



**ΕΛΛΗΝΙΚΟ
ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

«ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ»

Διπλωματική Εργασία

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΖΥΜΩΜΕΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ ΤΟΝ
ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟ ΑΛΛΕΡΓΙΚΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΝΗΛΙΚΕΣ: ΑΝΑΛΥΣΗ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ PIMENTO ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ 3FQ**

ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ ΦΕΒΡΩΝΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΜΑΓΡΙΠΛΗ ΕΜΜΑΝΟΥΕΛΑ

ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Αντωνιάδου Φεβρωνίας που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΖΥΜΩΜΕΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΜΕ
ΤΟΝ ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟ ΑΛΛΕΡΓΙΚΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΝΗΛΙΚΕΣ:
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ PIMENTO ΜΕ ΤΗ
ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ 3FQ**

Αντωνιάδου Φεβρωνία

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Μαγριπλή Εμμανουέλα

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Διατροφικής Επιδημιολογίας και Δημόσιας Υγείας

Εργαστήριο Διαιτολογίας και Ποιότητας Ζωής

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του
Ανθρώπου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Επισκέπτρια Καθηγήτρια

Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας

Τμήμα Ιατρικής

Πανεπιστήμιο Πατρών

Συνεπιβλέπων Καθηγητής:

Βανταράκης Απόστολος

Καθηγητής Υγιεινής

Εργαστήριο Υγιεινής

Τμήμα Ιατρικής

Σχολή Επιστημών Υγείας

Πανεπιστήμιο Πατρών

Πάτρα, Ιούνιος 2026

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς την επιβλέπουσα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Εμμανουέλα Μαγριπλή, για την ουσιαστική επιστημονική καθοδήγηση, τις εποικοδομητικές υποδείξεις, την προθυμία της να προσφέρει πολύτιμες συμβουλές και τη διαρκή στήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική για την ολοκλήρωσή της, ενώ η συνεργασία μαζί της συνέβαλε σημαντικά στην εμβάθυνση των γνώσεών μου και στην ανάπτυξη της ερευνητικής μου σκέψης.

Θερμές ευχαριστίες απευθύνω επίσης στον συνεπιβλέποντα Καθηγητή, κ. Απόστολο Βανταράκη, για το ενδιαφέρον του, τις πολύτιμες παρατηρήσεις του και τη συμβολή του στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης θερμά τον κ. Χρήστο Παφίλα για τις πολύτιμες συμβουλές, τις εύστοχες παρατηρήσεις και τη συμβολή του στη βελτίωση της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην οικογένειά μου, η οποία στάθηκε δίπλα μου με αγάπη, υπομονή και αδιάκοπη στήριξη σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Η εμπιστοσύνη και η ενθάρρυνσή της αποτέλεσαν για εμένα πολύτιμη πηγή δύναμης και κινήτρου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή:	Τα ζυμωμένα τρόφιμα αποτελούν σημαντικό μέρος της ανθρώπινης διατροφής και έχουν συσχετιστεί με ευεργετικές επιδράσεις στο μικροβίωμα του εντέρου και στη ρύθμιση της ανοσολογικής απόκρισης. Ωστόσο, τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με τη σχέση τους με τα αλλεργικά νοσήματα παραμένουν περιορισμένα και αντικρουόμενα.
Σκοπός:	Η παρούσα μελέτη διερεύνησε τη συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και του αυτοαναφερόμενου επιπολασμού τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών σε ενήλικο ευρωπαϊκό πληθυσμό, μέσω δευτερογενούς ανάλυσης δεδομένων της μελέτης PIMENTO με τη χρήση του επικυρωμένου ερωτηματολογίου Συχνότητας Κατανάλωσης Ζυμωμένων Τροφίμων (3FQ).
Μέθοδος:	Πραγματοποιήθηκε συγχρονική παρατηρητική μελέτη συσχέτισης με βάση δεδομένα 10.310 ενηλίκων συμμετεχόντων της μελέτης PIMENTO από 53 ευρωπαϊκές χώρες. Στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν συμμετέχοντες με πλήρη δεδομένα για τις υπό μελέτη μεταβλητές. Η κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων και ροφημάτων αξιολογήθηκε με τη χρήση του ερωτηματολογίου 3FQ, ενώ η παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών καταγράφηκε βάσει αυτοαναφοράς. Οι συσχετίσεις διερευνήθηκαν μέσω υπολογισμού προσαρμοσμένων λόγων επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratios, aPR), μετά από προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες.
Αποτελέσματα:	Το 15,7% των συμμετεχόντων ανέφερε παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Η κατανάλωση ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών (aPR=0,553, $p<0,001$), όπως και η κατανάλωση ζυμωμένων δημητριακών (aPR=0,577, $p<0,001$), σοκολάτας (aPR=0,798, $p=0,011$) και καφέ (aPR=0,865, $p=0,014$). Αντίθετα, υψηλότερος επιπολασμός παρατηρήθηκε στους καταναλωτές ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών (aPR=1,124, $p=0,025$), ξιδιού (aPR=1,111, $p=0,049$) και εναλλακτικών φυτικών

	προϊόντων κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based) (aPR=1,620, $p<0,001$). Οι περισσότερες υπόλοιπες κατηγορίες ζυμωμένων τροφίμων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μετά την προσαρμογή για συγχυτικούς παράγοντες.
Συμπεράσματα:	Η κατανάλωση ορισμένων κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων, κυρίως των ζυμωμένων γαλακτοκομικών και των ζυμωμένων δημητριακών, συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών, ενώ η κατανάλωση εναλλακτικών φυτικών προϊόντων κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based) συσχετίστηκε με υψηλότερο επιπολασμό. Ωστόσο, λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της μελέτης, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή αιτιολογικών συμπερασμάτων και δεν μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο αντίστροφης αιτιότητας. Απαιτούνται προοπτικές επιδημιολογικές μελέτες και κλινικές δοκιμές για την περαιτέρω διερεύνηση του ρόλου των ζυμωμένων τροφίμων στην πρόληψη και διαχείριση των αλλεργικών νοσημάτων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Ζύμωση, ζυμωμένα τρόφιμα, τροφική αλλεργία, τροφική δυσανεξία, μικροβίωμα εντέρου, Ερωτηματολόγιο Συχνότητας Κατανάλωσης Ζυμωμένων Τροφίμων (3FQ), μελέτη PIMENTO.

Association Between Fermented Food Consumption and the Prevalence of Allergic Diseases Among Adults: A Secondary Analysis of Data from the PIMENTO Study Using the Fermented Food Frequency Questionnaire, (3FQ).

Antoniadou Fevronia

ABSTRACT

Introduction:	Fermented foods constitute an important component of the human diet and have been associated with beneficial effects on the gut microbiome and the regulation of immune responses. However, the available evidence regarding their relationship with allergic diseases remains limited and inconclusive.
Objective:	This study investigated the association between fermented food consumption and the self-reported prevalence of food allergies and/or intolerances among European adults through a secondary analysis of data from the PIMENTO study using the validated Fermented Food Frequency Questionnaire, (3FQ).
Methods:	A cross-sectional observational study was conducted using data from 10,310 adult participants in the PIMENTO study across 53 European countries. Only participants with complete data for the variables of interest were included in the analysis. Consumption of fermented foods and beverages was assessed using the 3FQ questionnaire, while the presence of food allergies and/or intolerances was determined through self-report. Associations were examined by calculating adjusted Prevalence Ratios (aPRs) after adjustment for potential confounding factors.
Results:	Overall, 15.7% of participants reported having food allergies and/or intolerances. Consumption of fermented dairy products was associated with a lower prevalence of food allergies and/or intolerances (aPR=0.553, $p<0.001$), as was the consumption of fermented cereals

	(aPR=0.577, $p<0.001$), chocolate (aPR=0.798, $p=0.011$), and coffee (aPR=0.865, $p=0.014$). In contrast, a higher prevalence was observed among consumers of fermented non-alcoholic beverages (aPR=1.124, $p=0.025$), vinegar (aPR=1.111, $p=0.049$), and plant-based meat and dairy alternatives (aPR=1.620, $p<0.001$). Most of the remaining categories of fermented foods were not significantly associated with the outcome after adjustment for confounding factors.
Conclusions:	Consumption of certain categories of fermented foods, particularly fermented dairy products and fermented cereals, was associated with a lower prevalence of food allergies and/or intolerances, whereas consumption of plant-based alternatives was associated with a higher prevalence. However, due to the cross-sectional design of the study, causal inferences cannot be drawn, and the possibility of reverse causation cannot be excluded. Prospective epidemiological studies and clinical trials are warranted to further investigate the role of fermented foods in the prevention and management of allergic diseases.

Keywords: Fermentation, fermented foods, food allergy, food intolerance, gut microbiome, Fermented Food Frequency Questionnaire (3FQ), PIMENTO study.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	7
Πίνακας Συντομογραφιών και Ακρωνυμίων.....	14
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ.....	20
1. Η ζύμωση ως τεχνολογία τροφίμων στην ανθρώπινη ιστορία.....	20
1.1. Η έννοια της ζύμωσης.....	20
1.2. Ιστορική αναδρομή της ζύμωσης.....	23
1.3. Κατηγορίες Ζυμώσεων στη Βιοτεχνολογία Τροφίμων.....	25
1.3.1. Αλκοολική ζύμωση.....	25
1.3.2. Γαλακτική ζύμωση.....	27
1.3.3. Οξική ζύμωση.....	29
1.3.4. Βουτυρική ζύμωση.....	31
1.3.5. Αλκαλική ζύμωση.....	32
1.4. Ζυμωμένα τρόφιμα: Από τη μικροβιακή δράση στη διατροφή.....	32
1.4.1. Γιαούρτι.....	33
1.4.2. Τυρί.....	34
1.4.3. Τραχανάς.....	35
1.4.4. Ξινολάχανο.....	37
1.4.5. Ζυμωμένα κρεατοσκευάσματα.....	37
1.4.6. Κεφίρ.....	38
1.4.7. Κομπούχα.....	39
1.4.8. Ζυμωμένα προϊόντα σόγιας: tempeh και miso.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ.....	43
2. Τροφικές Αλλεργίες: Ορισμός, Ταξινόμηση και Σχέση με τα Ζυμωμένα Τρόφιμα....	43

2.1. Έννοια της Αλλεργίας.....	44
2.2. Μηχανισμοί Αλλεργικών Αντιδράσεων.....	46
2.3 Ταξινόμηση ανοσολογικά μεσολαβούμενων τροφικών διαταραχών: IgE-μεσολαβούμενες, μη IgE-μεσολαβούμενες και μικτού τύπου οντότητες.....	50
2.3.1 Ανοσολογικές διαταραχές μεσολαβούμενες από ανοσοσφαιρίνη E (IgE).....	51
2.3.1.1 Γαστρεντερικές διαταραχές.....	52
2.3.1.2 Σύνδρομο Στοματικής Αλλεργίας.....	52
2.3.1.3 Αναφυλαξία.....	52
2.3.1.4 Αλλεργική ρινίτιδα.....	55
2.3.1.5 Άσθμα.....	56
2.3.1.6 Σύνδρομο alpha-gal.....	57
2.3.1.7 Αναφυλαξία που σχετίζεται με κατανάλωση τροφής και σωματική άσκηση.....	58
2.3.2 Διαταραχές που δεν μεσολαβούνται από ανοσοσφαιρίνη E (IgE).....	58
2.3.2.1 Σύνδρομο Εντεροκολίτιδας Επαγόμενο από Τροφικές Πρωτεΐνες.....	59
2.3.2.2 Αλλεργική πρωκτοκολίτιδα που προκαλείται από πρωτεΐνες τροφίμων... ..	59
2.3.2.3 Εντεροπάθεια από τροφικές πρωτεΐνες.....	60
2.3.3 Διαταραχές μικτού τύπου που μεσολαβούνται τόσο από ανοσοσφαιρίνη E (IgE) όσο και από κυτταρικούς μηχανισμούς.....	60
2.3.3.1 Ηωσινοφιλική οισοφαγίτιδα.....	60
2.3.3.2 Ηωσινοφιλική γαστρίτιδα.....	61
2.3.3.3 Ηωσινοφιλική γαστρεντερίτιδα.....	61
2.3.3.4 Ηωσινοφιλική κολίτιδα.....	61
2.3.3.5 Ατοπική δερματίτιδα.....	62
2.4. Μη Δηλωμένα Αλλεργιογόνα: Πηγές και Κίνδυνος Έκθεσης.....	63
2.5. Διατροφή, Μικροβίωμα και Αλλεργίες: Ο Ρόλος των Ζυμωμένων Τροφίμων.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	71
3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	71

3.1.1 Σκοπός της Έρευνας.....	71
3.1.2 Επιμέρους Στόχοι της Έρευνας.....	72
3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	73
3.2.1 Σχεδιασμός μελέτης.....	73
3.2.2 Πληθυσμός μελέτης.....	77
3.2.3 Κριτήρια ένταξης.....	79
3.2.4 Κριτήρια αποκλεισμού.....	80
3.2.5 Εργαλεία αξιολόγησης.....	80
3.2.6 Αξιολόγηση κατανάλωσης τροφίμων και ροφημάτων.....	81
3.2.6.1 Εναλλακτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών.....	83
3.2.6.2 Ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα.....	83
3.2.6.3 Ζυμωμένα όσπρια και προϊόντα φυτικής προέλευσης.....	84
3.2.6.4 Ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού.....	84
3.2.6.5 Ζυμωμένα λαχανικά.....	85
3.2.6.6 Ζυμωμένα προϊόντα δημητριακών.....	85
3.2.6.7 Στερεά προϊόντα σοκολάτας.....	86
3.2.6.8 Ροφήματα κακάο.....	86
3.2.6.9 Ροφήματα καφέ.....	86
3.2.6.10 Ζυμωμένο τσάι.....	87
3.2.6.11 Ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά.....	87
3.2.6.12 Ξίδι.....	88
3.2.6.13 Μπύρα και μηλίτης.....	88
3.2.6.14 Κρασί.....	88
3.2.6.15 Αποσταγμένα αλκοολούχα ποτά.....	89
3.2.7 Μεταβλητές της μελέτης.....	89
3.2.8 Συγχυτικοί παράγοντες.....	90
3.2.9 Στατιστική ανάλυση.....	91

3.2.10 Ηθική και δεοντολογία.....	92
3.2.11 Χρηματοδότηση.....	93
3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	93
3.3.1 Δημογραφικά χαρακτηριστικά δείγματος.....	93
3.3.2 Συσχέτιση κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών.....	96
3.3.3 Συσχέτιση της ποσότητας κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών.....	98
3.3.4 Συσχέτιση των τριτημορίων κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών.....	100
3.3.5 Αναλύσεις υποομάδων κατά φύλο και ευρωπαϊκή περιφέρεια.....	102
3.3.6 Συνοπτική παρουσίαση των σημαντικών συσχετίσεων.....	106
3.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	106
3.4.1 Κύρια ευρήματα της μελέτης.....	106
3.4.2 Ζυμωμένα γαλακτοκομικά.....	107
3.4.3 Ζυμωμένα δημητριακά.....	109
3.4.4 Εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based)...	110
3.4.5 Ξίδι.....	112
3.4.6 Ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά.....	113
3.4.7 Καφές.....	115
3.4.8 Σοκολάτα.....	116
3.4.9 Ζυμωμένα όσπρια και προϊόντα φυτικής προέλευσης.....	117
3.4.10 Ισχυρά αλκοολούχα ποτά.....	118
3.4.11 Σύνθετοι δείκτες κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων.....	120
3.4.12 Αναλύσεις υποομάδων κατά φύλο και ευρωπαϊκή περιφέρεια.....	121
3.4.13 Ερμηνεία των αλληλεπιδράσεων.....	122
3.4.14 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί της μελέτης.....	123
3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	125

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	127
-------------------	-----

Πίνακας Συντομογραφιών και Ακρωνυμίων

Συντομογραφία	Επεξήγηση
AAB	Βακτήρια οξικού οξέος
AD	Ατοπική δερματίτιδα
AGS	Σύνδρομο άλφα-gal
AMPs	Αντιμικροβιακά πεπτίδια
APCs	Αντιγονοπαρουσιαστικά κύτταρα
ATP	Τριφωσφορική αδενοσίνη
CD4⁺	CD4-θετικά Τ βοηθητικά λεμφοκύτταρα
DALY	Έτη ζωής προσαρμοσμένα στην αναπηρία
EC	Ηωσινοφιλική κολίτιδα
EGE	Ηωσινοφιλική γαστρεντερίτιδα
EMP	Κλασική οδός της γλυκόλυσης (Embden–Meyerhof–Parnas)
EoE	Ηωσινοφιλική οισοφαγίτιδα
EoG	Ηωσινοφιλική γαστρίτιδα
FAO	Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών
FcεRI	Υποδοχέας υψηλής συγγένειας της ανοσοσφαιρίνης E
FDEIA	Αναφυλαξία που σχετίζεται με την κατανάλωση τροφής και τη σωματική άσκηση
FeNO	Κλασματικό εκπνεόμενο μονοξείδιο του αζώτου
FODMAP	Ζυμώσιμοι ολιγοσακχαρίτες, δισακχαρίτες, μονοσακχαρίτες και πολυόλες

Συντομογραφία	Επεξήγηση
FoxP3	Μεταγραφικός παράγοντας FoxP3
FPE	Εντεροπάθεια από πρωτεΐνες τροφίμων
FPIAP	Αλλεργική πρωκτοκολίτιδα επαγόμενη από πρωτεΐνες τροφίμων
FPIES	Σύνδρομο εντεροκολίτιδας επαγόμενο από πρωτεΐνες τροφίμων
GABA	γ-Αμινοβουτυρικό οξύ
GATA-3	Μεταγραφικός παράγοντας GATA-3
GER	Γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση
Gly m 5	β-Κονγλυκίνη
Gly m 6	Γλυκίνη
GPR43	Υποδοχέας συζευγμένος με G-πρωτεΐνη 43
HDAC	Αποακετυλάση ιστονών
IgE	Ανοσοσφαιρίνη E
IL	Ιντερλευκίνη
LAB	Γαλακτικά βακτήρια
MAOIs	Αναστολείς της μονοαμινοξειδάσης
mAPI	Τροποποιημένος δείκτης πρόβλεψης άσθματος
MCT1	Μεταφορέας μονοκαρβοξυλικών ενώσεων 1
MHC	Μείζον Σύμπλεγμα Ιστοσυμβατότητας
NAD⁺	Οξειδωμένη μορφή του νικοτιναμιδο-αδενο-δινουκλεοτιδίου
NADH	Αναγμένη μορφή του νικοτιναμιδο-αδενο-δινουκλεοτιδίου

Συντομογραφία	Επεξήγηση
PFAS	Σύνδρομο αλλεργίας γύρης-τροφής
RBA	Αξιολόγηση της σχέσης κινδύνου–οφέλους
RORγt	Μεταγραφικός παράγοντας RORγt
SCFAs	Λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας
SCOBY	Συμβιωτική καλλιέργεια βακτηρίων και ζυμών
SMCT1	Νατριοεξαρτώμενος συμμεταφορέας μονοκαρβοξυλικών ενώσεων 1
TCR	Υποδοχέας των T-λεμφοκυττάρων
Th1	T βοηθητικά λεμφοκύτταρα τύπου 1
Th2	T βοηθητικά λεμφοκύτταρα τύπου 2
WHO	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
WAO	Παγκόσμιος Οργανισμός Αλλεργίας
ΧΑΠ	Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τα τελευταία έτη, η επιστημονική κοινότητα έχει επικεντρωθεί στα πιθανά οφέλη των ζυμωμένων τροφίμων για την ανθρώπινη υγεία, τους μικροοργανισμούς που εμπλέκονται στη ζύμωση, καθώς και για τους μεταβολίτες, τις βιταμίνες και τις βιοδραστικές ενώσεις που παράγονται, δεδομένης της συμβολής τους στη βελτίωση της υγείας παιδιών και ενηλίκων (Magriplis, Kotopoulou, et al., 2025).

Η κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων πλούσιων σε ζωντανούς μικροοργανισμούς με τεκμηριωμένη προβιοτική δράση αποτελεί αποτελεσματικό μέσο ενίσχυσης της εντερικής μικροχλωρίδας και προαγωγής της γενικής υγείας. Η πρόσληψή τους έχει συσχετιστεί με τη διαχείριση διαταραχών που σχετίζονται με δυσβίωση του εντερικού μικροβιώματος, όπως διαταραχές του άξονα εντέρου–εγκεφάλου, φλεγμονώδης νόσος του εντέρου, σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου και κοιλιοκάκη, καθώς και με εξωεντερικές παθήσεις όπως αλλεργίες, άσθμα, παχυσαρκία, μεταβολικό σύνδρομο, καρδιαγγειακά νοσήματα και καρκίνος (Danielewicz et al., 2022). Το έντερο αποτελεί τον πρωτεύοντα τόπο δράσης των ζυμωμένων τροφίμων, όπου αυτά μεσολαβούν στην τροποποίηση της συστηματικής ανοσολογικής απόκρισης και στην αναδιαμόρφωση της σύνθεσης και λειτουργίας του εντερικού μικροβιώματος, επηρεάζοντας την ομοιόσταση και την αντίσταση σε παθογόνους παράγοντες (Shahbazi et al., 2021).

Ωστόσο, η αξιολόγηση των δυνητικών επιδράσεων των ζυμωμένων τροφίμων στην ανθρώπινη υγεία εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση, καθώς παγκοσμίως παράγονται περισσότερα από 5.000 ζυμωμένα τρόφιμα και ποτά, τα οποία σε μεγάλο βαθμό παραμένουν ανεπαρκώς μελετημένα. Παράλληλα, δεν έχουν καθιερωθεί στην Ευρώπη σαφείς διατροφικές συστάσεις για την κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων, καθώς οι πληροφορίες σχετικά με την πρόσληψή τους είναι περιορισμένες και συνήθως εντάσσονται μόνο σε ευρύτερες διατροφικές αναλύσεις (Magriplis, Kotopoulou, et al., 2025).

Η αυξανόμενη επιστημονική εστίαση στα ζυμωμένα τρόφιμα συνδέεται στενά με τη μελέτη του εντερικού μικροβιώματος, το οποίο αναγνωρίζεται πλέον ως βασικός μεσολαβητικός μηχανισμός μεταξύ διατροφής και υγείας. Η διατροφή διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του εντερικού μικροβιώματος, καθώς εκτιμάται ότι εξηγεί σημαντικό μέρος της παρατηρούμενης διακύμανσης στη μικροβιακή του σύσταση μεταξύ των ανθρώπων (Danielewicz et al., 2022). Οι μεταβολές και οι διαταραχές του μικροβιώματος έχουν συσχετιστεί με ευρύ φάσμα χρόνιων νοσημάτων που σχετίζονται με τη διατροφή, γεγονός που υπογραμμίζει τη δυνατότητα βελτίωσης της υγείας μέσω στοχευμένων διατροφικών παρεμβάσεων (Lee-Sarwar & Ramirez, 2022). Το μικροβίωμα του εντέρου έχει τη δυνατότητα να επηρεάζει τη δραστηριότητα του νευρικού, του

ανοσοποιητικού και του ενδοκρινικού συστήματος, μέσω μιας αμφίδρομης επικοινωνίας που περιγράφεται ως άξονας εντέρου–μικροβιώματος–εγκεφάλου (Rahim et al., 2023).

Σε διεθνές επίπεδο, τα ζυμωμένα τρόφιμα αναγνωρίζονται ως ασφαλή και θρεπτικά, ενώ η κατανάλωσή τους φαίνεται να σχετίζεται με οφέλη για την ανθρώπινη υγεία. Παρά τη σημαντική αύξηση της διαθέσιμης επιστημονικής βιβλιογραφίας, εξακολουθεί να παρατηρείται έλλειψη συστηματικής αξιολόγησης των δυνητικών οφελών και κινδύνων τους (Todorovic et al., 2024). Η σημασία της διατροφής γίνεται ακόμα πιο εμφανής αν ληφθεί υπόψη ότι τα μη μεταδοτικά νοσήματα επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την παγκοσμιοποίηση των ανθυγιεινών συνηθειών και τον κακώς σχεδιασμένο αστικό χώρο, όπου τα περιβάλλοντα λιανικής πώλησης προσφέρουν κυρίως φθηνά προϊόντα υψηλής ενεργειακής πυκνότητας και χαμηλής θρεπτικής αξίας, τα οποία προωθούνται συστηματικά (Alsubhi et al., 2022).

Ενώ οι μελέτες δείχνουν όλο και περισσότερα οφέλη των ζυμωμένων λαχανικών, ιδίως αντιφλεγμονώδεις δράσεις, η ασφάλεια της τακτικής τους κατανάλωσης συνεχίζει να εγείρει ερωτήματα. Τα σχετικά υψηλά επίπεδα ισταμίνης που παράγονται κατά τη ζύμωση μπορεί να συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο αλλεργικών αντιδράσεων, όπως η αλλεργική ρινίτιδα, καθώς και με ψευδώς θετικά αποτελέσματα σε δερματικά τεστ κνίδωσης. Οι συγκεντρώσεις των βιογενών αμινών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη διάρκεια και τις συνθήκες αποθήκευσης, καθώς και από τα στελέχη των καλλιιεργειών έναρξης που χρησιμοποιούνται (Paul et al., 2023). Υπό αυτές τις συνθήκες, η κατανάλωση ορισμένων ζυμωμένων τροφίμων, ιδιαίτερα ζωικής προέλευσης, ενδέχεται να συμβάλει στην επιδείνωση της αλλεργικής ρινίτιδας. Η παρατηρούμενη επιδείνωση της αλλεργικής ρινίτιδας ενδέχεται να οφείλεται στη δημιουργία νέων αλλεργιογόνων κατά τη ζύμωση, είτε μέσω πρωτεολυτικής τροποποίησης πρωτεϊνών με σχηματισμό νέων αντιγονικών επιτόπων είτε λόγω συστατικών των ίδιων των μικροοργανισμών. Τα δεδομένα αυτά καταδεικνύουν ότι η επίδραση των ζυμωμένων τροφίμων στην αλλεργική ρινίτιδα δεν είναι ομοιόμορφα ευεργετική, καθώς διαφοροποιείται ανάλογα με την προέλευσή τους (Rahim et al., 2023).

Σε αντίθεση με άλλα βασικά τρόφιμα, η ακριβής αποτύπωση της πρόσληψης ζυμωμένων τροφίμων είναι δυσχερής, δεδομένου ότι καταναλώνονται σποραδικά ή σε τοπικό επίπεδο. Οι διαθέσιμες μελέτες που επιχειρούν να τα ορίσουν και να εκτιμήσουν τη συχνότητα κατανάλωσης και τη συμβολή τους στην ενεργειακή και θρεπτική πρόσληψη παραμένουν περιορισμένες, καθώς τα εν λόγω τρόφιμα καταναλώνονται κυρίως ως συνοδευτικά και δεν καταγράφονται συστηματικά. Επιπλέον, τα είδη και η ποσότητα κατανάλωσης διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ πληθυσμών. Συνεπώς, απαιτείται η ανάπτυξη αξιόπιστου διατροφικού εργαλείου για τη συνεπή και συγκρίσιμη καταγραφή της πρόσληψής τους (Magriplis, Smiliotopoulos, et al., 2025).

Η μεθοδολογική αυτή πρόκληση αποκτά ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο της αξιολόγησης των επιδράσεών τους στην υγεία. Σε εναρμόνιση με την αποστολή του

PIMENTO, η Ομάδα Εργασίας 3 (PIMENTO WG3) επικεντρώνεται στη συστηματική αξιολόγηση των οφελών και των πιθανών κινδύνων για την υγεία που συνδέονται με την κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων. Σε αντίθεση με άλλα διατροφικά στοιχεία, τα ζυμωμένα τρόφιμα συνιστούν ιδιαίτερη κατηγορία, καθώς εκτός από μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά περιέχουν ζώντες μικροοργανισμούς και μεταβολίτες ζύμωσης, οι οποίοι ενδέχεται να επηρεάζουν τη σχέση διατροφής – υγείας με πολυπαραγοντικό τρόπο (Todorovic et al., 2024).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. Η ζύμωση ως τεχνολογία τροφίμων στην ανθρώπινη ιστορία

Η ζύμωση αποτελεί μία από τις αρχαιότερες τεχνολογίες επεξεργασίας τροφίμων που αξιοποίησε ο άνθρωπος. Από τους προϊστορικούς ακόμη χρόνους χρησιμοποιήθηκε εμπειρικά για τη συντήρηση των τροφίμων, τη βελτίωση των οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικών και την αύξηση της θρεπτικής τους αξίας. Με την πάροδο του χρόνου, η κατανόηση του ρόλου των μικροοργανισμών μετέτρεψε τη ζύμωση από μια παραδοσιακή πρακτική σε μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές της σύγχρονης βιοτεχνολογίας τροφίμων (Leeuwendaal et al., 2022).

1.1. Η έννοια της ζύμωσης

Η ζύμωση συνιστά βιοχημική μεταβολική διεργασία κατά την οποία ένα οργανικό υπόστρωμα υφίσταται ενζυμικά καταλυόμενους μετασχηματισμούς, υπό αναερόβιες ή μικροαερόφιλες συνθήκες. Αποτελεί φυσιολογικό φαινόμενο που απαντά ευρέως στα οικοσυστήματα, όπου πραγματοποιείται αυθόρμητα μέσω της δραστηριότητας μικροοργανισμών (Stanzer et al., 2023).

Η ζύμωση λαμβάνει χώρα κατά την επεξεργασία διαφόρων τροφίμων, όπως δημητριακών και γαλακτοκομικών προϊόντων, επιφέροντας μεταβολές στα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους και συμβάλλοντας στη βελτίωση της συντήρησης. Πραγματοποιείται από μικροοργανισμούς, κυρίως βακτήρια και ζύμες, οι οποίοι αντλούν ενέργεια κυρίως μέσω καταβολισμού υδατανθράκων.

Οι υδατάνθρακες είναι οργανικές ενώσεις από C, H και O, με βασικό μονοσακχαρίτη τη γλυκόζη, η οποία παράγεται στα φυτά μέσω φωτοσύνθεσης και αποτελεί κύρια πηγή ενέργειας και πρόδρομο μόριο για τη σύνθεση βιομορίων. Στα φυτά, η γλυκόζη μεταφέρεται διαλυμένη και αποθηκεύεται ως άμυλο, πολυσακχαρίτης αποτελούμενος μόνο από γλυκόζη και βασικός υδατάνθρακας των δημητριακών (Cappers, 2018).

Τα ζυμωμένα τρόφιμα αποτελούν προϊόντα που έχουν υποστεί φυσικοχημικές μεταβολές μέσω ελεγχόμενων μικροβιακών διεργασιών σε ρυθμιζόμενο περιβάλλον (Rahim et al., 2023). Η διαδικασία αυτή, γνωστή ως ζύμωση, περιλαμβάνει τη μετατροπή υδατανθράκων σε οργανικά οξέα, αλκοόλες και αέρια υπό αναερόβιες συνθήκες. Η ζύμωση πραγματοποιείται από ένα συνεργαζόμενο σύμπλεγμα μικροοργανισμών, όπως βακτήρια, ζύμες και μύκητες. Κάθε μικροοργανισμός συνεισφέρει μοναδικές βιοχημικές δραστηριότητες, οι οποίες καθορίζουν τη γεύση, το άρωμα και τη σταθερότητα του τελικού προϊόντος. Παράλληλα, η δράση τους μπορεί να επηρεάζει τη θρεπτική σύσταση, την παραγωγή βιοδραστικών ενώσεων και την ασφάλεια του τροφίμου. Το αποτέλεσμα είναι ένα πολύπλοκο σύστημα που καθιστά κάθε ζυμωμένο προϊόν μοναδικό όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τις λειτουργικές ιδιότητες για τον οργανισμό που το καταναλώνει (Banu, 2023).

Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά αυτά οφέλη, είναι απαραίτητο να υπάρχει σαφής και κοινά αποδεκτός ορισμός των ζυμωμένων τροφίμων και ποτών. Με βάση αυτό, ορίστηκαν ως τρόφιμα που παράγονται μέσω επιθυμητής μικροβιακής ανάπτυξης και ενζυμικών μετατροπών των συστατικών τους, με ταυτόχρονη διάκριση από τα προβιοτικά (Marco et al., 2021). Παρότι τα ζυμωμένα τρόφιμα περιέχουν μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στη διαδικασία της ζύμωσης, δεν πληρούν όλα τα κριτήρια για να χαρακτηριστούν ως προβιοτικά. Ο όρος προβιοτικά, αναφέρεται αυστηρά σε ζωντανά, επακριβώς ταυτοποιημένα μικροβιακά στελέχη, τα οποία χορηγούνται σε καθορισμένες δόσεις και διαθέτουν τεκμηριωμένη ασφάλεια και κλινικά αποδεδειγμένη αποτελεσματικότητα. Επιπρόσθετα, ορισμένα είδη μυκήτων π.χ. *Aspergillus* spp., έχουν την ικανότητα να μετασχηματίζουν συστατικά των τροφίμων σε πρεβιοτικές ενώσεις, όπως οι ολιγοσακχαρίτες, οι οποίες ευνοούν τον πολλαπλασιασμό ωφέλιμων μικροοργανισμών, καθώς και να συνθέτουν φαρμακολογικά σημαντικές ουσίες, όπως οι στατίνες (Rahim et al., 2023).

Σε αντίθεση με τα συμβατικά ζυμωμένα τρόφιμα, η ζύμωση ακριβείας (precision fermentation) δεν αποσκοπεί στην παραγωγή τελικών τροφίμων, αλλά στην στοχευμένη βιοσύνθεση επιμέρους συστατικών, όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπίδια, ένζυμα και εξειδικευμένες αρωματικές ενώσεις. Τα παραγόμενα αυτά συστατικά μπορούν στη συνέχεια να ενσωματωθούν σε συνθέσεις καινοτόμων, κυρίως φυτικής προέλευσης, τροφίμων (Augustin et al., 2024; Jin et al., 2025).

Η ζύμωση τροφίμων ενισχύει τη βιοδιαθεσιμότητα ανόργανων στοιχείων και ιχνοστοιχείων, μέσω της αποδόμησης μη πεπτών φυτικών πολυμερών, όπως το γλυκουρονικό και το πολυγαλακτουρονικό οξύ, η κυτταρίνη και οι ημικυτταρίνες, τα οποία περιορίζουν την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών.

Επιπροσθέτως, έχει τεκμηριωθεί ότι συμβάλλει στη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στον ορό, μέσω αναστολής της ηπατικής βιοσύνθεσης χοληστερόλης και

περιορισμού της εντερικής απορρόφησης τόσο της εξωγενούς (διαιτητικής) όσο και της ενδογενούς χοληστερόλης.

Η διεργασία της ζύμωσης διακρίνεται για τη μικροβιολογική της σταθερότητα και ασφάλεια, ενισχύοντας τη συντηρησιμότητα του προϊόντος και λειτουργώντας προληπτικά έναντι γαστρεντερικών λοιμώξεων, όπως η διάρροια και η σαλμονέλλωση (Sharma et al., 2020).

Αν και τα ζυμωμένα τρόφιμα και ποτά είναι ιδιαίτερα δημοφιλή λόγω των οφελών τους για την υγεία και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, ενδέχεται να περιέχουν βιογενείς αμίνες και άλλες ουσίες μικροβιακής προέλευσης που μπορούν να θέσουν κινδύνους για την ασφάλεια των τροφίμων όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες (Bari & Mamun, 2025).

Οι βιογενείς αμίνες είναι αζωτούχες ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους, κυρίως πολικές βάσεις, των οποίων η χημική δομή διαφοροποιείται ανάλογα με τον αριθμό των αμινομάδων που περιέχουν (Bari & Mamun, 2025). Ορισμένα ζυμωμένα τρόφιμα δύνανται να περιέχουν βιογενείς αμίνες, όπως ισταμίνη, τυραμίνη και φαινυλαιθυλαμίνη, σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τα αναφερόμενα όρια τοξικότητας. Η κατανάλωση τροφίμων με αυξημένα επίπεδα βιογενών αμινών έχει συσχετισθεί με ανεπιθύμητες επιδράσεις στην υγεία, όπως ημικρανίες, υπέρταση και ταχυκαρδία. Επιπλέον, η τοξική δράση των βιογενών αμινών ενδέχεται να εκδηλωθεί ακόμη και σε σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις από τα προτεινόμενα τοξικολογικά όρια, ανάλογα με την ατομική ευαισθησία, την κατανάλωση αλκοόλ και τη λήψη συγκεκριμένων φαρμακευτικών ουσιών (Saha Turna et al., 2024).

Οι βιογενείς αμίνες ανιχνεύονται σε ευρεία ποικιλία τροφίμων, με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις να καταγράφονται κυρίως στα αλιευτικά προϊόντα και τα παράγωγά τους, καθώς και σε ζυμωμένα τρόφιμα και ποτά φυτικής, γαλακτοκομικής και ζωικής προέλευσης. Η αύξηση των συγκεντρώσεών τους συνδέεται με υποβαθμισμένη υγιεινή ποιότητα των τροφίμων, γεγονός που καθιστά τις βιογενείς αμίνες χρήσιμους δείκτες μικροβιακής επιμόλυνσης και ακατάλληλων πρακτικών παραγωγής, χειρισμού και αποθήκευσης.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν το κρέας και τα προϊόντα του, καθώς λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε πρωτεΐνες και της αυξημένης πιθανότητας μικροβιακής επιβάρυνσης κατά τη σφαγή και την επεξεργασία, ευνοείται ο σχηματισμός βιογενών αμινών σε μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων. Η παρουσία αυξημένων επιπέδων μίας ή περισσότερων βιογενών αμινών αποτελεί ένδειξη έντονης μικροβιακής ανάπτυξης και, κατ' επέκταση, υποβαθμισμένης ποιότητας του τροφίμου (Aguilera García et al., 2026).

1.2. Ιστορική αναδρομή της ζύμωσης

Η ενσωμάτωση μικροοργανισμών στη διατροφή του ανθρώπου ξεκίνησε με την εφαρμογή της ζύμωσης, η οποία συγκαταλέγεται στις παλαιότερες τεχνολογίες τροφίμων. Η εμφάνισή της χρονολογείται ήδη από το 7000 π.Χ. ή/και νωρίτερα και αναπτύχθηκε ανεξάρτητα σε διάφορους αρχαίους πολιτισμούς (Graham & Ledesma-Amaro, 2023). Αρχαιολογικά ευρήματα επιβεβαιώνουν την πολύ παλιά χρήση της, σύμφωνα με το Περιοδικό Αρχαιολογικής Επιστήμης, τα 13.000 ετών πέτρινα γουδιά στο σπήλαιο Raqefet στο Ισραήλ, αποκαλύπτουν την παρασκευή και αποθήκευση ζυμωμένων ποτών και τροφίμων από τους Νατούφιους, υπογραμμίζοντας τη σημασία της ζύμωσης σε τελετουργικά και κοινωνικές δραστηριότητες (Galimberti et al., 2021; Liu et al., 2018). Σε συνδυασμό με το κάπνισμα και την αλάτιση, η ζύμωση αποτέλεσε μία από τις κύριες μεθόδους συντήρησης τροφίμων, διαδραματίζοντας καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη και εδραίωση των ανθρώπινων κοινωνιών (Graham & Ledesma-Amaro, 2023).

Οι πρώτες καταγεγραμμένες συνταγές για ζυμωμένα ποτά εμφανίζονται πολύ αργότερα, με την αρχαιότερη να εντοπίζεται σε πήλινη πινακίδα της Μεσοποταμίας που χρονολογείται περίπου πριν από 4.000 έτη και αφορά την παραγωγή μύρας. Στον βαβυλωνιακό πολιτισμό παρασκευάζονταν τουλάχιστον 16 διαφορετικοί τύποι μύρας, με βασικές πρώτες ύλες το κριθάρι, το σιτάρι και το μέλι. Παράλληλα, στο κινεζικό κείμενο Shījīng (1100–60 π.Χ.) απαντάται ποίημα που μνημονεύει τα χίλια κρασιά του Yao, αναφερόμενο σε ένα θρυλικό έθνος της Κίνας, το οποίο τοποθετείται χρονικά γύρω στο 2300 π.Χ (Lee et al., 2024).

Στην ιστορική εξέλιξη της ζύμωσης, η μετάβαση από τυχαίες, φυσικές ζυμώσεις που παρατηρούνται σε ώριμα ή πεσμένα φρούτα, προς ελεγχόμενες διαδικασίες παραγωγής αλκοόλ, απαιτούσε τη διασφάλιση σταθερής προμήθειας σιτηρών. Η ανάπτυξη μεγαλύτερων οικισμών και η εξημέρωση φυτών και ζώων, μεταξύ 9.500 και 6.000 π.Χ. στην κοιλάδα του Ευφράτη, του Νείλου και τις πλημμυρικές πεδιάδες του Κίτρινου ποταμού, επέτρεψε την ανάπτυξη αυτής της ημι-ασφαλούς τροφικής βάσης. Οι αλλαγές στη διατροφή, κυρίως φυτικής προέλευσης, επηρέασαν σημαντικά το ανθρώπινο πεπτικό μικροβίωμα, τη στοματική χλωρίδα και το ανοσοποιητικό σύστημα, ενισχύοντας πιθανώς την αποτελεσματικότητα και εξειδίκευση των αμυλασών στο σάλιο (Raihofer et al., 2022).

Αρχαιολογικά δεδομένα υποδεικνύουν ότι ήδη κατά την πρώιμη Νεολιθική περίοδο (περ. 6500 π.Χ.) στην Εγγύς Ανατολή το γάλα υποβαλλόταν σε επεξεργασία. Στην Πολωνία, ανιχνεύθηκαν υπολείμματα γαλακτοκομικών προϊόντων σε κεραμικά σουρωτήρια τυριών που χρονολογούνται περίπου στο 5200 π.Χ. και στο διάστημα 4900–4800 π.Χ., στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού πολιτισμού Γραμμικής Κεραμικής. Τα ευρήματα

αυτά υποδηλώνουν την εφαρμογή ζύμωσης γάλακτος για την παρασκευή τυριού (Sionek et al., 2023).

Η εξάπλωση και η μακροχρόνια εφαρμογή της ζύμωσης οδήγησε σταδιακά στην ανάπτυξη πλήθους νέων τροφίμων, καθώς και στη διαμόρφωση ιδιαίτερων γεύσεων και οργανοληπτικών ιδιοτήτων. Οι ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες και τα διαφορετικά πλαίσια παραγωγής οδήγησαν στη δημιουργία διακριτών τύπων ζυμωμένων τροφίμων, ενισχύοντας σημαντικά την ποικιλία των βρώσιμων προϊόντων. Ενδεικτικά αναφέρονται γαλακτοκομικά τρόφιμα, όπως το τυρί και το γιαούρτι, αλκοολούχα προϊόντα, όπως η μπίρα και το κρασί, ζυμωμένα προϊόντα οσπρίων, όπως η σάλτσα σόγιας, το douchi και το natto, καθώς και ζυμωμένα λαχανικά, όπως το ξινολάχανο και το kimchi, μεταξύ πολλών άλλων (Graham & Ledesma-Amaro, 2023).

Η κατανάλωση λαχανικών που έχουν υποστεί ζύμωση, όπως τα τουρσιά, αποτελεί διαχρονικό στοιχείο της διατροφής τόσο σε ασιατικούς όσο και σε ευρωπαϊκούς πληθυσμούς. Στις σύγχρονες αγορές της Ευρώπης και των Ηνωμένων Πολιτειών, τα συνηθέστερα εμπορικά διαθέσιμα ζυμωμένα λαχανικά είναι τα τουρσιά αγγουριού και ελιάς, καθώς και το ξινολάχανο. Η πρακτική της ζύμωσης αγγουριών εκτιμάται ότι εμφανίστηκε αρχικά στη Μέση Ανατολή περί το 2000 π.Χ., ενώ πρώιμες γραπτές αναφορές σε τουρσιά εντοπίζονται σε σωζόμενα αποσπάσματα θεατρικού έργου Ταξιάρχαι του Έλληνα κωμωδιογράφου Εύπολη (429–412 π.Χ.). Αναφορές στα τουρσιά απαντώνται επίσης επανειλημμένα σε βιβλικά κείμενα. Το ξινολάχανο, στη μορφή που είναι γνωστή στην Ευρώπη, θεωρείται ότι έχει τις ρίζες του στην Κίνα και πιθανώς μεταφέρθηκε στον ευρωπαϊκό χώρο κατά τη διάρκεια των μογγολικών εκστρατειών στην Κεντρική Ευρώπη τον 13ο αιώνα (Lee et al., 2024).

Η ιστορία της ζύμωσης περιλαμβάνει σημαντικούς επιστήμονες και ερευνητικά ορόσημα. Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η συμβολή του Élie Metchnikoff, ο οποίος μελέτησε τη σχέση του εντερικού μικροβιώματος με την υγεία και τη γήρανση, υποστηρίζοντας ότι η κατανάλωση οξυγαλακτικών βακτηρίων του γιαουρτιού μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα. Οι ιδέες του αποτέλεσαν τη βάση για την ανάπτυξη των προβιοτικών, τα οποία σήμερα αποτελούν αντικείμενο εκτεταμένης επιστημονικής έρευνας και σημαντικό παγκόσμιο βιομηχανικό κλάδο (Ashaolu & Suttikhana, 2026; Mutahir et al., 2025).

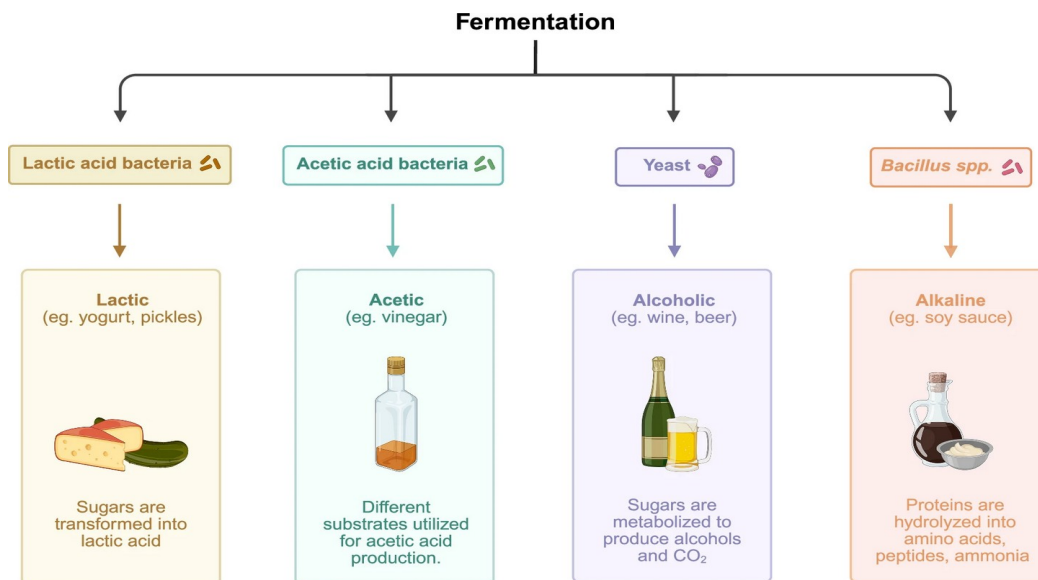
Η αξιοποίηση της ζύμωσης για την παραγωγή συστατικών τροφίμων, με σκοπό την κάλυψη των αναγκών ενός διαρκώς αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού με πιο βιώσιμο τρόπο, προϋποθέτει μια ριζικά διαφορετική προσέγγιση στον σχεδιασμό και την οργάνωση των μελλοντικών αλυσίδων αξίας στον τομέα των τροφίμων (Augustin et al., 2024).

Η τυποποίηση των παραδοσιακών ζυμωμένων προϊόντων και η βιομηχανική τους παραγωγή προϋποθέτουν αυστηρό έλεγχο των ζυμωτικών διεργασιών. Η ποιότητα και η βιοασφάλεια των προϊόντων ζύμωσης διασφαλίζονται μέσω της παραγωγής αντιμικροβιακών μεταβολιτών (π.χ. οργανικά οξέα, αιθανόλη, βακτηριοσίνες), της αναστολής παθογόνων και της αποδόμησης τοξικών ενώσεων, καθώς και μέσω της

ενίσχυσης της θρεπτικής αξίας και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων (Φερεντίδου, 2016).

1.3. Κατηγορίες Ζυμώσεων στη Βιοτεχνολογία Τροφίμων

Οι βασικοί τύποι ζυμώσεων που παρατηρούνται στην παρασκευή τροφίμων περιλαμβάνουν την αλκοολική ζύμωση, κατά την οποία τα σάκχαρα μετατρέπονται σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα, τη γαλακτική ζύμωση, όπου τα σάκχαρα μεταβολίζονται σε γαλακτικό οξύ, την οξική ζύμωση, κατά την οποία ορισμένα υποστρώματα οξειδώνονται προς σχηματισμό οξικού οξέος παρουσία οξυγόνου, καθώς και την αλκαλική ζύμωση, η οποία χαρακτηρίζεται από πρωτεόλυση των πρώτων υλών σε αμινοξέα και πεπτίδια, με επακόλουθη αύξηση του pH και παραγωγή αμμωνίας (Giuffrè & Giuffrè, 2024; Φερεντίδου, 2016).

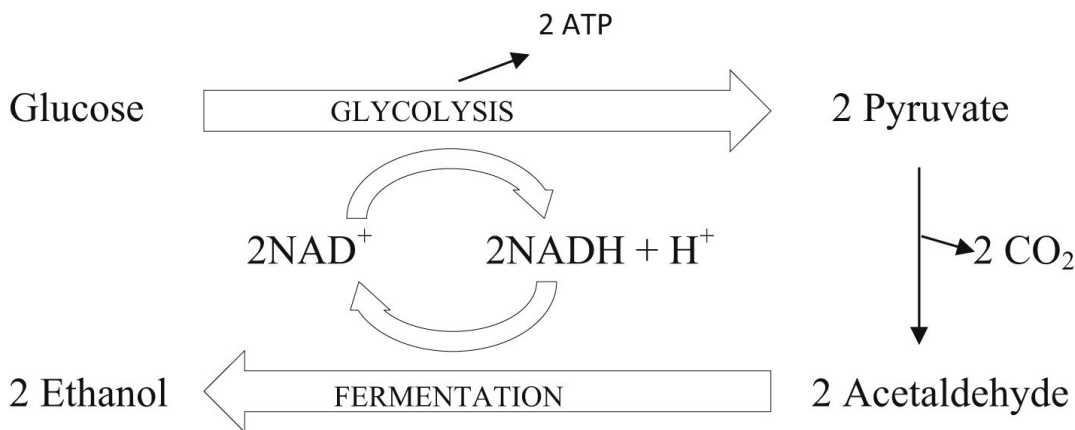


Σχήμα 1. Επισκόπηση των κύριων τύπων ζύμωσης, των εμπλεκόμενων μικροοργανισμών και των παραγόμενων τελικών προϊόντων τους (Zhang et al., 2026).

1.3.1. Αλκοολική ζύμωση

Κατά τη γλυκόλυση, η γλυκόζη διασπάται σε δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος με ταυτόχρονη καθαρή παραγωγή 2 ATP και NADH·η διαδικασία αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί παρουσία ή απουσία οξυγόνου. Σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου, το πυροσταφυλικό μετατρέπεται μέσω της αλκοολικής ζύμωσης σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα, κατά την οποία το NADH οξειδώνεται σε NAD⁺, επιτρέποντας τη συνέχιση

της γλυκόλυσης (Gyurkovics, 2018). Η αλκοολική ζύμωση ορίζεται, σε απλουστευμένη μορφή, ως η βιοχημική διεργασία κατά την οποία οι ζυμομύκητες μετατρέπουν τα σάκχαρα σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα, συνοδευόμενη από απελευθέρωση ενέργειας. Η παραγόμενη ενέργεια αξιοποιείται για την υποστήριξη των ζωτικών μεταβολικών λειτουργιών των ζυμομυκήτων (Stanzer et al., 2023).



Σχήμα 2. Σύνοψη της αλκοολικής ζύμωσης (Walker & Walker, 2018).

Κατά τη διαδικασία της ζύμωσης συμμετέχουν κυρίως ζύμες, οι οποίες αποτελούν μια εξελικτικά και λειτουργικά ετερογενή ομάδα μικροοργανισμών. Ο κύριος μικροοργανισμός που αξιοποιείται για τη μετατροπή σακχάρων σε αιθανόλη είναι ο *Saccharomyces cerevisiae*, λόγω της υψηλής καταλυτικής του ικανότητας στην αποδοτική μετατροπή των σακχάρων των σταφυλίων σε αιθανόλη. Επιπροσθέτως, εμφανίζει σημαντική ανθεκτικότητα σε οσμωτικό και αιθανολικό στρες. Τέλος, χαρακτηρίζεται από την ικανότητα ολοκλήρωσης της ζυμωτικής διεργασίας υπό ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών (Socheata et al., 2026).

Στη σχετική επιστημονική βιβλιογραφία αναφέρεται επίσης συχνά το βακτήριο *Zymomonas mobilis*, το οποίο θεωρείται ιδιαίτερα υποσχόμενο για βιομηχανικές εφαρμογές. Το συγκεκριμένο βακτήριο παρουσιάζει υψηλή ικανότητα παραγωγής αιθανόλης, επιτυγχάνοντας αποδόσεις που προσεγγίζουν το θεωρητικά μέγιστο όριο (Fuchino et al., 2026). Ο *Saccharomyces cerevisiae* αποτελεί τη ζύμη που αξιοποιείται πιο συχνά από τον άνθρωπο σε ποικίλες βιομηχανικές εφαρμογές, όπως η παραγωγή ζύμης αρτοποιίας, μπύρας και κρασιού. Από τις 210 αποικίες ζυμομυκήτων που απομονώθηκαν σε έξι μεγάλα αποστακτήρια στην Ισπανία, οι 144 ανήκαν στο γένος *Saccharomyces*, ενώ οι υπόλοιπες 66 σε άλλα γένη ζυμομυκήτων (Stanzer et al., 2023).

1.3.2. Γαλακτική ζύμωση

Η γαλακτική ζύμωση στηρίζεται στον καταβολισμό της λακτόζης. Η λακτόζη υδρολύεται υπό τη δράση της λακτάσης, ενός ειδικού ενζύμου, σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Στη συνέχεια, η γλυκόζη μεταβολίζεται μέσω εξειδικευμένων βιοχημικών οδών, με τελικό προϊόν την παραγωγή γαλακτικού οξέος (Kumar, 2025). Αυτή η διαδικασία έχει καθιερωθεί ως μία από τις αρχαιότερες και πλέον διαδεδομένες μεθόδους βιοσυντήρησης τροφίμων. Η διαδικασία αυτή αξιοποιείται ευρέως τόσο για τη συντήρηση διαφόρων τροφίμων όσο και για την παραγωγή προϊόντων μέσω του μεταβολισμού των γαλακτικών βακτηρίων, τα οποία καταλύουν τη μετατροπή των υδατανθράκων σε γαλακτικό οξύ. Η ζύμωση με γαλακτικό οξύ συμβάλλει στη διαμόρφωση χαρακτηριστικών οργανοληπτικών ιδιοτήτων, όπως η γεύση και η υφή των τροφίμων, παρατείνει τη διάρκεια ζωής τους και δύναται να προσφέρει οφέλη για την ανθρώπινη υγεία μέσω της υποστήριξης της μικροβιακής ισορροπίας του εντέρου (Sionek et al., 2023).

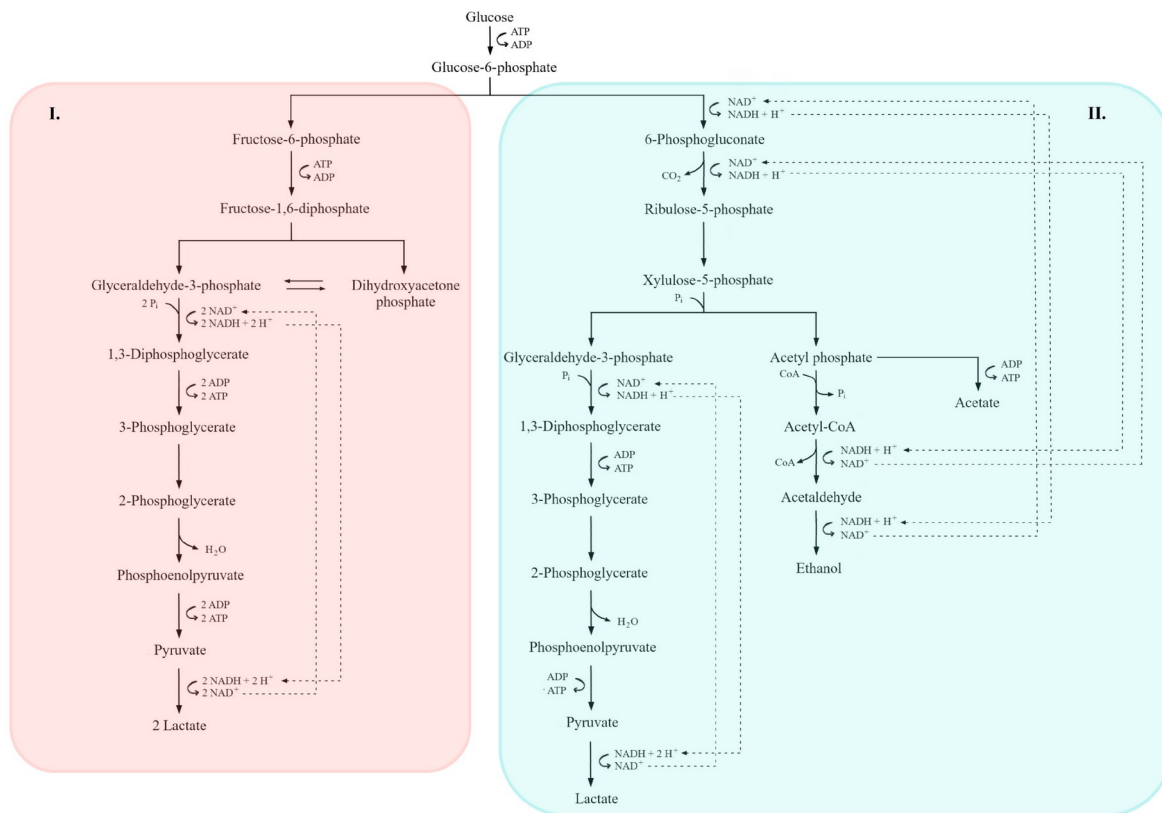
Η διαδικασία της γαλακτικής ζύμωσης επιτελείται από ομοζυμωτικά και ετεροζυμωτικά βακτήρια γαλακτικού οξέος.

Ομογαλακτική οδός:



Ετεροζυμωτική οδός φωσφοκετολάσης:





Σχήμα 3. Συγκριτική απεικόνιση των μεταβολικών οδών της **ομογαλακτικής (I)** και της **ετερογαλακτικής (II)** ζύμωσης. Στην ομογαλακτική ζύμωση (I), η γλυκόζη μεταβολίζεται μέσω της οδού **Embden–Meyerhof–Parnas (EMP)**, οδηγώντας στον σχηματισμό πυροσταφυλικού οξέος και στη συνέχεια γαλακτικού οξέος ως κύριου τελικού προϊόντος, με ταυτόχρονη παραγωγή ATP.

Αντίθετα, στην ετερογαλακτική ζύμωση (II), η γλυκόζη μεταβολίζεται μέσω της οδού **6-φωσφογλυκονικού/φωσφοκετολάσης**, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό γαλακτικού οξέος, αιθανόλης ή οξικού οξέος και διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Στο διάγραμμα επισημαίνονται τα βασικά ενδιάμεσα μεταβολικά προϊόντα, οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής και τα στάδια παραγωγής ATP. Οι διακεκομμένες γραμμές υποδεικνύουν τις οδούς μεταφοράς ηλεκτρονίων μέσω του συστήματος **NADH/NAD⁺**, ενώ οι σκιασμένες περιοχές αναδεικνύουν τους διακριτούς μεταβολικούς κλάδους που χαρακτηρίζουν κάθε τύπο ζύμωσης (Rymuszka & Gorczynska, 2026).

Η γαλακτική ζύμωση αποτελεί θεμελιώδη διεργασία για την παραγωγή ποικίλων ζυμωμένων τροφίμων. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως το γιαούρτι, το κεφίρ, το βουτυρόγαλα και τα τυριά, ζυμωμένα λαχανικά όπως το ξινολάχανο, το kimchi και τα αγγουράκια τουρσί, προϊόντα κρέατος όπως τα αποξηραμένα λουκάνικα και το σαλάμι, καθώς και προϊόντα με βάση τα δημητριακά, όπως το προζύμι. Επιπλέον, η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται και στην παραγωγή φυτικών ροφημάτων, όπως εκείνων που προέρχονται από σόγια, βρώμη και παντζάρι (Rymuszka & Gorczynska, 2026).

Στοιχεία από τη Βίβλο, καθώς και μαρτυρίες αρχαίων Ρωμαίων και Ελλήνων, αναφέρονται στη χρήση του ξινόγαλου και τις θετικές του επιδράσεις (Sarita et al., 2024). Στην αρχαία Αίγυπτο παρασκευαζόταν ένα είδος ξινογάλακτος, leben raib, από

βουβαλίσιο, αγελαδινό ή κατσικίσιο γάλα (Phillips, 1910). Στα Βαλκάνια καταναλωνόταν το ζυμωμένο γάλα jahurt. Στην Τουρκία, η χρήση ζυμωμένου γάλακτος έγινε διαδεδομένη από τον 8ο αιώνα μ.Χ., ενώ στην κεντρική Ρωσία τον 12ο αιώνα καταναλωνόταν το ρόφημα ajran και στην Ουγγαρία τον 14ο αιώνα το tarho. Αυτές οι παραδοσιακές πρακτικές υποδεικνύουν τη μακροχρόνια εκτίμηση της γαλακτικής ζύμωσης ως μέσου διατροφικής υποστήριξης και προαγωγής της υγείας (Markowiak & Ślizewska, 2017).

Τα LAB είναι ανθεκτικά στο οξύ, ανθεκτικά στο οξυγόνο και μη σπορογόνα βακτήρια που μπορούν να προσαρμοστούν σε διάφορα τρόφιμα. Τα κύρια γένη περιλαμβάνουν *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Weissella*, *Enterococcus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Alloiooccus* και *Dolosigranulum*. Το γένος *Lactobacillus* να αποτελεί το μεγαλύτερο, πρόσφατα, αναδιατάχθηκε σε 25 γένη, συμπεριλαμβανομένων των *Lactobacillus*, *Paralactobacillus* και 23 νέων γένων όπως τα *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Levilactobacillus*, *Limosilactobacillus* κ.ά. (Emkani et al., 2022).

1.3.3. Οξική ζύμωση

Το οξικό οξύ αποτελεί σημαντικό χημικό προϊόν με ετήσια παγκόσμια ζήτηση που ανέρχεται περίπου σε 15 εκατομμύρια τόνους. Χρησιμοποιείται ευρέως σε ποικίλες εφαρμογές τόσο στη χημική βιομηχανία όσο και στη βιομηχανία τροφίμων. Οι μέθοδοι παραγωγής του διακρίνονται γενικά σε χημικές και ζυμωτικές διεργασίες, με τη χημική οδό να κυριαρχεί στη σύγχρονη βιομηχανική παραγωγή (Salma et al., 2025).

Το ξίδι αποτελεί προϊόν ζύμωσης και συνίσταται σε υδατικό διάλυμα οξικού οξέος, στο οποίο περιέχονται και διάφορα άλλα συστατικά. Παρά την ποικιλία των πρώτων υλών και των μεθόδων παραγωγής του, το ξίδι χρησιμοποιείται ευρέως ως καρύκευμα τροφίμων σε διαφορετικούς πολιτισμούς και γαστρονομικές παραδόσεις παγκοσμίως (Ge et al., 2025).

Το ξίδι, ένα προϊόν με ιστορική παρουσία που φτάνει έως το 200 π.Χ., έχει διαδραματίσει ποικίλους ρόλους στον ανθρώπινο πολιτισμό. Παράγεται μέσω μικροβιακής μετατροπής ζυμώσιμων υδατανθράκων και αξιοποιεί διαφορετικές πρώτες ύλες ανά τον κόσμο. Στην Ευρώπη κυριαρχεί η παραγωγή ξιδιού από φρούτα, ενώ στην Ασία προτιμάται το ξίδι από δημητριακά, ενώ το λευκό ξίδι, που παράγεται από αραιωμένη αιθανόλη, καταλαμβάνει ηγετική θέση στην παγκόσμια παραγωγή (Mota & Vilela, 2024).

Η παραγωγή του ξιδιού περιλαμβάνει δύο κύρια στάδια ζύμωσης. Αρχικά, τα σάκχαρα των πρώτων υλών υφίστανται αλκοολική ζύμωση, η οποία καταλύεται από ζύμες, οδηγώντας στον σχηματισμό αιθανόλης. Στη συνέχεια, η αιθανόλη οξειδώνεται προς οξικό οξύ μέσω της ενζυμικής δράσης βακτηρίων οξικού οξέος, τα οποία αποτελούν τους βασικούς μικροοργανισμούς της διεργασίας (Ge et al., 2025). Μετά την ολοκλήρωση της

αλκοολικής ζύμωσης, η οξική ζύμωση αποτελεί μια διακριτή, αλλά λειτουργικά συνδεδεμένη διαδικασία, κατά την οποία η αιθανόλη οξειδώνεται περαιτέρω από εξειδικευμένα βακτήρια υπό αερόβιες συνθήκες, συνδέοντας τον αρχικό καταβολισμό των σακχάρων με την παραγωγή οργανικών οξέων (Rymuszka & Gorczynska, 2026).

Το γένος *Acetobacter* αποτελεί έναν σημαντικό παραγωγό οξέος στη βιομηχανία ζύμωσης και χρησιμοποιείται εκτεταμένα στην παραγωγή τροφίμων. Αυτά τα βακτήρια οξειδώνουν την αιθανόλη σε οξικό οξύ, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο την οξύτητα του φρουτοξιδιού.

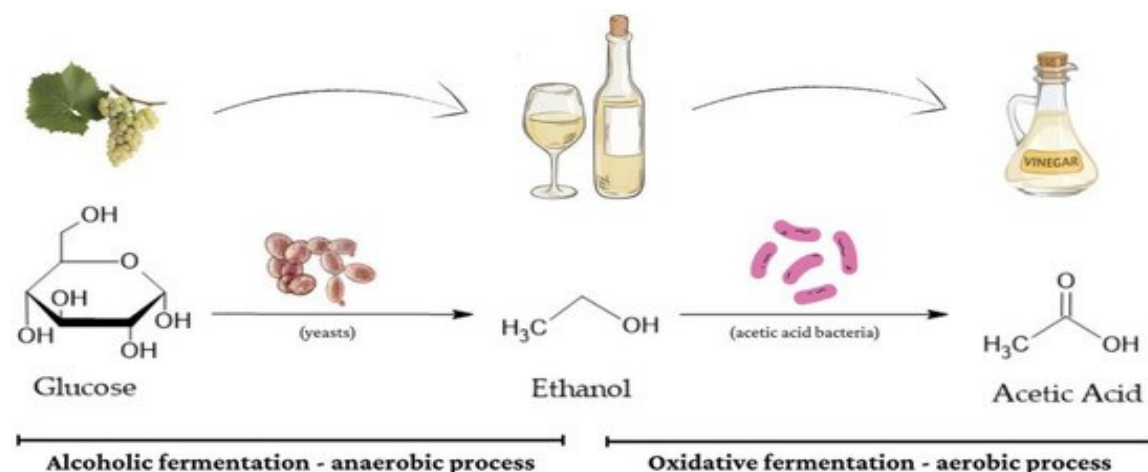
Τα βακτήρια οξικού οξέος διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

1. Βακτήρια οξικού οξέος, τα οποία έχουν ως κύρια λειτουργία την οξείδωση της αιθανόλης σε οξικό οξύ και αποτελούν τον βασικό μικροβιακό πληθυσμό στην παραγωγή φρουτοξιδιού.
2. Βακτήρια γλυκονικού οξέος, τα οποία οξειδώνουν κυρίως τη γλυκόζη προς γλυκονικό οξύ.

Συνηθισμένα είδη του γένους *Acetobacter* περιλαμβάνουν τα *Acetobacter aceti*, *Acetobacter schuezenbachii* και *Acetobacter pasteurianus*, μεταξύ άλλων (Ge et al., 2025).

Το κύριο προϊόν της οξικής ζύμωσης είναι το οξικό οξύ. Η διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί ως επακόλουθο της αλκοολικής ζύμωσης, καθώς τα βακτήρια οξικού οξέος (Acetic Acid Bacteria – AAB) οξειδώνουν την αιθανόλη προς οξικό οξύ και νερό σύμφωνα με την ακόλουθη γενική χημική αντίδραση:

$C_2H_5OH + O_2$ (αιθυλική αλκοόλη και οξυγόνο) $\rightarrow CH_3COOH + H_2O$ (υδατικό διάλυμα οξικού οξέος) (Gullo et al., 2014).



Σχήμα 4. Σχηματική αναπαράσταση της μικροβιακής διαδικασίας παραγωγής ξιδιού από κρασί (Mota & Vilela, 2024).

1.3.4. Βουτυρική ζύμωση

Η βουτυρική ζύμωση προκύπτει από τη δραστηριότητα σακχαρολυτικών βακτηρίων του είδους *Clostridium butyricum* (Wood et al., 2025). Η βουτυρική ζύμωση αποτελεί έναν αναερόβιο δρόμο καταβολισμού υδατανθράκων, κατά τον οποίο κύριο τελικό προϊόν είναι το βουτυρικό οξύ (βουτάνιο οξύ, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$), ένα πτητικό λιπαρό οξύ μικρής αλύσου. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται κυρίως από βακτήρια των γενών *Clostridium*, *Butyrivibrio* και *Butyribacterium*. Παραγωγή βουτυρικού οξέος έχει επίσης περιγραφεί σε γένη όπως *Coprococcus*, *Eubacterium*, *Fusobacterium*, *Megasphaera*, *Roseburia* και *Sarcina*. Τα είδη του γένους *Clostridium* παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς διακρίνονται για το υψηλό ζυμωτικό τους δυναμικό και την ικανότητά τους να παράγουν βουτυρικό οξύ από διάφορα υποστρώματα, όπως η γλυκόζη, η ξυλόζη, η λακτόζη και η γλυκερόλη (Rymuszka & Gorczynska, 2026).

Κατά τη βουτυρική ζύμωση παράγεται βουτυρικό οξύ, το οποίο χαρακτηρίζεται από ανεπιθύμητη οσμή, καθώς και αέρια όπως διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο, τα οποία προκαλούν φουσκώματα στα τυριά (Καλύβα, 2016). Η βουτυρική ζύμωση έχει σημαντική εφαρμογή στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς οδηγεί στην παραγωγή βουτυρικού οξέος και αρωματικών εστέρων με ευχάριστα φρουτώδη χαρακτηριστικά. Ωστόσο, στην τυροκομία, η ανεξέλεγκτη δράση μικροοργανισμών όπως το *Clostridium tyrobutyricum* μπορεί να προκαλέσει ποιοτικά ελαττώματα, ενώ υπό ελεγχόμενες συνθήκες συμβάλλει θετικά στο γευστικό προφίλ ορισμένων τυριών (Rymuszka & Gorczynska, 2026).

Το βουτυρικό οξύ σχηματίζεται στο εσωτερικό του αυλού του κόλου μέσω μικροβιακών διεργασιών ζύμωσης μη αποικοδομήσιμων διαιτητικών υποστρωμάτων, όπως το άμυλο. Το παραγόμενο από το εντερικό μικροβίωμα βουτυρικό αποτελεί το κύριο ενεργειακό υπόστρωμα για τα επιθηλιακά κύτταρα του παχέος εντέρου (κολονοκύτταρα), καλύπτοντας σημαντικό μέρος των ενεργειακών τους αναγκών μέσω οξειδωτικών διεργασιών. Επιπροσθέτως, συμβάλλει στην ενίσχυση της τοπικής αιματικής κυκλοφορίας και στη διευκόλυνση της απορρόφησης νατρίου και ύδατος. Επιπλέον, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της εντερικής ομοιόστασης, ενισχύοντας την ακεραιότητα του επιθηλίου και επιδεικνύοντας αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Niu et al., 2026; Wood et al., 2025).

Παράλληλα, το βουτυρικό οξύ συμμετέχει ενεργά στη ρύθμιση της γονιδιακής δραστηριότητας. Συγκεκριμένα, διεγείρει τον σχηματισμό ρυθμιστικών T-λεμφοκυττάρων στο εντερικό περιβάλλον, τα οποία διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στον περιορισμό φλεγμονωδών και αλλεργικών αντιδράσεων. Επιπλέον, επηρεάζει βασικές κυτταρικές διεργασίες του ξενιστή, όπως η διαφοροποίηση και η προγραμματισμένη κυτταρική

θνησιμότητα, συμβάλλοντας κατ' αυτόν τον τρόπο στη διατήρηση της λειτουργικής ακεραιότητας του ανοσολογικού φραγμού του εντερικού βλεννογόνου (Wood et al., 2025).

1.3.5. Αλκαλική ζύμωση

Τα αλκαλικά ζυμωμένα τρόφιμα αποτελούν μια λιγότερο διαδεδομένη κατηγορία προϊόντων ζύμωσης, η οποία απαντά κυρίως σε παραδοσιακές δίαιτες της Αφρικής και της Ασίας. Χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά, λόγω της αύξησης του pH (8-10) κατά τη ζύμωση, που αποδίδεται στον σχηματισμό αμμωνίας μέσω πρωτεόλυσης από είδη του γένους *Bacillus* (Owusu-Kwarteng et al., 2022; Seesaard & Wongchoosuk, 2022). Κατά τη διάρκεια της αλκαλικής ζύμωσης, μικτές βακτηριακές καλλιέργειες, κυρίως αποτελούμενες από *Bacillus subtilis*, ένα Gram-θετικό, ραβδόμορφο βακτήριο και υποχρεωτικά αερόβιο, ευθύνονται για τον μετασχηματισμό των αζωτούχων ενώσεων που υπάρχουν στα αρχικά υποστρώματα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της απελευθέρωσης αμμωνίας, η οποία οδηγεί σε αύξηση του pH του περιβάλλοντος. Ως αποτέλεσμα, τα παραγόμενα ζυμωμένα τρόφιμα παρουσιάζουν αυξημένη αλκαλικότητα, όπως συμβαίνει στο παραδοσιακό ιαπωνικό νάτο (Giuffrè & Giuffrè, 2024).

Τα φυτικής προέλευσης αλκαλικά ζυμωμένα τρόφιμα παράγονται κυρίως από όσπρια, όπως η σόγια και άλλοι σπόροι οσπρίων, αλλά και από μη οσπριώδεις φυτικές πρώτες ύλες. Στην παραδοσιακή αλκαλική ζύμωση, η σόγια θεωρείται θεμελιώδης πρόδρομος. Προϊόντα όπως το natto, douchi, kinema, doenjang και άλλα παρασκευάζονται σε μικρή βιομηχανική ή οικιακή κλίμακα και καταναλώνονται ευρέως, παρέχοντας σημαντικά θρεπτικά και βιοδραστικά συστατικά με ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία (Owusu-Kwarteng et al., 2022; Seesaard & Wongchoosuk, 2022).

1.4. Ζυμωμένα τρόφιμα: Από τη μικροβιακή δράση στη διατροφή

Τα ζυμωμένα τρόφιμα αποτελούν προϊόντα της ελεγχόμενης δράσης μικροοργανισμών, οι οποίοι μεταβάλλουν τη σύσταση και τις ιδιότητες των πρώτων υλών. Η διαδικασία της ζύμωσης συμβάλλει στη βελτίωση της ασφάλειας, της συντηρησιμότητας, της γεύσης και της θρεπτικής αξίας των τροφίμων, ενώ παράλληλα μπορεί να ενισχύσει την παρουσία βιοδραστικών ενώσεων με ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία. Για τον λόγο αυτό, τα ζυμωμένα τρόφιμα αποτελούν βασικό στοιχείο πολλών παραδοσιακών αλλά και σύγχρονων διατροφικών προτύπων (Marco et al., 2021).

1.4.1. Γιαούρτι

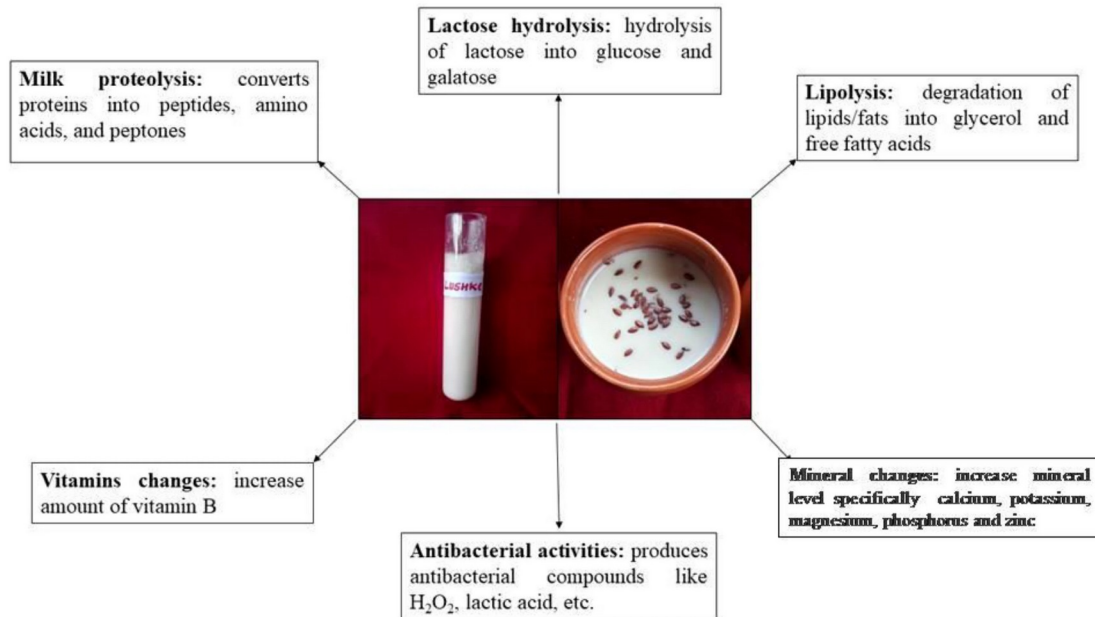
Το γιαούρτι και άλλα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα θεωρούνται ευρέως από τους καταναλωτές ως πηγές βιώσιμων και ευεργετικών μικροοργανισμών (Rezac et al., 2018).

Οι καλλιέργειες εκκίνησης του γιαουρτιού αποτελούνται από θερμοφιλά βακτήρια γαλακτικού οξέος, τα οποία αναπτύσσονται σε συμβιωτική συσχέτιση, κυρίως τα *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Η ζύμωση πραγματοποιείται με την προσθήκη 1,5–3% ενεργής καλλιέργειας σε γάλα και επώαση στους 42–45 °C για χρονικό διάστημα περίπου 3 ωρών.

Κατά τη διάρκεια της επώασης λαμβάνει χώρα εντατική γαλακτική ζύμωση της λακτόζης, με αποτέλεσμα τη μείωση του pH σε τιμές 4,0–4,2 και τον σχηματισμό γαλακτικού οξέος σε συγκεντρώσεις 0,7–1,1%. Η οξίνιση αυτή οδηγεί σε αποσταθεροποίηση των καζεϊνικών μικκυλίων και σχηματισμό του χαρακτηριστικού πηγματος.

Το ιδιαίτερο αρωματικό προφίλ του γιαουρτιού αποδίδεται κυρίως σε καρβονυλικές πτητικές ενώσεις, με σημαντικότερες την ακεταλδεΰδη και το διακετύλιο. Επιπλέον, έχουν ταυτοποιηθεί κετόνες όπως η 1-οκτεν-3-όνη και η 1-νονε-3-όνη, η τελευταία εκ των οποίων παρουσιάζει εξαιρετικά χαμηλό κατώφλι οσμής και συνεπώς υψηλή οσμική δραστηριότητα ακόμη και σε ιχνοποσότητες (Tacer-Caba et al., 2015).

Η ζύμωση του γάλακτος προσδίδει στα τελικά προϊόντα πολλές λειτουργικές και ποιοτικές ιδιότητες. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, η βελτίωση της γεύσης και της υφής, η ικανότητα αφρισμού και γαλακτωματοποίησης, το μειωμένο θερμιδικό περιεχόμενο, καθώς και διάφορα διατροφικά οφέλη. Παράλληλα, τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα, γεγονός που οφείλεται στις διαφορετικές παραδόσεις και στο επίπεδο τεχνογνωσίας που έχει αναπτυχθεί σε κάθε περιοχή (Αναγνώστου, 2019).



Σχήμα 5. Αλλαγές στα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση κατά τη διάρκεια της ζύμωσης (Sharma et al., 2020).

1.4.2. Τυρί

Η τυροκόμηση αποτελεί πολυπαραγοντική διεργασία, στην οποία εξελίσσονται ταυτόχρονα και αλληλεξαρτώμενα χημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά φαινόμενα. Ουσιαστικά πρόκειται για διαδικασία συμπύκνωσης και αφυδάτωσης των στερεών συστατικών του γάλακτος, κατά την οποία η καζεΐνη, το γαλακτικό λίπος και τα κολλοειδή ανόργανα άλατα συγκεντρώνονται σε επίπεδα 6–12 φορές υψηλότερα σε σύγκριση με το αρχικό γάλα. Παράλληλα, απομακρύνεται περίπου το 90% του υδατικού κλάσματος, καθώς και το μεγαλύτερο μέρος των πρωτεϊνών του ορού, της λακτόζης και των διαλυτών αλάτων, μέσω της αποβολής του τυρογάλακτος.

Ο σχηματισμός του τυροπήγματος επιτυγχάνεται με την αποσταθεροποίηση των καζεϊνικών μικκυλίων. Η αποσταθεροποίηση αυτή μπορεί να προκληθεί είτε με οξίνιση του γάλακτος έως το ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης ($pH \approx 4,6$), είτε με ενζυμική πήξη μέσω περιορισμένης πρωτεόλυσης της κ-καζεΐνης με τη χρήση πυτιάς. Και στις δύο περιπτώσεις, επέρχεται συσσωμάτωση των μικκυλίων και δημιουργία τρισδιάστατου πρωτεϊνικού δικτύου που εγκλωβίζει το λίπος και μέρος της υδατικής φάσης (Tacer-Caba et al., 2015).

1.4.3. Τραχανάς

Ο τραχανάς αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα αφυδατωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα ζύμωσης στην Ελλάδα. Η παραδοσιακή του παρασκευή στηρίζεται κυρίως σε γάλα και αλεύρι ή προϊόντα αυτών. Η υψηλή θρεπτική του αξία και οι βιοδραστικές του ιδιότητες έχουν προσελκύσει το επιστημονικό ενδιαφέρον, οδηγώντας σε εκτενείς μελέτες για τη βελτίωση της ποιότητας, της σταθερότητας και των διατροφικών χαρακτηριστικών του (Georgala, 2013).

Ο χυλός αποτελούσε θεμελιώδες παρασκεύασμα δημητριακών στο πλαίσιο της μεσαιωνικής διατροφικής πρακτικής, με εκτεταμένη κατανάλωση σε όλα τα κοινωνικά στρώματα και σταθερή παρουσία στην καθημερινή σίτιση. Η υφή του κυμαινόταν από λεπτόρρευση έως ιδιαίτερα συνεκτική, ανάλογα με την αναλογία υγρών και τον τρόπο θερμικής επεξεργασίας, ενώ η σύστασή του παρουσίαζε σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τα επιμέρους συστατικά. Στο πλαίσιο αυτό, και ο τραχανάς εντάσσεται στις παρασκευές αυτού του τύπου (Minko, 2024).

Παρόμοια προϊόντα με τον τραχανά απαντώνται σε διάφορες χώρες, με διαφοροποιήσεις στη σύνθεση και την τεχνολογία παραγωγής. Συγκεκριμένα, είναι γνωστός ως Thanu στην Ουγγαρία, Talkuna στη Φινλανδία, Kishk στη Συρία, την Παλαιστίνη, την Ιορδανία, τον Λίβανο και την Αίγυπτο, καθώς και ως Kushuk στο Ιράκ και το Ιράν.

Το χαρακτηριστικό οργανοληπτικό προφίλ του τραχανά αποδίδεται κυρίως στην παρουσία γαλακτικού οξέος, αιθανόλης, διοξειδίου του άνθρακα και διαφόρων οργανικών ενώσεων, οι οποίες παράγονται κατά τη ζύμωση από τα LAB και τις ζύμες. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης λαμβάνει χώρα, σε περιορισμένο βαθμό, πρωτεϊνική υδρόλυση, εξαιτίας της πρωτεολυτικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών αυτών. Επιπλέον, η χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία σε συνδυασμό με το όξινο pH συμβάλλουν στη μικροβιολογική του σταθερότητα, επιτρέποντας τη διατήρησή του για χρονικό διάστημα έως και 2–3 έτη.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης των Kivanç και Funda, (2017) τα είδη ζυμών και βακτηρίων γαλακτικού οξέος που αναπτύσσονται στον τραχανά κατά τη φυσική ζύμωση συνιστούν την κυρίαρχη μικροβιακή χλωρίδα του προϊόντος. Ειδικότερα, τα στελέχη *E. durans*, *L. plantarum*, *S. cerevisiae*, *K. marxianus* και *Y. lipolytica* επικρατούν στα τελικά στάδια της ζυμωτικής διεργασίας. Επιπλέον, τα βακτήρια γαλακτικού οξέος και οι μεταβολίτες τους επιτελούν σημαντικό ρόλο ως βιοσυντηρητικοί παράγοντες στα τρόφιμα, συμβάλλοντας στη μικροβιολογική σταθερότητα και ασφάλεια των προϊόντων.

Ο τραχανάς συγκαταλέγεται στα πλέον διαδεδομένα ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος και δημητριακών στην Ελλάδα και παράγεται κυρίως κατά τη θερινή περίοδο από νωπό

πλήρες πρόβειο, κατσικίσιο γάλα ή από μίγμα αυτών. Σε εναλλακτικές παρασκευές, το γάλα αντικαθίσταται από πολύ λαχανικών, οπότε το προϊόν χαρακτηρίζεται ως νηστίσιμος τραχανάς.

Κατά την τεχνολογική διεργασία παραγωγής, το νωπό γάλα υφίσταται οξίνιση για ορισμένες ημέρες, είτε μέσω αυτόχθονης μικροχλωρίδας (αυθόρμητη ζύμωση) είτε με την προσθήκη εκκινητήριας καλλιέργειας γιαουρτιού. Το μίγμα αναδεύεται καθημερινά έως την επίτευξη της επιθυμητής οξύτητας, ακολουθούμενη από θερμική επεξεργασία και σταδιακή προσθήκη αλεσμένου σίτου και άλατος. Σε ορισμένες παραλλαγές ενσωματώνονται αυγά, οπότε το προϊόν αναφέρεται ως ξινός τραχανάς με αυγά.

Ο τραχανάς αποτελεί τρόφιμο υψηλής θρεπτικής αξίας, καθώς ο συνδυασμός σίτου και γιαουρτιού αντισταθμίζει τις διατροφικές ελλείψεις των επιμέρους πρώτων υλών, ενώ η ζύμωση βελτιώνει περαιτέρω τη βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Η σύσταση και η διατροφική του αξία επηρεάζονται από το είδος και την αναλογία των συστατικών, τις συνθήκες ζύμωσης, καθώς και τις πρακτικές αποθήκευσης.

Αποτελεί καλή πηγή ανόργανων στοιχείων (Ca, Mg, K) με ικανοποιητική βιοδιαθεσιμότητα, ενώ η χρήση διαφορετικών αλεύρων (π.χ. κριθαριού, σόγιας, καλαμποκιού), φύτρου ή πίτουρου σίτου μεταβάλλει τη χημική του σύσταση. Παράλληλα, η προσθήκη αρτοποιητικής ζύμης, βύνης ή μικροβιακής φυτάσης επηρεάζει την περιεκτικότητα σε φυτικό οξύ και τη θρεπτική ποιότητα. Κατά τη ζύμωση κυριαρχεί το γαλακτικό οξύ, ενώ διαφοροποιήσεις παρατηρούνται στα οργανικά και λιπαρά οξέα, καθώς και στις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, ανάλογα με τις συνθήκες ζύμωσης, ξήρανσης και αποθήκευσης. Ο τραχανάς που παρασκευάζεται με γάλα αποτελεί σημαντική πηγή ασβεστίου και άλλων ανόργανων στοιχείων. Ο ελληνικός τραχανάς χαρακτηρίζεται από υψηλή θρεπτική αξία, καθώς παρέχει αξιόλογες ποσότητες πρωτεϊνών και μετάλλων, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην κάλυψη των διατροφικών αναγκών του πληθυσμού (Georgala, 2013).

Το Tarkhineh, επίσης γνωστό ως Tarkhowana ή Doowina στα κουρδικά, είναι παραδοσιακό ζυμώμενο προϊόν που παράγεται στις δυτικές επαρχίες του Ιράν (Κερμανσάχ, Κουρδιστάν, Λορεστάν, Χαμεντάν) και καταναλώνεται επίσης σε Τουρκία, Ιράκ και Αίγυπτο. Παρόμοιες ελληνικές παραλλαγές είναι ο Trachana και ο Tarhonaya, ενώ στην Κρήτη και τη Λέσβο είναι γνωστό ως xinochondros και chackla, αντίστοιχα, και ως kushuk ή kishk στη Μέση Ανατολή. Η σύσταση του προϊόντος ποικίλλει ανάλογα με τα δημητριακά, τα γαλακτοκομικά και τα πρόσθετα όπως λαχανικά, βότανα ή μπαχαρικά. Το Tarkhineh παρασκευάζεται με ζύμωση, θέρμανση, διαμόρφωση και ξήρανση, και αποτελεί πλούσια πηγή μετάλλων, βιταμινών και αμινοξέων, όπως μεθειονίνη και λυσίνη, προσφέροντας πλήρη διατροφική αξία για όλες τις ηλικιακές ομάδες (Mohammadi & Ostovar, 2023).

1.4.4. Ξινολάχανο

Η παρασκευή του ξινολάχανου χρονολογείται από τον 4ο αιώνα π.Χ. και αποτελεί παραδοσιακή μέθοδο συντήρησης του λάχανου. Το ψιλοκομμένο λευκό λάχανο εμποτίζεται σε 2,0–3,0% χλωριούχο νάτριο, προάγοντας τη μηλογαλακτική ζύμωση. Το ζυμωμένο προϊόν είναι πλούσιο σε γαλακτικό οξύ και βιταμίνες και καταναλώνεται ευρέως στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη. Από την αρχαιότητα θεωρούνταν θρεπτική τροφή και θεραπευτικό μέσο από πολιτισμούς όπως οι Ρωμαίοι.

Παρά τα θρεπτικά του οφέλη, το ξινολάχανο περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις βιογενών αμινών, όπως η τυραμίνη και η ισταμίνη. Ειδικότερα, η αυξημένη τυραμίνη μπορεί να επηρεάσει τη δράση των MAOIs, φαρμάκων που χορηγούνται για τη θεραπεία ψυχικών διαταραχών, όπως η κατάθλιψη και το άγχος, καθιστώντας σημαντική την προσοχή στη διατροφική κατανάλωση από ασθενείς υπό θεραπεία (Paul et al., 2023).

1.4.5. Ζυμωμένα κρεατοσκευάσματα

Το κρέας και τα προϊόντα ζωικής προέλευσης αποτελούν βασικά στοιχεία της ανθρώπινης διατροφής. Η παρασκευή ωμών, συντηρημένων και ωριμασμένων προϊόντων κρέατος, όπως τα λουκάνικα και τα καπνιστά κρεατοσκευάσματα, συνδέεται διαχρονικά με την εφαρμογή διεργασιών ζύμωσης. Η διεργασία αυτή βασίζεται σε ελεγχόμενα στάδια ωρίμανσης, στα οποία συμμετέχουν τόσο ενδογενή ένζυμα του μυϊκού ιστού όσο και ένζυμα μικροβιακής προέλευσης. Στα μη θερμικά επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος, οι φυσικοί ή προστιθέμενοι υδατάνθρακες μεταβολίζονται κυρίως από βακτήρια γαλακτικού οξέος, συμβάλλοντας στη ζύμωση και στα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (Singh et al., 2025).

Τα προϊόντα ζύμωσης κρέατος, παρά την υψηλή διατροφική τους αξία, χαρακτηρίζονται από αυξημένη ευπάθεια σε μικροβιακή αλλοίωση και επιμόλυνση από τροφιμογενείς παθογόνους μικροοργανισμούς, εξαιτίας της σύνθετης μικροχλωρίδας και των ιδιαίτερων συνθηκών επεξεργασίας και ωρίμανσης που εφαρμόζονται κατά την παραγωγή τους. Τα ζυμωμένα προϊόντα κρέατος, όπως το σουτζούκι, το σαλάμι και τα λουκάνικα, παρουσιάζουν υψηλή ευαισθησία σε μικροβιακή επιμόλυνση από σημαντικούς τροφιμογενείς παθογόνους μικροοργανισμούς, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται οι *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7 και *Salmonella*. Παράλληλα, η ποιοτική τους υποβάθμιση μπορεί να προκληθεί από την ανάπτυξη αλλοιογόνων μικροοργανισμών, όπως είδη του γένους *Pseudomonas*, μέλη της

οικογένειας Enterobacteriaceae, καθώς και διάφοροι ζυμομύκητες και μύκητες (Özel & Urbanova, 2026).

Η κατανάλωση ζυμωμένων προϊόντων κρέατος μπορεί να προσφέρει οφέλη για την ανθρώπινη υγεία, κυρίως μέσω της δράσης προβιοτικών και βακτηρίων γαλακτικού οξέος, τα οποία συμβάλλουν στη βελτίωση της εντερικής μικροχλωρίδας, της πεπτικής λειτουργίας και της ανοσολογικής απόκρισης. Επιπλέον, η διαδικασία της ζύμωσης δύναται να ενισχύσει τη βιοδιαθεσιμότητα ορισμένων θρεπτικών συστατικών και τη μικροβιολογική ασφάλεια των προϊόντων κρέατος (Singh et al., 2025).

1.4.6. Κεφίρ

Το κεφίρ αποτελεί παραδοσιακό ζυμωμένο ρόφημα με καταγωγή από την περιοχή του Καυκάσου, κοντά στο Θιβέτ και τη Μογγολία, όπου η κατανάλωσή του καταγράφεται επί αιώνες. Σύμφωνα με ιστορικές αναφορές, η αξιοποίηση κόκκων κεφίρ ως καλλιέργειας εκκίνησης για τη διαδικασία της ζύμωσης φαίνεται να ανάγεται ήδη περίπου στο 2000 π.Χ. (Kurniawan et al., 2026; Temessek et al., 2026) Χαρακτηρίζεται από ένα σύνθετο μικροβιακό οικοσύστημα αποτελούμενο από βακτήρια γαλακτικού οξέος, βακτήρια οξικού οξέος και ζυμομύκητες. Η αλληλεπίδραση των μικροοργανισμών αυτών συμβάλλει στη διαμόρφωση των ιδιαίτερων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και της διατροφικής αξίας του προϊόντος. Η τακτική κατανάλωση κεφίρ έχει συσχετισθεί με ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία (Fijan et al., 2026).

Το κεφίρ διακρίνεται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα ζύμωσης, το κεφίρ γάλακτος και το κεφίρ νερού. Το κεφίρ γάλακτος παρασκευάζεται κυρίως από γάλα αγελάδας, κατσίκας, προβάτου, βουβαλιού ή καμήλας, με τη λακτόζη να λειτουργεί ως το κύριο ζυμώσιμο υπόστρωμα για τη μικροβιακή δραστηριότητα. Η ζύμωση οδηγεί στην παραγωγή ενός όξινου, ήπια ανθρακούχου ροφήματος, το οποίο χαρακτηρίζεται από κρεμώδη σύσταση και διακριτικά αρωματικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη δράση των ζυμομυκήτων.

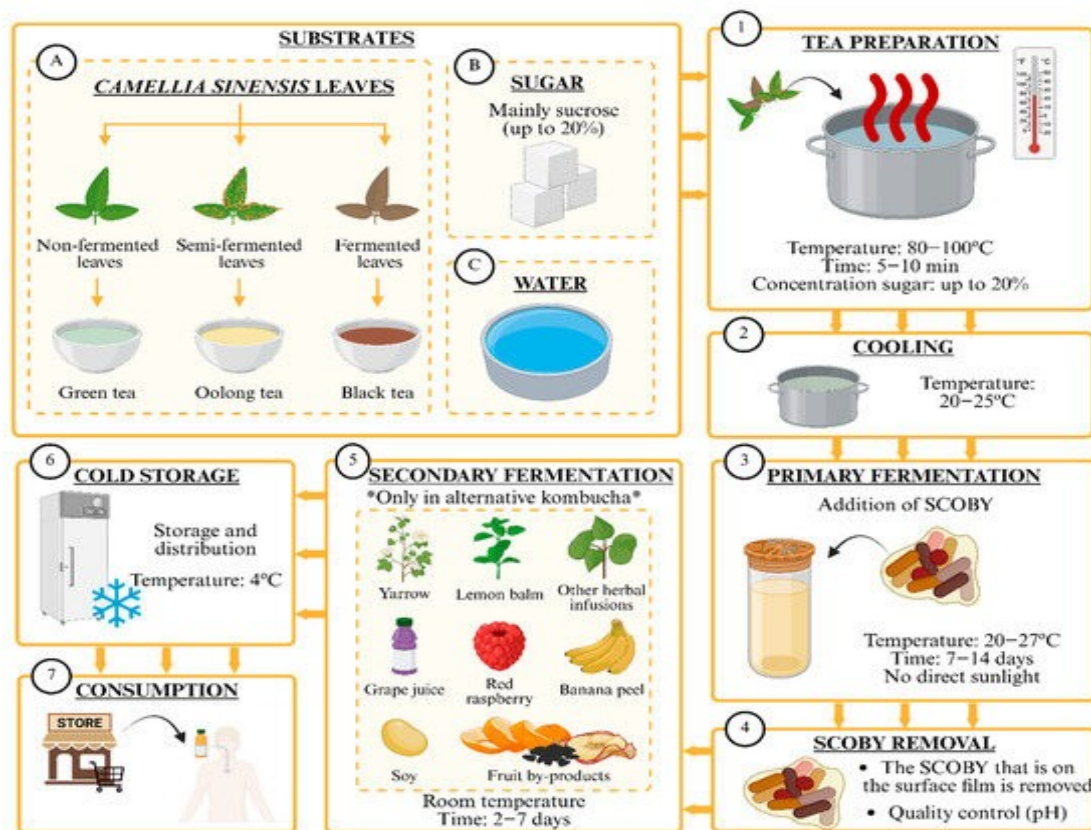
Αντίστοιχα, το κεφίρ νερού, γνωστό και ως tibicos ή aqua kefir, παράγεται από υδατικό διάλυμα σακχαρόζης εμπλουτισμένο με αποξηραμένα φρούτα ή μελάσα, τα οποία λειτουργούν ως πηγές άνθρακα για τη ζύμωση. Το τελικό προϊόν είναι ένα δροσιστικό, ελαφρύτερης σύστασης ρόφημα, απαλλαγμένο από γαλακτοκομικά συστατικά.

Σημαντικές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται και στη σύσταση της μικροχλωρίδας των δύο τύπων κεφίρ. Στο κεφίρ γάλακτος επικρατούν κυρίως στελέχη όπως οι *Lactobacillus kefirianofaciens* και *Lactococcus lactis*, καθώς και ζυμομύκητες των ειδών *Saccharomyces cerevisiae* και *Kluyveromyces marxianus*. Αντίθετα, στο κεφίρ νερού απαντώνται συχνότερα μικροοργανισμοί όπως οι *Lactobacillus hilgardii*, *Leuconostoc mesenteroides* και *Zygotrulaspora florentina* (Kurniawan et al., 2026).

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα κλινικά δεδομένα, η κατανάλωση κεφίρ έχει συσχετισθεί με πολλαπλές ευεργετικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, κυρίως μέσω της τροποποίησης της εντερικής μικροχλωρίδας και της δράσης βιοενεργών μεταβολιτών. Ειδικότερα, έχει αναφερθεί βελτίωση της γαστρεντερικής λειτουργίας, ενίσχυση της ανοσολογικής απόκρισης, μείωση φλεγμονωδών δεικτών και θετική επίδραση σε μεταβολικές και καρδιαγγειακές παραμέτρους, όπως ο γλυκαιμικός έλεγχος, το λιπιδαιμικό προφίλ και η αρτηριακή πίεση. Επιπλέον, το κεφίρ φαίνεται να συμβάλλει στη βελτίωση της δυσανεξίας στη λακτόζη, της στοματικής υγείας και ορισμένων δεικτών γνωστικής λειτουργίας και διάθεσης (Fijan et al., 2026).

1.4.7. Κομπούχα

Η κομπούχα (kombucha) αποτελεί μη αλκοολούχο ή χαμηλής περιεκτικότητας σε αλκοόλη προϊόν ζύμωσης σακχαρούχου εγχύματος πράσινου ή μαύρου τσαγιού. Η διαδικασία παραγωγής της πραγματοποιείται μέσω της δράσης μιας συμβιωτικής κοινότητας βακτηρίων οξικού οξέος και οσμωφιλικών ζυμών, γνωστής ως SCOBY, για χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από 3 έως 21 ημέρες (Koh et al., 2026; Pereira, 2026).



Σχήμα 6. Ζυμωτική διαδικασία παραγωγής κομπούχα (Pereira, 2026).

Η προέλευση της κομπούχα εντοπίζεται περίπου στο 220 π.Χ. στη βορειοανατολική Κίνα, κατά την περίοδο της Δυναστείας Qin, όπου αναφερόταν ως Τσάι της Αθανασίας εξαιτίας των πιθανών ευεργετικών επιδράσεών της στην ανθρώπινη υγεία, συμπεριλαμβανομένων των αντιοξειδωτικών, αντιμικροβιακών και ανοσοδιεγερτικών ιδιοτήτων της. Κατά τα μέσα του 20ού αιώνα, η κατανάλωση της κομπούχα επεκτάθηκε στη Γαλλία και τη Βόρεια Αφρική, γεγονός που συνέβαλε σημαντικά στη διεθνή διάδοσή της και στην ενσωμάτωσή της σε διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα. Η αυξανόμενη δημοτικότητα και η ευρεία διαθεσιμότητα της κομπούχα ως λειτουργικού ροφήματος αποδίδονται σε μεγάλο βαθμό στις ιδιότητες που σχετίζονται με την προαγωγή της υγείας και της ευεξίας (Koh et al., 2026).

Η κομπούχα έχει συσχετιστεί με ποικίλες δυνητικά ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία, κυρίως λόγω της παρουσίας πολυφαινόλων, οργανικών οξέων, βιταμινών και μικροοργανισμών που παράγονται κατά τη διαδικασία της ζύμωσης. Ειδικότερα, έχουν αναφερθεί αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και προβιοτικές ιδιότητες, καθώς και πιθανή συμβολή στη ρύθμιση της εντερικής μικροχλωρίδας και στην υποστήριξη του ανοσοποιητικού συστήματος. Παράλληλα, ορισμένες μελέτες υποδεικνύουν πιθανή βελτίωση γαστρεντερικών συμπτωμάτων και μεταβολικών παραμέτρων (Andrade et al., 2025).

Η διαταραχή της σύστασης και της ισορροπίας της εντερικής μικροχλωρίδας έχει συσχετιστεί με την εμφάνιση ποικίλων παθολογικών καταστάσεων, όπως αλλεργικές αντιδράσεις, αυτοάνοσα νοσήματα, σκλήρυνση κατά πλάκας και λοιμώξεις που σχετίζονται με μεταμοσχεύσεις οργάνων. Η κατανάλωση κομπούχα ενδέχεται να συμβάλλει στη διατήρηση ή αποκατάσταση της μικροβιακής ισορροπίας του γαστρεντερικού συστήματος (Jafari et al., 2025).

Εκτός από τις πιθανές ευεργετικές ιδιότητες της κομπούχα, έχουν αναφερθεί και ορισμένες ανεπιθύμητες επιδράσεις που σχετίζονται με την κατανάλωσή της, όπως περιστατικά ερεθιστικής δερματίτιδας εξ επαφής, πιθανώς λόγω της υψηλής οξύτητας του ζυμωμένου ροφήματος. Παρότι οι σχετικές αναφορές στη βιβλιογραφία είναι περιορισμένες, τα δεδομένα αυτά υπογραμμίζουν την ανάγκη προσεκτικής αξιολόγησης της ασφάλειας και των πιθανών παρενεργειών της κατανάλωσης κομπούχα (Motosko & Abrouk, 2022).

Η κατανάλωση κομπούχα δεν συνιστάται σε ορισμένες πληθυσμιακές ομάδες και συμμετέχοντες με υποκείμενα νοσήματα, λόγω πιθανών ανεπιθύμητων ενεργειών και αυξημένου κινδύνου επιπλοκών. Ειδικότερα, η κατανάλωσή της δεν συνιστάται σε εγκύους, παιδιά, άτομα που ζουν με HIV ή με ανοσοκαταστολή, καθώς και σε όσους έχουν ιστορικό γαλακτικής ή μεταβολικής οξέωσης, χρόνιας ηπατικής ή νεφρικής νόσου, χολικής κίρρωσης, γαστρίτιδας ή λοιμώξεων του ανώτερου ή κατώτερου αναπνευστικού συστήματος. Επιπλέον, έχουν αναφερθεί περιστατικά ηπατοτοξικότητας, μεταβολικής οξέωσης και νεφρικών διαταραχών, κυρίως μετά από υπερβολική ή μη ασφαλή κατανάλωση σπιτικά παρασκευασμένης κομπούχα (Cavicchia & Almeida, 2024).

1.4.8. Ζυμωμένα προϊόντα σόγιας: tempeh και miso

Η σόγια αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες παγκοσμίως, με ιστορία που εκτείνεται σε περισσότερα από 3.000 έτη και προέλευση από την Ανατολική Ασία. Η υψηλή περιεκτικότητά της σε πρωτεΐνες, απαραίτητα αμινοξέα, βιταμίνες, μέταλλα και βιοδραστικές ενώσεις προσδίδει ιδιαίτερη διατροφική αξία, καθιστώντας τη σημαντικό συστατικό για τη διατροφική επάρκεια και ασφάλεια (Ahmed & Saeed, 2026).

Ωστόσο, παρά τα πολυάριθμα διατροφικά οφέλη της σόγιας, η αξιοποίησή της παρουσιάζει προκλήσεις λόγω της παρουσίας αλλεργιογόνων πρωτεϊνών, όπως Gly m 5 και η Gly m 6, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις σε πληθυσμό με αυξημένη ευαισθησία. Η επεξεργασία της σόγιας διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη μείωση της αλλεργιογονικότητας, διατηρώντας παράλληλα τη θρεπτική της αξία. Μέθοδοι επεξεργασίας, όπως η θερμική κατεργασία και η ζύμωση, δύνανται να επιφέρουν τροποποιήσεις στη δομή των αλλεργιογόνων πρωτεϊνών, συμβάλλοντας στη μείωση του αλλεργιογόνου δυναμικού τους. Παράλληλα, ζυμωμένα προϊόντα σόγιας, όπως το tempeh, προσελκύουν αυξανόμενο επιστημονικό και διατροφικό ενδιαφέρον λόγω της υψηλής θρεπτικής και λειτουργικής τους αξίας (Triandita et al., 2026).

Το tempeh αποτελεί παραδοσιακό προϊόν ζύμωσης της Ινδονησίας και σημαντική φυτική πηγή θρεπτικών συστατικών. Παράγεται κυρίως μέσω στερεάς ζύμωσης σπόρων σόγιας με μύκητες του γένους *Rhizopus*, ενώ εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα όσπρια ως υπόστρωμα ζύμωσης. Η διαδικασία αυτή βελτιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και ενισχύει τη διατροφική αξία του τελικού προϊόντος.

Η διαδικασία της ζύμωσης συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της θρεπτικής και λειτουργικής αξίας του tempeh, αυξάνοντας την πεπτικότητα των πρωτεϊνών και ενισχύοντας τη βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Παράλληλα, η μικροβιακή δραστηριότητα οδηγεί σε μείωση των αντιδιατροφικών παραγόντων και στον σχηματισμό βιοδραστικών ενώσεων, όπως πεπτίδια, αγλυκόνες ισοφλαβονών, φυλλικό οξύ και GABA. Οι ενώσεις αυτές έχουν συσχετιστεί με ευεργετικές επιδράσεις στην καρδιαγγειακή λειτουργία, στη βιοδιαθεσιμότητα μετάλλων και στην υγεία του γαστρεντερικού συστήματος (Yarlina et al., 2026).

Παρόμοιες λειτουργικές και διατροφικές ιδιότητες παρουσιάζουν και άλλα ζυμωμένα προϊόντα σόγιας, όπως το miso, το οποίο αποτελεί παραδοσιακό ιαπωνικό προϊόν ζύμωσης, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως ως καρύκευμα και συστατικό σε σούπες και διάφορα τρόφιμα της ασιατικής κουζίνας (Hashimoto et al., 2023). Η κατηγοριοποίησή του βασίζεται στον τύπο του μύκητα koji που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία της ζύμωσης, κυρίως σε είδη του γένους *Aspergillus* ή άλλους μικροοργανισμούς. Το miso σόγιας παράγεται από ζυμωμένους σπόρους σόγιας σε συνδυασμό με άλας και

χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, αμινοξέα και πεπτίδια. Η σύστασή του αυτή συμβάλλει στα ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος, όπως η πλούσια γεύση και το σκούρο χρώμα (Kotake et al., 2022).

Η διαδικασία παραγωγής του miso περιλαμβάνει δύο διαδοχικά στάδια ζύμωσης. Κατά το πρώτο στάδιο, το υπόστρωμα εμβολιάζεται με μύκητες, κυρίως του είδους *Aspergillus oryzae*, οδηγώντας στον σχηματισμό του koji, δηλαδή της καλλιέργειας που λειτουργεί ως εκκινητής της ζύμωσης. Στη συνέχεια, το koji αναμιγνύεται με άλας και πολτό σόγιας και υποβάλλεται σε δεύτερο στάδιο ζύμωσης από ζύμες και βακτήρια (Allwood et al., 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. Τροφικές Αλλεργίες: Ορισμός, Ταξινόμηση και Σχέση με τα Ζυμωμένα Τρόφιμα

Η τροφική αλλεργία αποτελεί σημαντικό ζήτημα δημόσιας υγείας, με τη συχνότητά της να παρουσιάζει αυξητική τάση τις τελευταίες δεκαετίες. Υπολογίζεται ότι επηρεάζει περίπου το 3–10% των παιδιών και έως το 10% των ενηλίκων. Παρότι περισσότερα από 160 τρόφιμα μπορούν να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις, πάνω από το 90% των περιπτώσεων τροφικής αλλεργίας σχετίζεται με εννέα κύριες κατηγορίες αλλεργιογόνων: το γάλα, τα αυγά, τα φιστίκια, τους ξηρούς καρπούς, τη σόγια, το σιτάρι, τα ψάρια, τα οστρακοειδή και το σουσάμι (Santos et al., 2023).

Η τροφική αλλεργία αποτελεί χρόνια και συχνά εξελισσόμενη πάθηση, η οποία απαιτεί συνεχή υγειονομική φροντίδα, με το κόστος διαχείρισής της να αυξάνεται διαρκώς. Οι τροφικές αλλεργικές αντιδράσεις μπορεί να εκδηλωθούν με ήπια συμπτώματα, όπως δερματικά και γαστρεντερικά συμπτώματα, αλλά και με σοβαρές, δυνητικά απειλητικές για τη ζωή αναφυλακτικές αντιδράσεις. Η συνεχώς αυξανόμενη επίπτωσή τους επιβαρύνει σημαντικά τόσο τις οικογένειες όσο και τα συστήματα υγείας, ιδιαίτερα στον παιδιατρικό πληθυσμό (Pantlik et al., 2026).

Η αυξανόμενη συχνότητα των αλλεργικών νοσημάτων έχει ενισχύσει το επιστημονικό ενδιαφέρον για διατροφικές παρεμβάσεις που ενδέχεται να συμβάλλουν στην πρόληψη ή τη ρύθμιση της αλλεργικής φλεγμονής. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα ζυμωμένα τρόφιμα και στους μικροοργανισμούς που περιέχουν, λόγω της ενδεχόμενης επίδρασής τους στη σύσταση και λειτουργία του εντερικού μικροβιώματος και, κατ' επέκταση, στη ρύθμιση της ανοσολογικής απόκρισης. Τρόφιμα όπως το κεφίρ, το γιαούρτι, το τυρί και το kimchi έχουν συσχετιστεί με πιθανά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία, συμπεριλαμβανομένης της ενίσχυσης της εντερικής ομοιόστασης και της πιθανής μείωσης του κινδύνου εμφάνισης αλλεργικών νοσημάτων (Asghar et al., 2017).

Παρά το αυξανόμενο επιστημονικό ενδιαφέρον για τα πιθανά οφέλη των ζυμωμένων τροφίμων, η θέση τους στις εθνικές διατροφικές οδηγίες παραμένει περιορισμένη. Οι διατροφικοί οδηγοί διεθνώς παρουσιάζονται με διαφορετικές μορφές, αλλά συγκλίνουν ως προς τη σημασία της ισορροπημένης διατροφής και της μέτριας κατανάλωσης τροφίμων. Παρότι ορισμένες χώρες, όπως οι ΗΠΑ και ο Καναδάς,

περιλαμβάνουν τρόφιμα όπως το γιαούρτι και το κεφίρ στις συστάσεις τους, τα ζυμωμένα τρόφιμα δεν αναγνωρίζονται συνήθως ως ξεχωριστή διατροφική κατηγορία. Αντίστοιχα, χώρες της Ασίας με μακρά παράδοση στην κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων, όπως η Ιαπωνία και η Κίνα, δεν δίνουν ιδιαίτερη έμφαση σε αυτά στους εθνικούς διατροφικούς οδηγούς τους. Εξάιρεση αποτελεί η Ινδία, όπου οι εθνικές διατροφικές οδηγίες ενθαρρύνουν ρητά την κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων, ιδιαίτερα κατά την εγκυμοσύνη (Chilton et al., 2015).

2.1. Έννοια της Αλλεργίας

Η αλλεργία αποτελεί ανοσολογική αντίδραση του οργανισμού απέναντι σε συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς παράγοντες και ουσίες. Οι ουσίες που πυροδοτούν την αλλεργική αντίδραση ονομάζονται αλλεργιογόνα και μπορεί να προέρχονται από ποικίλες πηγές, όπως φυτά (π.χ. γύρη), φαρμακευτικά σκευάσματα, τρόφιμα και ποτά, έντομα και τα τσιμπήματά τους, καθώς και από το τρίχωμα ζώων. Επιπρόσθετα, η εμφάνιση αλλεργικών νοσημάτων μπορεί να σχετίζεται με κληρονομική προδιάθεση, παθήσεις του γαστρεντερικού συστήματος, περιβαλλοντικούς παράγοντες, ακραίες θερμοκρασίες (θερμό ή ψυχρό περιβάλλον), καθώς και με την παρουσία εντερικών παρασίτων (Tajimatovna & Abdurasulova, 2026).

Ορισμένες γενετικές διαταραχές, όπως οι μεταλλάξεις που οδηγούν σε απώλεια της λειτουργίας της φιλαγγρίνης (προδρομική ουσία της κερατίνης), συνδέονται με την εμφάνιση αλλεργιών. Παράλληλα, είναι γνωστό ότι ο κίνδυνος εκδήλωσης αλλεργιών έχει και κληρονομική βάση, καθώς κυμαίνεται μεταξύ 30–50% όταν υπάρχει ένας αλλεργικός γονέας, ενώ αυξάνεται σε 60–80% όταν και οι δύο γονείς παρουσιάζουν αλλεργίες. Ωστόσο, τα δεδομένα δείχνουν ότι αυτή η γενετική προδιάθεση μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η έκθεση σε μικροοργανισμούς, η διατροφή, χημικές ουσίες, φαρμακευτικά σκευάσματα και γενικότερα οι συνθήκες και ο τρόπος ζωής, οι οποίοι μπορούν είτε να ενισχύσουν είτε να περιορίσουν την εκδήλωση των αλλεργιών (Ptaschinski & Gibbs, 2024).

Οι αλλεργικές ασθένειες παρουσιάζουν ποικίλες φαινοτυπικές εκδηλώσεις, ωστόσο όλες συνδέονται με μια κοινή υποκείμενη ανοσολογική απόκριση που διαμεσολαβείται από τα Th2 (T helper type 2) λεμφοκύτταρα (Ptaschinski & Gibbs, 2024). Η ανοσολογική αυτή απόκριση χαρακτηρίζεται από διαταραχή της ισορροπίας μεταξύ των υποπληθυσμών T-λεμφοκυττάρων Th1 (T helper type 1) και Th2, με μετατόπιση προς την Th2 απάντηση. Ως αποτέλεσμα, παρατηρείται αυξημένη παραγωγή κυτταροκινών τύπου Th2, όπως οι IL, καθώς και χημειοκινών, ενώ τα B-λεμφοκύτταρα παράγουν αντισώματα IgE. Οι μεσολαβητές αυτοί ενισχύουν τη φλεγμονώδη αντίδραση μέσω της ενεργοποίησης κυττάρων, όπως τα μαστοκύτταρα και άλλα κοκκιοκύτταρα, συμβάλλοντας στην

εκδήλωση των κλινικών συμπτωμάτων της αλλεργίας, όπως δερματίτιδα, ρινίτιδα, άσθμα και έκζεμα (Rahim et al., 2023).

Οι αλλεργίες αποτελούν παθολογικές ανοσολογικές αποκρίσεις που πυροδοτούνται από πρωτεΐνες ή ουσίες συνδεδεμένες με πρωτεΐνες, οι οποίες υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν προκαλούν βλάβη στον οργανισμό. Στο πλαίσιο αυτών των διαταραχών, οι τροφικές αλλεργίες αντιπροσωπεύουν μία σημαντική υποκατηγορία των υπερευαισθησιών άμεσου τύπου, στις οποίες περιλαμβάνονται επίσης το άσθμα, η αλλεργική ρινίτιδα, η ατοπική δερματίτιδα και η υπερευαισθησία σε φάρμακα (Carnevale et al., 2026; Yu et al., 2016).

Συγκεκριμένα, η τροφική αλλεργία ορίζεται ως ειδική ανοσολογική απόκριση που εκδηλώνεται μετά από έκθεση σε ένα διατροφικό αντιγόνο. Οι παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί της διακρίνονται σε IgE-μεσολαβούμενους και μη IgE-μεσολαβούμενους. Οι IgE-μεσολαβούμενες αντιδράσεις εμφανίζονται συχνότερα, χαρακτηρίζονται από σαφέστερη κλινική εικόνα και έχουν μελετηθεί εκτενέστερα σε μοριακό και ανοσολογικό επίπεδο (Zubeldia-Varela et al., 2022).

Κατά συνέπεια, οι τροφικές αλλεργίες αναπτύσσονται όταν η πρόσληψη ενός κανονικά αβλαβούς διατροφικού αντιγόνου προκαλεί μη φυσιολογική ανοσολογική απόκριση, η οποία εκδηλώνεται με συμπτώματα που κυμαίνονται από ήπια και εντοπισμένα έως σοβαρά, συστηματικά και δυνητικά απειλητικά για τη ζωή. Τα πλέον συνήθη αλλεργιογόνα τρόφιμα περιλαμβάνουν το αγελαδινό γάλα, τα αυγά, τα φιστίκια, τους ξηρούς καρπούς, τη σόγια, το σιτάρι, τα ψάρια και τα οστρακοειδή, τα οποία ευθύνονται για την πλειονότητα των κλινικά σημαντικών αντιδράσεων (Carnevale et al., 2026; Yu et al., 2016).



Σχήμα 7. Το παραπάνω σχήμα παρουσιάζει συνοπτικά τις βασικές ομάδες τροφίμων που προκαλούν αλλεργικές αντιδράσεις, όπως ορίζονται από το **Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act του 2004 (FALCPA)** και επεκτάθηκαν με το **FASTER Act του 2021**, που προσέθεσε το σουσάμι στη λίστα των κύριων τροφικών αλλεργιογόνων (U.S. Food and Drug Administration [FDA], 2025).

Επιπλέον, η τροφική αλλεργία συνιστά κλινική οντότητα που προκαλεί πολυσυστηματικές αντιδράσεις, επηρεάζοντας το δέρμα (κνησμός, ερύθημα, κνίδωση), το γαστρεντερικό σύστημα (ναυτία, έμετος, διάρροια), το αναπνευστικό σύστημα (φτέρνισμα, ρινόρροια, δύσπνοια, αίσθημα σύσφιξης στο θώρακα), το καρδιαγγειακό σύστημα (αρρυθμίες, υπόταση) καθώς και το νευρικό σύστημα (ζάλη). Σε σοβαρές περιπτώσεις, οι αντιδράσεις δύνανται να εξελιχθούν σε απειλητικές για τη ζωή καταστάσεις (Zubeldia-Varela et al., 2022).

Υπολογίζεται ότι περίπου το 25% του γενικού πληθυσμού εμφανίζει ανεπιθύμητες αντιδράσεις σε τουλάχιστον ένα τρόφιμο, ποσοστό σημαντικά υψηλότερο από εκείνο των επιβεβαιωμένων τροφικών αλλεργιών. Οι αντιδράσεις αυτές μπορεί να προκληθούν από οποιοδήποτε τρόφιμο ή πρόσθετο τροφίμων και οφείλονται είτε σε ανοσολογικούς είτε σε μη ανοσολογικούς μηχανισμούς. Ενδεικτικά, η δυσανεξία στη λακτόζη ή η εμφάνιση ρινόρροιας μετά την κατανάλωση πικάντικων τροφών αποτελούν παραδείγματα μη ανοσολογικών ανεπιθύμητων αντιδράσεων και δεν ταξινομούνται ως τροφικές αλλεργίες (Mello et al., 2024).

Η πιο συχνή αιτία θανατηφόρας αναφυλαξίας που σχετίζεται με τρόφιμα είναι η αλλεργία στα φιστίκια. Εκτιμάται ότι η αλλεργία στα φιστίκια αφορά περίπου το 1%–4,5% του πληθυσμού, ενώ οι αλλεργίες σε ξηρούς καρπούς πλήττουν περίπου το 0,05%–4,9% των ατόμων στον δυτικό κόσμο. Οι τροφικές αλλεργίες φαίνεται να εμφανίζονται συχνότερα σε γεωγραφικές περιοχές που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον ισημερινό, γεγονός που ενδέχεται να σχετίζεται με τη μειωμένη έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία και, κατ' επέκταση, με χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D (Sayed et al., 2026).

2.2. Μηχανισμοί Αλλεργικών Αντιδράσεων

Οι παθογενετικοί μηχανισμοί των αλλεργικών αντιδράσεων αναπτύσσονται μέσω μιας σύνθετης και πολυπαραγοντικής αλληλεπίδρασης μεταξύ ατοπίας, περιβαλλοντικών ερεθισμάτων και επιγενετικών τροποποιήσεων, η οποία διαταράσσει την ανοσολογική ανοχή σε αβλαβή αντιγόνα που κανονικά θα έπρεπε να είναι ανεκτά (Μπαντίκη, 2026). Ως αποτέλεσμα, το ανοσοποιητικό σύστημα αναγνωρίζει και αντιδρά σε ουσίες που κανονικά θεωρούνται αβλαβείς (αλλεργιογόνα), ενεργοποιώντας εξειδικευμένους χυμικούς και κυτταρικούς μηχανισμούς, οι οποίοι οδηγούν στην εμφάνιση κλινικών εκδηλώσεων με δυνατότητα συστηματικής επέκτασης (Zubeldia-Varela et al., 2022).

Οι τροφικές αλλεργίες πρέπει να διαχωρίζονται από τις τροφικές δυσανεξίες, δεδομένου ότι στις τελευταίες η ανοσολογική απάντηση δεν συμμετέχει. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κοιλιοκάκη, η οποία δεν εντάσσεται στην κατηγορία των τροφοαλλεργικών νοσημάτων (Κυζάκη, 2024).

Για την κατανόηση των παθοφυσιολογικών μηχανισμών της τροφικής αλλεργίας, είναι απαραίτητη η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο τα τροφικά αλλεργιογόνα επάγουν την IgE-μεσολαβούμενη ανοσολογική απόκριση. Η διαδικασία αυτή εξελίσσεται σε διαδοχικά βασικά στάδια, τα οποία περιγράφονται παρακάτω:

- **Πέψη και επιβίωση αλλεργιογόνων**

Οι πρωτεΐνες των τροφίμων υφίστανται υδρόλυση στον γαστρεντερικό σωλήνα· ωστόσο, ορισμένα αλλεργιογόνα πεπτίδια διαφεύγουν πλήρους αποδόμησης ή υφίστανται δομικές τροποποιήσεις που διατηρούν την ανοσογονικότητά τους (Satitsuksanoa et al., 2018).

- **Πρόσληψη και παρουσίαση αντιγόνου**

Τα αλλεργιογόνα προσλαμβάνονται από κύτταρα παρουσίασης αντιγόνου (Antigen-Presenting Cells, APCs), όπως τα δενδριτικά κύτταρα, τα μακροφάγα και τα B-κύτταρα. Στα APCs, τα αλλεργιογόνα υποβάλλονται σε ενδοκυτταρική επεξεργασία και τα πεπτιδικά θραύσματα φορτώνονται σε μόρια MHC τάξης II (MHC II). Τα μόρια MHC II αποτελούνται από δύο πολυπεπτιδικές αλυσίδες, α και β, που σχηματίζουν ένα ετεροδιμερές με σταθερές και πολυμορφικές περιοχές. Στη συνέχεια, το MHC II παρουσιάζει το πεπτίδιο σε CD4⁺ T helper κύτταρα, τα οποία αναγνωρίζουν το αντιγόνο μέσω του υποδοχέα TCR και ενεργοποιούνται, ξεκινώντας την ανοσολογική απάντηση (Satitsuksanoa et al., 2018; White et al., 2014).

- **Ενεργοποίηση και διαφοροποίηση T κυττάρων**

Η IL-4 που απαιτείται για την αρχική διαφοροποίηση των naïve CD4⁺ T-κυττάρων προς Th2 φαινότυπο προέρχεται κυρίως από κύτταρα της έμφυτης ανοσίας, όπως μαστοκύτταρα, βασεόφιλα και innate lymphoid cells τύπου 2 (ILC2), ενώ τα Th2 κύτταρα ενισχύουν περαιτέρω την απόκριση μέσω παραγωγής IL-4 σε μεταγενέστερα στάδια (Gadani et al., 2012; Huang & Paul, 2015; Leonard & Sur, 2002; Κουλούρη, 2013).

- **Παραγωγή κυτταροκινών Th2**

Τα Th2 κύτταρα εκκρίνουν κυτταροκίνες (IL-4, IL-5, IL-10, IL-13), οι οποίες ενισχύουν την αλλεργική ανοσολογική απόκριση (Κουλούρη, 2013).

- **Ενεργοποίηση B κυττάρων και παραγωγή IgE**

Η ισοτυπική μεταστροφή των B-κυττάρων προς παραγωγή IgE απαιτεί τόσο τη δράση των κυτταροκινών IL-4 και IL-13 όσο και την αλληλεπίδραση CD40 (στα B-κύτταρα) με CD40L (στα ενεργοποιημένα Th2 κύτταρα) (Mabrouk et al., 2025; Κουλούρη, 2013).

Αντωνιάδου Φεβρωνία, Συσχέτιση της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με τον επιπολασμό αλλεργικών νοσημάτων σε ενήλικες: Ανάλυση δεδομένων από τη μελέτη PIMENTO με τη χρήση του ερωτηματολογίου 3FQ.

- **Ευαισθητοποίηση μαστοκυττάρων και βασεόφιλων**

Τα IgE αντισώματα δεσμεύονται στους υποδοχείς υψηλής συγγένειας (FcεRI), στην επιφάνεια μαστοκυττάρων και βασεόφιλων (Κουλούρη, 2013).

- **Επανεκθεση στο αλλεργιογόνο**

Η εκ νέου είσοδος του ίδιου αλλεργιογόνου οδηγεί σε διασταύρωση των δεσμευμένων IgE.

- **Αποκοκκίωση και απελευθέρωση μεσολαβητών**

Ενεργοποιούνται τα μαστοκύτταρα και βασεόφιλα, με αποτέλεσμα την αποκοκκίωση και την απελευθέρωση ισταμίνης, κυτταροκινών και πρωτεασών.

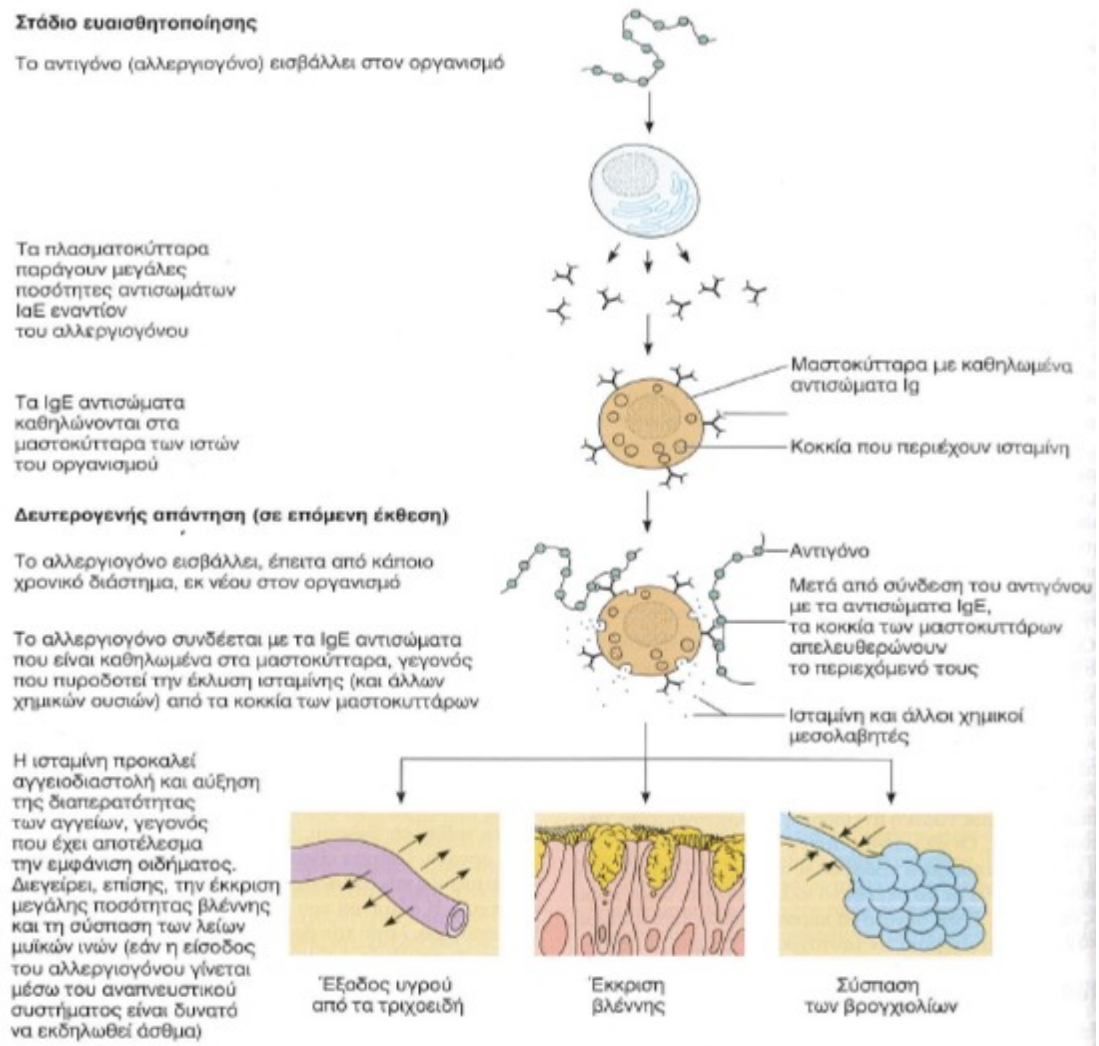
- **Εκδήλωση κλινικών συμπτωμάτων**

Οι παραπάνω μεσολαβητές ευθύνονται για την εμφάνιση των χαρακτηριστικών συμπτωμάτων της αλλεργικής αντίδρασης (Satitsuksanoa et al., 2018; Κουλούρη, 2013).

Ο παθοφυσιολογικός μηχανισμός των τροφικών αλλεργιών περιλαμβάνει IgE-μεσολαβούμενες αντιδράσεις (τύπου I), μη IgE-μεσολαβούμενες αντιδράσεις (κυρίως τύπου IV), καθώς και μικτού τύπου ανοσολογικές αποκρίσεις. οι οποίες περιλαμβάνουν τόσο IgE-εξαρτώμενους όσο και κυτταρομεσολαβούμενους μηχανισμούς (Satitsuksanoa et al., 2018).

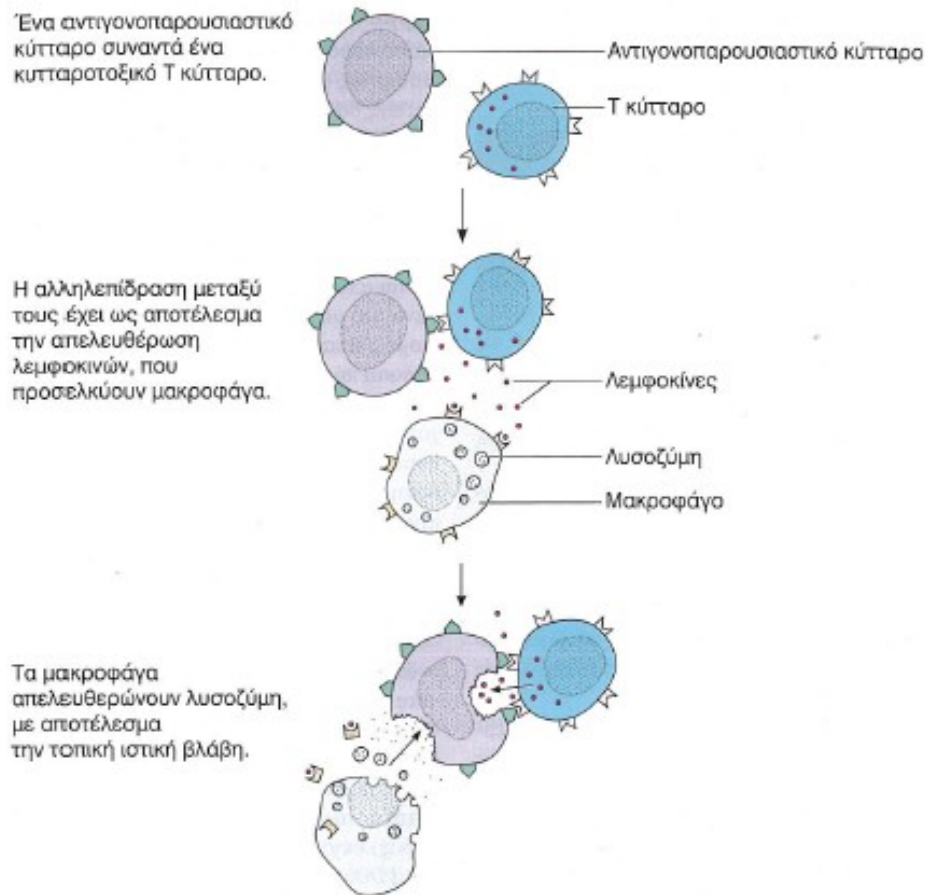
A. Αντιδράσεις τύπου I (άμεσου τύπου υπερευαισθησία, μεσολαβούμενη από IgE):
Οι αντιδράσεις αυτές χαρακτηρίζονται από ταχεία έναρξη συμπτωμάτων μετά την έκθεση στο αλλεργιογόνο και οφείλονται στην παραγωγή ειδικών IgE αντισωμάτων, τα οποία δεσμεύονται σε FcεRI στην επιφάνεια μαστοκυττάρων και βασεόφιλων (Abbas & Goldin, 2025; Nagata & Suzuki, 2022).

Αντωνιάδου Φεβρωνία, Συσχέτιση της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με τον επιπολασμό αλλεργικών νοσημάτων σε ενήλικες: Ανάλυση δεδομένων από τη μελέτη PIMENTO με τη χρήση του ερωτηματολογίου 3FQ.



Σχήμα 8. Αντίδραση υπερευαισθησίας τύπου I (Διαμεσολαβούμενη από IgE αντισώματα) (LeMone et al., 2014).

B. Αντιδράσεις τύπου IV ή καθυστερημένου τύπου (επιβραδυνόμενου τύπου υπερευαισθησία): Οι αντιδράσεις αυτές διαμεσολαβούνται κυρίως από αντιγονο-ειδικά T-λεμφοκύτταρα, τα οποία, μετά την ενεργοποίησή τους, εκκρίνουν κυτταροκίνες και ενεργοποιούν μακροφάγα και άλλα φλεγμονώδη κύτταρα, οδηγώντας σε καθυστερημένη φλεγμονώδη απόκριση (Marwa et al., 2025; Saavedra Torres & Annamaraju, 2025).



Σχήμα 9. Αντίδραση επιβραδυνόμενης υπερευαισθησίας τύπου IV (LeMone et al., 2014).

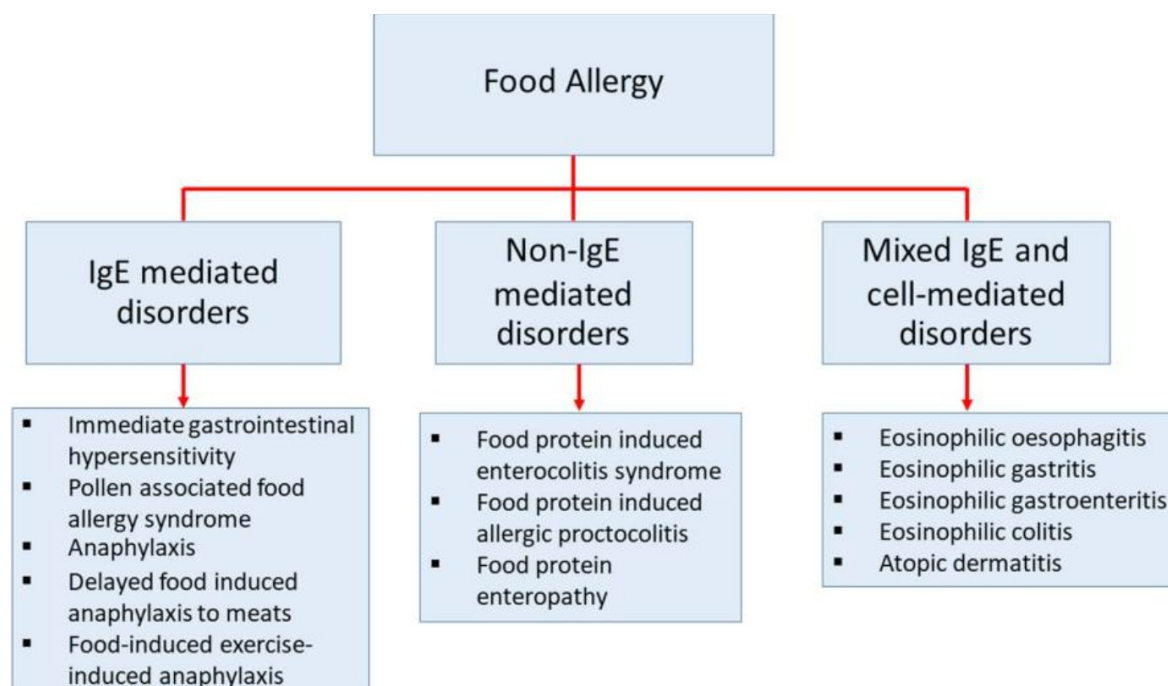
Γ. Μικτού τύπου ανοσολογικές αντιδράσεις: Οι αντιδράσεις αυτές χαρακτηρίζονται από συνδυασμό IgE-εξαρτώμενων και κυτταρομεσολαβούμενων μηχανισμών, με αποτέλεσμα την εμφάνιση τόσο άμεσων όσο και καθυστερημένων συμπτωμάτων (Satitsuksanoa et al., 2018).

2.3 Ταξινόμηση ανοσολογικά μεσολαβούμενων τροφικών διαταραχών: IgE-μεσολαβούμενες, μη IgE-μεσολαβούμενες και μικτού τύπου οντότητες

Έχοντας ήδη αναφερθεί προηγουμένως στον ορισμό της τροφικής αλλεργίας, καθώς και στις ανοσολογικές αντιδράσεις και των τριών τύπων και στην κατηγοριοποίησή τους, μπορεί να συνοψιστεί ότι η τροφική αλλεργία αποτελεί παθολογική ανοσολογική απόκριση έναντι πρωτεϊνών που προσλαμβάνονται μέσω της διατροφής.

Ειδικότερα, η ταξινόμηση των ασθενειών που σχετίζονται με την τροφική αλλεργία περιλαμβάνει IgE-μεσολαβούμενες αντιδράσεις άμεσης υπερευαισθησίας, μη IgE-εξαρτώμενες αντιδράσεις, καθώς και μικτού τύπου διαταραχές, στις οποίες συνυπάρχουν IgE-μεσολαβούμενες και κυτταρικές αντιδράσεις (Σχήμα 10).

Στο πλαίσιο αυτό, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η τροφική αλλεργία αναγνωρίζεται ως ολοένα αυξανόμενο ζήτημα δημόσιας υγείας, με ιδιαίτερη επιβάρυνση στις ανεπτυγμένες χώρες.



Σχήμα 10. Η κατηγοριοποίηση των νοσημάτων που σχετίζονται με τροφική αλλεργία βασίζεται σε τρεις διακριτούς ανοσολογικούς μηχανισμούς: στις άμεσες αντιδράσεις υπερευαισθησίας μεσολαβούμενες από IgE, στις μη IgE-μεσολαβούμενες διαταραχές και στις μικτού τύπου αντιδράσεις, στις οποίες συμμετέχουν τόσο IgE-εξαρτώμενοι όσο και κυτταρομεσολαβούμενοι ανοσολογικοί μηχανισμοί (Satitsuksanoa et al., 2018).

2.3.1 Ανοσολογικές διαταραχές μεσολαβούμενες από ανοσοσφαιρίνη E (IgE)

Οι IgE-μεσολαβούμενες αλλεργικές αντιδράσεις εκδηλώνονται με ευρύ φάσμα κλινικών εκδηλώσεων, οι οποίες ποικίλλουν ως προς τη βαρύτητα και το σύστημα του οργανισμού που προσβάλλουν. Στη συνέχεια αναλύονται οι κυριότερες κλινικές εκδηλώσεις τους.

2.3.1.1 Γαστρεντερικές διαταραχές

Οι οξείες κλινικές εκδηλώσεις των IgE-μεσολαβούμενων αντιδράσεων περιλαμβάνουν ναυτία, έμετο, διάρροια, αιματηρά κόπρανα, γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση (Gastroesophageal reflux GER) και κολικοειδές κοιλιακό άλγος. Η έναρξη της συμπτωματολογίας είναι συνήθως άμεση, εκδηλούμενη εντός λίγων λεπτών από την έκθεση στο υπεύθυνο αλλεργιογόνο (Al-Beltagi et al., 2022; Capucilli et al., 2022).

2.3.1.2 Σύνδρομο Στοματικής Αλλεργίας

Το σύνδρομο στοματικής αλλεργίας ή Σύνδρομο Γύρης–Τροφής (Pollen-Food Allergy Syndrome, PFAS) αποτελεί αλλεργική αντίδραση έναντι συγκεκριμένων πρωτεϊνών που απαντώνται σε φρούτα, λαχανικά και ξηρούς καρπούς και εμφανίζεται κυρίως σε άτομα ευαισθητοποιημένα στις γύρεις. Η διασταυρούμενη αντιδραστικότητα μεταξύ αλλεργιογόνων της γύρης και φυτικών τροφών, λόγω δομικής ομοιολογίας, οδηγεί στην εκδήλωση συμπτωμάτων, ιδιαίτερα κατά την περίοδο ανθοφορίας. Τα συμπτώματα εντοπίζονται συνήθως στη στοματική κοιλότητα και τον φάρυγγα και εμφανίζονται άμεσα ή εντός 5–10 λεπτών από την κατανάλωση της υπεύθυνης τροφής, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις υποχωρούν αυτόματα μέσα σε περίπου 30 λεπτά. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ενδέχεται να παρατηρηθούν εκδηλώσεις και από το ανώτερο ή/και το κατώτερο αναπνευστικό σύστημα (Kondo & Urisu, 2009; Rousou et al., 2025).

2.3.1.3 Αναφυλαξία

Σε περιπτώσεις τροφικής αλλεργίας με συστηματική συμμετοχή, όπως όταν παρατηρείται ταχεία εξέλιξη συμπτωμάτων από πολλαπλά συστήματα (π.χ. δέρμα, αναπνευστικό, γαστρεντερικό ή καρδιαγγειακό σύστημα), είναι δυνατόν να εκδηλωθεί αναφυλαξία, μια δυνητικά απειλητική για τη ζωή κατάσταση που απαιτεί άμεση ιατρική αντιμετώπιση (Lisiecka, 2025). Η απελευθέρωση ισταμίνης και άλλων φλεγμονωδών μεσολαβητών οδηγεί σε αγγειοδιαστολή και αύξηση της διαπερατότητας των τριχοειδών, καθώς και σε σύσπαση των λείων μυϊκών ινών, προκαλώντας βρογχόσπασμο (Patel & Mohiuddin, 2026).

Στα αρχικά στάδια, ο ασθενής μπορεί να νιώσει αίσθημα επικείμενου κινδύνου, γενική δυσφορία, ζάλη και κνησμό στις παλάμες και στο τριχωτό της κεφαλής. Συχνά παρατηρούνται κνίδωση και αγγειοοίδημα, που μπορεί να επηρεάσουν τα βλέφαρα, τα χείλη, τη γλώσσα, καθώς και τα άκρα και τα γεννητικά όργανα. Ενδέχεται να εμφανιστεί

οίδημα στη σταφυλή και στο λάρυγγα, το οποίο μπορεί να προκαλέσει αναπνευστική δυσχέρεια. Ο ασθενής παρουσιάζει δύσπνοια και εισπνευστικό συριγμό, συνοδευόμενο από υλακώδη βήχα. Η αγγειοδιαστολή και η μετακίνηση υγρών εκτός του ενδοαγγειακού χώρου μπορεί να προκαλέσει πτώση της αρτηριακής πίεσης και ανεπαρκή αιμάτωση των ιστών, κατάσταση που χαρακτηρίζεται ως αναφυλακτικό shock (LeMone et al., 2014). Τα παιδιά ηλικίας κάτω των 4 ετών παρουσιάζουν τον υψηλότερο κίνδυνο νοσηλείας λόγω αναφυλαξίας. Αντιθέτως, η θνησιμότητα από αναφυλαξία αυξάνεται προοδευτικά με την ηλικία (Mello et al., 2024).

Increasing severity of reaction				
Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5
Mild symptom/sign(s) only	At least one moderate symptom/sign	Mild-moderate symptom/signs consistent with WAO 2020 clinical criteria for Anaphylaxis	• Treatment-resistant bronchospasm • Stridor with increased work of breathing • Clinically-significant hypotension • Neurological impairment	• Respiratory failure • Respiratory arrest • Anaphylactic shock (requiring IV vasopressor infusion) • Cardiac arrest

Grade 3-5 reactions = ANAPHYLAXIS (WAO definition)

Πίνακας 1. Σχηματική παρουσίαση των επιπέδων βαρύτητας αλλεργικών αντιδράσεων κατά WAO (Turner et al., 2024).

Βαθμός 1 (Grade 1)	Βαθμός 2 (Grade 2)	Βαθμός 3 (Grade 3)	Βαθμός 4 (Grade 4)	Βαθμός 5 (Grade 5)
Ήπια συμπτώματα/σημεία μόνο Σημείωση : Οι αντιδράσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω ως: • 1 φασικές (<20 λεπτά) • 1: προσβολή ενός μόνο συστήματος, ≥20 λεπτά • 1m: ≥2 συστήματα, ≥20 λεπτά	Οποιοδήποτε από τα ακόλουθα μέτρια συμπτώματα/σημεία:	Οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:	Οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:	Οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:
Δερματικά (ένα από τα ακόλουθα): • Περιορισμένη (μερική ή εντοπισμένη) κνίδωση/πομποί • Ερυθρότητα δέρματος (λίγες περιοχές ή ήπιος κνησμός) • Οίδημα (π.χ. οίδημα χειλέων), εξαπρουμένων τοπικών συμπτωμάτων στο σημείο εφαρμογής	Δερματικά: ένα από τα ακόλουθα): • Συστηματική κνίδωση (π.χ. πομποί ή εκτεταμένο εξάνθημα) • Γενικευμένο ερύθημα (>50% επιφάνειας σώματος) • Εκτεταμένος κνησμός με παρατεταμένο ξύσιμο	Κατώτερο αναπνευστικό: • Βρογχόσπασμος (π.χ. συριγμός, δύσπνοια) που ανταποκρίνεται στην αρχική θεραπεία • Βήχας λόγω λαρυγγικής ή κατώτερης αναπνευστικής συμμετοχής	Αναπνευστικό: • Σοβαρός βρογχόσπασμος (μη βελτιούμενος με 2 δόσεις ενδομυϊκής επινεφρίνης ± άλλη κατάλληλη θεραπεία) • Λαρυγγικός συριγμός με αυξημένο έργο αναπνοής	Αναπνευστικό: • Αναπνευστική ανεπάρκεια που απαιτεί μηχανικό αερισμό με θετική πίεση • Αναπνευστική ανακοπή

	Σημαντικό αγγειοοίδημα (εκτός από οίδημα χειλέων και λαρυγγικό οίδημα)			
ή	ή/και	ή/και	ή/και	ή/και
Ανώτερο αναπνευστικό: - Ρινικά συμπτώματα (π.χ. φτέρνισμα, ρινόρροια, ρινική συμφόρηση) - Καθαρσμός λαιμού (κνησμός φάρυγγα) ή αίσθημα σύσφιξης/δυσφορίας - Βήχας λόγω ερεθισμού του φάρυγγα ή ρινικών συμπτωμάτων		Ανώτερο αναπνευστικό/λαρυγγικό: - Αίσθημα σύσφιξης στον λαιμό με φωνητικές αλλοιώσεις - Λαρυγγικός συριγμός (stridor) χωρίς αυξημένο έργο αναπνοής - Επίμονη (>20 λεπτά) οδονοφαγία	Καρδιαγγειακό: - Υπόταση με συνοδά συμπτώματα τελικού οργάνου (π.χ. υποτονία, ζάλη, κατάρρευση, συγκοπή) Ή - Μείωση συστολικής αρτηριακής πίεσης $\geq 30\%$ από τη βασική τιμή - Συστολική πίεση <90 mmHg σε ενήλικες (σε παιδιά: <100 mmHg αν >10 ετών ή <70 + 2×ηλικία σε έτη)	Καρδιαγγειακό: - Αναφυλακτικό σοκ (απαιτεί αγγειοσπαστικά για διατήρηση συστολικής πίεσης >90 mmHg σε ενήλικες ή αντίστοιχες τιμές στα παιδιά) - Καρδιακή ανακοπή
ή		ή/και		
Γαστρεντερικά: - Ναυτία - Ήπιο κοιλιακό άλγος (χωρίς μεταβολή δραστηριότητας)	Γαστρεντερικά: - Επίμονος (>20 λεπτά) και μη ανατάξιμος κοιλιακός πόνος - Έμετος (όχι λόγω γεύσης ή αποστρόφης) και/ή διάρροια	Γαστρεντερικά και Δερματικά: Σοβαρά γαστρεντερικά συμπτώματα μαζί με δερματικά χαρακτηριστικά που πληρούν τα κριτήρια WAO 2020 για αναφυλαξία (π.χ. έντονος κοιλικοειδής πόνος, επαναλαμβανόμενοι έμετοι, ιδιαίτερα μετά από έκθεση σε μη προσλαμβανόμενο αλλεργιογόνο)		
ή		ή/και	ή/και	
Άλλα: - Ερυθρότητα επιπεφυκότα (όχι λόγω τριψίματος), κνησμός ή δακρύρροια - Μεταλλική γεύση		Μήτρα: Κράμπες μήτρας ± αιμορραγία	Νευρολογικό: Κλίμακα Γλασκώβης (GCS) <13	

Πίνακας 2. Επικαιροποιημένο σύστημα ταξινόμησης του WAO για τη βαρύτητα των συστηματικών αλλεργικών αντιδράσεων. Οι αντιδράσεις βαθμού 2 συνήθως δεν θεωρούνται αναφυλαξία σύμφωνα με τα κλινικά κριτήρια WAO 2020, αλλά μπορεί να ανταποκρίνονται σε χορήγηση επινεφρίνης (Turner et al., 2024).

2.3.1.4 Αλλεργική ρινίτιδα

Η αλλεργική ρινίτιδα αποτελεί ιδιαίτερα συχνή χρόνια μη λοιμώδη φλεγμονώδη διαταραχή του ρινικού βλεννογόνου, με σημαντική επίπτωση στην ποιότητα ζωής των ασθενών (Vieira et al., 2026). Ωστόσο, αυξανόμενα δεδομένα υποδεικνύουν ότι η αλλεργική ρινίτιδα δεν περιορίζεται σε τοπική φλεγμονή του ρινικού βλεννογόνου, αλλά συνδέεται με συστηματική ανοσολογική απορρύθμιση, η οποία χαρακτηρίζεται από περιφερική ηωσινοφιλία, διαταραγμένη πόλωση των T βοηθητικών λεμφοκυττάρων, ανισορροπία κυτοκινών και εκτεταμένη φλεγμονώδη σηματοδότηση. Η συστηματική αυτή ανοσολογική δυσλειτουργία φαίνεται να συμβάλλει στη συχνή συνύπαρξη της νόσου με άσθμα, ατοπική δερματίτιδα και άλλες ανοσοδιαμεσολαβούμενες παθήσεις (Hui et al., 2026).

Κλινικά, η νόσος εκδηλώνεται με υποτροπιάζουσα ρινική συμφόρηση, ρινόρροια, κνησμό και επεισόδια φτερνίσματος. Η αλλεργική ρινίτιδα προκαλείται κυρίως από εισπνεόμενα αλλεργιογόνα, όπως η γύρη, επιθήλια ζώων, τα ακάρεα οικιακής σκόνης και τα σπόρια μυκήτων, τα οποία ανιχνεύονται μέσω ειδικών αλλεργιολογικών εξετάσεων (Zhu et al., 2026). Η εμμένουσα και υποτροπιάζουσα πορεία της μπορεί να επηρεάσει αρνητικά συγκέντρωση, γνωστική απόδοση και καθημερινή λειτουργικότητα των ασθενών, ενώ εκτιμάται ότι προσβάλλει περίπου το 15–40% του παγκόσμιου πληθυσμού (Vieira et al., 2025; Zhu et al., 2026).

Μετά την έκθεση σε αλλεργιογόνα, παράγεται τοπικά στον ρινικό βλεννογόνο ειδική IgE, η οποία προσδένεται σε υποδοχείς της επιφάνειας μαστοκυττάρων και βασεόφιλων, οδηγώντας σε ευαισθητοποίηση. Κατά την επανέκθεση στο ίδιο αλλεργιογόνο, τα κύτταρα αυτά ενεργοποιούνται μέσω IgE-διαμεσολαβούμενων μηχανισμών και εκκρίνουν φλεγμονώδεις μεσολαβητές, κυρίως ισταμίνη και λευκοτριένια. Οι μεσολαβητές αυτοί επιδρούν στα αισθητικά νεύρα και στο αγγειακό δίκτυο του ρινικού βλεννογόνου, οδηγώντας στην εμφάνιση των χαρακτηριστικών συμπτωμάτων της αλλεργικής ρινίτιδας. Η συγκεκριμένη διεργασία αντιπροσωπεύει την πρόιμη φάση της αλλεργικής αντίδρασης (Xiong et al., 2026).

Στην αλλεργική ρινίτιδα παρατηρείται ανοσολογική απορρύθμιση με ενεργοποίηση κυρίως των ανοσολογικών οδών Th2 και Th17. Οι ασθενείς εμφανίζουν αυξημένα επίπεδα ηωσινοφίλων, βασεόφιλων, IgE και κυτοκινών, όπως οι IL-4, IL-5, IL-17 και IL-10, γεγονός που αντανakλά έντονη φλεγμονώδη δραστηριότητα. Επιπλέον, αυξημένη έκφραση των μεταγραφικών παραγόντων GATA-3, RORγt και FoxP3 συνδέεται με διαφοροποίηση και ενεργοποίηση των κυττάρων Th2, Th17 και Treg. Οι IL-4 και IL-17 συσχετίστηκαν θετικά με τα επίπεδα IgE, υποδηλώνοντας πιθανό ρόλο στην παθογένεση της νόσου (Guo et al., 2024).

Η επακόλουθη ενεργοποίηση της ανοσολογικής απόκρισης τύπου 2 συνοδεύεται από εκτεταμένη διήθηση ανοσοκυττάρων και εμφανίζεται συνήθως 4–12 ώρες μετά την έκθεση στο αλλεργιογόνο, αντιπροσωπεύοντας την όψιμη φάση της αλλεργικής αντίδρασης (Xiong et al., 2026).

2.3.1.5 Άσθμα

Το άσθμα αποτελεί τη δεύτερη συχνότερη χρόνια αναπνευστική νόσο παγκοσμίως μετά τη χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), ενώ είναι η πιο διαδεδομένη χρόνια νόσος στην παιδική ηλικία. Εμφανίζεται σε όλες τις ηλικιακές ομάδες και παρουσιάζει σημαντικές γεωγραφικές διαφοροποιήσεις ως προς τη συχνότητά του παγκοσμίως (Jayasooriya et al., 2025). Το άσθμα σχετίζεται με ένα πολύπλοκο δίκτυο φλεγμονωδών μηχανισμών και χαρακτηρίζεται από σημαντική κλινική και παθοφυσιολογική ετερογένεια. Στη σύγχρονη κλινική πρακτική, αναγνωρίζεται ως μια πολυπαραγοντική νόσος με διαφορετικά κλινικά και φλεγμονώδη χαρακτηριστικά μεταξύ των ασθενών (Ramonell et al., 2025).

Η σύγχρονη ταξινόμηση βασίζεται κυρίως στη διάκριση μεταξύ άσθματος τύπου 2 υψηλής φλεγμονής (T2-high) και τύπου 2 χαμηλής φλεγμονής (T2-low). Το T2-high άσθμα χαρακτηρίζεται συχνά από ηωσινοφιλική φλεγμονή, αυξημένα επίπεδα κυτοκινών όπως οι IL-4, IL-5 και IL-13, καθώς και αυξημένους βιοδείκτες όπως τα ηωσινόφιλα αίματος και το FeNO, ενώ συνδέεται συχνότερα με αλλεργία, ρινικούς πολύποδες και καλή ανταπόκριση στα κορτικοστεροειδή και στις βιολογικές θεραπείες. Αντίθετα, το T2-low άσθμα φαίνεται να συνδέεται με έναν διακριτό φλεγμονώδη μηχανισμό που καθοδηγείται από τα κύτταρα Th17, με παραγωγή IL-17A/F, ουδετεροφιλική φλεγμονή, αυξημένη βαρύτητα νόσου, υπεραντιδραστικότητα αεραγωγών και μειωμένη ανταπόκριση στα κορτικοστεροειδή (Ramonell et al., 2025; Robinson et al., 2017). Συχνά σχετίζεται επίσης με παχυσαρκία, κάπνισμα ή λοιμώξεις (Peri et al., 2023; Ramonell et al., 2025).

Μελέτες δείχνουν αυξημένη συχνότητα άσθματος στα θανατηφόρα περιστατικά αναφυλαξίας, χωρίς να έχει τεκμηριωθεί σαφής αιτιώδης σχέση μεταξύ τροφικής αλλεργίας και άσθματος. Παράλληλα, η υπερεκτίμηση του ελέγχου του άσθματος μπορεί να οδηγήσει σε υποεκτίμηση του κινδύνου σοβαρών αντιδράσεων τροφικής αλλεργίας. Το άσθμα και οι τροφικές αλλεργίες συνυπάρχουν συχνά σε ασθενείς με ατοπία και συνήθως ακολουθούν παράλληλη αλλά ανεξάρτητη πορεία. Ωστόσο, η συνύπαρξη τροφικής αλλεργίας και άσθματος είναι συχνή, καθώς πάνω από το 50% των ασθενών με τροφική αλλεργία εμφανίζουν και άσθμα (Foong et al., 2017; Mack, 2025).

Στα παιδιά, η ευαισθητοποίηση σε τροφικά αλλεργιογόνα θεωρείται σημαντικός προγνωστικός δείκτης μελλοντικής εμφάνισης άσθματος, σύμφωνα με το Modified Asthma Predictive Index (mAPI) (Chang et al., 2013). Επιπλέον, όπως άλλες ατοπικές

νόσοι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, έτσι και το άσθμα μπορεί να επηρεάσει την έκβαση των τροφικών αλλεργιών. Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν επαρκή και συνεπή δεδομένα που να τεκμηριώνουν άμεση αιτιώδη σχέση μεταξύ τροφικής αλλεργίας και άσθματος, ενώ οι τροφικές αλλεργίες, με εξαίρεση ορισμένες σπάνιες επαγγελματικές εκθέσεις, δεν φαίνεται να επηρεάζουν σημαντικά τον έλεγχο του άσθματος (Mack, 2025).

Τα τροφικά αλλεργιογόνα μπορούν να προκαλέσουν αναπνευστικά συμπτώματα, όπως βρογχόσπασμο, βήχα και λαρυγγικό οίδημα, μέσω IgE-μεσολαβούμενων μηχανισμών φλεγμονής των αεραγωγών. Ένας πιθανός μηχανισμός είναι η εισπνοή αερολυμάτων τροφικών πρωτεϊνών, η οποία έχει συσχετιστεί με επαγγελματικό άσθμα, όπως το άσθμα του αρτοποιού από εισπνοή πρωτεϊνών αλεύρου, αλλά και με έκθεση σε αερολύματα πρωτεϊνών ψαριών ή θαλασσινών σε επαγγελματικά περιβάλλοντα.

Σε παιδιά με τροφική αλλεργία, η περιβαλλοντική έκθεση σε αλλεργιογόνα τρόφιμα μπορεί να επιδεινώσει τα συμπτώματα άσθματος, ενώ η απομάκρυνσή τους από το περιβάλλον βελτιώνει τον έλεγχο της νόσου. Επιπλέον, αλλεργίες σε τρόφιμα όπως το αυγό και το γάλα κατά τη βρεφική ηλικία έχουν συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης άσθματος αργότερα στη ζωή. Παράλληλα, η αλλεργία σε ξηρούς καρπούς σε ασθενείς με σοβαρό άσθμα σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο σοβαρού βρογχόσπασμου (Foong et al., 2017).

2.3.1.6 Σύνδρομο alpha-gal

Το Alpha-gal σύνδρομο (AGS) αποτελεί μια επίκτητη μορφή αλλεργίας, η οποία οφείλεται σε αντίδραση του ανοσοποιητικού συστήματος μέσω της ανοσοσφαιρίνης E (IgE) έναντι του alpha-gal (γαλακτόζη-α-1,3-γαλακτόζη), ενός σακχαρικού μορίου που απαντάται στο κρέας θηλαστικών. Οι ασθενείς με Alpha-gal σύνδρομο, οφείλουν να εφαρμόζουν αυστηρή διαιτητική επιτήρηση, με αποφυγή κατανάλωσης κρέατος θηλαστικών (π.χ. βοδινό, χοιρινό, αρνί), ιδίως λιπαρών ιστών και σπλαχνικών οργάνων, δεδομένου ότι αποτελούν ισχυρούς εκλυτικούς παράγοντες αλλεργικών αντιδράσεων και κατατάσσονται στην Κατηγορία 1 αλλεργιογόνων. Επιπροσθέτως, προϊόντα που περιέχουν ζελατίνη, καθώς και ορισμένα συμπληρώματα διατροφής και γαλακτοκομικά προϊόντα, δύνανται να επάγουν αλλεργική απόκριση (Davis et al., 2026). Ένα διακριτό χαρακτηριστικό του Alpha-gal συνδρόμου είναι η καθυστερημένη εμφάνιση των συμπτωμάτων, η οποία παρατηρείται συνήθως 3–6 ώρες μετά την κατανάλωση κόκκινου κρέατος. Η πρωτογενής ευαισθητοποίηση αποδίδεται κατά κανόνα σε προηγούμενη έκθεση μέσω δήγματος κρότωνα (Steinman, 1996).

2.3.1.7 Αναφυλαξία που σχετίζεται με κατανάλωση τροφής και σωματική άσκηση

Η τροφοεξαρτώμενη αναφυλαξία από άσκηση (Food-dependent exercise-induced anaphylaxis, FDEIA) ορίζεται ως η εμφάνιση αλλεργικών συμπτωμάτων, από κνίδωση έως αναφυλακτικό σοκ, μετά από ταυτόχρονη κατανάλωση συγκεκριμένης τροφής και άσκηση. Η ανεξάρτητη λήψη της τροφής ή εκτέλεση άσκησης δεν προκαλεί συμπτώματα. Η πρόκληση της αλλεργικής αντίδρασης απαιτεί την κατανάλωση της υπεύθυνης τροφής και την εκτέλεση μέτριας έως έντονης άσκησης εντός 2–3 ωρών. Το σιτάρι και τα οστρακοειδή αποτελούν τα τρόφιμα που συχνότερα συνδέονται με την τροφοεξαρτώμενη αναφυλαξία (Γιώβας, 2023).

Η ευαισθητοποίηση δεν οφείλεται απαραίτητα στην άμεση κατανάλωση δημητριακών, αλλά δύναται να προκύψει λόγω επιμόλυνσής τους από ζωντανούς μικροοργανισμούς, όπως ακάρεα και βακτήρια. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ανοσολογική απόκριση στρέφεται όχι έναντι των πρωτεϊνών των δημητριακών, αλλά έναντι αλλεργιογόνων που προέρχονται από τους επιμολυντές, με κυριότερους εκπροσώπους τα ακάρεα αποθήκευσης που απαντώνται σε συνθήκες ακατάλληλης αποθήκευσης. Όσον αφορά τα βακτήρια, η εμπλοκή τους περιορίζεται σε σπάνια περιστατικά, όπου η μικροβιακή δραστηριότητα επιφέρει δομικές τροποποιήσεις στις πρωτεΐνες των δημητριακών, ενισχύοντας την ανοσογονικότητά τους.

Καθοριστικό ρόλο στην εκδήλωση και ένταση των αλλεργικών αντιδράσεων διαδραματίζουν οι συμπαράγοντες. Μεταξύ αυτών, συχνότερα καταγράφονται η σωματική άσκηση, η λήψη φαρμάκων και η κατανάλωση αλκοόλ. Για τον περιορισμό της αλλεργιογονικότητας των δημητριακών εφαρμόζονται διάφορες τεχνολογικές προσεγγίσεις. Η απομόνωση και ο καθαρισμός των αλλεργιογόνων πρωτεϊνών επιτυγχάνονται μέσω φυσικών και χημικών μεθόδων, όπως η υπερδιήθηση, η χρωματογραφία και η κατακρήμνιση, ενώ συμπληρωματικά χρησιμοποιείται και θερμική επεξεργασία (Lisiecka, 2026).

2.3.2 Διαταραχές που δεν μεσολαβούνται από ανοσοσφαιρίνη E (IgE)

Οι μη IgE-μεσολαβούμενες αλλεργικές διαταραχές περιλαμβάνουν κυρίως παθήσεις του γαστρεντερικού συστήματος, οι οποίες εκδηλώνονται μέσω κυτταρικών ανοσολογικών μηχανισμών. Στη συνέχεια αναλύονται οι κυριότερες κλινικές οντότητες αυτής της κατηγορίας.

2.3.2.1 Σύνδρομο Εντεροκολίτιδας Επαγόμενο από Τροφικές Πρωτεΐνες

Το σύνδρομο εντεροκολίτιδας επαγόμενο από τροφικές πρωτεΐνες (FPIES) αποτελεί μη IgE-μεσολαβούμενη μορφή τροφικής αλλεργίας που εμφανίζεται κυρίως στη βρεφική και παιδική ηλικία και συχνά υποδιαγιγνώσκεται λόγω έλλειψης ειδικών διαγνωστικών κριτηρίων (Mathew et al., 2022). Η διάγνωση είναι συχνά δύσκολη, απαιτώντας διαφορική διάγνωση από άλλες γαστρεντερικές διαταραχές (González-Delgado et al., 2022).

Οι κλινικές εκδηλώσεις κυμαίνονται από ήπιες έως σοβαρές οξείες αντιδράσεις, ενώ στα σοβαρά επεισόδια μπορεί να εμφανιστούν μεταβολική οξέωση και μεθαιμοσφαιριναιμία. Στη χρόνια μορφή, χαρακτηριστική είναι η υποχώρηση των συμπτωμάτων μετά την απομάκρυνση του υπεύθυνου τροφίμου και η επανεμφάνισή τους μετά από επανεισαγωγή του, ενώ μπορεί να παρατηρηθούν αναιμία και υποαλβουμιναιμία (Mathew et al., 2022).

Το FPIES που σχετίζεται με αγελαδινό γάλα υποχωρεί συνήθως έως την ηλικία των 3 ετών, ενώ οι μορφές που προκαλούνται από ψάρια εμφανίζουν μεγαλύτερη επιμονή· συνολικά, το ποσοστό επίλυσης εκτιμάται περίπου στο 60% (Prattico et al., 2023).

Επιπλέον, το FPIES εμφανίζει ισχυρή συσχέτιση με ατοπικό υπόβαθρο, καθώς έως και το 55% των ασθενών παρουσιάζει κάποια μορφή ατοπίας, συχνότερα ατοπική δερματίτιδα, ενώ συχνές συννοσηρότητες αποτελούν επίσης η IgE-μεσολαβούμενη τροφική αλλεργία, η αλλεργική ρινίτιδα και το άσθμα (Mathew et al., 2022).

2.3.2.2 Αλλεργική πρωκτοκολίτιδα που προκαλείται από πρωτεΐνες τροφίμων

Η αλλεργική πρωκτοκολίτιδα επαγόμενη από πρωτεΐνες τροφίμων (FPIAP) αποτελεί μη IgE-μεσολαβούμενη μορφή τροφικής αλλεργίας, η οποία εμφανίζεται κυρίως σε βρέφη με αιματηρές ή βλεννώδεις κενώσεις. Η διάγνωση βασίζεται στην ύφεση των συμπτωμάτων μετά την απομάκρυνση του υπεύθυνου τροφίμου και στην επανεμφάνισή τους ύστερα από επανεισαγωγή του (Salvatore et al., 2024).

Στα θηλάζοντα βρέφη, το αγελαδινό γάλα αποτελεί τον συχνότερο εκλυτικό παράγοντα της FPIAP, ενώ έχουν ενοχοποιηθεί και άλλα τρόφιμα, όπως το αυγό, η σόγια, το σιτάρι και το ψάρι. Η πολλαπλή μορφή της νόσου συσχετίζεται συχνά με ατοπική δερματίτιδα και ηωσινοφιλία, δυσχεραίνοντας τη θεραπευτική διαχείριση λόγω των εκτεταμένων διαιτών αποκλεισμού (Barni, Pessina, et al., 2024).

2.3.2.3 Εντεροπάθεια από τροφικές πρωτεΐνες

Η εντεροπάθεια από πρωτεΐνες τροφίμων (FPE) αποτελεί σπάνια μη IgE-μεσολαβούμενη τροφική αλλεργία, που σχετίζεται κυρίως με πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος και προσβάλλει το λεπτό έντερο, προκαλώντας δυσασπορρόφηση, επίμονη διάρροια, εμέτους και πιθανή καθυστέρηση ανάπτυξης στα παιδιά (Koueik & Jackson, 2025).

Η FPE εκδηλώνεται κυρίως με χρόνια μη αιματηρή διάρροια και ενίοτε σύνδρομο δυσασπορρόφησης, ενώ συνήθως υποχωρεί έως την ηλικία των 2 ετών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, σχετίζεται με δευτεροπαθή δυσανεξία στη λακτόζη, η οποία μπορεί να παρατείνει τη συμπτωματολογία (Mathew et al., 2022).

Σε ήπιες περιπτώσεις FPE, η επανεισαγωγή του ύποπτου τροφίμου μπορεί να πραγματοποιηθεί κατ' οίκον μετά από αρνητικό αλλεργιολογικό έλεγχο, ενώ σε περίπτωση υποτροπής συνιστάται νέος αποκλεισμός και επανεκτίμηση μετά από έξι μήνες. Μέχρι σήμερα, δεν έχουν αναφερθεί περιπτώσεις εξέλιξης της FPE σε FPIES ή IgE-μεσολαβούμενη τροφική αλλεργία (Barni, Mori, et al., 2024).

2.3.3 Διαταραχές μικτού τύπου που μεσολαβούνται τόσο από ανοσοσφαιρίνη E (IgE) όσο και από κυτταρικούς μηχανισμούς

Οι διαταραχές μικτού τύπου χαρακτηρίζονται από τη συμμετοχή τόσο IgE-εξαρτώμενων όσο και κυτταρικών ανοσολογικών μηχανισμών, γεγονός που συμβάλλει στην πολυπλοκότητα της παθογένειάς τους. Στη συνέχεια αναλύονται οι κυριότερες κλινικές εκδηλώσεις τους.

2.3.3.1 Ηωσινοφιλική οισοφαγίτιδα

Η ΕοΕ αποτελεί χρόνια ανοσολογικής αιτιολογίας φλεγμονώδη νόσο του οισοφάγου, που χαρακτηρίζεται από ηωσινοφιλική διήθηση και σχετίζεται με τροφικά ή αερομεταφερόμενα αλλεργιογόνα. Κύρια κλινικά χαρακτηριστικά είναι η δυσφαγία και η ενσφήνωση τροφής (Hage et al., 2025; Tedner et al., 2022). Η ΕοΕ περιγράφηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1990 (Tedner et al., 2022).

Η μη έγκαιρη διάγνωση και αντιμετώπιση της ΕοΕ μπορεί να οδηγήσει σε ίνωση και στένωση του οισοφάγου. Η νόσος παρουσιάζει αυξανόμενη επίπτωση και απαιτεί

διαφορική διάγνωση από τη γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση λόγω παρόμοιας κλινικής εικόνας (Alkhowaiter, 2023).

2.3.3.2 Ηωσινοφιλική γαστρίτιδα

Η ΕοΓ αποτελεί σπάνια χρόνια φλεγμονώδη ηωσινοφιλική γαστρεντερική διαταραχή, που χαρακτηρίζεται από ηωσινοφιλική διήθηση του γαστρικού βλεννογόνου και γαστρεντερική συμπτωματολογία (Hirano et al., 2022).

Η διάγνωση της ηωσινοφιλικής γαστρίτιδας βασίζεται σε γαστρικές βιοψίες με αυξημένο αριθμό ηωσινοφίλων, ενώ η νόσος παραμένει σπάνια. Κλινικά εκδηλώνεται κυρίως με μη ειδικά γαστρεντερικά συμπτώματα, όπως ναυτία, έμετο και κοιλιακό άλγος, ενώ η παθογένεσή της φαίνεται να σχετίζεται με ενεργοποίηση της ανοσολογικής οδού T2 (Morgenstern et al., 2023).

2.3.3.3 Ηωσινοφιλική γαστρεντερίτιδα

Η ΕGE αποτελεί τη συχνότερη μορφή ηωσινοφιλικής γαστρεντερικής νόσου και χαρακτηρίζεται από ηωσινοφιλική διήθηση, κυρίως στο στομάχι και το λεπτό έντερο. Η νόσος ταξινομείται σε βλεννογονικό, μυϊκό και υποορογόνιο τύπο, ενώ η διάγνωση βασίζεται σε ιστολογική επιβεβαίωση μέσω ενδοσκοπικών βιοψιών (Qadri et al., 2026).

Η ΕGE μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε ηλικία, με μεγαλύτερη συχνότητα μεταξύ της τρίτης και πέμπτης δεκαετίας ζωής, και παρουσιάζει αυξημένη επίπτωση στις γυναίκες και στους ασιατικούς πληθυσμούς. Οι διαφοροποιήσεις αυτές πιθανώς σχετίζονται με γενετικούς, περιβαλλοντικούς και διατροφικούς παράγοντες, καθώς και με τη συχνότητα λοίμωξης από *Helicobacter pylori* (Li et al., 2023).

2.3.3.4 Ηωσινοφιλική κολίτιδα

Η ΕC αποτελεί σπάνια διαταραχή που χαρακτηρίζεται από ηωσινοφιλική διήθηση του παχέος εντέρου και εκδηλώνεται κυρίως με διάρροια και κοιλιακό άλγος. Η αιτιοπαθογένειά της παραμένει ασαφής, ενώ στη δευτεροπαθή μορφή έχουν ενοχοποιηθεί παρασιτικές λοιμώξεις, φάρμακα και τροφικά αλλεργιογόνα (Aksim et al., 2026).

Η πρωτοπαθής ΕC αποτελεί σπάνια και ανεπαρκώς χαρακτηρισμένη ηωσινοφιλική γαστρεντερική διαταραχή, με περιορισμένα επιδημιολογικά δεδομένα και ασαφή

παθογένεια. Παρά τη διερεύνηση πιθανού αλλεργικού υποβάθρου, ο επιπολασμός ατοπίας, άσθματος και τροφικής αλλεργίας φαίνεται να παραμένει χαμηλός (Rossi et al., 2024).

2.3.3.5 Ατοπική δερματίτιδα

Η AD, γνωστή και ως έκζεμα, αποτελεί συχνή χρόνια φλεγμονώδη δερματοπάθεια, με επιπολασμό που αγγίζει έως και το 30% στα παιδιά και το 1–10% στους ενήλικες παγκοσμίως (Peng et al., 2025). Χαρακτηρίζεται από ξηρότητα, έντονο κνησμό και φλεγμονή του δέρματος, με επικράτηση ανοσολογικής απόκρισης τύπου 2 (Th2). Οι δερματικές βλάβες της ατοπικής δερματίτιδας κατά τη βρεφική ηλικία συχνά προηγούνται χρονικά της εκδήλωσης τροφικής αλλεργίας, ιδίως κατά την περίοδο εισαγωγής στερεών τροφών. Σύμφωνα με την υπόθεση της διπλής έκθεσης σε αλλεργιογόνα, η διαταραχή της ακεραιότητας του δερματικού φραγμού στις περιοχές των βλαβών της ατοπικής δερματίτιδας διευκολύνει τη διαδερμική διείσδυση τροφικών αντιγόνων (Davis et al., 2024).

Η πρώιμη εμφάνιση της ατοπικής δερματίτιδας σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο ευαισθητοποίησης σε εισπνεόμενα αλλεργιογόνα και επιμονής του άσθματος έως την ενήλικη ζωή. Επιπλέον, πρόσφατα δεδομένα υποδεικνύουν ότι η πρώιμη και εμμένουσα πορεία της νόσου, καθώς και η βαρύτητα της κλινικής της εικόνας, αποτελούν σημαντικούς προδιαθεσικούς παράγοντες για την ανάπτυξη άσθματος (Tang & Li, 2024).

Η AD θεωρείται συχνά το πρώτο στάδιο της ατοπικής πορείας, η οποία χαρακτηρίζεται από διαδοχική εμφάνιση αλλεργικών νοσημάτων, όπως το άσθμα και η αλλεργική ρινίτιδα (Peng et al., 2025; Tang & Li, 2024). Η παθογένεια της AD αποδίδεται σε πολύπλοκη αλληλεπίδραση γενετικών, ανοσολογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Κεντρικό χαρακτηριστικό της νόσου αποτελεί η διαταραχή της λειτουργίας του δερματικού φραγμού, η οποία προκαλεί αυξημένη διαδερμική απώλεια ύδατος και ευνοεί τη διείσδυση αλλεργιογόνων, ερεθιστικών ουσιών και μικροοργανισμών. Ως αποτέλεσμα, αναπτύσσονται έντονα κνησμών και δερματικές βλάβες και ένας φαύλος κύκλος κνησμού–εκδορών (Peng et al., 2025).

Η νόσος επηρεάζει περισσότερα από 230 εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως και συνοδεύεται από σημαντικό φορτίο νοσηρότητας και επιβάρυνση της ποιότητας ζωής, όπως αποτυπώνεται στα έτη ζωής προσαρμοσμένα στην αναπηρία (DALYs). Η σχέση μεταξύ τροφικής αλλεργίας και ατοπικής δερματίτιδας είναι πολύπλοκη, με αυξανόμενα δεδομένα να υποδεικνύουν ότι η ατοπική δερματίτιδα συμβάλλει στην αιτιοπαθογένεση της τροφικής αλλεργίας, ενώ η αντίστροφη αιτιολογική συσχέτιση δεν φαίνεται να τεκμηριώνεται (Papapostolou et al., 2022).

Οι ασθενείς με AD παρουσιάζουν αυξημένη προδιάθεση για δερματικό αποικισμό και λοιμώξεις, κυρίως από *Staphylococcus aureus* και ιό του απλού έρπητα, γεγονός που

σχετίζεται με διαταραχή του επιδερμικού φραγμού και δυσλειτουργία της έμφυτης ανοσίας. Παράλληλα, η απορρύθμιση του κυτταροκινικού μικροπεριβάλλοντος διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην παθογένεση της νόσου. Ειδικότερα, η αυξημένη ενεργοποίηση των ανοσολογικών οδών Th2, με χαρακτηριστική υπερέκφραση των IL-4 και IL-13, συμβάλλει στη διαταραχή της λειτουργίας του επιδερμικού φραγμού, στη μειωμένη παραγωγή AMPs και στη διατήρηση της χρόνιας φλεγμονής (Peng et al., 2025).

Η πρόσφατη βιβλιογραφία τεκμηριώνει την υπόθεση ότι η διαδερμική έκθεση σε τροφικά αντιγόνα, στο πλαίσιο διαταραχής του δερματικού φραγμού στην ατοπική δερματίτιδα, συμβάλλει στην επαγωγή παραγωγής ειδικής IgE έναντι τροφικών αντιγόνων και, κατ' επέκταση, στην εγκατάσταση τροφικής ευαισθητοποίησης. Παράλληλα, αυξανόμενος όγκος δεδομένων υποδεικνύει ότι η δερματική φλεγμονή δύναται να επηρεάζει τη δομή και λειτουργία του εντέρου, προάγοντας διαδικασίες αναδιαμόρφωσης μέσω φλεγμονωδών μεσολαβητών, μεταβολών του μικροβιώματος, μικροβιακών μεταβολιτών και νευροανοσολογικών μηχανισμών (Davis et al., 2024).

Η περιβαλλοντική έκθεση σε πρωτεΐνες και αεροαλλεργιογόνα, όπως οι πρωτεΐνες της αραχίδας, η γύρη, τα αλλεργιογόνα κατοικιδίων και τα ακάρεα της οικιακής σκόνης, φαίνεται να επηρεάζει την αλλεργική ευαισθητοποίηση, κυρίως σε άτομα με διαταραγμένο δερματικό φραγμό (Tang & Li, 2024). Η διάγνωση της AD βασίζεται κυρίως στην κλινική εκτίμηση, ενώ οι θεραπευτικές παρεμβάσεις στοχεύουν στη ρύθμιση της ανοσολογικής δυσλειτουργίας, στην αποκατάσταση του δερματικού φραγμού και στον έλεγχο της συμπτωματολογίας (Peng et al., 2025).

2.4. Μη Δηλωμένα Αλλεργιογόνα: Πηγές και Κίνδυνος Έκθεσης

Σημαντικός αριθμός τροφικών αλλεργιογόνων που δεν περιλαμβάνονται στον ευρωπαϊκό κατάλογο αλλεργιογόνων προτεραιότητας δύναται να προκαλέσει σοβαρές αλλεργικές αντιδράσεις και να διαφεύγει της ορθής αναγνώρισης, λειτουργώντας ως κρυμμένα αλλεργιογόνα. Παράλληλα, η υιοθέτηση σύγχρονων διατροφικών προτύπων, βασισμένων κυρίως σε φυτικά προϊόντα, σε συνδυασμό με την εισαγωγή νέων βιώσιμων τροφίμων και τη χρήση εξειδικευμένων προσθέτων, έχει συμβάλει στην ανάπτυξη νέων αλλεργιογόνων με αυξανόμενη σημασία για τη δημόσια υγεία (Parrinello et al., 2025).

Αποτελούν κρυμμένα συστατικά, καθώς η παρουσία τους στα τρόφιμα είναι δύσκολο να εντοπιστεί, είτε γιατί δεν αναγνωρίζονται εύκολα ως αλλεργιογόνα, είτε γιατί μπορεί να μην αναφέρονται στις ετικέτες των συστατικών, είτε λόγω ακούσιων ή σκόπιμων παραλείψεων. Η ακριβής αναλογία των αλλεργικών αντιδράσεων που προκαλούνται από κρυμμένα αλλεργιογόνα δεν έχει ακόμη καθοριστεί πλήρως. Μια αναδρομική μελέτη έδειξε ότι τα κρυμμένα αλλεργιογόνα ευθύνονταν για το 22,4% των

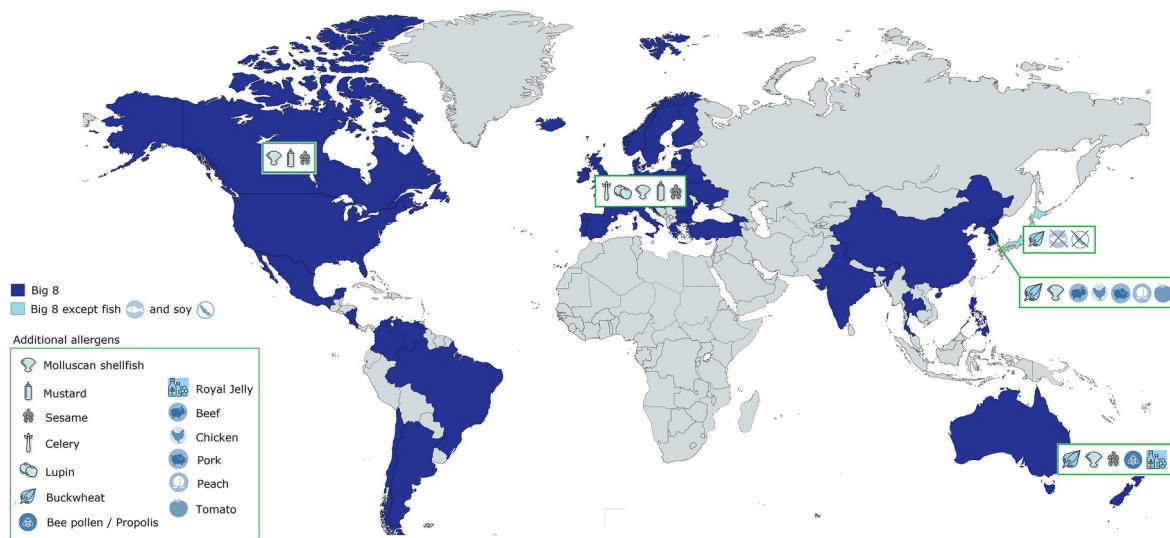
αντιδράσεων τροφικής αλλεργίας σε άτομα ηλικίας 14 ετών και άνω (Konstantinou et al., 2025).

Οι θερμικές επεξεργασίες που εφαρμόζονται στα επεξεργασμένα τρόφιμα δύνανται να τροποποιήσουν την αλλεργιογονικότητα των κρυμμένων συστατικών, ιδίως εκείνων πρωτεϊνικής φύσης, περιπλέκοντας την αξιόπιστη εκτίμησή τους. Οι ξηροί καρποί και τα φιστίκια δεν αποτελούν εξαίρεση σε αυτό το φαινόμενο. Ενδεικτικά, μελέτες σε καρύδια έχουν καταδείξει ότι η θερμική επεξεργασία αυξάνει την πεπτικότητα και τη βιοδιαθεσιμότητα των πρωτεϊνών, γεγονός που ενδέχεται να ενισχύσει την πιθανότητα εκδήλωσης αλλεργικής αντίδρασης. Παράλληλα, κατά τη θερμική επεξεργασία είναι δυνατόν να σχηματιστούν νεοαντιγόνα, τα οποία μπορεί να αυξήσουν την αλλεργιογονικότητα ενός συγκεκριμένου ξηρού καρπού. Ένας από τους βασικούς μηχανισμούς που εμπλέκονται είναι η αντίδραση Μαϊγιάρ (Maillard), κατά την οποία μια αλλεργιογόνος πρωτεΐνη αλληλεπιδρά με υδατάνθρακες, οδηγώντας σε δομικές μεταβολές με πιθανή ανοσολογική σημασία (Luparelli et al., 2023).

Τα κρυφά αλλεργιογόνα σε χώρους εστίασης συνιστούν σημαντικό παράγοντα κινδύνου για όσους εμφανίζουν τροφικές αλλεργίες ή/και δυσανεξίες. Η παρουσία τους στα τρόφιμα μπορεί να προκύπτει από μη δηλωμένα συστατικά, διασταυρούμενη μόλυνση κατά την επεξεργασία ή εσφαλμένη επισήμανση των προϊόντων. Συγκεκριμένα, σάλτσες ή ντρέσινγκ μπορεί να περιέχουν παράγωγα ξηρών καρπών ή οστρακοειδών που δεν ανιχνεύονται από την περιγραφή του μενού. Επιπλέον, η χρήση κοινόχρηστου εξοπλισμού μαγειρικής αυξάνει τον κίνδυνο ακούσιας μεταφοράς αλλεργιογόνων σε γεύματα που υπό κανονικές συνθήκες θεωρούνται ασφαλή, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για αυστηρά πρωτόκολλα πρόληψης κατά την παρασκευή και διαχείριση των τροφίμων (Konstantinou et al., 2025).

Η υποχρεωτική επισήμανση αλλεργιογόνων τροφίμων αποτελεί βασικό μέτρο προστασίας των ασθενών, βοηθώντας τους να αναγνωρίζουν επικίνδυνα συστατικά και να αποφεύγουν σοβαρές αντιδράσεις, όπως η αναφυλαξία. Σε παγκόσμιο επίπεδο, 66 χώρες απαιτούν δια νόμου την αναγραφή αλλεργιογόνων σε προσυσκευασμένα τρόφιμα. Τα οκτώ κύρια αλλεργιογόνα (The Big 8), αυγά, γάλα, ξηροί καρποί, φιστίκια, ψάρια, σόγια, σιτάρι και καρκινοειδή, δηλώνονται σχεδόν παντού, αν και σε ορισμένες χώρες το σιτάρι αντικαθίσταται από τη γενικότερη κατηγορία των δημητριακών με γλουτένη.

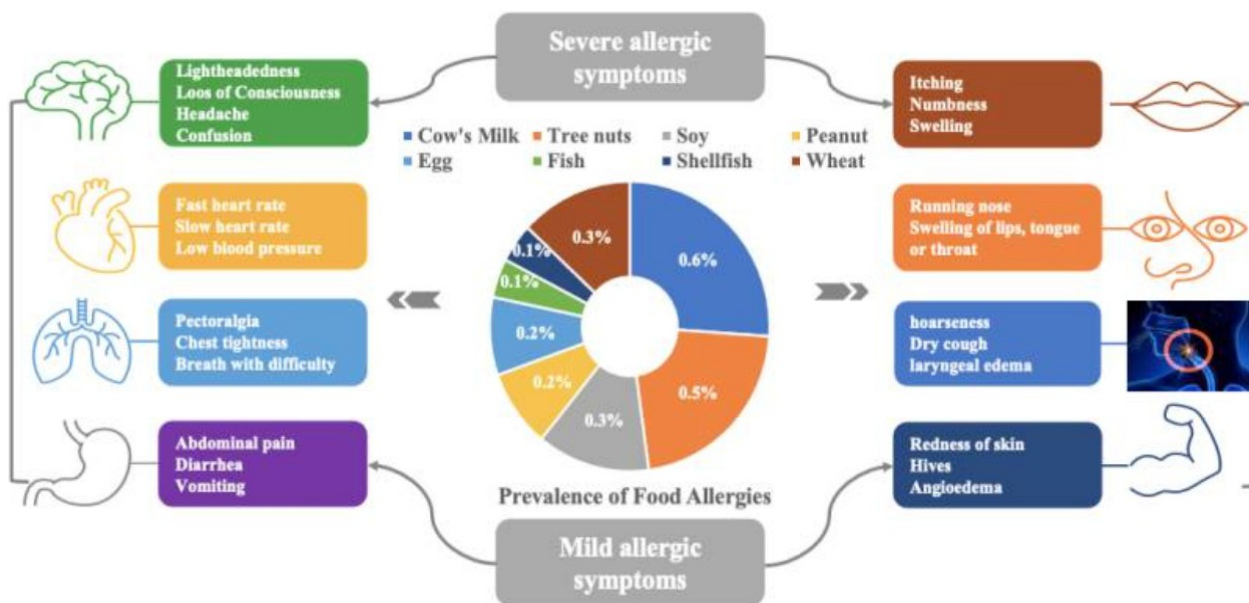
Παράλληλα, αρκετές χώρες επεκτείνουν τη λίστα προσθέτοντας τρόφιμα όπως μαλάκια, μoustάρδα, σουσάμι, λούπινο και σέλινο, ενώ η Κορέα διαθέτει ιδιαίτερα αυστηρό πλαίσιο, περιλαμβάνοντας και τρόφιμα όπως κρέας, φρούτα και λαχανικά. Αντίθετα, η Ιαπωνία εφαρμόζει πιο περιορισμένο κατάλογο, προσαρμοσμένο όμως διαχρονικά στις ανάγκες. Στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία, η νομοθεσία περιλαμβάνει επιπλέον ουσίες όπως το λούπινο και προϊόντα μελισσών (Fiocchi et al., 2021).



Σχήμα 11. Επιλεγμένα αλλεργιογόνα που υπόκεινται σε υποχρεωτική επισήμανση σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι χώρες όπου απαιτείται η δήλωση των οκτώ κύριων αλλεργιογόνων (The Big 8) απεικονίζονται με αποχρώσεις του μπλε. Τα αλλεργιογόνα που υπόκεινται επιπλέον σε υποχρεωτική επισήμανση σε συγκεκριμένες χώρες παρουσιάζονται με ειδικά εικονίδια (Fiocchi et al., 2021).

Η επιτροπή εμπειρογνομόνων FAO–WHO προχώρησε σε αναθεώρηση του παγκόσμιου καταλόγου αλλεργιογόνων προτεραιότητας, λαμβάνοντας υπόψη βασικούς δείκτες δημόσιας υγείας, όπως η συχνότητα εμφάνισης, η ισχύς (κατώφλι δόσης) και η σοβαρότητα των αντιδράσεων. Παράλληλα, επισημάνθηκαν γεωγραφικές διαφοροποιήσεις στην παρουσία συγκεκριμένων αλλεργιογόνων (π.χ. φαγόπυρο, κουκουνάρι, καρύδι Βραζιλίας) και προτάθηκε η δημιουργία μιας λίστας παρακολούθησης για νέες ή αναδυόμενες αλλεργιογόνες τροφές. Η λίστα αυτή λειτουργεί ως εργαλείο έγκαιρης ανίχνευσης κινδύνων και, εφόσον κριθεί σημαντική για τη δημόσια υγεία, οδηγεί σε καθορισμό ορίων, ανάπτυξη μεθόδων και στοχευμένη ενημέρωση (Dölle-Bierke et al., 2026).

Η προληπτική επισήμανση αλλεργιογόνων εμφανίζεται συχνά σε προϊόντα με διατυπώσεις όπως μπορεί να περιέχει ίχνη. Ωστόσο, η πρακτική αυτή δεν θεωρείται επαρκής από τους καταναλωτές, καθώς δεν παρέχει σαφή πληροφόρηση για το αν η πιθανή επιμόλυνση βρίσκεται κάτω από το ατομικό τους όριο ανοχής. Σε συζητήσεις με εκπροσώπους της βιομηχανίας τροφίμων και τεχνολόγους, προτάθηκε η υιοθέτηση μιας εθελοντικής δήλωσης, η οποία θα υποδεικνύει ότι όλοι οι πιθανοί επιμολυντές βρίσκονται κάτω από το όριο των 0,5 mg πρωτεΐνης ανά 100 g τροφίμου. Το συγκεκριμένο επίπεδο θεωρείται ότι βρίσκεται κάτω από το κατώφλι αντίδρασης για την πλειονότητα των αλλεργικών ατόμων και, στις περισσότερες περιπτώσεις, μπορεί να διασφαλιστεί τεχνικά κατά την παραγωγική διαδικασία (Zuberbier et al., 2022).



Σχήμα 12. Επιδημιολογική κατανομή των τροφικών αλλεργιών σε σχέση με τα συχνότερα τροφικά αλλεργιογόνα (Αγελαδινό γάλα, αυγό, ξηροί καρποί, ψάρια, σόγια, οστρακοειδή, αράπικο φιστίκι, σιτάρι), καθώς και το φάσμα των κλινικών εκδηλώσεών τους, από ήπιες (Κνησμός, ρινόρροια, ερυθρότητα δέρματος, κνίδωση, μούδιασμα/ήπιες παραισθησίες, ήπιο και εντοπισμένο οίδημα, ξηρός βήχας χωρίς δύσπνοια, κοιλιακό άλγος, διάρροια, έμετος) έως σοβαρές αντιδράσεις (Χαμηλή αρτηριακή πίεση, ταχυκαρδία, βραδυκαρδία, ζάλη, απώλεια συνείδησης, δύσπνοια, αίσθημα σύσφιξης στο στήθος, θωρακαλγία, βραχνάδα, λαρυγγικό οίδημα, οίδημα χειλέων, γλώσσας ή φάρυγγα, αγγειοοίδημα, σύγχυση, κεφαλαλγία) (Rennie et al., 2023).

2.5. Διατροφή, Μικροβίωμα και Αλλεργίες: Ο Ρόλος των Ζυμωμένων Τροφίμων

Ο WHO εκτιμά ότι έως το 2050 περίπου το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού θα εμφανίζει κάποια μορφή αλλεργίας, γεγονός που κατατάσσει τις αλλεργικές παθήσεις στην τέταρτη θέση μεταξύ των χρόνιων νοσημάτων. Συνεπώς, οι αλλεργίες αναγνωρίζονται ως σημαντικό ζήτημα δημόσιας υγείας, με επιπτώσεις που αφορούν όλες τις ηλικιακές ομάδες (Konstantinou et al., 2025).

Οποιοδήποτε τρόφιμο μπορεί δυνητικά να λειτουργήσει ως αλλεργιογόνο. Ωστόσο, η συχνότητα εμφάνισης τροφικών αλλεργιών διαφοροποιείται ανάλογα με τα διατροφικά πρότυπα κάθε πληθυσμού και την ηλικιακή ομάδα. Για παράδειγμα, στον παιδιατρικό πληθυσμό συχνότερα αλλεργιογόνα αποτελούν το γάλα, τα αυγά και τα ψάρια, ενώ στους ενήλικες επικρατούν αλλεργίες σε φρούτα και λαχανικά, ξηρούς καρπούς και οστρακοειδή (Zubeldia-Varela et al., 2022).

Κατά τη φάση του απογαλακτισμού παρατηρείται σημαντική επέκταση της συμβιωτικής μικροβιακής κοινότητας, η οποία οδηγεί στην πρόκληση μιας έντονης ανοσολογικής απόκρισης, γνωστής ως αντίδραση απογαλακτισμού. Η απόκριση αυτή εκδηλώνεται αποκλειστικά εντός ενός καθορισμένου χρονικού παραθύρου κατά τα πρώιμα στάδια της ζωής και συμβάλλει στον μακροχρόνιο καθορισμό της λειτουργικής αντιδραστικότητας του ανοσοποιητικού συστήματος έως και την ενήλικη ζωή, φαινόμενο που περιγράφεται ως νεογενικός ανοσολογικός αποτυπωτισμός. Η διαταραχή της αντίδρασης απογαλακτισμού σχετίζεται με αυξημένη ανοσολογική υπεραντιδραστικότητα και συνεπάγεται αυξημένη προδιάθεση για την εμφάνιση φλεγμονωδών νοσημάτων, όπως η φλεγμονώδης νόσος του εντέρου, οι αλλεργικές παθήσεις και τα αυτοάνοσα νοσήματα (Al Nabhani & Eberl, 2020).

Η ανθρώπινη διατροφή δύναται να επιφέρει τόσο ευεργετικές όσο και επιβαρυντικές επιδράσεις στην υγεία των καταναλωτών. Η ανάλυση κινδύνου–οφέλους των τροφίμων (RBA) στοχεύει στην ποσοτική και ολοκληρωμένη εκτίμηση της καθαρής επίδρασης στην υγεία, η οποία συνδέεται με την έκθεση ή τη μη έκθεση σε συγκεκριμένο τρόφιμο ή επιμέρους συστατικό του (Assunção et al., 2019; Todorovic et al., 2024).



Σχήμα 13. Τρίγωνο ανάπτυξης ικανοτήτων στην ανάλυση κινδύνου–οφέλους των τροφίμων – Επιστημονική εξειδίκευση που αξιοποιεί δεδομένα από διαφορετικά γνωστικά πεδία και εφαρμόζει ποικίλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις, με στόχο την προαγωγή της νέας γνώσης στον τομέα της ανάλυσης κινδύνου–οφέλους των τροφίμων (Assunção et al., 2019).

Η ζύμωση των τροφίμων από μικροοργανισμούς που επιλέγονται και χρησιμοποιούνται στη διαδικασία ζύμωσης, καθώς και ο μεταβολικός μετασχηματισμός των προσλαμβανόμενων θρεπτικών συστατικών από το εντερικό μικροβίωμα, βασίζονται σε παρόμοιες ενζυμικές αντιδράσεις. Κατά συνέπεια, οι ομοιότητες αυτές υποδηλώνουν

ότι τα ζυμωμένα τρόφιμα ενδέχεται να συμβάλλουν στη διατομική μεταβλητότητα της απόκρισης στη διατροφή. Δεδομένης της διαφοροποίησης των επιδράσεων στην υγεία μεταξύ των ατόμων, τα ζυμωμένα τρόφιμα μπορούν να αποτελέσουν δυνητικά εργαλεία για τον σχεδιασμό εξατομικευμένων διατροφικών στρατηγικών (Todorovic et al., 2024). Η προσέγγιση αυτή επιβεβαιώνεται και από το Food Forum (Φόρουμ Τροφίμων) των Εθνικών Ακαδημιών Επιστημών, Μηχανικής και Ιατρικής στην Ουάσινγκτον, το οποίο αναφέρει ότι η μεταβλητότητα της απόκρισης του ανθρώπου στα τρόφιμα μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη εξατομικευμένων διατροφικών προσεγγίσεων και στοχευμένων διατροφικών κατευθυντήριων γραμμών (Callahan, 2022).

Ένα σημαντικό όφελος των ζυμωμένων τροφίμων για την υγεία, το οποίο αποδίδεται στη δράση προβιοτικών ή άλλων ζυμωτικών μικροοργανισμών, είναι η δυνατότητά τους να περιορίζουν ή/και να καταστέλλουν τις αλλεργικές αντιδράσεις. Οι αλλεργικές αντιδράσεις αποτελούν δυσμενή ανοσολογική απόκριση του οργανισμού απέναντι σε αλλεργιογόνα, με στόχο την απομάκρυνσή τους. Παρότι τα αλλεργιογόνα είναι συνήθως αδρανείς πρωτεϊνικές ουσίες, το ανοσοποιητικό σύστημα τα αναγνωρίζει ως αντιγόνα ή ξένα σώματα (Rahim et al., 2023).

Οι μεταβολές στη μικροβιακή σύσταση έχουν συσχετιστεί με τον κίνδυνο εμφάνισης άσθματος, αλλεργικής ρινίτιδας, ατοπικής δερματίτιδας και τροφικών αλλεργιών. Πιο συγκεκριμένα, η παρουσία ή η αυξημένη αφθονία ορισμένων βακτηριακών γενών και ειδών έχει τεκμηριωθεί ότι σχετίζεται είτε με αυξημένη ευαισθησία στην ανάπτυξη αλλεργικών παθήσεων είτε με ενισχυμένο προστατευτικό αποτέλεσμα. Η αναγνώριση αυτών των μικροβιακών δεικτών προσφέρει σημαντικές δυνατότητες για την πρόληψη και την εξατομικευμένη παρέμβαση στις αλλεργικές νόσους.

Οι μεταβολές στη σύσταση των εντερικών βακτηριακών κοινοτήτων δύνανται να επηρεάσουν την εμφάνιση παθολογικών καταστάσεων σε απομακρυσμένα όργανα, όπως το αναπνευστικό σύστημα και το δέρμα, όπως έχει καταδειχθεί σε πειραματικά ζωικά μοντέλα μέσω μεταφοράς δυσβιωτικής μικροβιότητας. Η αμφίδρομη αυτή επικοινωνία μεταξύ εντερικής μικροβιότητας και περιφερικών ιστών έχει μελετηθεί εκτενώς και έχει οδηγήσει στη διατύπωση των εννοιών του άξονα εντέρου-πνεύμονα και του άξονα εντέρου-δέρματος. Τα τελικά προϊόντα της μικροβιακής ζύμωσης των διαιτητικών ινών από συμβιωτικά εντερικά βακτήρια μπορούν να εισέλθουν στη συστηματική κυκλοφορία και να ασκήσουν ανοσορρυθμιστικές δράσεις σε απομακρυσμένους ιστούς (Zubeldia-Varela et al., 2022).

Τα SCFAs, τα οποία παράγονται μέσω της ζύμωσης άπεπτων και μη απορροφήσιμων φυτικών ινών, κυρίως το οξικό, το βουτυρικό και το προπιονικό οξύ, έχουν αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης μελέτης λόγω των σημαντικών φυσιολογικών τους δράσεων. Πέρα από τις καλά τεκμηριωμένες τοπικές επιδράσεις τους στο κόλον, όπως η ενίσχυση της ακεραιότητας του εντερικού φραγμού, η αύξηση της παραγωγής βλέννας και η αντιφλεγμονώδης τους δράση, τα SCFAs φαίνεται ότι διαδραματίζουν

καθοριστικό ρόλο και στην επικοινωνία μεταξύ εντέρου και εγκεφάλου (Arellano-García et al., 2026).

Τα SCFAs αποτελούν τελικά προϊόντα του μεταβολισμού της εντερικής μικροχλωρίδας και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ακεραιότητας του εντερικού ανοσολογικού φραγμού. Η μείωση των επιπέδων τους έχει συσχετιστεί με διαταραχή της εντερικής ομοιόστασης, καθώς η εντερική δυσβίωση μπορεί να οδηγήσει σε μικροδιαρροές του εντερικού επιθηλίου. Η διαταραχή αυτή διευκολύνει τη μεταφορά ενδοτοξινών στην κυκλοφορία του αίματος, γεγονός που συμβάλλει στην ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος και στην πρόκληση φλεγμονωδών αποκρίσεων (Su & Xia, 2026). Η μειωμένη παρουσία μικροοργανισμών που παράγουν SCFAs έχει συσχετιστεί με την εμφάνιση νοσημάτων, όπως η ελκώδης κολίτιδα και το άσθμα (Hodgkinson et al., 2023).

Το βουτυρικό οξύ αποτελεί το μοναδικό SCFA που παράγεται αποκλειστικά μέσω μικροβιακής ζύμωσης στο έντερο, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα SCFAs, των οποίων τα επίπεδα και ο μεταβολισμός επηρεάζονται επίσης από μεταβολικές διεργασίες του ξενιστή (Costanzo et al., 2021). Αποτελεί επίσης ένα από τα σημαντικότερα SCFAs και παράγεται κυρίως από βακτήρια που ανήκουν στο φύλο Firmicutes, μέσω της μικροβιακής ζύμωσης των διαιτητικών ινών. Λόγω των έντονων αντιφλεγμονωδών και ανοσορυθμιστικών του ιδιοτήτων, έχει προσελκύσει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον. Επιπλέον, λειτουργεί ως βασικό ενεργειακό υπόστρωμα του εντερικού επιθηλίου του παχέος εντέρου, ενώ η απορρόφησή του πραγματοποιείται τόσο μέσω παθητικής διάχυσης όσο και μέσω ειδικών μεταφορέων μονοκαρβοξυλικών οξέων, όπως οι MCT1 και SMCT1 (Z. Liu et al., 2025).

Το βουτυρικό οξύ φαίνεται να ασκεί προστατευτική δράση έναντι των τροφικών αλλεργιών μέσω τόσο ανοσολογικών όσο και μη ανοσολογικών μηχανισμών. Ενισχύει την παραγωγή βλέννας και την έκφραση στενών συνδέσεων, συμβάλλοντας στη μείωση της διαπερατότητας του εντερικού επιθηλίου και περιορίζοντας τη διέλευση αλλεργιογόνων που μπορούν να πυροδοτήσουν αποκρίσεις τύπου Th2 (Costanzo et al., 2021).

Παράλληλα, το βουτυρικό ρυθμίζει την ανοσολογική απόκριση μέσω ενεργοποίησης υποδοχέων συνδεδεμένων με G-πρωτεΐνες, όπως οι GPR43 και GPR109a, οι οποίοι εκφράζονται τόσο στα εντερικά επιθηλιακά κύτταρα όσο και σε κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος. Η ενεργοποίηση αυτών των οδών προάγει τον πολλαπλασιασμό και τη λειτουργία των Tregs, ενισχύει την παραγωγή IgA και συμβάλλει στη διατήρηση της εντερικής ανοσολογικής ομοιόστασης. Επιπλέον, μέσω αναστολής των HDAC, το βουτυρικό επιδρά επιγενετικά στη γονιδιακή έκφραση, ενισχύοντας περαιτέρω την ανοσολογική ανοχή και τη λειτουργία του εντερικού φραγμού (Costanzo et al., 2021; Hodgkinson et al., 2023).

Έχει πλέον τεκμηριωθεί ότι τα ζυμωμένα τρόφιμα μπορούν να επηρεάσουν τη σύσταση και τη λειτουργία του εντερικού μικροβιώματος, αν και οι ακριβείς μηχανισμοί μέσω των οποίων επιδρούν δεν έχουν ακόμη πλήρως αποσαφηνιστεί. Η επίδραση αυτή

φαίνεται να οφείλεται τόσο στους μικροοργανισμούς που περιέχουν τα ίδια τα ζυμωμένα τρόφιμα όσο και στα βιοδραστικά θρεπτικά συστατικά και μεταβολίτες που ενσωματώνονται στη δομή τους κατά τη διαδικασία της ζύμωσης (Leeuwendaal et al., 2022).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η αυξανόμενη επίπτωση των αλλεργικών νοσημάτων κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει αναδείξει την ανάγκη διερεύνησης παραγόντων του τρόπου ζωής που ενδέχεται να επηρεάζουν την εμφάνιση και την εξέλιξή τους (Alska et al., 2025; Gutowska-Ślesik et al., 2022). Μεταξύ αυτών, η διατροφή και ιδιαίτερα η κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων και ροφημάτων έχει αποτελέσει αντικείμενο σημαντικού επιστημονικού ενδιαφέροντος, λόγω της πιθανής συμβολής τους στη διαμόρφωση του εντερικού μικροβιώματος και στη ρύθμιση της ανοσολογικής απόκρισης (Park & Mannaa, 2025; Valentino et al., 2024). Τα ζυμωμένα τρόφιμα αποτελούν πηγή μικροοργανισμών, βιοδραστικών ουσιών και μεταβολιτών, οι οποίοι φαίνεται να συμμετέχουν σε μηχανισμούς που σχετίζονται με τη φλεγμονή, την ανοχή του οργανισμού σε αλλεργιογόνους παράγοντες και τη συνολική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος. Παρά το αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον, τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και αλλεργικών νοσημάτων παραμένουν περιορισμένα και σε ορισμένες περιπτώσεις αντικρουόμενα, καθιστώντας αναγκαία την περαιτέρω διερεύνηση του θέματος σε μεγάλους και πολυεθνικούς πληθυσμούς (Magriplis, Kotopoulou, et al., 2025).

3.1.1 Σκοπός της Έρευνας

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στη διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και του αυτοαναφερόμενου επιπολασμού αλλεργικών νοσημάτων σε ενήλικο ευρωπαϊκό πληθυσμό, μέσω δευτερογενούς ανάλυσης δεδομένων

που συλλέχθηκαν στο πλαίσιο της μελέτης PIMENTO με τη χρήση του επικυρωμένου ερωτηματολογίου Three-Factor Fermented Food Questionnaire (3FQ) (Magriplis, Kotropoulou, et al., 2025). Η ανάλυση βασίζεται σε δεδομένα μεγάλου πολυεθνικού δείγματος ενηλίκων από διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες, παρέχοντας τη δυνατότητα διερεύνησης της συγκεκριμένης σχέσης σε πληθυσμούς με διαφορετικά διατροφικά πρότυπα και πολιτισμικά χαρακτηριστικά. Παράλληλα, επιδιώκεται η παραγωγή επιστημονικών δεδομένων που θα συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ διατροφικών συνηθειών και αλλεργικών νοσημάτων, καθώς και η ενίσχυση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σε ένα πεδίο όπου τα διαθέσιμα ερευνητικά ευρήματα παραμένουν περιορισμένα. Τα αποτελέσματα της μελέτης δύνανται να αποτελέσουν χρήσιμη βάση για μελλοντικές επιδημιολογικές και κλινικές έρευνες σχετικά με τον ρόλο των ζυμωμένων τροφίμων στη δημόσια υγεία.

3.1.2 Επιμέρους Στόχοι της Έρευνας

Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού τέθηκαν οι ακόλουθοι επιμέρους στόχοι: α) Η αποτύπωση του προτύπου κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ροφημάτων στο δείγμα της μελέτης, τόσο συνολικά όσο και ανά κατηγορία τροφίμου, συμπεριλαμβανομένων των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων, των ζυμωμένων προϊόντων φυτικής προέλευσης, των ζυμωμένων προϊόντων κρέατος και ψαριού, των ζυμωμένων λαχανικών και των ζυμωμένων προϊόντων δημητριακών. β) Η εκτίμηση του αυτοαναφερόμενου επιπολασμού τροφικών αλλεργιών και/ή τροφικών δυσανεξιών στον υπό μελέτη πληθυσμό. γ) Η διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ της συνολικής κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων, καθώς και της κατανάλωσης επιμέρους κατηγοριών ζυμωμένων προϊόντων, και της παρουσίας αλλεργικών νοσημάτων, μετά από προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες. δ) Η αξιολόγηση της συμβολής δημογραφικών χαρακτηριστικών και παραγόντων τρόπου ζωής, όπως η ηλικία, το φύλο, ο δείκτης μάζας σώματος, το μορφωτικό επίπεδο και άλλοι σχετικοί παράγοντες, ως πιθανών τροποποιητών της σχέσης μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και αλλεργικών νοσημάτων.

Η επίτευξη των παραπάνω στόχων αναμένεται να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση του πιθανού ρόλου των ζυμωμένων τροφίμων και ροφημάτων στην εμφάνιση αλλεργικών νοσημάτων και να προσφέρει χρήσιμα επιστημονικά δεδομένα για τη διαμόρφωση μελλοντικών ερευνητικών υποθέσεων και διατροφικών παρεμβάσεων στον ευρωπαϊκό πληθυσμό.

3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.2.1 Σχεδιασμός μελέτης

Η παρούσα μελέτη αποτελεί συγχρονική παρατηρητική μελέτη συσχέτισης, βασισμένη σε δευτερογενή ανάλυση δεδομένων της μελέτης PIMENTO (Promoting Innovation of ferMENTed fOods) COST Action CA20128, η οποία υλοποιείται στο πλαίσιο του Μνημονίου Συνεργασίας για τη Δράση COST CA20128 Προώθηση της Καινοτομίας στα Ζυμωμένα Τρόφιμα. Το εν λόγω Μνημόνιο Συνεργασίας εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ανώτερων Αξιωματούχων μέσω γραπτής διαδικασίας στις 25 Μαΐου 2021. Η Δράση COST αποτελεί ένα διεπιστημονικό ερευνητικό δίκτυο που φέρνει σε συνεργασία ερευνητές και καινοτόμους για τη διερεύνηση ενός κοινού επιστημονικού αντικειμένου. Η παρούσα μελέτη υλοποιήθηκε στο πλαίσιο συνεργασίας ευρωπαϊκών ακαδημαϊκών και ερευνητικών ιδρυμάτων.

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση της πιθανής συσχέτισης μεταξύ της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και του επιπολασμού αυτοαναφερόμενων αλλεργικών νοσημάτων σε ενήλικο ευρωπαϊκό πληθυσμό, μέσω δευτερογενούς ανάλυσης δεδομένων που συλλέχθηκαν με τη χρήση του επικυρωμένου ερωτηματολογίου 3FQ (Fermented Food Frequency Questionnaire). Τα Ερωτηματολόγια Συχνότητας Κατανάλωσης Τροφίμων (Food Frequency Questionnaires, FFQs) αποτελούν ευρέως χρησιμοποιούμενα εργαλεία για την αξιολόγηση των διατροφικών συνηθειών και της συχνότητας κατανάλωσης διαφορετικών τροφίμων σε βάθος χρόνου. Το ερωτηματολόγιο 3FQ έχει μεταφραστεί σε 33 ευρωπαϊκές γλώσσες και έχει προσαρμοστεί πολιτισμικά για την εφαρμογή του σε διαφορετικούς ευρωπαϊκούς πληθυσμούς (Magriplis, Kotopoulou, et al., 2025; Syrpas et al., 2025).

Ειδικότεροι στόχοι της παρούσας μελέτης ήταν: (α) η αποτύπωση και διερεύνηση του προτύπου κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ροφημάτων στον υπό μελέτη ευρωπαϊκό ενήλικο πληθυσμό, μέσω της αξιολόγησης της συχνότητας και της συνήθους ποσότητας πρόσληψης διαφορετικών κατηγοριών ζυμωμένων προϊόντων, όπως τα

ζυμωμένα γαλακτοκομικά, τα όσπρια, τα προϊόντα κρέατος και ψαριού, τα λαχανικά, τα δημητριακά και τα ροφήματα, καθώς και της διερεύνησης πιθανών διαφοροποιήσεων στα πρότυπα κατανάλωσης μεταξύ επιμέρους πληθυσμιακών ομάδων. (β) η εκτίμηση του επιπολασμού των αυτοαναφερόμενων αλλεργικών νοσημάτων, των τροφικών αλλεργιών και των τροφικών δυσανεξιών στον υπό μελέτη ευρωπαϊκό ενήλικο πληθυσμό, καθώς και η περιγραφή της κατανομής τους σε σχέση με βασικά δημογραφικά, ανθρωπομετρικά και κλινικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. (γ) η διερεύνηση της πιθανής συσχέτισης μεταξύ της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ροφημάτων και της παρουσίας αλλεργικών νοσημάτων, τροφικών αλλεργιών και δυσανεξιών, με έμφαση στην αναγνώριση πιθανών διαφοροποιήσεων ανάλογα με τη συχνότητα και τη συνήθη ποσότητα κατανάλωσης των επιμέρους κατηγοριών ζυμωμένων προϊόντων. Επιπλέον, εξετάστηκε η επίδραση δημογραφικών, ανθρωπομετρικών και κλινικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων, όπως η ηλικία, το φύλο, ο δείκτης μάζας σώματος, το μορφωτικό επίπεδο, το κάπνισμα και η παρουσία χρόνιων νοσημάτων, στις παρατηρούμενες συσχετίσεις. (δ) η αξιολόγηση πιθανών διαφοροποιήσεων στις παρατηρούμενες συσχετίσεις μεταξύ της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ροφημάτων και των δεικτών αλλεργικής επιβάρυνσης μεταξύ διαφορετικών πληθυσμιακών υποομάδων, με βάση το φύλο και την ευρωπαϊκή γεωγραφική περιφέρεια διαμονής.

Ο σχεδιασμός της μελέτης βασίστηκε στη μεθοδολογία WHO STEP wise Approach to Surveillance (STEPS) του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, η οποία αποτελεί ένα τυποποιημένο πλαίσιο για τη συλλογή αξιόπιστων και αντιπροσωπευτικών επιδημιολογικών δεδομένων σε πληθυσμιακές μελέτες. Η προσέγγιση αυτή δίνει ιδιαίτερη έμφαση στον κατάλληλο υπολογισμό του μεγέθους δείγματος και στη διασφάλιση της αντιπροσωπευτικότητας των συμμετεχόντων ως προς βασικά δημογραφικά χαρακτηριστικά, όπως η ηλικία και το φύλο (Magriplis, Kotropoulou, et al., 2025; Riley et al., 2016).

Για τον προσδιορισμό του απαιτούμενου μεγέθους δείγματος χρησιμοποιήθηκε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και περιθώριο σφάλματος 5%, τιμές που χρησιμοποιούνται ευρέως στις επιδημιολογικές έρευνες. Επιπλέον, υιοθετήθηκε εκτιμώμενη επικράτηση 50% για τη μεταβλητή ενδιαφέροντος, επιλογή που θεωρείται η πλέον συντηρητική όταν δεν υπάρχουν επαρκή προηγούμενα δεδομένα για τον πληθυσμό μελέτης. Η συγκεκριμένη παραδοχή οδηγεί στον μέγιστο απαιτούμενο αριθμό συμμετεχόντων, εξασφαλίζοντας επαρκή στατιστική ισχύ και μεγαλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Με βάση τις παραπάνω παραμέτρους, το ελάχιστο απαιτούμενο μέγεθος δείγματος υπολογίστηκε σε $n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2} = 384.16$ συμμετέχοντες για κάθε επιμέρους πληθυσμιακή ομάδα. Ωστόσο, οι ερευνητές επιδίωξαν να εξασφαλίσουν αντιπροσωπευτική εκπροσώπηση τεσσάρων διακριτών υποομάδων του πληθυσμού, οι οποίες ορίστηκαν με βάση το φύλο (άνδρες και γυναίκες) και την ηλικία (18–49 ετών και ≥ 50 ετών). Κατά συνέπεια, ο αριθμός των 384 συμμετεχόντων πολλαπλασιάστηκε επί τέσσερα, οδηγώντας

σε ελάχιστο απαιτούμενο δείγμα 1.536 ατόμων για κάθε ευρωπαϊκή γεωγραφική περιφέρεια.

Παράλληλα, κατά τον σχεδιασμό της μελέτης λήφθηκε υπόψη η πιθανότητα μη ανταπόκρισης ή εγκατάλειψης της συμμετοχής. Συγκεκριμένα, εκτιμήθηκε ποσοστό ανταπόκρισης 60%, όπως συνηθίζεται σε μεγάλες επιδημιολογικές έρευνες που βασίζονται σε αυτοσυμπληρούμενα ερωτηματολόγια. Για τον λόγο αυτό, ο αριθμός των ατόμων που έπρεπε αρχικά να προσεγγιστούν αυξήθηκε σε περίπου $n = \frac{1536}{0.60} = 2560$ συμμετέχοντες

ανά ευρωπαϊκή περιφέρεια, δηλαδή συνολικά περίπου 10.240 συμμετέχοντες για τις τέσσερις ευρωπαϊκές περιφέρειες, ώστε να διασφαλιστεί ότι τελικά θα συγκεντρωθεί το απαιτούμενο μέγεθος δείγματος των 1.536 συμμετεχόντων. Με δεδομένο ότι η μελέτη περιλάμβανε τέσσερις ευρωπαϊκές γεωγραφικές περιφέρειες, ο συνολικός στόχος ανήλθε σε 6.144 συμμετέχοντες ειδικότερα: $n = 1.536 \times 4 = 6.144$.

Αν και ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός συμμετεχόντων είχε υπολογιστεί σε 1.536 συμμετέχοντες ανά ευρωπαϊκή περιφέρεια, δηλαδή συνολικά 6.144 συμμετέχοντες για τις τέσσερις ευρωπαϊκές περιφέρειες που συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη, η τελική βάση δεδομένων περιλάμβανε σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων. Συνολικά, στη μελέτη συμμετείχαν 13.248 ενήλικες, εκ των οποίων 12.828 διέθεταν έγκυρα δεδομένα για την κύρια έκβαση (αυτοαναφερόμενη παρουσία τροφικής αλλεργίας ή/και δυσανεξίας) και αποτέλεσαν το δείγμα των αναλύσεων που αφορούσαν την έκβαση. Για τις πολυπαραγοντικές αναλύσεις εφαρμόστηκε ανάλυση πλήρων περιπτώσεων (complete-case analysis), με αποτέλεσμα το τελικό αναλυτικό δείγμα να αποτελείται από 10.310 συμμετέχοντες με πλήρη δεδομένα για όλες τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα πολυπαραγοντικά στατιστικά μοντέλα. Η διαφοροποίηση του αριθμού των συμμετεχόντων μεταξύ των επιμέρους αναλύσεων οφείλεται στην ύπαρξη ελλιπών δεδομένων σε ορισμένες από τις μεταβλητές που συμπεριλήφθηκαν στα στατιστικά μοντέλα.

Η υπέρβαση του ελάχιστου απαιτούμενου μεγέθους δείγματος αποδίδεται στη συνεχιζόμενη διαδικτυακή στρατολόγηση συμμετεχόντων μέσω πολλαπλών καναλιών επικοινωνίας. Για την προσέλκυση των συμμετεχόντων αξιοποιήθηκαν η επίσημη ιστοσελίδα του προγράμματος PIMENTO, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, η ηλεκτρονική αλληλογραφία, καθώς και η τεχνική της χιονοστιβάδας (snowball sampling), κατά την οποία οι ήδη συμμετέχοντες προωθούσαν το ερωτηματολόγιο σε μέλη του κοινωνικού ή επαγγελματικού τους περιβάλλοντος. Επιπλέον, όπου κρίθηκε απαραίτητο για την επίτευξη της αντιπροσωπευτικότητας συγκεκριμένων υποομάδων του πληθυσμού, χρησιμοποιήθηκαν και προκαθορισμένοι διαδικτυακοί πίνακες συμμετεχόντων (panels). Ως αποτέλεσμα, συγκεντρώθηκε αριθμός ερωτηματολογίων σημαντικά μεγαλύτερος από τον αρχικά απαιτούμενο, γεγονός που αύξησε τη στατιστική ισχύ της μελέτης, βελτίωσε την ακρίβεια των εκτιμήσεων και συνέβαλε στην πληρέστερη εκπροσώπηση των διαφορετικών ηλικιακών και δημογραφικών ομάδων του ευρωπαϊκού πληθυσμού.

Οι συμμετέχοντες προέρχονταν από 53 ευρωπαϊκές χώρες, οι οποίες ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις γεωγραφικές περιφέρειες σύμφωνα με την ταξινόμηση EuroVoc της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι περιφέρειες αυτές ήταν η Βόρεια Ευρώπη, η Νότια Ευρώπη, η Δυτική Ευρώπη και η Κεντρική-Ανατολική Ευρώπη. Η συγκεκριμένη ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να διευκολυνθεί η σύγκριση των διατροφικών συνθηκών και της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων μεταξύ ευρύτερων γεωγραφικών περιοχών της Ευρώπης, διατηρώντας παράλληλα την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος σε περιφερειακό επίπεδο. Στη Βόρεια Ευρώπη εντάχθηκαν 9 χώρες, στη Δυτική Ευρώπη 12 χώρες, στη Νότια Ευρώπη 10 χώρες και στην Κεντρική-Ανατολική Ευρώπη 22 χώρες, όπως ορίζεται από το σύστημα EuroVoc (European Union, n.d.; Syrpras et al., 2025).

Πριν από τη συμμετοχή τους στη μελέτη, οι συμμετέχοντες έλαβαν αναλυτική ενημέρωση σχετικά με τον σκοπό και το ερευνητικό πρωτόκολλο, καθώς και για την εκτιμώμενη διάρκεια συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου, η οποία ανερχόταν σε περίπου 15 λεπτά. Στη συνέχεια, παρείχαν ηλεκτρονικά ενημερωμένη συγκατάθεση για τη συμμετοχή τους. Κατά το αρχικό στάδιο συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι ορισμένες ερωτήσεις ενδέχεται να αφορούν προσωπικά ή ευαίσθητα δεδομένα και ότι είχαν τη δυνατότητα να παραλείψουν οποιαδήποτε ερώτηση ή να αποχωρήσουν από τη μελέτη σε οποιοδήποτε στάδιο χωρίς καμία επίπτωση.

Στο πλαίσιο αυτό, στους συμμετέχοντες δόθηκε η δυνατότητα επικοινωνίας με τους υπεύθυνους της μελέτης για την παροχή περαιτέρω πληροφοριών ή διευκρινίσεων σχετικά με την ερευνητική διαδικασία. Η συμμετοχή στη μελέτη ήταν αποκλειστικά εθελοντική. Στη μελέτη μπορούσαν να ενταχθούν ενήλικες (≥ 18 ετών) που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης και επιθυμούσαν να συμμετάσχουν, συμπληρώνοντας το ερωτηματολόγιο μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας του προγράμματος. Η έναρξη της διαδικασίας συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας θεωρήθηκε ως επιβεβαίωση ότι οι συμμετέχοντες είχαν λάβει γνώση και κατανοήσει τις παρεχόμενες πληροφορίες σχετικά με τη μελέτη, καθώς και ότι συναινούσαν οικειοθελώς στη συμμετοχή τους στην ερευνητική διαδικασία.

Για τη διασφάλιση της ακρίβειας, της αξιοπιστίας και της επαναληψιμότητας των ευρημάτων της μελέτης, προβλέφθηκε η δυνατότητα επαναξιολόγησης μέρους των συμμετεχόντων μέσω επαναληπτικής συμπλήρωσης του ίδιου ερωτηματολογίου περίπου ενάμιση μήνα μετά την αρχική καταγραφή. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι η συμμετοχή στη διαδικασία επαναξιολόγησης ήταν προαιρετική και ότι, σε περίπτωση αποδοχής, μπορούσαν να δηλώσουν στοιχεία επικοινωνίας, όπως διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή/και αριθμό τηλεφώνου, προκειμένου να καταστεί δυνατή η μελλοντική επικοινωνία. Η παροχή των στοιχείων επικοινωνίας θεωρήθηκε ως συναίνεση για τη χρήση τους αποκλειστικά στο πλαίσιο της συγκεκριμένης ερευνητικής διαδικασίας και για σκοπούς επανεπικοινωνίας με τους συμμετέχοντες.

Επισημάνθηκε ότι η παροχή στοιχείων επικοινωνίας ήταν απολύτως προαιρετική και δεν αποτελούσε προϋπόθεση για τη συνέχιση ή την ολοκλήρωση της διαδικασίας συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου. Επιπλέον, εκφράστηκε εκτίμηση προς τους συμμετέχοντες για τη συμβολή και τη συνεργασία τους στην υλοποίηση της ερευνητικής διαδικασίας.

3.2.2 Πληθυσμός μελέτης

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν ενήλικοι συμμετέχοντες της μελέτης PIMENTO, οι οποίοι είχαν συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο 3FQ και για τους οποίους ήταν διαθέσιμα πλήρη δεδομένα σχετικά με δημογραφικά χαρακτηριστικά, όπως η ηλικία, το φύλο και το μορφωτικό επίπεδο, καθώς και στοιχεία που αφορούσαν τις διατροφικές συνήθειες και το ιστορικό αλλεργικών νοσημάτων.

Ειδικότερα, η μεταβλητή του φύλου καταγράφηκε βάσει αυτοαναφοράς, με δυνατότητα επιλογής μεταξύ άνδρα, γυναίκας ή μη δήλωσης. Αντίστοιχα, η ηλικία καταγράφηκε μέσω δήλωσης του έτους γέννησης, με δυνατότητα επιλογής εντός του χρονικού διαστήματος 1920–2005, με παράλληλη δυνατότητα μη δήλωσης των σχετικών στοιχείων.

Το ύψος των συμμετεχόντων δηλώθηκε σε εκατοστά (cm) μέσω προκαθορισμένων επιλογών, ενώ παρέχονταν και ενδεικτικές αντιστοιχίες σε πόδια (feet) για τη διευκόλυνση συμμετεχόντων από χώρες που χρησιμοποιούν διαφορετικά συστήματα μέτρησης. Δόθηκε η δυνατότητα επιλογής τιμών <130 cm ή >220 cm, καθώς και η δυνατότητα μη απάντησης στη σχετική ερώτηση. Αντίστοιχα, το σωματικό βάρος των συμμετεχόντων καταγράφηκε μέσω προκαθορισμένων επιλογών σε χιλιόγραμμα (kg), ενώ παρέχονταν και ενδεικτική αντιστοιχία σε λίμπρες (lbs) για τη διευκόλυνση των συμμετεχόντων. Υπήρχε η δυνατότητα επιλογής τιμών <40 kg ή >140 kg, καθώς και μη δήλωσης της σχετικής πληροφορίας.

Η οικογενειακή κατάσταση καταγράφηκε βάσει αυτοαναφοράς σε πέντε κατηγορίες: ελεύθερος, έγγαμος ή συμβίωση με σύντροφο, διαζευγμένος, σε διάσταση και χήρος, ενώ δόθηκε και η δυνατότητα μη απάντησης. Πρόκειται για ονομαστική κατηγορική μεταβλητή, καθώς οι κατηγορίες της δεν παρουσιάζουν ιεραρχική διάταξη. Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης, οι επιμέρους κατηγορίες θα ομαδοποιηθούν σε ευρύτερες κατηγορίες οικογενειακής κατάστασης (άγαμοι, έγγαμοι/συμβίωση και προηγουμένως έγγαμοι), με σκοπό τη διευκόλυνση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων και τη διασφάλιση επαρκούς αριθμού παρατηρήσεων ανά ομάδα. Η μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε για την περιγραφή των κοινωνικοδημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος και για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών στις υπό μελέτη μεταβλητές μεταξύ των επιμέρους ομάδων οικογενειακής κατάστασης.

Το μορφωτικό επίπεδο καταγράφηκε μέσω αυτοαναφοράς σε έξι κατηγορίες ολοκληρωμένης εκπαίδευσης: πρωτοβάθμια εκπαίδευση μικρότερη των 6 ετών, 6–9 έτη εκπαίδευσης, 9–12 έτη εκπαίδευσης, πανεπιστημιακό δίπλωμα, μεταπτυχιακό τίτλο και διδακτορικό δίπλωμα, με δυνατότητα μη απάντησης. Πρόκειται για διατεταγμένη κατηγορική μεταβλητή, καθώς οι κατηγορίες της ακολουθούν ιεραρχική κλίμακα εκπαιδευτικής επίτευξης από το χαμηλότερο προς το υψηλότερο επίπεδο σπουδών. Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης, οι επιμέρους κατηγορίες θα ομαδοποιηθούν σε τρεις ευρύτερες βαθμίδες εκπαίδευσης: πρωτοβάθμια ή υποδεέστερη εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η ομαδοποίηση αυτή επιλέχθηκε προκειμένου να διευκολυνθεί η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, να μειωθεί η διασπορά μεταξύ των επιμέρους κατηγοριών και να εξασφαλιστεί επαρκής αριθμός παρατηρήσεων σε κάθε ομάδα κατά τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Η μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε για την περιγραφή των κοινωνικοδημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος και για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών στην κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων και στον επιπολασμό των αυτοαναφερόμενων αλλεργικών νοσημάτων μεταξύ διαφορετικών εκπαιδευτικών επιπέδων.

Καταγράφηκε επίσης η ύπαρξη επιστημονικού υποβάθρου σχετικού με τη ζύμωση, τα τρόφιμα ή τη διατροφή, ενώ η απάντηση στη σχετική ερώτηση ήταν προαιρετική. Η εργασιακή κατάσταση των συμμετεχόντων καταγράφηκε βάσει αυτοαναφοράς μέσω προκαθορισμένων κατηγοριών, οι οποίες περιλάμβαναν πλήρη ή μερική απασχόληση, ανεργία, ενασχόληση με οικιακά καθήκοντα, συνταξιοδότηση και φοιτητική ιδιότητα. Η απάντηση στη σχετική ερώτηση ήταν προαιρετική, ενώ δόθηκε η δυνατότητα επιλογής έως δύο απαντήσεων.

Η χώρα τρέχουσας διαμονής των συμμετεχόντων καταγράφηκε μέσω προκαθορισμένων επιλογών χωρών. Οι διαθέσιμες επιλογές περιλάμβαναν την Αλβανία, την Ανδόρα, την Αρμενία, την Αυστρία, τη Λευκορωσία, το Βέλγιο, τη Βοσνία και Ερζεγοβίνη, τη Βουλγαρία, την Κροατία, την Κύπρο, την Τσεχική Δημοκρατία, τη Δανία, την Εσθονία, τη Φινλανδία, τη Γαλλία, τη Γεωργία, τη Γερμανία, την Ελλάδα, την Αγία Έδρα (Βατικανό), την Ουγγαρία, την Ισλανδία, την Ιρλανδία, την Ιταλία, τη Λετονία, το Λιχτενστάιν, τη Λιθουανία, το Λουξεμβούργο, τη Μάλτα, τη Μολδαβία, το Μονακό, το Μαυροβούνιο, την Ολλανδία, τη Βόρεια Μακεδονία, τη Νορβηγία, την Πολωνία, την Πορτογαλία, τη Ρουμανία, τη Ρωσία, τον Άγιο Μαρίνο, τη Σερβία, τη Σλοβακία, τη Σλοβενία, την Ισπανία, τη Σουηδία, την Ελβετία, την Τουρκία, την Ουκρανία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Παράλληλα, παρέχονταν οι επιλογές διαμονής εκτός Ευρώπης ή αποχής από την απάντηση στη σχετική ερώτηση.

Η περιοχή κατοικίας των συμμετεχόντων καταγράφηκε μέσω προκαθορισμένων κατηγοριών, οι οποίες περιλάμβαναν αστική περιοχή, προάστιο και αγροτική περιοχή/εξοχή. Επιπροσθέτως, παρέχονταν και η δυνατότητα αποχής από την απάντηση στη σχετική ερώτηση.

Στο πλαίσιο της δημογραφικής καταγραφής του δείγματος, συμπεριλήφθηκε ερώτηση σχετικά με την προγονική γεωγραφική προέλευση των συμμετεχόντων, με σκοπό τη συλλογή πληροφοριών αναφορικά με τις γεωγραφικές περιοχές από τις οποίες προέρχονταν αρχικά οι πρόγονοί τους. Οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν έως τέσσερις γεωγραφικές περιοχές, προκειμένου να αποτυπωθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια το ενδεχόμενο πολυπολιτισμικό ή μικτό υπόβαθρό τους. Οι διαθέσιμες επιλογές περιλάμβαναν περιοχές όπως η Βόρεια Αφρική, η Υποσαχάρια Αφρική, η Κεντρική Αμερική και η Καραϊβική, η Βόρεια και Νότια Αμερική, η Ανατολική και Κεντρική Ασία, η Νότια και Νοτιοανατολική Ασία, η Δυτική Ασία/Μέση Ανατολή, καθώς και οι γεωγραφικές περιοχές της Ανατολικής, Βόρειας, Νότιας και Δυτικής Ευρώπης και της Ωκεανίας. Περαιτέρω, δόθηκε η δυνατότητα επιλογής μη απάντησης, ώστε να διασφαλιστεί ο σεβασμός στην ιδιωτικότητα των συμμετεχόντων και η εθελοντική φύση της συμμετοχής στην έρευνα.

3.2.3 Κριτήρια ένταξης

Στα κριτήρια ένταξης περιλαμβάνονταν ενήλικοι συμμετέχοντες ηλικίας ≥ 18 ετών, οι οποίοι είχαν ολοκληρώσει το ερωτηματολόγιο 3FQ και διέθεταν πλήρη δεδομένα για τις βασικές μεταβλητές της παρούσας ανάλυσης. Ειδικότερα, απαιτούνταν η διαθεσιμότητα στοιχείων για την ηλικία, το φύλο, το ύψος και το βάρος (για τον υπολογισμό του Δείκτη Μάζας Σώματος), καθώς και πλήρη δεδομένα σχετικά με τη συχνότητα κατανάλωσης των βασικών κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων που αξιολογούνται μέσω του ερωτηματολογίου 3FQ, συμπεριλαμβανομένων των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων, των ζυμωμένων οσπρίων, των ζυμωμένων προϊόντων κρέατος και ψαριού, των ζυμωμένων λαχανικών, των ζυμωμένων προϊόντων δημητριακών, της σοκολάτας και των ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών.

Η μεταβλητή έκβασης που αφορούσε την παρουσία ή απουσία αυτοαναφερόμενης τροφικής αλλεργίας ή/και τροφικής δυσανεξίας προέκυψε από την ερώτηση Q16 του ερωτηματολογίου. Οι συμμετέχοντες που απάντησαν θετικά στην ερώτηση αυτή κλήθηκαν, μέσω της ερώτησης Q17, να προσδιορίσουν το είδος της αλλεργίας ή δυσανεξίας τους επιλέγοντας μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες κατηγορίες: γλουτένη, λακτόζη, σέλινο, οστρακοειδή, αυγά, ψάρια, λούπινο, γάλα, μαλάκια, μουστάρδα, ξηροί καρποί, αράπικα φιστίκια, σουσάμι, σόγια, διοξείδιο του θείου/θειώδη, άλλη αλλεργία ή δυσανεξία, καθώς και την επιλογή όλα τα παραπάνω. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την πληρέστερη περιγραφή του προφίλ των αυτοαναφερόμενων τροφικών αλλεργιών και δυσανεξιών του υπό μελέτη πληθυσμού, καθώς και δεδομένων σχετικά με την κατανάλωση των βασικών κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων που αξιολογούνται μέσω του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.4 Κριτήρια αποκλεισμού

Από την ανάλυση αποκλείστηκαν συμμετέχοντες ηλικίας μικρότερης των 18 ετών, συμμετέχοντες που δεν είχαν ολοκληρώσει το ερωτηματολόγιο 3FQ, καθώς και συμμετέχοντες με μη αξιοποιήσιμα, ελλιπή ή μη διαθέσιμα δεδομένα σε μία ή περισσότερες από τις βασικές μεταβλητές της μελέτης. Ειδικότερα, αποκλείστηκαν περιπτώσεις για τις οποίες δεν ήταν δυνατή η επιβεβαίωση βασικών δημογραφικών ή κλινικών χαρακτηριστικών, λόγω ελλিপών στοιχείων σχετικά με την ηλικία, το φύλο, το ύψος ή/και το βάρος (απαραίτητα για τον υπολογισμό του Δείκτη Μάζας Σώματος), καθώς και περιπτώσεις με μη διαθέσιμα δεδομένα για την παρουσία ή απουσία αυτοαναφερόμενης τροφικής αλλεργίας ή/και τροφικής δυσανεξίας (Q16 και Q17). Επιπλέον, αποκλείστηκαν συμμετέχοντες για τους οποίους δεν υπήρχαν επαρκείς πληροφορίες σχετικά με τη συχνότητα κατανάλωσης των βασικών κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων που αξιολογούνται μέσω του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.5 Εργαλεία αξιολόγησης

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της μελέτης PIMENTO μέσω δομημένων ερωτηματολογίων αυτοαναφοράς, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή δημογραφικών χαρακτηριστικών, διατροφικών συνηθειών και πληροφοριών σχετικών με την αυτοαναφερόμενη παρουσία τροφικής αλλεργίας ή/και δυσανεξίας.

Το ιατρικό ιστορικό των συμμετεχόντων καταγράφηκε μέσω σχετικής ερώτησης του ερωτηματολογίου 3FQ, η οποία αφορούσε τη διάγνωση χρόνιων νοσημάτων σε οποιοδήποτε χρονικό σημείο της ζωής τους. Οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα επιλογής περισσότερων της μίας απαντήσεων. Οι διαθέσιμες κατηγορίες περιλάμβαναν καρκίνο, σακχαρώδη διαβήτη, καρδιαγγειακά συμβάματα (εγκεφαλικό επεισόδιο ή έμφραγμα του μυοκαρδίου), υπερχοληστερολαιμία ή/και υπερτριγλυκεριδαιμία, αρτηριακή υπέρταση, σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου ή φλεγμονώδη νόσο του εντέρου, ρευματοειδή αρθρίτιδα, οστεοπόρωση, καθώς και άλλη χρόνια νόσο ή πάθηση. Παράλληλα, δινόταν η δυνατότητα επιλογής των απαντήσεων κανένα από τα παραπάνω ή προτιμώ να μην απαντήσω. Για καθεμία από τις ανωτέρω παθήσεις δημιουργήθηκε ξεχωριστή δυαδική μεταβλητή (παρουσία/απουσία), προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στην περιγραφή των χαρακτηριστικών του δείγματος και στη διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων με τις υπό μελέτη μεταβλητές.

Η παρουσία τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών διερευνήθηκε μέσω σχετικής ερώτησης, ενώ σε περίπτωση θετικής απάντησης οι συμμετέχοντες καλούνταν να

προσδιορίζουν το είδος της αλλεργίας ή δυσανεξίας μέσω προκαθορισμένων κατηγοριών. Η συμπλήρωση της σχετικής ενότητας ήταν προαιρετική. Οι διαθέσιμες επιλογές περιλάμβαναν αλλεργίες ή δυσανεξίες στη γλουτένη, τη λακτόζη, το σέλινο, τα καρκινοειδή, τα αυγά, τα ψάρια, το λούπινο, το γάλα, τα μαλάκια, τη μουστάρδα, τους ξηρούς καρπούς, τα φιστίκια, το σουσάμι, τη σόγια, το διοξείδιο του θείου/θειώδη, καθώς και τη δυνατότητα δήλωσης άλλης τροφικής αλλεργίας ή δυσανεξίας ή επιλογής όλων των παραπάνω κατηγοριών.

Οι καπνιστικές συνήθειες των συμμετεχόντων αξιολογήθηκαν μέσω προκαθορισμένων κατηγοριών, οι οποίες περιλάμβαναν ενεργό κάπνισμα, πρώην καπνιστή, χρήση ηλεκτρονικού τσιγάρου/ατμίسمατος ή μη καπνιστή. Η απάντηση στη σχετική ερώτηση ήταν προαιρετική, ενώ δινόταν η δυνατότητα επιλογής έως δύο απαντήσεων.

3.2.6 Αξιολόγηση κατανάλωσης τροφίμων και ροφημάτων

Η αξιολόγηση των διατροφικών συνηθειών των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε μέσω του ερωτηματολογίου 3FQ (Fermented Food Frequency Questionnaire), το οποίο έχει σχεδιαστεί για την εκτίμηση της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ποτών. Το ερωτηματολόγιο οργανώνεται σε δεκαπέντε θεματικές ενότητες, οι οποίες αφορούν τα εναλλακτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών φυτικής προέλευσης, τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα ζυμωμένα όσπρια και ψυχανθή, τα ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού, τα ζυμωμένα λαχανικά, τα ζυμωμένα προϊόντα δημητριακών, τη σοκολάτα, τα ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά, το ξύδι, τον καφέ, το ζυμωμένο τσάι, τα ροφήματα κακάο, την μπύρα ή/και τον μηλίτη, το κρασί και τα αποστάγματα. Κάθε ενότητα περιλαμβάνει επιμέρους ερωτήματα σχετικά με συγκεκριμένα τρόφιμα ή ποτά της αντίστοιχης κατηγορίας, για τα οποία καταγράφονται η συχνότητα και η συνήθης ποσότητα κατανάλωσης.

Για όλες τις κατηγορίες τροφίμων και ποτών αξιολογήθηκαν η κατανάλωση, η συχνότητα πρόσληψης και η συνήθης ποσότητα κατανάλωσης μέσω προκαθορισμένων κατηγοριών απάντησης. Οι κατηγορίες συχνότητας περιλάμβαναν τις επιλογές ποτέ, σπανίως, μία έως δύο φορές μηνιαίως, μία έως δύο φορές εβδομαδιαίως, τρεις έως έξι φορές εβδομαδιαίως, μία φορά ημερησίως, δύο φορές ημερησίως και περισσότερες από δύο φορές ημερησίως. Επιπλέον, η εκτίμηση της συνήθους ποσότητας κατανάλωσης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση οπτικών απεικονίσεων μερίδων μέσω φωτογραφιών, προκειμένου να διευκολυνθεί η ακριβέστερη αυτοαναφερόμενη καταγραφή των διατροφικών συνηθειών των συμμετεχόντων και να περιοριστούν πιθανά σφάλματα εκτίμησης.

Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης, οι κατηγορίες συχνότητας κατανάλωσης μετατράπηκαν σε ποσοτικές μεταβλητές που αντιστοιχούσαν στον εκτιμώμενο αριθμό καταναλώσεων ανά ημέρα, σύμφωνα με τη μεθοδολογία του ερωτηματολογίου 3FQ. Συγκεκριμένα, σε κάθε κατηγορία συχνότητας αποδόθηκε μία αριθμητική τιμή, ώστε να καταστεί δυνατός ο υπολογισμός της ημερήσιας κατανάλωσης των επιμέρους τροφίμων και ποτών. Οι κατηγορίες ποτέ, σπανίως, 1–2 φορές μηνιαίως, 1–2 φορές εβδομαδιαίως, 3–6 φορές εβδομαδιαίως, 1 φορά ημερησίως, 2 φορές ημερησίως και περισσότερες από 2 φορές ημερησίως αντιστοιχίστηκαν στις τιμές 0, 0,03, 0,05, 0,21, 0,64, 1,0, 2,0 και 3,0 καταναλώσεις ανά ημέρα, αντίστοιχα. Η διαδικασία αυτή επέτρεψε τη μετατροπή των αρχικών κατηγορικών απαντήσεων των συμμετεχόντων σε ποσοτικά δεδομένα, καθιστώντας δυνατή την εκτίμηση της μέσης ημερήσιας συχνότητας κατανάλωσης για κάθε επιμέρους τρόφιμο ή ποτό που περιλαμβανόταν στο ερωτηματολόγιο. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίστηκε η δυνατότητα ποσοτικής αποτύπωσης των διατροφικών συνηθειών των συμμετεχόντων και η αξιοποίηση των δεδομένων σε στατιστικές αναλύσεις που απαιτούν αριθμητικές μεταβλητές. Επιπλέον, η συγκεκριμένη κωδικοποίηση επέτρεψε τη συγκριτική αξιολόγηση των διαφορετικών κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων και ποτών, καθώς και την ακριβέστερη εκτίμηση της συνήθους διατροφικής πρόσληψης του υπό μελέτη πληθυσμού. Η εκτιμώμενη πρόσληψη κάθε τροφίμου ή ποτού προέκυψε από τον συνδυασμό της συχνότητας κατανάλωσης και της συνήθους μερίδας που δήλωσαν οι συμμετέχοντες. Για τον σκοπό αυτό, οι αριθμητικές τιμές που αποδόθηκαν στις κατηγορίες συχνότητας κατανάλωσης συνδυάστηκαν με τα αντίστοιχα μεγέθη μερίδας που επιλέχθηκαν από τους συμμετέχοντες μέσω των οπτικών απεικονίσεων. Με τον τρόπο αυτό υπολογίστηκε η μέση ημερήσια πρόσληψη κάθε τροφίμου ή ποτού, εκφρασμένη σε γραμμάρια ή χιλιοστόλιτρα ανά ημέρα, παρέχοντας μια ποσοτική εκτίμηση της συνήθους κατανάλωσης του υπό μελέτη πληθυσμού.

Για τη διερεύνηση της συνολικής έκθεσης στα ζυμωμένα τρόφιμα υπολογίστηκαν δύο σύνθετοι δείκτες συχνότητας κατανάλωσης: ένας δείκτης βασικών ζυμωμένων τροφίμων και ένας δείκτης συνολικής κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων. Οι δείκτες αυτοί κατηγοριοποιήθηκαν σε τριτημόρια και χρησιμοποιήθηκαν στις σχετικές αναλύσεις. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις και για κάθε επιμέρους κατηγορία ζυμωμένων τροφίμων και ποτών του ερωτηματολογίου 3FQ, προκειμένου να διερευνηθούν πιθανές διαφοροποιήσεις στη συσχέτισή τους με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Λόγω των διαφορών ως προς τη φύση, τη διαδικασία παραγωγής και τα χαρακτηριστικά κατανάλωσης ορισμένων κατηγοριών του ερωτηματολογίου 3FQ, όπως το ξύδι, ο καφές και τα αλκοολούχα ποτά, οι κατηγορίες αυτές δεν συνενώθηκαν με τις υπόλοιπες κατηγορίες ζυμωμένων τροφίμων για τον υπολογισμό ενιαίου δείκτη κατανάλωσης. Αντίθετα, εξετάστηκαν ως διακριτές κατηγορίες, προκειμένου να διατηρηθούν οι ιδιαίτερες διατροφικές και λειτουργικές τους ιδιότητες και να αποφευχθεί η δημιουργία ετερογενούς μέτρου έκθεσης.

3.2.6.1 Εναλλακτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών

Στο ερωτηματολόγιο συμπεριλήφθηκαν ερωτήσεις σχετικά με την κατανάλωση εναλλακτικών προϊόντων κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων, με στόχο τη διερεύνηση της πρόσληψης φυτικών υποκατάστατων ζωικών τροφίμων. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε τρεις επιμέρους κατηγορίες προϊόντων, οι οποίες αφορούσαν το φυτικό τυρί, τα φυτικά υποκατάστατα κρέατος και το φυτικό γιαούρτι.

Συγχρόνως, παρασχέθηκαν διευκρινιστικές οδηγίες προς τους συμμετέχοντες σχετικά με τη συμπλήρωση των αντίστοιχων ερωτήσεων. Ειδικότερα, σε περιπτώσεις αβεβαιότητας ως προς το εάν καταναλώνουν συγκεκριμένα προϊόντα, οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να ανατρέξουν στις αναλυτικές επιλογές των επόμενων ερωτήσεων για ακριβέστερη αναγνώριση των προϊόντων. Επιπλέον, δόθηκε η δυνατότητα παράλειψης προϊόντων που δεν καταναλώνονταν ή δεν ήταν γνωστά στους συμμετέχοντες, ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή και απρόσκοπτη συνέχιση της διαδικασίας συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου.

Για όλες τις επιμέρους κατηγορίες προϊόντων της ενότητας καταγράφηκε η συχνότητα κατανάλωσης και αξιολογήθηκε η συνήθης μερίδα κατανάλωσης μέσω οπτικών απεικονίσεων μερίδων, από τις οποίες οι συμμετέχοντες επέλεξαν εκείνη που αντιστοιχούσε περισσότερο στη συνήθη ποσότητα κατανάλωσής τους.

3.2.6.2 Ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα

Η ενότητα των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων περιλάμβανε επιμέρους κατηγορίες που αφορούσαν τυριά, γιαούρτια και ζυμωμένα γάλατα. Τα τυριά ταξινομήθηκαν σε σκληρά, ημίσκληρα και μαλακά ή φρέσκα τυριά. Στην κατηγορία των σκληρών τυριών περιλαμβάνονταν ενδεικτικά τα Parmigiano Reggiano, Grana Padano, Gruyere, Manchego, Cheddar και Pecorino, ενώ στα ημίσκληρα τυριά περιλαμβάνονταν προϊόντα όπως Edam, Gouda, blue cheese, Mozzarella και Emmental. Στα μαλακά ή φρέσκα τυριά συμπεριλήφθηκαν ενδεικτικά τα Chevre, Camembert, Brie, φέτα και Quark.

Επιπρόσθετα, αξιολογήθηκε η κατανάλωση διαφορετικών τύπων γιαουρτιού, όπως γιαούρτι ελληνικού τύπου, πόσιμο γιαούρτι, Skyr και Kvarg, καθώς και ζυμωμένων γαλάτων, όπως προβιοτικά ροφήματα, κεφίρ, αριάνι και Viili. Τα παραπάνω προϊόντα αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.3 Ζυμωμένα όσπρια και προϊόντα φυτικής προέλευσης

Η ενότητα των ζυμωμένων οσπρίων και προϊόντων φυτικής προέλευσης σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης τροφίμων που παράγονται μέσω διαδικασιών ζύμωσης με βάση διάφορα είδη οσπρίων. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία κατηγορίες οσπρίων όπως ξερά φασόλια, ξερά κουκιά, ξερά μπιζέλια, ρεβίθια, σόγια, αμπελοφάσουλα, φακές και pigeon peas, τα οποία αποτελούν είδος τροπικού οσπρίου.

Επιπλέον, στα επιμέρους στοιχεία της ενότητας συμπεριλήφθηκαν προϊόντα ζύμωσης που προέρχονται από όσπρια και διατίθενται σε στερεή ή υγρή μορφή, όπως miso, douchi, tamarì και σάλτσα σόγιας. Παράλληλα, περιλήφθηκαν προϊόντα που παρασκευάζονται από ζυμωμένα όσπρια, όπως dosa και dhokla. Η αναφορά των συγκεκριμένων προϊόντων αποσκοπούσε στη διευκόλυνση της ακριβέστερης αναγνώρισης των τροφίμων από τους συμμετέχοντες και στη βελτίωση της εγκυρότητας των αυτοαναφερόμενων διατροφικών δεδομένων.

Συνολικά, τα είδη οσπρίων, τα προϊόντα ζύμωσης με βάση τα όσπρια και τα τρόφιμα που παρασκευάζονται από αυτά αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας των ζυμωμένων οσπρίων και προϊόντων φυτικής προέλευσης του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.4 Ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού

Η ενότητα των ζυμωμένων προϊόντων κρέατος και ψαριού σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων ζωικής προέλευσης. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε τρεις επιμέρους κατηγορίες προϊόντων. Η πρώτη κατηγορία αφορούσε αποξηραμένα λουκάνικα και προϊόντα ξηρής παλαίωσης, με ενδεικτικά παραδείγματα το σαλάμι, το chorizo και το cecina. Η δεύτερη κατηγορία αφορούσε ψάρια που έχουν υποστεί ζύμωση, όπως το surströmming. Η τρίτη κατηγορία περιλάμβανε ζυμωμένες σάλτσες με βάση το ψάρι ή/και το κρέας, όπως η σάλτσα ψαριού και η σάλτσα στρειδιών.

Στο ερωτηματολόγιο επισημαινόταν ότι δεν καταναλώνονται όλα τα προϊόντα κρέατος και ψαριού σε ζυμωμένη μορφή και για τον λόγο αυτό οι συμμετέχοντες καλούνταν να λάβουν υπόψη τη μέθοδο επεξεργασίας των προϊόντων κατά τη συμπλήρωση των σχετικών ερωτήσεων. Παράλληλα, σε περιπτώσεις αβεβαιότητας ως προς τον χαρακτηρισμό ενός προϊόντος ως ζυμωμένου, οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να συμβουλευτούν τα ενδεικτικά παραδείγματα που παρέχονταν στο ερωτηματολόγιο.

Συνολικά, τα αποξηραμένα λουκάνικα και προϊόντα ξηρής παλαίωσης, τα ζυμωμένα ψάρια και οι ζυμωμένες σάλτσες με βάση το ψάρι ή το κρέας αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας των ζυμωμένων προϊόντων κρέατος και ψαριού του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.5 Ζυμωμένα λαχανικά

Η ενότητα των ζυμωμένων λαχανικών σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης λαχανικών που έχουν υποστεί διαδικασία ζύμωσης. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία τις ελιές, το λάχανο ή ξινολάχανο (sauerkraut), καθώς και άλλα ζυμωμένα λαχανικά, όπως καρότα, αγγούρι και παντζάρια. Η αναφορά των συγκεκριμένων προϊόντων αποσκοπούσε στη διευκόλυνση της αναγνώρισης των ζυμωμένων λαχανικών από τους συμμετέχοντες και στην ακριβέστερη καταγραφή της κατανάλωσής τους.

Στο ερωτηματολόγιο επισημαινόταν ότι δεν καταναλώνονται όλα τα λαχανικά σε ζυμωμένη μορφή και για τον λόγο αυτό οι συμμετέχοντες καλούνταν να λαμβάνουν υπόψη τη μέθοδο επεξεργασίας των προϊόντων κατά τη συμπλήρωση των σχετικών ερωτήσεων. Συνολικά, οι ελιές, το ξινολάχανο και τα λοιπά ζυμωμένα λαχανικά αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας των ζυμωμένων λαχανικών του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.6 Ζυμωμένα προϊόντα δημητριακών

Η ενότητα των ζυμωμένων προϊόντων δημητριακών σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης προϊόντων που παράγονται μέσω διαδικασιών ζύμωσης με βάση τα δημητριακά. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία το λευκό ψωμί, το λευκό ψωμί με προζύμι, το ψωμί ολικής άλεσης, το ψωμί ολικής άλεσης με προζύμι, καθώς και άλλα ζυμωμένα προϊόντα δημητριακών, όπως τραχανάς, kishk και idli.

Στο ερωτηματολόγιο επισημαινόταν ότι δεν καταναλώνονται όλα τα προϊόντα δημητριακών σε ζυμωμένη μορφή και για τον λόγο αυτό οι συμμετέχοντες καλούνταν να λαμβάνουν υπόψη τη μέθοδο παρασκευής και επεξεργασίας των προϊόντων κατά τη συμπλήρωση των σχετικών ερωτήσεων. Η αναφορά των συγκεκριμένων προϊόντων αποσκοπούσε στην ακριβέστερη αναγνώριση των τροφίμων από τους συμμετέχοντες και στη βελτίωση της εγκυρότητας των αυτοαναφερόμενων διατροφικών δεδομένων.

Συνολικά, τα διάφορα είδη ψωμιού, τα προϊόντα με προζύμι, ο τραχανάς, το kishk και το idli αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας των ζυμωμένων προϊόντων δημητριακών του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.7 Στερεά προϊόντα σοκολάτας

Η ενότητα της σοκολάτας σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης στερεών προϊόντων σοκολάτας. Διευκρινίστηκε ότι η συγκεκριμένη ενότητα αφορούσε αποκλειστικά τη στερεά μορφή σοκολάτας, όπως οι μπάρες σοκολάτας, και δεν περιλάμβανε τα ροφήματα σοκολάτας ή κακάο. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία τη σοκολάτα γάλακτος, τη μαύρη σοκολάτα και τη λευκή σοκολάτα.

Η αναφορά των διαφορετικών τύπων σοκολάτας αποσκοπούσε στην ακριβέστερη αποτύπωση των διατροφικών συνηθειών των συμμετεχόντων και στη διάκριση μεταξύ των επιμέρους μορφών κατανάλωσης σοκολάτας. Συνολικά, η σοκολάτα γάλακτος, η μαύρη σοκολάτα και η λευκή σοκολάτα αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας της σοκολάτας του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.8 Ροφήματα κακάο

Η ενότητα των ροφημάτων κακάο σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης ροφημάτων που παρασκευάζονται με βάση το κακάο. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία τα ροφήματα κακάο με προσθήκη ζάχαρης και τα ροφήματα κακάο χωρίς προσθήκη ζάχαρης. Διευκρινίστηκε ότι η περιεκτικότητα των συγκεκριμένων ροφημάτων σε ζάχαρη μπορούσε να οφείλεται είτε σε προσθήκη από τους ίδιους τους καταναλωτές είτε σε ήδη προστιθέμενη ζάχαρη που περιέχεται σε εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα σκόνης κακάο.

Η διάκριση μεταξύ των ροφημάτων κακάο με προσθήκη ζάχαρης και των ροφημάτων κακάο χωρίς προσθήκη ζάχαρης πραγματοποιήθηκε προκειμένου να αποτυπωθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια οι διατροφικές επιλογές των συμμετεχόντων. Συνολικά, τα ροφήματα κακάο με προσθήκη ζάχαρης και τα ροφήματα κακάο χωρίς προσθήκη ζάχαρης αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας των ροφημάτων κακάο του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.9 Ροφήματα καφέ

Η ενότητα του καφέ σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης διαφορετικών τύπων καφέ, οι οποίοι διακρίνονταν με βάση τον τρόπο παρασκευής τους. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία τον καφέ τύπου espresso, συμπεριλαμβανομένων παραλλαγών όπως ristretto και lungo, τον καφέ φίλτρου, τον

βραστό καφέ ελληνικού, τουρκικού ή αραβικού τύπου, καθώς και τον στιγμιαίο διαλυτό καφέ.

Παράλληλα, αξιολογήθηκαν οι συνήθειες προσθήκης συνοδευτικών συστατικών στον καφέ. Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες δήλωναν εάν κατανάλωναν τον καφέ χωρίς προσθήκες, με ζάχαρη, με γάλα ή κρέμα, ή με συνδυασμό ζάχαρης και γάλακτος ή κρέμας. Η καταγραφή των πληροφοριών αυτών αποσκοπούσε στην πληρέστερη αποτύπωση των συνηθειών κατανάλωσης καφέ του υπό μελέτη πληθυσμού.

Συνολικά, οι διαφορετικοί τύποι καφέ και οι συνήθειες προσθήκης ζάχαρης, γάλακτος ή κρέμας αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας του καφέ του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.10 Ζυμωμένο τσάι

Η ενότητα του ζυμωμένου τσαγιού σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης τύπων τσαγιού που έχουν υποστεί διαδικασία ζύμωσης. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία τα Pu'er ή Pu-erh tea, Anhui Lu'an Basket tea, Guangxi Liubao tea, Hubei Green Brick tea, Fu Zhuan tea και Sichuan Border tea.

Στο ερωτηματολόγιο διευκρινιζόταν ότι δεν καταναλώνονται όλα τα είδη μαύρου ή πράσινου τσαγιού σε ζυμωμένη μορφή και για τον λόγο αυτό οι συμμετέχοντες καλούνταν να λαμβάνουν υπόψη τον τρόπο επεξεργασίας των προϊόντων κατά τη συμπλήρωση των σχετικών ερωτήσεων. Επιπλέον, αξιολογήθηκαν οι συνήθειες προσθήκης ζάχαρης, γάλακτος ή κρέμας στα συγκεκριμένα ροφήματα.

Συνολικά, οι διαφορετικοί τύποι ζυμωμένου τσαγιού, καθώς και οι συνήθειες προσθήκης ζάχαρης, γάλακτος ή κρέμας, αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας του ζυμωμένου τσαγιού του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.11 Ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά

Η ενότητα των ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης μη αλκοολούχων ροφημάτων που παράγονται μέσω διαδικασιών ζύμωσης. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία την κομπούχα, το κεφίρ νερού και τα ζυμωμένα ροφήματα δημητριακών, όπως amazake, boza και braga. Στο ερωτηματολόγιο διευκρινιζόταν ότι στην παρούσα ενότητα δεν θα έπρεπε να λαμβάνονται υπόψη αλκοολούχα ποτά, όπως η μπύρα, το κρασί ή τα αποστάγματα.

Συνολικά, η κομπούχα, το κεφίρ νερού και τα ζυμωμένα ροφήματα δημητριακών αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας των ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.12 Ξίδι

Η ενότητα του ξιδιού σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης διαφορετικών τύπων ξιδιού που χρησιμοποιούνται στη διατροφή. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία το μηλόξιδο, το ξίδι σταφυλιού, το βαλσαμικό ξίδι, καθώς και άλλους τύπους ξιδιού, όπως το λευκό ξίδι και το ξίδι ρυζιού.

Οι συμμετέχοντες ενημερώνονταν ότι κατά την καταγραφή της κατανάλωσης θα έπρεπε να λαμβάνεται υπόψη τόσο η χρήση ξιδιού στις σαλάτες όσο και η χρήση του κατά την παρασκευή ή το μαγείρεμα τροφίμων. Η διευκρίνιση αυτή δόθηκε προκειμένου να καταγραφεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η συνολική κατανάλωση ξιδιού.

Συνολικά, το μηλόξιδο, το ξίδι σταφυλιού, το βαλσαμικό ξίδι, το λευκό ξίδι και το ξίδι ρυζιού αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας του ξιδιού του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.13 Μπύρα και μηλίτης

Η ενότητα της μπύρας και του μηλίτη σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης ζυμωμένων αλκοολούχων ποτών. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία διαφορετικούς τύπους μπύρας, όπως lager, ale, pilsner, wheat beer, συμπεριλαμβανομένων των μη φιλτραρισμένων ποικιλιών και των craft μπυρών, καθώς και μηλίτη. Παράλληλα, καταγράφηκε η κατανάλωση μπύρας και μηλίτη χωρίς αλκοόλη.

Συνολικά, οι διαφορετικοί τύποι μπύρας, οι μη αλκοολούχες εκδοχές τους και ο μηλίτης αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας της μπύρας και του μηλίτη του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.14 Κρασί

Η ενότητα του κρασιού σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης διαφορετικών τύπων οίνου. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία το λευκό, το κόκκινο και το ροζέ κρασί, καθώς και το κρασί χωρίς αλκοόλη. Επιπλέον, στην αξιολόγηση συμπεριλήφθηκαν και οι αφρώδεις οίνοι.

Συνολικά, το λευκό, το κόκκινο και το ροζέ κρασί, οι αφρώδεις οίνοι και οι μη αλκοολούχες εκδοχές τους αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας του κρασιού του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.6.15 Αποσταγμένα αλκοολούχα ποτά

Η ενότητα των αποσταγμένων αλκοολούχων ποτών σχεδιάστηκε για την καταγραφή της κατανάλωσης ποτών που παράγονται μέσω διαδικασίας απόσταξης. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλάμβανε ως επιμέρους στοιχεία ποτά όπως ούισκι, βότκα, τζιν, μπράντι και άλλα αποστάγματα.

Η αξιολόγηση της κατανάλωσης αποσταγμένων αλκοολούχων ποτών πραγματοποιήθηκε ανεξάρτητα από τις ενότητες της μπύρας και του κρασιού, προκειμένου να αποτυπωθούν οι διαφορετικές διατροφικές συνήθειες που σχετίζονται με τα συγκεκριμένα ποτά.

Συνολικά, το ούισκι, η βότκα, το τζιν, το μπράντι και τα λοιπά αποστάγματα αποτέλεσαν τα επιμέρους στοιχεία της ενότητας των αποσταγμένων αλκοολούχων ποτών του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.7 Μεταβλητές της μελέτης

Εξαρτημένες μεταβλητές

Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε η παρουσία αυτοαναφερόμενης τροφικής αλλεργίας ή/και δυσανεξίας. Παρότι η τροφική αλλεργία και η τροφική δυσανεξία αποτελούν διακριτές κλινικές οντότητες με διαφορετικούς παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς, στην παρούσα μελέτη συνενώθηκαν σε μία ενιαία έκβαση για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης.

Ανεξάρτητες μεταβλητές

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές αξιολογήθηκαν οι δείκτες κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων, καθώς και η ημερήσια ποσότητα κατανάλωσης των επιμέρους κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων και ποτών, όπως εκτιμήθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου 3FQ.

3.2.8 Συγχυτικοί παράγοντες

Κατά τη στατιστική ανάλυση εξετάστηκαν πιθανοί συγχυτικοί παράγοντες που ήταν διαθέσιμοι μέσω του ερωτηματολογίου 3FQ και οι οποίοι, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ενδέχεται να σχετίζονται τόσο με τις διατροφικές συνήθειες και την κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων όσο και με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Οι μεταβλητές αυτές περιλάμβαναν την ηλικία (Liu et al., 2024; Na & Sohn, 2026), το φύλο (McKernan et al., 2026; Valerieva et al., 2026), το δείκτη μάζας σώματος (BMI) (Jalili et al., 2023; Kapoor et al., 2026; Riemann et al., 2026; Tiwana et al., 2026), το μορφωτικό επίπεδο (Darmon & Drewnowski, 2008), το επιστημονικό υπόβαθρο σε θέματα ζύμωσης, τροφίμων ή διατροφής (Hanlon et al., 2026; Kahve & Yazicioğlu Çalısan, 2026), την εργασιακή κατάσταση (French et al., 2019; Pechey & Monsivais, 2016), τις καπνιστικές συνήθειες (El Sharif & Hnaihien, 2024; Mónico et al., 2019; Reyes et al., 2026; Saulyte et al., 2014), την παρουσία χρόνιων νοσημάτων βάσει του ιατρικού ιστορικού (Patel et al., 2023), τη χώρα κατοικίας, την περιοχή κατοικίας (αστική, προαστιακή ή αγροτική περιοχή), καθώς και την εθνοτική προέλευση (Aktaş et al., 2021; Reyes et al., 2026; Tamang et al., 2020).

Η ηλικία έχει συσχετισθεί με διαφοροποιήσεις στην κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων μεταξύ διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, ενώ παράλληλα επηρεάζει την εμφάνιση και την έκφραση αλλεργικών νοσημάτων. Αντίστοιχα, το φύλο έχει αναφερθεί ότι σχετίζεται τόσο με διαφορές στις διατροφικές συνήθειες όσο και με διαφορές στην επιδημιολογία των αλλεργικών παθήσεων. Ο δείκτης μάζας σώματος έχει συσχετισθεί με την κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων και με αλλεργικές και φλεγμονώδεις καταστάσεις, όπως το άσθμα. Επιπλέον, παράγοντες όπως το μορφωτικό επίπεδο, το επιστημονικό υπόβαθρο σε θέματα ζύμωσης, τροφίμων ή διατροφής, η εργασιακή κατάσταση, η χώρα και η περιοχή κατοικίας, η εθνοτική προέλευση, οι καπνιστικές συνήθειες και η παρουσία χρόνιων νοσημάτων έχουν αναφερθεί ότι επηρεάζουν τόσο τις διατροφικές επιλογές και την κατανάλωση ζυμωμένων προϊόντων όσο και διάφορες εκβάσεις υγείας, συμπεριλαμβανομένων των αλλεργικών νοσημάτων και των τροφικών δυσανεγιών. Για τον λόγο αυτό, οι μεταβλητές αυτές θεωρήθηκαν πιθανοί συγχυτικοί παράγοντες και εξετάστηκαν στις πολυπαραγοντικές αναλύσεις.

Με βάση τα αυτοαναφερόμενα δεδομένα ύψους και σωματικού βάρους των συμμετεχόντων, υπολογίσθηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος (Body Mass Index, BMI) ως το πηλίκο του σωματικού βάρους (kg) προς το τετράγωνο του ύψους (m²). Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης, ο δείκτης ταξινομήθηκε σύμφωνα με τα κριτήρια του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization, WHO) σε συμμετέχοντες με χαμηλό σωματικό βάρος (<18,5 kg/m²), συμμετέχοντες με φυσιολογικό σωματικό βάρος (18,5–24,9 kg/m²), συμμετέχοντες με υπέρβαρο (25,0–29,9 kg/m²) και συμμετέχοντες με

παχυσαρκία ($\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$). Ως κατηγορία αναφοράς στα πολυπαραγοντικά μοντέλα ορίστηκαν οι συμμετέχοντες με φυσιολογικό σωματικό βάρος, ώστε να εκτιμηθεί η συσχέτιση των κατηγοριών του BMI με την παρουσία αυτοαναφερόμενων τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών.

Η επιλογή των συγχυτικών παραγόντων στο τελικό στατιστικό μοντέλο πραγματοποιήθηκε με βιβλιογραφικά κατευθυνόμενη προσέγγιση. Συγκεκριμένα, στο πολυπαραγοντικό μοντέλο συμπεριλήφθηκαν μεταβλητές για τις οποίες υπήρχαν επαρκή βιβλιογραφικά δεδομένα που υποδείκνυαν πιθανή συσχέτιση τόσο με την κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων όσο και με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών.

3.2.9 Στατιστική ανάλυση

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το λογισμικό IBM SPSS Statistics έκδοση 29 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) με χρήση του πρόσθετου πακέτου PS IMAGO PRO 10.0.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε περιγραφική ανάλυση των δημογραφικών και κλινικών χαρακτηριστικών του δείγματος. Οι κατηγορικές μεταβλητές παρουσιάζονται ως απόλυτες (n) και σχετικές (%) συχνότητες, ενώ η ηλικία παρουσιάζεται ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση.

Για τις αναλύσεις συσχέτισης δημιουργήθηκε αναλυτικό δείγμα 10.310 συμμετεχόντων. Οι συμμετέχοντες που δεν κατανάλωναν μια συγκεκριμένη κατηγορία τροφίμου ή ποτού κωδικοποιήθηκαν με τιμή μηδέν στις αντίστοιχες μεταβλητές συχνότητας και ποσότητας κατανάλωσης.

Η παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών χρησιμοποιήθηκε ως δυαδική εξαρτημένη μεταβλητή. Ως κύριο μέτρο συσχέτισης υπολογίστηκαν προσαρμοσμένοι λόγοι επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratios, aPR) μέσω τροποποιημένης παλινδρόμησης Poisson με λογαριθμική συνάρτηση σύνδεσης και ισχυρή εκτίμηση διακύμανσης (robust variance estimator). Παράλληλα υπολογίστηκαν προσαρμοσμένοι λόγοι πιθανοτήτων (adjusted Odds Ratios, aOR) μέσω λογιστικής παλινδρόμησης για λόγους σύγκρισης των αποτελεσμάτων.

Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρία επίπεδα:

1. Σύγκριση καταναλωτών έναντι μη καταναλωτών για κάθε κατηγορία ζυμωμένου τροφίμου ή ποτού.
2. Εκτίμηση της συσχέτισης ανά μονάδα αύξησης της ημερήσιας κατανάλωσης (ανά 10 g/ημέρα για τα τρόφιμα και ανά 100 ml/ημέρα για τα ποτά).
3. Ανάλυση τριτημορίων κατανάλωσης για δύο σύνθετους δείκτες συχνότητας κατανάλωσης (βασικά ζυμωμένα τρόφιμα και συνολική κατανάλωση ζυμωμένων

τροφίμων), με το πρώτο τριτημόριο να χρησιμοποιείται ως ομάδα αναφοράς. Επιπλέον, εξετάστηκε η γραμμική τάση μεταξύ των τριτημορίων με εισαγωγή του τριτημορίου ως συνεχούς μεταβλητής στο μοντέλο.

Όλα τα πολυπαραγοντικά μοντέλα προσαρμόστηκαν για ηλικία, φύλο, δείκτη μάζας σώματος, κάπνισμα, μορφωτικό επίπεδο, ευρωπαϊκή περιφέρεια, παρουσία χρόνιου νοσήματος και επιστημονικό υπόβαθρο σχετικό με τη διατροφή, τα τρόφιμα ή τις ζυμώσεις.

Τέλος, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις υποομάδων κατά φύλο και ευρωπαϊκή περιφέρεια. Η πιθανή τροποποίηση της επίδρασης διερευνήθηκε με όρους αλληλεπίδρασης (interaction terms) στα αντίστοιχα μοντέλα και αξιολογήθηκε με έλεγχο Wald.

Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε σε $\alpha=0,05$ και όλοι οι έλεγχοι ήταν αμφίπλευροι.

3.2.10 Ηθική και δεοντολογία

Η μελέτη PIMENTO έλαβε έγκριση από την Επιτροπή Δεοντολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ethics Committee of the Agricultural University of Athens, 27/05.05.2023) και πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις αρχές της Διακήρυξης του Ελσίνκι. Όλοι οι συμμετέχοντες παρείχαν ηλεκτρονικά ενημερωμένη συγκατάθεση πριν από τη συμμετοχή τους. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα δευτερογενή ανάλυση ήταν ήδη πλήρως ανωνυμοποιημένα κατά τη διάθεσή τους και δεν περιείχαν στοιχεία ταυτοποίησης των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς και σύμφωνα με τις απαιτήσεις προστασίας προσωπικών δεδομένων (Magriplis, Kotopoulou, et al., 2025; World Medical Association, 2013).

Επίσης, επισημάνθηκε ότι, παρά τη χρήση ασφαλών διαδικτυακών συστημάτων για τη συλλογή και διαχείριση των δεδομένων, η μετάδοση πληροφοριών μέσω διαδικτύου ενδέχεται να ενέχει περιορισμένο κίνδυνο μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης. Για τον λόγο αυτό, καταβλήθηκε κάθε εύλογη προσπάθεια για τη διασφάλιση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων και τη συμμόρφωση με το ισχύον νομικό και κανονιστικό πλαίσιο περί προστασίας δεδομένων. Η διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν πραγματοποιήθηκε με πλήρη τήρηση της ισχύουσας νομοθεσίας περί προστασίας προσωπικών δεδομένων. Τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάστηκαν σε συγκεντρωτική μορφή και προορίζονταν για επιστημονική δημοσίευση σε διεθνή περιοδικά με σύστημα κριτών. Η κοινοποίηση δεδομένων σε τρίτους περιορίστηκε αποκλειστικά σε ανώνυμα στοιχεία, χωρίς δυνατότητα ταυτοποίησης των συμμετεχόντων. Επιπρόσθετα, οι συμμετέχοντες είχαν πρόσβαση στην πολιτική GDPR της πλατφόρμας Conjointly μέσω σχετικού ηλεκτρονικού συνδέσμου.

3.2.11 Χρηματοδότηση

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης COST CA20128 για την Προώθηση της Καινοτομίας των Ζυμωμένων Τροφίμων και δεν έλαβε χρηματοδότηση. Επιπλέον, δεν προβλεπόταν οποιαδήποτε μορφή αποζημίωσης για τη συμμετοχή στην ερευνητική διαδικασία.

3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.3.1 Δημογραφικά χαρακτηριστικά δείγματος

Το συνολικό δείγμα της μελέτης αποτελούνταν από 13.248 συμμετέχοντες. Τα δημογραφικά και κλινικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Λόγω ελλιπών απαντήσεων, ο αριθμός των έγκυρων παρατηρήσεων διέφερε μεταξύ των μεταβλητών· συνεπώς, τα ποσοστά υπολογίστηκαν επί των διαθέσιμων δεδομένων για κάθε μεταβλητή.

Από τους συμμετέχοντες που παρείχαν πληροφορίες για το φύλο, το 68,3% ήταν γυναίκες και το 31,7% άνδρες. Το 15,7% ανέφερε παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών, ενώ το 84,3% δεν ανέφερε αντίστοιχο πρόβλημα. Η μεγαλύτερη αναλογία συμμετεχόντων προερχόταν από την Κεντρική-Ανατολική Ευρώπη (41,0%), ακολουθούμενη από τη Δυτική (20,4%), τη Νότια (20,3%) και τη Βόρεια Ευρώπη (18,3%). Η μέση ηλικία των συμμετεχόντων ήταν $41,19 \pm 14,80$ έτη.

Όσον αφορά τα κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά, το 38,7% διέθετε μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο σπουδών και το 33,4% πανεπιστημιακό πτυχίο. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων ήταν εργαζόμενοι πλήρους απασχόλησης (63,3%), ενώ το 14,2% ήταν φοιτητές. Επιπλέον, το 69,2% δήλωσε ότι δεν είχε καπνίσει ποτέ.

Σχετικά με τα χαρακτηριστικά υγείας, το 44,3% των συμμετεχόντων είχε φυσιολογικό δείκτη μάζας σώματος, ενώ το 31,2% κατατάχθηκε στην κατηγορία της παχυσαρκίας. Το 30,9% ανέφερε διάγνωση τουλάχιστον ενός χρόνιου νοσήματος. Τέλος, το 31,6% δήλωσε επιστημονικό υπόβαθρο σχετικό με τη διατροφή, τα τρόφιμα ή τις ζυμώσεις.

Πίνακας 1. Δημογραφικά και κλινικά χαρακτηριστικά του δείγματος

Χαρακτηριστικό	n (%)
Φύλο	
Άνδρες	4.033 (31,7)
Γυναίκες	8.700 (68,3)
Τροφικές αλλεργίες και/ή δυσανεξίες	
Όχι	10.819 (84,3)
Ναι	2.009 (15,7)
Ευρωπαϊκή περιφέρεια	
Βόρεια Ευρώπη	2.315 (18,3)
Κεντρική-Ανατολική Ευρώπη	5.185 (41,0)
Δυτική Ευρώπη	2.577 (20,4)
Νότια Ευρώπη	2.569 (20,3)
Εκπαιδευτικό επίπεδο	
Πρωτοβάθμια ή λιγότερο	248 (2,0)
Δευτεροβάθμια	3.252 (25,9)
Πτυχίο ΑΕΙ/ΤΕΙ	4.191 (33,4)
Μεταπτυχιακό/Διδακτορικό	4.857 (38,7)
Εργασιακή κατάσταση	
Πλήρης απασχόληση	7.878 (63,3)
Μερική απασχόληση	1.315 (10,6)
Φοιτητής/τρια	1.760 (14,2)

Χαρακτηριστικό	n (%)
Συνταξιούχος	697 (5,6)
Άνεργος/η	492 (4,0)
Οικιακά	296 (2,4)
Κάπνισμα / Άτμισμα	
Ενεργός καπνιστής	2.222 (17,4)
Μόνο ηλεκτρονικό τσιγάρο	395 (3,1)
Πρώην καπνιστής	1.306 (10,3)
Ποτέ καπνιστής	8.814 (69,2)
BMI	
Λιποβαρής	411 (3,1)
Φυσιολογικό βάρος	5.865 (44,3)
Υπέρβαρος	2.836 (21,4)
Παχύσαρκος	4.136 (31,2)
Χρόνιο νόσημα	
Όχι	8.682 (69,1)
Ναι	3.880 (30,9)
Επιστημονικό υπόβαθρο στη διατροφή/ζυμώσεις	
Όχι	8.549 (68,4)
Ναι	3.943 (31,6)

Χαρακτηριστικό	n (%)
Ηλικία (έτη), Μέση τιμή $\pm$ Τυπική απόκλιση	41,19 $\pm$ 14,80

Σημείωση: Τα ποσοστά υπολογίστηκαν επί των έγκυρων διαθέσιμων απαντήσεων (valid responses). Ο αριθμός των συμμετεχόντων διαφέρει μεταξύ των μεταβλητών λόγω ελλিপών δεδομένων (missing values).

3.3.2 Συσχέτιση κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών

Η συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ποτών και της παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών αξιολογήθηκε με υπολογισμό προσαρμοσμένων λόγων επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratios, aPR), μετά από προσαρμογή για ηλικία, φύλο, δείκτη μάζας σώματος, κάπνισμα, μορφωτικό επίπεδο, ευρωπαϊκή περιφέρεια, παρουσία χρόνιου νοσήματος και επιστημονικό υπόβαθρο.

Η κατανάλωση ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών (aPR=0,553, 95% CI: 0,472–0,648, $p<0,001$). Αντίστοιχα, χαμηλότερος επιπολασμός παρατηρήθηκε μεταξύ των καταναλωτών ζυμωμένων δημητριακών (aPR=0,577, 95% CI: 0,505–0,659, $p<0,001$), σοκολάτας (aPR=0,798, 95% CI: 0,671–0,949, $p=0,011$) και καφέ (aPR=0,865, 95% CI: 0,771–0,971, $p=0,014$).

Αντίθετα, υψηλότερος επιπολασμός τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών παρατηρήθηκε στους καταναλωτές ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών (aPR=1,124, 95% CI: 1,015–1,245, $p=0,025$), ξιδιού (aPR=1,111, 95% CI: 1,000–1,234, $p=0,049$) και εναλλακτικών φυτικών προϊόντων κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based) (aPR=1,620, 95% CI: 1,462–1,795, $p<0,001$).

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις για τα ζυμωμένα όσπρια και προϊόντα φυτικής προέλευσης, τα ζυμωμένα λαχανικά, τα ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού, το ζυμωμένο τσάι, τα ροφήματα κακάο, τη μπίρα/μηλίτη, το κρασί και τα ισχυρά αλκοολούχα ποτά ($p>0,05$).

Πίνακας 2. Συσχέτιση κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ποτών με τον επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών

Κατηγορία τροφίμου/ποτού	Επιπολασμός σε μη καταναλωτές (%)	Επιπολασμός σε καταναλωτές (%)	aPR	95% ΔΕ	p
Ζυμωμένα γαλακτοκομικά	26,6	15,3	0,553	0,472–0,648	<0,001
Ζυμωμένα όσπρια και προϊόντα φυτικής προέλευσης	14,8	16,5	1,006	0,910–1,113	0,902
Ζυμωμένο κρέας και ψάρι	17,8	15,3	0,910	0,815–1,015	0,091
Ζυμωμένα λαχανικά	15,9	15,9	0,986	0,847–1,149	0,861
Ζυμωμένα δημητριακά	24,3	15,2	0,577	0,505–0,659	<0,001
Σοκολάτα	18,6	15,7	0,798	0,671–0,949	0,011
Ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά	14,8	18,6	1,124	1,015–1,245	0,025
Ξίδι	14,6	16,5	1,111	1,000–1,234	0,049
Καφές	18,8	15,2	0,865	0,771–0,971	0,014
Ζυμωμένο τσάι	15,9	15,8	1,005	0,915–1,105	0,912
Ροφήματα κακάο	15,4	16,5	1,024	0,934–1,124	0,611
Μπίρα/μηλίτης	16,1	15,7	0,950	0,860–1,048	0,302
Κρασί	15,2	16,2	1,040	0,938–1,153	0,455
Ισχυρά αλκοολούχα ποτά	16,0	15,8	1,003	0,912–1,103	0,951
Εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based)	11,4	20,0	1,620	1,462–1,795	<0,001

Σημείωση: aPR = προσαρμοσμένος λόγος επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratio), ΔΕ = διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Τα μοντέλα προσαρμόστηκαν για ηλικία, φύλο, δείκτη

μάζας σώματος, κάπνισμα, μορφωτικό επίπεδο, ευρωπαϊκή περιφέρεια, παρουσία χρόνιου νοσήματος και επιστημονικό υπόβαθρο. Αναλυτικό δείγμα: $n = 10.310$ συμμετέχοντες.

3.3.3 Συσχέτιση της ποσότητας κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών

Η συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας κατανάλωσης των εξεταζόμενων ζυμωμένων τροφίμων και ποτών και της παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών αξιολογήθηκε με τη χρήση προσαρμοσμένων λόγων επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratios, aPR), μετά από προσαρμογή για ηλικία, φύλο, δείκτη μάζας σώματος, κάπνισμα, μορφωτικό επίπεδο, ευρωπαϊκή περιφέρεια, παρουσία χρόνιου νοσήματος και επιστημονικό υπόβαθρο.

Αύξηση της ημερήσιας κατανάλωσης ζυμωμένων οσπρίων και προϊόντων φυτικής προέλευσης κατά 10 g/ημέρα συσχετίστηκε με υψηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών (aPR=1,049, 95% ΔΕ: 1,007–1,094, $p=0,023$). Αντίστοιχα, θετική συσχέτιση παρατηρήθηκε για το ξίδι (aPR=1,037, 95% ΔΕ: 1,010–1,065, $p=0,007$), τα ισχυρά αλκοολούχα ποτά (aPR=1,051, 95% ΔΕ: 1,005–1,099, $p=0,030$) και τα εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based) (aPR=1,013, 95% ΔΕ: 1,008–1,018, $p<0,001$).

Αντίθετα, υψηλότερη κατανάλωση ζυμωμένων δημητριακών κατά 10 g/ημέρα συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών (aPR=0,994 ανά 10 g/ημέρα, 95% ΔΕ: 0,989–0,998, $p=0,009$).

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της ποσότητας κατανάλωσης και του επιπολασμού τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών για τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού, τα ζυμωμένα λαχανικά, τη σοκολάτα, τα ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά, τον καφέ, το ζυμωμένο τσάι, τα ροφήματα κακάο, τη μπίρα/μηλίτη και το κρασί (όλα $p>0,05$).

Πίνακας 3. Προσαρμοσμένοι λόγοι επιπολασμού (aPR) και προσαρμοσμένοι λόγοι πιθανοτήτων (aOR) για την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών ανά μονάδα αύξησης της ημερήσιας κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ποτών

Κατηγορία τροφίμου/ποτού	Μονάδα αύξησης	N	aPR	95% ΔΕ (aPR)	p	aOR	95% ΔΕ (aOR)
Ζυμωμένα γαλακτοκομικά	10 g/ημέρα	9.561	0,997	0,994–1,000	0,064	0,996	0,992–1,001
Ζυμωμένα όσπρια	10 g/ημέρα	9.443	1,049	1,007–1,094	0,023	1,058	1,007–1,111

Κατηγορία τροφίμου/ποτού	Μονάδα αύξησης	N	aPR	95% ΔΕ (aPR)	p	aOR	95% ΔΕ (aOR)
και προϊόντα φυτικής προέλευσης							
Ζυμωμένο κρέας και ψάρι	10 g/ημέρα	9.501	1,022	0,970–1,078	0,414	1,024	0,962–1,090
Ζυμωμένα λαχανικά	10 g/ημέρα	9.524	1,006	0,990–1,022	0,496	1,007	0,988–1,026
Ζυμωμένα δημητριακά	10 g/ημέρα	9.546	0,994	0,989–0,998	0,009	0,993	0,988–0,999
Σοκολάτα	10 g/ημέρα	9.536	1,006	1,000–1,012	0,068	1,007	1,000–1,014
Ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά	10 g/ημέρα	9.524	1,004	0,994–1,015	0,419	1,005	0,993–1,018
Ξίδι	10 g/ημέρα	9.520	1,037	1,010–1,065	0,007	1,043	1,010–1,076
Καφές	100 ml/ημέρα	9.473	1,017	0,996–1,039	0,114	1,020	0,995–1,046
Ζυμωμένο τσάι	100 ml/ημέρα	9.429	1,002	0,970–1,034	0,918	1,001	0,963–1,041
Ροφήματα κακάο	100 ml/ημέρα	9.556	1,055	0,993–1,120	0,086	1,065	0,991–1,145
Μπίρα/μηλίτης	100 ml/ημέρα	9.552	1,005	0,980–1,031	0,678	1,006	0,976–1,036
Κρασί	100 ml/ημέρα	9.531	0,991	0,942–1,044	0,741	0,988	0,930–1,050
Ισχυρά αλκοολούχα ποτά	100 ml/ημέρα	9.553	1,051	1,005–1,099	0,030	1,063	1,008–1,121
Εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based)	10 g/ημέρα	9.522	1,013	1,008–1,018	<0,001	1,016	1,010–1,022

Σημείωση: aPR = προσαρμοσμένος λόγος επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratio), aOR = προσαρμοσμένος λόγος πιθανοτήτων (adjusted Odds Ratio), ΔΕ = διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Τα μοντέλα προσαρμόστηκαν για ηλικία, φύλο, δείκτη μάζας σώματος, κάπνισμα, μορφωτικό επίπεδο, ευρωπαϊκή περιφέρεια, παρουσία χρόνιου νοσήματος και επιστημονικό υπόβαθρο. Αναλυτικό δείγμα: $n = 10.310$ συμμετέχοντες.

3.3.4 Συσχέτιση των τριτημορίων κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών

Η συσχέτιση μεταξύ της συχνότητας κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και της παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών διερευνήθηκε με ανάλυση τριτημορίων κατανάλωσης, χρησιμοποιώντας προσαρμοσμένους λόγους επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratios, aPR) ως κύριο μέτρο συσχέτισης, ενώ οι προσαρμοσμένοι λόγοι πιθανοτήτων (adjusted Odds Ratios, aOR) υπολογίστηκαν συμπληρωματικά για λόγους σύγκρισης. Ως ομάδα αναφοράς χρησιμοποιήθηκε το πρώτο τριτημόριο (T1), το οποίο αντιστοιχούσε στους συμμετέχοντες με τη χαμηλότερη συχνότητα κατανάλωσης.

Για τον σύνθετο δείκτη κατανάλωσης βασικών ζυμωμένων τροφίμων (core fermented foods), οι συμμετέχοντες που ανήκαν στο δεύτερο (T2) και τρίτο τριτημόριο (T3) εμφάνισαν χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών σε σύγκριση με το πρώτο τριτημόριο. Συγκεκριμένα, ο προσαρμοσμένος λόγος επιπολασμού ήταν 0,785 (95% ΔΕ: 0,702–0,879, $p < 0,001$) για το T2 και 0,793 (95% ΔΕ: 0,709–0,888, $p < 0,001$) για το T3. Επιπλέον, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική γραμμική τάση μείωσης του επιπολασμού με την αύξηση του τριτημορίου κατανάλωσης (aPR trend=0,887, 95% ΔΕ: 0,837–0,941, $p < 0,001$).

Για τον συνολικό δείκτη κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων (total fermented intake), το δεύτερο τριτημόριο εμφάνισε χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών συγκριτικά με το πρώτο (aPR=0,839, 95% ΔΕ: 0,748–0,941, $p = 0,003$). Αντίθετα, η συσχέτιση για το τρίτο τριτημόριο δεν ήταν στατιστικά σημαντική (aPR=0,910, 95% ΔΕ: 0,811–1,020, $p = 0,106$), ενώ δεν παρατηρήθηκε σημαντική γραμμική τάση μεταξύ των τριτημορίων (aPR trend=0,952, 95% ΔΕ: 0,897–1,011, $p = 0,110$).

Πίνακας 4. Συσχέτιση τριτημορίων κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με τον επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών

Δείκτης κατανάλωσης	Τριτημόριο	N	Επιπολασμός (%)	aPR	95% ΔΕ (aPR)	p	aOR	95% ΔΕ (aOR)	p
Βασικά ζυμωμένα τρόφιμα (συχνότητα/ημέρα)	T1 (αναφορά)	3427	18,5	1,00	–	–	1,00	–	–
	T2	3426	14,7	0,785	0,702–0,879	<0,001	0,741	0,646–0,850	<0,001
	T3	3426	14,5	0,793	0,709–0,888	<0,001	0,750	0,653–0,862	<0,001
	Ανά τριτημόριο (τάση)	–	–	0,887	0,837–0,941	<0,001	0,863	0,805–0,926	<0,001
Συνολική κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων (συχνότητα/ημέρα)	T1 (αναφορά)	3383	17,4	1,00	–	–	1,00	–	–
	T2	3382	14,8	0,839	0,748–0,941	0,003	0,805	0,700–0,926	0,002
	T3	3383	15,5	0,910	0,811–1,020	0,106	0,888	0,772–1,022	0,098
	Ανά τριτημόριο (τάση)	–	–	0,952	0,897–1,011	0,110	0,942	0,877–1,011	0,097

Σημείωση: aPR = προσαρμοσμένος λόγος επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratio), aOR = προσαρμοσμένος λόγος πιθανοτήτων (adjusted Odds Ratio), ΔΕ = διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Το T1 αντιστοιχεί στο χαμηλότερο τριτημόριο κατανάλωσης και χρησιμοποιήθηκε ως ομάδα αναφοράς. Τα μοντέλα προσαρμόστηκαν για ηλικία, φύλο, δείκτη μάζας σώματος, κάπνισμα, μορφωτικό επίπεδο, ευρωπαϊκή περιφέρεια, παρουσία χρόνιου νοσήματος και επιστημονικό υπόβαθρο. Αναλυτικό δείγμα: n = 10.310 συμμετέχοντες. Η γραμμική τάση (trend) εξετάστηκε με εισαγωγή του τριτημορίου ως συνεχούς μεταβλητής στο μοντέλο.

3.3.5 Αναλύσεις υποομάδων κατά φύλο και ευρωπαϊκή περιφέρεια

Οι αναλύσεις υποομάδων κατά φύλο και ευρωπαϊκή περιφέρεια έδειξαν γενικά παρόμοια πρότυπα συσχετίσεων με εκείνα που παρατηρήθηκαν στο συνολικό δείγμα (Πίνακες 5 και 6). Ωστόσο, παρατηρήθηκαν ορισμένες στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις. Συγκεκριμένα, η συσχέτιση των ζυμωμένων λαχανικών (p αλληλεπίδρασης = 0,035) και των ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών (p αλληλεπίδρασης = 0,019) με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών διέφερε μεταξύ ανδρών και γυναικών. Αντίστοιχα, στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ ευρωπαϊκών περιφερειών παρατηρήθηκε για τα ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού ($p < 0,001$), το κρασί ($p = 0,042$), τα ισχυρά αλκοολούχα ποτά ($p = 0,002$) και τον σύνθετο δείκτη βασικών ζυμωμένων τροφίμων ανά τριτημόριο κατανάλωσης ($p = 0,024$).

Πίνακας 5. Συσχέτιση κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ποτών με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών κατά φύλο

Κατηγορία τροφίμου/ποτού	Ανδρες aPR (95% ΔΕ)	Γυναίκες aPR (95% ΔΕ)	p αλληλεπίδρασης
Ζυμωμένα γαλακτοκομικά	0,51 (0,37–0,70)	0,58 (0,49–0,70)	0,281
Ζυμωμένα όσπρια και προϊόντα φυτικής προέλευσης	1,07 (0,87–1,30)	0,98 (0,87–1,10)	0,551
Ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού	0,94 (0,74–1,20)	0,90 (0,80–1,02)	0,881
Ζυμωμένα λαχανικά	0,86 (0,66–1,11)	1,10 (0,90–1,33)	0,035
Ζυμωμένα δημητριακά	0,53 (0,41–0,69)	0,60 (0,51–0,70)	0,287
Σοκολάτα	0,72 (0,53–0,97)	0,82 (0,66–1,01)	0,538
Ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά	0,83 (0,67–1,03)	1,24 (1,11–1,40)	0,019
Ξίδι	1,15 (0,92–1,43)	1,10 (0,97–1,24)	0,976
Καφές	0,82 (0,65–1,04)	0,88 (0,77–1,00)	0,408

Κατηγορία τροφίμου/ποτού	Άνδρες aPR (95% ΔΕ)	Γυναίκες aPR (95% ΔΕ)	p αλληλεπίδρασης
Ζυμωμένο τσάι	1,07 (0,88–1,30)	0,98 (0,88–1,09)	0,549
Ροφήματα κακάο	0,89 (0,74–1,09)	1,06 (0,95–1,18)	0,338
Μπίρα/μηλίτης	0,87 (0,70–1,08)	0,98 (0,87–1,09)	0,127
Κρασί	0,97 (0,78–1,20)	1,08 (0,96–1,21)	0,088
Ισχυρά αλκοολούχα ποτά	0,96 (0,79–1,18)	1,03 (0,93–1,15)	0,168
Εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based)	1,57 (1,28–1,92)	1,61 (1,43–1,81)	0,716
Σύνθετος δείκτης βασικών ζυμωμένων τροφίμων (ανά τριτημόριο)	0,90 (0,80–1,02)	0,89 (0,83–0,95)	0,958
Σύνθετος δείκτης συνολικής κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων (ανά τριτημόριο)	0,93 (0,82–1,05)	0,97 (0,90–1,03)	0,281

Σημείωση: aPR = προσαρμοσμένος λόγος επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratio), ΔΕ = διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Τα αποτελέσματα προέρχονται από αναλύσεις υποομάδων κατά φύλο. Τα μοντέλα προσαρμόστηκαν για ηλικία, δείκτη μάζας σώματος, κάπνισμα, μορφωτικό επίπεδο, ευρωπαϊκή περιφέρεια, παρουσία χρόνιου νοσήματος και επιστημονικό υπόβαθρο. Το p αλληλεπίδρασης αξιολογεί εάν η συσχέτιση διαφέρει μεταξύ ανδρών και γυναικών.

Πίνακας 6. Συσχέτιση κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και ποτών με την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών κατά ευρωπαϊκή περιφέρεια

Κατηγορία τροφίμου/ποτού	Βόρεια Ευρώπη aPR (95% ΔΕ)	Κεντρική-Ανατολική Ευρώπη aPR (95% ΔΕ)	Δυτική Ευρώπη aPR (95% ΔΕ)	Νότια Ευρώπη aPR (95% ΔΕ)	p αλληλεπίδρασης
Ζυμωμένα γαλακτοκομικά	0,58 (0,42–0,81)	0,45 (0,35–0,58)	0,65 (0,47–0,91)	0,68 (0,44–1,03)	0,306
Ζυμωμένα όσπρια και προϊόντα φυτικής προέλευσης	1,00 (0,82–1,21)	0,96 (0,81–1,13)	0,92 (0,74–1,15)	1,18 (0,93–1,50)	0,509
Ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού	1,13 (0,89–1,43)	0,62 (0,52–0,75)	0,95 (0,77–1,17)	1,18 (0,94–1,49)	<0,001
Ζυμωμένα λαχανικά	1,07 (0,81–1,40)	0,80 (0,60–1,06)	1,11 (0,76–1,61)	1,04 (0,77–1,41)	0,583
Ζυμωμένα δημητριακά	0,60 (0,48–0,75)	0,66 (0,52–0,82)	0,58 (0,42–0,79)	0,39 (0,29–0,52)	0,058
Σοκολάτα	1,12 (0,74–1,67)	0,63 (0,49–0,82)	0,69 (0,47–1,00)	0,98 (0,65–1,48)	0,087
Ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά	1,00 (0,83–1,20)	1,15 (0,95–1,38)	1,15 (0,95–1,39)	1,28 (0,99–1,66)	0,522
Ξίδι	1,12 (0,91–1,36)	1,16 (0,98–1,38)	0,91 (0,73–1,14)	1,23 (0,96–1,58)	0,251
Καφές	1,05 (0,82–1,34)	0,72 (0,59–0,89)	0,82 (0,66–1,01)	0,97 (0,72–1,29)	0,440
Ζυμωμένο τσάι	1,15 (0,95–1,38)	0,93 (0,79–1,09)	0,92 (0,76–1,11)	1,08 (0,87–1,36)	0,407
Ροφήματα κακάο	1,14 (0,95–1,36)	0,98 (0,83–1,15)	1,04 (0,87–1,25)	0,93 (0,74–1,17)	0,300
Μπίρα/μηλίτης	0,94 (0,78–1,14)	0,83 (0,70–0,98)	1,03 (0,83–1,27)	1,18 (0,93–1,49)	0,249

Κατηγορία τροφίμου/ποτού	Βόρεια Ευρώπη aPR (95% ΔΕ)	Κεντρική-Ανατολική Ευρώπη aPR (95% ΔΕ)	Δυτική Ευρώπη aPR (95% ΔΕ)	Νότια Ευρώπη aPR (95% ΔΕ)	p αλληλεπίδρασης
Κρασί	1,14 (0,93–1,40)	0,88 (0,74–1,05)	0,94 (0,76–1,16)	1,47 (1,15–1,88)	0,042
Ισχυρά αλκοολούχα ποτά	0,96 (0,80–1,15)	0,82 (0,69–0,97)	1,11 (0,92–1,33)	1,50 (1,20–1,88)	0,002
Εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based)	1,72 (1,42–2,09)	1,70 (1,44–2,01)	1,30 (1,03–1,64)	1,57 (1,24–1,99)	0,159
Σύνθετος δείκτης βασικών ζυμωμένων τροφίμων (ανά τριτημόριο)	1,04 (0,93–1,16)	0,87 (0,78–0,96)	0,80 (0,72–0,90)	0,84 (0,72–0,96)	0,024
Σύνθετος δείκτης συνολικής κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων (ανά τριτημόριο)	1,10 (0,98–1,24)	0,94 (0,85–1,05)	0,86 (0,76–0,96)	0,90 (0,78–1,03)	0,068

Σημείωση: aPR = προσαρμοσμένος λόγος επιπολασμού (adjusted Prevalence Ratio), ΔΕ = διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Τα αποτελέσματα προέρχονται από αναλύσεις υποομάδων κατά ευρωπαϊκή περιφέρεια. Τα μοντέλα προσαρμόστηκαν για ηλικία, φύλο, δείκτη μάζας σώματος, κάπνισμα, μορφωτικό επίπεδο, παρουσία χρόνιου νοσήματος και επιστημονικό υπόβαθρο. Το p αλληλεπίδρασης αξιολογεί εάν η συσχέτιση διαφέρει μεταξύ των ευρωπαϊκών περιφερειών.

3.3.6 Συνοπτική παρουσίαση των σημαντικών συσχετίσεων

Συνολικά, η κατανάλωση ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων και ζυμωμένων δημητριακών συσχετίστηκε σταθερά με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Αντίθετα, η κατανάλωση εναλλακτικών φυτικών προϊόντων κρέατος και γαλακτοκομικών συσχετίστηκε σταθερά με υψηλότερο επιπολασμό της έκβασης. Οι περισσότερες από τις υπόλοιπες κατηγορίες τροφίμων και ποτών δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μετά την προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες. Επιπλέον, οι αναλύσεις υποομάδων έδειξαν ότι ορισμένες συσχετίσεις διαφοροποιούνταν ανάλογα με το φύλο και την ευρωπαϊκή περιφέρεια, υποδηλώνοντας πιθανή ετερογένεια των παρατηρούμενων σχέσεων μεταξύ διαφορετικών πληθυσμιακών ομάδων.

3.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.4.1 Κύρια ευρήματα της μελέτης

Η παρούσα μελέτη είχε ως κύριο στόχο τη διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και του αυτοαναφερόμενου επιπολασμού τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών σε ενήλικο ευρωπαϊκό πληθυσμό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κατηγορίες ζυμωμένων τροφίμων που συνήθως αποφεύγονται από όσους εμφανίζουν τροφικές αλλεργίες ή/και δυσανεξίες, όπως τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά και τα ζυμωμένα προϊόντα δημητριακών, συσχετίστηκαν με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Αντίθετα, τα εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών συσχετίστηκαν με υψηλότερο επιπολασμό των αυτοαναφερόμενων τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών.

Η ερμηνεία των ευρημάτων αυτών θα πρέπει να γίνεται με προσοχή, καθώς ο συγχρονικός σχεδιασμός της μελέτης δεν επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αιτιώδη σχέση μεταξύ έκθεσης και έκβασης. Μία πιθανή ερμηνεία των παρατηρούμενων συσχετίσεων είναι η αντίστροφη αιτιότητα, σύμφωνα με την οποία η παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών ενδέχεται να οδηγεί σε τροποποίηση των διατροφικών επιλογών, με αποφυγή συγκεκριμένων τροφίμων και επιλογή εναλλακτικών προϊόντων.

Παράλληλα, σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν ενδείξεις δοσοεξαρτώμενων συσχετίσεων, ενώ οι περισσότερες από τις υπόλοιπες κατηγορίες

ζυμωμένων τροφίμων και ποτών δεν παρουσίασαν σταθερές στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μετά την προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες. Επιπλέον, οι αναλύσεις υποομάδων ανέδειξαν διαφοροποιήσεις ανάλογα με το φύλο και την ευρωπαϊκή περιφέρεια, υποδηλώνοντας πιθανή ετερογένεια στη σχέση μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών στις διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες. Ωστόσο, οι αναλύσεις αυτές είχαν διερευνητικό χαρακτήρα και τα ευρήματά τους απαιτούν προσεκτική ερμηνεία.

3.4.2 Ζυμωμένα γαλακτοκομικά

Στην παρούσα μελέτη, η κατανάλωση ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών. Αν και τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα με τα ευρήματα της παρούσας συγχρονικής μελέτης σε ενήλικες, ορισμένες προηγούμενες έρευνες παρέχουν ενδείξεις βιολογικής αληθοφάνειας για πιθανή σχέση μεταξύ των ζυμωμένων γαλακτοκομικών και των αλλεργικών εκδηλώσεων. Ειδικότερα, οι Koksall et al. (2023) σε μελέτη ασθενών-μαρτύρων που εξέτασε τη μητρική κατανάλωση ζυμωμένων γαλακτοκομικών κατά την εγκυμοσύνη και τη γαλουχία σε σχέση με την εμφάνιση αλλεργίας στην πρωτεΐνη του αγελαδινού γάλακτος στους απογόνους, ανέφεραν ότι οι μητέρες των παιδιών με αλλεργία κατανάλωναν μικρότερες ποσότητες προϊόντων όπως γιαούρτι, τραχανά και κεφίρ σε σύγκριση με τις μητέρες υγιών παιδιών. Επιπλέον, η μεγαλύτερη ποικιλία κατανάλωσης ζυμωμένων γαλακτοκομικών κατά τη διάρκεια του θηλασμού συσχετίστηκε με χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης αλλεργίας στους απογόνους.

Αντίστοιχα, αν και πρόκειται για διαφορετικό πληθυσμό και διαφορετικό ερευνητικό σχεδιασμό, οι Karatas et al. (2022) παρείχαν επιπλέον ενδείξεις βιολογικής αληθοφάνειας για πιθανή σχέση μεταξύ των ζυμωμένων τροφίμων και των αλλεργικών εκδηλώσεων. Συγκεκριμένα, σε μελέτη ασθενών-μαρτύρων διαπιστώθηκε ότι η χαμηλή κατανάλωση σπιτικών ζυμωμένων τροφίμων κατά την εγκυμοσύνη συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης τροφικής πρωτεΐνοεπαγόμενης αλλεργικής πρωκτοκολίτιδας στους απογόνους. Τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με τη σχέση των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων με τις αλλεργικές διαταραχές παραμένουν ετερογενή. Σε πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση, οι Hyseni et al. (2026) κατέληξαν ότι τα υπάρχοντα δεδομένα δεν επιτρέπουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση των ζυμωμένων τροφίμων στις αλλεργικές παθήσεις, καθώς τα ευρήματα των διαθέσιμων μελετών είναι ασυνεπή και χαρακτηρίζονται από σημαντική μεθοδολογική ετερογένεια. Οι συγγραφείς υπογράμμισαν την ανάγκη διεξαγωγής αυστηρά σχεδιασμένων προοπτικών μελετών και κλινικών δοκιμών προκειμένου να αποσαφηνιστεί η πιθανή σχέση μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και αλλεργικών εκδηλώσεων. Το συμπέρασμα αυτό

συνάδει με την ανάγκη προσεκτικής ερμηνείας των ευρημάτων της παρούσας συγχρονικής μελέτης.

Αν και τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δεν επιτρέπουν συμπεράσματα σχετικά με τους υποκείμενους μηχανισμούς, ορισμένα δεδομένα της βιβλιογραφίας παρέχουν βιολογική αληθοφάνεια για πιθανή σχέση μεταξύ των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων και των αλλεργικών εκδηλώσεων. Οι Kaur et al. (2022) αναφέρουν ότι τα γαλακτικά βακτήρια που περιέχονται στα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα ενδέχεται να επηρεάζουν τη σύσταση του εντερικού μικροβιώματος, τη λειτουργία του εντερικού φραγμού και ορισμένες ανοσολογικές αποκρίσεις. Θεωρητικά, οι μηχανισμοί αυτοί θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη διαμόρφωση ανοσολογικής ανοχής έναντι τροφικών αντιγόνων, χωρίς όμως να τεκμηριώνουν αιτιώδη σχέση με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης.

Η πιθανή αυτή βιολογική δράση υποστηρίζεται και από πειραματικά δεδομένα, σύμφωνα με τα οποία ορισμένα γαλακτικά βακτήρια που περιέχονται στα ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα ενδέχεται να τροποποιούν ευνοϊκά τη σύσταση του εντερικού μικροβιώματος και να επηρεάζουν ανοσολογικούς δείκτες που σχετίζονται με τις τροφικές αλλεργικές αντιδράσεις, όπως η παραγωγή ειδικής IgE και η ισορροπία των αποκρίσεων Th1/Th2. Ωστόσο, τα περισσότερα από τα δεδομένα αυτά προέρχονται από πειραματικά μοντέλα ή μελέτες σε ζώα και δεν τεκμηριώνουν αιτιώδη σχέση στον άνθρωπο (El Mecherfi et al., 2020; Guo et al., 2023; Liu et al., 2006).

Παρά τη γενικά θετική εικόνα που προκύπτει από τη διαθέσιμη βιβλιογραφία, ορισμένοι συγγραφείς έχουν επισημάνει ότι τα υπάρχοντα δεδομένα δεν επαρκούν ακόμη για την τεκμηρίωση οριστικής προστατευτικής δράσης των ζυμωμένων τροφίμων έναντι των αλλεργικών νοσημάτων. Οι El Mecherfi et al. (2020) επισημαίνουν ότι η παρατηρούμενη μείωση της ανοσοαντιδραστικότητας ή της ικανότητας σύνδεσης IgE μετά τη ζύμωση δεν συνεπάγεται απαραίτητα κλινικά σημαντική μείωση του αλλεργικού κινδύνου. Επιπλέον, μεγάλο μέρος των διαθέσιμων δεδομένων προέρχεται από *in vitro* πειράματα ή ζωικά μοντέλα, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων στον ανθρώπινο πληθυσμό.

Τα ευρήματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία και με τη μελέτη των Celik et al. (2019), στην οποία η καθημερινή κατανάλωση γιαουρτιού κατά την εγκυμοσύνη συσχετίστηκε με χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης ατοπικής δερματίτιδας στους απογόνους. Επιπλέον, η μεγαλύτερη ποικιλία κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων κατά την εγκυμοσύνη συσχετίστηκε ανεξάρτητα με μειωμένο κίνδυνο ατοπικής δερματίτιδας, υποδηλώνοντας ότι η έκθεση σε διαφορετικά ζυμωμένα τρόφιμα ενδέχεται να συμβάλλει ευνοϊκά στη διαμόρφωση της ανοσολογικής απάντησης.

Απαιτούνται προοπτικές μελέτες με αντικειμενική επιβεβαίωση των τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών και αναλυτική καταγραφή του είδους και της συχνότητας κατανάλωσης των επιμέρους ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων, ώστε να

διερευνηθεί εάν οι παρατηρούμενες συσχετίσεις αντανακλούν πραγματική βιολογική επίδραση ή διαφοροποίηση των διατροφικών επιλογών μετά τη διάγνωση.

3.4.3 Ζυμωμένα δημητριακά

Στην παρούσα μελέτη, η κατανάλωση ζυμωμένων δημητριακών συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών. Επιπλέον, υψηλότερη κατανάλωση ζυμωμένων δημητριακών συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών. Ωστόσο, λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της μελέτης, το εύρημα αυτό δεν μπορεί να ερμηνευθεί ως ένδειξη αιτιώδους ή δοσοεξαρτώμενης σχέσης.

Μία πιθανή ερμηνεία των ευρημάτων είναι το φαινόμενο της αντίστροφης αιτιότητας. Η παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών ενδέχεται να οδηγεί στον περιορισμό της κατανάλωσης προϊόντων δημητριακών, ιδιαίτερα όταν αυτά περιέχουν γλουτένη ή έχουν συσχετιστεί με την εμφάνιση γαστρεντερικών συμπτωμάτων. Επομένως, ο χαμηλότερος επιπολασμός της έκβασης μεταξύ των καταναλωτών ζυμωμένων δημητριακών δεν μπορεί να θεωρηθεί ένδειξη προστατευτικής δράσης των τροφίμων αυτών.

Παράλληλα, ορισμένα δεδομένα της βιβλιογραφίας παρέχουν βιολογική αληθοφάνεια για πιθανή σχέση μεταξύ των ζυμωμένων δημητριακών και αλλεργικών ή δυσανεκτικών εκδηλώσεων. Οι Akamine et al. (2023) ανέφεραν ότι τα προϊόντα προζυμίου περιέχουν μικροοργανισμούς και μεταβολίτες με πιθανές επιδράσεις στη λειτουργία του εντέρου και του ανοσοποιητικού συστήματος. Αντίστοιχα, οι Tsafrakidou et al. (2020) υποστήριξαν ότι τα ζυμωμένα προϊόντα δημητριακών μπορούν να λειτουργήσουν ως φορείς προβιοτικών και πρεβιοτικών συστατικών, ενώ οι Nkhata et al. (2018) επισήμαναν ότι η ζύμωση αυξάνει την πεπτικότητα των φυτικών πρωτεϊνών και μειώνει ορισμένους αντιθρεπτικούς παράγοντες. Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί είναι σε μεγάλο βαθμό αντίστοιχοι με εκείνους που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη ενότητα για τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά και, ως εκ τούτου, δεν αναλύονται περαιτέρω. Οι μηχανισμοί αυτοί παρέχουν κυρίως ενδείξεις βιολογικής αληθοφάνειας και όχι τεκμηρίωση αιτιώδους σχέσης.

Πειραματικές μελέτες έχουν επίσης δείξει ότι η ζύμωση μπορεί να μειώνει την αντιγονικότητα και την αλλεργιογονικότητα πρωτεϊνών των δημητριακών. Οι Rizzello et al. (2006) έδειξαν ότι γαλακτικά βακτήρια προζυμίου μπορούν να υδrolύσουν πρωτεΐνες του σιταριού και της σίκαλης που συνδέονται με IgE, οδηγώντας σε μείωση της αντιγονικότητάς τους. Αντίστοιχα, οι El Mecherfi et al. (2022) ανέφεραν ότι η ζύμωση γλουτένης με το στέλεχος *Lactococcus lactis* LLGKC18 προκάλεσε εκτεταμένη πρωτεόλυση και μείωση γνωστών αλλεργιογόνων επιτόπων. Επιπλέον, προκλινικές

μελέτες έχουν αναδείξει πιθανές ανοσοτροποποιητικές επιδράσεις μικροοργανισμών που σχετίζονται με τα ζυμωμένα δημητριακά. Οι Chen et al. (2024) έδειξαν σε πειραματικό μοντέλο αλλεργίας στη γλουτένη ότι το προβιοτικό στέλεχος *Lactobacillus paracasei* AH2 μείωσε δείκτες αλλεργικής απόκρισης και βελτίωσε τη σύνθεση του εντερικού μικροβιώματος. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί από τους Dhong και Park (2021) και τους Huang et al. (2024) σε κυτταρικά και ζωικά μοντέλα. Ωστόσο, τα ευρήματα αυτά προέρχονται κυρίως από πειραματικά συστήματα και δεν μπορούν να μεταφερθούν άμεσα στον ανθρώπινο πληθυσμό.

Παρά τα παραπάνω, τα διαθέσιμα κλινικά δεδομένα σε ανθρώπους παραμένουν περιορισμένα και όχι πλήρως συνεπή. Σε πρόσφατη τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, διασταυρούμενη πολυκεντρική μελέτη, οι de Graaf et al. (2024) δεν διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές στα γαστρεντερικά συμπτώματα μεταξύ ψωμιού παρασκευασμένου με προζύμι και ψωμιού συμβατικής ζύμωσης σε συμμετέχοντες με διάγνωση μη κοιλιοκακικής ευαισθησίας στο σιτάρι. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι οι μεταβολές που προκαλεί η ζύμωση στη σύσταση των δημητριακών δεν μεταφράζονται πάντοτε σε μετρήσιμα κλινικά οφέλη.

Συνολικά, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν επιτρέπουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τον ρόλο των ζυμωμένων δημητριακών στην πρόληψη ή διαχείριση τροφικών αλλεργιών και δυσανεξιών. Αν και υπάρχουν ενδείξεις βιολογικής αληθοφάνειας και ορισμένα υποστηρικτικά πειραματικά ευρήματα, η άμεση κλινική τεκμηρίωση παραμένει περιορισμένη. Υπό το πρίσμα αυτό, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή, λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας και τους περιορισμούς του συγχρονικού σχεδιασμού.

Απαιτούνται προοπτικές μελέτες που θα διακρίνουν τους διαφορετικούς τύπους ζυμωμένων προϊόντων δημητριακών (π.χ. προϊόντα προζυμιού) και θα καταγράφουν αναλυτικά τη σύσταση και την ποσότητα κατανάλωσής τους, ώστε να αποσαφηνιστεί εάν οι παρατηρούμενες συσχετίσεις διαφέρουν ανάλογα με το είδος του προϊόντος.

3.4.4 Εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based)

Στην παρούσα μελέτη, η κατανάλωση εναλλακτικών φυτικών προϊόντων κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based) συσχετίστηκε με υψηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών, ενώ η συσχέτιση παρέμεινε στατιστικά σημαντική και μετά την προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες.

Η πιθανότερη ερμηνεία του ευρήματος αυτού είναι το φαινόμενο της αντίστροφης αιτιότητας. Τα φυτικά υποκατάστατα γαλακτοκομικών και κρέατος χρησιμοποιούνται συχνά από όσους εμφανίζουν δυσανεξία στη λακτόζη, αλλεργία στο αγελαδινό γάλα ή άλλους διατροφικούς περιορισμούς, με αποτέλεσμα όσοι ήδη εμφανίζουν τροφικές

αλλεργίες ή δυσανεξίες να καταναλώνουν συχνότερα τα συγκεκριμένα προϊόντα ως εναλλακτικές επιλογές. Οι Verduci et al. ανέφεραν ότι τα φυτικά υποκατάστατα αποτελούν συχνή επιλογή ατόμων που αποφεύγουν τα συμβατικά γαλακτοκομικά προϊόντα λόγω αλλεργιών ή δυσανεξιών (Verduci et al., 2019). Επομένως, λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της παρούσας μελέτης, δεν μπορεί να προσδιοριστεί η κατεύθυνση της συσχέτισης ούτε να τεκμηριωθεί αιτιώδης σχέση.

Παράλληλα, ορισμένα δεδομένα της βιβλιογραφίας υποστηρίζουν ότι τα plant-based προϊόντα ενδέχεται να περιέχουν συστατικά με αλλεργιογόνο δυναμικό. Όπως αναφέρουν οι Khaliq et al. (2023) πολλά φυτικά υποκατάστατα βασίζονται σε πρώτες ύλες όπως η σόγια, οι ξηροί καρποί, το σουσάμι και τα ψυχανθή, τα οποία συγκαταλέγονται στα συχνότερα τροφικά αλλεργιογόνα. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Präger et al. (2023) αρκετά από τα προϊόντα αυτά παρασκευάζονται από απομονωμένες ή συμπυκνωμένες φυτικές πρωτεΐνες, όπως πρωτεΐνες σόγιας, μπιζελλίου και λούπινου, γεγονός που μπορεί να αυξάνει την έκθεση σε συγκεκριμένες πρωτεΐνες σε σχέση με τις φυσικές τροφές.

Αρκετές φυτικές πρωτεΐνες παρουσιάζουν επίσης διασταυρούμενη αντιδραστικότητα με άλλα γνωστά αλλεργιογόνα. Οι Korpo et al. (2022) και οι Bogueva και McClements (2023) υπογράμμισαν ότι η συνεχώς αυξανόμενη χρήση νέων φυτικών πρωτεϊνικών πηγών δημιουργεί την ανάγκη συστηματικής αξιολόγησης του αλλεργιογόνου δυναμικού τους. Αντίστοιχα, ο Jarpe (2023) επισήμαναν ότι πρωτεΐνες από λούπινο και άλλα όσπρια μπορούν να εμφανίζουν διασταυρούμενη αντιδραστικότητα με καθιερωμένα τροφικά αλλεργιογόνα.

Σύμφωνα με τους Zhang et al. (2023) η αλλεργιογονικότητα πολλών φυτικών πρωτεϊνών σχετίζεται με χαρακτηριστικά όπως η παρουσία επιτόπων δέσμευσης IgE, η ανθεκτικότητα στη θερμική επεξεργασία και η αντοχή στην πέψη. Παράλληλα, οι Rahim et al. (2023) ανέφεραν ότι οι τεχνολογικές διεργασίες επεξεργασίας, συμπεριλαμβανομένης της ζύμωσης, μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να μειώσουν την ανοσοαντιδραστικότητα συγκεκριμένων φυτικών πρωτεϊνών, αν και τα αποτελέσματα διαφοροποιούνται σημαντικά ανάλογα με το υπόστρωμα και τους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούνται. Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν ότι η πιθανή σχέση μεταξύ plant-based προϊόντων και αλλεργικών εκδηλώσεων είναι πολυπαραγοντική και δεν μπορεί να αποδοθεί αποκλειστικά στη φυτική προέλευση των προϊόντων.

Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι πολλά εναλλακτικά φυτικά προϊόντα κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based) ταξινομούνται ως υπερεπεξεργασμένα τρόφιμα και συχνά περιέχουν μεγαλύτερο αριθμό συστατικών, αλλεργιογόνων και δηλώσεων πιθανής διασταυρούμενης επιμόλυνσης σε σύγκριση με τα συμβατικά τρόφιμα. Οι Katidi et al. (2023) υποστήριξαν ότι η πολυπλοκότητα της σύνθεσης των προϊόντων αυτών μπορεί να αυξάνει τις προκλήσεις που σχετίζονται με την ασφαλή κατανάλωσή τους σε περιπτώσεις τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών.

Παρά τα παραπάνω, η διαθέσιμη βιβλιογραφία παραμένει περιορισμένη και δεν επιτρέπει ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με αιτιώδη σχέση μεταξύ κατανάλωσης plant-based προϊόντων και εμφάνισης τροφικών αλλεργιών ή δυσανεγιών. Οι Anania et al. (2025) επισημαίνουν ότι απαιτούνται περισσότερες προοπτικές και κλινικές μελέτες προκειμένου να αξιολογηθεί ο πραγματικός αντίκτυπος των προϊόντων αυτών στην αλλεργική νοσηρότητα.

Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση plant-based προϊόντων καθιστά το συγκεκριμένο πεδίο ιδιαίτερα σημαντικό για τη δημόσια υγεία. Σύμφωνα με τους Anyiam et al. (2025) η παγκόσμια αγορά φυτικών πρωτεϊνών παρουσιάζει ταχεία ανάπτυξη και αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται σημαντικά τα επόμενα χρόνια. Υπό το πρίσμα αυτό, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης αναδεικνύουν την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης της σχέσης μεταξύ plant-based εναλλακτικών προϊόντων και τροφικών αλλεργιών ή δυσανεγιών, λαμβάνοντας πάντοτε υπόψη την πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας και τους περιορισμούς του συγχρονικού σχεδιασμού.

Απαιτούνται προοπτικές μελέτες που θα διαχωρίζουν τα διαφορετικά είδη plant-based προϊόντων και τις χρησιμοποιούμενες φυτικές πρωτεΐνες, με παράλληλη αντικειμενική επιβεβαίωση των τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών, ώστε να διερευνηθεί ο ρόλος των επιμέρους συστατικών και όχι μόνο της συνολικής κατηγορίας προϊόντων.

3.4.5 Ξίδι

Στην παρούσα μελέτη, η κατανάλωση ξιδιού συσχετίστηκε με υψηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών και η συσχέτιση αυτή παρέμεινε στατιστικά σημαντική μετά την προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες. Επιπλέον, υψηλότερη ημερήσια κατανάλωση ξιδιού συσχετίστηκε με υψηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Ωστόσο, λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της μελέτης, το εύρημα αυτό δεν μπορεί να ερμηνευθεί ως ένδειξη αιτιώδους ή δοσοεξαρτώμενης σχέσης.

Η ερμηνεία της παρατηρούμενης συσχέτισης είναι ιδιαίτερα δύσκολη, καθώς τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης ξιδιού και τροφικών αλλεργιών ή δυσανεγιών είναι περιορισμένα. Επιπλέον, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας ή η επίδραση άλλων διατροφικών και συμπεριφορικών παραγόντων που δεν καταγράφηκαν πλήρως στην παρούσα μελέτη. Επομένως, η κατεύθυνση της παρατηρούμενης συσχέτισης παραμένει ασαφής.

Ένας πιθανός μηχανισμός που έχει προταθεί στη βιβλιογραφία αφορά την παρουσία ισταμίνης και άλλων βιογενών αμινών σε ορισμένα προϊόντα ζύμωσης. Σύμφωνα με τον Jochum, η ισταμίνη αποτελεί βιογενή αμίνη που παράγεται κατά τη

μικροβιακή ζύμωση τροφίμων και έχει συσχετισθεί με την εμφάνιση συμπτωμάτων σε περιπτώσεις δυσανεξίας στην ισταμίνη. Ωστόσο, η πιθανή συμβολή των βιογενών αμινών στην ερμηνεία των ευρημάτων της παρούσας μελέτης παραμένει υποθετική (Jochum, 2024).

Ορισμένες μελέτες έχουν ανιχνεύσει βιογενείς αμίνες σε συγκεκριμένους τύπους ξιδιού. Οι Song et al. (2016) για παράδειγμα, ανέφεραν την παρουσία ισταμίνης κατά την παραγωγή ξιδιού από μαύρο βατόμουρο, υποδεικνύοντας ότι η περιεκτικότητα σε βιογενείς αμίνες μπορεί να επηρεάζεται από το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα και τους μικροοργανισμούς της ζύμωσης.

Παρά ταύτα, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν υποστηρίζουν ομοιόμορφα την υπόθεση ότι οι βιογενείς αμίνες αποτελούν τον κύριο μηχανισμό που συνδέει το ξίδι με την εμφάνιση συμπτωμάτων δυσανεξίας. Οι Ordóñez et al. (2013) διαπίστωσαν ότι οι συγκεντρώσεις βιογενών αμινών σε διαφορετικούς τύπους ξιδιού ήταν γενικά χαμηλότερες από εκείνες που αναφέρονται για άλλες ζυμωμένες τροφές και ποτά, ενώ πρότειναν ότι ορισμένες από αυτές τις ενώσεις ενδέχεται να αποδομούνται κατά την οξική ζύμωση. Παρόμοια, οι Nokhoijav et al. (2023) ανέφεραν χαμηλές συγκεντρώσεις βιογενών αμινών σε wine vinegars και άλλα ζυμωμένα προϊόντα σταφυλιού, ενώ η ισταμίνη δεν ανιχνεύθηκε στα δείγματα ξιδιού που εξετάστηκαν.

Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η περιεκτικότητα του ξιδιού σε βιογενείς αμίνες εξαρτάται σημαντικά από τον τύπο του προϊόντος και τη διαδικασία παραγωγής, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη διατύπωση ενός ενιαίου βιολογικού μηχανισμού που να εξηγεί τη συσχέτιση που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη.

Συνολικά, η διαθέσιμη βιβλιογραφία δεν παρέχει επαρκή στοιχεία για την τεκμηρίωση αιτιώδους σχέσης μεταξύ κατανάλωσης ξιδιού και τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών. Η παρατηρούμενη συσχέτιση ενδέχεται να αντανάκλα συνδυασμό διατροφικών, μικροβιολογικών και συμπεριφορικών παραγόντων, ενώ δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας ή υπολειπόμενης σύγχυσης. Απαιτούνται προοπτικές μελέτες με αντικειμενική επιβεβαίωση της διάγνωσης και αναλυτική καταγραφή του τύπου και της ποσότητας του καταναλισκόμενου ξιδιού, ώστε να αποσαφηνιστεί η κατεύθυνση της παρατηρούμενης συσχέτισης.

3.4.6 Ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά

Στην παρούσα μελέτη, η κατανάλωση ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών συσχετίστηκε με υψηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών και η συσχέτιση αυτή παρέμεινε στατιστικά σημαντική μετά την προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες. Ωστόσο, η ποσότητα κατανάλωσης των προϊόντων αυτών δεν συσχετίστηκε σημαντικά με τον επιπολασμό της έκβασης, γεγονός που δεν υποστηρίζει

την ύπαρξη σαφούς δοσοεξαρτώμενης σχέσης. Επιπλέον, οι αναλύσεις υποομάδων έδειξαν ότι η παρατηρούμενη συσχέτιση διαφοροποιούνταν ανάλογα με το φύλο, καθώς ήταν εντονότερη στις γυναίκες σε σύγκριση με τους άνδρες.

Η ερμηνεία της παρατηρούμενης συσχέτισης απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της μελέτης, δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί η χρονική ακολουθία μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών και παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών. Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας ή η επίδραση άλλων διατροφικών και συμπεριφορικών παραγόντων που δεν καταγράφηκαν πλήρως στην παρούσα ανάλυση. Επομένως, η κατεύθυνση της παρατηρούμενης συσχέτισης παραμένει ασαφής.

Ορισμένα δεδομένα της βιβλιογραφίας παρέχουν βιολογική αληθοφάνεια για πιθανή σχέση μεταξύ των ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών και συμπτωμάτων δυσανεξίας. Τα ροφήματα αυτά, όπως η kombucha, το water kefir και άλλα παραδοσιακά ζυμωμένα ροφήματα, αποτελούν προϊόντα μικροβιακής ζύμωσης στα οποία συμμετέχουν οξικά βακτήρια, βακτήρια γαλακτικού οξέος και ζύμες. Κατά τη διαδικασία αυτή παράγονται ποικίλες βιοδραστικές ενώσεις και, σε ορισμένες περιπτώσεις, βιογενείς αμίνες, συμπεριλαμβανομένης της ισταμίνης (Cavichia & Almeida, 2024).

Οι Visciano και Schirone (2022) ανέφεραν ότι οι βιογενείς αμίνες μπορούν να σχηματίζονται κατά τη ζύμωση και έχουν συσχετισθεί με την εμφάνιση ανεπιθύμητων αντιδράσεων σε ευαίσθητους πληθυσμούς. Ωστόσο, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν τεκμηριώνουν άμεση σχέση μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών και εμφάνισης τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών. Παράλληλα, οι Gulitz et al. (2011) έδειξαν ότι η μικροβιακή σύσταση των προϊόντων αυτών μπορεί να παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα μεταξύ διαφορετικών προϊόντων και μεθόδων παραγωγής, γεγονός που ενδέχεται να επηρεάζει το μεταβολικό τους προφίλ και τις πιθανές επιδράσεις τους στην υγεία.

Η ισχυρότερη συσχέτιση που παρατηρήθηκε στις γυναίκες είναι συμβατή με προηγούμενα δεδομένα που δείχνουν ότι οι αλλεργικές εκδηλώσεις εμφανίζονται συχνότερα στις γυναίκες κατά την ενήλικη ζωή. Οι Vininski et al. (2022) και οι Gutiérrez-Brito et al. (2024) έχουν περιγράψει πιθανές ορμονικές και ανοσολογικές διαφορές μεταξύ των φύλων που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στις διαφοροποιήσεις αυτές. Ωστόσο, οι αναλύσεις υποομάδων της παρούσας μελέτης είχαν διερευνητικό χαρακτήρα και τα ευρήματα απαιτούν επιβεβαίωση σε μελλοντικές μελέτες.

Παράλληλα, η διαθέσιμη βιβλιογραφία δεν υποστηρίζει αποκλειστικά την ύπαρξη δυσμενών επιδράσεων των ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών. Αντίθετα, η kombucha και το kefir έχουν περιγραφεί ως λειτουργικά τρόφιμα με πιθανές ανοσορρυθμιστικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, οι οποίες αποδίδονται στους μικροοργανισμούς και στους μεταβολίτες που παράγονται κατά τη διαδικασία της ζύμωσης (Chong et al., 2023). Τα δεδομένα αυτά δεν συνάδουν πλήρως με τη θετική συσχέτιση που παρατηρήθηκε στην

παρούσα μελέτη και υποδηλώνουν ότι η σχέση μεταξύ των ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών και των τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών είναι πιθανό να είναι πιο σύνθετη από ό,τι υποδηλώνει ένας απλός βιολογικός μηχανισμός.

Συνολικά, τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα δεν επαρκούν για την τεκμηρίωση συγκεκριμένου αιτιολογικού μηχανισμού που να εξηγεί τη θετική συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών και τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών. Αν και η παρουσία βιογενών αμινών αποτελεί μία πιθανή ερμηνεία, τα διαθέσιμα στοιχεία παραμένουν περιορισμένα και συχνά αντιφατικά. Απαιτούνται προοπτικές μελέτες που θα διακρίνουν τα επιμέρους ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά (π.χ. kombucha, water kefir) και θα καταγράφουν τη μικροβιακή τους σύσταση και την περιεκτικότητα σε βιογενείς αμίνες, ώστε να διερευνηθεί η πιθανή συμβολή των χαρακτηριστικών αυτών στην παρατηρούμενη συσχέτιση.

3.4.7 Καφές

Στην παρούσα μελέτη, η κατανάλωση καφέ συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών. Η συσχέτιση αυτή παρέμεινε στατιστικά σημαντική μετά την προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες. Ωστόσο, η ποσότητα κατανάλωσης καφέ δεν συσχετίστηκε σημαντικά με τον επιπολασμό της έκβασης, γεγονός που δεν υποστηρίζει την ύπαρξη σαφούς δόσοεξαρτώμενης σχέσης.

Η ερμηνεία της παρατηρούμενης συσχέτισης απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της μελέτης, δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί η χρονική ακολουθία μεταξύ κατανάλωσης καφέ και παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών. Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας ή η επίδραση άλλων διατροφικών και συμπεριφορικών παραγόντων που δεν καταγράφηκαν πλήρως στην παρούσα ανάλυση. Επομένως, ο χαμηλότερος επιπολασμός της έκβασης μεταξύ των καταναλωτών καφέ δεν μπορεί να ερμηνευθεί ως ένδειξη προστατευτικής δράσης του ροφήματος.

Ορισμένα δεδομένα της βιβλιογραφίας παρέχουν βιολογική αληθοφάνεια για πιθανή σχέση μεταξύ κατανάλωσης καφέ και αλλεργικών εκδηλώσεων. Ο καφές περιέχει πληθώρα βιοδραστικών συστατικών, όπως πολυφαινόλες, χλωρογενικά οξέα, καφεΐνη και άλλα αντιοξειδωτικά μόρια, τα οποία έχουν συσχετισθεί με αντιοξειδωτικές και ανοσοτροποποιητικές ιδιότητες (Moura et al., 2026). Επιπλέον, οι Dlodla et al. (2023) και Bleffgen et al. (2026) ανέφεραν ότι συστατικά του καφέ ενδέχεται να επηρεάζουν φλεγμονώδεις και ανοσολογικές οδούς μέσω τροποποίησης της παραγωγής κυτοκινών και δεικτών οξειδωτικού στρες. Ωστόσο, οι μηχανισμοί αυτοί παρέχουν κυρίως βιολογική αληθοφάνεια και δεν τεκμηριώνουν αιτιώδη σχέση με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης.

Τα διαθέσιμα επιδημιολογικά δεδομένα παραμένουν περιορισμένα και όχι πλήρως συνεπή. Οι Afroz et al. (2026) σε προοπτική κοορτή γέννησης από την Κορέα, ανέφεραν ότι η κατανάλωση καφέ από τη μητέρα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης συσχετίστηκε με χαμηλότερο κίνδυνο τροφικής αλλεργίας στους απογόνους. Ωστόσο, η συγκεκριμένη μελέτη αφορούσε προγεννητική έκθεση και όχι άμεση κατανάλωση καφέ από ενήλικες, γεγονός που περιορίζει τη συγκρισιμότητά της με την παρούσα μελέτη.

Αντίθετα, οι Tanaka et al. (2021) σε προοπτική μελέτη κοόρτης στην Ιαπωνία, ανέφεραν ότι υψηλότερη μητρική πρόσληψη καφεΐνης κατά την εγκυμοσύνη συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο τροφικής αλλεργίας στα παιδιά. Τα αντικρουόμενα αυτά ευρήματα υποδηλώνουν ότι η σχέση μεταξύ καφέ, καφεΐνης και αλλεργικών εκδηλώσεων είναι πιθανό να επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως το στάδιο έκθεσης, η ποσότητα κατανάλωσης και τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού.

Συνολικά, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν επιτρέπουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τον ρόλο του καφέ στην πρόληψη ή την εμφάνιση τροφικών αλλεργιών και δυσανεγιών. Παρότι υπάρχουν ορισμένες ενδείξεις βιολογικής αληθοφάνειας και περιορισμένα επιδημιολογικά δεδομένα, η κατεύθυνση και η φύση της σχέσης παραμένουν ασαφείς. Απαιτούνται προοπτικές μελέτες με αναλυτική καταγραφή του τύπου του καφέ, της περιεκτικότητας σε καφεΐνη και των προτύπων κατανάλωσης, ώστε να διερευνηθεί εάν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της κατανάλωσης σχετίζονται με τον επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών.

3.4.8 Σοκολάτα

Στην παρούσα μελέτη, η κατανάλωση σοκολάτας συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Η συσχέτιση αυτή παρέμεινε στατιστικά σημαντική μετά την προσαρμογή για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες. Αντίθετα, η ποσότητα κατανάλωσης σοκολάτας δεν συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με τον επιπολασμό της έκβασης, γεγονός που δεν υποστηρίζει την ύπαρξη σαφούς δοσοεξαρτώμενης σχέσης.

Η ερμηνεία της παρατηρούμενης συσχέτισης απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της μελέτης, δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί η χρονική ακολουθία μεταξύ κατανάλωσης σοκολάτας και παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή δυσανεγιών. Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας ή η επίδραση άλλων διατροφικών και συμπεριφορικών παραγόντων που δεν καταγράφηκαν πλήρως στην παρούσα ανάλυση. Επομένως, η παρατηρούμενη αντίστροφη συσχέτιση δεν μπορεί να ερμηνευθεί ως ένδειξη προστατευτικής δράσης της σοκολάτας.

Ορισμένα δεδομένα της βιβλιογραφίας παρέχουν βιολογική αληθοφάνεια για πιθανή σχέση μεταξύ της σοκολάτας και αλλεργικών εκδηλώσεων. Η σοκολάτα, και

ιδιαίτερα τα προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε κακάο, αποτελεί πηγή πολυφαινόλων και φλαβονοειδών, ενώσεων που έχουν συσχετισθεί με αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Jaćimović et al., 2022). Ωστόσο, οι προτεινόμενοι αυτοί μηχανισμοί παρέχουν κυρίως θεωρητική βιολογική αληθοφάνεια και δεν τεκμηριώνουν αιτιώδη σχέση με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης.

Η διαθέσιμη βιβλιογραφία σχετικά με τη σχέση της σοκολάτας με αλλεργικές παθήσεις παραμένει περιορισμένη και συχνά αντικρουόμενη. Οι Sadhasivamoohan και Karthikeyan (2022) αναφέρουν ότι, παρότι το κακάο περιέχει βιοδραστικές ενώσεις με δυνητικά ευεργετικές ιδιότητες, έχουν περιγραφεί περιπτώσεις ατοπικής δερματίτιδας, κνίδωσης και άλλων αλλεργικών αντιδράσεων μετά από κατανάλωση σοκολάτας, κυρίως σε ευαίσθητοποιημένα άτομα. Οι συγγραφείς επισημαίνουν επίσης ότι ορισμένες αντιδράσεις που αποδίδονται στη σοκολάτα ενδέχεται να σχετίζονται με άλλα συστατικά του προϊόντος, όπως το γάλα, οι ξηροί καρποί ή άλλες προσμίξεις, και όχι αποκλειστικά με το κακάο.

Η ερμηνεία των διαθέσιμων δεδομένων περιπλέκεται περαιτέρω από το γεγονός ότι η σοκολάτα αποτελεί σύνθετο τρόφιμο με σημαντική ετερογένεια ως προς τη σύσταση και τη διαδικασία παραγωγής. Οι Bedford et al. (2017) ανέφεραν ότι σημαντικό ποσοστό προϊόντων σοκολάτας μπορεί να περιέχει μη δηλωμένα αλλεργιογόνα, κυρίως γάλα και φιστίκια, λόγω διασταυρούμενης επιμόλυνσης κατά την παραγωγική διαδικασία. Ως εκ τούτου, ορισμένες ανεπιθύμητες αντιδράσεις που αποδίδονται στη σοκολάτα ενδέχεται στην πραγματικότητα να σχετίζονται με άλλα αλλεργιογόνα συστατικά.

Συνολικά, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν επιτρέπουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τον ρόλο της σοκολάτας στην εμφάνιση ή πρόληψη τροφικών αλλεργιών και δυσανεγιών. Η απουσία δοσοεξαρτώμενης συσχέτισης, η ετερογένεια των προϊόντων σοκολάτας και τα αντικρουόμενα ευρήματα της διαθέσιμης βιβλιογραφίας δεν επιτρέπουν την εξαγωγή αιτιολογικών συμπερασμάτων. Απαιτούνται προοπτικές μελέτες που θα λαμβάνουν υπόψη τον τύπο της σοκολάτας, την περιεκτικότητα σε κακάο και την παρουσία άλλων αλλεργιογόνων συστατικών, ώστε να αποσαφηνιστεί εάν οι παρατηρούμενες συσχετίσεις σχετίζονται με το κακάο ή με άλλα συστατικά των προϊόντων σοκολάτας.

3.4.9 Ζυμωμένα όσπρια και προϊόντα φυτικής προέλευσης

Στην παρούσα μελέτη, η κατανάλωση ζυμωμένων οσπρίων και προϊόντων φυτικής προέλευσης δεν συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με τον επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Ωστόσο, η ποσότητα κατανάλωσης παρουσίασε θετική συσχέτιση με την έκβαση, καθώς η υψηλότερη ημερήσια πρόσληψη συσχετίστηκε με υψηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Λόγω του συγχρονικού

σχεδιασμού της μελέτης, το εύρημα αυτό δεν μπορεί να ερμηνευθεί ως ένδειξη αιτιώδους ή δοσοεξαρτώμενης σχέσης και απαιτεί προσεκτική ερμηνεία.

Η διαθέσιμη βιβλιογραφία υποδεικνύει ότι η διαδικασία της ζύμωσης μπορεί να μεταβάλλει τα διατροφικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των φυτικών τροφίμων, επηρεάζοντας, μεταξύ άλλων, την πεπτικότητα των πρωτεϊνών, την αλλεργιογονικότητα και τη βιοδιαθεσιμότητα ορισμένων συστατικών (Knez et al., 2023). Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί είναι σε μεγάλο βαθμό αντίστοιχοι με εκείνους που αναπτύχθηκαν στην ενότητα των ζυμωμένων γαλακτοκομικών και, ως εκ τούτου, δεν αναλύονται περαιτέρω. Επιπλέον, σύμφωνα με τη συστηματική ανασκόπηση των Hyseni et al. (2026) τα διαθέσιμα δεδομένα σε ανθρώπους παραμένουν περιορισμένα και δεν επιτρέπουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση των ζυμωμένων τροφίμων στις αλλεργικές παθήσεις, ενώ έχουν αναφερθεί και αντικρουόμενα ευρήματα ανάλογα με το είδος του τροφίμου και τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού.

Ειδικότερα, οι Ananta et al. (2023) ανέφεραν ότι η κατανάλωση temphe συσχετίστηκε με αύξηση της εκκριτικής ανοσοσφαιρίνης A (sIgA), ενώ οι Shimada et al. (2024) έδειξαν ότι η ζύμωση της σόγιας για την παραγωγή natto συνοδεύτηκε από μείωση της IgE αντιδραστικότητας ορισμένων πρωτεϊνών. Ωστόσο, τα ευρήματα αυτά προέρχονται από ειδικά προϊόντα και πειραματικά πρωτόκολλα και δεν μπορούν να γενικευθούν στο σύνολο των ζυμωμένων οσπρίων και προϊόντων φυτικής προέλευσης.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν υποστηρίζουν την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής συσχέτισης μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων οσπρίων και προϊόντων φυτικής προέλευσης και επιπολασμού τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών. Η θετική συσχέτιση που παρατηρήθηκε μόνο για την ποσότητα κατανάλωσης θα πρέπει να ερμηνευθεί με προσοχή, καθώς δεν μπορεί να αποκλειστεί η επίδραση υπολειπόμενης σύγχυσης, η ετερογένεια των προϊόντων που περιλαμβάνονται στην κατηγορία ή η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας. Απαιτούνται προοπτικές μελέτες που θα εξετάζουν ξεχωριστά τα διαφορετικά ζυμωμένα προϊόντα φυτικής προέλευσης και θα αξιολογούν αντικειμενικά τις τροφικές αλλεργίες ή/και δυσανεξίες, ώστε να διερευνηθεί εάν οι παρατηρούμενες συσχετίσεις διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος του προϊόντος και τη διαδικασία ζύμωσης.

3.4.10 Ισχυρά αλκοολούχα ποτά

Η παρούσα μελέτη δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης ισχυρών αλκοολούχων ποτών και της παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών όταν η κατανάλωση εξετάστηκε ως δυαδική μεταβλητή (καταναλωτές έναντι μη καταναλωτών). Ωστόσο, η ανάλυση της ποσότητας κατανάλωσης έδειξε ότι η υψηλότερη πρόσληψη ισχυρών αλκοολούχων ποτών συσχετίστηκε με υψηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών. Λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού

της μελέτης, το εύρημα αυτό δεν μπορεί να ερμηνευθεί ως ένδειξη αιτιώδους ή δοσοεξαρτώμενης σχέσης και απαιτεί προσεκτική ερμηνεία.

Η ερμηνεία της παρατηρούμενης συσχέτισης είναι ιδιαίτερα σύνθετη. Δεν μπορεί να αποκλειστεί η επίδραση διατροφικών, συμπεριφορικών ή άλλων παραγόντων τρόπου ζωής που συνδέονται με την κατανάλωση αλκοόλ και ενδέχεται να επηρεάζουν ταυτόχρονα τον επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών. Επιπλέον, ο συγχρονικός σχεδιασμός της μελέτης δεν επιτρέπει την τεκμηρίωση της χρονικής ακολουθίας μεταξύ έκθεσης και έκβασης.

Ορισμένα δεδομένα της βιβλιογραφίας παρέχουν βιολογική αληθοφάνεια για πιθανή σχέση μεταξύ υψηλής κατανάλωσης αλκοόλ και αλλεργικών εκδηλώσεων. Οι Di Vincenzo et al. (2023) ανέφεραν ότι η έκθεση στο αλκοόλ μπορεί να επηρεάζει την εντερική διαπερατότητα, τη σύνθεση του εντερικού μικροβιώματος και φλεγμονώδεις οδούς που σχετίζονται με την ανοσολογική λειτουργία. Παράλληλα, σύμφωνα με τον Jochum (2024) το αλκοόλ μπορεί να επηρεάζει τον μεταβολισμό της ισταμίνης μέσω μείωσης της δραστηριότητας της διαμινοξειδάσης (DAO), ενώ έχει επίσης συσχετισθεί με αυξημένη απελευθέρωση ενδογενούς ισταμίνης. Ωστόσο, οι μηχανισμοί αυτοί παρέχουν κυρίως θεωρητική βιολογική αληθοφάνεια και δεν τεκμηριώνουν άμεση αιτιώδη σχέση με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης.

Επιπλέον, οι Bartra et al. (2023) περιέγραψαν το αλκοόλ ως πιθανό συμπαράγοντα στην τροφική αναφυλαξία, καθώς ενδέχεται να μειώνει το κατώφλι εμφάνισης αλλεργικών αντιδράσεων σε περιπτώσεις αλλεργικής ευαισθητοποίησης. Αντίστοιχα, ο Ordoñez (2025) ανέφερε ότι ανεπιθύμητες αντιδράσεις που σχετίζονται με αλκοολούχα ποτά συχνά αποδίδονται όχι στην ίδια την αιθανόλη αλλά σε άλλες ουσίες, όπως η ακεταλδεϋδη ή συστατικά που μπορούν να επηρεάσουν μηχανισμούς σχετιζόμενους με την ισταμίνη.

Παρά τα παραπάνω, τα επιδημιολογικά δεδομένα παραμένουν αντικρουόμενα. Προηγούμενες μελέτες έχουν αναφέρει θετική συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης αλκοόλ και αλλεργικής ευαισθητοποίησης ή αυξημένων επιπέδων ολικής IgE. Ωστόσο, οι Skaaby et al. (2018) σε μεγάλη πολυκεντρική ανάλυση Μεντελιανής τυχαιοποίησης, δεν τεκμηρίωσαν αιτιώδη συσχέτιση μεταξύ γενετικά προβλεπόμενης υψηλότερης κατανάλωσης αλκοόλ και αλλεργικής ευαισθητοποίησης ή επιπέδων ολικής IgE. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι οι παρατηρούμενες συσχετίσεις ενδέχεται να επηρεάζονται από συγχυτικούς παράγοντες ή χαρακτηριστικά του τρόπου ζωής.

Οι αναλύσεις υποομάδων της παρούσας μελέτης έδειξαν διαφοροποιήσεις μεταξύ ευρωπαϊκών περιφερειών. Οι Porona et al. (2007) έχουν δείξει ότι τα πρότυπα κατανάλωσης αλκοόλ διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών, ενώ οι Spolidoro et al. (2023) ανέφεραν γεωγραφικές διακυμάνσεις στην επικράτηση των τροφικών αλλεργιών στην Ευρώπη. Ωστόσο, οι αναλύσεις αυτές είχαν διερευνητικό χαρακτήρα και τα ευρήματα απαιτούν επιβεβαίωση σε μελλοντικές μελέτες.

Συνολικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν υποστηρίζουν στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της απλής κατανάλωσης ισχυρών αλκοολούχων ποτών και του επιπολασμού τροφικών αλλεργιών ή δυσανεγιών. Η θετική συσχέτιση που παρατηρήθηκε μόνο για την ποσότητα κατανάλωσης θα πρέπει να ερμηνευθεί με προσοχή, καθώς δεν μπορεί να αποκλειστεί η επίδραση συγχυτικών παραγόντων ή η αδυναμία τεκμηρίωσης της χρονικής ακολουθίας μεταξύ έκθεσης και έκβασης. Απαιτούνται προοπτικές μελέτες με λεπτομερή καταγραφή του είδους και της ποσότητας κατανάλωσης αλκοόλ, καθώς και της ταυτόχρονης έκθεσης σε πιθανούς συμπαράγοντες, ώστε να αποσαφηνιστεί εάν η παρατηρούμενη συσχέτιση αντανακλά επίδραση της κατανάλωσης αλκοόλ ή άλλων χαρακτηριστικών του τρόπου ζωής.

3.4.11 Σύνθετοι δείκτες κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων

Η ανάλυση των σύνθετων δεικτών κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων έδειξε ότι η υψηλότερη κατανάλωση βασικών ζυμωμένων τροφίμων συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών. Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες που ανήκαν στο δεύτερο και τρίτο τριτημόριο κατανάλωσης εμφάνισαν χαμηλότερο επιπολασμό της έκβασης σε σύγκριση με το πρώτο τριτημόριο, ενώ παρατηρήθηκε και στατιστικά σημαντική γραμμική τάση. Αντίθετα, για τον δείκτη συνολικής κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων δεν παρατηρήθηκε αντίστοιχα σταθερό πρότυπο συσχέτισης.

Η ερμηνεία των ευρημάτων αυτών απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Λόγω του συγχρονικού σχεδιασμού της μελέτης, δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί η χρονική ακολουθία μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή δυσανεγιών. Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας, σύμφωνα με την οποία η παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών οδηγεί στην αποφυγή ορισμένων κατηγοριών τροφίμων που περιλαμβάνονται στον δείκτη βασικών ζυμωμένων τροφίμων, με αποτέλεσμα χαμηλότερη συνολική κατανάλωσή τους.

Ορισμένα δεδομένα της βιβλιογραφίας παρέχουν ενδείξεις βιολογικής αληθοφάνειας για πιθανή σχέση μεταξύ συνολικών προτύπων κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και αλλεργικών εκδηλώσεων. Οι Şengün και Güney (2021), καθώς και οι Vlieg-Boerstra et al. (2023), υποστηρίζουν ότι τα ζυμωμένα τρόφιμα περιέχουν μικροοργανισμούς και μεταβολίτες με πιθανές επιδράσεις στη λειτουργία του εντέρου και του ανοσοποιητικού συστήματος. Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί είναι αντίστοιχοι με εκείνους που αναπτύχθηκαν στην ενότητα των ζυμωμένων γαλακτοκομικών και, ως εκ τούτου, δεν αναλύονται περαιτέρω. Ωστόσο, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν τεκμηριώνουν αιτιώδη σχέση και δεν επιτρέπουν την άμεση ερμηνεία των ευρημάτων της παρούσας μελέτης.

Η απουσία αντίστοιχης συσχέτισης για τον δείκτη συνολικής κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων υποδηλώνει ότι οι διαφορετικές κατηγορίες προϊόντων ζύμωσης πιθανόν δεν σχετίζονται με τον ίδιο τρόπο με την έκβαση. Η ετερογένεια ως προς τη θρεπτική σύσταση, τα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά και τα πρότυπα κατανάλωσης ενδέχεται να επηρεάζει την ικανότητα ενός συνολικού δείκτη να αποτυπώσει συγκεκριμένες συσχετίσεις.

Συνολικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδηλώνουν ότι η υψηλότερη κατανάλωση βασικών ζυμωμένων τροφίμων συσχετίστηκε με χαμηλότερο επιπολασμό τροφικών αλλεργιών ή δυσανεξιών. Ωστόσο, η παρατηρούμενη συσχέτιση θα πρέπει να ερμηνευθεί με προσοχή, καθώς δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας, υπολειπόμενης σύγχυσης ή άλλων παραγόντων που δεν καταγράφηκαν στην παρούσα ανάλυση. Απαιτούνται προοπτικές μελέτες που θα αξιολογούν επαναλαμβανόμενα τα πρότυπα κατανάλωσης επιμέρους ζυμωμένων τροφίμων και θα χρησιμοποιούν αντικειμενική επιβεβαίωση των τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών, ώστε να διευκρινιστεί ποιοι επιμέρους τύποι τροφίμων συμβάλλουν στις παρατηρούμενες συσχετίσεις.

3.4.12 Αναλύσεις υποομάδων κατά φύλο και ευρωπαϊκή περιφέρεια

Φύλο

Οι αναλύσεις υποομάδων έδειξαν ότι ορισμένες συσχετίσεις διαφοροποιούνταν μεταξύ ανδρών και γυναικών. Ειδικότερα, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις για τα ζυμωμένα λαχανικά και τα ζυμωμένα μη αλκοολούχα ποτά. Στην περίπτωση των ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών, η συσχέτιση με τις τροφικές αλλεργίες ή/και δυσανεξίες ήταν εντονότερη στις γυναίκες σε σύγκριση με τους άνδρες.

Τα ευρήματα αυτά ενδέχεται να αντανakλούν διαφορές μεταξύ των φύλων ως προς βιολογικούς, διατροφικούς ή περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ωστόσο, δεδομένου ότι οι αναλύσεις υποομάδων είχαν διερευνητικό χαρακτήρα και οι συγκεκριμένες συσχετίσεις δεν παρατηρήθηκαν πάντοτε στο συνολικό δείγμα, απαιτείται ιδιαίτερα προσεκτική ερμηνεία. Συνεπώς, τα ευρήματα αυτά θα πρέπει να θεωρηθούν ως ενδείξεις πιθανής ετερογένειας και να επιβεβαιωθούν σε μελλοντικές μελέτες.

Ευρωπαϊκή περιφέρεια

Οι σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ευρωπαϊκής περιφέρειας και ορισμένων κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων και ποτών υποδηλώνουν ότι οι παρατηρούμενες συσχετίσεις ενδέχεται να διαφοροποιούνται ανάλογα με το γεωγραφικό και πολιτισμικό

πλαίσιο. Ειδικότερα, διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν για τα ζυμωμένα προϊόντα κρέατος και ψαριού, το κρασί, τα ισχυρά αλκοολούχα ποτά και τον σύνθετο δείκτη βασικών ζυμωμένων τροφίμων.

Οι διαφορές αυτές ενδέχεται να σχετίζονται με μεταβολές στα πρότυπα κατανάλωσης τροφίμων και ποτών, στις διατροφικές συνήθειες, στον τρόπο ζωής ή σε άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες που διαφέρουν μεταξύ των ευρωπαϊκών περιφερειών. Επιπλέον, προηγούμενες μελέτες έχουν αναδείξει γεωγραφικές διαφοροποιήσεις τόσο στην κατανάλωση ζυμωμένων τροφίμων όσο και στην επιδημιολογία των αλλεργικών νοσημάτων στην Ευρώπη, γεγονός που παρέχει ένα πιθανό πλαίσιο ερμηνείας των παρατηρούμενων διαφορών.

Ωστόσο, οι αναλύσεις αυτές είχαν διερευνητικό χαρακτήρα και δεν επιτρέπουν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σχετικά με τους παράγοντες που ευθύνονται για τις παρατηρούμενες διαφοροποιήσεις. Απαιτούνται προοπτικές πολυκεντρικές μελέτες με εναρμονισμένη καταγραφή της διατροφικής πρόσληψης και των πολιτισμικών χαρακτηριστικών μεταξύ των ευρωπαϊκών περιφερειών, ώστε να διερευνηθεί εάν οι γεωγραφικές διαφοροποιήσεις αντανακλούν πραγματικές διαφορές στην έκθεση ή άλλους πληθυσμιακούς παράγοντες.

3.4.13 Ερμηνεία των αλληλεπιδράσεων

Συνολικά, οι αναλύσεις υποομάδων υποδηλώνουν ότι ορισμένες από τις παρατηρούμενες συσχετίσεις ενδέχεται να διαφοροποιούνται ανάλογα με χαρακτηριστικά του πληθυσμού, όπως το φύλο και η γεωγραφική περιοχή κατοικίας. Παρότι τα περισσότερα ευρήματα ήταν γενικά συνεπή μεταξύ των υποομάδων, οι σημαντικές αλληλεπιδράσεις που παρατηρήθηκαν υποδεικνύουν πιθανή ετερογένεια στις σχέσεις μεταξύ κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεγιών.

Ωστόσο, οι αναλύσεις αυτές είχαν διερευνητικό χαρακτήρα και τα ευρήματά τους θα πρέπει να ερμηνευθούν με προσοχή, ιδιαίτερα δεδομένου του μεγάλου αριθμού αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν. Δεν εφαρμόστηκε διόρθωση για πολλαπλές συγκρίσεις, επομένως δεν μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο ορισμένες από τις στατιστικά σημαντικές ή οριακές συσχετίσεις, ιδίως στις αναλύσεις υποομάδων, να αντανακλούν τυχαία διακύμανση. Επομένως, οι παρατηρούμενες αλληλεπιδράσεις θα πρέπει να θεωρηθούν κυρίως ως υποθέσεις προς περαιτέρω διερεύνηση και να επιβεβαιωθούν σε ανεξάρτητους πληθυσμούς και προοπτικές μελέτες πριν εξαχθούν οριστικά συμπεράσματα.

3.4.14 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί της μελέτης

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα. Αρχικά, βασίστηκε σε μεγάλο πολυεθνικό δείγμα ενηλίκων από διαφορετικές ευρωπαϊκές περιφέρειες, γεγονός που επέτρεψε τη διερεύνηση πιθανών γεωγραφικών διαφοροποιήσεων στις υπό μελέτη συσχετίσεις. Παράλληλα, η συμμετοχή ατόμων από διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες διευρύνει το πεδίο εφαρμογής των ευρημάτων σε σχέση με μελέτες που βασίζονται σε έναν μόνο πληθυσμό. Ωστόσο, το δείγμα προέκυψε από μη τυχαία, εθελοντική συμμετοχή και ενδέχεται να υπερεκπροσωπεί συμμετέχοντες με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη διατροφή ή τα ζυμωμένα τρόφιμα. Κατά συνέπεια, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης θα πρέπει να γενικεύονται με προσοχή, καθώς το δείγμα δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρως αντιπροσωπευτικό του γενικού ενήλικου πληθυσμού· μπορούν όμως να γενικευθούν με μεγαλύτερη ασφάλεια σε παρόμοιους ευρωπαϊκούς ενήλικους πληθυσμούς που συμμετέχουν εθελοντικά σε διαδικτυακές επιδημιολογικές μελέτες.

Η αξιολόγηση της πρόσληψης ζυμωμένων τροφίμων πραγματοποιήθηκε με το επικυρωμένο Fermented Food Frequency Questionnaire (3FQ), ένα εξειδικευμένο ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε ειδικά για την εκτίμηση της συνήθους κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων σε ευρωπαϊκούς πληθυσμούς. Το 3FQ έχει παρουσιάσει υψηλή επαναληψιμότητα και καλή σχετική εγκυρότητα έναντι πολλαπλών 24ωρων ανακλήσεων, γεγονός που ενισχύει την αξιοπιστία της εκτίμησης της διαιτητικής πρόσληψης.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα αποτελεί η χρήση προσαρμοσμένων στατιστικών μοντέλων που έλαβαν υπόψη σημαντικούς πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες, όπως η ηλικία, το φύλο, ο δείκτης μάζας σώματος, το κάπνισμα, το μορφωτικό επίπεδο, η ευρωπαϊκή περιφέρεια, η παρουσία χρόνιου νοσήματος και το επιστημονικό υπόβαθρο. Παράλληλα, η αξιολόγηση της κατανάλωσης πραγματοποιήθηκε με πολλαπλές προσεγγίσεις, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης έναντι μη κατανάλωσης, της ποσότητας κατανάλωσης, των τριτημορίων κατανάλωσης και των αναλύσεων υποομάδων, επιτρέποντας πληρέστερη διερεύνηση των παρατηρούμενων συσχετίσεων.

Περιορισμοί της μελέτης

Η παρούσα μελέτη έχει επίσης ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ερμηνεία των ευρημάτων. Πρώτον, ο συγχρονικός (cross-sectional) σχεδιασμός της δεν επιτρέπει την εξαγωγή αιτιολογικών συμπερασμάτων ούτε τη διαπίστωση της χρονικής ακολουθίας μεταξύ έκθεσης και έκβασης. Επομένως, δεν μπορεί

να αποκλειστεί η πιθανότητα αντίστροφης αιτιότητας, σύμφωνα με την οποία η παρουσία ήδη διαγνωσμένων τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών οδηγεί σε τροποποίηση των διατροφικών συνηθειών, με αποφυγή ορισμένων τροφίμων και επιλογή εναλλακτικών προϊόντων. Ένα τέτοιο φαινόμενο θα μπορούσε να οδηγήσει σε φαινομενικά χαμηλότερο επιπολασμό για τρόφιμα που συνήθως αποφεύγονται και σε φαινομενικά υψηλότερο επιπολασμό για τα αντίστοιχα υποκατάστατα, πρότυπο που είναι συμβατό με ορισμένα από τα ευρήματα της παρούσας μελέτης.

Παρότι το Fermented Food Frequency Questionnaire (3FQ) αποτελεί επικυρωμένο εργαλείο για την εκτίμηση της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων, η σχετική εγκυρότητα του δεν ήταν ίδια για όλες τις κατηγορίες τροφίμων. Η ακρίβεια της εκτίμησης ήταν μικρότερη για τρόφιμα που καταναλώνονται σπάνια (π.χ. ζυμωμένα προϊόντα ψαριού), γεγονός που ενδέχεται να οδήγησε σε μη διαφορικό σφάλμα ταξινόμησης της έκθεσης και πιθανή υποεκτίμηση ορισμένων πραγματικών συσχετίσεων.

Ένας ακόμη περιορισμός είναι ότι τα δεδομένα βασίστηκαν σε αυτοαναφερόμενες πληροφορίες τόσο για τη διατροφή όσο και για την παρουσία τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών, χωρίς αντικειμενική ή κλινική επιβεβαίωση της διάγνωσης. Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα εσφαλμένης ταξινόμησης των συμμετεχόντων, καθώς ενδέχεται να έχει δηλωθεί ως τροφική αλλεργία μία δυσανεξία ή το αντίστροφο. Επιπλέον, η συνένωση των τροφικών αλλεργιών και δυσανεξιών σε μία ενιαία έκβαση, παρά το γεγονός ότι πρόκειται για διακριτές καταστάσεις με διαφορετικούς παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς, ενδέχεται να έχει αυξήσει τη μη διαφορική εσφαλμένη ταξινόμηση της έκβασης και να έχει οδηγήσει σε υποεκτίμηση ορισμένων πραγματικών συσχετίσεων. Παρότι πραγματοποιήθηκε προσαρμογή για πολλούς πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες, δεν μπορεί να αποκλειστεί η επίδραση υπολειπόμενης σύγχυσης από μη μετρηθέντες ή μη διαθέσιμους συγχυτικούς παράγοντες, όπως η συνολική ποιότητα της διατροφής, οι δίαιτες αποφυγής, η χρήση προβιοτικών ή συμπληρωμάτων και η σοβαρότητα των συμπτωμάτων.

Τέλος, λόγω του μεγάλου αριθμού στατιστικών συγκρίσεων και αναλύσεων υποομάδων που πραγματοποιήθηκαν και δεδομένου ότι δεν εφαρμόστηκε διόρθωση για πολλαπλές συγκρίσεις, ορισμένα από τα στατιστικά σημαντικά ή οριακά ευρήματα ενδέχεται να αντανακλούν τυχαία διακύμανση. Για τον λόγο αυτό, τα αποτελέσματα, ιδίως των αναλύσεων υποομάδων, θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή και να επιβεβαιωθούν σε ανεξάρτητους πληθυσμούς.

Συνολικά, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υποδηλώνουν ότι η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων και των τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών είναι σύνθετη και πιθανόν διαφοροποιείται ανάλογα με την κατηγορία του τροφίμου και τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού. Παρότι η μελέτη προσφέρει νέα επιδημιολογικά δεδομένα σε μεγάλο ευρωπαϊκό δείγμα, οι περιορισμοί του σχεδιασμού και της μέτρησης της έκθεσης και της έκβασης επιβάλλουν προσεκτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Τα κύρια συμπεράσματα της μελέτης συνοψίζονται στην επόμενη ενότητα.

3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μελέτη διερεύνησε τη συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης διαφορετικών κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων και ποτών και της παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών σε μεγάλο πολυεθνικό δείγμα ενηλίκων από τέσσερις ευρωπαϊκές περιφέρειες. Τα ευρήματα ανέδειξαν ότι οι παρατηρούμενες συσχετίσεις διαφοροποιούνταν σημαντικά ανάλογα με την κατηγορία του τροφίμου ή ποτού και δεν υποστήριζαν την ύπαρξη ενιαίου προτύπου σχέσης μεταξύ των ζυμωμένων τροφίμων και της αυτοαναφερόμενης παρουσίας τροφικής αλλεργίας ή/και δυσανεξίας.

Χαμηλότερος επιπολασμός τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών παρατηρήθηκε μεταξύ των καταναλωτών ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων και ζυμωμένων δημητριακών, ενώ υψηλότερος επιπολασμός παρατηρήθηκε μεταξύ των καταναλωτών εναλλακτικών προϊόντων κρέατος και γαλακτοκομικών (plant-based), ξιδιού και ζυμωμένων μη αλκοολούχων ποτών. Για τις περισσότερες από τις υπόλοιπες κατηγορίες ζυμωμένων τροφίμων και ποτών δεν παρατηρήθηκαν σταθερές στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις.

Ωστόσο, τα ευρήματα αυτά θα πρέπει να ερμηνευθούν με ιδιαίτερη προσοχή. Ο συγχρονικός (cross-sectional) σχεδιασμός της μελέτης δεν επιτρέπει την τεκμηρίωση χρονικής ακολουθίας μεταξύ έκθεσης και έκβασης ούτε την εξαγωγή αιτιολογικών συμπερασμάτων. Ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο αντίστροφης αιτιότητας. Μάλιστα, το παρατηρούμενο πρότυπο συσχετίσεων είναι συμβατό με την υπόθεση ότι συμμετέχοντες με ήδη υπάρχουσες τροφικές αλλεργίες ή/και δυσανεξίες ενδέχεται να αποφεύγουν ορισμένα τρόφιμα, όπως τα γαλακτοκομικά ή προϊόντα που περιέχουν γλουτένη, και να στρέφονται συχνότερα σε εναλλακτικά φυτικά προϊόντα.

Παρότι η διαθέσιμη βιβλιογραφία παρέχει ενδείξεις βιολογικής αληθοφάνειας για πιθανή σχέση μεταξύ ορισμένων ζυμωμένων τροφίμων, του εντερικού μικροβιώματος και της ανοσολογικής λειτουργίας, τα δεδομένα της παρούσας μελέτης δεν επιτρέπουν την ερμηνεία των παρατηρούμενων συσχετίσεων ως ενδείξεων προστατευτικής ή επιβαρυντικής δράσης συγκεκριμένων τροφίμων. Επιπλέον, οι αναλύσεις υποομάδων υπέδειξαν πιθανή ετερογένεια των συσχετίσεων ανάλογα με το φύλο και την ευρωπαϊκή περιφέρεια, ωστόσο τα ευρήματα αυτά είχαν διερευνητικό χαρακτήρα και απαιτούν επιβεβαίωση. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων περιορίζεται περαιτέρω από τον αυτοαναφερόμενο χαρακτήρα της έκβασης, γεγονός που ενδέχεται να έχει οδηγήσει σε σφάλμα ταξινόμησης, καθώς και από τη συνένωση της τροφικής αλλεργίας και της τροφικής δυσανεξίας σε μία ενιαία, ετερογενή έκβαση, παρά το γεγονός ότι πρόκειται για διακριτές κλινικές και βιολογικές οντότητες. Επιπλέον, λόγω του μεγάλου αριθμού συγκρίσεων και αναλύσεων υποομάδων, αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης τυχαίων

στατιστικά σημαντικών ευρημάτων (σφάλμα τύπου I). Ως εκ τούτου, τα επιμέρους ευρήματα, ιδίως όσα ήταν οριακά στατιστικά σημαντικά, θα πρέπει να θεωρηθούν διερευνητικά και να επιβεβαιωθούν σε ανεξάρτητους πληθυσμούς.

Συνολικά, η παρούσα μελέτη συνέβαλε στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της κατανάλωσης διαφορετικών κατηγοριών ζυμωμένων τροφίμων και ποτών και της παρουσίας τροφικών αλλεργιών ή/και δυσανεξιών σε μεγάλο πολυεθνικό ευρωπαϊκό δείγμα. Τα ευρήματα ανέδειξαν ότι οι συσχετίσεις διαφέρουν ανάλογα με την κατηγορία του τροφίμου ή ποτού και υπογραμμίζουν την πολυπλοκότητα της συγκεκριμένης σχέσης, χωρίς να τεκμηριώνουν αιτιώδεις επιδράσεις. Απαιτούνται προοπτικές επιδημιολογικές μελέτες με αντικειμενική επιβεβαίωση της διάγνωσης και αναλυτική καταγραφή της κατανάλωσης των επιμέρους ζυμωμένων τροφίμων και ποτών, καθώς και κλινικές δοκιμές όπου είναι εφικτό, προκειμένου να διευκρινιστεί η κατεύθυνση των παρατηρούμενων συσχετίσεων, να διερευνηθούν οι υποκείμενοι μηχανισμοί και να αξιολογηθεί η πιθανή κλινική σημασία των ευρημάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbas, M., & Goldin, J. (2025). Type I hypersensitivity reaction. In StatPearls. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560561/>
- Afroz, S., Cho, S., Oh, J., Kim, J. H., Kim, S. Y., Ha, E., & Kim, Y. J. (2026). Maternal coffee consumption during pregnancy and risk of allergic diseases in children: The Korean Children's Environmental Health Study. *Healthcare Informatics Research*, 32(1), 77–91. <https://doi.org/10.4258/HIR.2026.32.1.77>
- Aguilera García, M. C., Guallar Castellón, M. P., Mora Gutiérrez, M. A. del C., Rodrigo Aliaga, M. D., Berrada Ramdani, H., Nieto Martínez, G., Bretón Lesmes, M. I., Gutiérrez Fernández, Á. J., Pichardo Sánchez, S., Sánchez Moragas, G., Capita González, R. M., Hernando Hernando, I., Valero Díaz, A., Díaz Perales, A., Mayo Pérez, B., Rivas Velasco, A. M., Vila Casanovas, M. R., & Calderón Pascual, V. (2026). Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the risk of food poisoning due to the presence of biogenic amines in meals made from chicken meat consumed by children under 3 years of age. *Food Risk Assess Europe*, 4(2), Article e00100. <https://doi.org/10.2903/FR.EFSA.2026.FR-00100>
- Ahmed, W., & Saeed, A. (2026). Soy-based foods: Tofu, tempeh, and beyond. In *Soybeans: Processing Techniques and Food Valorization* (pp. 427–450). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781394320387.CH18>

- Akamine, I. T., Mansoldo, F. R. P., & Vermelho, A. B. (2023). Probiotics in the sourdough bread fermentation: Current status. *Fermentation*, 9(2), Article 90. <https://doi.org/10.3390/fermentation9020090>
- Aksim, H., Haouane, M. A., Belhamdiya, M., Azami, M. A., Gharbi, K., & Akka, R. (2026). Eosinophilic colitis as a rare etiology of chronic diarrhea: A case report. *Cureus*, 18(1), e102607. <https://doi.org/10.7759/cureus.102607>
- Aktaş, Ş., Kundakçı, S., & Güneş, F. E. (2021). Examination of traditional fermented food consumption and product awareness of university students in Istanbul, Turkey. *North African Journal of Food and Nutrition Research*, 5(12), 122–129. <https://doi.org/10.51745/najfnr.5.12.122-129>
- Al-Beltagi, M., Saeed, N. K., Bediwy, A. S., & Elbeltagi, R. (2022). Cow's milk-induced gastrointestinal disorders: From infancy to adulthood. *World Journal of Clinical Pediatrics*, 11(6), 437–454. <https://doi.org/10.5409/WJCP.V11.I6.437>
- Al Nabhani, Z., & Eberl, G. (2020). Imprinting of the immune system by the microbiota early in life. *Mucosal Immunology*, 13(2), 183–189. <https://doi.org/10.1038/s41385-020-0257-y>
- Alkhowaiter, S. (2023). Eosinophilic esophagitis. *Saudi Medical Journal*, 44(7), 640–646. <https://doi.org/10.15537/smj.2023.44.7.20220812>
- Allwood, J. G., Wakeling, L. T., & Bean, D. C. (2021). Fermentation and the microbial community of Japanese koji and miso: A review. *Journal of Food Science*, 86(6), 2194–2207. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15773>
- Alska, E., Doligalska, A., Napiórkowska-Baran, K., Dolina, M., Osińska, K., Pilichowicz, A., Wojtkiewicz, A., Kaczor, J. J., Szymczak, B., & Bartuzi, Z. (2025). Global

- burden of allergies: Mechanisms of development, challenges in diagnosis, and treatment. *Life*, 15(6), 878. <https://doi.org/10.3390/life15060878>
- Alsubhi, M., Blake, M., Nguyen, T., Majmudar, I., Moodie, M., & Ananthapavan, J. (2022). Consumer willingness to pay for healthier food products: A systematic review. *Obesity Reviews*, 24(1), e13525. <https://doi.org/10.1111/obr.13525>
- Anania, C., Cuomo, B., D'Auria, E., Decimo, F., Gianni, G., Indirli, G. C., Manca, E., Mondì, F., Pendezza, E., Sartorio, M. U. A., & Calvani, M. (2025). Sustainable nutrition and food allergy: A state-of-the-art review. *Nutrients*, 17(15), 2448. <https://doi.org/10.3390/nu17152448>
- Ananta, A., Dijaya, R., Subali, D., Kartawidjajaputra, F., & Antono, L. (2023). Effect of processed soybeans (tofu and tempeh) consumption, and exercise on upper respiratory tract immunity. *Reports of Biochemistry & Molecular Biology*, 11(4), 720–729. <https://doi.org/10.52547/RBMB.11.4.720>
- Andrade, D. K. A., Wang, B., Lima, E. M. F., Shebeko, S. K., Ermakov, A. M., Khramova, V. N., Ivanova, I. V., Rocha, R. da S., Vaz-Velho, M., Mutukumira, A. N., & Todorov, S. D. (2025). Kombucha: An old tradition into a new concept of a beneficial, health-promoting beverage. *Foods*, 14(9), 1547. <https://doi.org/10.3390/foods14091547>
- Anyiam, P. N., Phongthai, S., Grossmann, L., Jung, Y. H., Sai-Ut, S., Onsaard, E., & Rawdkuen, S. (2025). Potential plant proteins for functional food ingredients: Composition, utilization and its challenges. *NFS Journal*, 38, 100216. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2025.100216>
- Arellano-García, L., Portillo, M. P., Hadjihambi, A., Martínez, J. A., & Milton-Laskibar, I. (2026). The gut–brain axis in obesity: Mechanisms, development, and therapeutic

- perspectives. *Current Nutrition Reports*, 15(1), 16. <https://doi.org/10.1007/S13668-026-00732-W>
- Asghar, F., Ali, S., Goraya, A., Javaid, I., & Hussain, Z. (2017). A review on the role of fermented foods as health promoters. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 3(4), 141–148. <https://doi.org/10.32628/IJSRST173415>
- Ashaolu, T. J., & Suttikhana, I. (2026). Probiotic therapeutics: A critical review of mechanisms, clinical efficacy, and the frontier of precision microbiome modulation. *International Immunopharmacology*, 175, 116412. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2026.116412>
- Assunção, R., Alvito, P., Brazão, R., Carmona, P., Fernandes, P., Jakobsen, L. S., Lopes, C., Martins, C., Membré, J.-M., Monteiro, S., Nabais, P., Thomsen, S. T., Torres, D., Viegas, S., Pires, S. M., & Boué, G. (2019). Building capacity in risk-benefit assessment of foods: Lessons learned from the RB4EU project. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.028>
- Augustin, M. A., Hartley, C. J., Maloney, G., & Tyndall, S. (2024). Innovation in precision fermentation for food ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(18), 6218–6238. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2166014>
- Banu, S. M. (2023). Microbial community and its vital functions in fermented foods. *Journal of Food: Microbiology, Safety & Hygiene*, 8(6), 245. <https://doi.org/10.35248/2476-2059.23.8.245>
- Bari, M. L., & Mamun, M. A. Al. (2025). Food safety issues related to fermented foods and beverages. In *Fermented Foods and Beverages: Functionalities and Nutritional Aspects* (pp. 181–212). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781836991823.0010>

- Barni, S., Mori, F., Pecoraro, L., Saretta, F., Giovannini, M., Arasi, S., Liotti, L., Mastroilli, C., Klain, A., Gelsomino, M., Castagnoli, R., Miraglia del Giudice, M., & Novembre, E. (2024). Food protein-induced enteropathy: A revision for the clinician. *Frontiers in Pediatrics*, 12, 1417391.
<https://doi.org/10.3389/fped.2024.1417391>
- Barni, S., Pessina, B., Fioretti, L., Scarallo, L., Di Siena, A., Bramuzzo, M., Liccioli, G., Sarti, L., Tomei, L., Giovannini, M., Renzo, S., & Mori, F. (2024). Food protein-induced allergic proctocolitis: Real-world experience from an Italian cohort. *Nutrients*, 17(1), 98. <https://doi.org/10.3390/nu17010098>
- Bartra, J., Turner, P. J., & Muñoz-Cano, R. M. (2023). Cofactors in food anaphylaxis in adults. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 130(6), 733–740. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2023.03.017>
- Bedford, B. J., Yu, Y., Wong, X., Gardner, F. A. E., & Jackson, L. S. (2017). A limited survey of dark chocolate bars obtained in the United States for undeclared milk and peanut allergens. *Journal of Food Protection*, 80(4), 692–702.
<https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-443>
- Morgenstern, N. B.-B., Shoda, T., Rochman, Y., Caldwell, J. M., Collins, M. H., Mukkada, V., Putnam, P. E., Bolton, S. M., Felton, J. M., Rochman, M., Murray-Petzold, C., Kliewer, K. L., & Rothenberg, M. E. (2023). Local type 2 immunity in eosinophilic gastritis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 152(1), 136–144.
<https://doi.org/10.1016/j.jaci.2023.01.021>
- Bleffgen, M., Lang, R., Rogal, K., Somoza, V., & Skurk, T. (2026). Immune modulation in response to coffee intake: A pilot study. *European Journal of Nutrition*, 65(2), 61.
<https://doi.org/10.1007/s00394-026-03913-z>

- Bogueva, D., & McClements, D. J. (2023). Safety and nutritional risks associated with plant-based meat alternatives. *Sustainability*, 15(19), 14336.
<https://doi.org/10.3390/su151914336>
- Callahan, E. A. (2022). Challenges and opportunities for precision and personalized nutrition. *National Academy of Medicine*. <https://doi.org/10.31478/202206c>
- Cappers, R. T. J. (2018). Digital atlas of traditional food made from cereals and milk. Barkhuis.
- Capucilli, P., Hourihane, J. O'B., & Spergel, J. M. (2022). Immunological disorders: (a) food allergy and hypersensitivity. In T. C. Wang, M. Camilleri, B. Lebwohl, A. S. Lok, W. J. Sandborn, K. K. Wang, & G. D. Wu (Eds.), *Yamada's Textbook of Gastroenterology* (7th ed., Chap. 148). John Wiley & Sons.
<https://doi.org/10.1002/9781119600206.ch148>
- Carnevale, A., Marangio, C., Putro, E., Molfetta, R., & Paolini, R. (2026). The gut microbiota–mast cell axis in intestinal homeostasis and food allergy pathogenesis. *Biomolecules*, 16(2), 254. <https://doi.org/10.3390/biom16020254>
- Cavicchia, L. O. A., & Almeida, M. E. F. de. (2024). The risks, toxicity and contamination of Kombucha beverage: A perspective on its production, storage, and consumption. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 31.
<https://doi.org/10.20396/san.v31i00.8674256>
- Celik, V., Bakır, B., Yazicioğlu, M., Özdemir, P. G., & Şut, N. (2019). Do traditional fermented foods protect against infantile atopic dermatitis? *Pediatric Allergy and Immunology*, 30(5), 540–546. <https://doi.org/10.1111/pai.13045>
- Chang, T. S., Lemanske, R. F., Guilbert, T. W., Gern, J. E., Coen, M. H., Evans, M. D., Gangnon, R. E., Page, C. D., & Jackson, D. J. (2013). Evaluation of the modified

asthma predictive index in high-risk preschool children. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 1(2), 152–156.

<https://doi.org/10.1016/j.jaip.2012.10.008>

Chen, C., Liu, C., Mu, K., & Xue, W. (2024). *Lactobacillus paracasei* AH2 isolated from Chinese sourdough alleviated gluten-induced food allergy through modulating gut microbiota and promoting short-chain fatty acid accumulation in a BALB/c mouse model. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(2), 664–674.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.12957>

Chilton, S. N., Burton, J. P., & Reid, G. (2015). Inclusion of fermented foods in food guides around the world. *Nutrients*, 7(1), 390–404.
<https://doi.org/10.3390/nu7010390>

Chong, A. Q., Lau, S. W., Chin, N. L., Talib, R. A., & Basha, R. K. (2023). Fermented beverage benefits: A comprehensive review and comparison of kombucha and kefir microbiome. *Microorganisms*, 11(5), 1344.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11051344>

Costanzo, M. Di, De Paulis, N., & Biasucci, G. (2021). Butyrate: A link between early life nutrition and gut microbiome in the development of food allergy. *Life*, 11(5), 384.
<https://doi.org/10.3390/life11050384>

Gyurkovics, G. (2018). *Human Biology*. LibreTexts. <https://bio.libretexts.org>

Danielewicz, A., Morze, J., Staniewska, K., Dąbrowska, A., Sawicki, T., Yang, Z., Baranowska, M., Darewicz, M., Żulewska, J., Staniewski, B., & Przybyłowicz, K. E. (2022). Association between intake of fermented dairy product and diet quality, health beliefs in a representative sample of Polish population. *Nutrients*, 14(23), 5018. <https://doi.org/10.3390/nu14235018>

- Darmon, N., & Drewnowski, A. (2008). Does social class predict diet quality? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(5), 1107–1117. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.5.1107>
- Davis, K. L., Claudio-Etienne, E., & Frischmeyer-Guerrerio, P. A. (2024). Atopic dermatitis and food allergy: More than sensitization. *Mucosal Immunology*, 17(5), 1128–1140. <https://doi.org/10.1016/j.mucimm.2024.06.005>
- Davis, M. J., Topol, D., & Davis, M. E. (2026). Beefing up awareness: Navigating Alpha-Gal syndrome. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, 30(2), 118–124. <https://doi.org/10.1188/26.CJON.118-124>
- de Graaf, M. C., Timmers, E., Bonekamp, B., van Rooy, G., Witteman, B. J., Shewry, P. R., Lovegrove, A., America, A. H., Gilissen, L. J., Keszthelyi, D., Brouns, F. J., & Jonkers, D. M. A. E. (2024). Two randomized crossover multicenter studies investigating gastrointestinal symptoms after bread consumption in individuals with noncoeliac wheat sensitivity: Do wheat species and fermentation type matter? *American Journal of Clinical Nutrition*, 119(4), 896–907. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.02.008>
- Dhong, K. R., & Park, H. J. (2021). *Pediococcus pentosaceus* from the sweet potato fermented germinated brown rice can inhibit type I hypersensitivity in RBL-2H3 cell and BALB/c mice models. *Microorganisms*, 9(9), 1855. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091855>
- Di Vincenzo, F., Del Gaudio, A., Petito, V., Lopetuso, L. R., & Scaldaferri, F. (2024). Gut microbiota, intestinal permeability, and systemic inflammation: A narrative review. *Internal and Emergency Medicine*, 19(2), 275–293. <https://doi.org/10.1007/s11739-023-03374-w>

- Dludla, P. V., Cirilli, I., Marcheggiani, F., Silvestri, S., Orlando, P., Muvhulawa, N., Moetlediwa, M. T., Nkambule, B. B., Mazibuko-Mbeje, S. E., Hlengwa, N., Hanser, S., Ndwandwe, D., Marnewick, J. L., Basson, A. K., & Tiano, L. (2023). Potential benefits of coffee consumption on improving biomarkers of oxidative stress and inflammation in healthy individuals and those at increased risk of cardiovascular disease. *Molecules*, 28(18), 6440. <https://doi.org/10.3390/molecules28186440>
- Dölle-Bierke, S., Gonzalo-Fernández, A., Sabouraud-Leclerc, D., Barreales-Tolosa, L., Ballmer-Weber, B., Belohlavkova, S., Bilò, M. B., Dubakiene, R., Hartmann, K., Jedrzejczak-Czechowicz, M., Le, T.-M., Lange, L., Pouessel, G., Reig, I., Sinaniotis, A., Mills, E. N. C., Worm, M., & Fernández-Rivas, M. (2026). Frequency and severity of allergic reactions to non-mandatory labelled allergenic foods—Data from two large European cohorts. *Allergy*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/all.70308>
- El Mecherfi, K.-E., Lupi, R., Cherkaoui, M., Albuquerque, M. A. C., Todorov, S. D., Tranquet, O., Klingebiel, C., Rogniaux, H., Denery-Papini, S., Onno, B., de Melo Franco, B. D. G., & Larré, C. (2022). Fermentation of gluten by *Lactococcus lactis* LLGKC18 reduces its antigenicity and allergenicity. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 14(5), 779–791. <https://doi.org/10.1007/s12602-021-09808-1>
- El Mecherfi, K. E., Todorov, S. D., de Albuquerque, M. A. C., Denery-Papini, S., Lupi, R., Haertlé, T., de Melo Franco, B. D. G., & Larré, C. (2020). Allergenicity of fermented foods: Emphasis on seeds protein-based products. *Foods*, 9(6), 792. <https://doi.org/10.3390/foods9060792>

- El Sharif, N., & Hnaihen, L. (2024). Household fuel use, smoking and prevalence of self-reported allergic rhinitis in university students in Palestine: A cross-sectional study. *Frontiers in Allergy*, 5, 1492213. <https://doi.org/10.3389/falgy.2024.1492213>
- Emkani, M., Oliete, B., & Saurel, R. (2022). Effect of lactic acid fermentation on legume protein properties, a review. *Fermentation*, 8(6), 244. <https://doi.org/10.3390/fermentation8060244>
- European Union. (n.d.). EuroVoc. EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/browse/eurovoc.html?params=72%2C7206%2C913>
- Fijan, S., Povalej Bržan, P., Šikić Pogačar, M., & Klanjšek, P. (2026). Kefir consumption and health effects based on human clinical trials: An overview of literature. *Healthcare*, 14(5), 652. <https://doi.org/10.3390/healthcare14050652>
- Fiocchi, A., Risso, D., DunnGalvin, A., González Díaz, S. N., Monaci, L., Fierro, V., & Ansotegui, I. J. (2021). Food labeling issues for severe food allergic patients. *World Allergy Organization Journal*, 14(10), 100598. <https://doi.org/10.1016/j.waojou.2021.100598>
- Foong, R. X., du Toit, G., & Fox, A. T. (2017). Asthma, food allergy, and how they relate to each other. *Frontiers in Pediatrics*, 5, 89. <https://doi.org/10.3389/fped.2017.00089>
- French, S. A., Tangney, C. C., Crane, M. M., Wang, Y., & Appelhans, B. M. (2019). Nutrition quality of food purchases varies by household income: The SHoPPER study. *BMC Public Health*, 19(1), 231. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6546-2>
- Fuchino, K., Astraios, C., Daniel, R., Grimshaw, J., Banzhaf, M., & Vollmer, W. (2026). Periplasmic SacB as a robust counter-selection tool for genome engineering in the

polyploid bacterium *Zymomonas mobilis*. bioRxiv, 699301.

<https://doi.org/10.64898/2026.01.13.699301>

Gadani, S. P., Cronk, J. C., Norris, G. T., & Kipnis, J. (2012). Interleukin-4: A cytokine to remember. *Journal of Immunology*, 189(9), 4213–4219.

<https://doi.org/10.4049/jimmunol.1202246>

Galimberti, A., Bruno, A., Agostinetti, G., Casiraghi, M., Guzzetti, L., & Labra, M. (2021). Fermented food products in the era of globalization: Tradition meets biotechnology innovations. *Current Opinion in Biotechnology*, 70, 36–41.

<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2020.10.006>

Ge, Y., Wu, Y., Aihaiti, A., Wang, L., Wang, Y., Xing, J., Zhu, M., & Hong, J. (2025). The metabolic pathways of yeast and acetic acid bacteria during fruit vinegar fermentation and their influence on flavor development. *Microorganisms*, 13(3), 477. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13030477>

Georgala, A. (2013). The nutritional value of two fermented milk/cereal foods named "Greek trahanas" and "Turkish tarhana": A review. *Journal of Nutrition Disorders & Therapy*, S11, Article S11-002. <https://doi.org/10.4172/2161-0509.S11-002>

Phillips, J. G. P. (1910). The treatment of melancholia by the lactic acid bacillus. *Journal of Mental Science*, 56(234), 422–430. <https://doi.org/10.1192/bjp.56.234.422>

Giuffrè, D., & Giuffrè, A. M. (2024). Fermentation technology and functional foods. *Frontiers in Bioscience (Elite Edition)*, 16(1), 1–13.

<https://doi.org/10.31083/j.fbe1601008>

González-Delgado, P., Muriel, J., Jiménez, T., Cameo, J. I., Palazón-Bru, A., & Fernández, J. (2022). Food protein-induced enterocolitis syndrome in adulthood: Clinical

characteristics, prognosis, and risk factors. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 10(9), 2397–2403.

<https://doi.org/10.1016/j.jaip.2022.05.006>

Graham, A. E., & Ledesma-Amaro, R. (2023). The microbial food revolution. *Nature Communications*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37891-1>

Gulitz, A., Stadie, J., Wenning, M., Ehrmann, M. A., & Vogel, R. F. (2011). The microbial diversity of water kefir. *International Journal of Food Microbiology*, 151(3), 284–288. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.016>

Gullo, M., Verzelloni, E., & Canonico, M. (2014). Aerobic submerged fermentation by acetic acid bacteria for vinegar production: Process and biotechnological aspects. *Process Biochemistry*, 49(10), 1571–1579.

<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2014.07.003>

Guo, L. P., Yan, M., Niu, R. B., Liu, L., Yang, J. R., Chen, R. L., Duan, B. S., Li, C. C., & Li, J. X. (2024). Role of Th2, Th17 and Treg cells and relevant cytokines in pathogenesis of allergic rhinitis. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology*, 20(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s13223-024-00905-8>

Guo, Z. H., Wang, Q., Zhao, J. H., Xu, Y. P., Mu, G. Q., & Zhu, X. M. (2023). Lactic acid bacteria with probiotic characteristics in fermented dairy products reduce cow milk allergy. *Food Bioscience*, 55, 103055. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103055>

Gutiérrez-Brito, J. A., Lomelí-Nieto, J. Á., Muñoz-Valle, J. F., Oregon-Romero, E., Corona-Angeles, J. A., & Hernández-Bello, J. (2024). Sex hormones and allergies: Exploring the gender differences in immune responses. *Frontiers in Allergy*, 5, Article 1483919. <https://doi.org/10.3389/falgy.2024.1483919>

- Gutowska-Ślesik, J., Samoliński, B., & Krzych-Fałta, E. (2022). The increase in allergic conditions based on a review of literature. *Advances in Dermatology and Allergology*, 40(1), 1. <https://doi.org/10.5114/ada.2022.119009>
- Hage, G., Sacre, Y., Haddad, J., Hajj, M., Sayegh, L. N., & Fakhoury-Sayegh, N. (2025). Food hypersensitivity: Distinguishing allergy from intolerance, main characteristics, and symptoms—A narrative review. *Nutrients*, 17(8), 1359. <https://doi.org/10.3390/nu17081359>
- Hanlon, M., Van Beeck, W., Wei, L., Tosta, I., Liao, R., Marco, M. L., & DiCaprio, E. (2026). Consumer knowledge and motivations for consumption of fermented foods. *Frontiers in Microbiology*, 17, Article 1789825. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2026.1789825>
- Hashimoto, Y., Hamaguchi, M., & Fukui, M. (2023). Fermented soybean foods and diabetes. *Journal of Diabetes Investigation*, 14(12), 1329–1340. <https://doi.org/10.1111/jdi.14088>
- Hirano, I., Collins, M. H., King, E., Sun, Q., Chehade, M., Abonia, J. P., Bonis, P. A., Capocelli, K. E., Dellon, E. S., Falk, G. W., Gonsalves, N., Gupta, S. K., Leung, J., Katzka, D., Menard-Katcher, P., Khoury, P., Klion, A., Mukkada, V. A., Peterson, K., ... Furuta, G. T. (2022). Prospective endoscopic activity assessment for eosinophilic gastritis in a multisite cohort. *The American Journal of Gastroenterology*, 117(3), 413–423. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000001625>
- Hodgkinson, K., El Abbar, F., Dobranowski, P., Manoogian, J., Butcher, J., Figeys, D., Mack, D., & Stintzi, A. (2023). Butyrate's role in human health and the current

- progress towards its clinical application to treat gastrointestinal disease. *Clinical Nutrition*, 42(2), 61–75. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.10.024>
- Huang, C. H., Liao, Y. M., & Tsai, G. J. (2024). Solid-state fermentation of grain-derived by-products by *Aspergillus kawachii* and *Rhizopus oryzae*: Preparation and evaluation of anti-allergic activity. *Fermentation*, 10(9), 457. <https://doi.org/10.3390/fermentation10090457>
- Huang, Y., & Paul, W. E. (2015). Inflammatory group 2 innate lymphoid cells. *International Immunology*, 28(1), 23–28. <https://doi.org/10.1093/intimm/dxv044>
- Hui, D., Shi, C., Fan, Y., Han, M., Wang, Y., Sun, J., Xue, Y., & Li, E. (2026). Systemic immune dysregulation in allergic rhinitis: Mechanisms, comorbidities, and implications for targeted therapy. *Journal of Asthma and Allergy*, 19, Article 589195. <https://doi.org/10.2147/JAA.S589195>
- Hyseni, B., Papadimitriou, K., Issa, A., Tonay, A. N., Ergün, B. G., Gonzalez-Domenech, C. M., Arranz, E., Pula, E. L., Erem, E., Garcia-Gutierrez, E., Bouchaud, G., Szajewska, H., Yıldırım, H. K., Künili, İ. E., Markiewicz, L., Caruana Grech Perry, M., Kilic-Akyilmaz, M., El Jalil, M. H., Merabti, R., ... Bavaro, S. L. (2026). The role of fermented foods in managing food allergies in children and adults: A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 12, Article 1689636. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1689636>
- Jaćimović, S., Popović-Djordjević, J., Sarić, B., Krstić, A., Mickovski-Stefanović, V., & Pantelić, N. (2022). Antioxidant activity and multi-elemental analysis of dark chocolate. *Foods*, 11(10), 1445. <https://doi.org/10.3390/foods11101445>

- Jafari, R., Khosravi-Darani, K., Dutt Tripathi, A., & Hooda, A. (2025). Kombucha: A functional beverage for heart, gut, mind and healthier lifestyle. *International Journal of Sport Studies for Health*, 8(3), 1–21.
<https://doi.org/10.61838/kman.intjssh.8.3.5>
- Jalili, M., Nazari, M., & Magkos, F. (2023). Fermented foods in the management of obesity: Mechanisms of action and future challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), 2665. <https://doi.org/10.3390/ijms24032665>
- Jappe, U. (2023). Vegan diet—Alternative protein sources as potential allergy risk. *Allergo Journal International*, 32(7), 251–257. <https://doi.org/10.1007/s40629-023-00248-7>
- Jayasooriya, S. M., Devereux, G., Soriano, J. B., Singh, N., Masekela, R., Mortimer, K., & Burney, P. (2025). Asthma: Epidemiology, risk factors, and opportunities for prevention and treatment. *The Lancet Respiratory Medicine*, 13(8), 725–738.
[https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(24\)00383-7](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(24)00383-7)
- Jin, J., den Besten, H. M. W., Rietjens, I. M. C. M., & Widjaja-van den Ende, F. (2025). Chemical and microbiological hazards arising from new plant-based foods, including precision fermentation–produced food ingredients. *Annual Review of Food Science and Technology*, 16(1), 171–194. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-111523-122059>
- Jochum, C. (2024). Histamine intolerance: Symptoms, diagnosis, and beyond. *Nutrients*, 16(8), 1219. <https://doi.org/10.3390/nu16081219>
- Kahve, A. N., & Yazıcıoğlu Çalışan, H. (2026). Microbiota awareness and fermented food consumption among university students: Evidence of a knowledge-behavior gap. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-55444-6>

- Kapoor, N., Samajdar, S. S., Rana, R. K., & Kapoor, N. (2026). Impact of obesity on allergic diseases, including asthma, across age and sex: A review. *Preventive Medicine: Research & Reviews*, 3(2), 132–135.
https://doi.org/10.4103/PMRR.PMRR_113_25
- Karatas, P., Uysal, P., Berberoglu, B. K., Erge, D., & Calisir, H. (2022). The low maternal consumption of homemade fermented foods in pregnancy is an additional risk factor for food protein-induced allergic proctocolitis: A case-control study. *International Archives of Allergy and Immunology*, 183(3), 262–270.
<https://doi.org/10.1159/000519154>
- Katidi, A., Xanthopoulou, S., Vlassopoulos, A., Noutsos, S., Priftis, K., & Kapsokefalou, M. (2023). Food allergens in ultra-processed foods according to the NOVA classification system: A Greek branded food level analysis. *Nutrients*, 15(12), 2767.
<https://doi.org/10.3390/nu15122767>
- Kaur, H., Kaur, G., & Ali, S. A. (2022). Dairy-based probiotic-fermented functional foods: An update on their health-promoting properties. *Fermentation*, 8(9), 425.
<https://doi.org/10.3390/fermentation8090425>
- Khaliq, A., Mishra, A., Shaukat, M., & Rabbani, A. (2023). Plant-based dairy substitutes: Current scenario and future prospects. *Innovations in Agriculture*, 6, 1–10.
<https://doi.org/10.25081/ia.2023-030>
- Kivanç, M., & Funda, E. G. (2017). A functional food: A traditional tarhana fermentation. *Food Science and Technology*, 37(2), 269–274. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.08815>

- Knez, E., Kadac-Czapska, K., & Grembecka, M. (2023). Effect of fermentation on the nutritional quality of the selected vegetables and legumes and their health effects. *Life*, 13(3), 655. <https://doi.org/10.3390/life13030655>
- Koh, E. J. X., Mohd Razali, N. S., Hashim, H., Abdul Rahman, H., Lim, S. J., Abd Rashid, N. K., Juwitaningtyas, T., & Sofian-Seng, N. S. (2026). Biological activities of kombucha: An integrative narrative review and bibliometric analysis. *Food Bioscience*, 79, 108703. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2026.108703>
- Koksal, Z. G., Uysal, P., Mercan, A., Bese, S. A., & Erge, D. (2023). Does maternal fermented dairy products consumption protect against cow's milk protein allergy in toddlers? *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 130(3), 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2022.12.024>
- Konstantinou, G. N., Pampoukidou, O., Sergelidis, D., & Fotoulaki, M. (2025). Managing food allergies in dining establishments: Challenges and innovative solutions. *Nutrients*, 17(10), 1737. <https://doi.org/10.3390/nu17101737>
- Kopko, C., Garthoff, J. A., Zhou, K., Meunier, L., O'Sullivan, A. J., & Fattori, V. (2022). Are alternative proteins increasing food allergies? Trends, drivers and future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.09.008>
- Kotake, K., Kumazawa, T., Nakamura, K., Shimizu, Y., Ayabe, T., & Adachi, T. (2022). Ingestion of miso regulates immunological robustness in mice. *PLOS ONE*, 17(1), e0261680. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261680>
- Koueik, J., & Jackson, D. (2025). Cow's milk gone bad: A severe presentation of food protein-induced enteropathy. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 135(5), S213. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2025.08.656>

- Kondo, Y., & Urisu, A. (2009). Oral allergy syndrome. *Allergology International*, 58(4), 485–491. <https://doi.org/10.2332/allergolint.09-RAI-0136>
- Kumar, M. (2025). *Food biochemistry: For UG & PG students of biological sciences*. Independently published.
- Kurniawan, Milanda, T., & Kusuma, S. A. F. (2026). Kefir as a functional probiotic: Microbial composition and health effects. *Frontiers in Food Science and Technology*, 5, 1725280. <https://doi.org/10.3389/frfst.2025.1725280>
- Lee-Sarwar, K. A., & Ramirez, L. (2022). Diversifying your diet portfolio: Potential impacts of dietary diversity on the gut microbiome and human health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 116(4), 844–845. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqac198>
- Lee, C. H., Ahn, J., & Son, H. S. (2024). Ethnic fermented foods of the world: An overview. *Journal of Ethnic Foods*, 11(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s42779-024-00254-2>
- Leeuwendaal, N. K., Stanton, C., O'Toole, P. W., & Beresford, T. P. (2022). Fermented foods, health and the gut microbiome. *Nutrients*, 14(7), 1527. <https://doi.org/10.3390/nu14071527>
- LeMone, P., Burke, K. M., & Bauldoff, G. (2014). Παθολογική–χειρουργική νοσηλευτική: Κριτική σκέψη στη φροντίδα του ασθενούς. *Ιατρικές Εκδόσεις Λαγός*.
- Leonard, P., & Sur, S. (2002). Asthma: Future directions. *Medical Clinics of North America*, 86(5), 1131–1156. [https://doi.org/10.1016/S0025-7125\(02\)00037-8](https://doi.org/10.1016/S0025-7125(02)00037-8)
- Li, K., Ruan, G., Liu, S., Xu, T., Guan, K., Li, J., & Li, J. (2023). Eosinophilic gastroenteritis: Pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Chinese Medical Journal*, 136(8), 899–909. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000002511>

- Lisiecka, M. Z. (2025). Meat allergy: Specific reactions to chicken, beef, pork, and alternative protein sources. *Asia Pacific Allergy*, 16(1), 56–64. <https://doi.org/10.5415/apallergy.0000000000000207>
- Lisiecka, M. Z. (2026). Food-dependent exercise-induced anaphylaxis due to cereal consumption (in particular wheat). *CABI Reviews*. <https://doi.org/10.1079/CABIREVIEWS.2026.0004>
- Liu, H., Wu, M., Wang, Q., Gao, L., Jiang, H., Shi, K., Lin, Y., Zhou, J., Huang, J., Qu, S., Zhang, Y., Zheng, F., Huang, Y., & Han, J. (2024). IL-33 released during challenge phase regulates allergic asthma in an age-dependent way. *Cellular & Molecular Immunology*, 22(2), 191–207. <https://doi.org/10.1038/s41423-024-01205-2>
- Liu, J. R., Wang, S. Y., Chen, M. J., Yueh, P. Y., & Lin, C. W. (2006). The anti-allergenic properties of milk kefir and soymilk kefir and their beneficial effects on the intestinal microflora. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(15), 2527–2533. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2649>
- Liu, L., Wang, J., Rosenberg, D., Zhao, H., Lengyel, G., & Nadel, D. (2018). Fermented beverage and food storage in 13,000-year-old stone mortars at Raqefet Cave, Israel: Investigating Natufian ritual feasting. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 21, 783–793. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.08.008>
- Liu, Z., Jiang, Y., Fan, Q., Li, S., & Wang, Y. (2025). The role of butyric acid and microorganisms in chronic inflammatory diseases and microbiome-based therapeutics. *Journal of Inflammation Research*, 18, 13465–13487. <https://doi.org/10.2147/JIR.S540163>
- Luparelli, A., Losito, I., De Angelis, E., Pilolli, R., & Monaci, L. (2023). Multi-target detection of nuts and peanuts as hidden allergens in bakery products through

bottom-up proteomics and high-resolution mass spectrometry. *Foods*, 12(4), 726.

<https://doi.org/10.3390/foods12040726>

Mabrouk, M., Wahnou, H., Merhi, Y., Abou-Saleh, H., Guessous, F., & Zaid, Y. (2025).

The role of soluble CD40L in autoimmune diseases. *Journal of Translational Autoimmunity*, 10, 100288. <https://doi.org/10.1016/j.jtauto.2025.100288>

Mack, D. P. (2025). How to manage asthma in a food-allergic patient: A practical approach.

Journal of Food Allergy, 7(1), 21–26. <https://doi.org/10.2500/JFA.2025.7.250008>

Magriplis, E., Kotopoulou, S., Adamberg, S., Burton-Pimentel, K. J., Kitryte-Syrpa, V.,

Laranjo, M., Meslier, V., Smiliotopoulos, T., Vergères, G., Vidovic, B., Chassard, C., & Syrpas, M. (2025). Fermented food consumption across European regions: Protocol for the development and validation of the web-based Fermented Foods Frequency Questionnaire (3FQ). *JMIR Research Protocols*, 14, e69212. <https://doi.org/10.2196/69212>

Magriplis, E., Smiliotopoulos, T., Myrintzou, N., Burton-Pimentel, K. J., Adamberg, S.,

Adamberg, K., Agagündüz, D., Atanasova-Pancevska, N., Beglaryan, M., Brolsma, E. M. B., Burtscher, J., Cerjak, M., Ciesarová, Z., Ciprovica, I., De Filippis, F., Gandía, M., Hillesheim, E., Hoxha, L., Borch Ibsen, D., Syrpas, M. (2025). Validation of the fermented food frequency questionnaire to assess consumption across four European regions: A study within the Promoting Innovation of Fermented Foods COST Action. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1667653. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1667653>

Marco, M. L., Sanders, M. E., Gänzle, M., Arrieta, M.-C., Cotter, P. D., De Vuyst, L., Hill,

C., Holzapfel, W., Lebeer, S., Merenstein, D., Reid, G., Wolfe, B. E., & Hutkins, R. (2021). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics

- (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(3), 196–208. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00390-5>
- Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9), 1021. <https://doi.org/10.3390/nu9091021>
- Marwa, K., Goldin, J., & Kondamudi, N. P. (2025). Type IV hypersensitivity reaction. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562228/>
- Mathew, M., Leeds, S., & Nowak-Węgrzyn, A. (2022). Recent update in food protein-induced enterocolitis syndrome: Pathophysiology, diagnosis, and management. *Allergy, Asthma & Immunology Research*, 14(6), 587–602. <https://doi.org/10.4168/AAIR.2022.14.6.587>
- McKernan, K. E., Pilier, E. H., & Newcomb, D. C. (2026). Sex differences in asthma pathogenesis. *Immunological Reviews*, 337(1), e70100.
<https://doi.org/10.1111/imr.70100>
- Mello, I., Spencer, M., Day, M., Kuzin, J., & Bruce, K. (2024). Food allergies: Updates for nurses. *Nursing*, 54(2), 17–25.
<https://doi.org/10.1097/01.NURSE.0000998020.62379.25>
- Minko, A. (2024). *Frumenty: A European recipe in the medieval culinary tradition* (Master's thesis). Central European University.
- Mohammadi, N., & Ostovar, N. (2023). Chemical composition, fatty acid composition, and volatile compounds of a traditional Kurdish fermented cereal food: Tarkhineh. *Food Chemistry Advances*, 2, 100187. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100187>

- Mónico, B., Gama, J. M. R., Pastorinho, M. R., & Lourenço, O. (2019). Tobacco smoke as a risk factor for allergic sensitization in adults: Conclusions of a systematic review and meta-analysis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 143(1), 417–419. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2018.07.040>
- Mota, J., & Vilela, A. (2024). Aged to perfection: The scientific symphony behind port wine, vinegar, and acetic acid bacteria. *Fermentation*, 10(4), 200. <https://doi.org/10.3390/fermentation10040200>
- Motosko, C. C., & Abrouk, M. (2022). Kombucha-induced irritant contact dermatitis. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 87(3), AB178. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2022.06.743>
- Moura, M. M. de, Martins, L. C., Alcantara, G. M. R. N., Rocha, F. R. P., & Melchert, W. R. (2026). Microwave-assisted extraction of total phenolic compounds from coffee. *Applied Food Research*, 6(1), 101821. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2026.101821>
- Mutahir, M., Bhatti, N., & Aziz, K. (2025). Probiotics as guardians of gut health and gatekeepers of disease prevention. *Journal of Medical & Health Sciences Review*, 2(3), 6391–6400. <https://doi.org/10.62019/4avqny30>
- Na, W., & Sohn, C. (2026). The association between fermented food intake and hs-CRP across age groups in Korean adults: Effect modification by sodium intake. *Nutrients*, 18(8), 1264. <https://doi.org/10.3390/nu18081264>
- Nagata, Y., & Suzuki, R. (2022). FcεRI: A master regulator of mast cell functions. *Cells*, 11(4), 622. <https://doi.org/10.3390/cells11040622>
- Niu, C., Hua, Y., Kang, J., Li, F., Chen, B., Guo, R., & Wei, Y. (2026). Microbiota-derived butyric acid activates GPR41/43/109A signaling to restore intestinal barrier

- integrity and mediate the anti-colitic effect of *Sophora alopecuroides* extract. *Food Bioscience*, 77, 108385. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2026.108385>
- Nkhata, S. G., Ayua, E., Kamau, E. H., & Shingiro, J. B. (2018). Fermentation and germination improve nutritional value of cereals and legumes through activation of endogenous enzymes. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2446–2458. <https://doi.org/10.1002/fsn3.846>
- Nokhoijav, E., Guba, A., Vadadokhau, U., Tózsér, J., Győri, Z., Kalló, G., & Csősz, É. (2023). Comparative analysis of amino acid and biogenic amine compositions of fermented grape beverages. *Metabolites*, 13(8), 892. <https://doi.org/10.3390/metabo13080892>
- Ordóñez, J. D. (2025). Intolerance, allergies, and acute intoxication to alcoholic beverages. In M. G. Muñera Gómez, O. Correa Jimenez, & J. Bustillo Arias (Eds.), *Allergies, poisoning and intolerance to common substances: Basic and clinical aspects* (pp. 43–57). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93658-6_4
- Ordóñez, J. L., Callejón, R. M., Morales, M. L., & García-Parrilla, M. C. (2013). A survey of biogenic amines in vinegars. *Food Chemistry*, 141(3), 2713–2719. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.087>
- Owusu-Kwarteng, J., Agyei, D., Akabanda, F., Atuna, R. A., & Amagloh, F. K. (2022). Plant-based alkaline fermented foods as sustainable sources of nutrients and health-promoting bioactive compounds. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 885328. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.885328>
- Özel, Ş. M., & Urbanova, K. (2026). Essential oils as natural antimicrobials in fermented meat products: Advances, challenges, and prospects for clean label. *Applied Sciences*, 16(9), 4467. <https://doi.org/10.3390/app16094467>

- Pantlik, J., Lipej, M., Banić, I., Šutić, M., Mijač, S., Anić, P., Genc, A. M., Vukić, A., Piškor, A., Gospić, A. M., Lončarić, Ž. V., Jurić, M., Drinković, V., Marić, I., Kušan, T., & Turkalj, M. (2026). Age-, sex- and region-specific patterns in sensitization rates to food allergens and food allergy prevalence in Croatian children: The H2020 IMPTOX and ERDF P4 study findings. *Children*, 13(2), 234. <https://doi.org/10.3390/children13020234>
- Papapostolou, N., Xepapadaki, P., Gregoriou, S., & Makris, M. (2022). Atopic dermatitis and food allergy: A complex interplay—What we know and what we would like to learn. *Journal of Clinical Medicine*, 11(14), 4232. <https://doi.org/10.3390/jcm11144232>
- Park, I., & Mannaa, M. (2025). Fermented foods as functional systems: Microbial communities and metabolites influencing gut health and systemic outcomes. *Foods*, 14(13), 2292. <https://doi.org/10.3390/foods14132292>
- Parrinello, G., Fontana, D. E., & Villalta, D. (2025). An overview of hidden food allergens: Need for change to the priority food allergen lists? *European Annals of Allergy and Clinical Immunology*, 57(2), 51–67. <https://doi.org/10.23822/EurAnnACI.1764-1489.370>
- Patel, P., Butani, K., Kumar, A., Singh, S., & Prajapati, B. G. (2023). Effects of fermented food consumption on non-communicable diseases. *Foods*, 12(4), 687. <https://doi.org/10.3390/foods12040687>
- Patel, R. H., & Mohiuddin, S. S. (2026). Biochemistry, histamine. In *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557790/>
- Paul, A. K., Lim, C. L., Apu, M. A. I., Dolma, K. G., Gupta, M., de Lourdes Pereira, M., Wilairatana, P., Rahmatullah, M., Wiart, C., & Nissapatorn, V. (2023). Are

fermented foods effective against inflammatory diseases? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2481.

<https://doi.org/10.3390/ijerph20032481>

Pechey, R., & Monsivais, P. (2016). Socioeconomic inequalities in the healthiness of food choices: Exploring the contributions of food expenditures. *Preventive Medicine*, 88, 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.04.012>

Peng, G., Abudouwanli, A., Sun, Q., Tan, Y., Zhao, W., Yang, M., Wang, S., Ogawa, H., Okumura, K., & Niyonsaba, F. (2025). Role of antimicrobial peptides in the pathogenesis of atopic dermatitis. *The Journal of Dermatology*, 53(3), 372–379. <https://doi.org/10.1111/1346-8138.17975>

Pereira, A. G. (2026). Kombucha as a bioactive functional beverage: Current evidence, production challenges, and future perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 27(6), 2739. <https://doi.org/10.3390/ijms27062739>

Peri, F., Amaddeo, A., Badina, L., Maschio, M., Barbi, E., & Ghirardo, S. (2023). T2-low asthma: A discussed but still orphan disease. *Biomedicines*, 11(4), 1226. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11041226>

Popova, S., Rehm, J., Patra, J., & Zatonski, W. (2007). Comparing alcohol consumption in Central and Eastern Europe to other European countries. *Alcohol and Alcoholism*, 42(5), 465–473. <https://doi.org/10.1093/alcalc/agl124>

Präger, L., Simon, J. C., & Treudler, R. (2023). Food allergy—New risks through vegan diet? Overview of new allergen sources and current data on the potential risk of anaphylaxis. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 21(11), 1308–1313. <https://doi.org/10.1111/ddg.15157>

- Prattico, C., Mulé, P., & Ben-Shoshan, M. (2023). A systematic review of food protein-induced enterocolitis syndrome. *International Archives of Allergy and Immunology*, 184(6), 567–575. <https://doi.org/10.1159/000529138>
- Ptaschinski, C., & Gibbs, B. F. (2024). Early-life risk factors which govern pro-allergic immunity. *Seminars in Immunopathology*, 46(3–4), 9. <https://doi.org/10.1007/s00281-024-01020-x>
- Qadri, H. A., Sagar, A., Zaman, A., Faisal, A. R., Singh, P., & Garcia Chiroles, P. I. (2026). Unraveling the enigma of eosinophilic gastroenteritis: A rare case of multisystem involvement in an elderly patient. *Oxford Medical Case Reports*, 2026(2), 109–113. <https://doi.org/10.1093/omcr/omaf302>
- Rahim, M. H. A., Hazrin-Chong, N. H., Harith, H. H., Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I., & Sukor, R. (2023). Roles of fermented plant-, dairy- and meat-based foods in the modulation of allergic responses. *Food Science and Human Wellness*, 12(3), 691–701. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.09.002>
- Raihofer, L., Zarnow, M., Gastl, M., & Hutzler, M. (2022). A short history of beer brewing. *EMBO Reports*, 23(12), e56355. <https://doi.org/10.15252/embr.202256355>
- Ramonell, R. P., Gauthier, M. C., Ray, A., & Wenzel, S. E. (2025). Biologic medications for severe asthma: Implications for understanding pathogenic heterogeneity and endotypes. *Annual Review of Medicine*, 76, 339–355. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-070323-103158>
- Rennie, G. H., Zhao, J., Camus-Ela, M., Shi, J., Jiang, L., Zhang, L., Wang, J., & Raghavan, V. (2023). Influence of lifestyle and dietary habits on the prevalence of food allergies: A scoping review. *Foods*, 12(17), Article 3290. <https://doi.org/10.3390/foods12173290>

- Reyes, P. W. C., Wigmann, C., Kress, S., Schwender, H., & Schikowski, T. (2026). Exploring the relative contribution of genetic and external exposomic risk scores to allergies in elderly women. *Scientific Reports*, 16(1), Article 804. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-32501-0>
- Rezac, S., Kok, C. R., Heermann, M., & Hutkins, R. (2018). Fermented foods as a dietary source of live organisms. *Frontiers in Microbiology*, 9, Article 1785. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01785>
- Riemann, S., Matthys, I., Maes, T., Lapauw, B., & Brusselle, G. (2026). Obesity and asthma: Obesity causes and aggravates asthma across the entire type-2 inflammation spectrum. *European Respiratory Journal*, 67(6), 2502687. <https://doi.org/10.1183/13993003.02687-2025>
- Riley, L., Guthold, R., Cowan, M., Savin, S., Bhatti, L., Armstrong, T., & Bonita, R. (2016). The World Health Organization STEPwise approach to noncommunicable disease risk-factor surveillance: Methods, challenges, and opportunities. *American Journal of Public Health*, 106(1), 74–78. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302962>
- Rizzello, C. G., De Angelis, M., Coda, R., & Gobbetti, M. (2006). Use of selected sourdough lactic acid bacteria to hydrolyze wheat and rye proteins responsible for cereal allergy. *European Food Research and Technology*, 223(3), 405–411. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0220-x>
- Robinson, D., Humbert, M., Buhl, R., Cruz, A. A., Inoue, H., Korom, S., Hanania, N. A., & Nair, P. (2017). Revisiting type 2-high and type 2-low airway inflammation in asthma: Current knowledge and therapeutic implications. *Clinical & Experimental Allergy*, 47(2), 161–175. <https://doi.org/10.1111/cea.12880>

- Rossi, C. M., Lenti, M. V., Merli, S., Lo Bello, A., Mauro, A., Anderloni, A., Ribaldone, D. G., Marabotto, E., Venero, M., Sheijani, S. D., Maniero, D., Vanoli, A., Klersy, C., Savarino, E. V., & Di Sabatino, A. (2024). Clinical and atopic features of patients with primary eosinophilic colitis: An Italian multicentre study. *Internal and Emergency Medicine*, 19(4), 993–1005. <https://doi.org/10.1007/s11739-024-03568-w>
- Rousou, C., Kostin, E., Christodoulou, E., Theodorou, T., Pavlou, Z., & Pitsios, C. (2025). Pollen food allergy syndrome in Southern European adults: Patterns and insights. *Applied Sciences*, 15(7), 3943. <https://doi.org/10.3390/app15073943>
- Rymuszka, A., & Gorczynska, W. (2026). Classical food fermentations as modern biotechnological platforms: Alcoholic, acetic, butyric, lactic and propionic pathways and applications. *Molecules*, 31(2), 333. <https://doi.org/10.3390/molecules31020333>
- Saavedra Torres, J. S., & Annamaraju, P. (2025). Type III hypersensitivity reaction. In *StatPearls* [Internet]. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559122/>
- Sadhasivamohan, A., & Karthikeyan, K. (2022). Chocolate and skin: The impact of an insatiable indulgence. *Indian Dermatology Online Journal*, 13(6), 806–809. https://doi.org/10.4103/IDOJ.IDOJ_238_22
- Saha Turna, N., Chung, R., & McIntyre, L. (2024). A review of biogenic amines in fermented foods: Occurrence and health effects. *Heliyon*, 10(2), e24501. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24501>
- Salma, A. F., Ramadhan, G., Maharani, N. Y., & Fatimah, R. S. (2025). Optimization of acetic acid production process using the Cativa method for increasing product

purity. *Journal of Chemical Engineering Research Progress*, 2(1), 103–114.

<https://doi.org/10.9767/JCERP.20320>

Salvatore, S., Folegatti, A., Ferrigno, C., Pensabene, L., Agosti, M., & D'Auria, E. (2024).

To diet or not to diet: This is the question in food-protein-induced allergic proctocolitis (FPIAP)—A comprehensive review of current recommendations.

Nutrients, 16(5), 589. <https://doi.org/10.3390/nu16050589>

Santos, A. F., Riggioni, C., Agache, I., Akdis, C. A., Akdis, M., Alvarez-Perea, A., Alvaro-

Lozano, M., Ballmer-Weber, B., Barni, S., Beyer, K., Bindslev-Jensen, C., Brough,

H. A., Buyuktiryaki, B., Chu, D., Del Giacco, S., Dunn-Galvin, A., Eberlein, B.,

Ebisawa, M., Eigenmann, P., ... Skypala, I. (2023). EAACI guidelines on the

diagnosis of IgE-mediated food allergy. *Allergy*, 78(12), 3057–3076. [https://doi.org/](https://doi.org/10.1111/all.15902)

[10.1111/all.15902](https://doi.org/10.1111/all.15902)

Sarita, B., Samadhan, D., Hassan, M. Z., & Kovaleva, E. G. (2024). A comprehensive

review of probiotics and human health: Current prospective and applications.

Frontiers in Microbiology, 15, 1487641.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1487641>

Satitsuksanoa, P., Jansen, K., Głobińska, A., van de Veen, W., & Akdis, M. (2018).

Regulatory immune mechanisms in tolerance to food allergy. *Frontiers in*

Immunology, 9, 2939. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02939>

Saulyte, J., Regueira, C., Montes-Martínez, A., Khudyakov, P., & Takkouche, B. (2014).

Active or passive exposure to tobacco smoking and allergic rhinitis, allergic dermatitis, and food allergy in adults and children: A systematic review and meta-analysis. *PLoS Medicine*, 11(3), e1001611.

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001611>

- Sayed, S. R. A., Phaniband, T., Puranik, S., Momin, M., & Sayed, A. J. (2026). Quick review on type-1 hypersensitivity: Etiology, diagnosis, and its management. *World Journal of Pharmacy and Medical Science*, 2(2), 20–33. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18442828>
- Seesaard, T., & Wongchoosuk, C. (2022). Recent progress in electronic noses for fermented foods and beverages applications. *Fermentation*, 8(7), 302. <https://doi.org/10.3390/fermentation8070302>
- Şengün, İ. Y., & Güney, D. (2021). Probiotic potential of fermented foods and their effects on immune system. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 9(10), 1744–1750. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i10.1744-1750.3880>
- Shahbazi, R., Sharifzad, F., Bagheri, R., Alsadi, N., Yasavoli-Sharahi, H., & Matar, C. (2021). Anti-inflammatory and immunomodulatory properties of fermented plant foods. *Nutrients*, 13(5), 1516. <https://doi.org/10.3390/nu13051516>
- Sharma, R., Garg, P., Kumar, P., Bhatia, S. K., & Kulshrestha, S. (2020). Microbial fermentation and its role in quality improvement of fermented foods. *Fermentation*, 6(4), 106. <https://doi.org/10.3390/fermentation6040106>
- Shimada, R., Harada, Y., Yano, E., Zaima, N., & Moriyama, T. (2024). Soybean allergen detection for hypoallergenicity validation of natto—A fermented soybean food. *ACS Food Science & Technology*, 4(4), 860–870. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.3c00526>
- Singh, A., Saxena, A., & Maity, T. (2025). Fermented meat products. In *Healthier Meat Products* (pp. 177–200). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-78215-2_9

- Sionek, B., Szydłowska, A., Küçükgöz, K., & Kołożyn-Krajewska, D. (2023). Traditional and new microorganisms in lactic acid fermentation of food. *Fermentation*, 9(12), 1019. <https://doi.org/10.3390/fermentation9121019>
- Skaaby, T., Kilpeläinen, T. O., Taylor, A. E., Mahendran, Y., Wong, A., Ahluwalia, T. S., Paternoster, L., Trompet, S., Stott, D. J., Flexeder, C., Zhou, A., Brusselle, G., Sajjad, A., Lahousse, L., Tiemeier, H., Have, C. T., Thuesen, B. H., Kårhus, L. L., Møllehave, L. T., ... Linneberg, A. (2019). Association of alcohol consumption with allergic disease and asthma: A multicenter Mendelian randomization analysis. *Addiction*, 114(2), 216–225. <https://doi.org/10.1111/add.14438>
- Socheata, C., Somaly, S., Lika, R., & Sokra, I. (2026). The best strain for wine production: A concise review. *Journal of Agriculture and Technology*, 2(1), 85–90. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17960706>
- Song, N. E., Cho, H. S., & Baik, S. H. (2016). Bacteria isolated from Korean black raspberry vinegar with low biogenic amine production in wine. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47(2), 452–460. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.01.016>
- Spolidoro, G. C. I., Amara, Y. T., Ali, M. M., Nyassi, S., Lisik, D., Ioannidou, A., Rovner, G., Khaleva, E., Venter, C., van Ree, R., Worm, M., Vlieg-Boerstra, B., Sheikh, A., Muraro, A., Roberts, G., & Nwaru, B. I. (2023). Frequency of food allergy in Europe: An updated systematic review and meta-analysis. *Allergy*, 78(2), 351–368. <https://doi.org/10.1111/all.15560>
- Stanzer, D., Hanousek Čiča, K., Blesić, M., Smajić Murtić, M., Mrvčić, J., & Spaho, N. (2023). Alcoholic fermentation as a source of congeners in fruit spirits. *Foods*, 12(10), 1951. <https://doi.org/10.3390/foods12101951>

- Steinman, H. A. (1996). “Hidden” allergens in foods. *Current Allergy & Clinical Immunology*, 9(1), 5–8.
- Su, Y., & Xia, Y. (2026). Gut microbiota dysbiosis and depression: Bidirectional interactions, mediating pathways, and microecological therapeutics. *Current Research in Food Science*, 12, 101372. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2026.101372>
- Syrpas, M., Smiliotopoulos, T., Adamberg, S., Adamberg, K., Ağagündüz, D., Brouwer-Brolsma, E. M., Burtscher, J., Perry, M. C. G., Cerjak, M., Chandolias, K., Ciesarova, Z., Ciprova, I., De Filippis, F., Delia, E., Frestis, Y., Gamero, A., Hristov, H., Ibsen, D. B., Jaros, D., ... Magriplis, E. (2025). Mapping fermented food prevalence and intake across European regions: Results from the PIMENTO study [Preprint]. *Preprints.org*. <https://doi.org/10.20944/preprints202511.2200.v1>
- Tacer-Caba, Z., Nilufer-Erdil, D., & Ai, Y. (2015). General properties of major food components. In *Handbook of Food Chemistry*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41609-5_33-1
- Tajimatovna, N. D., & Abdurasulova, M. D. (2026). Allergic diseases and their prevention. *American Journal of Education and Learning*, 4(2), 74–78. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18500725>
- Tamang, J. P., Cotter, P. D., Endo, A., Han, N. S., Kort, R., Liu, S. Q., Mayo, B., Westerik, N., & Hutkins, R. (2020). Fermented foods in a global age: East meets West. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(1), 184–217. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12520>
- Tanaka, K., Okubo, H., Sasaki, S., Arakawa, M., & Miyake, Y. (2021). Maternal caffeine intake during pregnancy and risk of food allergy in young Japanese children.

- Journal of Paediatrics and Child Health, 57(6), 903–907.
<https://doi.org/10.1111/jpc.15351>
- Tang, X., & Li, M. (2024). The role of the skin in the atopic march. *International Immunology*, 36(11), 567–577. <https://doi.org/10.1093/intimm/dxae053>
- Tedner, S. G., Asarnoj, A., Thulin, H., Westman, M., Konradsen, J. R., & Nilsson, C. (2022). Food allergy and hypersensitivity reactions in children and adults—A review. *Journal of Internal Medicine*, 291(3), 283–302.
<https://doi.org/10.1111/joim.13422>
- Temessek, M. B., Rebai, O., & Fattouch, S. (2026). Kefir: Unveiling the science behind a traditional fermented food—A narrative review of its composition, bioactivities, and therapeutic potential. *Journal of Gastroenterology Research and Practice*, 6.
<https://jjgastro.com/articles/JJGR-v6-1243.pdf>
- Tiwana, A., Zhang, B., & Brooks, J. D. (2026). Body mass index and current asthma in adulthood: A cross-sectional study of the Canadian Community Health Survey (2017–2018). *Canadian Journal of Public Health*. Advance online publication.
<https://doi.org/10.17269/s41997-026-01160-7>
- Todorovic, S., Akpınar, A., Assunção, R., Bär, C., Bavaro, S. L., Berkel Kasıkcı, M., Domínguez-Soberanes, J., Capozzi, V., Cotter, P. D., Doo, E. H., Gündüz Ergün, B., Guzel, M., Harsa, H. S., Hastaoglu, E., Humblot, C., Hyseni, B., Hosoglu, M. I., Issa, A., Karakaş-Budak, B., ... Vergères, G. (2024). Health benefits and risks of fermented foods—The PIMENTO initiative. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1458536.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1458536>
- Triandita, N., Prangdimurti, E., Yuliana, N. D., Wijaya, H., & Palupi, N. S. (2026). Effect of tempeh processing on the nutritional composition and immunoreactivity of

Grobogan soybeans. *International Journal of Food Science*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1155/ijfo/3749361>

Tsafrakidou, P., Michaelidou, A. M., & Biliaderis, C. G. (2020). Fermented cereal-based products: Nutritional aspects, possible impact on gut microbiota and health implications. *Foods*, 9(6), 734. <https://doi.org/10.3390/foods9060734>

Turner, P. J., Ansotegui, I. J., Campbell, D. E., Cardona, V., Carr, S., Custovic, A., Durham, S., Ebisawa, M., Geller, M., Gonzalez-Estrada, A., Greenberger, P. A., Hossny, E., Irani, C., Leung, A. S. Y., Levin, M. E., Muraro, A., Oppenheimer, J. J., Ortega Martell, J. A., Pouessel, G., ... Morais-Almeida, M. (2024). Updated grading system for systemic allergic reactions: Joint statement of the World Allergy Organization Anaphylaxis Committee and Allergen Immunotherapy Committee. *World Allergy Organization Journal*, 17(3), 100876. <https://doi.org/10.1016/j.waojou.2024.100876>

U.S. Food and Drug Administration. (2025). Questions and answers regarding food allergens, including the Food Allergen Labeling Requirements of the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act (Edition 5): Guidance for industry. <https://www.fda.gov/FoodGuidances>

Valentino, V., Magliulo, R., Farsi, D., Cotter, P. D., O'Sullivan, O., Ercolini, D., & De Filippis, F. (2024). Fermented foods, their microbiome and its potential in boosting human health. *Microbial Biotechnology*, 17(2), e14428. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14428>

Valerieva, E., Vasileva, M., Baynova, K., Krusheva, B., Petkova, E., Nenova, M., Novakova, P., Staevska, M., Cimbollek, S., & Valerieva, A. (2026). Women

- hormones and hypersensitivity: Allergic diseases in menopause. *Frontiers in Allergy*, 7, 1777688. <https://doi.org/10.3389/falgy.2026.1777688>
- Verduci, E., D'Elios, S., Cerrato, L., Comberiati, P., Calvani, M., Palazzo, S., Martelli, A., Landi, M., Trikamjee, T., & Peroni, D. G. (2019). Cow's milk substitutes for children: Nutritional aspects of milk from different mammalian species, special formula and plant-based beverages. *Nutrients*, 11(8), 1739. <https://doi.org/10.3390/nu11081739>
- Vieira, R. J., Pereira, A. M., Kupczyk, M., Regateiro, F. S., Larenas-Linnemann, D. E., Toppila-Salmi, S., Iinuma, T., Kuna, P., Cruz, A. A., Brussino, L., Gemiciglu, B., Samolinski, B., Taborda-Barata, L., Ventura, M. T., Kvedariene, V., Klimek, L., Pfaar, O., Zuberbier, T., Azevedo, L. F., ... Sousa-Pinto, B. (2025). Impact of allergic symptoms on work productivity in allergic rhinitis: A MASK-air direct patient data study. *Allergology International*, 74(3), 445–452. <https://doi.org/10.1016/j.alit.2024.12.007>
- Vieira, R. J., Sousa-Pinto, B., Bousquet, J., Schünemann, H. J., Zuberbier, T., Bognanni, A., Togias, A., Samolinski, B., Valiulis, A., Williams, S., Bedbrook, A., Czarlewski, W., Torres, M. J., Shamji, M. H., Morais-Almeida, M., Canonica, G. W., de las Vecillas, L., Dykewicz, M. S., Jacomelli, C., ... Fonseca, J. A. (2026). Allergic Rhinitis and Its Impact on Asthma (ARIA)-EAACI Guidelines—2024–2025 Revision: Part II—Guidelines on Oral and Ocular Treatments. *Allergy*, 81, 1947–1970. <https://doi.org/10.1111/all.70305>
- Vininski, M. S., Rajput, S., Hobbs, N. J., & Dolence, J. J. (2022). Understanding sex differences in the allergic immune response to food. *AIMS Allergy and Immunology*, 6(3), 90–105. <https://doi.org/10.3934/allergy.2022009>

- Visciano, P., & Schirone, M. (2022). Update on biogenic amines in fermented and non-fermented beverages. *Foods*, 11(3), 353. <https://doi.org/10.3390/foods11030353>
- Vlieg-Boerstra, B., Groetch, M., Vassilopoulou, E., Meyer, R., Laitinen, K., Swain, A., Durban, R., Benjamin, O., Bottse, R., Grimshaw, K., Netting, M., O'Mahony, L., de Jong, N., & Skypala, I. J. (2023). The immune-supportive diet in allergy management: A narrative review and proposal. *Allergy*, 78(6), 1441–1458. <https://doi.org/10.1111/all.15687>
- Walker, G. M., & Walker, R. S. K. (2018). Enhancing yeast alcoholic fermentations. *Advances in Applied Microbiology*, 105, 87–129. <https://doi.org/10.1016/bs.aambs.2018.05.003>
- White, K. D., Gaudieri, S., & Phillips, E. J. (2014). HLA and the pharmacogenomics of drug hypersensitivity. In *Handbook of Pharmacogenomics and Stratified Medicine* (pp. 437–465). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386882-4.00021-9>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Wood, L., Omorotionmwan, B. B., Blanchard, A. M., Dowle, A., Tooth, D., Bailey, T. S., & Griffin, R. (2025). A rapid genome-proteome approach to identify rate-limiting steps in the butyrate production pathway in probiotic *Clostridium butyricum*, CBM588. *Anaerobe*, 92, 102940. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2025.102940>
- Xiong, Y., Wang, F., Hu, G., Xiao, T., Wu, W., Zhu, X., Li, T., & Zhu, Z. (2026). Th17/Treg cell imbalance in allergic rhinitis: Mechanisms and therapeutic implications. *Genes & Immunity*, 27(2), 157–172. <https://doi.org/10.1038/s41435-026-00378-2>

- Yarlina, V. P., Tandra, J. L., Indiarito, R., Andoyo, R., Harlina, P. W., Ubaidillah, N. H. N., & Lani, M. N. (2026). Unraveling tempeh through omics: A scoping review of fermentation pathways and functional health benefits. *npj Science of Food*, 10(1), 122. <https://doi.org/10.1038/s41538-026-00754-2>
- Yu, W., Freeland, D. M. H., & Nadeau, K. C. (2016). Food allergy: Immune mechanisms, diagnosis and immunotherapy. *Nature Reviews Immunology*, 16(12), 751–765. <https://doi.org/10.1038/nri.2016.111>
- Zhang, E., Claesson, M. J., & Cotter, P. D. (2026). Adopting omics-based approaches to facilitate the establishment of microbial consortia to generate reproducible fermented foods with desirable properties. *npj Science of Food*, 10(1), 90. <https://doi.org/10.1038/s41538-026-00740-8>
- Zhang, Y., Che, H., Li, C., & Jin, T. (2023). Food allergens of plant origin. *Foods*, 12(11), 2232. <https://doi.org/10.3390/foods12112232>
- Zhu, K. Z., He, C., Zhu, S. Z., Liu, Z., & Zeng, M. (2026). Enhanced early detection of allergic rhinitis: A prospective study on a symptom-based predictive model. *World Journal of Otorhinolaryngology–Head and Neck Surgery*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/wjo2.70109>
- Zubeldia-Varela, E., Barker-Tejeda, T. C., Obeso, D., Villaseñor, A., Barber, D., & Pérez-Gordo, M. (2022). Microbiome and allergy: New insights and perspectives. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 32(5), 327–344. <https://doi.org/10.18176/jiaci.0852>
- Zuberbier, T., Dörr, T., Aberer, W., Alvaro, M., Angier, E., Arasi, S., Arshad, H., Ballmer-Weber, B., Bartra, J., Beck, L., Bégin, P., Bindslev-Jensen, C., Bislimovska, J., Bousquet, J., Brockow, K., Bush, A., Cianferoni, A., Cork, M. J., Custovic, A., ...

- Worm, M. (2022). Proposal of 0.5 mg of protein/100 g of processed food as threshold for voluntary declaration of food allergen traces in processed food—A first step in an initiative to better inform patients and avoid fatal allergic reactions: A GA²LEN position paper. *Allergy*, 77(6), 1736–1750. <https://doi.org/10.1111/all.15167>
- Αναγνώστου, Δ. (2019). Παραγωγή γιαουρτιού προϋδρολυμένης λακτόζης [Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο]. <https://doi.org/10.26240/heal.ntua.16710>
- Γιώβας, Δ. (2023). Τεχνικές προσδιορισμού αλλεργιογόνων σε δημητριακά [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο]. <https://apothesis.eap.gr/archive/item/179238>
- Καλύβα, Α. (2016). Πολυμορφισμοί στο γονίδιο της αs1-καζεΐνης του γάλακτος, σε ελληνική εκτροφή αγελάδων Holstein [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας]. <https://doi.org/10.26253/heal.uth.5405>
- Κουλούρη, Μ. (2013). Μέτρηση των κυτταροκινών IFN γ , IL-2, IL-4, IL-5 και αξιολόγησή τους σε παιδιά με έκζεμα, ρινίτιδα και άσθμα [Διδακτορική διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών]. <https://doi.org/10.12681/eadd/38638>
- Κυζάκη, Ν. (2024). Αλλεργίες, μικροβίωμα, διατροφή [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης]. <https://doi.org/10.26257/heal.duth.17577>
- Μπαντίκη, Α. (2026). Ανίχνευση επιγενετικών σημάτων στο DNA με την τεχνική LC-MS/MS [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο]. <https://apothesis.eap.gr/archive/item/235542>
- Φερεντίδου, Μ. Κ. (2016). Προσπάθειες βελτιστοποίησης της αλκοολικής ζύμωσης γλεύκους σταφυλιών υψηλής περιεκτικότητας σε σάκχαρα με μικτή καλλιέργεια

Αντωνιάδου Φεβρωνία, Συσχέτιση της κατανάλωσης ζυμωμένων τροφίμων με τον επιπολασμό αλλεργικών νοσημάτων σε ενήλικες: Ανάλυση δεδομένων από τη μελέτη PIMENTO με τη χρήση του ερωτηματολογίου 3FQ.

ζυμών [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης]. <https://doi.org/10.26262/heal.auth.ir.287957>

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα: Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.