTL) και, πιο συγκεκριμένα, στον ιππόκαμπο (μέρος του εγκεφάλου). Η δηλωτική μνήμη που στηρίζεται στον ιππόκαμπο εμπλέκεται στη διαδικασία ανάκλησης μνήμης για φαγητό. Για παράδειγμα, η εμφάνιση ενός φαγητού μπορεί να προκαλέσει επεισοδιακή ανάμνηση της κατανάλωσής του, ενεργοποιώντας την πείνα. Μέσω της δηλωτικής μνήμης, οι άνθρωποι μαθαίνουν να συνδέουν περιβαλλοντικά ερεθίσματα (π.χ., μυρωδιές φαγητού) ή σήματα από το σώμα τους (π.χ. αίσθημα κορεσμού) με την κατανάλωση τροφής. Αν οι περιοχές που υποστηρίζουν αυτή τη μνήμη υποστούν βλάβη, η ικανότητα αντίληψης αυτών των σημάτων επηρεάζεται. Για παράδειγμα, ασθενείς με τέτοιες βλάβες μπορεί να καταναλώνουν πολλαπλά γεύματα χωρίς να αισθάνονται κορεσμό, λόγω αδυναμίας ανάκλησης της πρόσφατης κατανάλωσης τροφής (Stevenson & Boutelle, 2024).

Πολλές παθολογικές καταστάσεις, όπως η παχυσαρκία, η νευρική ανορεξία, η επιληψία έσω κροτικού λοβού και η διαταραχή μετατραυματικού στρες (PTSD), σχετίζονται με βλάβες στα μέρη του εγκεφάλου που επηρεάζουν το αίσθημα πείνας και κορεσμού, διαταράσσοντας τη σύνδεση μεταξύ φυσιολογικών σημάτων και της διατροφικής συμπεριφοράς. Για παράδειγμα, άτομα με νευρική ανορεξία μπορεί να παρουσιάζουν χαμηλή αίσθηση πείνας πριν από τα γεύματα και υψηλή αίσθηση κορεσμού πριν και μετά τα γεύματα, σε αντίθεση με τα άτομα με παχυσαρκία. Μάλιστα, τα άτομα με PTSD έχουν σημαντικά υψηλότερα

ποσοστά παχυσαρκίας και υπερφαγίας σε σύγκριση με γενικούς πληθυσμούς (Stevenson & Boutelle, 2024).

Σημαντικό ρόλο στον κορεσμό έχουν και οι ψυχολογικοί παράγοντες. Η θετική διάθεση ενισχύει τη λειτουργία των σημάτων κορεσμού σε αντίθεση με την αρνητική διάθεση. Άτομα με αυξημένο αυτοέλεγχο και ισχυρά κίνητρα για υγιεινή διατροφή ανταποκρίνονται καλύτερα στα σήματα κορεσμού. Οι συνήθειες διατροφής που αποκτώνται από νεαρή ηλικία επηρεάζουν την ικανότητα ρύθμισης του κορεσμού. Το περιβάλλον διατροφής (π.χ. οικογενειακά πρότυπα) επηρεάζει τις διατροφικές προτιμήσεις και τον κορεσμό. Οι καταναλωτικές εμπειρίες οδηγούν σε μάθηση για την ικανοποίηση από συγκεκριμένα τρόφιμα και ενισχύουν ή μειώνουν την ανταπόκριση στα σήματα κορεσμού. Η διατροφική συμπεριφορά επηρεάζεται από το επίπεδο συγκέντρωσης κατά τη διάρκεια του γεύματος. Παρεμβολές όπως η παρακολούθηση τηλεόρασης ή η χρήση συσκευών μειώνουν την αντίληψη του κορεσμού, οδηγώντας σε υπερκατανάλωση (Rakha et al., 2022).

Η διαταραχή στον ύπνο ή στους κιρκάδιους ρυθμούς διαταράσσει την ισορροπία των ορμονών πείνας/κορεσμού και επηρεάζει τη συνολική πρόσληψη τροφής, οδηγώντας σε αυξημένο κίνδυνο παχυσαρκίας. Η έλλειψη ύπνου επηρεάζει αρνητικά τη ρύθμιση της όρεξης: αυξάνει τα επίπεδα της γκρελίνης (ορμόνη που διεγείρει την πείνα) και μειώνει τα επίπεδα της λεπτίνης (ορμόνη που προάγει τον κορεσμό). Τα άτομα με λιγότερο από 6 ώρες ύπνου τη νύχτα έχουν χαμηλότερο Satiety Quotient (SQ), δηλαδή μειωμένη ικανότητα αίσθησης κορεσμού μετά από ένα γεύμα. Η κατανάλωση θερμίδων αργά το βράδυ σχετίζεται με χαμηλότερα επίπεδα κορεσμού και αυξημένη πείνα κατά τη διάρκεια της ημέρας (Rakha et al., 2022).

Μελέτες κάνουν αναφορά στην sensory-specific satiety (SSS), που πρόκειται για τη μείωση της ευχαρίστησης ή της προτίμησης για μια συγκεκριμένη τροφή κατά τη διάρκεια της κατανάλωσής της, σε σύγκριση με άλλες τροφές που δεν έχουν καταναλωθεί. Η SSS παίζει κεντρικό ρόλο στη διακοπή ενός γεύματος, καθώς μειώνει τη γευστική απόλαυση μιας τροφής με την πάροδο του χρόνου και επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες που σχετίζονται και με το αίσθημα κορεσμού.

Στους παράγοντες αυτούς συγκαταλέγονται το φύλο και η ηλικία του ατόμου, που σχετίζονται με το αίσθημα κορεσμού. Η λεπτίνη στις γυναίκες έχει ισχυρότερη επίδραση στην καταστολή της όρεξης, ενώ στους άνδρες, παρατηρείται μικρότερη ευαισθησία σε

ορμόνες που ρυθμίζουν τον κορεσμό. Όσον αφορά την ηλικία, οι ηλικιωμένοι παρουσιάζουν μειωμένη ευαισθησία σε αισθητηριακά σήματα που επηρεάζουν τον κορεσμό, όπως η γεύση και η οσμή, ενώ παράλληλα μειώνεται η αποτελεσματικότητα των γαστρεντερικών ορμονών, όπως το GLP-1 και το PYY, που προάγουν τον κορεσμό. Το αποτέλεσμα είναι μειωμένος κορεσμός και αυξημένος κίνδυνος υποθρεψίας (Rakha et al., 2022).

Ακόμα, τον κορεσμό επηρεάζουν:

- Υφή και ο όγκος του φαγητού (Chambers et al., 2015)
 - Τρόφιμα με μεγαλύτερο όγκο και αυτά που απαιτούν περισσότερη μάσηση (π.χ., λαχανικά) προκαλούν εντονότερα σήματα κορεσμού.
 - Υγρά τρόφιμα, εκτός αν είναι πυκνά (π.χ., σούπες, smoothies), έχουν γενικά ασθενέστερη επίδραση στον κορεσμό.
- Θερμοκρασία γεύματος (Hamid et al., 2024):
Η θερμοκρασία επηρεάζει τη φυσιολογία του γαστρεντερικού συστήματος, όπως την ταχύτητα γαστρικής εκκένωσης και την έκκριση των ορμονών κορεσμού.
 - Σύμφωνα με μελέτες, τα ζεστά γεύματα (60°C–65°C) προκαλούν υψηλότερα επίπεδα των ορμονών κορεσμού GLP-1 και CCK.
 - Κρύα γεύματα (20°C–25°C) έχουν ασθενέστερη επίδραση, ειδικά σε πρωτεϊνικά ή υδατανθρακικά τρόφιμα.
- Γνωστικά Σήματα και Προσδοκίες (Chambers et al., 2015):
Οι γνωστικές προσδοκίες που δημιουργούνται από ετικέτες ή τη μορφή του φαγητού παίζουν ρόλο στο αίσθημα του κορεσμού. Ετικέτες όπως "πλούσιο σε πρωτεΐνες" ενισχύουν την αντίληψη κορεσμού. Παράδειγμα: Ένα milkshake που θεωρείται υψηλών θερμίδων μπορεί να προκαλέσει ισχυρότερα σήματα κορεσμού, ακόμα κι αν είναι χαμηλών θερμίδων.
- Συνθήκες Κατανάλωσης (Rakha et al., 2022):
Η κατανάλωση φαγητού με παρέα αυξάνει τη συνολική πρόσληψη έως και 44%, χωρίς να γίνεται τόσο αντιληπτό το αίσθημα κορεσμού.

Σημαντικό εξωτερικό παράγοντα επίδρασης του κορεσμού αποτελεί η σύνθεση γεύματος σε μακροθρεπτικά συστατικά, που θα παρουσιαστεί αναλυτικά στη συνέχεια.

Ο κορεσμός είναι αποτέλεσμα πολύπλοκων διεργασιών που περιλαμβάνουν φυσιολογικά, γνωστικά και περιβαλλοντικά σήματα. Η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τον κορεσμό μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της διατροφικής συμπεριφοράς και στη διαχείριση διατροφικών διαταραχών. Ωστόσο, οι επιδράσεις μπορεί να μειώνονται με την επαναλαμβανόμενη κατανάλωση και τη Δυτικού τύπου διατροφή, υπογραμμίζοντας τη σημασία μιας ισορροπημένης διατροφής.

2.2.1. Πρωτεΐνη

Η πρωτεΐνη αποτελεί έναν από τους πιο αποτελεσματικούς διατροφικούς παράγοντες για την ενίσχυση του κορεσμού, υπερβαίνοντας τη δράση των υδατανθράκων και των λιπών. Αυτό επιβεβαιώνεται τόσο σε βραχυπρόθεσμα όσο και σε μακροπρόθεσμα χρονικά πλαίσια. Μελέτες έχουν δείξει ότι δίαιτες πλούσιες σε πρωτεΐνη, όπως αυτές με περιεκτικότητα 30% σε πρωτεΐνη, 60% σε υδατάνθρακες και 10% σε λίπος, οδηγούν σε υψηλότερα επίπεδα κορεσμού σε σύγκριση με δίαιτες υψηλής περιεκτικότητας σε λίπος (10% πρωτεΐνη, 30% υδατάνθρακες, 60% λίπος). Αντίστοιχα, σε δοκιμές 16 εβδομάδων, άτομα που κατανάλωναν διατροφή με 34% πρωτεΐνη ανέφεραν σημαντικά υψηλότερο κορεσμό συγκριτικά με άτομα που ακολούθησαν διατροφή με 18% πρωτεΐνη (Paddon-Jones et al., 2008).

Ο μηχανισμός δράσης της πρωτεΐνης στον κορεσμό σχετίζεται με την επίδρασή της σε ορμόνες όπως η γκρελίνη, η οποία μειώνεται σε μεγαλύτερο βαθμό μετά την κατανάλωση πρωτεϊνών σε σύγκριση με λίπη ή υδατάνθρακες. Ειδικά, ο ορός γάλακτος και η καζεΐνη διαφέρουν στη δράση τους, με τον πρώτο να αυξάνει ταχύτατα τη συγκέντρωση αμινοξέων στο αίμα, ενώ η καζεΐνη δρα πιο αργά, παρατείνοντας τον κορεσμό μέσω της καθυστέρησης της γαστρικής κένωσης (Paddon-Jones et al., 2008). Οι διατροφές πλούσιες σε πρωτεΐνη, όπως αυτές που περιέχουν 25% ενέργεια από πρωτεΐνη, έχουν επίσης συνδεθεί με σημαντική απώλεια λίπους, φτάνοντας τα 9.4 κιλά σε έξι μήνες, σε σύγκριση με 5.9 κιλά για δίαιτες με μέση κατανάλωση πρωτεΐνης (Paddon-Jones et al., 2008).

Η επίδραση της πρωτεΐνης στον κορεσμό επηρεάζεται και από τη φύση της. Οι ζωικές πρωτεΐνες, όπως ο ορός γάλακτος και η καζεΐνη, παρουσιάζουν ισχυρή επίδραση λόγω της υψηλής βιοδιαθεσιμότητας και της ευκολότερης πέψης. Εντούτοις, και οι φυτικές πρωτεΐνες, όπως αυτές από τη σόγια, τον αρακά και το σιτάρι, έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά

αποτελεσματικές στην έκκριση ορμονών κορεσμού όπως η CCK και το GLP-1, αν και συχνά απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες για παρόμοια αποτελέσματα (Ignot-Gutiérrez et al., 2024). Τα πεπτίδια που προκύπτουν από την ενζυματική υδρόλυση πρωτεϊνών, τόσο ζωικών όσο και φυτικών, επηρεάζουν άμεσα τους υποδοχείς στις εντεροενδοκρινείς κυψέλες, διεγείροντας την έκκριση ορμονών που μειώνουν την όρεξη (Ignot-Gutiérrez et al., 2024).

Επιπλέον, οι πρωτεΐνες έχουν μοναδικά αισθητηριακά χαρακτηριστικά που ενισχύουν την αντίληψη του κορεσμού. Η υφή, η γεύση και η ανάγκη για μάσηση που συνδέονται με πρωτεϊνικές τροφές μπορούν να αυξήσουν τις προσδοκίες πληρότητας. Αυτές οι ιδιότητες μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση διατροφών, ειδικά σε περιπτώσεις απώλειας και συντήρησης βάρους. Μελέτες έχουν δείξει ότι δίαιτες υψηλής πρωτεΐνης υποστηρίζουν τη μακροπρόθεσμη διαχείριση βάρους και τη μείωση της όρεξης (Chambers et al., 2015).

Τέλος, αν και οι πρωτεΐνες είναι γενικά αποτελεσματικές στον κορεσμό, παράγοντες όπως το γονιδίωμα, το μικροβίωμα και ο τρόπος ζωής μπορούν να επηρεάσουν την απόκριση κάθε ατόμου. Παρότι απαιτούνται περισσότερες κλινικές δοκιμές για τη γενίκευση των αποτελεσμάτων, η υπάρχουσα βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι η ενσωμάτωση πρωτεϊνών και πεπτιδίων στη διατροφή μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τη διαχείριση της παχυσαρκίας και την ενίσχυση της υγείας (Rolls et al., 1988; Ignot-Gutiérrez et al., 2024).

2.2.2. Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες, ως ένα από τα κύρια θρεπτικά συστατικά, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του κορεσμού και της πείνας, με την επίδρασή τους να εξαρτάται από τη δομή και τη σύστασή τους. Οι απλοί υδατάνθρακες, όπως η γλυκόζη και η φρουκτόζη, παρέχουν άμεση αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, προσφέροντας προσωρινή αίσθηση πληρότητας (Rakha et al., 2022). Σε αντίθεση, οι σύνθετοι υδατάνθρακες, όπως το άμυλο και οι φυτικές ίνες, παρέχουν πιο αργή πέψη και απορρόφηση, οδηγώντας σε μεγαλύτερης διάρκειας κορεσμό (Rakha et al., 2022).

Η θεωρία του γλυκοστατικού μηχανισμού υποστηρίζει ότι τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα και ο ρυθμός πρόσληψης γλυκόζης στους ιστούς ρυθμίζουν την πρόσληψη τροφής. Όταν τα επίπεδα σακχάρου είναι χαμηλά, διεγείρεται η πείνα, ενώ όταν είναι υψηλά, προκαλείται

αίσθηση κορεσμού (Reid & Hetherington, 1997). Οι υδατάνθρακες επηρεάζουν επίσης την παραγωγή ινσουλίνης, η οποία προάγει τον κορεσμό, αν και υπερβολικά υψηλά επίπεδα ινσουλίνης ενδέχεται να αυξήσουν την πρόσληψη τροφής στη συνέχεια (Reid & Hetherington, 1997). Από την άλλη πλευρά, η φρουκτόζη δεν προκαλεί σημαντική αύξηση της ινσουλίνης, γεγονός που την καθιστά πιο αποτελεσματική στη μείωση της επακόλουθης πρόσληψης θερμίδων σε σχέση με τη γλυκόζη (Reid & Hetherington, 1997).

Η ταχύτητα απορρόφησης των υδατανθράκων διαδραματίζει επίσης καθοριστικό ρόλο στον κορεσμό. Οι υδατάνθρακες "αργής αποδέσμευσης", όπως εκείνοι που προέρχονται από σύνθετες τροφές, π.χ. φασόλια, επιτυγχάνουν μεγαλύτερη διάρκεια κορεσμού λόγω της σταδιακής απορρόφησής τους (Reid & Hetherington, 1997). Αντίθετα, οι απλοί υδατάνθρακες, όπως η γλυκόζη, προκαλούν ταχεία απορρόφηση, με βραχυπρόθεσμη όμως επίδραση στον κορεσμό (Azlan et al., 2022). Επιπλέον, η κατανάλωση υδατανθράκων ως "preload" πριν από ένα γεύμα έχει διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με τον χρόνο κατανάλωσής τους. Για παράδειγμα, η γλυκόζη μειώνει τη συνολική κατανάλωση τροφής όταν καταναλώνεται 20 λεπτά πριν από το κύριο γεύμα, ενώ η επίδρασή της είναι ασθενέστερη αν καταναλωθεί αμέσως πριν ή μετά το γεύμα (Reid & Hetherington, 1997).

Ο γλυκαιμικός δείκτης (GI) των τροφών αποτελεί έναν ακόμη καθοριστικό παράγοντα που επηρεάζει τον κορεσμό. Οι τροφές με χαμηλό GI, όπως η βρώμη και τα όσπρια, παρέχουν σταθερή απελευθέρωση γλυκόζης, προάγοντας μεγαλύτερη διάρκεια κορεσμού, ενώ οι τροφές με υψηλό GI, όπως το λευκό ψωμί, προκαλούν απότομη αύξηση και πτώση της γλυκόζης, οδηγώντας σε ταχύτερη επιστροφή της πείνας (Rakha et al., 2022; Azlan et al., 2022). Οι φυτικές ίνες, ιδιαίτερα οι διαλυτές, όπως αυτές από φρούτα και λαχανικά, επιβραδύνουν την πέψη και ενισχύουν την αίσθηση πληρότητας (Rakha et al., 2022).

Σημαντική είναι επίσης η αλληλεπίδραση των υδατανθράκων με γαστρεντερικές ορμόνες. Τα τρόφιμα με χαμηλό GI σχετίζονται με αυξημένη απελευθέρωση ορμονών όπως το πεπτίδιο YY και το GLP-1, που συμβάλλουν στην καταστολή της όρεξης και στην αύξηση της αίσθησης πληρότητας (Azlan et al., 2022). Παράλληλα, οι λιγότερο επεξεργασμένοι υδατάνθρακες, όπως η καστανή ζάχαρη, περιέχουν φυσικά αντιοξειδωτικά και φυτοχημικά που μπορούν να ενισχύσουν τον κορεσμό, επιβραδύνοντας την πέψη και μειώνοντας τις ταχείες αυξήσεις της γλυκόζης (Azlan et al., 2022).

Συμπερασματικά, η επίδραση των υδατανθράκων στον κορεσμό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η δομή, ο γλυκαιμικός δείκτης, η ταχύτητα απορρόφησης και η αλληλεπίδραση με ορμόνες και άλλες θρεπτικές ουσίες. Οι σύνθετοι υδατάνθρακες και οι τροφές χαμηλού GI είναι πιο αποτελεσματικοί στην προαγωγή μεγαλύτερης διάρκειας κορεσμού, ενώ οι απλοί υδατάνθρακες παρέχουν ταχύτερη αλλά πιο βραχυπρόθεσμη αίσθηση πληρότητας.

2.2.3. Λιπαρά

Τα λιπαρά, αν και χαρακτηρίζονται από υψηλή ενεργειακή πυκνότητα, δεν θεωρούνται ιδιαίτερα αποτελεσματικά στο να προκαλέσουν κορεσμό σε σχέση με τις πρωτεΐνες ή τους υδατάνθρακες. Η κατανάλωσή τους συχνά συνδέεται με μεγαλύτερη συνολική πρόσληψη θερμίδων, λόγω της περιορισμένης ικανότητάς τους να ρυθμίζουν την πείνα και να μειώνουν την επακόλουθη κατανάλωση τροφής (Reid & Hetherington, 1997). Μάλιστα, αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι άτομα που ακολουθούν μία δυτικού τύπου διατροφή, πλούσια σε λιπαρές τροφές, κατανάλωσαν 31% περισσότερη ενέργεια (3171 kJ) σε ένα γεύμα, σε σύγκριση με άτομα που ακολουθούν πιο υγιεινή διατροφή (2158 kJ). Μελέτες νευροψυχολογικών τεστ (όπως word list learning) έδειξαν ότι οι επιδόσεις σε άτομα με δυτικού τύπου διατροφή ήταν στατιστικά χειρότερες, υποδεικνύοντας προβλήματα στη μνήμη και τη μάθηση που σχετίζονται με τον κορεσμό (Stevenson & Boutelle, 2024).

Ο μηχανισμός δράσης των λιπών στον κορεσμό περιλαμβάνει διάφορους φυσιολογικούς και ορμονικούς παράγοντες. Ο λιποστατικός μηχανισμός, για παράδειγμα, βασίζεται στα επίπεδα των ελεύθερων λιπαρών οξέων στο αίμα. Όταν τα επίπεδα αυτά είναι υψηλά, σηματοδοτούν τη διάσπαση των αποθεμάτων λίπους και αυξάνουν την πρόσληψη τροφής, ενώ όταν είναι χαμηλά, υποδεικνύουν αποθήκευση λίπους και μείωση της πρόσληψης. Επιπλέον, ορμόνες όπως η χολοκυστοκινίνη και η γλυκαγόνη επηρεάζουν τον κορεσμό. Η CCK, που εκκρίνεται μετά την κατανάλωση λιπαρών, μπορεί να μειώσει την πρόσληψη τροφής, αν και ο ακριβής μηχανισμός της δράσης της παραμένει ασαφής.

Η γαστρική διάταση αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα. Τα λιπαρά τρόφιμα προκαλούν μικρότερη διάταση του στομάχου σε σύγκριση με τροφές πλούσιες σε υδατάνθρακες ή πρωτεΐνες, μειώνοντας έτσι την αίσθηση κορεσμού. Ωστόσο, όταν τα λιπαρά

καταναλώνονται μαζί με άλλα μακροθρεπτικά συστατικά, όπως οι υδατάνθρακες, ενεργοποιούνται ταυτόχρονα οι γλυκοστατικοί και λιποστατικοί μηχανισμοί, ενισχύοντας την επίδραση στον κορεσμό (Reid & Hetherington, 1997).

Ο τύπος των λιπαρών οξέων παίζει επίσης καθοριστικό ρόλο. Τα κορεσμένα λιπαρά έχουν περιορισμένη επίδραση στον κορεσμό, ενώ τα μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά προάγουν τον κορεσμό μέσω της αυξημένης παραγωγής πεπτιδίων όπως το PYY και το GLP-1 (Rakha et al., 2022). Επιπλέον, οι υποδοχείς λιπαρών οξέων στο γαστρεντερικό σύστημα, όπως οι GPR120 και GPR40, ενεργοποιούνται από τα λιπαρά οξέα και προάγουν την έκκριση πεπτιδίων κορεσμού, ενώ η πέψη των λιπαρών οδηγεί στην απελευθέρωση του Ολεοϋλαιθανολαμιδίου (OEA), το οποίο στέλνει σήματα στον εγκέφαλο για την αναστολή της πείνας (Rakha et al., 2022).

Παρόλο που η υψηλή ενεργειακή πυκνότητα των λιπών μπορεί να δημιουργεί γρήγορη αίσθηση πληρότητας, αυτή η αίσθηση δεν διαρκεί μακροπρόθεσμα. Οι επιδράσεις των λιπών στον κορεσμό εμφανίζονται πιο ξεκάθαρα 2-3 ώρες μετά την κατανάλωση, όταν οι μεταβολικές διεργασίες έχουν ενεργοποιηθεί (Rakha et al., 2022). Επίσης, η κατανάλωση λιπαρών πριν από το κύριο γεύμα μπορεί να έχει περιορισμένη επίδραση στον περιορισμό της συνολικής πρόσληψης θερμίδων (Reid & Hetherington, 1997). Συνολικά, τα λίπη δείχνουν να είναι πιο αποτελεσματικά στην προώθηση του κορεσμού όταν καταναλώνονται σε συνδυασμό με άλλα θρεπτικά συστατικά, ενώ ο τύπος και ο χρόνος κατανάλωσης επηρεάζουν τη συνολική τους επίδραση.

2.2.4. Σύγκριση μακροθρεπτικών συστατικών

Ο παρακάτω πίνακας συγκρίνει την επίδραση λιπών, υδατανθράκων και πρωτεϊνών στον κορεσμό.

Τα λίπη έχουν μέτρια επίδραση, με τα πολυακόρεστα να προσφέρουν μεγαλύτερη αίσθηση πληρότητας από τα κορεσμένα, αν και η διάρκεια του κορεσμού είναι γενικά σύντομη. Οι υδατάνθρακες παρέχουν μεταβλητή αίσθηση κορεσμού, με τους σύνθετους υδατάνθρακες και τις φυτικές ίνες να διαρκούν περισσότερο, χάρη στη σταδιακή ρύθμιση της γλυκόζης στο αίμα. Οι πρωτεΐνες έχουν την ισχυρότερη και πιο διαρκή επίδραση στον κορεσμό, χάρη στην ενεργοποίηση ορμονών πληρότητας και τη μείωση της γκρελίνης.

Συνολικά, οι πρωτεΐνες είναι οι πιο αποτελεσματικές για την ενίσχυση της αίσθησης πληρότητας, ακολουθούμενες από τους σύνθετους υδατάνθρακες.

Πίνακας 2-2: Συγκριτική ανάλυση λιπών, υδατανθράκων και πρωτεϊνών σε σχέση με τον κορεσμό

Παράμετρος	Λίπη	Υδατάνθρακες	Πρωτεΐνες
Επίδραση στον Κορεσμό	Μέτρια - Εξαρτάται από τον τύπο λιπαρών (πολυακόρεστα > κορεσμένα)	Μεταβλητή - Σύνθετοι υδατάνθρακες (χαμηλού GI) παρέχουν μεγαλύτερη διάρκεια κορεσμού	Ισχυρή - Προκαλούν την πιο ισχυρή αίσθηση πληρότητας συγκριτικά με λίπη και υδατάνθρακες
Διάρκεια Κορεσμού	Συνήθως σύντομη - Τα κορεσμένα λιπαρά παρέχουν λιγότερη διάρκεια κορεσμού	Μακροχρόνια - Σύνθετοι υδατάνθρακες και φυτικές ίνες αυξάνουν τη διάρκεια	Πολύ μακροχρόνια - Ενισχύεται από την αργή γαστρική κένωση και την απελευθέρωση ορμονών κορεσμού
Φυσιολογική Απόκριση	Ενεργοποίηση πεπτιδίων όπως το GLP-1 και παραγωγή OEA	Ρύθμιση γλυκόζης στο αίμα, απελευθέρωση ινσουλίνης και αμυλίνης	Απελευθέρωση πεπτιδίων κορεσμού (PYY, GLP-1, CCK) και μείωση γκρελίνης
Ενεργειακή Πυκνότητα	Υψηλή - Τα λίπη έχουν την υψηλότερη θερμιδική πυκνότητα (9 kcal/γρ)	Μέτρια - Εξαρτάται από τον τύπο υδατάνθρακα (σάκχαρα vs. φυτικές ίνες)	Χαμηλή έως μέτρια - Εξαρτάται από την πηγή πρωτεΐνης (ζωική ή φυτική)
Τύπος Τροφών	Ελαιόλαδο, αβοκάντο, ξηροί καρποί, σπόροι	Δημητριακά ολικής άλεσης, όσπρια, φρούτα, λαχανικά	Κρέας, ψάρι, αυγά, όσπρια, γαλακτοκομικά προϊόντα
Επίδραση σε Ορμόνες	Μέτρια αύξηση σε ορμόνες κορεσμού (π.χ. GLP-1, PYY), ειδικά με πολυακόρεστα λιπαρά	Ενίσχυση της αμυλίνης και σταδιακή αύξηση γλυκόζης από σύνθετους υδατάνθρακες	Ισχυρή ενεργοποίηση ορμονών κορεσμού και αναστολή της γκρελίνης
Αίσθηση Πληρότητας	Παρέχουν αίσθηση πληρότητας, αλλά δεν καταστέλλουν αποτελεσματικά την όρεξη μακροπρόθεσμα	Προσφέρουν αίσθηση πληρότητας ανάλογα με τον τύπο (σύνθετοι υδατάνθρακες είναι πιο αποτελεσματικοί)	Προκαλούν την πιο ισχυρή και διαρκή αίσθηση πληρότητας

3. Φυτικές ίνες

3.1. Ορισμός

Ο όρος «διαιτητικές ίνες» (DF) παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1950, περιλαμβάνοντας τα διαιρεμένα υλικά φυτικών κυττάρων (Lin, 2022). Αργότερα, το DF θεωρήθηκε ότι αποτελείται από υπολείμματα βρώσιμων φυτικών κυττάρων, πολυσακχαρίτες, λιγνίνη και σχετικές ουσίες ανθεκτικές στην πέψη από τα διατροφικά ένζυμα των ανθρώπων. Έτσι, προτάθηκε ο πρώτος διεθνώς αποδεκτός ορισμός των διαιτητικών ινών το 1976 ως «πολυσακχαρίτες και λιγνίνη σε τρόφιμα που δεν πέπτονται από ένζυμα στον ανθρώπινο πεπτικό σωλήνα» (Watanabe, 2024).

Η επιτροπή Codex Alimentarius συζητούσε επί δύο δεκαετίες έως ότου καταλήξει σε έναν αποδεκτό ορισμό περίπου το 2008 (Jara Pérez-Jiménez, 2024). Όπως υποδεικνύεται στην πρόσφατη ανασκόπηση των Stephen et al.,(2017), επί του παρόντος υπάρχει ένας ικανοποιητικός βαθμός ομοιομορφίας στον ορισμό των φυτικών ινών.

Ο ορισμός του Codex Alimentarius παρέχει ένα παγκοσμίως αποδεκτό πλαίσιο για τις φυτικές ίνες, το οποίο περιλαμβάνει:

Πολυμερή υδατανθράκων με τουλάχιστον τρεις μονομερείς μονάδες (MU), τα οποία ούτε πέπτονται ούτε απορροφώνται στο ανθρώπινο έντερο, όπως:

- Μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες (NSP) από φρούτα, λαχανικά, δημητριακά και κόνδυλους, είτε είναι εγγενείς είτε εκχυλισμένοι, τροποποιημένοι ($MU \geq 10$).
- Ανθεκτικοί ολιγοσακχαρίτες (RO) ($MU 3-9$).
- Ανθεκτικό άμυλο (RS) ($MU \geq 10$).

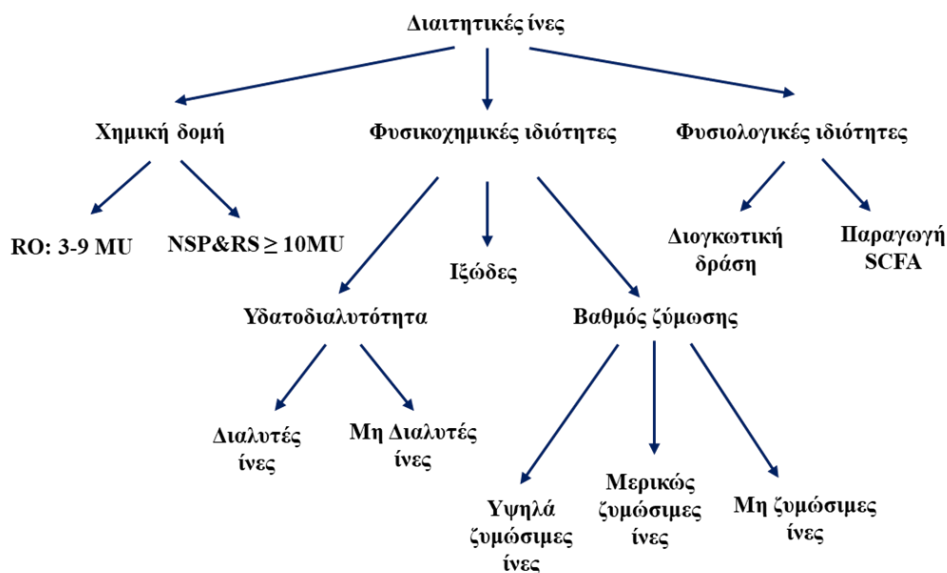
Ο ορισμός του Codex περιλαμβάνει πολυμερή με τουλάχιστον 10 μονομερείς μονάδες (MU), ενώ αφήνει την απόφαση για τη συμπερίληψη πολυμερών με 3–9 MU στις εθνικές αρχές κάθε χώρας. Οι περισσότερες χώρες, όπως η ΕΕ, οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Κίνα, η Αυστραλία/Νέα Ζηλανδία και η Ιαπωνία, συμπεριλαμβάνουν τους υδατάνθρακες με $MU \geq 3$ (Delzenne et al., 2020).

Στην Ευρώπη, ο ορισμός των φυτικών ινών διαμορφώθηκε από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα (2008) και την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA, 2010). Ο Ευρωπαϊκός ορισμός περιλαμβάνει:

- Τη λιγνίνη ως ξεχωριστό συστατικό, μαζί με τους NSP, RO και RS (Stephen et al., 2017).
- Αναγνώριση ότι οι φυτικές ίνες έχουν ευεργετικά φυσιολογικά αποτελέσματα, όπως η μείωση του χρόνου εντερικής διέλευσης, η αύξηση του όγκου κοπράνων και η μείωση των επιπέδων γλυκόζης ή/και χοληστερόλης (Stephen et al., 2017).

3.2. Ταξινόμηση

Οι φυτικές ίνες παρουσιάζουν μια πολυδιάστατη ταξινόμηση που βασίζεται στις φυσικοχημικές και φυσιολογικές ιδιότητες, όπως η διαλυτότητα, το ιξώδες, ο βαθμός ζύμωσης και η διογκωτική δράση (Εικόνα 4-1). Αυτές οι ιδιότητες καθιστούν τις ίνες απαραίτητες για την υγεία, προσφέροντας ποικίλα οφέλη, από τη βελτίωση της εντερικής λειτουργίας μέχρι τη ρύθμιση του μεταβολισμού.



Εικόνα 3-1: Κατηγοριοποίηση φυτικών ινών με βάση τη χημική δομή, τις φυσικοχημικές και φυσιολογικές ιδιότητες

(Stephen et al., 2017)

Οι βασικές κατηγορίες φυτικών ινών περιλαμβάνουν τους μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες (NSP): κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, πηκτίνες, κόμμεα, βλέννες· τους ανθεκτικούς στην πέψη ολιγοσακχαρίτες (RO): ινουλίνη, φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες, γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες· το ανθεκτικό άμυλο (RS): φυσικά παγιδευμένο στις τροφές άμυλο, ανθεκτικούς κόκκους αμύλου· και τις συναφείς ουσίες (Stephen et al., 2017). Στον πίνακα 4-1 διαχωρίζονται αναλυτικότερα οι φυτικές ίνες με βάση τη διαλυτότητα τους (αδιάλυτες και διαλυτές), ενώ οι διαλυτές είναι διαχωρίζονται περαιτέρω βάσει το μοριακό τους βάρος (Watanabe, 2024 & Lin, 2022).

Πίνακας 3-1: Παραδείγματα φυτικών ινών που ανήκουν σε κάθε κατηγορία

IDF	SDF	
Κυτταρίνη	SDFP	SDFS
Ημικυτταρίνη	Πηκτίνη (Pectin)	Ανθετική δεξτρίνη
Λιγνίνη	Κόμμι γκουάρ (Guar Gum)	Ισομαλτοδεξτρίνη (Isomaltodextrin)
Άγαρ (Agar)	Αλγινικό οξύ (Alginic acid)	Ινουλίνη (Inulin)
Ανθεκτικό άμυλο (RS1, RS2, RS3, RS4)	Γλυκομαννάνη και Καρραγενάνη (Carrageenan)	Φρουκτοολιγοσακχαρίτες (FOS)
Χιτίνη και Χιτοζάνη	B-γλυκάνη	Πολυδεξτρόζη (Polydextrose)
	Ψύλλιο (psyllium)	

(IDF: Insoluble Dietary Fiber, SDF: Soluble Dietary Fiber, SDFP: High-molecular-weight soluble dietary fiber, SDFS: Low-molecular-weight soluble fiber)

(Watanabe, 2024 & Lin, 2022).

Οι RO και το RS συμβάλλουν σημαντικά στη διατροφή και την υγεία του εντέρου. Οι φυσικοχημικές ιδιότητες, όπως η υδατοδιαλυτότητα, το ιζώδες, ο βαθμός ζύμωσης και η διογκωτική δράση, καθορίζουν τη λειτουργική συμπεριφορά των φυτικών ινών. Οι διαλυτές ίνες (SDFP) διαλύονται στο νερό και σχηματίζουν γέλη στην πεπτική οδό, μειώνοντας την

ταχύτητα απορρόφησης γλυκόζης και λιπιδίων. Αυτές συμβάλλουν στη ρύθμιση της μεταγευματικής γλυκόζης, στη μείωση της χοληστερόλης στο αίμα και στην ενίσχυση της μικροχλωρίδας του εντέρου (Lin, 2022).

Οι αδιάλυτες ίνες (IDF) είναι σημαντικές για την κινητικότητα του εντέρου, καθώς δεν διαλύονται στο νερό και προσφέρουν διογκωτική δράση (Stephen et al., 2017). Η διογκωτική επίδραση των ινών, που οφείλεται στην ικανότητά τους να συγκρατούν νερό, συμβάλλει στη βελτίωση της κινητικότητας του εντέρου και στη ρύθμιση του χρόνου διέλευσης των τροφών (Lin, 2022). Ίνες όπως το ψύλλιο και το πίτουρο σιταριού έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικές σε αυτόν τον ρόλο (Stephen et al., 2017).

Το ιξώδες είναι μια άλλη σημαντική ιδιότητα που χαρακτηρίζει ορισμένες διαλυτές ίνες, όπως το κόμμι γκουάρ και οι πηκτίνες. Το υψηλό ιξώδες μειώνει τον χρόνο διέλευσης των τροφών από το πεπτικό σύστημα και συμβάλλει στη ρύθμιση της μεταγευματικής γλυκόζης, καθιστώντας τις ίνες χρήσιμες για τη διαχείριση του σακχαρώδη διαβήτη (Stephen et al., 2017).

Ο βαθμός ζύμωσης καθορίζει τη δυνατότητα των φυτικών ινών να υποστούν ζύμωση από τη μικροχλωρίδα του παχέος εντέρου. Οι υψηλά ζυμώσιμες ίνες (π.χ. φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες, β-γλυκάνες) παράγουν λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας (SCFA), όπως οξικό, προπιονικό και βουτυρικό οξύ. Τα SCFA προάγουν την υγεία του εντέρου, παρέχοντας ενέργεια στα κύτταρα του παχέος εντέρου και υποστηρίζοντας τη ρύθμιση της φλεγμονής και της εντερικής ομοιοστάσης. Οι μη ζυμώσιμες ίνες, όπως η κυτταρίνη και η λιγνίνη, παραμένουν αναλλοίωτες στο παχύ έντερο, αλλά συμβάλλουν στη διογκωτική δράση και στη βελτίωση της κινητικότητας του εντέρου (Stephen et al., 2017).

3.3. Εφαρμογή στην αρτοποιία

Η χρήση φυτικών ινών στην αρτοποιία αποτελεί μια σημαντική τάση της σύγχρονης βιομηχανίας τροφίμων, αντιστακώντας τη ζήτηση των καταναλωτών για πιο υγιεινά προϊόντα με υψηλότερη διατροφική αξία. Η ποσότητα προσθήκης φυτικών ινών στα αρτοσκευάσματα κυμαίνεται συνήθως από 5% έως 20% κατά βάρος του αλευριού, με την

επιλογή της κατάλληλης ποσότητας να εξαρτάται από τον τύπο της ίνας και το επιθυμητό αποτέλεσμα (Lin, 2022).

Σε μία διατροφική μελέτη παρατήρησης που εξετάστηκε η περιεκτικότητα φυτικών ινών ορισμένων τύπων ψωμιού 72 αρτοσκευασμάτων, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ψωμί ολικής άλεσης είχε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες (11.80 ± 0.71 g/100 g) και κάλυψε το 12% των ημερήσιων αναγκών σε ίνες, σε σχέση με το ψωμί από σιτάρι – σίκαλη με σπόρους (10.59 ± 0.91 g/100 g) που κάλυψε το 8,4% των ημερήσιων αναγκών σε ίνες και το ψωμί του τοστ, το οποίο είχε μικρή περιεκτικότητα (4.94 ± 0.30 g/100 g) και κάλυψε το 0,7% των ημερήσιων αναγκών σε ίνες (Markiewicz-Żukowska et.al, 2016).

Οι φυτικές ίνες, που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία, προέρχονται από ποικίλες πηγές, όπως:

- Δημητριακά, ψευδοδημητριακά (π.χ. πίτουρο σιταριού, βρώμη, κριθάρι, κινόα, αμάρανθος)
- Φρούτα και λαχανικά (π.χ. φλούδες μήλου, πορτοκαλιού, μάνγκο, καρότου, πατάτας)
- Όσπρια (π.χ. σόγια, φασόλια, ρεβίθια, φακές), καθώς και
- Βιομηχανικά υποπροϊόντα (π.χ. υπολείμματα ζαχαρότευτλων, φλούδες από βιομηχανίες χυμών).

Αυτές οι πηγές παρέχουν διαλυτές και αδιάλυτες φυτικές ίνες που βελτιώνουν τη θρεπτική αξία των προϊόντων και συμβάλλουν στην υγεία του πεπτικού συστήματος.

Οι αδιάλυτες ίνες, όπως το πίτουρο σιταριού, προσφέρουν υφή και δομή στα προϊόντα, ενώ οι διαλυτές ίνες, όπως η β-γλυκάνη και η ινουλίνη, συμβάλλουν στην κατακράτηση υγρασίας, βελτιώνοντας την υφή και τη φρεσκάδα τους και παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής τους.

Η ενσωμάτωση φυτικών ινών στα αρτοσκευάσματα, ωστόσο, αποτελεί πρόκληση, καθώς μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την υφή, τη γεύση και τη συνολική αποδοχή των προϊόντων από τους καταναλωτές. Πιο συγκεκριμένα, η ενσωμάτωση φυτικών ινών επηρεάζει τη δημιουργία του δικτύου γλουτένης, αυξάνοντας την απορρόφηση νερού και μειώνοντας την

ελαστικότητα της ζύμης, κάτι που απαιτεί τη χρήση τροποποιητών υφής ή ενζύμων για την αποκατάσταση της ισορροπίας.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, εφαρμόζονται εξειδικευμένες τεχνικές επεξεργασίας. Η άλεση και η μείωση του μεγέθους των σωματιδίων των φυτικών ινών επιτρέπουν τη δημιουργία λεπτόκοκκης σκόνης, βελτιώνοντας τη διαλυτότητα και τη συμβατότητα στη ζύμη. Η θερμική επεξεργασία, όπως η θέρμανση και το ψήσιμο, μειώνει την ακαμψία των ινών, και συμβάλει στην ευκολότερη διαχείριση τους και την ενίσχυση της βιοδιαθεσιμότητας θρεπτικών συστατικών, όπως οι πηκτίνες. Επίσης, η εξώθηση, με τη χρήση υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών, τροποποιεί τις φυσικοχημικές ιδιότητες των ινών, διευκολύνοντας την ενσωμάτωσή τους, ιδιαίτερα σε προϊόντα χωρίς γλουτένη. Παράλληλα, η ενζυμική επεξεργασία, μέσω της χρήσης ενζύμων όπως οι κυτταρινάσες, μειώνει το μοριακό βάρος των ινών και ενισχύει την αλληλεπίδρασή τους με τις πρωτεΐνες γλουτένης. Η ζύμωση, τέλος, αξιοποιεί μικροοργανισμούς για τη διάσπαση των ινών, καθιστώντας τες πιο συμβατές με τη ζύμη και βελτιώνοντας τη γεύση και την υφή των προϊόντων (Lin, 2022).

3.4. Διατροφικές πηγές

Οι φυτικές ίνες αποτελούν θεμελιώδες στοιχείο μιας υγιεινής διατροφής και προέρχονται κυρίως από τρόφιμα φυτικής προέλευσης. Καλές πηγές περιλαμβάνουν τα δημητριακά ολικής αλέσεως, τα όσπρια, τα λαχανικά, τους ξηρούς καρπούς, τους σπόρους και τα φρούτα (Turner & Lupton, 2011). Μεταξύ αυτών, τα δημητριακά πρωινού παρουσιάζουν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες, με 1,2–15 g/100 g τροφίμου ενώ ακολουθούν οι ξηροί καρποί με 1,3–14,4 g/100 g και τα όσπρια με 4,2–10,6 g/100 g.

Τα όσπρια, όπως τα ρεβίθια, οι φακές και τα φασόλια, αποτελούν πλούσιες πηγές διατροφικών ινών (DF) και πρωτεΐνης. Οι φυτικές ίνες από όσπρια έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε διαλυτές ίνες (SDF) (25% του συνολικού περιεχομένου φυτικών ινών, Stephen et al., 2017), οι οποίες παράγουν πτητικά λιπαρά οξέα στο κόλον. Αυτά συμβάλλουν στη ρύθμιση της χοληστερόλης και στη μείωση του κινδύνου καρκίνου του παχέος εντέρου (Lin, 2022).

Τα φρούτα και τα λαχανικά αποτελούν επίσης καλές πηγές διατροφικών ινών, με περιεκτικότητα 0,4–10,4 g/100 g (Stephen et al., 2017). Πολλά υποπροϊόντα της επεξεργασίας τους, όπως φλούδες και πυρήνες, είναι ιδιαίτερα πλούσια σε διαλυτές ίνες (SDF) (45% του συνολικού περιεχομένου φυτικών ινών, Stephen et al., 2017) και μικροθρεπτικά συστατικά. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τις φλούδες μήλου, μάνγκο, πορτοκαλιού και μούρων, οι οποίες ενσωματώνονται συχνά σε προϊόντα όπως τα αρτοσκευάσματα, προσφέροντας οφέλη όπως υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού και ενίσχυση αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων (Lin, 2022).

Επιπλέον, τα τρόφιμα όπως οι πατάτες (0,5–8 g/100 g) και το ψωμί ολικής αλέσεως (5,6–7,2 g/100 g) αποτελούν σημαντικές πηγές φυτικών ινών (Stephen et al., 2017). Η κατανάλωση αυτών των τροφίμων συμβάλλει στην κάλυψη των συνιστώμενων ημερήσιων ποσοτήτων φυτικών ινών, προάγοντας την υγεία του εντέρου, τη ρύθμιση του σακχάρου και τον κορεσμό.

Υπάρχουν επίσης διαθέσιμα συμπληρώματα για την αύξηση της πρόσληψης φυτικών ινών. Παρ' όλα αυτά, οι ειδικοί συνιστούν την πρόσληψη φυτικών ινών μέσω της κατανάλωσης φυσικών τροφίμων. Αυτό συμβαίνει επειδή τα τρόφιμα που είναι πλούσια σε φυτικές ίνες περιέχουν επίσης σημαντικά μικροθρεπτικά συστατικά και βιοδραστικές ενώσεις, οι οποίες προσφέρουν επιπρόσθετα οφέλη για την υγεία. (Turner & Lupton, 2011).

Εκτός από τις φυσικές πηγές, οι φυτικές ίνες μπορούν να προστεθούν στα τρόφιμα μέσω εκχυλισμένων, τροποποιημένων ή συνθετικών συστατικών, όπως υδροκολλοειδή (Stephen et al., 2017; Lin, 2022). Τέτοιες ίνες, συχνά γνωστές ως «πρόσθετα», περιλαμβάνουν υδροκολλοειδή όπως οι πηκτίνες και τα κόμμεα. Ενσωματώνονται σε ποικιλία τροφίμων, όπως γαλακτοκομικά (π.χ. γιαούρτια, γάλα σε σκόνη), προϊόντα κρέατος (π.χ. αλλαντικά) και αρτοσκευάσματα (π.χ. ψωμί, μπάρες δημητριακών, γλυκά). Ενδεικτικά, οι β-γλυκάνες προστίθενται σε αρτοσκευάσματα, γαλακτοκομικά προϊόντα και ροφήματα σε ποσότητες που κυμαίνονται από 3 έως 15 g/100 g, ενώ η ινουλίνη χρησιμοποιείται σε ποτά, αρτοσκευάσματα και συμπληρώματα διατροφής, σε συγκεντρώσεις 2–5 g ανά μερίδα. Τα κόμμεα, όπως το κόμμι γκουάρ, βρίσκουν εφαρμογή σε φρουτοποτά, γλυκίσματα και παγωτά, με συνήθεις συγκεντρώσεις 5–20 g/100 g.

Η συνολική ποσότητα φυτικών ινών στα τρόφιμα, όπως καταναλώνονται, μπορεί να ποικίλλει από 0,2 g έως 20 g ανά μερίδα, ανάλογα με το είδος του προϊόντος και τη σύνθεσή

του. Αυτές οι ποσότητες παρουσιάζουν ενδιαφέρον καθώς καθορίζουν εάν μπορεί να γίνει ισχυρισμός υγείας για το τρόφιμο ως προς την περιεκτικότητά του σε διαιτητικές ίνες (Stephen et al., 2017).

Σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) ΑΡΙΘ. 1924/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ής Δεκεμβρίου 2006 σχετικά με τους ισχυρισμούς επί θεμάτων διατροφής και υγείας που διατυπώνονται για τα τρόφιμα, ένα τρόφιμο μπορεί να χαρακτηριστεί πηγή εδώδιμων ινών ή να έχει υψηλή περιεκτικότητα σε εδώδιμες ίνες, σύμφωνα με τις εξής προϋποθέσεις:

- **ΠΗΓΗ ΕΔΩΔΙΜΩΝ ΙΝΩΝ:** Ο ισχυρισμός ότι τρόφιμο αποτελεί πηγή εδώδιμων ινών, καθώς και κάθε ισχυρισμός που ενδέχεται να έχει το ίδιο νόημα για τον καταναλωτή, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν το προϊόν περιέχει τουλάχιστον 3 g εδώδιμων ινών ανά 100 g ή τουλάχιστον 1,5 g εδώδιμων ινών ανά 100 kcal.
- **ΥΨΗΛΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΕΔΩΔΙΜΕΣ ΙΝΕΣ:** Ο ισχυρισμός ότι τρόφιμο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε εδώδιμες ίνες, καθώς και κάθε ισχυρισμός που ενδέχεται να έχει το ίδιο νόημα για τον καταναλωτή, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν το προϊόν περιέχει τουλάχιστον 6 g εδώδιμων ινών ανά 100 g ή τουλάχιστον 3 g εδώδιμων ινών ανά 100 kcal.

Οι φυτικές ίνες συμβάλλουν στη βελτίωση της συνολικής υγείας μέσω ποικίλων φυσιολογικών μηχανισμών. Διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη ρύθμιση της γλυκαιμικής απόκρισης, στη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης και στη βελτίωση της εντερικής λειτουργίας. Τα προϊόντα διατροφής που είναι εμπλουτισμένα με φυτικές ίνες, όπως αρτοσκευάσματα, γαλακτοκομικά και ποτά, αποτελούν σημαντικό εργαλείο για τη βελτίωση της πρόσληψης φυτικών ινών και τη διατήρηση μιας ισορροπημένης διατροφής (Lin, 2022).

3.5. Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη

Οι διατροφικές συστάσεις για την ημερήσια πρόσληψή των φυτικών ινών διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή και τις διατροφικές παραδόσεις, αλλά οι περισσότερες καθορίζουν ελάχιστα επίπεδα κατανάλωσης για την προαγωγή της υγείας.

Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA), καθώς και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO), προτείνουν τουλάχιστον 25 γραμμάρια φυτικών ινών ημερησίως για ενήλικες. Αυτή η ποσότητα θεωρείται επαρκής για τη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών, όπως καρδιαγγειακές παθήσεις και διαβήτη τύπου 2 (Stephen et al., 2017 & Pérez-Jiménez, 2024).

Σύμφωνα με το Institute of Medicine (IOM) των Ηνωμένων Πολιτειών, η συνιστώμενη πρόσληψη καθορίζεται ως 14 γραμμάρια φυτικών ινών ανά 1000 θερμίδες (Turner & Lupton, 2011 & ADA, 2008). Αυτό αντιστοιχεί σε περίπου 25 γραμμάρια/ημέρα για γυναίκες και 38 γραμμάρια/ημέρα για άνδρες ηλικίας 19-50 ετών. Για άτομα άνω των 50 ετών, οι ποσότητες μειώνονται σε 21 γραμμάρια για τις γυναίκες και 30 γραμμάρια για τους άνδρες, λόγω χαμηλότερων ενεργειακών αναγκών (Turner & Lupton, 2011 & ADA, 2008).

Στην Ευρώπη, οι συστάσεις διαφοροποιούνται ανάλογα με τις χώρες. Για παράδειγμα, η Γαλλία, η Γερμανία, η Αυστρία και η Ελβετία προτείνουν πρόσληψη 30 γραμμαρίων ημερησίως για ενήλικες, ενώ οι Σκανδιναβικές χώρες βάσει των συστάσεων Nordic Nutrition, προτείνουν 25 γραμμάρια για γυναίκες και 35 γραμμάρια για άνδρες (Stephen, et al., 2017).

Στην Ιαπωνία, οι συστάσεις είναι χαμηλότερες, με 18 γραμμάρια/ημέρα για γυναίκες και 20 γραμμάρια/ημέρα για άνδρες (Pérez-Jiménez, 2024).

Παραδοσιακές διατροφικές πρακτικές, όπως αυτές που καταγράφονται σε αφρικανικούς πληθυσμούς, υποδεικνύουν ακόμη υψηλότερη κατανάλωση φυτικών ινών. Ο Dennis Burkitt (1969) εκτίμησε ότι οι δίαιτες σε παραδοσιακές κοινότητες περιείχαν τουλάχιστον 50 γραμμάρια φυτικών ινών ημερησίως, ενώ πρόσφατες μελέτες καταγράφουν κατανάλωση έως 100 γραμμαρίων/ημέρα σε τέτοιους πληθυσμούς, κυρίως μέσω φυσικών φυτικών τροφών (Pérez-Jiménez, 2024).

Η πραγματική πρόσληψη φυτικών ινών στις περισσότερες χώρες υπολείπεται των προτεινόμενων επιπέδων. Στην Ευρώπη, οι μέσες προσλήψεις κυμαίνονται μεταξύ 15-25 γραμμαρίων/ημέρα, ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες φτάνουν μόλις τα 15 γραμμάρια/ημέρα (ADA, 2008).

Παρόμοια, η μελέτη Global Burden of Disease (2017) ανέδειξε ότι παγκοσμίως οι περισσότεροι πληθυσμοί καταναλώνουν λιγότερα από 25 γραμμάρια/ημέρα, με ορισμένες

περιοχές να καταγράφουν πρόσληψη ακόμη και κάτω από 10 γραμμάρια/ημέρα (Pérez-Jiménez, 2024).

Έρευνες, όπως αυτή των Reynolds et al. (2019), υποδεικνύουν ότι σημαντικά οφέλη για την υγεία μπορούν να προκύψουν ακόμη και με υψηλότερη κατανάλωση, φτάνοντας τα 45 γραμμάρια/ημέρα (Pérez-Jiménez, 2024).

Η κατανάλωση φυτικών ινών αποτελεί βασικό πυλώνα μιας υγιεινής διατροφής, με σημαντικά οφέλη στη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών, όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, διαβήτης τύπου 2 και παχυσαρκία. Οι περισσότερες συστάσεις συγκλίνουν στην κατανάλωση 25-38 γραμμαρίων φυτικών ινών την ημέρα, ανάλογα με το φύλο, την ηλικία και τις ενεργειακές ανάγκες. Ωστόσο, οι πραγματικές προσλήψεις παραμένουν χαμηλότερες από τις προτεινόμενες ποσότητες. Η προώθηση της κατανάλωσης τροφών πλούσιων σε φυτικές ίνες, όπως φρούτα, λαχανικά, όσπρια και δημητριακά ολικής άλεσης, είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της δημόσιας υγείας και τη μείωση του κινδύνου χρόνιων νοσημάτων.

3.6. Υγεία και θνησιμότητα

Η κατανάλωση διαιτητικών ινών έχει αποδειχθεί ότι προσφέρει σημαντική προστασία έναντι της θνησιμότητας από διάφορες αιτίες, όπως δείχνει πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση που βασίστηκε σε 64 προοπτικές μελέτες (Ramezani et al., 2024). Τα δεδομένα υποδεικνύουν ότι υψηλή πρόσληψη συνολικών διαιτητικών ινών συνδέεται με μείωση του κινδύνου ολικής θνησιμότητας κατά 23%, θνησιμότητας από καρδιαγγειακές παθήσεις κατά 26% και θνησιμότητας από καρκίνο κατά 22%. Ειδικότερα, η κατανάλωση ινών από ξηρούς καρπούς και σπόρους μειώνει τον κίνδυνο θνησιμότητας από καρδιαγγειακές παθήσεις κατά 43%, ενώ η πρόσληψη συνολικών ινών μειώνει τον κίνδυνο θνησιμότητας από καρκίνο του παχέος εντέρου κατά 18%. Επιπλέον, οι αδιάλυτες ίνες, που βρίσκονται σε τρόφιμα όπως τα δημητριακά ολικής άλεσης και οι ξηροί καρποί, φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικές από τις διαλυτές στη μείωση του κινδύνου. Οι ίνες αυτές συμβάλλουν καθοριστικά στη λειτουργία του εντέρου, βοηθώντας στη μείωση της δυσκοιλιότητας και στην πρόληψη εντερικών φλεγμονών.

Η θετική επίδραση των διαιτητικών ινών δεν περιορίζεται μόνο στο πεπτικό σύστημα. Η κατανάλωση ινών συνδέεται με μείωση του κινδύνου θνησιμότητας από εγκεφαλικό επεισόδιο, βελτίωση της ρύθμισης της γλυκόζης και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, καθώς και μείωση του κινδύνου εμφάνισης διαβήτη τύπου 2 και άλλων μεταβολικών διαταραχών. Στην Ιαπωνία, μια μελέτη σε περίπου 100,000 άτομα με μέση παρακολούθηση 16.8 ετών έδειξε ότι οι άνδρες στην υψηλότερη κατηγορία πρόσληψης φυτικών ινών είχαν 23% χαμηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας από όλες τις αιτίες, ενώ οι γυναίκες 18% (Pérez-Jiménez, 2024).

Η ενσωμάτωση διαιτητικών ινών στη διατροφή μπορεί να επιτευχθεί εύκολα μέσω της κατανάλωσης κοινών τροφίμων όπως δημητριακά ολικής άλεσης, λαχανικά, φρούτα, ξηροί καρποί, σπόροι και όσπρια. Στόχος είναι η πρόσληψη τουλάχιστον 25-30 γραμμαρίων φυτικών ινών την ημέρα, ποσότητα που μπορεί να επιτευχθεί με απλές αλλαγές στη διατροφή, χωρίς να απαιτείται η κατανάλωση εξειδικευμένων προϊόντων. Συνολικά, οι διαιτητικές ίνες είναι ένα σημαντικό συστατικό της υγιεινής διατροφής, προσφέροντας ευρύ φάσμα ωφελειών που περιλαμβάνουν τη μείωση της θνησιμότητας, την πρόληψη χρόνιων ασθενειών και τη διατήρηση της μεταβολικής υγείας. Η σημασία τους θα πρέπει να τονίζεται τόσο μέσω ενημερωτικών εκστρατειών όσο και μέσω της διατροφικής εκπαίδευσης του κοινού.

3.7. Σωματικό βάρος, κορεσμός και παχυσαρκία

Η κατανάλωση φυτικών ινών έχει αναδειχθεί ως βασικός παράγοντας στη διαχείριση του σωματικού βάρους και του κορεσμού, λόγω των ποικίλων μηχανισμών δράσης τους. Ιδιαίτερα οι διαλυτές φυτικές ίνες έχουν συσχετιστεί με αυξημένο αίσθημα πληρότητας, μείωση της ενεργειακής πρόσληψης και μακροπρόθεσμο έλεγχο του βάρους.

Η τακτική κατανάλωση φυτικών ινών σχετίζεται αντίστροφα με τον δείκτη μάζας σώματος (BMI), το σωματικό βάρος και το σωματικό λίπος. Μελέτες δείχνουν ότι αύξηση της πρόσληψης φυτικών ινών κατά 14 g/ημέρα μπορεί να μειώσει την ενεργειακή πρόσληψη κατά 10% και να οδηγήσει σε απώλεια βάρους 1,9 kg μέσα σε 3,8 μήνες (Slavin, 2005).

Η υψηλή πρόσληψη φυτικών ινών μειώνει τον σχετικό κίνδυνο εμφάνισης παχυσαρκίας κατά 30% σε σύγκριση με χαμηλή πρόσληψη. Σε μελέτες παρατήρησης, η κατανάλωση φυτικών ινών αυξημένη κατά 8 g ανά 1.000 θερμίδες σχετίζεται με απώλεια 2 kg σε 20 μήνες, ενώ αύξηση της πρόσληψης ολικής αλέσεως κατά 40 g/ημέρα συνδέθηκε με μείωση βάρους 0,5-1,1 kg σε βάθος χρόνου (Ötles & Ozgoz, 2014).

Πέρα από τη συμβολή στη μείωση του σωματικού βάρους, οι φυτικές ίνες μειώνουν την απορρόφηση του λίπους από το λεπτό έντερο, περιορίζοντας την ενεργειακή πρόσληψη. Σε δίαιτες χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας, πλούσιες σε φυτικές ίνες, έχει παρατηρηθεί μείωση της ημερήσιας πρόσληψης θερμίδων έως και 1.570 kcal (Slavin & Green, 2007).

Η κατανάλωση 25-30 γραμμαρίων φυτικών ινών ημερησίως είναι απαραίτητη για την αύξηση του κορεσμού και τη βελτίωση της μεταβολικής υγείας (Pérez-Jiménez, 2024). Οι φυτικές ίνες επηρεάζουν τον κορεσμό μέσω διαφόρων μηχανισμών, όπως η καθυστέρηση της γαστρικής κένωσης, η ενεργοποίηση ορμονών κορεσμού και η μηχανική διάταση του πεπτικού συστήματος.

Οι διαλυτές φυτικές ίνες, όπως η πηκτίνη και οι β-γλυκάνες, σχηματίζουν ιξώδη γέλη στο στομάχι, επιβραδύνοντας τη γαστρική κένωση κατά 40-60% (Ötles & Ozgoz, 2014). Παράλληλα, διεγείρουν την έκκριση ενδογενών ορμονών όπως το GLP-1 και το PYY, οι οποίες προάγουν το αίσθημα πληρότητας και ρυθμίζουν την όρεξη (Pérez-Jiménez, 2024).

Η ζύμωση φυτικών ινών, όπως η ινουλίνη, από τη μικροβιακή χλωρίδα του παχέος εντέρου παράγει λιπαρά οξέα βραχείας αλύσου (SCFAs), που δρουν στο κέντρο της πείνας στον εγκέφαλο, ενισχύοντας περαιτέρω το αίσθημα κορεσμού (Pérez-Jiménez, 2024). Από την άλλη, οι μη ζυμώσιμες ίνες, όπως η κυτταρίνη, συμβάλλουν στη μηχανική διάταση του στομάχου και του εντέρου, ενεργοποιώντας μηχανικούς υποδοχείς κορεσμού (Slavin & Green, 2007).

Η προσθήκη 5-10 γραμμαρίων διαλυτών ινών σε γεύματα έχει συνδεθεί με μείωση της ενεργειακής πρόσληψης κατά 10-15% στο επόμενο γεύμα, ενώ εμπλουτισμένα τρόφιμα με 3-5 g φυτικών ινών ανά μερίδα αυξάνουν την αίσθηση κορεσμού σε σύγκριση με συμβατικά προϊόντα (Njike et al., 2016).

Αν και πολλές έρευνες υποστηρίζουν τη συμβολή των φυτικών ινών στον κορεσμό, ο μηχανισμός μέσω του οποίου επηρεάζουν την όρεξη και την πείνα δεν είναι πλήρως

κατανοητός. Μελέτες δεν καταγράφουν σημαντική αύξηση στις ορμόνες κορεσμού, όπως το GLP-1, παρά την κατανάλωση φυτικών ινών (Wu et al., 2023).

3.8. Καρδιαγγειακά νοσήματα

Η κατανάλωση φυτικών ινών έχει αναγνωριστεί ως σημαντικός διατροφικός παράγοντας για την προστασία της καρδιαγγειακής υγείας. Μελέτες έχουν δείξει ότι η επαρκής πρόσληψη φυτικών ινών (τουλάχιστον 25-30 γραμμάρια ημερησίως) μειώνει τον κίνδυνο θνησιμότητας από καρδιαγγειακά νοσήματα κατά 15-30% και συνδέεται με χαμηλότερο κίνδυνο στεφανιαίας νόσου (σχετικός κίνδυνος 0,76–0,93, ↓ κινδύνου 24%–7%) και εγκεφαλικών επεισοδίων (σχετικός κίνδυνος 0,83–0,93, ↓ κινδύνου 17%–7%) (Pérez-Jiménez, 2024; Veronese et al., 2018; Alahmari, 2024). Επιπλέον, μία έρευνα έδειξε ότι η υψηλή πρόσληψη φυτικών ινών συνδέεται με σημαντική μείωση του σχετικού κινδύνου θνησιμότητας από καρδιαγγειακά νοσήματα, όπως η στεφανιαία νόσος (σχετικός κίνδυνος 0,76–0,93, ↓ κινδύνου 24%–7%), το εγκεφαλικό επεισόδιο και ο συνολικός κίνδυνος καρδιοπάθειας (σχετικός κίνδυνος 0,72–0,91, ↓ κινδύνου 28%–9%). Μια άλλη, μεγάλη ανάλυση του Global Burden of Disease (GBD, 2017) εκτίμησε ότι περίπου 1 εκατομμύριο θάνατοι παγκοσμίως συνδέονται με χαμηλή πρόσληψη φυτικών ινών, υπογραμμίζοντας τη σημασία της διατροφικής αυτής συνήθειας (Pérez-Jiménez, 2024).

Οι φυτικές ίνες επηρεάζουν θετικά διάφορους δείκτες καρδιαγγειακής υγείας. Μία συστηματική ανάλυση 185 προοπτικών μελετών και 58 κλινικών δοκιμών έδειξε ότι οι φυτικές ίνες, κυρίως οι διαλυτές μέσω της αύξησης του ιξώδους, μειώνουν τα επίπεδα της LDL χοληστερόλης, δρώντας ως απορροφητικά μέσα για τη χοληστερόλη και τα χολικά οξέα, τα οποία αποβάλλονται μέσω των κοπράνων (Li & Ma, 2024; Thompson, 2021). Η κατανάλωση συγκεκριμένων τύπων ινών, όπως οι β-γλυκάνες που βρίσκονται στη βρώμη και το κριθάρι, μπορεί να μειώσει τη LDL χοληστερόλη κατά 5-10% (Suresh et al., 2024). Επιπλέον, οι πολυφαινόλες που συνδέονται με φυτικές ίνες προστατεύουν από την οξείδωση της LDL χοληστερόλης, συμβάλλοντας στην προστασία των κυττάρων από τις ελεύθερες ρίζες και στη μείωση του κινδύνου αθηροσκλήρωσης (Li & Ma, 2024).

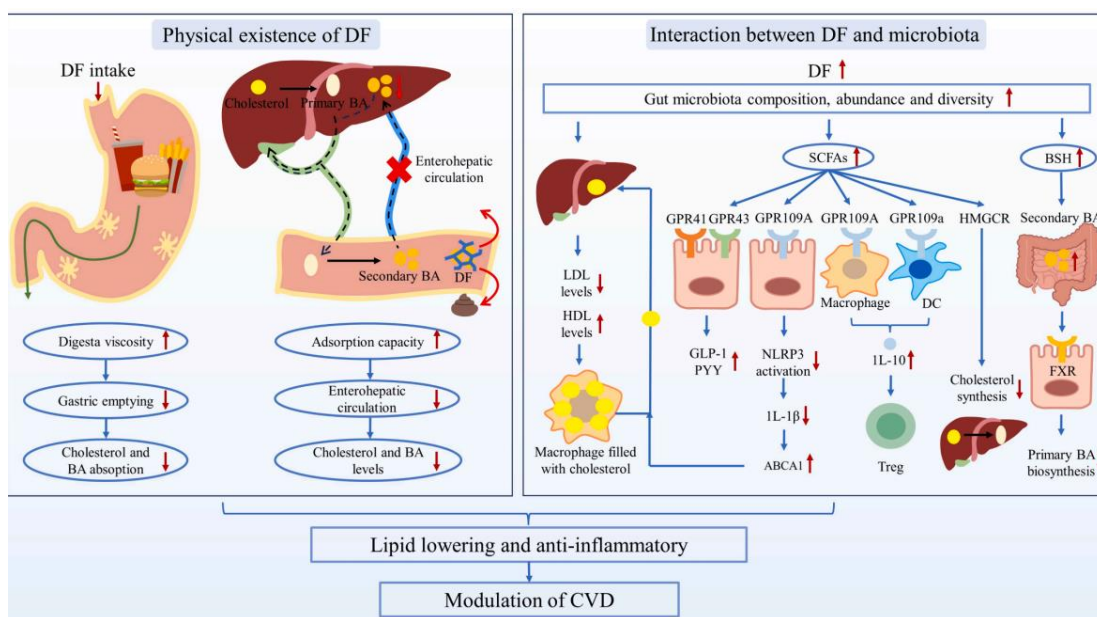
Παράλληλα, οι φυτικές ίνες ρυθμίζουν τη γλυκόζη του αίματος, επιβραδύνοντας την απορρόφηση υδατανθράκων και προάγοντας την παραγωγή ορμονών όπως το GLP-1, το οποίο μειώνει τον κίνδυνο διαβήτη τύπου 2 (Pérez-Jiménez, 2024; Li & Ma, 2024).

Η συμβολή των φυτικών ινών στη συνολική υγεία ενισχύεται από την ικανότητά τους να βελτιώνουν το εντερικό μικροβίωμα, μειώνοντας το οξειδωτικό στρες (Thompson, 2021) και προάγοντας την ανάπτυξη ωφέλιμων βακτηρίων όπως τα *Bifidobacterium* και τα *Bacteroides* (Li & Ma, 2024). Τα βακτήρια αυτά παράγουν λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας (SCFAs), τα οποία ενεργοποιούν υποδοχείς (π.χ. GPCRs στο έντερο και στο συκώτι) και ρυθμίζοντας τη φλεγμονή, και τον μεταβολισμό των λιπιδίων, μειώνοντας τη σύνθεση χοληστερόλης και ενισχύοντας την ακεραιότητα του εντερικού φραγμού (Pérez-Jiménez, 2024; Suresh et al., 2024; Li & Ma, 2024).

Επιπλέον, οι φυτικές ίνες, ιδιαίτερα αυτές που περιλαμβάνει ο λιναρόσπορος, συμβάλλουν στη μείωση της αρτηριακής πίεσης (κατά 1-2mmHg), ενισχύοντας την αγγειακή διαστολή μέσω της παραγωγής νιτρικού οξειδίου (NO) (Thompson, 2021; Suresh et al., 2024).

Οι προστατευτικές δράσεις των φυτικών ινών εκτείνονται και στη διατήρηση του σωματικού βάρους, καθώς προάγουν το αίσθημα κορεσμού, μειώνοντας την πρόσληψη θερμίδων και τον κίνδυνο παχυσαρκίας, η οποία αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα (Thompson, 2021).

Συνολικά, η επαρκής πρόσληψη φυτικών ινών αποτελεί βασικό εργαλείο για τη μείωση του κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων και τη διατήρηση της συνολικής υγείας.



Εικόνα 3-2: Η συμβολή των φυσικών και βιοχημικών μηχανισμών των φυτικών ινών, στην προστασία της καρδιαγγειακής λειτουργίας (Li & Ma, 2024).

3.9. Σακχαρώδης διαβήτης

Η παγκόσμια εξάπλωση του σακχαρώδη διαβήτη αυξάνεται με ανησυχητικό ρυθμό. Από το 1990 έως το 2022, ο αριθμός των ενηλίκων με διαβήτη αυξήθηκε κατά περίπου 630 εκατομμύρια, φτάνοντας τα 828 εκατομμύρια παγκοσμίως το 2022 (NCD-Risk, 2024). Στο πλαίσιο αυτό, η διατροφή αναδεικνύεται ως σημαντικός παράγοντας για τη διαχείριση της νόσου, με τις φυτικές ίνες να διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο.

Υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι τα προϊόντα δημητριακών με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη (GI) και χαμηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες μπορεί να αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη (Jenkins & Willett, 2024). Αντίθετα, μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση φυτικών ινών πάνω από 25 γραμμάρια ημερησίως συνδέεται με 15-30% μείωση στην εμφάνιση χρόνιων ασθενειών, συμπεριλαμβανομένου του διαβήτη. Η προστατευτική δράση των φυτικών ινών δεν δείχνει να έχει πλατό, δηλαδή αυξάνει με μεγαλύτερη πρόσληψη, μέχρι τα 45 γραμμάρια την ημέρα. Ωστόσο, η επίδραση των φυτικών ινών στη γλυκαιμική απόκριση εξαρτάται από τον τύπο φυτικών ινών, με τις διαλυτές ίνες να φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη γλυκαιμική απόκριση από ό,τι οι αδιάλυτες ίνες. Σε μελέτη με

107,377 συμμετέχοντες, οι φυτικές ίνες από φρούτα (πλούσιες σε διαλυτές ίνες) συσχετίστηκαν περισσότερο με τη μείωση του κινδύνου ΣΔΤ2, σε σύγκριση με εκείνες από δημητριακά (Pérez-Jiménez, 2024).

Μακροχρόνιες επιδημιολογικές μελέτες, όπως η Nurses' Health Study II, έδειξαν ότι οι γυναίκες που κατανάλωναν υψηλές ποσότητες φυτικών ινών δημητριακών παρουσίασαν 36% μειωμένο κίνδυνο διαβήτη (Schulze et al., 2004). Στους δείκτες υγείας, η μεγαλύτερη πρόσληψη φυτικών ινών συνδέεται με χαμηλότερα επίπεδα γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (HbA1c), γεγονός που αποτελεί βασικό δείκτη ελέγχου του Σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (Pérez-Jiménez, 2024). Μια συστηματική ανασκόπηση 11 μελετών έδειξε ότι η πρόσληψη διαλυτών φυτικών ινών μείωσε την HbA1c κατά περίπου 5% - ποσοστό συγκρίσιμο με αυτό ορισμένων φαρμάκων για τον διαβήτη τύπου 2 - και τη γλυκόζη νηστείας κατά 9,97 mg/dL (Silva et al., 2013). Μια άλλη μετα-ανάλυση 49 κλινικών μελετών, που περιλάμβανε συμμετέχοντες με προ-διαβήτη, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 και 2, έδειξε μείωση της HbA1c κατά 2.00 mmol/mol και μείωση των επιπέδων ινσουλίνης (μετά από νηστεία) κατά 2.03 (Reynolds, Akerman, & Mann, 2020).

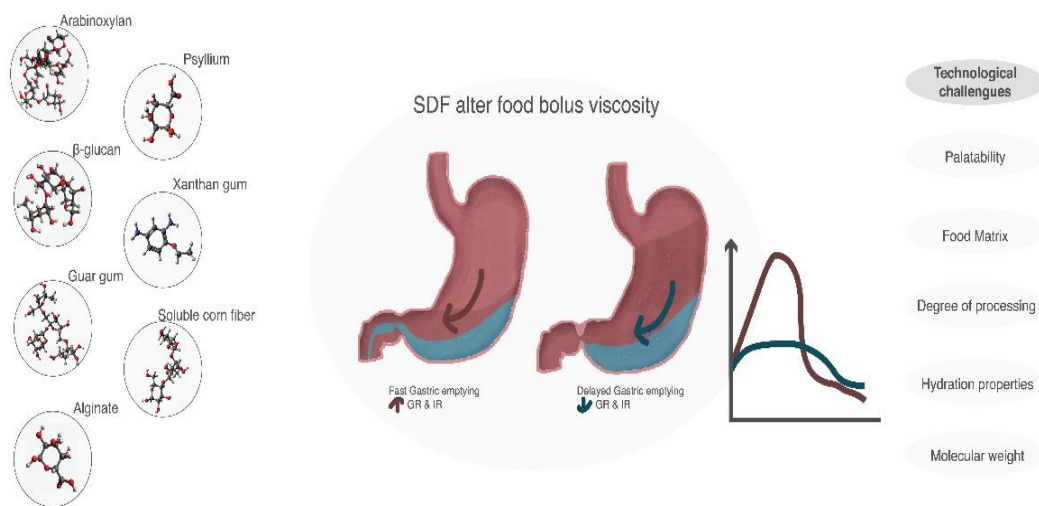
Τα οφέλη της πρόσληψης φυτικών ινών αποδίδονται σε διάφορους μηχανισμούς που βελτιώνουν τον γλυκαιμικό έλεγχο:

- 1. Αύξηση του Ιξώδους και Καθυστέρηση της Πέψης:** Οι διαλυτές φυτικές ίνες (όπως η πηκτίνη και το ψύλλιο) αυξάνουν το ιξώδες του γαστρικού βλωμού, επιβραδύνοντας την κένωση του στομάχου. Το αυξημένο ιξώδες μειώνει την επαφή των ενζύμων με τους υδατάνθρακες, περιορίζοντας την υδρόλυση του αμύλου και την απορρόφηση της γλυκόζης στο λεπτό έντερο. Αυτό οδηγεί σε πιο σταθερά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα.
- 2. Διέγερση Ορμονών και Ενίσχυση Κορεσμού:** Η καθυστέρηση της πέψης και της απορρόφησης θρεπτικών συστατικών μεταφέρει υδατάνθρακες προς τον ειλεό, ενεργοποιώντας τα εντεροενδοκρινικά κύτταρα. Αυτά απελευθερώνουν ορμόνες όπως το GLP-1 και το PYY, οι οποίες μειώνουν την όρεξη, ενισχύουν την ευαισθησία στην ινσουλίνη και ελέγχουν τη γλυκαιμική απόκριση.

3. **Βελτίωση της Εντερικής Μικροχλωρίδας:** Οι διαλυτές φυτικές ίνες υφίστανται ζύμωση από την εντερική μικροχλωρίδα, προάγοντας την ανάπτυξη ωφέλιμων βακτηρίων. Αυτή η διαδικασία συμβάλλει στη βελτίωση της λειτουργίας του εντέρου, στη ρύθμιση του σακχάρου και στην αύξηση του αισθήματος κορεσμού (Giuntini et al., 2022).

Αξίζει να σημειωθεί πως η κατανάλωση φυτικών ινών μειώνει τη γλυκαιμική απόκριση όχι μόνο στο παρόν γεύμα αλλά και στο επόμενο. Αυτή η επίδραση οφείλεται στις αργές μεταβολικές αλλαγές που προκαλούνται από την παρουσία φυτικών ινών στο πεπτικό σύστημα, ενισχύοντας τη συνολική γλυκαιμική σταθερότητα (Giuntini et al., 2022).

Η υιοθέτηση μιας διατροφής πλούσιας σε φυτικές ίνες αποτελεί αποτελεσματική στρατηγική για τη βελτίωση της ρύθμισης του σακχάρου στο αίμα και τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης διαβήτη τύπου 2. Η ενσωμάτωση διαλυτών και αδιάλυτων φυτικών ινών μέσω φυσικών πηγών, όπως τα όσπρια, τα λαχανικά και τα δημητριακά ολικής άλεσης, προάγει τόσο τη βελτίωση της υγείας του εντέρου όσο και την επίτευξη καλύτερης γλυκαιμικής ισορροπίας.



Εικόνα 3-3: Ο ρόλος των διαλυτών φυτικών ινών (SDF) στη γαστρική λειτουργία και τη γλυκαιμική απόκριση

(Giuntini et al., 2022)

3.10. Καρκίνος

Οι φυτικές ίνες, ως αναπόσπαστο μέρος μιας υγιεινής διατροφής, έχουν συνδεθεί με την πρόληψη διαφόρων τύπων καρκίνου μέσω πολλαπλών μηχανισμών. Οι μελέτες που παρατίθενται παρέχουν ισχυρά επιστημονικά δεδομένα για την προστατευτική τους δράση.

Η υψηλή πρόσληψη φυτικών ινών (≥ 25 g/ημέρα) έχει συσχετιστεί με μείωση του κινδύνου καρκίνου του παχέος έντερου κατά 15-30%. Επιπλέον, κάθε αύξηση κατά 5 g/ημέρα στην πρόσληψη ινών με μείωση της θνησιμότητας ειδικά για τον καρκίνο κατά 22% και της συνολικής θνησιμότητας κατά 14% (Pérez-Jiménez, 2024). Οι φυτικές ίνες ενισχύουν τη λειτουργία του έντερου, επιταχύνοντας τη διέλευση των τροφών, αυξάνοντας τον όγκο των κοπράνων και μειώνοντας την έκθεση του εντερικού βλεννογόνου σε καρκινογόνες ουσίες (Reddy, 1999). Παράλληλα, η ζύμωση των φυτικών ινών από το εντερικό μικροβίωμα παράγει βραχείας αλυσίδας λιπαρά οξέα (SCFAs), όπως το βουτυρικό οξύ, που έχει αντικαρκινικές ιδιότητες, μειώνει τη φλεγμονή και ενισχύει την ακεραιότητα του εντερικού φραγμού (Munteanu & Schwartz, 2024). Επιπλέον, η πρόσληψη φυτικών ινών μειώνει τη συγκέντρωση δευτερογενών χολικών οξέων, όπως το δεοξυχολικό οξύ, που συνδέονται με την καρκινογένεση (Reddy, 1999).

Η κατανάλωση φυτικών ινών έχει επίσης προστατευτική δράση κατά του καρκίνου του στομάχου. Συγκεκριμένα, η υψηλή πρόσληψη ινών σχετίζεται με 28% χαμηλότερο κίνδυνο για καρκίνο του στομάχου στους μεγαλύτερους καταναλωτές (Collatuzzo et al., 2024). Σύμφωνα με αυτή τη μελέτη, κάθε αύξηση κατά ένα τεταρτημόριο στην πρόσληψη φυτικών ινών μειώνει τον κίνδυνο κατά 9%. Οι φυτικές ίνες δεσμεύουν καρκινογόνες ουσίες, όπως νιτρώδη και νιτροζοενώσεις, μειώνοντας την πιθανότητα καρκινογένεσης στο στομάχι (Hu et al., 2023). Τα προϊόντα ζύμωσης των φυτικών ινών, όπως τα SCFAs, ενισχύουν περαιτέρω την αντικαρκινική δράση τους μειώνοντας τη φλεγμονή και υποστηρίζοντας την υγεία του εντερικού φραγμού.

Η συσχέτιση των φυτικών ινών με τον καρκίνο του μαστού είναι επίσης αξιοσημείωτη. Η αυξημένη πρόσληψη συνολικών και αδιάλυτων φυτικών ινών συνδέεται με χαμηλότερο κίνδυνο καρκίνου του μαστού, ιδιαίτερα στις προ-εμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Zademohammadi et al., 2024). Η κατανάλωση ινών πριν την εμμηνοπαυση μειώνει τον κίνδυνο κατά 18%, ενώ η μείωση είναι της τάξης του 8% συνολικά. Οι φυτικές ίνες

μειώνουν τα επίπεδα οιστρογόνων μέσω της αναστολής της εντερικής-ηπατικής κυκλοφορίας και αυξάνουν τη σφαιρίνη δέσμευσης ορμονών φύλου (SHBG), με αποτέλεσμα τη μείωση των κυκλοφορούντων οιστρογόνων. Επιπλέον, ενισχύουν την απόπτωση των καρκινικών κυττάρων και δημιουργούν ένα προστατευτικό περιβάλλον στο έντερο, δεσμεύοντας καρκινογόνες ουσίες.

Σύμφωνα με μετα-ανάλυση, η πρόσληψη φυτικών ινών μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο καρκίνου του οισοφάγου κατά περίπου 31% για κάθε αύξηση 10 γραμμαρίων φυτικών ινών ημερησίως (Hu et al., 2023). Συγκεκριμένα, η υψηλή κατανάλωση λαχανικών έχει συνδεθεί με μείωση του κινδύνου κατά 32% (Zhang et al., 2024), ενώ η αυξημένη κατανάλωση οσπρίων μειώνει τον κίνδυνο κατά 18%. Αυτές οι προστατευτικές επιδράσεις σχετίζονται με τη μείωση του χρόνου έκθεσης του οισοφάγου σε καρκινογόνες ουσίες, την καλύτερη διαχείριση του σωματικού βάρους και τη μείωση της γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης.

Εκτός από τους παραπάνω τύπους καρκίνου, οι φυτικές ίνες έχουν συνδεθεί με μειωμένο κίνδυνο για καρκίνο του ενδομητρίου, του παγκρέατος και των ωοθηκών. Η πρόσληψη φυτικών ινών μειώνει τον κίνδυνο καρκίνου του ενδομητρίου κατά 14% (Hu et al., 2023), ενώ για τον καρκίνο του παγκρέατος η μείωση φτάνει το 37%. Για τον καρκίνο των ωοθηκών, η μείωση του κινδύνου ανέρχεται στο 30%. Οι μηχανισμοί δράσης περιλαμβάνουν τη ρύθμιση του γλυκαιμικού ελέγχου, την ενίσχυση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη και τη μείωση της ορμονικής διαθεσιμότητας, όπως της ινσουλίνης και των στεροειδών ορμονών. Οι φυτικές ίνες, επιπλέον, περιέχουν αντιοξειδωτικά συστατικά που μειώνουν το οξειδωτικό στρες και την καταστροφή του DNA.

Η συμβολή των φυτικών ινών στην πρόληψη του καρκίνου είναι πολυδιάστατη. Οι προστατευτικοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν τη βελτίωση της λειτουργίας του εντέρου, τη ρύθμιση του μικροβιώματος, τη μείωση της φλεγμονής, τη δέσμευση καρκινογόνων ουσιών και τη ρύθμιση ορμονικών και μεταβολικών παραγόντων. Οι φυτικές ίνες δεν αποτελούν μόνο ένα θρεπτικό συστατικό, αλλά ένα ισχυρό εργαλείο στη μείωση της επίπτωσης του καρκίνου, υπογραμμίζοντας τη σημασία της ένταξής τους στη διατροφή. Η υιοθέτηση μιας διατροφής πλούσιας σε φυτικές ίνες μπορεί να αποτελέσει βασική στρατηγική για την πρόληψη καρκίνου και την προαγωγή της συνολικής υγείας.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4. Μεθοδολογία της έρευνας

4.1. Σκοπός της έρευνας

Οι ευεργετικές επιδράσεις της καθημερινής κατανάλωσης διαιτητικών ινών στην ανθρώπινη υγεία, σε συνδυασμό με τη σημασία που δίνεται σε αυτές, για την πρόληψη και αντιμετώπιση χρόνιων νοσημάτων, αποτελούν κίνητρο για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός είδους ψωμιού πλούσιου σε φυτικές ίνες, το οποίο ταυτόχρονα να ικανοποιεί τις ανάγκες των καταναλωτών σε σχέση με τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Η παρούσα ερευνητική πρόταση έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός καινοτόμου προϊόντος ψωμιού από σιτάρι, εμπλουτισμένου με φυτικές ίνες και τη διερεύνηση της επίδραση του στο αίσθημα πείνας και κορεσμού.

4.2. Μεθοδολογία

4.2.1. Σχεδιασμός μελέτης

Για την παρούσα μελέτη, παρασκευάστηκε ένας νέος τύπος ψωμιού εμπλουτισμένου σε φυτικές ίνες. Αυτός ο νέος τύπος άρτου χορηγήθηκε σε υγιείς εθελοντές μέσω μιας διασταυρούμενης, τυχαιοποιημένης κλινικής δοκιμής, με σκοπό να εξεταστεί η επίδραση της κατανάλωσης του, στο αίσθημα πείνας και κορεσμού.

Οι άρτοι παράχθηκαν από την εταιρία «Μύλοι Κρήτης ΑΕ» και η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το Τμήμα Επιστημών Διατροφής και Διαιτολογίας του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου.

Το πειραματικό πρωτόκολλο έχει εγκριθεί από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας (ΕΗΔΕ) του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., εξασφαλίζοντας την τήρηση των ηθικών προδιαγραφών για την εκτέλεση της μελέτης.

4.2.2. Εθελοντές

Στην κλινική μελέτη συμμετείχαν 30 υγιείς εθελοντές (25 γυναίκες και 5 άνδρες). Η επιλογή τους πραγματοποιήθηκε μέσω διαδικτυακής και προφορικής ενημέρωσης από τους ερευνητές.

Τα κριτήρια συμμετοχής στη μελέτη ήταν:

- Υγιείς άνδρες και γυναίκες
- Ηλικία: 18-65 ετών
- Δείκτης μάζας σώματος (BMI): 18,5 – 29,9kg/m²

Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν:

Κατανάλωση αλκοόλ (> 2 ποτά/ημέρα)

- Χρήση συμπληρωμάτων διατροφής και απαγορευμένων ουσιών
- Ύπαρξη αλλεργιών και δυσανεξιών σε συστατικά του τροφίμου
- Βεβαρημένο ιατρικό ιστορικό, όπως καρδιαγγειακή νόσος, σακχαρώδης διαβήτης, υπέρταση, ιστορικό νεφρικής και ηπατικής νόσου, ιδιοπαθή φλεγμονώδη νοσήματα του εντέρου (ΙΦΝΕ), διαταραχές θυρεοειδούς, ψυχικά νοσήματα, αυτοάνοσα νοσήματα, ιστορικό επιληπτικών κρίσεων
- Λήψη φαρμακευτικής αγωγής
- Καταστάσεις κήσης και θηλασμού
- Λήψη αντισυλληπτικών δισκίων
- Τρέχουσα ορμονική θεραπεία
- Ακραίες διαιτητικές συμπεριφορές
- Τρέχουσα απώλεια βάρους λόγω δίαιτας
- Έντονη φυσική δραστηριότητα

Αφού οι εθελοντές ερχόντουσαν σε επαφή με τους ερευνητές και εξέφραζαν ενδιαφέρον για συμμετοχή στη μελέτη, πραγματοποιούνταν καταγραφή του ιατρικού και διατροφικού τους ιστορικού (Παράρτημα). Εάν οι εθελοντές πληρούσαν τα απαραίτητα κριτήρια, γινόταν λεπτομερής ενημέρωση σχετικά με τον τρόπο διεξαγωγής της μελέτης. Έπειτα, μετά από

συμφωνία των εθελοντών, συμπλήρωναν σχετικό έντυπο ενημέρης συναίνεσης για τη συμμετοχή τους στη μελέτη.

Οι συμμετέχοντες είχαν κάθε δικαίωμα να αποχωρήσουν από τη μελέτη οποιαδήποτε στιγμή χωρίς να χρειαστεί να δικαιολογήσουν την απόφασή τους.

4.2.3. Τυχαιοποίηση και τυφλοποίηση

Η τυχαιοποίηση πραγματοποιήθηκε από την ερευνητική ομάδα του Τμήματος Επιστημών Διατροφής και Διαιτολογίας με τη χρήση του Microsoft Excel for Windows.

Αν και δεν δόθηκαν στους εθελοντές λεπτομέρειες σχετικά με τις συνταγές των άρτων, η τυφλοποίηση δεν ήταν δυνατή καθώς οι παρεμβάσεις ήταν διαιτητικές.

4.2.4. Αξιολόγηση των αισθημάτων πείνας και κορεσμού

Για τις ανάγκες της αξιολόγησης παρασκευάστηκαν δύο διαφορετικοί τύποι άρτου με την ίδια ενεργειακή πυκνότητα οι οποίοι διέφεραν ως προς την περιεκτικότητά τους σε φυτικές ίνες. Οι εθελοντές κατανάλωναν το τρόφιμο αναφοράς και τον άρτο εμπλουτισμένο με φυτικές ίνες σε δύο διαφορετικές επισκέψεις που απείχαν μεταξύ τους τουλάχιστον 2 ημέρες. Η μεριδοποίηση των άρτων πραγματοποιήθηκε από την εταιρία ώστε το κάθε ψωμί να παρέχει 238kcal (85gr λευκού άρτου, 92-95gr άρτου εμπλουτισμένου σε φυτικές ίνες).

Οι εθελοντές για την πραγματοποίηση της δοκιμασίας έπρεπε να είναι σε νηστεία για τουλάχιστον δέκα ώρες. Επίσης, αναφορικά με το βραδινό γεύμα της προηγούμενης ημέρας, οι ερευνητές παρείχαν σαφείς οδηγίες στους εθελοντές για την κατανάλωση ίδιου γεύματος, την ίδια ώρα κάθε φορά. Το πρωί της ίδιας μέρας οι εθελοντές κατανάλωναν ισοθερμιδικό πρωινό (Σφακιανή πίτα = 400kcal), παρασκευασμένο από την ίδια εταιρία, τουλάχιστον 3 ώρες πριν την δοκιμασία. Με την προσέλευση των εθελοντών πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις:

- Μέτρηση ύψους
- Μέτρηση σωματικού βάρους

- Περιφέρεια μέσης
- Περιφέρεια ισχίων
- Συμπλήρωση ερωτηματολογίων δημογραφικών χαρακτηριστικών

Στη συνέχεια ο εθελοντής συμπλήρωνε ερωτηματολόγια με 10-ποντη κλίμακα (10 point visual analogue scale-VAS) πριν από την κατανάλωση του γεύματος (baseline), για το αίσθημα της πείνας, του κορεσμού και την διάθεση για πρόσληψη τροφής. Ύστερα του χορηγούταν το γεύμα του άρτου το οποίο καλούταν να καταναλώσει σε διάστημα 5 λεπτών, μαζί με μικρή ποσότητα (250mL) νερού. Ο χρόνος ξεκίνησε να μετρά με την κατανάλωση όλου του άρτου από τον εθελοντή (T0). Μετά την κατανάλωση του άρτου, οι εθελοντές αξιολογούσαν στις παραπάνω κλίμακες το αίσθημα της πείνας, του κορεσμού και την διάθεση για πρόσληψη τροφής σε διάστημα μηδέν (T0), τριάντα (T30), εξήντα (T60), ενενήντα (T90) λεπτών και δύο ωρών (T120) μετά την κατανάλωση του άρτου για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Στο διάστημα από την κατανάλωση του ροφήματος (T0) έως και δύο ώρες μετά (T120), οι εθελοντές μπορούσαν να καταναλώσουν μόνο περιορισμένη ποσότητα νερού (έως 500ml), ενώ απέφευγαν οποιουδήποτε είδους φυσική δραστηριότητας. Έπειτα από το διάστημα αυτό, οι εθελοντές μπορούσαν να καταναλώσουν τροφή κατά βούληση.

Οι εθελοντές προσήλθαν διαφορετική μέρα, που απείχε τουλάχιστον δύο ημέρες από την προηγούμενη, προκειμένου να καταναλώσουν τον άλλον τύπο άρτου και επανέλαβαν την ίδια διαδικασία. Τους είχε ζητηθεί να έχουν όσον το δυνατόν παρόμοιες διατροφικές συνήθειες και φυσική δραστηριότητα με την πρώτη φορά.



Εικόνα 4-1: Σχηματική απεικόνιση δοκιμής αισθημάτων πείνας και κορεσμού

4.2.5. Διατροφική ανάλυση άρτων

Η διατροφική ανάλυση των άρτων πραγματοποιήθηκε σε πιστοποιημένο εργαστήριο. μέθοδοι που εφαρμόστηκαν για τον προσδιορισμό κάθε παραμέτρου περιγράφονται παρακάτω:

1. Υγρασία: Η υγρασία μετρήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο AOAC 945.43, που περιλαμβάνει την ξήρανση του δείγματος σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και τη μέτρηση της απώλειας βάρους.
2. Τέφρα: Για την τέφρα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος AOAC 930.22, η οποία βασίζεται στην καύση του δείγματος σε υψηλή θερμοκρασία και τη μέτρηση του ανόργανου υπολείμματος.
3. Πρωτεΐνες: Οι πρωτεΐνες προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο AOAC 991.20, που βασίζεται στη μέτρηση του αζώτου και τη χρήση του συντελεστή μετατροπής 6.25 για την εκτίμηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες.
4. Λιπαρά (Συνολικά και Ανά Τύπο): Η μέθοδος AOAC 996.06 εφαρμόστηκε για την ανάλυση των συνολικών λιπών, καθώς και για την κατηγοριοποίησή τους σε κορεσμένα, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα.
5. Υδατάνθρακες: Οι υδατάνθρακες μετρήθηκαν με τη χρήση της μεθόδου HPLC-RID (High-Performance Liquid Chromatography with Refractive Index Detection), που επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό σακχάρων και άλλων υδατανθράκων.
6. Εδώδιμες Ίνες: Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος AOAC 985.29, η οποία βασίζεται στην απομόνωση των ινών με συγκεκριμένα χημικά αντιδραστήρια και την ποσοτική τους ανάλυση.
7. Νάτριο (Na): Ο προσδιορισμός του νατρίου έγινε με τη μέθοδο ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy), που είναι ιδιαίτερα ακριβής για την ανάλυση μετάλλων.
8. Ενέργεια: Η συνολική ενέργεια του προϊόντος υπολογίστηκε μαθηματικά με βάση την αναλογία: $\text{Energy (kcal/100g)} = (\text{Proteins} \times 4) + (\text{Carbohydrates} \times 4) + (\text{Fats} \times 9)$ Οι τιμές δίνονται σε kJ/100g και kcal/100g.

4.2.6. Στατιστική επεξεργασία

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά με τη χρήση του προγράμματος Microsoft Excel for Windows. Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά εκφράστηκαν ως μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση (SD) και όλα τα υπόλοιπα δεδομένα ως μέσος όρος $\pm$ τυπικό σφάλμα (SEM).

Για την αξιολόγηση της στατιστικής σημαντικότητας κατά τη σύγκριση και των μεταβολών στο αίσθημα όρεξης και πληρότητας κατά τη διάρκεια της δοκιμής, υπολογίστηκε το εμβαδόν της επιφάνειας κάτω από την καμπύλη (Incremental Area Under the Curve, iAUC) των οπτικών αναλογικών κλιμάκων (Visual Analog Scales, VAS). Ο υπολογισμός της iAUC πραγματοποιήθηκε με βάση τον μαθηματικό τύπο του εμβαδού των τραπεζίων, ως εξής:

$$iAUC = \sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{(y_i + y_{i+1})}{2} \times (x_{i+1} - x_i) \right]$$

Όπου:

- y_i και y_{i+1} είναι οι τιμές της VAS στις χρονικές στιγμές x_i και x_{i+1}
- x_i και x_{i+1} είναι οι αντίστοιχες χρονικές στιγμές.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων iAUC, χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Paired Sample Student T-test. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο 5% ($p < 0,05$).

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με ακρίβεια μέσω της χρήσης τύπων και εργαλείων στο Microsoft Excel, εξασφαλίζοντας αξιόπιστα αποτελέσματα για την ερμηνεία των δεδομένων.

5. Αποτελέσματα

5.1. Χαρακτηριστικά εθελοντών

Οι εθελοντές της παρούσα κλινικής δοκιμής αποτελούνταν από 30 υγιή άτομα, εκ των οποίων 5 ήταν άνδρες και 25 γυναίκες, ηλικίας 22 έως 65 έτη. Παρακάτω, παρουσιάζεται πίνακας με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων:

Πίνακας 5-1: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

Μεταβλητές	Μέσος όρος τιμής ± SD (για όλο το δείγμα)	Μέσος όρος τιμής ± SD (για τις γυναίκες)	Μέσος όρος τιμής ± SD (για τους άντρες)
Φύλο (♀/♂)	25/5	25	5
Ηλικία (έτη)	33,5±14,2	35±15,1	26±3,6
Ύψος (cm)	164,1±7,4	161,6±4,5	176,5±6,5
Βάρος (kg)	62,3±8,9	60,5±7,6	71,2±10,2
BMI (Kg/m ²)	23,1±2,5	23,1±2,6	22,8±2,1
Περιφέρεια μέσης (cm)	74,8±9,3	73,9±9	81,2±7,2
Περιφέρεια ισχίων (cm)	98±6	97,7±6,4	97,8±5,9
Περιφέρεια μέσης/Περιφέρεια ισχίων	0,76±0,06	0,75±0,05	0,83±0,05

Οι τιμές εκφράζονται ως μέσος όρος ± τυπική απόκλιση (MO±SD). BMI: Body Mass Index-Δείκτης Μάζας Σώματος

5.2. Διατροφική ανάλυση άρτων

Στους πίνακες 5-2 και 5-3, παρουσιάζονται οι διατροφικές αναλύσεις των δύο άρτων:

Πίνακας 5-2: Διατροφική ανάλυση λευκού άρτου

Διατροφική δήλωση ανά 100γρ	% Π.Π.Α.
Ενέργεια	1207 kJ / 285 kcal
Λιπαρά	3.3 g
Εκ των οποίων:	
Κορεσμένα	0.8 g
Υδατάνθρακες	51 g
Εκ των οποίων:	
Σάκχαρα	3.0 g
Εδώδιμες ίνες	3.8 g
Πρωτεΐνες	11 g
Αλάτι	1.2 g

*Προσλαμβανόμενη ποσότητα αναφοράς ενός μέσου ενήλικα (8400 kJ/2000 kcal)

Πίνακας 5-3: Διατροφική ανάλυση άρτου εμπλουτισμένου σε φυτικές ίνες

Διατροφική δήλωση ανά 100γρ	% Π.Π.Α.*
Ενέργεια	1170 kJ / 279 kcal
Λιπαρά	7.1 g
Εκ των οποίων:	
Κορεσμένα	0.9 g
Υδατάνθρακες	36 g
Εκ των οποίων:	
Σάκχαρα	2.9 g
Εδώδιμες ίνες	9.3 g
Πρωτεΐνες	13 g
Αλάτι	1.3 g

*Προσλαμβανόμενη ποσότητα αναφοράς ενός μέσου ενήλικα (8400 kJ/2000 kcal)

Η σύγκριση των διατροφικών αναλύσεων του λευκού άρτου και του άρτου εμπλουτισμένου σε φυτικές ίνες αναδεικνύει σημαντικές διαφορές που επηρεάζουν τη διατροφική τους αξία. Ο λευκός άρτος παρέχει 285 kcal ανά 100 γραμμάρια, ελαφρώς περισσότερες από τις 279 kcal του εμπλουτισμένου άρτου. Ωστόσο, ο λευκός άρτος περιέχει 3,3 γραμμάρια λιπαρών, εκ των οποίων 0,8 γραμμάρια κορεσμένων, ενώ ο εμπλουτισμένος άρτος έχει περισσότερα συνολικά λιπαρά (7,1 γραμμάρια), χωρίς να υπάρχει σημαντική αύξηση στα κορεσμένα λιπαρά (0,9 γραμμάρια). Σε υδατάνθρακες, ο λευκός άρτος περιέχει 51 γραμμάρια, σημαντικά περισσότερα από τα 36 γραμμάρια του εμπλουτισμένου, με τα σάκχαρα όμως να παραμένουν παρόμοια και στις δύο περιπτώσεις (3,0 και 2,9 γραμμάρια αντίστοιχα). Η πιο αξιοσημείωτη διαφορά είναι στις εδώδιμες ίνες, όπου ο εμπλουτισμένος άρτος ξεχωρίζει με 9,3 γραμμάρια, υπερδιπλάσιες από τις 3,8 γραμμάρια του λευκού άρτου. Επίσης, ο εμπλουτισμένος άρτος υπερέχει σε περιεκτικότητα πρωτεϊνών, με 13 γραμμάρια έναντι 11 γραμμαρίων του λευκού, κάτι που, παρά τη μικρή διαφορά, ενδέχεται να ενισχύει την αίσθηση πληρότητας και τη θρεπτική του αξία. Τέλος, η περιεκτικότητα σε αλάτι είναι ελαφρώς υψηλότερη στον εμπλουτισμένο άρτο (1,3 γραμμάρια) συγκριτικά με τον λευκό (1,2 γραμμάρια).

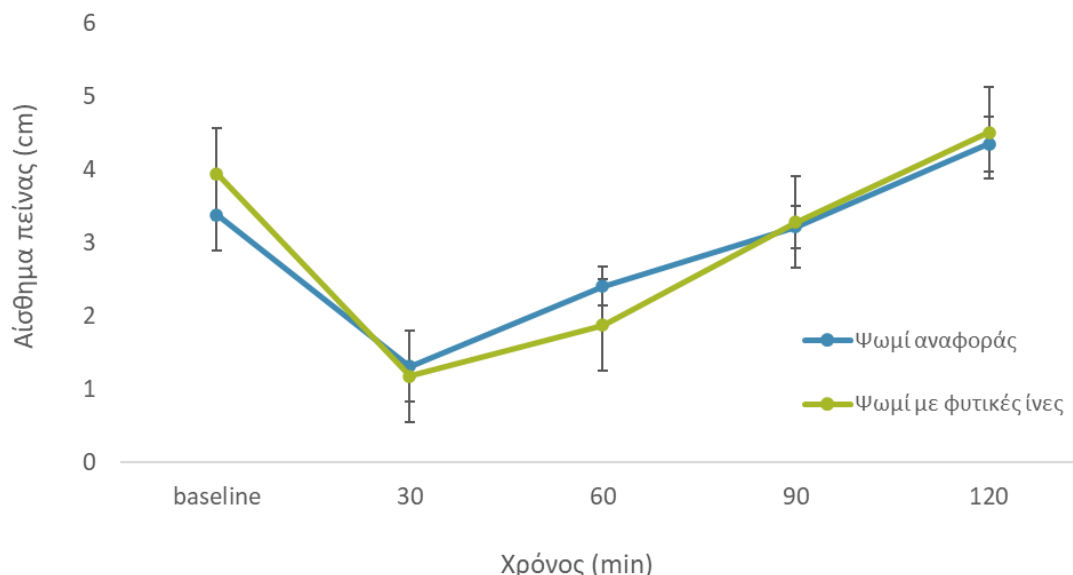
Συνοψίζοντας, ο εμπλουτισμένος σε φυτικές ίνες άρτος προσφέρει περισσότερες εδώδιμες ίνες και πρωτεΐνες, καθιστώντας τον πιο θρεπτική επιλογή, ενώ ο λευκός άρτος διακρίνεται για τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά και την υψηλότερη ποσότητα υδατανθράκων.

5.3. Οπτική αναλογική κλίμακα (VAS)

Η κλίμακα VAS, που συμπληρωνόταν από τους εθελοντές πριν από κάθε κατανάλωση ψωμιού και κάθε 30 λεπτά μετά από κάθε κατανάλωση, περιείχε τρεις διαφορετικές παραμέτρους προς αξιολόγηση: αίσθημα πείνας («Πόσο πεινασμένος/η αισθάνεστε;»), αίσθημα πληρότητας («Πόσο πλήρες αισθάνεστε το στομάχι σας;») και επιθυμία για φαγητό («Πόσο θα μπορούσατε να φάτε αυτή τη στιγμή;»). Η κλίμακα ήταν των 10 cm και οι εθελοντές σημείωναν με μία γραμμή πάνω στην κλίμακα το αίσθημα που ένιωθαν. Για την πείνα το 0 ήταν κανένα αίσθημα πείνας ενώ το 10 μεγάλο αίσθημα πείνας, για την πληρότητα το 0 σήμαινε «δεν νιώθω καθόλου γεμάτο το στομάχι μου» ενώ το 10 «νιώθω

πλήρες το στομάχι μου» και για την επιθυμία για φαγητό το 0 σήμαινε καθόλου επιθυμία και το 10 μεγάλη επιθυμία.

Για το αίσθημα της πείνας, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα:



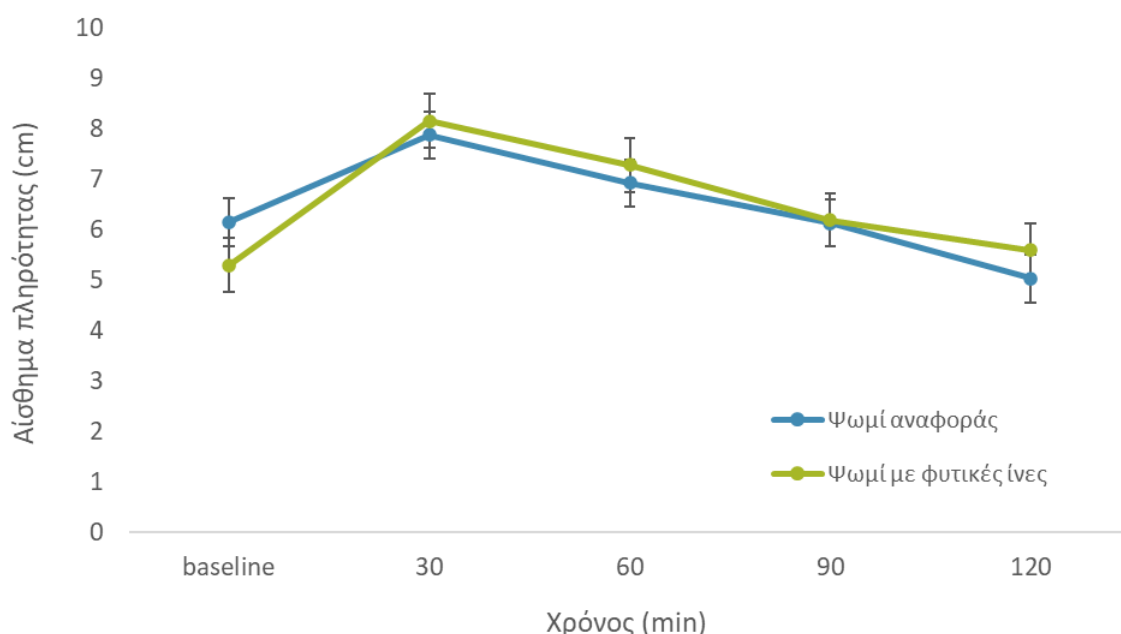
Διάγραμμα 5-1: Αίσθημα πείνας των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας με το τρόφιμο αναφοράς και το εξεταζόμενο ψωμί.

Οι τιμές εκφράζονται ως μέρος όρος $\pm$ SD

Καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας, δεν παρατηρείται σημαντική στατιστική διαφορά στο αίσθημα πείνας μεταξύ του ψωμιού αναφοράς και του ψωμιού εμπλουτισμένου με φυτικές ίνες. Το αρχικό αίσθημα πείνας είναι σχετικά χαμηλό και για τα δύο είδη ψωμιού (3-4 cm, σε κλίμακα 10cm), ενώ και στις δύο περιπτώσεις παρατηρείται μία λογική απότομη μείωση του αισθήματος πείνας. Ωστόσο, μετά από 60 λεπτά, το ψωμί αναφοράς παρουσιάζει ελαφρώς μεγαλύτερη αύξηση του αισθήματος πείνας σε σύγκριση με το εμπλουτισμένο ψωμί. Καθώς περνά η ώρα, οι διαφορές μειώνονται, με τις καμπύλες να συγκλίνουν στα 90 λεπτά, γεγονός που υποδεικνύει παρόμοιο επίπεδο πείνας για τα δύο ψωμιά. Μετά το πέρας της δοκιμής, το αίσθημα πείνας για το ψωμί αναφοράς παραμένει υψηλότερο.

Συνοψίζοντας, το ψωμί με φυτικές ίνες επιβραδύνει ελαφρώς την επιστροφή του αισθήματος πείνας, κυρίως στα 60 λεπτά. Παρά την εξασθένιση της επίδρασης στα 90 λεπτά, το ψωμί αναφοράς οδηγεί τελικά σε υψηλότερο επίπεδο πείνας σε σύγκριση με το εμπλουτισμένο ψωμί.

Για το αίσθημα πληρότητας, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα:



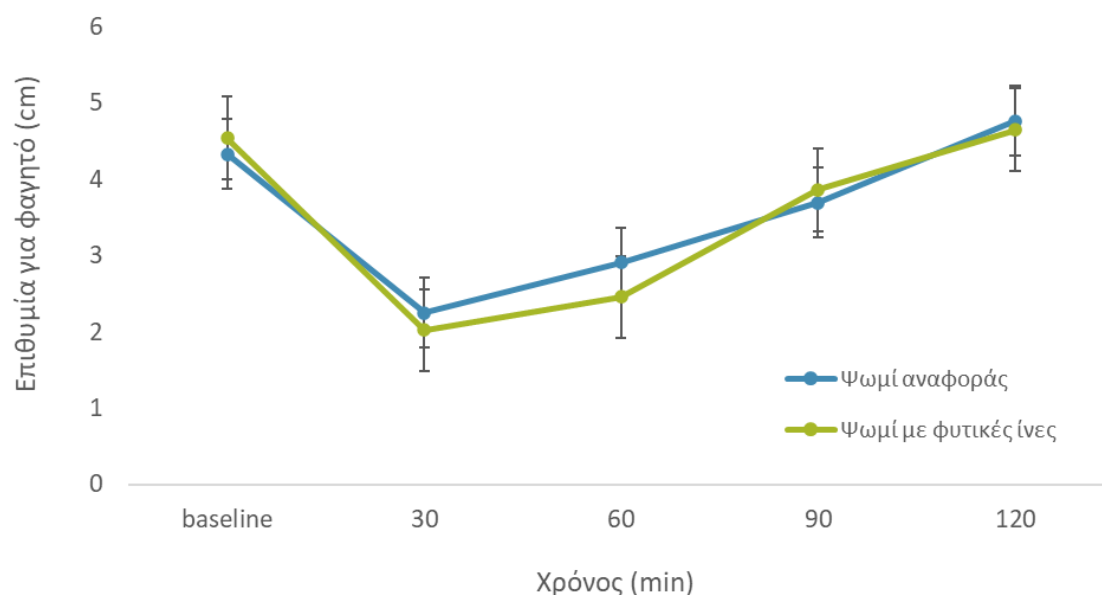
Διάγραμμα 5-2: Πληρότητα των συμμετεχόντων κατά της διάρκειας της δοκιμασίας με το τρόφιμο αναφοράς και το εξεταζόμενο ψωμί.

Οι τιμές εκφράζονται ως μέρος όρος $\pm$ SD

Καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας, δεν παρατηρείται σημαντική στατιστική διαφορά στο αίσθημα πληρότητας μεταξύ του ψωμιού αναφοράς και του ψωμιού εμπλουτισμένου με φυτικές ίνες. Στο αρχικό σημείο (baseline), το αίσθημα πληρότητας είναι μέτριο και για τα δύο ψωμιά με ελαφρώς χαμηλότερη τιμή για το ψωμί με φυτικές ίνες. Μετά από τα 30 λεπτά, σημειώνεται μία λογική απότομη αύξηση της πληρότητας και για τους δύο άρτους, με το ψωμί με φυτικές ίνες να υπερτερεί ελαφρώς. Στη συνέχεια, το αίσθημα πληρότητας μειώνεται και για τα δύο είδη ψωμιού, ενώ στο τέλος της δοκιμασίας, στα 120 λεπτά, ο άρτος με φυτικές ίνες εξακολουθεί να διατηρεί ελαφρώς υψηλότερη τιμή πληρότητας από το τρόφιμο αναφοράς.

Συνοψίζοντας, το ψωμί με φυτικές ίνες φαίνεται να προσφέρει ελαφρώς υψηλότερη πληρότητα σε σύγκριση με το ψωμί αναφοράς, ειδικά στα 30 και 60 λεπτά. Η επίδραση αυτή εξασθενεί με την πάροδο του χρόνου, με τις διαφορές να μειώνονται στα 90 και 120 λεπτά.

Για την επιθυμία για φαγητό, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 5-3: Επιθυμία για φαγητό των συμμετεχόντων κατά της διάρκειας της δοκιμασίας με το τρόφιμο αναφοράς και το εξεταζόμενο ψωμί.

Οι τιμές εκφράζονται ως μέρος όρος $\pm$ SD

Καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας, δεν παρατηρείται σημαντική στατιστική διαφορά στην επιθυμία για φαγητό μεταξύ του ψωμιού αναφοράς και του ψωμιού εμπλουτισμένου με φυτικές ίνες. Ωστόσο, στα 30 λεπτά και έπειτα παρατηρείται μείωση της επιθυμίας για φαγητό και στους δύο άρτους, με το ψωμί με φυτικές είναι να εμφανίζει ελαφρώς χαμηλότερες τιμές σε σχέση με το ψωμί αναφοράς. Αυτές οι διαφορές, αν και είναι μικρές, παραμένουν ορατές. Τέλος, στα 120 λεπτά, η επιθυμία για φαγητό αυξάνεται περαιτέρω, φτάνοντας σε παρόμοια επίπεδα για τα δύο τρόφιμα, γεγονός που δείχνει πως οι διαφορές μεταξύ τους εξαλείφονται στο τέλος της δοκιμής.

Συνοψίζοντας, το ψωμί με φυτικές ίνες φαίνεται να μειώνει ελαφρώς την επιθυμία για φαγητό σε σύγκριση με το ψωμί αναφοράς, κυρίως στα πρώτα 60 λεπτά. Ωστόσο, η διαφορά αυτή σταδιακά μειώνεται και σχεδόν εξαλείφεται στα 90 και 120 λεπτά.

Συμπέρασμα από τα τρία διαγράμματα:

Το εμπλουτισμένο με φυτικές ίνες ψωμί παρουσιάζει οριακά καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με το ψωμί αναφοράς όσον αφορά το αίσθημα της πείνας, την πληρότητα και την επιθυμία για φαγητό. Οι βελτιώσεις αυτές είναι περισσότερο εμφανείς στα πρώτα 60 λεπτά μετά την κατανάλωση, αλλά εξασθενούν σταδιακά με την πάροδο του χρόνου. Παρά την

εξασθένιση των διαφορών στα διάφορα χρονικά στάδια, τα δεδομένα δείχνουν ότι η κατανάλωση ψωμιού με φυτικές ίνες μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση του κορεσμού σε σχέση με το ψωμί αναφοράς.

5.4. Εμβαδόν περιοχής κάτω από την καμπύλη των VAS (iAUC)

Με τον τύπο της iAUC υπολογίστηκε το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη των οπτικών αναλογικών κλιμάκων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5-3: Αποτελέσματα iAUC των VAS

iAUC _{120min}	Άρτος αναφοράς (cm*120min)	Άρτος με φυτικές ίνες (cm*120min)	Ποσοστιαία διαφορά
Αίσθημα πείνας	1.298,3 ± 49,2	1.269,4 ± 58,1	2,2%
Αίσθημα πληρότητας	3.182,6 ± 47,1	3.250,2 ± 44,9	-2,2%
Επιθυμία για φαγητό	1.608,3 ± 40,7	1.551,8 ± 49,5	3,5%

Οι τιμές εκφράζονται ως ο μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα (MO ± SEM)

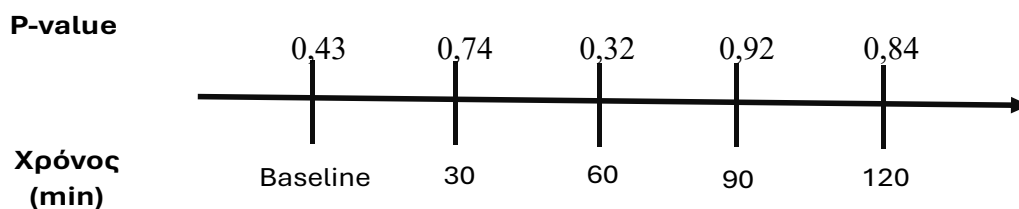
Από τα iAUC_{120min} των οπτικών αναλογικών κλιμάκων παρατηρήθηκε ότι στο αίσθημα της πείνας το εμβαδόν δεν ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικό μεταξύ των δύο άρτων, με το ψωμί αναφοράς να παρουσιάζει αύξηση κατά 2,2%.

Στα ίδια περίπου ποσοστά κυμαίνεται και το αίσθημα πληρότητας, όπου για τον άρτο αναφοράς το εμβαδόν ήταν μειωμένο κατά 2,2%. Τέλος, και στην επιθυμία για φαγητό, η διαφορά στο εμβαδόν δεν ήταν στατιστικά σημαντική, με το εμβαδόν του τροφίμου αναφοράς να παρουσιάζει αύξηση κατά 3,5%.

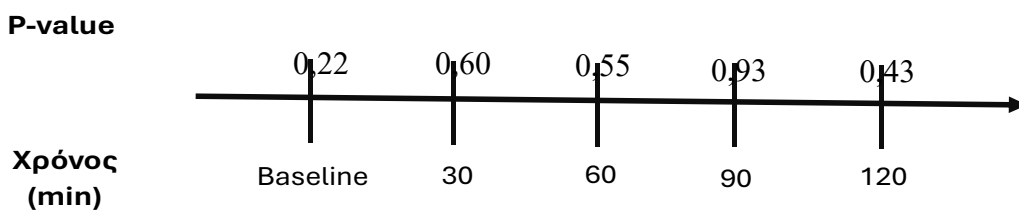
Αποτελέσματα T-test:

Από τον έλεγχο t των δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες ίσες διακυμάνσεις, που πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά για το αρχικό (baseline) και κάθε χρονικό σημείο (time point) της δοκιμασίας, παρουσιάζονται τα εξής αποτελέσματα:

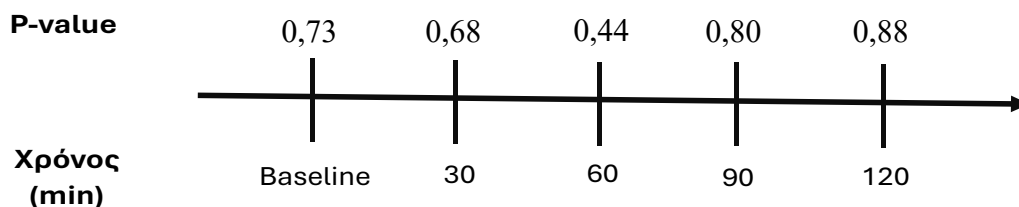
1. Αίσθημα πείνας



2. Αίσθημα πληρότητας



3. Επιθυμία για φαγητό



Από τα αποτελέσματα του p-value ($>0,05$) παρατηρείται και επιβεβαιώνεται ότι καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του τροφίμου αναφοράς και του άρτου εμπλουτισμένου με φυτικές ίνες, για καμία από τις τρεις μεταβλητές.

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη είχε ως στόχο να διερευνήσει την επίδραση της κατανάλωσης άρτου εμπλουτισμένου σε φυτικές ίνες στο αίσθημα πείνας και κορεσμού σε υγιείς ενήλικες. Παρόλο που τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις μετρήσεις, ορισμένα ενδιαφέροντα ευρήματα αναδεικνύουν τη σημασία της σύστασης του άρτου στην επίδραση στο αίσθημα κορεσμού και πείνας.

Τα δεδομένα από την οπτική αναλογική κλίμακα (VAS) έδειξαν μικρές διαφορές στο αίσθημα πείνας και κορεσμού μεταξύ του άρτου εμπλουτισμένου με φυτικές ίνες και του συμβατικού άρτου, κυρίως στις χρονικές στιγμές 30 και 60 λεπτά μετά την κατανάλωση. Συγκεκριμένα, ο εμπλουτισμένος άρτος φάνηκε να προκαλεί μεγαλύτερη μείωση στο αίσθημα πείνας και πιο παρατεταμένο αίσθημα κορεσμού, υποδεικνύοντας ότι οι φυτικές ίνες μπορεί να επιβραδύνουν τη γαστρική κένωση και να επηρεάζουν τις ορμονικές αποκρίσεις, όπως η έκκριση GLP-1 και πεπτιδίου YY. Ωστόσο, στις χρονικές στιγμές των 120 λεπτών, οι διαφορές μεταξύ των δύο τύπων άρτου μειώθηκαν, πιθανόν λόγω της εξομοίωσης της γαστρικής εκκένωσης ή άλλων φυσιολογικών μηχανισμών που αναλαμβάνουν τον έλεγχο της πείνας. Αυτό το εύρημα είναι σύμφωνο με προηγούμενες μελέτες που δείχνουν ότι η επίδραση των διαιτητικών ινών στο κορεσμό είναι περισσότερο εμφανής στο αρχικό στάδιο μετά την κατανάλωση (Rakha et al., 2022).

Γενικότερα, τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες (Rakha et al., 2022), οι οποίες έχουν τεκμηριώσει ότι οι φυτικές ίνες, και ιδιαίτερα οι διαλυτές, επηρεάζουν θετικά την πληρότητα και μειώνουν την όρεξη.

Η ανάλυση της σύστασης των δύο τύπων άρτου έδειξε διαφορές όχι μόνο στην περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες αλλά και στα υπόλοιπα μακροθρεπτικά συστατικά, όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες και τα λίπη. Οι πρωτεΐνες έχουν αποδειχθεί ότι παίζουν κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση του κορεσμού μέσω της αύξησης της θερμογένεσης και της διέγερσης της έκκρισης ορμονών όπως η CCK και το GLP-1 (Paddon-Jones et al., 2008). Παρόλο που ο εμπλουτισμένος άρτος περιείχε ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα πρωτεϊνών, οι διαφορές αυτές δεν φαίνεται να επηρέασαν σημαντικά τα συνολικά αποτελέσματα. Ο εμπλουτισμένος άρτος είχε χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες κατά 15gr σε σύγκριση με τον

λευκό άρτο. Αυτή η διαφορά μπορεί να επηρεάσει ελαφρώς την αντίληψη κορεσμού, αν και δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην αίσθηση πείνας και κορεσμού που να αποδίδονται αποκλειστικά σε αυτό. Τέλος, ο εμπλουτισμένος άρτος παρουσίασε αυξημένη περιεκτικότητα σε συνολικά λίπη σε σύγκριση με τον λευκό άρτο, χωρίς ωστόσο να παρατηρηθεί αύξηση στα κορεσμένα λιπαρά. Ωστόσο, τα λιπαρά, δεν φαίνεται να επηρεάζουν το αίσθημα κορεσμού σε σχέση με τις πρωτεΐνες ή τους υδατάνθρακες (Reid & Hetherington, 1997).

Συνοψίζοντας, η μελέτη έδειξε ότι ο εμπλουτισμένος άρτος με φυτικές ίνες έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει θετικά το αίσθημα πείνας και κορεσμού, αν και οι διαφορές σε σύγκριση με τον συμβατικό άρτο δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Η ένταξη και άλλων μακροθρεπτικών συστατικών στη συζήτηση ανέδειξε τη σημασία της συνολικής σύστασης του τροφίμου στη διατροφική του επίδραση. Μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να επικεντρωθούν σε μεγαλύτερης διάρκειας μελέτες για την καταγραφή μακροπρόθεσμων επιδράσεων, πειραματικούς σχεδιασμούς που να εξετάζουν διαφορετικά επίπεδα εμπλουτισμού σε φυτικές ίνες και σε διερεύνηση της επίδρασης της σύστασης του άρτου σε διαφορετικές δημογραφικές ομάδες.

Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για την ανάπτυξη πιο στοχευμένων και εξατομικευμένων διατροφικών παρεμβάσεων.

Συμπεράσματα

Η κατανάλωση εμπλουτισμένου σε φυτικές ίνες άρτου παρουσιάζει σημαντικά οφέλη στη ρύθμιση της όρεξης και της γαστρεντερικής υγείας. Συγκεκριμένα, συμβάλλει στην αύξηση του αισθήματος κορεσμού, με ιδιαίτερη έμφαση στα πρώτα 60 λεπτά μετά την κατανάλωση, ενώ παράλληλα μειώνει το αίσθημα πείνας σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τον λευκό άρτο.

Οι φυτικές ίνες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση της γαστρεντερικής λειτουργίας, καθώς και στη ρύθμιση της μεταγευματικής γλυκόζης, γεγονός που τις καθιστά σημαντικό διατροφικό σύμμαχο στην προαγωγή της υγείας. Επιπλέον, η σύσταση του εμπλουτισμένου άρτου σε μακροθρεπτικά συστατικά επηρεάζει θετικά τη διαχείριση της πείνας, προσφέροντας μια πιο ισορροπημένη ενεργειακή πρόσληψη.

Τέλος, η ενσωμάτωση τροφίμων πλούσιων σε φυτικές ίνες στη διατροφή μπορεί να συνεισφέρει αποτελεσματικά στη διαχείριση του σωματικού βάρους και στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων νοσημάτων, υπογραμμίζοντας τη σημασία της επιλογής εμπλουτισμένων προϊόντων στη σύγχρονη διατροφή.

Περιορισμοί της έρευνας

Παρά τα θετικά αποτελέσματα, η παρούσα μελέτη έχει ορισμένους περιορισμούς που ενδέχεται να επηρέασαν την ερμηνεία των ευρημάτων. Ένας βασικός περιορισμός είναι το μικρό δείγμα των συμμετεχόντων ($n=30$), το οποίο μειώνει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, η άνιση αναλογία φύλων μπορεί να έχει επηρεάσει την αξιολόγηση των δεδομένων, καθώς παράγοντες όπως ο μεταβολισμός και οι διατροφικές συνήθειες διαφέρουν μεταξύ ανδρών και γυναικών.

Η μελέτη εστιάστηκε αποκλειστικά σε υγιείς ενήλικες, χωρίς να εξεταστεί η επίδραση του εμπλουτισμένου άρτου σε πληθυσμούς με μεταβολικά ή γαστρεντερικά νοσήματα, όπως ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2. Επιπλέον, η σύγκριση περιορίστηκε σε έναν συγκεκριμένο τύπο εμπλουτισμένου άρτου, γεγονός που δεν επιτρέπει τη γενίκευση των ευρημάτων σε άλλα εμπλουτισμένα προϊόντα. Ο περιορισμός αυτός υποδηλώνει την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σε διαφορετικά είδη φυτικών ινών και επίπεδα εμπλουτισμού.

Ένας ακόμα περιορισμός αφορά τη διάρκεια των μετρήσεων, η οποία δεν επέτρεψε την εκτίμηση των μακροχρόνιων επιδράσεων του εμπλουτισμένου άρτου στη ρύθμιση της όρεξης. Επίσης, η διαφοροποίηση στην αντίληψη του κορεσμού μεταξύ των συμμετεχόντων ενδέχεται να επηρέασε τα αποτελέσματα, ενώ η εμφανής διαφορά στην όψη του εμπλουτισμένου και του λευκού άρτου θα μπορούσε να έχει δημιουργήσει προκαταλήψεις στις απαντήσεις τους.

Τέλος, τα στατιστικά μη σημαντικά αποτελέσματα υποδηλώνουν είτε ότι η επίδραση του εμπλουτισμένου άρτου δεν είναι τόσο έντονη είτε ότι απαιτείται μεγαλύτερο δείγμα για την εξαγωγή πιο αξιόπιστων συμπερασμάτων.

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Για μελλοντική έρευνα, προτείνεται η διεξαγωγή μελετών με μεγαλύτερο και πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα πληθυσμού, ώστε να ενισχυθεί η αξιοπιστία και η γενίκευση των ευρημάτων. Επιπλέον, η εξισορρόπηση της αναλογίας φύλων θα μπορούσε να συμβάλει στην καλύτερη διερεύνηση πιθανών διαφορών μεταξύ ανδρών και γυναικών στη φυσιολογική απόκριση στα εμπλουτισμένα τρόφιμα.

Ένας σημαντικός τομέας περαιτέρω διερεύνησης αφορά τη μακροχρόνια κατανάλωση εμπλουτισμένων τροφίμων και τις επιπτώσεις τους στη συνολική διατροφική συμπεριφορά, τον κορεσμό και τη διαχείριση βάρους. Η μεγαλύτερη διάρκεια των μελετών θα επέτρεπε την εξέταση των μακροπρόθεσμων επιδράσεων.

Επιπλέον, η μελέτη των διατροφικών συνηθειών των συμμετεχόντων πριν και κατά τη διάρκεια της έρευνας θα μπορούσε να βελτιώσει την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, καθώς οι προϋπάρχουσες διατροφικές επιλογές ενδέχεται να επηρεάζουν την απόκριση στα εξεταζόμενα τρόφιμα. Παράλληλα, η διερεύνηση της ψυχολογικής διάστασης της διατροφής, όπως η υποκειμενική αντίληψη του κορεσμού και η επίδραση της όψης του τροφίμου στις προσδοκίες των καταναλωτών, θα μπορούσε να ενισχύσει την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την πρόσληψη τροφής.

Ιδιαίτερη σημασία έχει επίσης η μελέτη της επίδρασης διαφορετικών τύπων φυτικών ινών στον κορεσμό, τη ρύθμιση της όρεξης και τη μεταβολική απόκριση. Δεδομένου ότι οι φυτικές ίνες διαφέρουν ως προς τη δομή, τη διαλυτότητα και τη ζυμωσιμότητά τους, η συγκριτική μελέτη διαλυτών και αδιάλυτων φυτικών ινών θα μπορούσε να συμβάλει στον σχεδιασμό πιο αποτελεσματικών διατροφικών παρεμβάσεων.

Όσον αφορά τη διαιτητική πρακτική, τα ευρήματα αυτών των μελετών μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση των διατροφικών συστάσεων και τη δημιουργία λειτουργικών τροφίμων που προάγουν τον κορεσμό και συμβάλλουν στη διαχείριση του σωματικού βάρους. Η ένταξη εμπλουτισμένων προϊόντων σε εκπαιδευτικά προγράμματα διατροφής θα μπορούσε επίσης να αυξήσει την ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τη σημασία των φυτικών ινών στη διατροφή.

Τέλος, μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επεκταθούν σε διαφορετικές ομάδες πληθυσμού, συμπεριλαμβανομένων ατόμων με μεταβολικές διαταραχές, ώστε να διερευνηθούν οι πιθανές επιδράσεις των φυτικών ινών σε πληθυσμούς με ιδιαίτερες διατροφικές ανάγκες. Η περαιτέρω μελέτη των μηχανισμών μέσω των οποίων διαφορετικοί τύποι φυτικών ινών επηρεάζουν τη ρύθμιση της όρεξης, την εντερική μικροχλωρίδα και τον μεταβολισμό θα μπορούσε να οδηγήσει σε πιο στοχευμένες στρατηγικές για τη βελτίωση της υγείας μέσω της διατροφής.

Βιβλιογραφία

- Alahmari, L. A. (2024). Dietary fiber influence on overall health, with an emphasis on CVD, diabetes, obesity, colon cancer, and inflammation. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1510564. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1510564>
- American Dietetic Association. (2008). Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(10), 1716–1731. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.08.007>
- Arranz-Otaegui, A., Gonzalez Carretero, L., Ramsey, M. N., Fuller, D. Q., & Richter, T. (2018). Archaeobotanical evidence reveals the origins of bread 14,400 years ago in northeastern Jordan. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(31), 7925–7930. <https://doi.org/10.1073/pnas.1801071115>
- Azlan, A., Ebadi, S., Mohd Yusof, B. N., Othman, N. M. H., Kannar, D., Sultana, S., & Mahmood, Z. (2022). Satiety, glycemic profiles, total antioxidant capacity, and postprandial glycemic responses to different sugars in healthy Malaysian adults. *Nutrition*, 97, 111551. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111551>
- Barakat, G. M., Ramadan, W., Assi, G., & El Khoury, N. B. (2024). Satiety: A gut-brain relationship. *The Journal of Physiological Sciences*, 74(11). <https://doi.org/10.1186/s12576-024-00904-9>
- Carocho, M., Morales, P., Ciudad-Mulero, M., Fernández-Ruiz, V., Ferreira, E., Heleno, S., Rodrigues, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2020). Comparison of different bread types: Chemical and physical parameters. *Food Chemistry*, 310, 125954. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125954>
- Chambers, L., McCrickerd, K., & Yeomans, M. R. (2015). Optimising foods for satiety. *Trends in Food Science & Technology*, 41, 149–160. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.10.007>
- Chick, H. (1958). Wheat and bread: A historical introduction. *Proceedings of the Nutrition Society*, 17(1), 1–7. <https://doi.org/10.1079/PNS19580003>

- Chick, H., & Hume, M. (1917). The distribution in wheat, rice and maize grains of the substance, the deficiency of which in a diet causes polyneuritis in birds and beri-beri in man. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 89(619), 26-50.
- Collatuzzo, G., Cortez Lainez, J., Pelucchi, C., Negri, E., Bonzi, R., Palli, D., Ferraroni, M., Zhang, Z.-F., Yu, G.-P., Lunet, N., Morais, S., López-Carrillo, L., Zaridze, D., Maximovitch, D., Guevara, M., Santos-Sanchez, V., Vioque, J., Garcia de la Hera, M., Ward, M. H., Malekzadeh, R., Pakseresht, M., Hernández-Ramírez, R. U., Turati, F., Rabkin, C. S., Liao, L. M., Sinha, R., López-Cervantes, M., Tsugane, S., Hidaka, A., Camargo, M. C., Curado, M. P., Zubair, N., Kristjansson, D., Shah, S., La Vecchia, C., & Boffetta, P. (2024). The association between dietary fiber intake and gastric cancer: A pooled analysis of 11 case–control studies. *European Journal of Nutrition*, 63(6), 1857–1865. <https://doi.org/10.1007/s00394-024->
- European Parliament (2006) Regulation (EC) No. 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. *Official Journal of the European Union vol. 404, 9. soluble dietary fiber, SDFS: Low-molecular-weight soluble dietary fiber*) (Watanabe, S.,2024).
- Gao, J., Wang, Y., Dong, Z., & Zhou, W. (2018). Structural and mechanical characteristics of bread and their impact on oral processing: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(4), 858–872. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13671>
- Giuntini, E.B., Sardá, F.A.H., & de Menezes, E.W. (2022). The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *Foods*, 11(3934). <https://doi.org/10.3390/foods11233934>
- Hamid, N., Malik, M. O., Hajira, B., Shah, I., & Azhar, M. (2024). Food temperature altered macronutrients induced changes in satiety hormones; glucagon-like peptide-1 and cholecystokinin and their correlation with subjective satiety. *Journal of Family and Community Medicine*, 31(3), 237–243. https://doi.org/10.4103/jfcm.jfcm_356_23

- Hu, J., Wang, J., Li, Y., Xue, K., & Kan, J. (2023). Use of dietary fibers in reducing the risk of several cancer types: An umbrella review. *Nutrients*, 15(2545). <https://doi.org/10.3390/nu15112545>
- Ignot-Gutiérrez, A., Serena-Romero, G., Guajardo-Flores, D., Alvarado-Olivarez, M., Martínez, A. J., & Cruz-Huerta, E. (2024). Proteins and peptides from food sources with effect on satiety and their role as anti-obesity agents: A narrative review. *Nutrients*, 16(3560). <https://doi.org/10.3390/nu16203560>
- Jenkins, D. J. A., & Willett, W. C. (2024). Perspective on the health value of carbohydrate-rich foods: Glycemic index and load; fiber and whole grains. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 120(3), 468–470. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.07.004>
- Pérez-Jiménez J. (2024). Dietary fiber: Still alive. *Food chemistry*, 439, 138076. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138076>
- Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kühne, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M., & Gellynck, X. (2008). Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 243–257. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.01.003>
- Li, M., & Ma, S. (2024). A review of healthy role of dietary fiber in modulating chronic diseases. *Food Research International*, 191, 114682. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114682>
- Lin, S. (2022). Dietary fiber in bakery products: Source, processing, and function. *Advances in Food and Nutrition Research*, 99, 37–100. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2021.12.001>
- Markiewicz-Żukowska, R., Moskwa, J., Gromkowska-Kępka, K., Laskowska, E., Soroczyńska, J., Tomczuk, J., & Borawska, M. H. (2016). Bakery products as a source of total dietary fibre in young adults. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 67(2), 131–136.

- Munteanu, C., & Schwartz, B. (2024). Interactions between dietary antioxidants, dietary fiber and the gut microbiome: Their putative role in inflammation and cancer. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(8250). <https://doi.org/10.3390/ijms25158250>
- Delzenne, N. M., Olivares, M., Neyrinck, A. M., Beaumont, M., Kjølbæk, L., Larsen, T. M., Benítez-Páez, A., Romani-Pérez, M., Garcia-Campayo, V., Bosscher, D., Sanz, Y., & van der Kamp, J.-W. (2020). Nutritional interest of dietary fiber and prebiotics in obesity: Lessons from the MyNewGut consortium. *Clinical Nutrition*, 39(2), 414–424. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.03.002>
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: A pooled analysis of 1108 population-
- Njike, V. Y., Smith, T. M., Shuval, O., Shuval, K., Edshteyn, I., Kalantari, V., & Yaroch, A. L. (2016). Snack Food, Satiety, and Weight. *Advances in Nutrition*, 7(6), 866–878. <https://doi.org/10.3945/an.115.009340>
- Ötles, S., & Ozgoz, S. (2014). *Health effects of dietary fiber*. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, 13(2), 191–202.
- Paddon-Jones, D., Westman, E., Mattes, R. D., Wolfe, R. R., Astrup, A., & Westerterp-Plantenga, M. (2008). Protein, weight management, and satiety. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87(Suppl), 1558S–1561S.
- Rakha, A., Mehak, F., Shabbir, M. A., Arslan, M., Ranjha, M. M. A. N., Ahmed, W., Socol, C. T., Rusu, A. V., Hassoun, A., & Aadil, R. M. (2022). Insights into the constellating drivers of satiety impacting dietary patterns and lifestyle. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1002619. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1002619>
- Ramezani, F., Pourghazi, F., Eslami, M., Gholami, M., Khonsari, N. M., Ejtahed, H.-S., Larijani, B., & Qorbani, M. (2024). Dietary fiber intake and all-cause and cause-specific mortality: An updated systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Clinical Nutrition*, 43(2024), 65–83. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.11.005>

- Reddy, B. S. (1999). Role of dietary fiber in colon cancer: An overview. *The American Journal of Medicine*, 106(1A), 16S–19S. [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(98\)00341-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(98)00341-6)
- Reid, M., & Hetherington, M. (1997). Relative effects of carbohydrates and protein on satiety: A review of methodology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 21(3), 295-308. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(96\)00024-3](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(96)00024-3)
- Reynolds, A. N., Akerman, A. P., & Mann, J. (2020). Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. *PLoS medicine*, 17(3), e1003053. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003053>
- Ribet, L., Kassis, A., Jacquier, E., Monnet, C., Durand-Dubief, M., & Bosco, N. (2024). The nutritional contribution and relationship with health of bread consumption: a narrative review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–28. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2428593>
- Rolls, B. J., Hetherington, M., & Burley, V. J. (1988). The specificity of satiety: The influence of foods of different macronutrient content on the development of satiety. *Physiology & Behavior*, 43(2), 145-153. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(88\)90230-2](https://doi.org/10.1016/0031-9384(88)90230-2)
- Schulze, M. B., Liu, S., Rimm, E. B., Manson, J. E., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2004). Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(2), 348–356.
- Silva, F. M., Kramer, C. K., de Almeida, J. C., Steemburgo, T., Gross, J. L., & Azevedo, M. J. (2013). Fiber intake and glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition reviews*, 71(12), 790–801. <https://doi.org/10.1111/nure.12076>
- Slavin, J. L. (2005). Dietary fiber and body weight. *Nutrition*, 21(3), 411–418. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.08.018>

- Slavin, J., & Green, H. (2007). Dietary fibre and satiety. *Nutrition Bulletin*, 32(suppl 1), 32–42. DOI: 10.1111/j.1467-3010.2007.00603.x
- Stephen, A. M., Champ, M. M.-J., Cloran, S. J., et al. (2017). Dietary fibre in Europe: Current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition Research Reviews*, 30(2), 149–190. <https://doi.org/10.1017/S095442241700004X>
- Stevenson, R. J., & Boutelle, K. (2024). Hunger, satiety, and their vulnerabilities. *Nutrients*, 16(17), 3013. <https://doi.org/10.3390/nu16173013>
- Suresh, A., et al. (2024). Dietary fiber: An unmatched food component for sustainable health. *Food and Agricultural Immunology*, 35(1), 2384420. <https://doi.org/10.1080/09540105.2024.2384420>
- Thompson, H. J. (2021). The Dietary Guidelines for Americans (2020–2025): Pulses, dietary fiber, and chronic disease risk—A call for clarity and action. *Nutrients*, 13(11), 4034. <https://doi.org/10.3390/nu13114034>
- Tremblay, Angelo & Bellisle, France. (2015). Nutrients, satiety, and control of energy intake. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 40. 971-979. 10.1139/apnm-2014-0549.
- Turner, N. D., & Lupton, J. R. (2011). Dietary fiber. *Advances in Nutrition*, 2(2), 151–152. <https://doi.org/10.3945/an.110.000281>
- Veronese, N., Solmi, M., Caruso, M. G., et al. (2018). Dietary fiber and health outcomes: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *American Journal of Clinical Nutrition*, 107(3), 436–444. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqx082>
- Watanabe, S. (2024). Dietary Fiber: Composition and Health Effects by Microbiota. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.115113
- Wu, S., Jia, W., He, H., Yin, J., Xu, H., He, C., Zhang, Q., Peng, Y., & Cheng, R. (2023). A new dietary fiber can enhance satiety and reduce postprandial blood glucose in

healthy adults: A randomized cross-over trial. *Nutrients*, 15, 4569.
<https://doi.org/10.3390/nu15214569>

Zademohammadi, F., Sasanfar, B., Toorang, F., Mozafarinia, M., Salehi-Abargouei, A., &
Zendehdel, K. (2024). Dietary soluble, insoluble, and total fiber intake and their
dietary sources in association with breast cancer. *BMC Public Health*, 24(2560).
<https://doi.org/10.1186/s12889-024-19861-4>

Zhang, X., He, F., Li, J., Chen, R., Li, X., Li, L., Liu, F., Wang, S., & Wei, W. (2024). Plant-
based dietary patterns and risk of esophageal cancer: A prospective cohort study
spanning 17 years. *Chinese Journal of Cancer Research*, 36(1), 36–45.
<https://doi.org/10.21147/j.issn.1000-9604.2024.01.04>

Παράρτημα: Ερωτηματολόγια

Α. Ερωτηματολόγιο ανθρωπομετρικών και δημογραφικών χαρακτηριστικών

Δημογραφικά χαρακτηριστικά	
Ημερομηνία:	
Όνοματεπώνυμο:	
Φύλο	☐ ♂ ☐ ♀
Ημερομηνία γέννησης:	
Τηλέφωνο επικοινωνίας:	
E-mail:	
Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά	
Σωματικό βάρος (kg):	
Ύψος (cm):	
Περιφέρεια μέσης (cm):	
Περιφέρεια ισχίου (cm):	

Σημειώσεις: _____

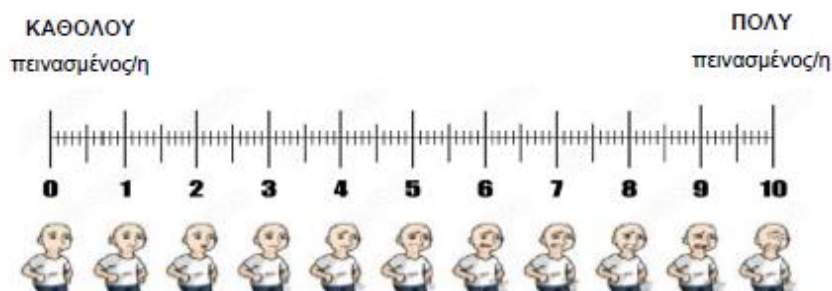
Β. Ερωτηματολόγιο ιατρικού ιστορικού και φαρμακευτικής αγωγής

ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ			
Έχετε κάποια από τις παρακάτω παθήσεις;			
Σαχαρώδης διαβήτης	NAI	OXI	
Αρτηριακή υπέρταση	NAI	OXI	
Δυσλιπιδαιμία	NAI	OXI	
Καρδιαγγειακή νόσος	NAI	OXI	
Ιδιοπαθή φλεγμονώδη νοσήματα (Νόσος Chron, Ελκώδης Κολίτιδα)	NAI	OXI	
Νεφρική νόσος	NAI	OXI	
Ηπατική νόσος	NAI	OXI	
Αυτοάνοσα νοσήματα (λύκος, ρευματοειδής αρθρίτιδα κ.ά.)	NAI	OXI	
Θυρεοειδική νόσος (υπο, υπερ, θυρεοειδίτιδα)	NAI	OXI	
Καρκίνος	NAI	OXI	
Άλλο			
Έχετε κάποια δυσανεξία;			
Κοιλιοκάκη (γλουτένη)		Λακτόζη	
NAI	OXI	NAI	OXI
Καταναλώνετε αλκοόλ;			
NAI		OXI	
Ποσότητα (ποτήρια 250ml)			
Συχνότητα (μέρα/εβδομάδα/μήνα)			
Καπνίζετε;			
NAI		OXI	
Λαμβάνετε κάποια φαρμακευτική αγωγή;			
NAI		OXI	
Έχετε κάνει κάποια χειρουργική επέμβαση;			
NAI		OXI	

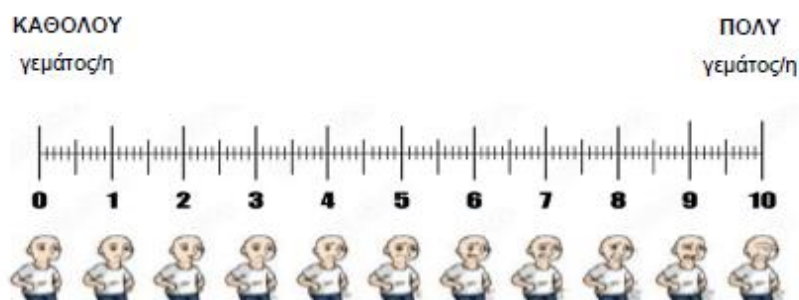
Σημειώσεις: _____

Γ. Ερωτηματολόγιο Οπτικής Αναλογικής κλίμακας (VAS – Visual Analogue Scale)

1. Πόσο ΠΕΙΝΑΣΜΕΝΟΣ/Η αισθάνεστε; (Αίσθημα ανάγκης ή επιθυμίας για φαγητό)



2. Πόσο ΠΛΗΡΕΣ αισθάνεστε το στομάχι αυτή ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ; (Αίσθημα κορεσμού)



3. Πόσο θα μπορούσατε να φάτε ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;

