



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΒΙΟΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Συστατικά βιολειτουργικών τροφίμων και
ροφημάτων: Συστηματική ανασκόπηση της
βιβλιογραφίας**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Σπύρος Ε. Ζωγράφος, Ph.D.

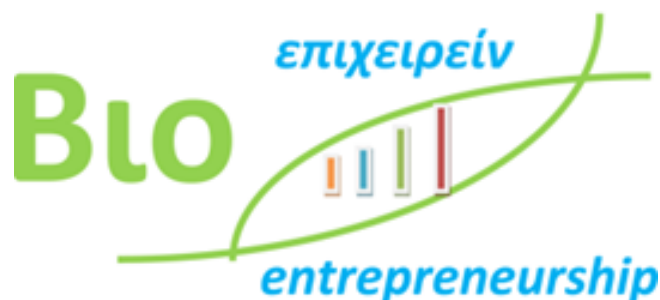
**Λούντζης Ανδρέας
Α.Μ. :00087
Αθήνα, 05/10/2022**



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY AND BIOTECHNOLOGY
NATIONAL HELLENIC RESEARCH FOUNDATION
INSTITUTE OF CHEMICAL BIOLOGY



INTERSTITUTIONAL PROGRAM OF POSTGRADUATE STUDIES
IN



MASTER THESIS

Biofunctional Food and Beverage Ingredients: A Systematic Review of the Literature

SUPERVISOR: Spyros E. Zographos, Ph.D.

Lountzis Andreas

A.M. :00087

Athens, 05/10/2022)

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στο

ΒΙΟΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ

που απονέμει το Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Εγκρίθηκε την από την τριμελή
εξεταστική επιτροπή:

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

| ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ | ΒΑΘΜΙΔΑ | ΥΠΟΓΡΑΦΗ |
|----------------------|----------------|-----------------|
|----------------------|----------------|-----------------|

| | | |
|-------------------|-------|--|
| ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΖΩΓΡΑΦΟΣ | ΕΡΕ Α | |
|-------------------|-------|--|

Στάγκος Δημήτριος

Κοντοπίδης Γεώργιος

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για όλη την υποστήριξη, την καθοδήγησή και την δύναμή που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια. Και εν συνεχεία όλους του καθηγητές και τα μέλη αυτού του προγράμματος που μας έδωσαν την ευκαιρία να προσθέσουμε μία ακόμη μεγάλη ακαδημαϊκή εμπειρία αλλά και να φθάσουμε πιο κοντά την ολοκλήρωσή μας ως άτομα.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Περίληψη | 8 |
| Abstract | 9 |
| Λέξεις κλειδιά | 10 |
| Σκοπός | 10 |
| 1 Εισαγωγή..... | 11 |
| 2 Ορισμός βιολειτουργικών τροφίμων/ροφημάτων | 12 |
| 3 Ιστορική αναδρομή Βιολειτουργικών τροφίμων | 13 |
| 4 Κατηγορίες Βιολειτουργικών τροφίμων..... | 14 |
| 5 Λειτουργικά Συστατικά τροφίμων και ποτών..... | 15 |
| 5.1 Βιοδραστικά συστατικά | 17 |
| 5.2 Σύνθεση βιοδραστικών ενώσεων και ο ρόλος τους στα φυτά..... | 17 |
| 5.3 Κύριες ομάδες βιοδραστικών ενώσεων στα φυτά & επιδράσεις τους στην υγεία | 18 |
| 5.3.1 Γλυκοζίτες | 18 |
| 5.3.2 Σαπωνίνες..... | 19 |
| 5.3.3 Γλυκοσίδες ανθρακινόνης..... | 20 |
| 5.3.4 Φαινολικές ενώσεις | 20 |
| 5.3.5 Ρητίνες | 27 |
| 5.3.6 Πρωτεΐνες και πεππίδια..... | 28 |
| 5.3.7 Προβιοτικοί μικροοργανισμοί..... | 29 |
| 5.3.8 Πρεβιοτικά & Συμβιωτικοί μικροοργανισμοί | 29 |
| 5.3.9 Φυτικές ίνες..... | 30 |
| 5.3.10 Λιπαρά Ω3 & Ω6 | 31 |
| 5.4 Επίδραση στη φυσιολογία και το μεταβολισμό του ανθρώπου..... | 33 |
| 5.4.1 Η γαστρεντερική οδός λειτουργεί ως σημαντικό σύστημα αναγνώρισης και άμυνας | 33 |
| 5.4.2 Πιθανοί τομείς ενδιαφέροντος υγείας για λειτουργικά τρόφιμα | 34 |
| 6 Η υποκατηγορία των λειτουργικών ροφημάτων – Παραδείγματα..... | 35 |
| 6.1 Χυμοί φρούτων λαχανικών | 35 |
| 6.2 Προϊόντα που βασίζονται στο γάλα..... | 46 |
| 6.3 Αθλητικά /ενεργειακά ποτά | 47 |
| 7 Νομοθεσίες σχετικά με τα βιολειτουργικά τρόφιμα..... | 48 |
| 7.1 Νομοθεσία στην Ιαπωνία | 48 |
| 7.2 Νομοθεσία στις ΗΠΑ..... | 49 |
| 7.3 Νομοθεσία στην Ευρώπη | 50 |

| | |
|--|-----------|
| 8. Μεθοδολογία συστηματικής ανασκόπησης..... | 52 |
| 8.1 Αγορά..... | 52 |
| 8.2 Προοπτικές..... | 57 |
| 8.3 Μελλοντικές προκλήσεις..... | 58 |
| 9. Συμπεράσματα..... | 59 |
| Βιβλιογραφία..... | 61 |
| Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία..... | 61 |
| Ξενόγλωσση βιβλιογραφία | 61 |
| Ιστοσελίδες..... | 65 |

Περιεχόμενα σχημάτων

| | |
|---|----|
| Σχήμα 1 Απεικόνιση μορίου γλυκοσίδης..... | 19 |
| Σχήμα 2 Απεικόνιση μορίου σαπωνίνη..... | 19 |
| Σχήμα 3 Κατηγοριοποίηση φαιολικών ουσιών | 20 |
| Σχήμα 4 Ομάδες φαιολικών ουσιών στα φυτά με βάση τον αριθμό ατόμων άνθρακα)..... | 21 |
| Σχήμα 5 Δομικά χαρακτηριστικά φλαβονόλων | 23 |
| Σχήμα 6 Δομικά χαρακτηριστικά από φλαβόνες. | 23 |
| Σχήμα 7 Φλαβανόνη | 23 |
| Σχήμα 8. Ναρινγενίνη..... | 24 |
| Σχήμα 9. Εσπερετίνη | 24 |
| Σχήμα 10 Δομικά χαρακτηριστικά από ισοφλαβόνες | 25 |
| Σχήμα 11 Δομικά χαρακτηριστικά ανθοκυανών)..... | 25 |
| Σχήμα 12 ταννίνες α) γαλλικό οξύ, β) γιουγλόνη, γ) ελλαγικό οξύ, δ) κατεχίνη..... | 26 |
| Σχήμα 13 Χημικές απεικονίσεις καροτενοειδών (καροτίνη και ξανθοφύλλες) | 28 |
| Σχήμα 14 Απεικόνιση χημικής δομής πρωτεϊνών | 28 |
| Σχήμα 15 Βασικό δομικό μόριο υδατανθράκων-απεικόνιση μορίου γλυκόζης | 30 |
| Σχήμα 16 Απεικόνιση χημικών δομών λιπαρών οξέων..... | 32 |
| Σχήμα 17 Συσχέτιση υγείας και κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων..... | 34 |
| Σχήμα 18 Κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων στην αγορά..... | 53 |
| Σχήμα 19 Ποσοστά Παγκόσμιας Αγοράς λειτουργικών τροφίμων..... | 54 |
| Σχήμα 20 Κανάλια διανομής λειτουργικών τροφίμων | 55 |
| Σχήμα 21 Συστατικά και λειτουργικά τρόφιμα | 55 |
| Σχήμα 22 Κατηγορίες τροφίμων και λειτουργικά τρόφιμα | 56 |
| Σχήμα 23 Υγεία και μερίδιο αγοράς λειτουργικών τροφίμων..... | 56 |
| Σχήμα 24 Μεθοδολογίες που μπορούν να εφαρμοστούν για την αξιολόγηση της λειτουργικότητας των τροφίμων και σχετικοί δείκτες..... | 57 |
| Σχήμα 25 Κύκλος Ανάπτυξης Λειτουργικών Τροφίμων | 59 |

Περιεχόμενα πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1 Ορισμός Βιολειτουργικών τροφίμων και ροφημάτων..... | 13 |
| Πίνακας 2. Ενδεικτικά Παραδείγματα βιολειτουργικών τροφίμων..... | 15 |

| | |
|---|----|
| Πίνακας 3 Βασικότερες βιταμίνες που χρησιμοποιούνται σαν πρόσθετα στα βιολειτουργικά τρόφιμα και τα οφέλη στην υγεία των καταναλωτών..... | 17 |
| Πίνακας 4 Οφέλη στην υγεία από κατανάλωση φυτικών ινών | 31 |
| Πίνακας 5 Συνήθη παραδείγματα εμπορικά διαθέσιμων χυμών λαχανικών και φρούτων στην ευρωπαϊκή και ασιατική αγορά | 36 |
| Πίνακας 6 Συνήθη παραδείγματα εμπορικά διαθέσιμων χυμών λαχανικών και φρούτων στην ευρωπαϊκή και ασιατική αγορά | 37 |
| Πίνακας 7 Ορισμένα προβιοτικά ποτά που διατίθενται στο εμπόριο παρατίθενται στον παραπάνω πίνακα | 46 |
| Πίνακας 8 Ορισμένα προβιοτικά ποτά που διατίθενται στο εμπόριο παρατίθενται στον παραπάνω πίνακα | 47 |

Περίληψη

Τα βιολειτουργικά τρόφιμα και ροφήματα φαίνεται πως κατέχουν δυναμική θέση τόσο στην αγορά όσο και ως αντικείμενο έρευνας. Τα βιολειτουργικά τρόφιμα που διατίθενται στην αγορά περιλαμβάνουν βρεφικά προϊόντα, γαλακτοκομικά, δημητριακά προϊόντα, μπισκότα, αρτοσκευάσματα, κρεατοσκευάματα, ροφήματα και χυμούς. Η νομοθεσία διαμορφώνει τις απαιτήσεις αυτών των τροφίμων, οι οποίες διαφέρουν για Ελλάδα, Αμερική και Ιαπωνία. Τα βιολειτουργικά τρόφιμα οφείλουν τις ευεργετικούς τους δράσεις στα βιοενεργά συστατικά που περιέχουν. Τα κυριότερα θρεπτικά συστατικά τους είναι τα καροτενοειδή, οι φυτικές ίνες, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, οι φαινολικές ενώσεις, τα ιχνοστοιχεία, τα πρεβιοτικά, τα προβιοτικά και οι βιταμίνες. Τα βιολειτουργικά τρόφιμα μπορούν να επιδράσουν σε συγκεκριμένους λειτουργικούς στόχους και πιο συγκεκριμένα, μπορούν να προάγουν τη γαστρεντερική υγεία, να δράσουν προληπτικά έναντι καρκινικών όγκων και ευεργετικά για το καρδιαγγειακό και το νευρικό σύστημα. Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς λειτουργικών ποτών αναμένεται να αυξηθεί από 117,04 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2021 σε 123,98 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2022, με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 5,9%. Το μέγεθος της αγοράς λειτουργικών ποτών αναμένεται να αυξηθεί στα 156,43 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2026 με CAGR 6%. Ωστόσο, απαιτείται να διερευνηθούν νέες τεχνολογίες επεξεργασίας και παραγωγής. Τα επιστημονικά αποδεδειγμένα οφέλη για την υγεία των νέων ποτών είναι απαραίτητα για την επικύρωση των ισχυρισμών υγείας.

Abstract

Biofunctional foods and beverages seem to have a dynamic position both in the market and in research. Foods are marketed and include baby products, dairy products, cereal products, cookies, pastries, meat products, beverages and juices. The food legislation setting up the requirements of these foods, which differ for Greece, America and Japan. Biofunctional foods owe their beneficial effects to the bioactive ingredients they contain. The main nutrients are carotenoids, fiber, unsaturated fatty acids, phenolic compounds, trace elements, prebiotics, probiotics and vitamins. Biofunctional foods can affect specific functional targets and more specifically, they can promote gastrointestinal health, act preventively against cancerous tumors, and have a beneficial effect on the cardiovascular and the nervous system. The global market size of functional drinks is expected to grow from US\$ 117.04 billion in 2021 to US\$ 123.98 billion in 2022, at a compound annual growth rate (CAGR) of 5.9%. The functional drinks market size is expected to grow to US\$ 156.43 billion by 2026 at a CAGR of 6%. However, new processing and production technologies need to be explored. Scientifically proven health benefits of new beverages are necessary for the validation of health claims.

Λέξεις κλειδιά

Βιολειτουργικά τρόφιμα

Βιολειτουργικά ροφήματα

Νομοθεσία

Συστατικά βιολειτουργικών τροφίμων και ροφημάτων

Αγορά

Σκοπός

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας με σκοπό την εύρεση πληροφοριών για συστατικά βιολειτουργικών τροφίμων και ροφημάτων με ισχυρισμούς υγείας που κυκλοφορούν στην αγορά, κανονιστικού πλαισίου στην Ιαπωνία, ΗΠΑ και Ευρώπη καθώς και του μεριδίου που αυτά καταλαμβάνουν στην παγκόσμια αγορά. Τέλος, δίνονται παραδείγματα λειτουργικών ροφημάτων ως ειδική υποκατηγορία και οι προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου των βιολειτουργικών ροφημάτων.

1 Εισαγωγή

Τρόφιμα και ποτά τα οποία έχουν πέραν από θρεπτικές και θεραπευτικές ιδιότητες είναι μία ιδέα η οποία έχει αναπτυχθεί πριν από τουλάχιστον 2500 χρόνια. Στα κείμενα του Ιπποκράτη αναφέρεται η φράση «Η τροφή είναι το φάρμακο σου και το φάρμακο σου η τροφή σου», όμως η έννοια του τροφίμου που έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει σα φάρμακο χάθηκε κατά τον 20^ο αιώνα με τη εξέλιξη της φαρμακευτικής θεραπευτικής αγωγής. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν επανέλθει στην επιστημονική κοινότητα της τεχνολογίας τροφίμων και της διατροφολογίας η προσπάθεια της ανάδειξης της σημασίας της διατροφής τόσο στην πρόληψη όσο και στη θεραπεία παθολογιών. Λόγω των προσπαθειών αυτών, αλλά και της αντίστοιχης ενημέρωσης, οι καταναλωτές έχουν αρχίσει να αλλάζουν τη άποψή τους για τη διατροφή. Τα τρόφιμα δεν αντιμετωπίζονται πλέον μόνο σα μέσα για την ικανοποίηση του αισθήματος της πείνας, αλλά και για την προαγωγή της υγείας και της ευεξίας (Granato et al., 2020, Birch et al., 2019).

Οι εξελίξεις σε θέματα υγείας, η αλλαγές στη νομοθεσία τροφίμων και η πρόοδος της τεχνολογίας τροφίμων, έχουν οδηγήσει το ενδιαφέρον του γενικού πληθυσμού σε προϊόντα διατροφής τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν αμυντικό όπλο για τη πρόληψη χρόνιων νοσημάτων όπως είναι τα καρδιαγγειακά νοσήματα, η υπέρταση, η αρθρίτιδα, η οστεοπόρωση και οι νευροεκφυλιστικές ασθένειες οι οποίες σχετίζονται με την ηλικία. Το αποτέλεσμα της αλλαγής στη συμπεριφορά των καταναλωτών είναι η δημιουργία μιας τάσης για την ανάπτυξη των λειτουργικών τροφίμων και ποτών, προϊόντων δηλαδή που προωθούν την υγεία των καταναλωτών. Η αγορά των λειτουργικών τροφίμων ξεκίνησε κατά τη δεκαετία του 1990, ωστόσο ακόμη και σήμερα συνεχίζει να αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς, ενώ οι μελλοντικές προοπτικές είναι ευοίωνες (Granato et al., 2020, Birch et al., 2019).

Τα βιολειτουργικά τρόφιμα, επομένως είναι μία έννοια πιο πρόσφατη σε σχέση με τη διατροφή, και έχει εξελιχθεί παγκοσμίως τις τελευταίες δεκαετίες περισσότερο στις αναπτυγμένες χώρες και ειδικότερα στις ΗΠΑ και την Ευρώπη. Η έννοια της λειτουργικότητας υποδηλώνει ότι έχουν την ικανότητα να επιδρούν την ευεργετικά στις ανθρώπινες λειτουργίες, και να βοηθούν στην ομαλή λειτουργία του οργανισμού, μειώνοντας παράλληλα το ρίσκο για την ανάπτυξη ασθενειών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των ευεργετικών ιδιοτήτων των λειτουργικών τροφίμων αποτελούν οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες, η επίδραση στη λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος, ο μεταβολισμός αλλά και η ψυχική υγεία και η νοητική κατάσταση του καταναλωτή (Szakaly et al., 2019).

Ο ορισμός του βιολειτουργικού τροφίμου ή ποτού, σύμφωνα με την FUFOS (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Μελέτης Λειτουργικών Τροφίμων), διευκρινίζει ότι σαν βιολειτουργικό τρόφιμο χαρακτηρίζεται οποιοδήποτε τρόφιμο προσφέρει σε ικανοποιητικό βαθμό ένα ή περισσότερα οφέλη σε μία ή περισσότερες λειτουργίες του οργανισμού, εκτός από τις θρεπτικές ουσίες που περιέχει. Επιπλέον, ένα βιολειτουργικό τρόφιμο μπορεί επίσης να μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης κάποιας ασθένειας ή να βελτιώνει την κατάσταση υγείας ενός ατόμου. Βασική προϋπόθεση του χαρακτηρισμού ενός προϊόντος σα λειτουργικό είναι να παραμένει στη μορφή του τροφίμου και να μην παίρνει τη μορφή του συμπληρώματος διατροφής όπως για παράδειγμα μορφή κάψουλας ή χαπιού, παραμένοντας με τον τρόπο αυτό τμήμα μιας ισορροπημένης διατροφής (Tiwary et al., 2021). Πιο συγκεκριμένα: πρέπει να είναι συμβατικά τρόφιμα που μπορεί να καταναλώνει στην καθημερινότητά του ο καταναλωτής, να περιέχουν φυσικά συστατικά και να έχουν την ίδια εμφάνιση, γεύση και άρωμα με το αντίστοιχο συμβατικό τρόφιμο και τέλος να έχουν ιδιότητα ή ιδιότητες που επιδρούν θετικά σε λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος. Επίσης, οι θετικές επιδράσεις ενός τροφίμου στον οργανισμό πρέπει να είναι επιστημονικά τεκμηριωμένες (Chhikara et al., 2022).

Η μέχρι τώρα εξέλιξη των βιολειτουργικών τροφίμων δείχνει ότι ως προϊόντα έχουν ιδιαίτερη επιτυχία, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στις πιο πρόσφατες στατιστικές που δείχνουν ότι η αγορά τους αυξάνεται ενώ συνεχώς προστίθενται και καινούρια προϊόντα. Ένα από τα προϊόντα που έχουν προστεθεί τις τελευταίες δεκαετίες στην αγορά και ανήκει στην κατηγορία των βιολειτουργικών τροφίμων είναι και οι χυμοί.

2 Ορισμός βιολειτουργικών τροφίμων/ροφημάτων

Μέχρι και σήμερα δεν υπάρχει ένας σαφής ορισμός που να είναι κοινά αποδεκτός για τα Βιολειτουργικά Τρόφιμα και Ροφήματα (BTP). Μάλιστα οι ορισμοί που έχουν διατυπωθεί είναι διαφορετικοί ανάλογα με τη χώρα στην οποία απευθύνονται. Αναλυτικότερα στην Ιαπωνία σαν BTP ορίζονται τα τρόφιμα εκείνα που υπόκεινται επεξεργασία με σκοπό να εξυπηρετούν σε μεγαλύτερο βαθμό τις ανάγκες του οργανισμού. Αντίστοιχα, στις ΗΠΑ, σα BTP ορίζονται τα προϊόντα εκείνα που ανήκουν στην κατηγορία των υγιεινών τροφίμων και περιλαμβάνουν οπουδήποτε τρόφιμο ή συστατικό επιδρά με θετικό τρόπο στην υγεία του καταναλωτή, επιπρόσθετα από την τυπική διατροφική αξία του τροφίμου. Ο ορισμός αυτός, φαίνεται από τη βιβλιογραφία ότι είναι και ο ορισμός με την ευρύτερη αποδοχή από την επιστημονική κοινότητα, αφού με βάση το συγκεκριμένο ορισμό, τα διατροφικά πρόσθετα αποτελούν συστατικά των τροφίμων και μπορούν να θεωρηθούν σα λειτουργικά (Granato et al., 2020).

Από την άλλη πλευρά, στην Ευρώπη, ως BTP ορίζονται τα τρόφιμα εκείνα που εμπεριέχουν συστατικά με πλεονεκτήματα για τον οργανισμό του καταναλωτή. Ωστόσο, η βασική διαφορά του ευρωπαϊκού ορισμού σε σχέση με τους δύο προαναφερθέντες είναι ότι οφείλει να υπάρχει διάκριση ανάμεσα στα BTP και τα συμπληρώματα διατροφής όπως για παράδειγμα τις βιταμίνες, τα ιχνοστοιχεία και τα μέταλλα. Τέλος στην Αυστραλία, σα BTP ορίζονται τα τρόφιμα εκείνα τα οποία έχουν επεξεργαστεί ή/και τροποποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν επιπρόσθετα συστατικά που έχουν ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του καταναλωτή (Martirosyan et al., 2021).

Στον Πίνακα 1. γίνεται διάκριση ανάμεσα στα BTP και σε άλλες κατηγορίες τροφίμων ή ουσιών που περιλαμβάνονται σε ένα διατροφικό πλάνο και μπορεί να επηρεάσουν την θετικά την υγεία του καταναλωτή.

| Όρος στη βιβλιογραφία | Ορισμός |
|---|---|
| Λειτουργικό τρόφιμο | Κανονικό τρόφιμο με πρόσθετο ή πρόσθετα συστατικά που εκτός από την τυπική θρεπτική αξία παρέχει και όφελος υγείας. |
| Τρόφιμα που αντιμετωπίζουν συγκεκριμένο πρόβλημα υγείας (FOSHU) | Χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία μόνο και είναι τα τρόφιμα τα οποία έχουν ορισμένα οφέλη για την υγεία και τους έχει χορηγηθεί αντίστοιχη άδεια να φέρουν τον ισχυρισμό αυτό στην ετικέτα τους. |
| Φαρμακοτρόφιμο (nutraceutical) | Υπο-κατηγορία λειτουργικών τροφίμων, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν πρόληψη ή θεραπεία συμπτωμάτων για μια συγκεκριμένη παθολογία |
| Πρεβιοτικά | Συστατικά τροφίμων που βελτιώνουν την λειτουργία του παχέος εντέρου |
| Προβιοτικά | Μικτή καλλιέργεια μικροοργανισμών με ευεργετικά αποτελέσματα στη γενικότερη υγεία |

| | |
|-----------------|---|
| Ιατρικά τρόφιμα | Ο όρος χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ και συμπεριλαμβάνει τρόφιμα τα οποία χρησιμοποιούνται υπό ιατρική επίβλεψη για να αντιμετωπίσουν κάποια ασθένεια, έχουν καθορισμένα θρεπτικά χαρακτηριστικά και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητά τους βασίζεται σε αναγνωρισμένες επιστημονικές αρχές. Δεν προορίζονται για κατανάλωση από υγιείς καταναλωτές. |
|-----------------|---|

Πίνακας 1 Ορισμός Βιολειτουργικών τροφίμων και ροφημάτων (Bagchi et al., 2019).

Οι διαφορετικοί ορισμοί που έχουν διατυπωθεί σχετικά με τα λειτουργικά τρόφιμα, οφείλονται κυρίως στις διαφορές πολιτικές που ασκούνται από τους ελεγκτικούς φορείς σε κάθε χώρα. Ωστόσο, παρά τις διαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα στους ορισμούς αυτούς, κοινός παρονομαστής είναι ο διαχωρισμός μεταξύ των τροφίμων που χαρακτηρίζονται σε λειτουργικά ή βιολειτουργικά και των φαρμάκων, αφού είναι προϊόντα που σχετίζονται με την επιστήμη της διατροφολογίας και όχι με την επιστήμη της φαρμακολογίας. Εν γένει επομένως, τα ΒΤΡ είναι προϊόντα τα οποία θεωρούνται εμπλουτισμένα με συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά ή προϊόντα με μεγάλη συγκέντρωση βιοενεργών συστατικών ή προϊόντα που έχουν μειωμένη περιεκτικότητα σε κάποιο βλαβερό συστατικό. Κοινό γνώρισμα των προϊόντων είναι τα πρόσθετα οφέλη για την υγεία του καταναλωτή, χωρίς την απώλεια των τυπικών θρεπτικών συστατικών και ο σκοπός είναι να αποτελέσουν τμήμα των καθημερινών διατροφικών συνηθειών (Doyon et al., 2008).

3 Ιστορική αναδρομή Βιολειτουργικών τροφίμων

Κατά τη διάρκεια των δύο παγκοσμίων πολέμων, ήταν αρκετά συχνό φαινόμενο, μεγάλα ποσοστά του γενικού πληθυσμού παγκοσμίως να υποφέρουν από ανεπάρκειες θρεπτικών συστατικών λόγω έλλειψης και επακόλουθης μη κατανάλωσης συγκεκριμένων τροφίμων. Κατά τη δεκαετία του 1960 για πρώτη φορά η επιστήμονες της ιατρικής και της διατροφολογίας ξεκίνησαν να συσχετίζουν την υπερκατανάλωση συγκεκριμένων συστατικών στα τρόφιμα (αλάτι, λίπος, χοληστερόλη) αλλά και την έλλειψη κατανάλωσης θρεπτικών συστατικών (σίδηρος, ασβέστιο, βιταμίνες, διαιτητικές ίνες) με την εμφάνιση χρόνιων νοσημάτων όπως είναι η οστεοπόρωση και η υπέρταση. Στα μέσα περίπου του προηγούμενου αιώνα, η επιστημονική κοινότητα άρχισε να αναγνωρίζει την αξία που είχε ο εμπλουτισμός τροφίμων με συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά στην υγεία του γενικού πληθυσμού. Με βάση τις διαπιστώσεις αυτές, πολλές ήταν οι χώρες που ξεκίνησαν να εφαρμόζουν πιλοτικά προγράμματα για την διάθεση στους καταναλωτές εμπλουτισμένων τροφίμων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η κατανάλωση αλατιού με μεγάλη συγκέντρωση σε ιώδιο, ή αλεύρων με μεγάλη συγκέντρωση σιδήρου (Mitsuoka et al., 2014, Weststrate et al., 2002).

Κατά τις αρχές της δεκαετίας του 1980, στην επιστημονική κοινότητα της Ιαπωνίας ορίστηκε για πρώτη φορά η έννοια των λειτουργικών - βιολειτουργικών τροφίμων τα οποία επιτελούσαν τρεις βασικές λειτουργίες:

Την κάλυψη διατροφικών αναγκών

Την ικανοποίηση των αισθήσεων της γεύσης και την οσμής

Ευεργετική επίδραση στην υγεία και λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού.

Αργότερα, κατά τη δεκαετία του 1990, στην Ιαπωνία, εισάχθηκε το πρώτο νομοθετικό πλαίσιο για την έγκριση τροφίμων τα οποία να αναγράφουν ισχυρισμούς υγείας στην ετικέτα τους. Για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε ο όρος FOSHU (Foods for Specified Health Issues). Μέχρι σήμερα, πολλά είναι τα συμβατικά ή λιγότερο συμβατικά τρόφιμα τα οποία έχουν χαρακτηριστεί σα FOSHU, και οι βασικότερες κατηγορίες είναι τα τρόφιμα που βελτιστοποιούν τη λειτουργία του εντέρου, τα τρόφιμα που βελτιώνουν τον έλεγχο των λιπιδίων στο αίμα και τα τρόφιμα που ισχυροποιούν τα οστά. Πριν την εμφάνιση του όρου των βιολειτουργικών τροφίμων υπήρχε μια αυξανόμενη τάση στις επιστημονικές δημοσιεύσεις οι οποίες ενίσχυαν τη συσχέτιση ανάμεσα στα συγκεκριμένα διατροφικά συστατικά και την προώθηση της καλύτερης υγείας στο γενικό πληθυσμό (Arai et al., 2001, Iwatani et al., 2019).

Κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες διάφοροι επιστημονικοί και κρατικοί οργανισμοί σε πολλές χώρες παγκοσμίως άρχισαν να καθορίζουν με περισσότερη σαφήνεια το νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με την εισαγωγή των ΒΤΡ στην αγορά, ενώ αντίστοιχα, το αυξημένο ενδιαφέρον του καταναλωτικού κοινού, προκάλεσε την ανάπτυξη καινούριων προϊόντων από τις βιομηχανίες τροφίμων, τα οποία είχαν εμπλουτιστεί με θρεπτικά συστατικά ή προοριζόνταν για ειδικές χρήσεις (Mitsuoka et al., 2014).

4 Κατηγορίες Βιολειτουργικών τροφίμων

Όπως αναφέρθηκε αναλυτικότερα και στην παράγραφο των ορισμών, η βασικότερη προϋπόθεση για να χαρακτηριστεί ένα τρόφιμο σα λειτουργικό είναι να διατηρεί τη μορφή του τροφίμου και να προσφέρει επιστημονικά τεκμηριωμένα οφέλη στην υγεία του καταναλωτή. Με βάση τα παραπάνω, τα βιολειτουργικά τρόφιμα τα οποία διατίθενται σήμερα στην αγορά συμπεριλαμβάνουν:

- Βρεφικά προϊόντα
- Γαλακτοκομικά προϊόντα
- Δημητριακά και προϊόντα πρωινού
- Μπισκότα
- Αρτοσκευάσματα
- Κρεατοσκευάσματα
- Γλυκίσματα ή γλυκαντικές ύλες και
- Ροφήματα ή χυμοί

Στον Πίνακα 2. παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα βιολειτουργικών τροφίμων και τα αντίστοιχα οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό.

| Τρόφιμο | Παρεχόμενο όφελος υγείας |
|--|--|
| Γάλατα και γιαούρτια τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση με καλλιέργειες προβιοτικών και περιέχουν ζωντανούς μικροοργανισμούς. | Βελτίωση στη λειτουργία του πεπτικού συστήματος |
| Μαργαρίνη, προϊόντα επάλειψης, τυριά τα οποία περιέχουν φυτικές στανόλες / στερόλες | Οι στανόλες / στερόλες φυτικής προέλευσης έχουν την ιδιότητα να μειώνουν τη χοληστερίνη και την πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων |
| Αυγά πλούσια σε Ω-3 και λιπαρά οξέα | Μείωση του κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα και αθηροσκλήρωση |
| Δημητριακά και προϊόντα πρωινού εμπλουτισμένα με φυλλικό οξύ | Το φυλλικό οξύ μειώνει τον κίνδυνο γέννησης βρεφών με προβλήματα στο νευρικό σωλήνα |
| Αρτοσκευάσματα εμπλουτισμένα με ισοφλαβόνες | Η προσθήκη ισοφλαβονοειδών μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών νοσημάτων, οστεοπόρωσης και καρκίνου του προστάτη και του μαστού |

Πίνακας 2. Ενδεικτικά Παραδείγματα βιολειτουργικών τροφίμων (Gul et al., 2015)

5 Λειτουργικά Συστατικά τροφίμων και ποτών

Για τον εμπλουτισμό των τροφίμων προκειμένου να αποκτήσουν λειτουργικές ιδιότητες, χρησιμοποιούνται συστατικά με βιολογική δράση, όπως για παράδειγμα τα προβιοτικά, τα πρεβιοτικά, τα Ω-3 λιπαρά οξέα και το λινολεϊκό οξύ (ζωικά συστατικά), οι διαλυτές φυτικές ίνες, οι στερόλες, οι στανόλες, οι τανίνες, οι κατεχίνες, τα καροτενοειδή, το λυκοπένιο και η λουτεΐνη (φυτικής προέλευσης). Αναλυτικότερα:

- Καροτενοειδή (α καροτένιο, β-καροτένιο, λουτεΐνη, λυκοπένιο, ζεαξανθίνη). Τα καροτενοειδή έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες, μπορούν να ουδετεροποιήσουν τις ελεύθερες ρίζες και θεωρείται ότι προστατεύουν από διάφορες μορφές καρκίνου (προστάτη, μαστού, πνεύμονα), ενώ μειώνουν τον κίνδυνο για καρδιαγγειακές παθήσεις (Dias et al., 2018).
- Φυτικές ίνες (αδιάλυτες), οι οποίες διασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία του εντέρου και μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου (Gul et al., 2016).

- Φυτικές ίνες (διαλυτές), έχουν την ικανότητα να ρυθμίζουν το επίπεδο της χοληστερόλης και του σακχάρου στο αίμα αλλά και συνεπακόλουθα να μειώνουν και τον κίνδυνο για καρδιαγγειακά νοσήματα (Gul et al., 2016).
- Λιπαρά οξέα (μονοακόρεστα και πολυακόρεστα), μπορεί να συμβάλλουν στη μείωση της χοληστερόλης και την διατήρηση της υγείας του καρδιαγγειακού συστήματος (Κουτελιδάκης, 2019).
- Ω-3 λιπαρά οξέα, αποτρέπουν τη δημιουργία θρόμβων και βελτιώνουν την όραση και τις πνευματικές λειτουργίες του οργανισμού, ενώ συμβάλλουν και στη ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος (Gul et al., 2016).
- Φλαβονοειδή (ανθοκυανιδίνες, χαλκόνες, φλαβανδιόλες, προανθοκυανιδίνες, φλαβόνες, φλαβονόνες), μειώνουν την καρκινογένεση, έχουν αντιφλεγμονώδη και αντιελκώδη δράση και προστατεύουν από την αθηροσκλήρωση (Saboon et al., 2019).
- Γλυκοσινολικά, ινδόλες και ισοθειοκυανικά (σουλφοροφάνη) έχουν αντικαρκινικές ιδιότητες και μπορεί να συμβάλλουν στην πρόληψη ορισμένων τύπων καρκίνου (Saboon et al., 2019).
- Ιχνοστοιχεία (ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλλιο, σελήνιο), προλαμβάνουν την οστεοπώρωση, τον εκφυλισμό του μυϊκού ιστού, την εμφάνιση υπέρτασης και τις φλεγμονές αντίστοιχα (Watson et al., 2017).
- Φυτοστερόλες (στανολικός εστέρας), μειώνει τα επίπεδα της χοληστερόλης στο αίμα και συνεπακόλουθα τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων (Κουτελιδάκης, 2019).
- Πρεβιοτικά – Prebiotics (ινουλίνες και φρουτο-ολισακχαρίτες) ενισχύουν τη δράση της φυσιολογικής χλωρίδας του εντέρου (Ashaolu et al., 2020).
- Προβιοτικά – Probiotics (λακτοβάκιλοι, bifidobacteria), ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα, ένα σημαντικό τμήμα του οποίου εντοπίζεται στις ενδότερες στοιβάδες των εντέρων (Ashaolu et al., 2020).
- Πρωτεΐνη σόγιας, η οποία σύμφωνα με μελέτες μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών νοσημάτων (Gul et al., 2016).
- Ταννίνες (προανθοκυανιδίνες) μπορεί να βελτιώσουν την υγεία του ουροποιητικού συστήματος, αλλά και τον κίνδυνο των καρδιαγγειακών παθήσεων (Saboon et al., 2019).
- Βιταμίνες (Πίνακας 3.).

| Βιταμίνη | Όφελος |
|----------------------|--|
| A | Όραση, λειτουργία ανοσοποιητικού συστήματος, υγείας των οστών και υγεία του δέρματος |
| B1 (Θειαμίνη) | Συμβάλλει στην φυσιολογική λειτουργία του πεπτικού και νευρικού συστήματος και στην ακεραιότητα των κυττάρων |
| B2 (ριβοφλαβίνη) | Συμβάλλει στην υγεία του δέρματος, υποστηρίζει την κυτταρική ανάπτυξη και ρυθμίζει το μεταβολισμό |
| B3 (νιασίνη) | Συμβάλλει στην υγεία του δέρματος, υποστηρίζει την κυτταρική ανάπτυξη και ρυθμίζει το μεταβολισμό |
| B5 (παντοθενικό οξύ) | Συμβάλλει στη ρύθμιση του μεταβολισμού και στην ορμονοσύνθεση |
| B6(πυριδοξίνη) | Ενισχύει το ανοσοποιητικό και ρυθμίζει το μεταβολισμό |
| B9 (φυλλικό οξύ) | Προλαμβάνει τις γεννήσεις παιδιών με προβλήματα στο εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό |
| B12 (κοβαλαμίνη) | Απαραίτητη για το φυσιολογικό σχηματισμό των κυττάρων του αίματος, τη φυσιολογική λειτουργία του ΚΝΣ και τη ρύθμιση του μεταβολισμού |
| Βιταμίνη C | Εξουδετέρωση ελεύθερων ριζών, συνεισφέρει στην υγεία των οστών και του ανοσοποιητικού συστήματος |
| Βιταμίνη D | Ρύθμιση του μεταβολισμού του ασβεστίου και του φωσφόρου, υποστηρίζει την κυτταρική ανάπτυξη |
| Βιταμίνη E | Έχει δράση αντιοξειδωτική και συμβάλλει στην καλή λειτουργία της καρδιάς. |

Πίνακας 3 Βασικότερες βιταμίνες που χρησιμοποιούνται σαν πρόσθετα στα βιολειτουργικά τρόφιμα και τα οφέλη στην υγεία των καταναλωτών. (Σφλώμος, 2011)

5.1 Βιοδραστικά συστατικά

Τα βιοδραστικά συστατικά είναι οι βιοενεργές ενώσεις που εντοπίζονται σε πληθώρα τροφίμων, φυτικής ή ζωικής προελεύσεως. Τα βιονεργά συστατικά ονομάζονται διαφορετικά βιοδραστικά ή βιολειτουργικά συστατικά και είναι εκείνα των οποίων η χρήση τεκμηριώνεται επιστημονικά πως αποδίδει οφέλη στην υγεία. Οι ουσίες αυτές βρίσκονται στα συμβατικά τρόφιμα, δηλαδή εντοπίζονται φυσικά στα τρόφιμα χωρίς να γίνει ανθρώπινη παρέμβαση όπως ενίσχυση ή εμπλουτισμός. Πορίσματα ερευνών αποδεικνύουν πως οι βιοενεργές ενώσεις μπορούν να συμβάλλουν στην βελτίωση της υγείας μέσω της μείωσης του κινδύνου εμφάνισης ασθενειών, είτε μέσω της βελτίωσης της λειτουργίας των συστημάτων του οργανισμού (Κουτελιδάκης, 2019).

5.2 Σύνθεση βιοδραστικών ενώσεων και ο ρόλος τους στα φυτά

Οι δευτερογενείς μεταβολίτες συνθέτονται σε φυτικούς οργανισμούς τυχαία, αλλά ο ρόλος τους είναι καθοριστικός. Αρκετές τέτοιες ενώσεις παρουσιάζουν σημαντικές λειτουργίες στα ζωντανά φυτά. Για παράδειγμα, τα φλαβονοειδή προστατεύουν τα φυτά από τις ελεύθερες ρίζες που δημιουργούνται κατά τη φωτοσύνθεση. Τα τερπενοειδή μπορεί να προσελκύουν επικονιαστές ή διασκορπιστές σπόρων ή αναστέλλουν ανταγωνιστικά φυτά. Ακόμη, τα αλκαλοειδή συνήθως αποτρέπουν τα φυτοφάγα ζώα ή τις επιθέσεις εντόμων (φυτοαλεξίνες). Άλλοι δευτερογενείς μεταβολίτες λειτουργούν ως κυτταρικά μόρια σηματοδότησης. Εν

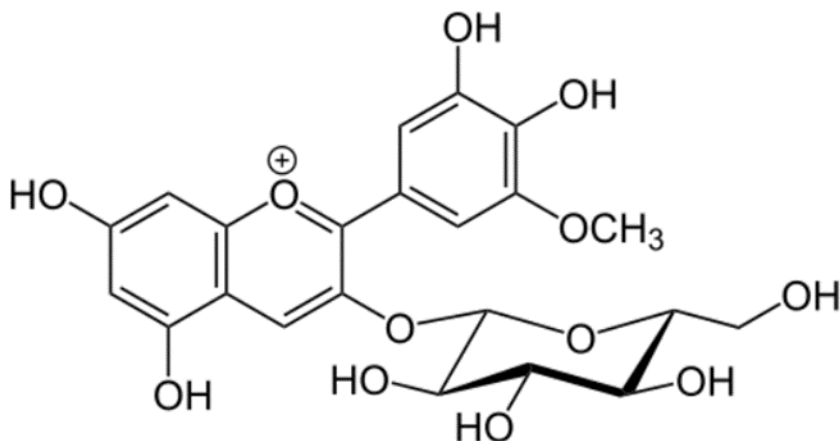
κατακλείδι, είναι γεγονός ότι τα φαρμακευτικά φυτά περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις ισχυρότερων βιοδραστικών ενώσεων από τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές (Bernhoft A., 2010).

5.3 Κύριες ομάδες βιοδραστικών ενώσεων στα φυτά & επιδράσεις τους στην υγεία

Οι βιοδραστικές ενώσεις στα φυτά κατηγοριοποιούνται με βάση πλήθους κριτηρίων. Μπορεί να γίνει σύμφωνα με την κλινική τους λειτουργία, τη φαρμακολογική ή την τοξικολογική τους λειτουργία. Οι μέθοδοι που βασίζονται σε βιολογικές επιδράσεις περιπλέκονται από το γεγονός ότι τα κλινικά αποτελέσματα δεν σχετίζονται αποκλειστικά με χημικά στενά συγγενείς ενώσεις. Ακόμη και χημικά πολύ διαφορετικά μόρια μπορεί να έχουν παρόμοια κλινικά αποτελέσματα. Αναφορικά με την κατάταξη των φυτών που βασίζονται σε φυτικές οικογένειες και γένη που παράγουν βιολογικά δραστικές ενώσεις μπορούν επίσης να συσχετιστούν ως στενά συγγενικά φυτικά είδη που συχνά παράγουν τις ίδιες ή χημικά παρόμοιες βιολογικά δραστικές ενώσεις. Ακολουθεί μια σύντομη επισκόπηση των κύριων χημικών ομάδων που βρίσκονται στα φυτά. Μερικές από αυτές τις ομάδες περιλαμβάνουν οργανικά μόρια, αμινοξέα και σάκχαρα (Bernhoft A., 2010).

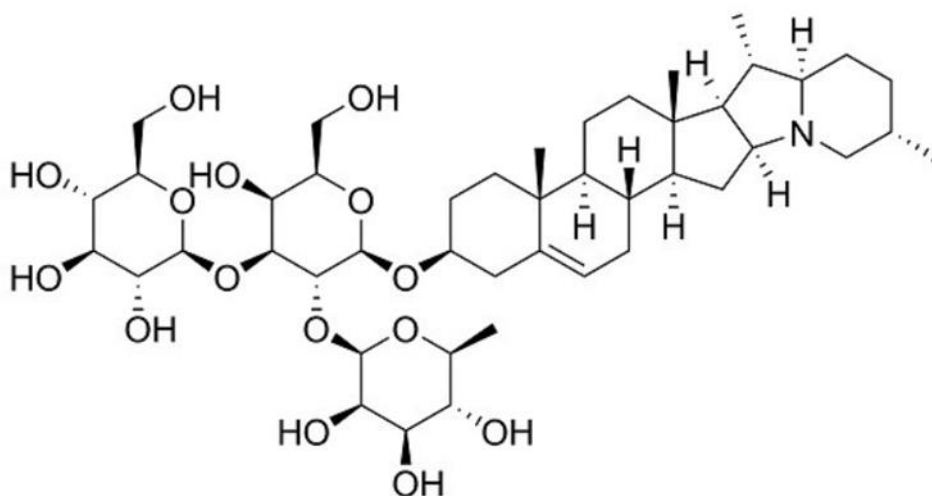
5.3.1 Γλυκοζίτες

Το μόριο των γλυκοσιδών αποτελούνται από πλήθος κατηγοριών δευτερογενών μεταβολιτών που συνδέονται με α-μονοσακχαρίτες ή ολιγοσακχαρίτες ή ουρονικά οξέα. Το τμήμα του σακχάρου ή του ουρονικού οξέος ονομάζεται γλυκοζύλιο και το άλλο μέρος ονομάζεται αγλυκόνη. Οι κύριοι γλυκοσίδες είναι οι καρδιακοί γλυκοσίδες, οι κυανογόνοι γλυκοσίδες, οι γλυκοσινολικές ενώσεις, οι σαπωνίνες και οι γλυκοσίδες της ανθρακινόνης. Επιπρόσθετα, τα φλαβονοειδή υπάρχουν συνήθως με τη μορφή γλυκοσιδών. Αφότου ολοκληρωθεί η κατάποση, οι γλυκοσίδες συνηθέστερα υδρολύονται στο κόλον και οι πιο υδρόφοβες αγλυκόνες είναι ικανές να απορροφηθούν (Bernhoft A., 2010).

Σχήμα 1 Απεικόνιση μορίου γλυκοσίδης ([Journalmural](#))

5.3.2 Σαπωνίνες

Οι περισσότερες σαπωνίνες υπάρχουν με τη μορφή γλυκοσιδών. Οι αγλυκόνες αποτελούνται από πεντακυκλικά τριτερπένια ή τετρακυκλικά στεροειδή. Διαφέρουν δομικά και έχουν σημαντικές λειτουργικές ιδιότητες. Οι γλυκοσίδες της σαπωνίνης είναι μακρομόρια με υδρόφιλες και υδρόφοβες αγλυκόνες που έχουν γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες. Οι σαπωνίνες έχουν ανοσοτροποποιητικές και αντικαρκινικές δράσεις. Ένα κοινό *in vitro* αποτέλεσμα είναι η αιμόλυση των ερυθροκυττάρων. Ωστόσο, αυτό το αποτέλεσμα δεν φαίνεται να αποτελεί πρόβλημα *in vivo*. Ορισμένες σαπωνίνες μπορεί να προκαλέσουν αντιδράσεις φωτοευαισθησίας, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε ίκτερο. Οι σαπωνίνες υπάρχουν σε πολλές οικογένειες φυτών. Σε αυτές περιλαμβάνονται τα Liliaceae (liliaceae), το σημαντικότερο από τα οποία είναι το δηλητηριώδες φυτό *Narthesium ossifragum* (bog asphodel) (Bernhoft A., 2010).

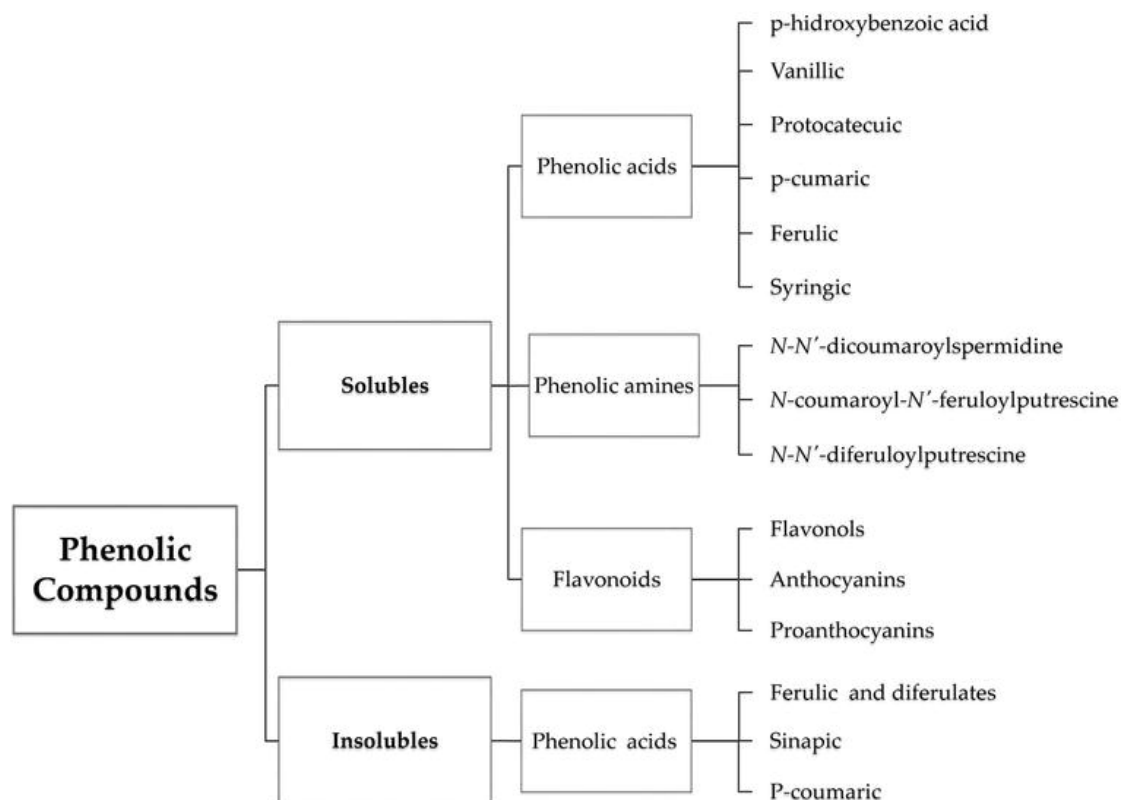
Σχήμα 2 Απεικόνιση μορίου σαπωνίνη (Εικόνα από [el.delachieve](#))

5.3.3 Γλυκοσίδες ανθρακινόνης


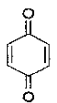


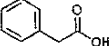
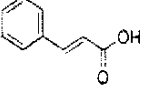

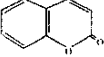

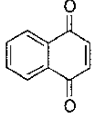
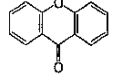
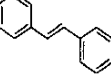
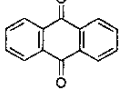
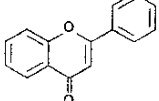
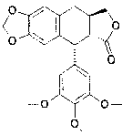
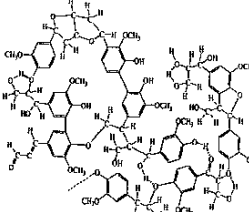
Οι γλυκοσίδες ανθρακινόνης είναι σχετικά σπάνιες στα φυτά. Μεταξύ των Polygonaceae είναι φυτά όπως το *Rumex crispus* και το *Rheum spp.* Η κύρια λειτουργία τους είναι να διεγείρουν την απελευθέρωση νερού και ηλεκτρολυτών, καθώς και την εντερική κίνηση (Bernhoft A., 2010).

5.3.4 Φαινολικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις περιλαμβάνουν απλές φαινόλες, φαινολικά οξέα, παράγωγα υδροξυκινναμωμικού οξέος και φλαβονοειδή (Σχήμα 3.). Όσον αφορά τις χημικές τους δομές, όλες οι φαινολικές ενώσεις περιέχουν τουλάχιστον έναν αρωματικό δακτύλιο και υφίστανται ξεχωριστή απομόνωση ανάλογα με τον αριθμό των φαινολικών δακτυλίων που περιέχουν. Η περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά των τροφίμων σχετίζεται στενά με την αισθητηριακή και διατροφική ποιότητα των φρέσκων και επεξεργασμένων φυτικών τροφίμων. Πολλές φαινολικές ενώσεις που βρίσκονται στα φυτά θεωρούνται καλές πηγές φυσικών αντιοξειδωτικών (Chi-Tang, 1992).



Σχήμα 3 Κατηγοριοποίηση φαινολικών ουσιών (García-Cruz L. D. et al., 2017)

| Class | Basic skeleton | Basic structure |
|-------------------------|--|---|
| Simple phenols | C ₆ |  |
| Benzoquinones | C ₆ |  |
| Phenolic acids | C ₆ -C ₁ |  |
| Acetophenones | C ₆ -C ₂ |  |
| Phenylacetic acids | C ₆ -C ₂ |  |
| Hydroxycinnamic acids | C ₆ -C ₃ |  |
| Phenylpropenes | C ₆ -C ₃ |  |
| Coumarins, isocoumarins | C ₆ -C ₃ |  |
| Chromones | C ₆ -C ₃ |  |
| Naphthoquinones | C ₆ -C ₄ |  |
| Xanthenes | C ₆ -C ₁ -C ₆ |  |
| Stilbenes | C ₆ -C ₂ -C ₆ |  |
| Anthraquinones | C ₆ -C ₂ -C ₆ |  |
| Flavonoids | C ₆ -C ₃ -C ₆ |  |
| Lignans and neolignans | (C ₆ -C ₃) ₂ |  |
| Lignins | (C ₆ -C ₃) _n |  |

Σχήμα 4 Ομάδες φαινολικών ουσιών στα φυτά με βάση τον αριθμό ατόμων άνθρακα (Giada, 2013)

5.3.4.1 Φαινολικά οξέα

Το φαινολικό οξύ είναι ένα μόριο που τυπικά περιέχει μια ομάδα καρβοξυλικού οξέος ως λειτουργική μονάδα. Τα περισσότερα φυσικά φαινολικά οξέα περιέχουν δύο διαφορετικές δομές άνθρακα, το υδροξυκινναμωμικό οξύ (C₆C₃) και το υδροξυβενζοϊκό οξύ (C₆C₁). Ο βασικός σκελετός των δύο δομών είναι ο ίδιος, αλλά οι ιδιότητές τους διαφέρουν λόγω των διαφορετικών θέσεων των ομάδων υδροξυλίου

και μεθοξυλίου στον δακτύλιο βενζολίου. Τα φαινολικά οξέα σπάνια βρίσκονται σε ελεύθερη μορφή, όπου συνδέονται στα δομικά συστατικά των φυτών, όπως είναι χαρακτηριστικά η κυτταρική, σε μεγαλύτερες πολυφαινόλες ή μικρότερα οργανικά μόρια όπως για παράδειγμα διαφορετικοί τύποι γλυκόζης, κινίνης, άλλων χημικών ενώσεων κ.λπ. Αυτοί οι δεσμοί δημιουργούν ένα ευρύ φάσμα παραγώγων. Το υδροξυβενζοϊκό οξύ βρίσκεται τόσο σε ελεύθερη μορφή όσο και σε εστέρες, οι γαλλοτανίνες βρίσκονται κυρίως στα μάνγκο και οι ελλαγιτανίνες βρίσκονται στα κόκκινα φρούτα. (Saboon et al., 2019).

5.3.4.2 Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή είναι μια μεγάλη και ποικιλόμορφη ομάδα πολυφαινολών, τα οποία έχουν μελετηθεί διεξοδικά. Περισσότερα από 4000 διαφορετικά φλαβονοειδή έχουν εντοπιστεί στα φυτά. Τα φλαβονοειδή είναι ένας τύπος φαινολικής ένωσης που μπορεί να υδροξυλιωθεί. Η βασική τους δομή αποτελείται από δύο αρωματικούς δακτυλίους που συνδέονται μεταξύ τους με τρία άτομα άνθρακα ευθείας αλυσίδας. Η κεντρική αλυσίδα σχηματίζει συνήθως έναν κλειστό δακτύλιο πυρανίου με έναν από τους δακτυλίους βενζολίου. Με βάση τους διαφορετικούς τύπους ετεροκύκλων, τη διάταξη και τον αριθμό των υδροξυλομάδων, την παρουσία διπλών δεσμών και τον βαθμό αλκυλίωσης και γλυκοζυλίωσης, τα φλαβονοειδή χωρίζονται σε έξι κατηγορίες: φλαβονόλες, φλαβόνες, φλαβανόνες, φλαβανόλες και άλλες (Saboon et al., 2019).

5.3.4.3 Φλαβονόλες

Οι φλαβονόλες είναι τα πιο άφθονα φλαβονοειδή στα τρόφιμα και βρίσκονται συνήθως σε όλα τα ανώτερα φυτά. Τα κύρια μέλη αυτής της ομάδας είναι η καεμπφερόλη, η μυρικετίνη και η κερσετίνη (Manach et al. 2005). Η πιο άφθονη από αυτές είναι η κερσετίνη, της οποίας ο βιολογικός ρόλος έχει επίσης μελετηθεί καλά. Οι φλαβονόλες διαφέρουν από άλλες ομάδες λόγω της λειτουργικής ομάδας υδροξυλίου στη θέση C3. Οι εξαμελείς δακτύλιοι που υπάρχουν στις φλαβονόλες ονομάζονται πυρόνες. Τα σχετικά σάκχαρα που υπάρχουν στις φλαβονόλες είναι κυρίως γλυκόζη ή ραμνόζη, αλλά μπορεί να εμπλέκονται και άλλα σάκχαρα. Οι συγκεντρώσεις τους ποικίλλουν σε διαφορετικούς τύπους φρούτων και λαχανικών, ανάλογα με τον τύπο του φυτού, την ανάπτυξη, το φως, την ωριμότητα, την εποχή, την προετοιμασία και την επεξεργασία των τροφίμων (Saboon et al., 2019).



Σχήμα 5 Δομικά χαρακτηριστικά φλαβονόλων (Εικόνα από [Άλκησις Τζιόλα – Μπάρα, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, 2016](#))

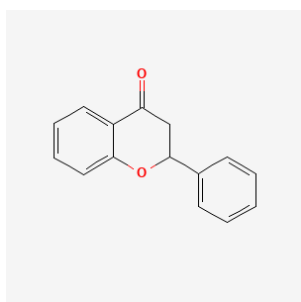
5.3.4.4 Φλαβόνες

Αν και βιοσυνθετικά οι φλαβόνες και οι φλαβονόλες παράγονται ξεχωριστά, μπορούν να μπουν στην ίδια κατηγορία λόγω της χημικής τους συγγένειας. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία ακόρεστου άνθρακα (ένας διπλός δεσμός μεταξύ C2 και C3) στη φλαβονοειδή δομή τους. Τα δυο πιο γνωστά παραδείγματα είναι η λουτεολίνη και η απιγενίνη. Στα φυτά οι φλαβόνες είναι λιγότερο κοινές από τις φλαβονόλες. Οι βρώσιμες πηγές φλαβονών που εντοπίζονται είναι ο μαϊντανός και το σέλινο αλλά και μεγάλες ποσότητες υδρόφοβων φλαβονοειδών υπάρχουν στη φλούδα των εσπεριδοειδών (Saboon et al., 2019).



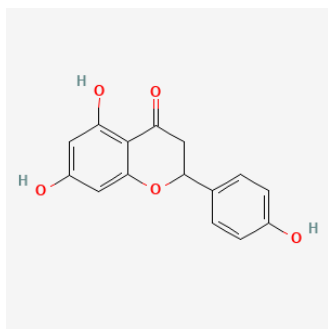
Σχήμα 6 Δομικά χαρακτηριστικά από φλαβόνες (Εικόνα από [Άλκησις Τζιόλα – Μπάρα, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, 2016](#)).

5.3.4.5 Φλαβανόνες

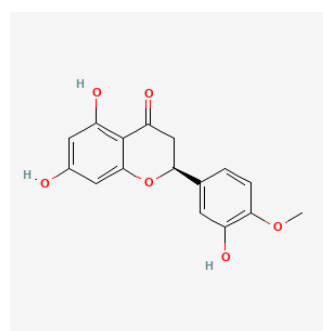


Σχήμα 7 Φλαβανόνη ([PubChem](#))

Εντοπίζεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα εσπεριδοειδή και σε μέτριες συγκεντρώσεις στις ντομάτες και ορισμένα αρωματικά φυτά. Αυτές είναι αλυσίδες κορεσμένου άνθρακα με ομάδες υδροξυλίου συνδεδεμένες στο άτομο C3. Ο εξαμελής δακτύλιος στις φλαβανόνες είναι ένα διυδροπαράγωγο του δακτυλίου πυρόνης. Οι φλαβανόνες συνήθως γλυκοζυλιώνονται από τον δισακχαρίτη στη θέση 7, ο οποίος προσδίδει πικρή γεύση στον καρπό ή σε ορισμένες περιπτώσεις λιγότερο άρωμα λόγω της παρουσίας ρουτόζης. Τέλος, σχηματίζονται μη σακχαρώδη συστατικά όπως η ναρινγενίνη στο γκρέιπφρουτ, η εσπερετίνη στο πορτοκάλι και η εριοδκτυλόλη στο λεμόνι, τα οποία οφείλονται στην υδρόλυση των γλυκοζιτικών φλαβανονώνων (Saboon et al., 2019).



Σχήμα 8. Ναρινγενίνη ([PubChem](#))



Σχήμα 9. Εσπερετίνη ([PubChem](#))

5.3.4.6 Φλαβανόλες

Οι φλαβανόλες εντοπίζονται στην φύση τόσο σε μονομερείς όσο και πολυμερείς μορφές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η κατεχίνη είναι ένα μονομερές που βρίσκεται σε ένα σύνολο φρούτων. Αντίστοιχα, το πράσινο τσάι είναι πλούσιο σε μονομερή, ενώ το μαύρο τσάι περιέχει μια μικρή ποσότητα μονομερών, τα οποία συγκεντρώνονται σε θεαφλαβίνες (διμερή) και θεαρουμπιγίνες (πολυμερή), τα οποία σχηματίζονται κατά τη διαδικασία της ζύμωσης. Παρόμοια στη δομή με τις φλαβανόνες, οι φλαβανόλες περιέχουν κορεσμένες αλυσίδες άνθρακα με ομάδες υδροξυλίου στο άτομο C3. Ακόμη, στη κατηγορία των φλαβανολών περιλαμβάνονται η επικατεχίνη, η γαλλοκατεχίνη, η επιγαλλοκατεχίνη και η επιγαλλοκατεχίνη, οι οποίες εντοπίζονται σε τρόφιμα όπως φρούτα, σπόρους και τσάι (Saboon et al., 2019).

5.3.4.7 Ισοφλαβόνες

Οι ισοφλαβόνες είναι ένας τύπος φυτοθρεπτικού συστατικού που περιέχει έναν δακτύλιο πυρανίου στον οποίο η φαινυλική ομάδα είναι συνήθως υποκατεστημένη

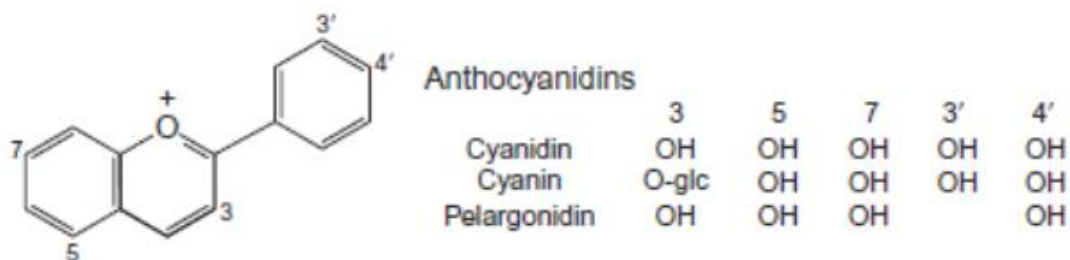
στη θέση C2 του δακτυλίου πυρανίου. Η υποκατάσταση των ισοφλαβονών στη θέση C3 είναι σύνηθες φαινόμενο σε αυτά τα μόρια. Οι ισοφλαβόνες αποτελούνται από ένα σκελετό φλαβονοειδών και τροποποιούνται με μια διαδικασία που ονομάζεται μετανάστευση αρυλίου (Saboon et al., 2019).



Σχήμα 10 Δομικά χαρακτηριστικά από ισοφλαβόνες (Εικόνα από Άλκηστις Τζιόλα – Μπάρα, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, 2016)

5.3.4.8 Ανθοκυανίνες

Οι ανθοκυανίνες είναι γλυκοσίδες με μια ομάδα υδροξυλίου στο τέλος του μορίου της γλυκόζης. Είναι διαλυτά στο νερό και μπορούν να βρεθούν σε πολλές φυτικές τροφές. Είναι παράγωγα αλάτων 2-φαινυλοβενζοπυρρόλης ή ξανθυλίου. Οι ανθοκυανίνες λόγω ισορροπίας φορτίζονται θετικά σε όξινο pH, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό κατιόντων ξανθυλίου. (Saboon et al., 2019).

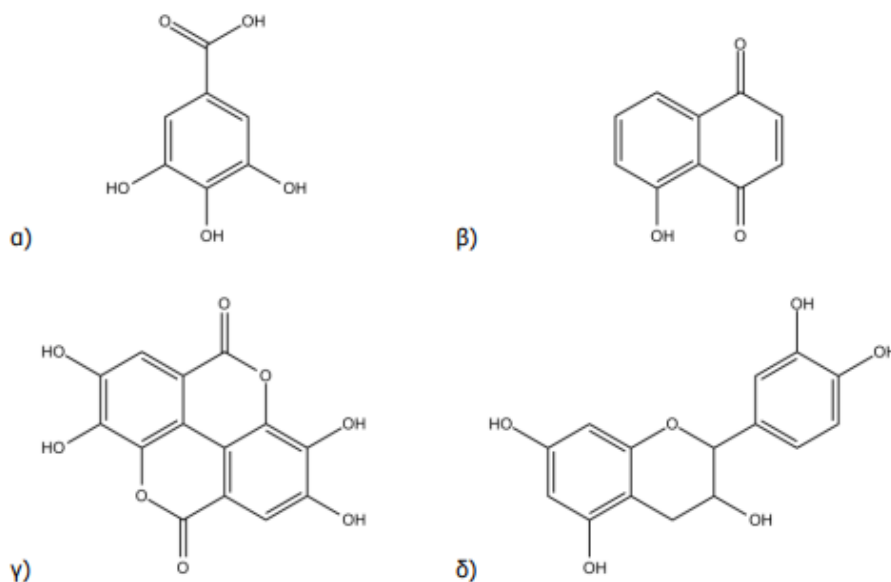


Σχήμα 11 Δομικά χαρακτηριστικά ανθοκυανινών (Εικόνα από Άλκηστις Τζιόλα – Μπάρα, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, 2016)

5.3.4.9 Στιλβένια

Αυτή η κατηγορία ενώσεων αποτελείται από μη φλαβονοειδείς φαινόλες. σκελετός του στιλβενίου περιέχει δεκατέσσερα άτομα άνθρακα (C6-C2-C6), με δύο δακτυλίους βενζολίου που συνδέονται με μια γέφυρα άνθρακα μεθυλενίου. Ο ένας από τους δακτυλίους φέρει δύο ομάδες υδροξυλίου, ενώ ο άλλος δακτύλιος αντικαθίσταται με υδροξυ και μεθοξυ ομάδες σε διαφορετικές θέσεις. Εντοπίζονται τόσο σε ελεύθερη όσο και σε γλυκοζυλιωμένη μορφή, όπως διμερή, τριμερή και πολυμερή σιβαίου. Τα στιλβένια είναι παρόμοια με τα φλαβονοειδή, αλλά έχουν διαφορετικές δομές λόγω των διαφορετικών τύπων κυκλοποίησης που εμφανίζονται στην μεταβολική οδό του

φαινυλοπροπανίου. Η συχνότητα εμφάνισης σιλιβενίου στην ανθρώπινη διατροφή είναι χαμηλή, αλλά η παραγωγή τους στα φυτά μπορεί να μεταβληθεί με μετασχηματισμό ενός μόνο γονιδίου, της συνθάσης του σιλιβενίου. Ένα από τα πιο μελετημένα σιλιβένιο είναι η τρανς-ρεσβερατρόλη (3,4',5-τριυδροξυσιλιβένιο), η οποία βρίσκεται κυρίως στα σταφύλια. Έρευνα δείχνει ότι η ρεσβερατρόλη έχει δράση καταπολέμησης του καρκίνου (Saboon et al., 2019).



Σχήμα 12 ταννίνες α) γαλλικό οξύ, β) γιογγλόνη, γ) ελλαγιικό οξύ, δ) κατεχίνη ([ikee.lib.auth](https://ikee.lib.auth.gr/))

5.3.4.10 Ταννίνες

Οι ταννίνες είναι χημικές ουσίες που εντοπίζονται στους φυτικούς οργανισμούς. Οι ταννίνες είναι μια ομάδα πολυμερών φαινολικών ρητινών. Τα άλατά τους είναι υδατοδιαλυτά και μπορούν να σχηματίσουν αντιστρέψιμα και μη αντιστρέψιμα σύμπλοκα με πρωτεΐνες, αλκαλοειδή, νουκλεϊκά οξέα, πολυσακχαρίτες και μέταλλα. Οι ταννίνες έχουν μια ιδιότητα που ονομάζεται συτυπτικότητα και απαντώνται σχεδόν σε κάθε μέρος του φυτού. Ανάλογα με τη δομή, οι ταννίνες μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: τις υδρολυμένες ταννίνες και τις συμπυκνωμένες ταννίνες.

Οι υδρολυόμενες ταννίνες περιλαμβάνουν στο μόριο τους έναν κεντρικό πυρήνα πολυόλης (γλυκόζη) και γαλλικές εστεροποιημένες υδροξυλικές ομάδες. Ανάλογα με τη βάση της εστεροποίησης, οι υδρολυόμενες ταννίνες διακρίνονται σε τρεις τύπους: τις γαλλοταννίνες (γαλλικό οξύ), τις ελλαγιταννίνες (ελλαγιικό οξύ) και τις σύνθετες ταννίνες. Οι χολικές ταννίνες είναι όλες οι ταννίνες στις οποίες οι μονάδες γαλλοϋλίου ή τα παράγωγά τους συνδέονται με άλλες διαφορετικές μονάδες πολυόλης, κατεχίνης ή τριτερπενίου. Έχουν δύο μονάδες γαλλοϋλίου συνδεδεμένες μεταξύ τους και καμία μονάδα κατεχίνης συνδεδεμένη με γλυκοσίδιο. Υδρολύονται για να παράγουν την δилаκτόνη ελλαγιικό οξύ, όπως η χολίνη.

Ως σύνθετες ταννίνες ορίζονται εκείνες στις οποίες το τμήμα κατεχίνης συνδέεται γλυκοσιδικά με το τμήμα γαλλοταννίνης ή ελλαγιταννίνης. Από την άλλη μεριά, οι

συμπυκνωμένες ταννίνες είναι δομικά πιο πολύπλοκες από τις υδρολυόμενες ταννίνες. Οι πλήρεις δομές τους δεν έχουν ακόμη αποκαλυφθεί πλήρως. Φαίνεται πως είναι προϊόντα πολυμερισμού φλαβαν-3-όλης και φλαβαν-3,4-διόλης ή μερικές φορές μείγμα και των δύο. Απορρέουν ως συνδυασμό του C4 μιας κατεχίνης με το C8 ή C6 του επόμενου μονομερούς κατεχίνης. Βρίσκεται ευρέως σε φρούτα, λαχανικά, ζωοτροφές, φυτά, κακάο, κόκκινο κρασί και ορισμένα δημητριακά, όπως το σόργο, το κεχρί, τα φασόλια και ούτω καθεξής (Saboon et al., 2019).

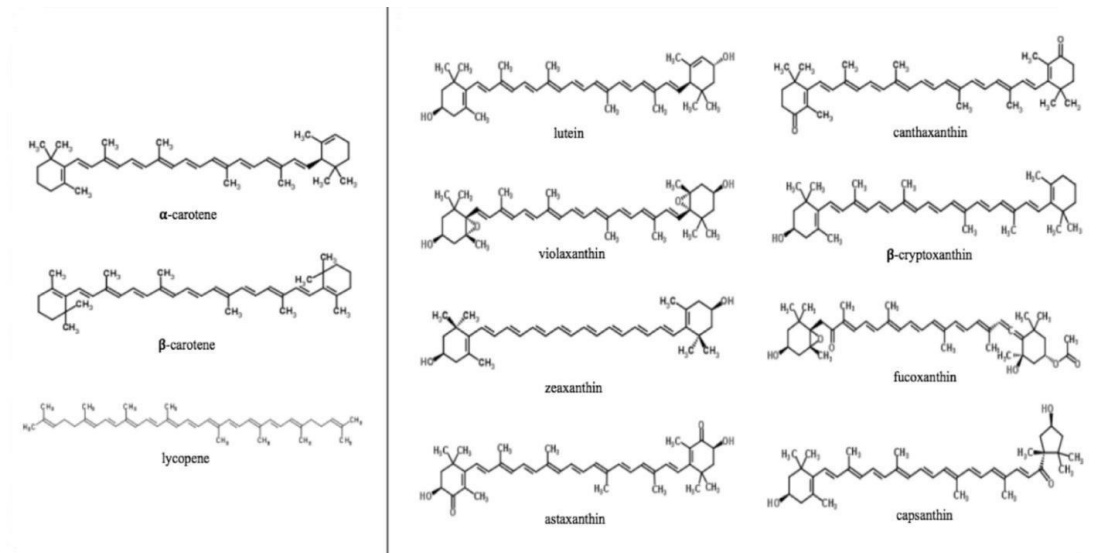
5.3.4.11 Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή χαρακτηρίζονται από φυσικά λιποδιαλυτά μόρια, φυσικές χρωστικές και ανήκουν στα τετρατερπενοειδή. Η χημική τους δομή αποτελείται από 40 άτομα άνθρακα, τα οποία συνδέονται με 8 μονάδες ισοπρενίου. Βρίσκονται στον χλωροπλάστες του κυττάρου και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: καροτίνη και λουτεΐνη. Τα καροτενοειδή είναι υδρογονάνθρακες που είναι διαλυτοί σε πετρελαϊκό αιθέρα και πρακτικά αδιάλυτοι στην αιθανόλη, ενώ η λουτεΐνη είναι ένα οξειδωμένο παράγωγο καροτενοειδών, δηλαδή αλκοόλες, αλδεΐδες και κετόνες που είναι διαλυτές σε αιθανόλη αλλά αδιάλυτες σε πετρελαϊκό αιθέρα (Αναγνωστοπούλου & Ταλέλλη, 2008).

Από τις επιμέρους δομές των καροτενοειδών, αυτή που παρουσιάζεται σε υψηλότερη συγκέντρωση και μεγαλύτερη συχνότητα στα τρόφιμα είναι το β-καροτένιο, ενώ σε μικρότερες ποσότητες εντοπίζεται η ζεαξανθίνη, το α-καροτένιο, η ανθεραξανθίνη, το λυκοπένιο και η λουτεΐνη (Σχήμα 10.). Οι περισσότερες από τις προαναφερθέντες ενώσεις - δευτερογενείς μεταβολίτες, παράγονται από το πυροφωσφορικό γερανυλογερανύλιο (Γ.Γ.Π.Φ.) και το φαινοφωσφορικό φαρνεσύλιο (Φ.Φ.Φ.).

5.3.5 Ρητίνες

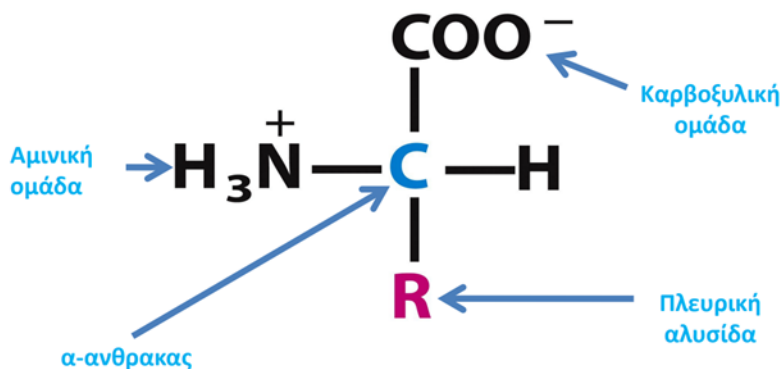
Οι ρητίνες είναι πολύπλοκα λιποδιαλυτά μείγματα πηητικών και μη πηητικών ενώσεων. Το μη πηητικό κλάσμα μπορεί να αποτελείται από διτερπένια και τριτερπένια, ενώ το πηητικό κλάσμα κυριαρχείται από μονοτερπένια και τριτερπένια. Είναι όλες παχύρρευστες και η ρευστότητά τους εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε πηητικές ενώσεις. Σκληραίνουν όταν εκτίθενται στον αέρα. Οι περισσότερες ρητίνες είναι αντιβακτηριδιακές και έχουν θεραπευτικές ιδιότητες, αλλά η δράση τους εξαρτάται από τη σύνθεση του χημικού μείγματος (Bernhofft A., 2010).



Σχήμα 13 Χημικές απεικονίσεις καροτενοειδών (καροτίνια και ξανθοφύλλες) (Martins, 2017)

5.3.6 Πρωτεΐνες και πεπτίδια

Οι φυτικές πρωτεΐνες αποτελούν σημαντική πηγή τροφής και ζωοτροφών. Τα αμινοξέα απορροφώνται από τα έντερο των ανθρώπων και των ζώων. Υπάρχουν φυτικές πρωτεΐνες και πεπτίδια που έχουν βιολογική δράση. Κανονικά δεν υδρολύονται στον πεπτικό σωλήνα, αλλά απορροφώνται σε κάποιο βαθμό και παίζουν τον συγκεκριμένο ρόλο τους στον οργανισμό. Τα *Eurhobiaceae* (οικογένεια μπαχαρικών) είναι φυτά που παράγουν πρωτεΐνες όπως η ρικίνη στους σπόρους του *ricinus communis* (καστορέλαιο). Η πρωτεΐνη ρικίνη (λεκτίνη) αναστέλλει την πρωτεϊνική σύνθεση και προκαλεί συστηματικές επιδράσεις, ιδιαίτερα γαστρεντερικά συμπτώματα, σε ζώα και ανθρώπους. Οι λεκτίνες βρίσκονται στους σπόρους πολλών τύπων οσπρίων. Εάν αυτοί οι σπόροι καταναλωθούν χωρίς πρώτα να ζεσταθούν, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε γαστρεντερικά προβλήματα (Bernhoft A., 2010).



Σχήμα 14 Απεικόνιση χημικής δομής πρωτεϊνών ([Biology uoc](#))

5.3.7 Προβιοτικοί μικροοργανισμοί

Το ανθρώπινο έντερο κατοικείται από ένα ευρύ φάσμα βακτηριακών ειδών, με τα τελευταία να φέρουν σημαντικές μεταβολικές και ανοσολογικές λειτουργίες, οδηγώντας σε αξιοσημείωτες επιδράσεις στην υγεία του ξενιστή (Cencic A. & Chingwaru W., 2010). Ο ορισμός των FAO/WHO είναι πως ως προβιοτικοί μικροοργανισμοί ορίζονται ως «οι ζωντανοί μικροοργανισμοί που όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες παρέχουν όφελος για την υγεία στον ξενιστή» (Sanders M., 2009). Τα στελέχη *Bifidobacterium* (*adolescentis*, *animalis*, *bifidum* και *longum*) και *Lactobacillus* (*acidophilus*, *casei*, *fermentum*, *gasseri*, *johnsonii*, *paracasei*, *plantarum*, *rhamnosus* και *salivarius*) είναι αναγνωρισμένα με προβιοτική δράση όταν παρέχονται σε τρόφιμα σε επίπεδο 1×10^9 μονάδων σχηματισμού αποικιών (CFU) ανά μερίδα (Hill et al., 2014).

Ωστόσο, για να χαρακτηριστεί ένας απομονωμένος μικροοργανισμός ως προβιοτικός, απαιτείται να πληροί συγκεκριμένες προϋποθέσεις:

Κατά προτίμηση οι μικροοργανισμοί θα πρέπει να είναι ανθρώπινης προέλευσης. Αν και συχνά υποδηλώνεται ότι τα προβιοτικά για ανθρώπινη χρήση πρέπει να είναι «ανθρώπινης προέλευσης», ορισμένα στελέχη που κανονικά δεν απομονώνονται από τον άνθρωπο έχουν αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικά προβιοτικά (π.χ. στελέχη του είδους *Bifidobacterium animalis*), γεγονός που αναιρεί αυτήν την απαίτηση.

Να έχουν αποδειχθεί ασφαλή από κλινικές μελέτες.

Να μην διαθέτουν κάποιον φορέα ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά ή τοξικότητας.

Να είναι ανθεκτικοί στις όξινες συνθήκες της γαστρεντερικής οδού, της χολής και των ενζύμων πέψης.

Να παρουσιάζουν ανταγωνισμό με άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς και να ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα.

Να μπορούν να δημιουργούν αποικίες στο έντερο του ανθρώπου.

Να διατηρούν την βιωσιμότητά τους, την δραστηκότητά τους και τον ρυθμό ανάπτυξής τους μετά από την παρασκευή τους.

Να εντοπίζονται σε επαρκή ποσότητα στα τρόφιμα. Τα επίπεδα δόσης των προβιοτικών θα πρέπει να βασίζονται σε επίπεδα που έχουν βρεθεί ότι είναι αποτελεσματικά σε μελέτες σε ανθρώπους. Ένα επίπεδο δόσης δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι αποτελεσματικό για όλα τα στελέχη. Για παράδειγμα, η αποτελεσματικότητα του *Bifidobacterium infantis* 35264 έχει τεκμηριωθεί σε 10^8 cfu/ημέρα, ενώ η συνιστώμενη δόση του VSL#3 (VSL Pharmaceuticals) είναι $(1,8 \times 10^{12})$ cfu/ημέρα (Sanders M., 2009).

5.3.8 Πρεβιοτικά & Συμβιωτικοί μικροοργανισμοί

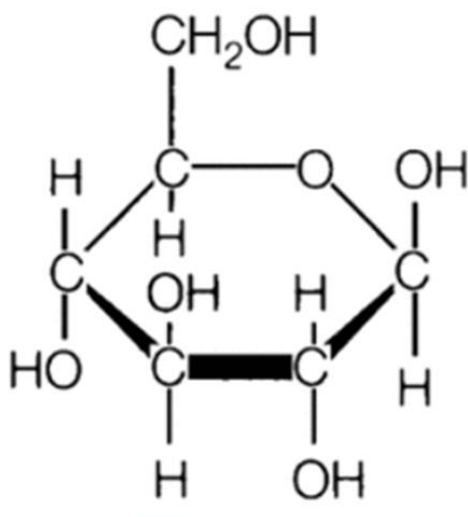
Ως πρεβιοτικό ορίζεται «ένα συστατικό που έχει υποστεί επιλεκτική ζύμωση ή μια ίνα που επιτρέπει συγκεκριμένες αλλαγές, τόσο στη σύνθεση όσο και/ή στη δραστηριότητα της γαστρεντερικής μικροχλωρίδας, προσδίδοντας κατά συνέπεια οφέλη στην ευημερία και την υγεία του ξενιστή». Τα πρεβιοτικά αποτελούν μια ομάδα

διαφορετικών υδατανθρακικών συστατικών και είναι μη εύπεπτοι ολιγοσακχαρίτες (ιδιαίτερα η ινουλίνη, το προϊόν υδρόλυσης της ολιγοφρουκτόζης και οι (δια)γαλακτοολιγοσακχαρίτες). Αφετέρου, τα συνβιοτικά είναι συνεργιστικοί συνδυασμοί προ- και πρεβιοτικών (Cencic A. & Chingwaru W., 2010) και αποσκοπούν στην αύξηση της επιβίωσης των αποδεδειγμένων προβιοτικών *in vivo*, καθώς και τη διέγερση ενδογενών αναερόβιων βακτηρίων. Τα προβιοτικά και τα πρεβιοτικά λειτουργούν συνεργιστικά για να παρέχουν ένα συνδυασμένο όφελος (Patel R. & DuPont H. L., 2015).

5.3.9 Φυτικές ίνες

Η χημική ταξινόμηση των υδατανθράκων πηγάζει από το μοριακό τους μέγεθος. Ενώ τα σάκχαρα (1-2 μονομερή) και οι περισσότεροι ολιγοσακχαρίτες (3-9 μονομερή) πέπτονται εύκολα, οι πολυσακχαρίτες (≥ 10 μονομερή) είναι συχνά δύσκολο να αφομοιωθούν. Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) ορίζει τις διαιτητικές ίνες ως μη εύπεπτους υδατάνθρακες και λιγνίνη. Η EFSA παρέχει έναν μακρύ κατάλογο ουσιών που αποτελούν τις διαιτητικές ίνες, συμπεριλαμβανομένων των πολυσακχαριτών χωρίς άμυλο, της κυτταρίνης, της πηκτίνης και των υδροκολλοειδών. Η ταξινόμηση των διαιτητικών ινών πηγάζει επίσης από τη υδατοδιαλυτότητά τους. Οι φυτικές ίνες διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις διαλυτές και οι αδιάλυτες. Οι κύριες πηγές διαλυτών φυτικών ινών είναι τα φρούτα και τα λαχανικά. Αντίθετα, τα δημητριακά και τα προϊόντα ολικής αλέσεως παρέχουν πηγές αδιάλυτων φυτικών ινών. Ωστόσο, τα περισσότερα φυσικά διαθέσιμα τρόφιμα πλούσια σε φυτικές ίνες περιέχουν ποικίλες ποσότητες τόσο διαλυτών όσο και αδιάλυτων φυτικών ινών (Barber T. et al., 2020).

Η σημασία των διαιτητικών ινών έχει δημιουργήσει μια τεράστια και δυνητική αγορά για προϊόντα και συστατικά πλούσια σε φυτικές ίνες και τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μια τάση για εύρεση νέων πηγών διαιτητικών ινών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία τροφίμων. Συνιστάται στους υγιείς ενήλικες να καταναλώνουν 20 έως 35 γραμμάρια διαιτητικών ινών την ημέρα. Αρκετά μη αμυλούχα τρόφιμα παρέχουν έως και 20-35 g φυτικές ίνες/100 g ξηρού βάρους, άλλα αμυλούχα τρόφιμα παρέχουν περίπου 10 g/100 g ξηρού βάρους και τα φρούτα και τα λαχανικά περιέχουν 1,5-2,5 g/100 g ξηρού βάρους ινών (Dhingra D. et al., 2011).



Σχήμα 15 Βασικό δομικό μόριο υδατανθράκων- απεικόνιση μορίου γλυκόζης ([Biochemreview](#))

| Κατάσταση | Επίδραση |
|--|---|
| Παχυσαρκία | Στο στομάχι, οι διαιτητικές ίνες επιβραδύνουν την κένωση της τροφής, με αποτέλεσμα ένα μακροχρόνιο αίσθημα πληρότητας. Αυτό περιορίζει την κατανάλωση θερμίδων και προωθεί την απώλεια βάρους. |
| Μερικοί τύποι καρκίνου (καρκίνος παχέος εντέρου, προστάτη, μαστού και καρκίνος της μήτρας) | Οι διαιτητικές ίνες προστατεύουν από ορισμένους τύπους καρκίνου μειώνοντας τη συγκέντρωση καρκινογόνων ουσιών στον οργανισμό. |
| Αλλεργίες | Οι φυτικές ίνες προλαμβάνουν τις αλλεργίες μειώνοντας τα ενδογενή επίπεδα ισταμίνης και απορροφώντας τα αλλεργιογόνα. |
| Αθηροσκλήρωση | Οι διαιτητικές ίνες μπορούν να επιβραδύνουν την ανάπτυξη της αθηροσκλήρωσης. Αυτό συμβαίνει γιατί απορροφούν τη χοληστερόλη και τα λιπίδια και στη συνέχεια τα απομακρύνουν από το σώμα. |
| Διαβήτης | Οι υδατοδιαλυτές διαιτητικές ίνες σχηματίζουν ένα κολλοειδές διάλυμα που επιβραδύνει την απορρόφηση λιπών και απλών υδατανθράκων, βοηθώντας έτσι στη μείωση της χοληστερόλης και στην ομαλοποίηση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα. |
| Γαστρίτιδα | Αναστέλλοντας την εκκριτική δραστηριότητα του γαστρικού υγρού, οι διαιτητικές ίνες έχουν διεγερτική επίδραση στις επανορθωτικές διεργασίες του τοιχώματος του στομάχου. |
| Γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση | Η κατανάλωση ινών μειώνει την παλινδρόμηση της χολής στο στομάχι αυξάνοντας την απορρόφηση των χολικών οξέων. |
| Καρδιαγγειακή Νόσος | Οι φυτικές ίνες έχουν θετικά αποτελέσματα στους βιοδείκτες της καρδιακής νόσου, μειώνοντας τα επίπεδα της C-αντιδρώσας πρωτεΐνης, της απολιποπρωτεΐνης και της αρτηριακής πίεσης. |
| Σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου, δυσκοιλιότητα | Οι φυτικές ίνες αυξάνουν την ποιότητα των κοπράνων και την περιεκτικότητά τους σε υγρά. Οι φυτικές ίνες μειώνουν επίσης τον χρόνο διέλευσης του εντέρου. |
| Ηπατική εγκεφαλοπάθεια | Οι διαιτητικές ίνες απορροφούν την αμμωνία. |
| Αυτοάνοσο νόσημα | Οι διατροφικές μη ζυμώσιμες ίνες αλλάζουν τη σύνθεση της μικροχλωρίδας του εντέρου και το μεταβολικό προφίλ. |
| Χρόνια νεφρική νόσος | Οι διαιτητικές ίνες μειώνουν καλύτερα τα επίπεδα θειικού ινδοξυλίου και θειικού ρ-κρεζυλεστέρα από την περιτοναϊκή κάθαρση και την αιμοκάθαρση. |

Πίνακας 4 Οφέλη στην υγεία από κατανάλωση φυτικών ινών (Merenkova S. et al., 2020)

5.3.10 Λιπαρά Ω3 & Ω6

Τα Ω-3 και Ω-6 είναι λιπαρά οξέα θεωρούνται απαραίτητα λιπαρά οξέα στη διατροφή του ανθρώπου επειδή ο άνθρωπος δεν μπορεί να τα συνθέσει σε επαρκείς

ποσότητες. Βιολογικά στοιχεία εικοσιπεντανοϊκού οξέος (C20:5n-3, EPA), εικοσαπεντανοϊκού οξέος (C22:5n-3, DPA) και εικοσιδυαεξανοϊκού οξέος (C22:6n-3, DHA) Σύνθεση που προέρχεται από το γονικό Ω-3 λιπαρό οξύ άλφα-λινόλη οξύ, ωστόσο, η μετατροπή του οξέος (C18:3n-3) ήταν πολύ χαμηλή για τις καθημερινές ανάγκες. Επομένως, συνιστάται η διατροφική πρόσληψη EPA και DHA. Το DHA παίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία και την απόκριση των μονοπατιών σηματοδότησης όπως οι κυτταρικές μεμβράνες, ο μεταβολισμός των ιστών και οι ορμόνες. Είναι επίσης το κύριο λιπαρό οξύ στον εγκέφαλο και στον αμφιβληστροειδή. Λόγω της ταχείας νευρογένεσης, μεγάλες ποσότητες DHA πρέπει να συμπληρώνονται στη διατροφή κατά την πρώιμη ανάπτυξη του εγκεφάλου. Το DHA είναι το κύριο λιπαρό οξύ στη φαιά ουσία του εγκεφάλου και η ανεπάρκειά του έχει συνδεθεί με αρκετές ασθένειες όπως μείζων κατάθλιψη και διπολική διαταραχή, τη νόσο του Alzheimer, τη σχιζοφρένεια και άλλους τύπους άνοιας. Συγκεκριμένα, η αύξηση της πρόσληψης Ω-3 λιπαρών οξέων (EPA και DHA) μπορεί επίσης να μειώσει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων (Patel A. et al., 2020).

| Common/ Trivial name | ω/n position (numbering from -CH ₃ end) | Structure | Systemic name (numbering from - COOH end) |
|-----------------------------------|---|-----------|--|
| Oleic acid (OA) | ω -9 | | (<i>cis</i> -9)- octadecenoic acid |
| Linoleic acid (LA) | ω -6 | | (<i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12)- octadecadienoic acid |
| Vaccenic acid (VA) | ω -7 | | (<i>trans</i> -11)- octadecenoic acid |
| 9-CLA (Rumenic acid) | ω -7 | | (<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11)- octadecadienoic acid |
| 10-CLA | ω -6 | | (<i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12)- octadecadienoic acid |
| α -linolenic acid (ALA) | ω -3 | | (all <i>cis</i> -9,12,15)- octadecatrienoic acid |
| Stearic acid (SA) | - | | Octadecanoic acid |

Σχήμα 16 Απεικόνιση χημικών δομών λιπαρών οξέων (Benjamin S. et al., 2015)

5.4 Επίδραση στη φυσιολογία και το μεταβολισμό του ανθρώπου

Το έντερο είναι ένα σύστημα επιλεκτικής απορρόφησης θρεπτικών συστατικών και το πιο σημαντικό σύστημα μεταγωγής σήματος και ανταλλαγής πληροφοριών στο σώμα. Χρησιμοποιείται ως αισθητήρας σήματος, νευροενδοκρινικός αισθητήρας και ανοσοποιητικό σύστημα αναγνώρισης και παρουσίασης. Είναι επίσης ένα πολύπλοκο σύστημα ανταλλαγής πληροφοριών που περιλαμβάνει πολλά δίκτυα σηματοδότησης που περιλαμβάνουν κύτταρα στη γαστρεντερική οδό και κύτταρα ακινητοποιημένα σε όργανα ή μεταφερόμενα στο αίμα. Η βιολογική δραστηριότητα των λειτουργικών τροφών στο σώμα μπορεί να οφείλεται στις επιπτώσεις τους σε αυτά τα δίκτυα, αλλά αυτό εγείρει το ερώτημα ποιες οδοί σηματοδότησης χρησιμοποιούνται από μη θρεπτικά συστατικά που δεν μπορούν να απορροφηθούν από το έντερο (Pang G. et al., 2012).

5.4.1 Η γαστρεντερική οδός λειτουργεί ως σημαντικό σύστημα αναγνώρισης και άμυνας

Η συνεξέλιξη οδήγησε σε μια συμβιωτική σχέση μεταξύ ευκαρυωτών και προκαρυωτών με την ανάπτυξη ενός πολύπλοκου αμφίδρομου συστήματος σηματοδότησης για τα επιθηλιακά κύτταρα και τα λεμφοκύτταρα του εντερικού βλεννογόνου. Υπολογίζεται ότι υπάρχουν περισσότερα από 400 είδη βακτηρίων στον ανθρώπινο γαστρεντερικό σωλήνα, χωρισμένα σε δύο μεγάλες κατηγορίες, σε αυτά που είναι ωφέλιμα (π.χ. *Bifidobacterium* και *Lactobacillus*) και σε αυτά που θεωρούνται επιβλαβή (π.χ. *Enterobacteriaceae* και *Clostridium*). Τα βακτηριακά τελικά προϊόντα της ζύμωσης είναι απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τον βλεννογόνο και μεταβολίτες για τη μικροβιακή κοινότητα. Η φυσική (φυσική) μικροχλωρίδα του εντέρου δρα ως περαιτέρω φραγμός ενάντια στα παροδικά (ξένα) πιθανά παθογόνα, ανταγωνιζόμενοι για θρεπτικά συστατικά και βλεννοπροσκόλληση.

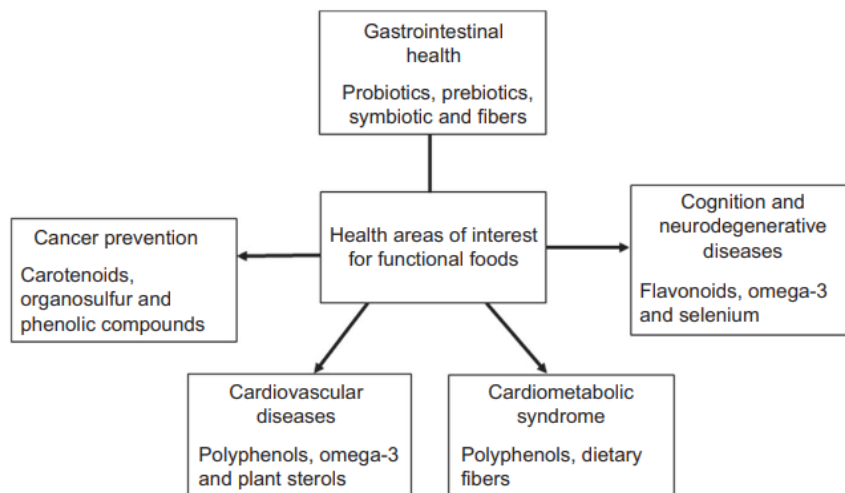
Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί σαφώς ότι το γαστρεντερικό μικροβίωμα είναι κρίσιμο για την προστασία του βλεννογόνου και τη ρύθμιση του ανοσοποιητικού, καθώς έχει περιγράψει ως το πιο προσαρμοστικό και αναγεννητικό μεταβολικό όργανο του σώματος. Η σύνθεση και η δραστηριότητα της γαστρεντερικής μικροχλωρίδας επηρεάζουν την εντερική και συστηματική φυσιολογία. Το σύνθετο γαστρεντερικό μικροβιακό φορτίο αλληλοεπιδρά μεταξύ του ανοσοποιητικού συστήματος του βλεννογόνου και της μικροχλωρίδας του εντέρου που διατηρεί φυσιολογικά ή

ενεργοποιημένα όργανα του ανοσοποιητικού συστήματος, οδηγώντας στην έκκριση αντισωμάτων έναντι επιβλαβών αντιγόνων (Cencic A. & Chingwaru W., 2010).

Ορισμένα λειτουργικά τρόφιμα δεν μπορούν να απορροφηθούν, αλλά έχουν μεγάλες επιδράσεις στις κυτοκίνες και τις χημειοκίνες. Ο εντερικός βλεννογόνος εκτίθεται συνεχώς σε περιεχόμενα του αυλού, τα οποία περιλαμβάνουν μικροοργανισμούς και θρεπτικά συστατικά. Οι δύσπεπτοι ολιγοσακχαρίτες των προβιοτικών μπορεί να βοηθήσουν στη ρύθμιση των ανοσολογικών αποκρίσεων στο έντερο. Το IEC εκφράζει αρκετούς υποδοχείς που αναγνωρίζουν αντιγόνα και απτένια που υπάρχουν στον εντερικό αυλό καθώς και τους προαναφερθέντες υποδοχείς. Αυτοί οι υποδοχείς είναι πιθανώς τα πιο σημαντικά συστήματα σηματοδότησης και μπορεί να διαδραματίσουν βασικό ρόλο στις βιοδραστικές επιδράσεις λειτουργικών τροφίμων ή εμβολίων ή/και φαρμάκων από το στόμα (Pang G. et al., 2012).

5.4.2 Πιθανοί τομείς ενδιαφέροντος υγείας για λειτουργικά τρόφιμα

Τα λειτουργικά τρόφιμα επηρεάζουν τις βιολογικές αποκρίσεις του σώματος, προάγοντας οφέλη για την υγεία σε ορισμένους σημαντικούς τομείς της ανθρώπινης φυσιολογίας (Σχήμα 17).



Σχήμα 17 Συσχέτιση υγείας και κατανάλωσης λειτουργικών τροφίμων (Aguilar Laís Marinho et al., 2019)

6 Η υποκατηγορία των λειτουργικών ροφημάτων – Παραδείγματα

6.1 Χυμοί φρούτων λαχανικών

Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς λειτουργικών ποτών αναμένεται να αυξηθεί από 117,04 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2021 σε 123,98 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2022, με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 5,9%. Το μέγεθος της αγοράς λειτουργικών ποτών αναμένεται να αυξηθεί στα 156,43 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2026 με CAGR 6% (thebusinessresearchcompany).

Στην έκθεσή της για το 2017, η European Juice Association (AIJN) ανακοίνωσε ότι τα τελευταία 5 χρόνια (2012-2017), η παραγωγή χυμών φρούτων (μη συμπυκνωμένων) έχει αυξηθεί κατά 5,4% και αυτή των φρεσκοστυμμένων χυμών κατά 4,8%. Από την άλλη, η παραγωγή νέκταρ και άλλων ποτών με προσθήκη ζάχαρης και άλλων πρόσθετων μειώθηκε κατά 3,8% και 1,6%, αντίστοιχα. Οι λειτουργικοί χυμοί μπορούν να παρασκευαστούν με την προσθήκη ορισμένων λειτουργικών συστατικών όπως καροτενοειδή, φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή, λιπαρά οξέα, προβιοτικά, πρεβιοτικά, μέταλλα και βιταμίνες σε κανονικούς χυμούς. Ένα παράδειγμα, είναι οι χυμοί φρούτων με υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, όπως οι χυμοί εσπεριδοειδών, θεωρήθηκαν λειτουργικοί επειδή η βιταμίνη C είναι ένα σημαντικό αντιοξειδωτικό. (Putnik P. et al., 2020).

Ορισμένα προϊόντα που διατίθενται στο εμπόριο φαίνονται στους παρακάτω Πίνακες 4-5. Ο χυμός φρούτων είναι ιδανικό μέσο για τα προβιοτικά λόγω των βασικών θρεπτικών συστατικών του. Μερικά φρούτα που χρησιμοποιούνται στην εμπορική παρασκευή λειτουργικών ποτών περιλαμβάνουν το acai, το acerola, τα μήλα, τα σταφύλια, τα μάνγκο, τις φράουλες, τα φραγκοστάφυλα, τα βατόμουρα, τα σμέουρα, τα βακκίνια, τα κεράσια, τα ροδάκινα, τα δαμάσκηνα, το guarana, τα φρούτα figo, το ρόδι και το ακτινίδιο. Μερικά από τα εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα περιλαμβάνουν τα Biola[®], Bioprofit[®], Gefilus[®] και Rela (Nazir M. et al., 2019).

| Μάρκα | Παραγωγός | Δραστικές ενώσεις |
|----------------------------------|----------------------------------|--|
| Προβιοτικά | | |
| Vita Biosa ® | Biola Inc., Καναδάς | Αντιοξειδωτικά; Προβιοτικά: <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>B. bifidum</i> |
| Proviva ® | Skane Dairy, Σουηδία | Προβιοτικά: <i>L. plantarum</i> 299v |
| Gefilus ® | Valio Ltd., Φινλανδία | Βιταμίνες C και D; Προβιοτικά : <i>L. rhamnosus</i> GG |
| Bioprofit ® | Valio Ltd., Φινλανδία | Προβιοτικά: <i>L. rhamnosus</i> GG, <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> JS |
| Biola ® | Tine BA, Νορβηγία | Προβιοτικά: <i>L. rhamnosus</i> GG |
| Rela ® | Arla Ingman Ou Ab., Φινλανδία | Προβιοτικά: <i>L. acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>B. lactis</i> |
| Προβιοτικό Υγρό ολικής αλέσεως ® | Grainfields, Αυστραλία | Βιταμίνες, αμινοξέα και ένζυμα. Προβιοτικά: <i>L. acidophilus</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>boulardii</i> , <i>S. cerevisiae</i> |
| Friscus ® | Skane mejerier, Σουηδία | Προβιοτικά: <i>L. plantarum</i> HEAL9, <i>L. paracasei</i> 8700:2 |
| Silk Live ® | WhiteWave Foods, ΗΠΑ | Προβιοτικά: <i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosus</i> |
| Goodbelly ® | NextFoods, ΗΠΑ | Προβιοτικά: <i>L. plantarum</i> 299v |

Πίνακας 5 Συνήθη παραδείγματα εμπορικά διαθέσιμων χυμών λαχανικών και φρούτων στην ευρωπαϊκή και ασιατική αγορά ([Nazir M. et al., 2019](#))

Εμπλουτισμένα ποτά

| | | |
|---|-------------------------------|--|
| Tropicana Essentials Orange Juice & Calcium ® | Tropicana, ΗΠΑ | Ασβέστιο |
| Tropicana Farmstand ® | Tropicana, ΗΠΑ | Βιταμίνες Α και C; κάλιο |
| Tomato Juice Plus ® | Langer Juice Co., Inc., Η.Π.Α | Βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία |
| L&A Tomato Juice ® | Langer Juice Co., Inc., Η.Π.Α | Βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία |
| Daily Greens ® | Bolthouse Farms, ΗΠΑ | Βιταμίνες Α και C; μαγγάνιο, σίδηρο και ψευδάργυρο |
| V Blend Vegetable/Fruit Blend ® | Country Pure Foods, Η.Π.Α | Βιταμίνες Α, C και E |
| Welch's 100% Grape Juice with Calcium ® | Welch Foods Inc., Η.Π.Α | Ασβέστιο |
| Tropicana Pure Premium Calcium Orange Juice ® | Tropicana, ΗΠΑ | Ασβέστιο |
| Minute Maid with Calcium & Vitamin D ® | Minute Maid, ΗΠΑ | Ασβέστιο και βιταμίνη D |
| Oasis Health Break ® | Lassonde Inc., | Ωμέγα 3 |

Πίνακας 6 Συνήθη παραδείγματα εμπορικά διαθέσιμων χυμών λαχανικών και φρούτων στην ευρωπαϊκή και ασιατική αγορά (Nazir M. et al., 2019)

Vita Biosa

Απεικόνιση προϊόντος Vita Biosa ([vitabiosa](#))

Ενδεικτικό παράδειγμα για τα ροφήματα ενισχυμένα με προβιοτικά είναι το Vita Biosa ¹⁰⁺, είναι ένα μοναδικό προβιοτικό ρόφημα που παρασκευάζεται με τριπλή ζύμωση βιολογικής μελάσας από ζαχαροκάλαμο και εμπλουτίζεται με ένα εξειδικευμένο τσάι από βότανα. Ενδεικτικά στελέχη είναι τα εξής, *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subs. lactis biovar. Diacetylaktis* και *Streptococcus thermophilu*. Παρά το γεγονός ότι το συγκεκριμένο προϊόν είναι φτιαγμένο από μελάσα, η διαδικασία της τριπλής ζύμωσης μετατρέπει σχεδόν όλα τα σάκχαρα, έτσι ώστε το τελικό ποτό να έχει 0 g (μηδέν γραμμάρια) ζάχαρης ανά μερίδα ([vitabiosa](#)).

Tropicana Essentials Orange Juice & Calcium



Απεικόνιση προϊόντος Tropicana Essentials Orange Juice & Calcium ([Tropicana](#))

| Nutrition Facts | |
|--|-------------------------|
| About 6 servings per container | |
| Serving Size | 8 fl oz (240 mL) |
| Amount Per Serving | |
| Calories | 110 |
| % Daily Value* | |
| Total Fat 0g | 0% |
| Sodium 0mg | 0% |
| Total Carbohydrate 26g | 9% |
| Total Sugars 22g | |
| Includes 0g Added Sugars 0% | |
| Protein 2g | |
| Vitamin D 2.5mcg | 10% |
| Calcium 350mg | 25% |
| Potassium 450mg | 10% |
| Vitamin C 90mg | 100% |
| Thiamine 0.2mg | 15% |
| Niacin 0.8mg | 4% |
| Vitamin B6 0.1mg | 6% |
| Folate 60mcg DFE | 15% |
| Magnesium 25mg | 6% |
| Not a significant source of saturated fat, <i>trans</i> fat, cholesterol, dietary fiber, and iron. | |
| *The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice. | |
| 100% ORANGE JUICE, CALCIUM HYDROXIDE*, CITRIC ACID*, MALIC ACID* AND VITAMIN D3* *INGREDIENTS NOT FOUND IN REGULAR ORANGE JUICE | |

Το Tropicana Essentials Orange Juice & Calcium είναι ένας χυμός από συμπυκνωμένο χυμό πορτοκαλιού, υδροξείδιο του ασβεστίου, μηλικό οξύ, κιτρικό οξύ και χοληκαλσιφερόλη (βιταμίνη D3) ([Tropicana](#)).

Απεικόνιση Διατροφική δήλωση προϊόντος ([Tropicana](#))

Tropicana farmstand



Απεικόνιση του προϊόντος Tropicana farmstand ([Tropicana](#))

Ο χυμός Tropicana Farmstand είναι ένα μείγμα 100% χυμού φρούτων και λαχανικών χωρίς προσθήκη ζάχαρης. Είναι μία πηγή βιταμινών Α & C.

Tomato Juice Plus



Απεικόνιση προϊόντος Tomato Juice Plus ([Langers](#))

Η εταιρία Langer Juice Company Inc., έχει αναδειχθεί ως σημαντική δύναμη στην πολύ ανταγωνιστική βιομηχανία χυμών. Παράγοντας χυμούς που περιλαμβάνουν μήλα, κράνμπερι, σταφύλια, εσπεριδοειδή, ρόδι και τροπικά μείγματα. Η εταιρία έχει επεκτείνει τη σειρά προϊόντων Langers Plus συμπεριλαμβάνοντας εννέα ποικιλίες ενισχυμένων 100% χυμών, οι οποίοι περιέχουν πρόσθετα θρεπτικά συστατικά, απαραίτητα αντιοξειδωτικά, μέταλλα και βότανα ([Langers](#)).

Τόσο το Langers Tomato Juice Plus όσο και το L&A Tomato Juice προέρχονται από 100% χυμό ντομάτας. Αυτά τα μείγματα χυμών ενισχύονται με το Fruitflow® που προέρχεται από την ντομάτα, βιταμίνες και μέταλλα που συμβάλλουν στις υψηλές θρεπτικές αξίες των χυμών και κυκλοφορούν στο εμπόριο από το 2013. Το Fruitflow® είναι ένα φυσικό, υγιεινό και ασφαλές συστατικό που έχει αποδειχθεί μέσω κλινικής έρευνας ότι βοηθά στη διατήρηση της υγιούς ροής του αίματος υποστηρίζοντας τη φυσιολογική λειτουργία των αιμοπεταλίων. Το όφελος

του Fruitflow® έχει αποδειχθεί με συνέπεια σε οκτώ κλινικές δοκιμές. Το Fruitflow® είναι το πρώτο συστατικό που λαμβάνει έναν ευρωπαϊκό ισχυρισμό υγείας του άρθρου 13.5 της EFSA, ο οποίος δηλώνει ότι το προϊόν "βοηθά στη διατήρηση της φυσιολογικής συσσώρευσης αιμοπεταλίων, η οποία συμβάλλει στην υγιή ροή του αίματος" ([Pnewswire](#)).

Daily Greens



Απεικόνιση προϊόντος Green Daily ([Bolthouse](#))

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Χυμός Μήλου Από Συμπύκνωμα (Νερό, Συμπυκνωμένος Χυμός Μήλου), Χυμός Αγγουριού Από Συμπύκνωμα (Νερό, Συμπυκνωμένος Χυμός Αγγουριού), Χυμός Σέλινου Από Συμπύκνωμα (Νερό, Συμπυκνωμένος Χυμός Σέλινου), Πουρές Ακτινιδίου, Συμπυκνωμένος Χυμός Λεμονιού (Νερό, Συμπυκνωμένος Χυμός Λεμονιού) , Χυμός Λάχανου, Χυμός Μαρουλιού Romaine, Πουρές Σπανάκι, Χυμός Πράσινης Πιπεριάς, Χυμός Ανανά Από Συμπύκνωμα (Νερό, Συμπυκνωμένος Χυμός Ανανά), Ίνες Ρίζας (Ραδίκι), Φυσικές Γεύσεις, Σκόνη Σπιρουλίνας, Βιταμίνη C (Ασκορβικό Οξύ), Εκχύλισμα Χόρτου Σίτου .

Απεικόνιση. Συστατικά προϊόντος Green Daily ([bolthouse](#))

Απεικόνιση. Διατροφική δήλωση προϊόντος Green Daily ([bolthouse](#))

| Nutrition Facts | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1 serving per container | |
| Serv size 15.2 fl. oz. (450mL) | |
| Amount per serving | |
| Calories 150 | |
| | % DV* |
| Total Fat 0g | 0% |
| Saturated Fat 0g | 0% |
| Trans Fat 0g | |
| Cholesterol 0mg | 0% |
| Sodium 320mg | 14% |
| Total Carbohydrate 35g | 13% |
| Dietary Fiber 2g | 7% |
| Total Sugars 30g | |
| Incl. 0g Added Sugars | 0% |
| Protein 2g | |
| Vitamin D 0mcg | 0% • Calcium 70mg 6% |
| Iron 1mg | 6% • Potassium 550mg 10% |
| Vitamin C 34mg | 40% |

* The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

V Blend



Απεικόνιση προϊόντος V Blend ([Countrypure](#))

Η Country Pure Foods παράγει [χυμούς](#) για ιδιωτική ετικέτα. Οι 100% χυμοί λαχανικών παρασκευάζονται με γλυκοπατάτα, καρότο και κολοκύθα, καθώς και με βιταμίνες A, C και E.

Διατροφική δήλωση προϊόντος V Blend ([Countrypure](#))

Ruby Rusher • Nutrition Information

| SKU | Pack Size | Portion (fl. oz.) | Shelf Stable | Frozen | Calories | Sodium (mg) | Carbs (g) | Total Sugars (g) | Protein (g) | Calcium (%) | Iron (%) | Potassium (%) | A (%) | C (%) | E (%) | Kosher | K12 Smart Snacks | K12 Red/Orange Credits |
|-------|-----------|-------------------|--------------|--------|----------|-------------|-----------|------------------|-------------|-------------|----------|---------------|-------|-------|-------|--------|------------------|------------------------|
| 45708 | 70 | 4 | | ✓ | 50 | 30 | 12 | 10 | 0 | 0 | 2 | 4 | 10 | 35 | 10 | ✓ | ✓ | 1/2 cup |
| 62027 | 44 | 4.23 | ✓ | | 50 | 35 | 14 | 12 | 0 | 0 | 2 | 4 | 10 | 80 | 10 | ✓ | ✓ | 1/2 cup |

Ingredients: 100% Juice from Sweet Potato, Carrot, and Pumpkin Juice Concentrates (Filtered Water and Juice Concentrates), Less than 2% of: Natural Flavors, Citric Acid, Ascorbic Acid (Vitamin C), d-alpha Tocopheryl Acetate (Vitamin E), Vitamin A Palmitate.

Sunset Sip • Nutrition Information

| SKU | Pack Size | Portion (fl. oz.) | Shelf Stable | Frozen | Calories | Sodium (mg) | Carbs (g) | Total Sugars (g) | Protein (g) | Calcium (%) | Iron (%) | Potassium (%) | A (%) | C (%) | E (%) | Kosher | K12 Smart Snacks | K12 Red/Orange Credits |
|-------|-----------|-------------------|--------------|--------|----------|-------------|-----------|------------------|-------------|-------------|----------|---------------|-------|-------|-------|--------|------------------|------------------------|
| 45714 | 70 | 4 | | ✓ | 40 | 30 | 11 | 9 | 0 | 0 | 2 | 4 | 10 | 35 | 10 | ✓ | ✓ | 1/2 cup |
| 45753 | 70 | 6 | | ✓ | 60 | 45 | 16 | 14 | 0 | 0 | 4 | 6 | 15 | 50 | 15 | ✓ | ✓ | 3/4 cup |
| 62014 | 44 | 4.23 | ✓ | | 45 | 35 | 11 | 10 | 0 | 0 | 2 | 4 | 10 | 80 | 10 | ✓ | ✓ | 1/2 cup |
| 62052 | 40 | 6.75 | ✓ | | 70 | 50 | 17 | 15 | 1 | 0 | 4 | 6 | 15 | 100 | 15 | ✓ | ✓ | 3/4 cup |

Ingredients: 100% Juice from Sweet Potato, Carrot, and Pumpkin Juice Concentrates (Filtered Water and Juice Concentrates), Less than 2% of: Natural Flavors, Citric Acid, Ascorbic Acid (Vitamin C), d-alpha Tocopheryl Acetate (Vitamin E), Vitamin A Palmitate.

Minute maid



Απεικόνιση προϊόντος Minute maid ([Minutemaid](#))

Ο Minute Maid Original είναι ένας χυμός ενισχυμένος με ασβέστιο και βιταμίνη D. Βοηθά στην δημιουργία υγιών οστών και παρέχει επίσης μια καλή πηγή βιταμίνης C, φιλικού οξέος, καλίου και θειαμίνης. Στα συστατικά του χυμού Minute Maid Original περιλαμβάνεται το ασβέστιο και βιταμίνη D3 ([Minutemaid](#)).

Welch's



Είναι ένας 100% Χυμός Σταφυλιού Concord Σταφύλι με ασβέστιο. Στα συστατικά του περιλαμβάνεται ο χυμός σταφυλιού, το γλυκονικό ασβέστιο, το γαλακτικό ασβέστιο, ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) και κιτρικό οξύ ([welchs](#)).

Απεικόνιση προϊόντος Welch's ([welchs](#))

Oasis Health Break



Απεικόνιση προϊόντος Oasis Health Break ([Oasis](#))

Στην συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντων, κάθε χυμός παρουσιάζει διαφορετικά θρεπτικά οφέλη. Το Oasis Health Break Grapefruit-Hibiscus-Blackberry With Collagen διακρίθηκε το 2022 ως το προϊόν της χρονιάς στην κατηγορία βιολειτουργικά ροφήματα. Το προϊόν της χρονιάς είναι το μεγαλύτερο βραβείο που δίνεται από τους καταναλωτές για καινοτομία προϊόντων. Ιδρύθηκε πριν από περισσότερα από 31 χρόνια στη Γαλλία, η ΡΟΥ δραστηριοποιείται επί του παρόντος σε περισσότερες από 40 χώρες με τον ίδιο σκοπό, να καθοδηγεί τους καταναλωτές στα καλύτερα προϊόντα στην αγορά και να επιβραβεύει τους παραγωγούς για την ποιότητα και την καινοτομία ([Oasis](#)).

6.2 Προϊόντα που βασίζονται στο γάλα

Τα προβιοτικά οδηγούν την αγορά, αντιπροσωπεύοντας το 52,2% των παγκόσμιων εσόδων το 2019. Τα προβιοτικά προϊόντα είναι ένας σημαντικός τομέας ανάπτυξης εντός της ομάδας λειτουργικών συστατικών και υπάρχει πολλή έρευνα σε εξέλιξη για τη βελτίωση των γαλακτοκομικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των προβιοτικών όπως το *Bifidobacterium* και το *Lactobacillus* (Grand View Research). Το 2013, η Mintel International ανέφερε ότι η ανάπτυξη των γαλακτοκομικών προϊόντων έχει κορυφωθεί, αλλά περίπου το 44% των καταναλωτών αναζητά γαλακτοκομικά προϊόντα με προστιθέμενη αξία (Nazir M. et al., 2019).

| Μάρκα | Παραγωγός | Δραστικές ενώσεις |
|-------------------------------|---------------------------------|---|
| Προβιοτικά | | |
| Verum [®] | Essum AB, Σουηδία | <i>Lactococcus lactis</i> L1A, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21 |
| Gaio [®] | MD Foods, Δανία | <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> |
| Actimel [®] | Danone, Γαλλία | <i>L. casei</i> Immunitas TM |
| Vifit Drink [®] | Μόνα, Ολλανδία | <i>L. casei</i> GG, <i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> |
| CHAMYTO [®] | Nestle, Γαλλία | <i>L. johnsonii</i> , <i>L. helveticus</i> |
| Yakult [®] | Yakult Honsha Co, Ιαπωνία | <i>L. casei</i> Shirota |
| Yakult Miru-Miru [®] | Yakult Honsha Co, Ιαπωνία | <i>L. casei</i> , <i>B. bifidum</i> ή <i>B. breve</i> , <i>L. acidophilus</i> |
| Cultura [®] | Arla Foods, Σουηδία | <i>L. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i> |
| Vitagen [®] | Γάλα Μαλασίας SDN. BHD, Μαλασία | <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> |
| ProCult Drink [®] | Muller, Germany | <i>B. longum</i> BB536, <i>S. thermophilus</i> , <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> |

Πίνακας 7 Ορισμένα προβιοτικά ποτά που διατίθενται στο εμπόριο παρατίθενται στον παραπάνω πίνακα (Nazir M. et al., 2019)

Εμπλουτισμένα ποτά

| | | |
|----------------------------------|--|------------------------------|
| Heart Plus [®] | PB Food, Αυστραλία | Ωμέγα 3 |
| Natrel Omega-3 [®] | Natrel, Καναδάς | Ωμέγα 3 |
| Night-Time Milk [®] | Φάρμα Κρίκετ, Ηνωμένο Βασίλειο | Μελατονίνη |
| Meiji Love [®] | Meiji Milk, Ιαπωνία | Ασβέστιο και σίδηρος |
| Dairyland Milk-2-Go [®] | Saputo, Καναδάς | Ασβέστιο, ωμέγα-3, βιταμίνες |
| Natural Linea [®] | Corporacion Alimentaria Penanata SA, Ισπανία | Συζευγμένο λινολεϊκό οξύ |
| Benecol [®] | Mc Neil Nutritionals, UK | Φυτοστερόλη |
| Danacol [®] | Danone, Γαλλία | Φυτοστερόλη |
| ZenR [®] | Danone, Βέλγιο | Μαγνήσιο |
| Evolus [®] | Valio Ltd., Φινλανδία | Βιοενεργά πεπτίδια |

Πίνακας 8 Ορισμένα προβιοτικά ποτά που διατίθενται στο εμπόριο παρατίθενται στον παραπάνω πίνακα (Nazir M. et al., 2019)

Τα γαλακτοκομικά ποτά που διατίθενται στο εμπόριο είναι επίσης πλούσια σε άλλα βιοενεργά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων των Ω-3 λιπαρών οξέων, του εικοσαπεντανοϊκού οξέος, του άλφα-λινελαϊκού οξέος (ALA), του συζευγμένου λινολεϊκού οξέος (CLA) και του αλκενοϊκού οξέος εικοσιδυαεξανοϊκού οξέος. Τα ποτά γάλακτος έχουν επίσης πρόσθετα βιοενεργά (βιοενεργά) πεπτίδια. Τέλος, τα μέταλλα που προστίθενται πιο συχνά στα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι το μαγνήσιο, το ασβέστιο και ο σίδηρος, τα οποία παίζουν ζωτικούς ρόλους στον ανθρώπινο οργανισμό (Nazir M. et al., 2019).

6.3 Αθλητικά /ενεργειακά ποτά

Πιστεύεται ευρέως ότι τόσο η απόδοση όσο και η υγεία των αθλητών μπορούν να βελτιωθούν μέσω της αθλητικής διατροφής. Η επαρκής πρόσληψη υδατανθράκων, πρωτεϊνών και ηλεκτρολυτών είναι απαραίτητη για βέλτιστη διατροφή και απόδοση. Η ενυδάτωση είναι ένας περιοριστικός παράγοντας στην αθλητική απόδοση και απαιτείται επαρκής ενυδάτωση για τη βελτίωση της απόδοσης και της υγείας του

αθλητή. Τα αθλητικά ποτά είναι αρωματισμένα ποτά σχεδιασμένα να καταναλώνονται πριν ή κατά τη διάρκεια της άσκησης ή άλλης έντονης δραστηριότητας για την πρόληψη της αφυδάτωσης παρέχοντας ηλεκτρολύτες (π.χ. μαγνήσιο, ασβέστιο, κάλιο, νάτριο) και υδατάνθρακες. Εκτός από ηλεκτρολύτες και υδατάνθρακες, τα αθλητικά ποτά μερικές φορές περιέχουν βιταμίνες και άλλα θρεπτικά συστατικά. Τα αθλητικά ποτά παρέχουν καλύτερη ενυδάτωση από το νερό και χρησιμοποιούνται ως το καλύτερο δροσιστικό ποτό κατά τη διάρκεια της άσκησης. Μερικά παραδείγματα αθλητικών ποτών που διατίθενται στο εμπόριο περιλαμβάνουν τα Accelerade[®], Gatorade[®] και Powerade (Nazir M. et al., 2019).

7 Νομοθεσίες σχετικά με τα βιολειτουργικά τρόφιμα

Οι νομοθεσίες σχετικά με τα BTP στηρίζονται στη βασική αρχή της θετικής τους συμβολής στην υγεία και στην πρόληψη ασθενειών. Αν και για την περιγραφή των τροφίμων της κατηγορίας έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές ορολογίες όπως για παράδειγμα τα θεραπευτικά τρόφιμα, σχεδιασμένα τρόφιμα, ιαματικά τρόφιμα, οι όροι αυτού δεν είναι πάντα συνώνυμοι. Για τους σκοπούς της νομοθεσίας, ο όρος αναφέρεται σε τρόφιμα που έχουν τροποποιηθεί με κάποιο τρόπο ώστε να προσφέρουν οφέλη στην υγεία του καταναλωτή. Στην Ελλάδα, ο όρος λειτουργικό ή βιολειτουργικό τρόφιμο δεν υφίσταται ακόμη στην ελληνική νομοθεσία και ο ΕΦΕΤ δεν έχει ορίσει με συγκεκριμένο τρόπο την σχετικά πρόσφατη αυτή έννοια.

7.1 Νομοθεσία στην Ιαπωνία

Στην Ιαπωνία, όπου ιστορικά είναι και η πρώτη χώρα η οποία εισήγαγε την έννοια των λειτουργικών τροφίμων, ιδρύθηκε το 1991 από του Ιαπωνικό Υπουργείο Υγείας ένας οργανισμός που έχει σαν κύριο ρόλο την διερεύνηση των ισχυρισμών υγείας που υπάρχουν στις ετικέτες των τροφίμων. Η διαδικασία έγκρισης ενός BTP στην Ιαπωνία αποτελείται από αρκετά στάδια σε όλη την αλυσίδα παραγωγής ενός τροφίμου και εμπλέκει τον παραγωγό και την προτεινόμενη δοσολογία κατανάλωσης και τον έλεγχο των ισχυρισμών αυτών με επιστημονική μεθοδολογία από τις επίσημες αρχές, μέχρι την τελική έγκριση του προϊόντος. Από το 2001 και μετά η συγκεκριμένη πολιτική διευρύνθηκε με σκοπό την αποδοχή και άλλων διατροφικών προϊόντων στα πλαίσια της νομοθεσίας, όπως τις κάψουλες και τις ταμπλέτες παράλληλα με την

κατανάλωση συμβατικών τροφίμων. Τέλος, το σύστημα κανονισμού FNFC (Foods with Nutrient Function Claims), το οποίο ισχύει ακόμη και σήμερα, θέτει τον όρο οι ισχυρισμοί υγείας που βρίσκονται στην ετικέτα ενός τροφίμου να είναι επιστημονικά αποδεδειγμένοι, αλλά και να εναρμονίζονται με τα διεθνή πρότυπα τα οποία έχουν θεσπιστεί (Frakolaki et al., 2021).

7.2 Νομοθεσία στις ΗΠΑ

Ο FDA (Food and Drug Administration) στις ΗΠΑ, έχει καθορίσει τις εξής βασικές κατηγορίες τροφίμων:

- Τα παραδοσιακά τρόφιμα
- Τα τρόφιμα για συγκεκριμένη διαιτητική χρήση
- Ιατρικά τρόφιμα
- Διαιτητικά συμπληρώματα

Τα βιολειτουργικά τρόφιμα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω κατηγορίες. Για παράδειγμα ένας χυμός ο οποίος περιέχει διαλυτές φυτικές ίνες μπορεί να θεωρηθεί λειτουργικός, αφού έχει τροποποιηθεί με κάποιο τρόπο ώστε να βελτιώσει τις λειτουργικές του ιδιότητες. Επίσης, αρκετά προϊόντα που διατίθενται στην αγορά σαν διατροφικά συμπληρώματα μπορούν να χαρακτηριστούν σα βιολειτουργικά τρόφιμα, όπως είναι η γέλη με προσθήκη βιταμίνης C και ασβεστίου που διατίθεται σα συμπλήρωμα διατροφής για την υγεία του μυοσκελετικού συστήματος. Επίσης, πολλά προϊόντα σε μορφή σκόνης έχουν συστατικά όπως επιπρόσθετη πρωτεΐνη ορού γάλατος για ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης και τη μυϊκή αύξηση. Αυτό που παρατηρείται επομένως στη νομοθεσία που σχετίζεται με τα λειτουργικά τρόφιμα στις ΗΠΑ είναι ότι υπάρχει μια θολή γραμμή ανάμεσα στα τυπικά τρόφιμα, τα συμπληρώματα διατροφής και τα βιολειτουργικά τρόφιμα, αφού και οι τρεις κατηγορίες μπορούν να φέρουν ισχυρισμούς υγείας στην ετικέτα τους (Bagchi et al., 2019).

Επιπρόσθετα, στις ΗΠΑ, χρησιμοποιείται το πρότυπο SSA (Significant Scientific Agreement) για την εξακρίβωση των ειδικευμένων ισχυρισμών υγείας. Ο σκοπός του προτύπου είναι η συσχέτιση του βαθμού και της αξιοπιστίας των επιστημονικών δεδομένων που παρουσιάζονται σχετικά με τους ισχυρισμούς υγείας των τροφίμων, καθώς επίσης και τη συσχέτιση συστατικών με συγκεκριμένες παθήσεις. Το πρότυπο SSA απαιτεί υψηλά επίπεδα συναίνεσης από την επιστημονική κοινότητα για να

εγκριθεί ένα προϊόν σε συνάρτηση με τους ισχυρισμούς υγείας που αναγράφονται στην ετικέτα του (Martisoyan et al., 2016).

7.3 Νομοθεσία στην Ευρώπη

Η βασική αρχή που διέπει στις νομοθεσίες για τα βιολειτουργικά τρόφιμα στην ΕΕ (Ευρωπαϊκή Ένωση), είναι ότι όλες οι ετικέτες των τροφίμων πρέπει να παρέχουν αληθινά και όχι παραπλανητικά στοιχεία τόσο όσον αφορά τα συστατικά του προϊόντος, όσο και για τους αναφερόμενους ισχυρισμούς υγείας. Η New Food Regulation, αποτελεί τμήμα του κανονισμού Νο 258/97 που έχει ψηφιστεί από την Ευρωπαϊκή Βουλή και καθορίζει τη διαδικασία έγκρισης των τροφίμων που εισέρχονται για πρώτη φορά την αγορά της ΕΕ. Ο στόχος του κανονισμού είναι η προάσπιση της δημόσιας υγείας, ο οποίος επιτελείται μέσω αξιολόγησης της ασφάλειας του τροφίμου πριν τη διάθεσή του στην αγορά. Επομένως, όταν ένα τρόφιμο ή συστατικό τροφίμου προορίζεται να διατεθεί για πρώτη φορά στην αγορά της ΕΕ, πρέπει να υποβληθούν τα αντίστοιχα στοιχεία που επιβεβαιώνουν ότι πληροί τις αντίστοιχες προϋποθέσεις και αν τα στοιχεία κριθούν επαρκή από την αρμόδια επιτροπή, το τρόφιμο εγκρίνεται (Vicentiny et al., 2016).

Η διαδικασία αυτή, αν και διασφαλίζει με αυστηρότητα την τήρηση των προδιαγραφών και των ισχυρισμών υγείας ενός τροφίμου, έχει και μια σειρά από μειονεκτήματα. Το σημαντικότερο από αυτά είναι το αυξημένο κόστος και το αυξημένο χρονικό διάστημα το οποίο απαιτείται προκειμένου να λάβουν έγκριση τα προϊόντα, το οποίο υπολογίζεται περίπου στα 2-3 έτη. Το γεγονός αυτό έχει μεγάλο οικονομικό αντίκτυπο στις επενδύσεις της βιομηχανίας τροφίμων και τις προσπάθειές τους να εισάγουν νέα προϊόντα στην ευρωπαϊκή αγορά. Επιπρόσθετα, τα στοιχεία που χρειάζονται για την τελική έκκριση ενός προϊόντος είναι αρκετά, με μεγάλο αριθμό επιστημονικών δεδομένων, γεγονός που προκαλεί επιπλέον καθυστερήσεις στη διαδικασία έγκρισης των βιολειτουργικών προϊόντων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η απόρριψη των καρυδιών Nangai από την επιτροπή λόγω έλλειψης επιστημονικών δεδομένων, κάτι το οποίο έρχεται σε αντιδιαστολή με την έγκριση του συγκεκριμένου προϊόντος στην αγορά των ΗΠΑ (Bagchi et al., 2019).

Στο άρθρο 2.1 που αποτελεί παράγραφο του νόμου 2000/13/EC της ΕΕ, έχουν καταγραφεί όλες οι αρχές για την προστασία του καταναλωτή από την παραπλάνηση λόγω ισχυρισμών στις ετικέτες τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, έχει απαγορευθεί η

χρήση του όρου «ιατρικοί ισχυρισμοί», σύμφωνα με τον οποίο οι ισχυρισμοί αυτοί πρέπει να απευθύνονται αποκλειστικά σε ιατρικά προϊόντα και όχι σε τρόφιμα. Ο λειτουργικός ισχυρισμός σε ένα τρόφιμο ανήκει σε ειδική κατηγορία ισχυρισμών, και σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία της ΕΕ, πρέπει να καλύπτει το ρόλο που παίζει ένα τρόφιμο στην ανάπτυξη και τις φυσιολογικές λειτουργίες ενός οργανισμού. Οι λειτουργικοί ισχυρισμοί πρέπει αρχικά να καλύπτουν την παρουσία της θρεπτικής ουσίας ή/και του θρεπτικού συστατικού και στη συνέχεια το ρόλο στη φυσιολογία του ατόμου. Σημαντικό είναι το γεγονός, ότι η νομοθεσία της ΕΕ απαγορεύει τη χρήση οποιουδήποτε ισχυρισμού θεραπείας ή ίασης μιας παθολογίας στα πλαίσια της λειτουργικότητας ενός τροφίμου (Bagchi et al., 2015, Dalliri et al., 2015).

Σε σχέση με τους ισχυρισμούς υγείας, δεν υπάρχει σαφής τοποθέτηση και η βασικότερη αιτία είναι ότι κάθε χώρα της ΕΕ χρησιμοποιεί διαφορετικούς ισχυρισμούς υγείας στα τρόφιμα, ενώ επιπρόσθετα δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός ανάμεσα στους ισχυρισμούς υγείας και τους ιατρικούς ισχυρισμούς. Την τελευταία πενταετία (2011-2015) έχει δοθεί στα κράτη-μέλη της ΕΕ ένα σχετικό με τους ισχυρισμούς υγείας έγγραφο το οποίο συνιστά την μη χρήση του όρου «ισχυρισμός υγείας» σε σχέση με ιδιότητες τροφίμων, και την αντικατάσταση του όρου αυτού με όρους όπως «μείωση κινδύνου εμφάνισης ασθένειας» ή «εξειδικευμένη λειτουργία» (Bagchi et al., 2015, Dalliri et al., 2015).

Στην ΕΕ η επιστημονική τεκμηρίωση των ισχυρισμών υγείας πρέπει να βασίζονται σε συστηματικές ανασκοπήσεις δεδομένων από τρεις βασικούς τύπους μελετών:

- Κλινικές μελέτες με δείγμα που περιλαμβάνει ανθρώπους (τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές)
- Επιδημιολογικές μελέτες ή μελέτες προοπτικής σε ανθρώπινο πληθυσμό (διαμήκεις, οριζόντιες μελέτες, μελέτες κοόρτης, μελέτες χρονολογικής σειράς, μελέτες περίπτωσης)
- Μελέτες σε ζωικά μοντέλα ή *in vitro* μελέτες (Martirosyan et al., 2015).

8. Μεθοδολογία συστηματικής ανασκόπησης

Η βιβλιογραφική έρευνα έγινε μέσω της χρήσης επιστημονικών βάσεων δεδομένων όπως το science direct, scopus και researchgate με χρήση λέξεων κλειδιά όπως, functional foods, global market, functional food market, trends and development of the global market, Opportunities and challenges for functional foods. Παράλληλα, συμπεριλήφθηκαν ερευνητικά δεδομένα από στατικές εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην μελέτη της αγοράς και συγκεκριμένα των λειτουργικών τροφίμων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι, η “The business research company”, η “grand view research”, η “maximize market research”, η “fortune business insights” και η “allied market research”.

Αποτελέσματα

Η μελέτη αφορά ευρύτερα την Παγκόσμια αγορά αλλά γίνεται και εστίαση σε συγκεκριμένες κατηγορίες τροφίμων, τους βιολειτουργικούς χυμούς και λοιπά ροφήματα.

8.1 Αγορά

Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς λειτουργικών τροφίμων αναμένεται να αυξηθεί από 180,58 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2021 σε 191,68 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2022, με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 6,1%. Η αγορά λειτουργικών τροφίμων αναμένεται να αυξηθεί με CAGR 6,2% στα 243,83 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2026. Οι αυξανόμενες ασθένειες μετατοπίζουν την προσοχή των καταναλωτών στην υγιεινή διατροφή, η οποία με τη σειρά της αναμένεται να αυξήσει τη ζήτηση για λειτουργικά τρόφιμα. Τα λειτουργικά τρόφιμα παρέχουν στον οργανισμό υγιεινά θρεπτικά συστατικά, βιταμίνες και μέταλλα, μειώνοντας τον κίνδυνο ασθενειών.

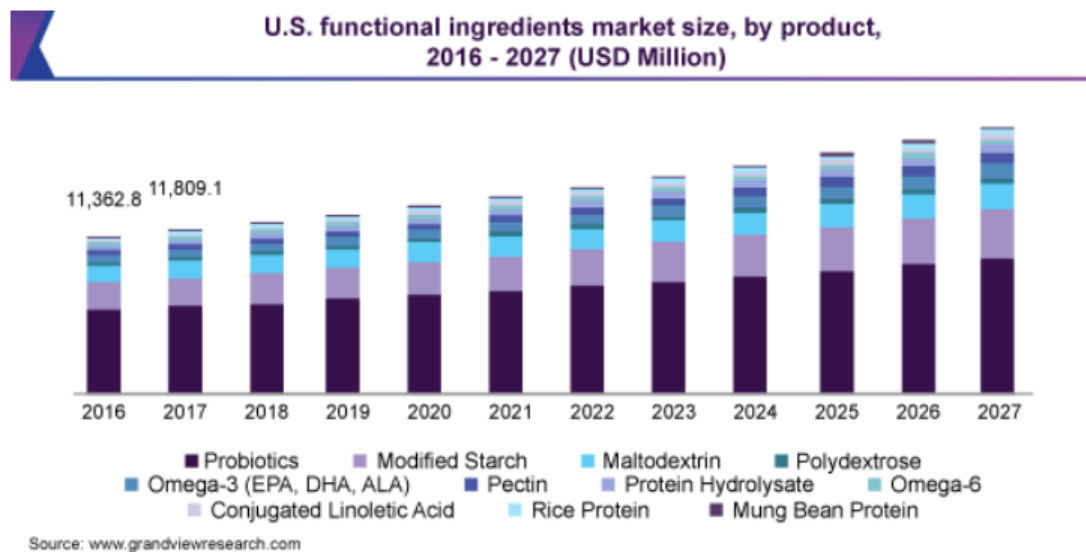
Ωστόσο, το μειονέκτημα είναι η υψηλότερη τιμή των λειτουργικών τροφίμων, η οποία αποδίδεται στη συμπερίληψη πιο υγιεινών ή φυσικών συστατικών. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά τρόφιμα, τα λειτουργικά τρόφιμα πωλούνται σε υψηλότερες τιμές και έχουν υψηλότερα περιθώρια κέρδους. Η τιμή των λειτουργικών τροφίμων είναι 30% έως 500% υψηλότερη από αυτή των παρόμοιων παραδοσιακών τροφίμων. Ως εκ τούτου, η αύξηση της τιμής των λειτουργικών τροφίμων θα αποτελέσει σημαντικό

ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη της αγοράς λειτουργικών τροφίμων τα επόμενα χρόνια.

Η Παγκόσμια Λειτουργική Αγορά Τροφίμων χωρίζεται σε:

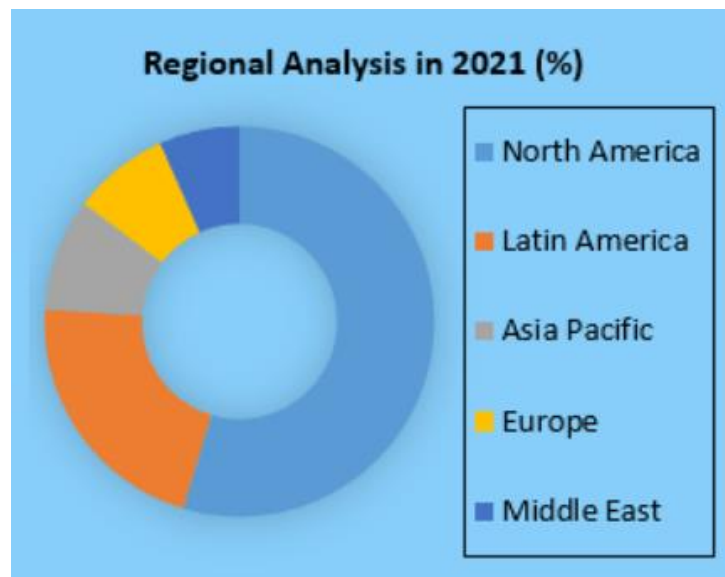
- 1) Κατά τύπο προϊόντος: Ψωμί και δημητριακά, γαλακτοκομικά προϊόντα, κρέας, ψάρι και αυγά, προϊόντα σόγιας, λίπη και έλαια, άλλα
- 2) Σύνθετα συστατικά: καροτενοειδή, διαιτητικές ίνες, λιπαρά οξέα, μέταλλα, πρεβιοτικά και προβιοτικά, βιταμίνες, άλλα (σχήμα 18.)
- 3) Με εφαρμογή: Αθλητική Διατροφή, Διαχείριση Βάρους, Ανοσία, Πεπτική Υγεία, Κλινική Διατροφή, Υγεία Καρδιάς, και άλλα (Εταιρεία Εμπορικής Έρευνας).

Κάθε κατηγορία τροφίμων έχει ένα συγκεκριμένο μερίδιο αγοράς και το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει τα έτη από το 2016 έως το 2027 χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο πρόβλεψης. Αποδεικνύεται ότι τα προβιοτικά βρίσκονται στο επίκεντρο.



Σχήμα 18 Κατηγορίες λειτουργικών τροφίμων στην αγορά (Grandviewresearch)

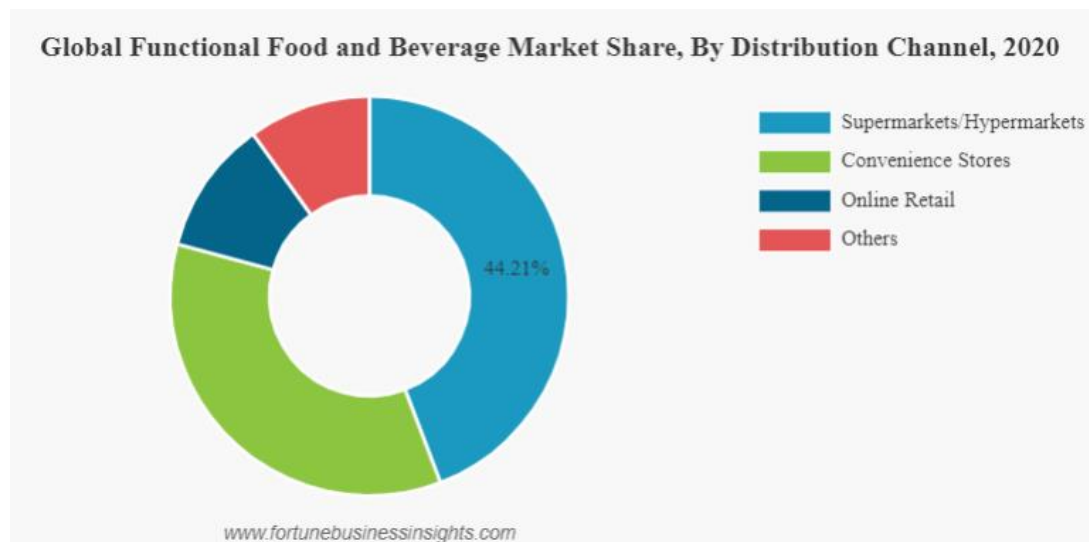
Τα αποτελέσματα της Παγκόσμιας αγοράς για την χρονιά του 2021 σύμφωνα με την έκθεση της Functional Food Market παρουσιάζονται στο σχήμα 19, με την Βόρεια Αμερική να κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς.



Σχήμα 19 Ποσοστά Παγκόσμιας Αγοράς λειτουργικών τροφίμων (maximizemarketresearch)

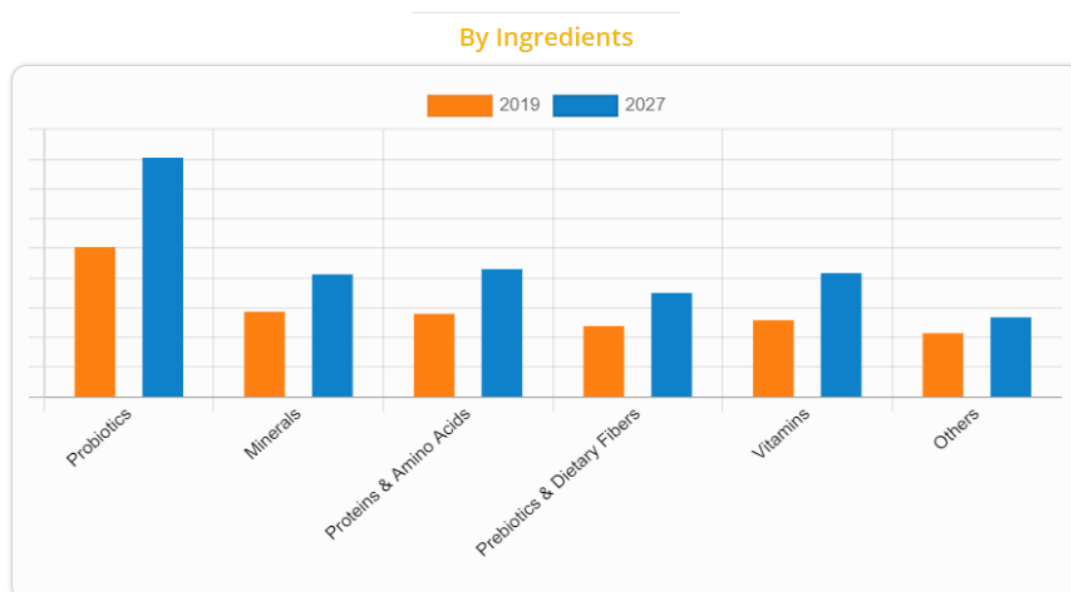
Οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται έντονα στην κατηγορία των λειτουργικών τροφίμων είναι οι εξής: BASF SE, Cargill Inc, General Mills, Coca-Cola Co, Standard Functional Foods Group, GFR Pharma, Kellogg NA, Hearthside Food Solutions, H Nestle A.E, Tyson Foods, DowDuPont, Puris, Archer Daniels Midland, BioCare Copenhagen A/S (maximizemarketresearch).

Αναφορικά με τα κανάλια διανομής των λειτουργικών τροφίμων (Σχήμα 20), φαίνεται πως τα σούπερ μάρκετ είναι ο μεγαλύτερος διαμεσολαβητής επιχειρήσεων και καταναλωτών για τις συγκεκριμένες κατηγορίες τροφίμων. Σύμφωνα με έρευνα του 2020, κατέχουν το 44,21% (Fortunebusinessinsights).

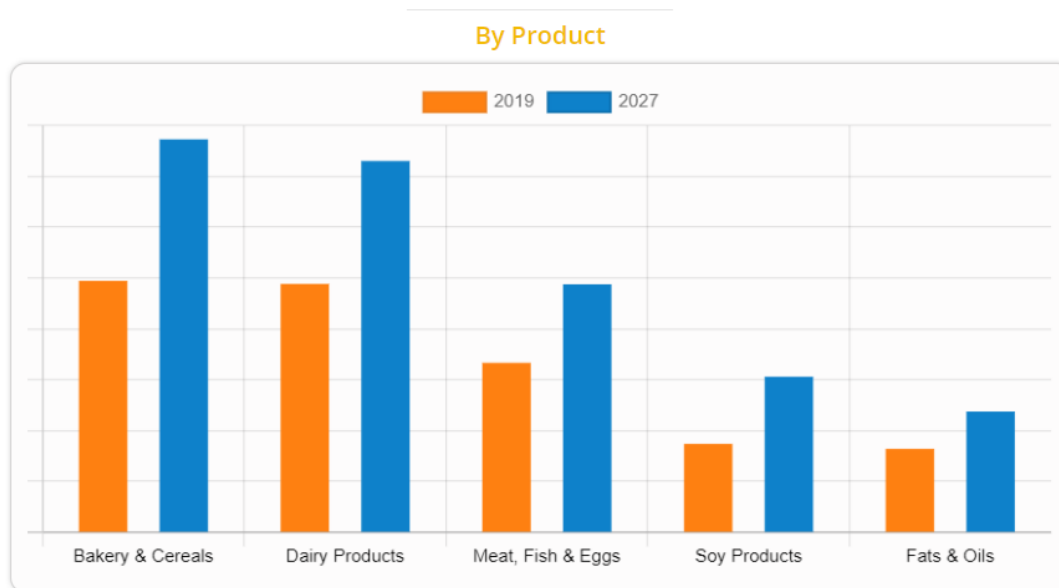


Σχήμα 20 Κανάλια διανομής λειτουργικών τροφίμων (Fortunebusinessinsights)

Πιο επεξηγηματικά, συγκρίνοντας το 2019 έως την πρόβλεψη για το 2027 (Σχήμα 21 & 22), το σύνολο των κατηγοριών τροφίμων θα παρουσιάσει αύξηση για τα λειτουργικά τρόφιμα, ιδίως τα προβιοτικά, τα προϊόντα δημητριακών και τα γαλακτοκομικά προϊόντα (alliedmarketresearch).

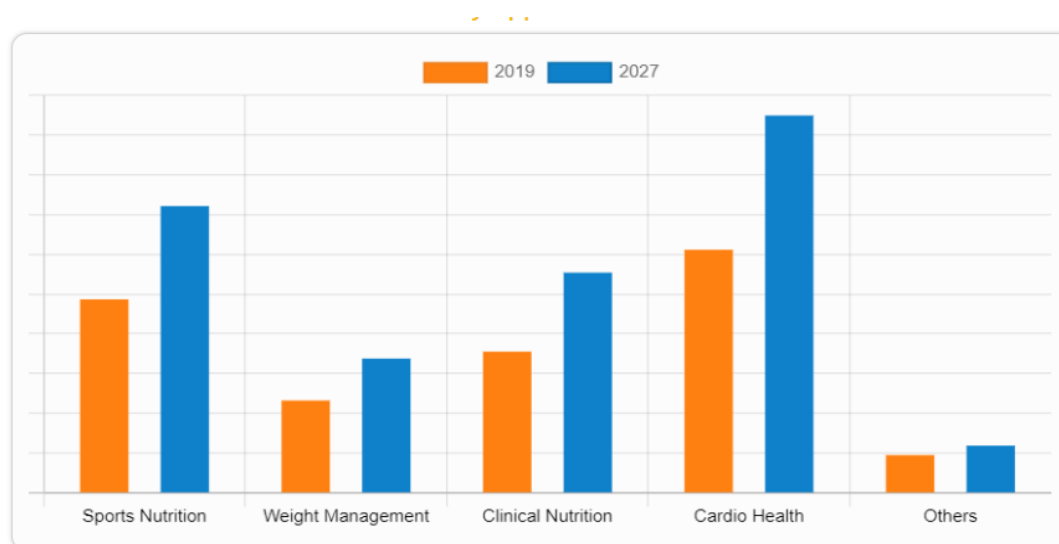


Σχήμα 21 Συστατικά και λειτουργικά τρόφιμα (alliedmarketresearch)



Σχήμα 22 Κατηγορίες τροφίμων και λειτουργικά τρόφιμα (alliedmarketresearch)

Ταυτόχρονα, η ζήτηση για λειτουργικά τρόφιμα έχει αυξηθεί την τελευταία δεκαετία καθώς η εισαγωγή νέων τύπων προϊόντων έχει διεισδύσει στη βιομηχανία τροφίμων. Επιπλέον, η χρήση αυτών των προϊόντων από πολλούς τελικούς χρήστες, όπως η αθλητική διατροφή, η κλινική διατροφή και η διαχείριση βάρους αναμένεται να οδηγήσουν την ανάπτυξη αυτής της αγοράς (Σχήμα 23) (alliedmarketresearch).

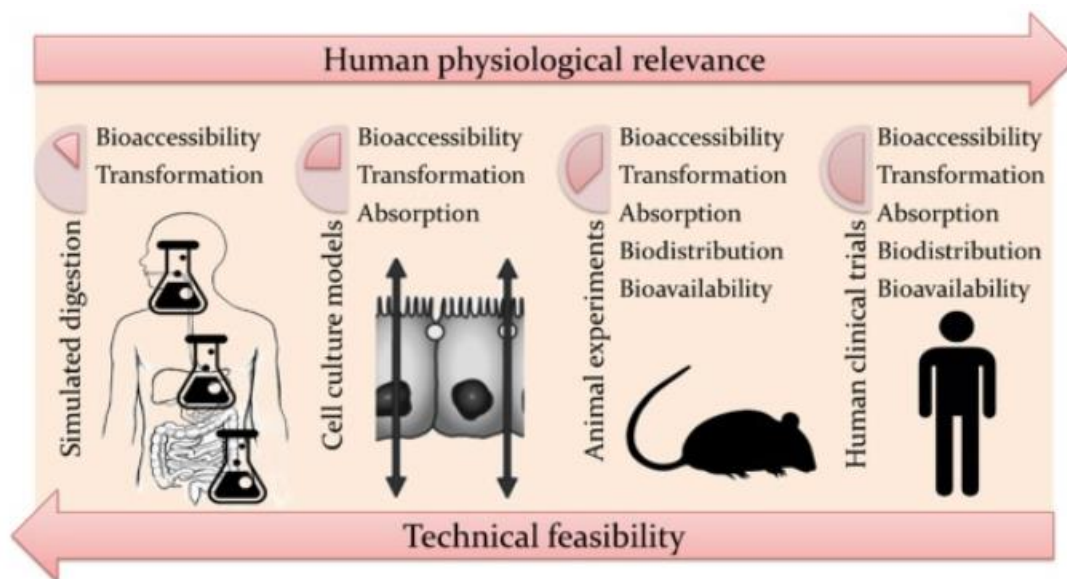


Σχήμα 23 Υγεία και μερίδιο αγοράς λειτουργικών τροφίμων (alliedmarketresearch)

8.2 Προοπτικές

Πράγματι, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να εκτιμηθεί ο πραγματικός αντίκτυπος των βιοδραστικών ενώσεων που περιέχονται στα τρόφιμα, όταν απορροφώνται από τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο προσδιορισμός των ικανοτήτων πρόληψης ασθενειών των πρόσφατα αναπτυγμένων λειτουργικών τροφίμων απαιτεί την κατανόηση των παραγόντων που ελέγχουν την απελευθέρωση βιοδραστικών ενώσεων στα τρόφιμα, την έκταση της απορρόφησης και την πορεία τους στον οργανισμό, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα βήματα από της πρώτες ύλες των τροφίμων έως τον ιστό ή όργανο στόχο (σχήμα 24).

Τα τρόφιμα περιέχουν μια ποικιλία μικροθρεπτικών συστατικών που μπορεί να αλληλοεπιδράσουν για να παράγουν τροποποιημένα αποτελέσματα. Επιπλέον, αυτές οι ενώσεις υπάρχουν σε σύνθετα υποστρώματα, που αποτελούνται κυρίως από μακροθρεπτικά συστατικά (δηλαδή υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λιπίδια), επηρεάζοντας τους λειτουργικούς δείκτες. Ωστόσο, η πεπτική διαδικασία και η παρουσία σύνθετων μικροβιωμάτων του εντέρου μπορεί να μεταβάλει τα μικροθρεπτικά συστατικά, επηρεάζοντας τη βιολογική τους δραστηριότητα. Ως εκ τούτου, η αποκάλυψη της αποτελεσματικότητας των λειτουργικών τροφίμων είναι πρόκληση και οι πληροφορίες σχετικά με τις επιδράσεις των μητρών τροφίμων στη βιοδραστικότητα ορισμένων θρεπτικών συστατικών παραμένουν αντικρουόμενες (Alongi M. & Anese M., 2021).

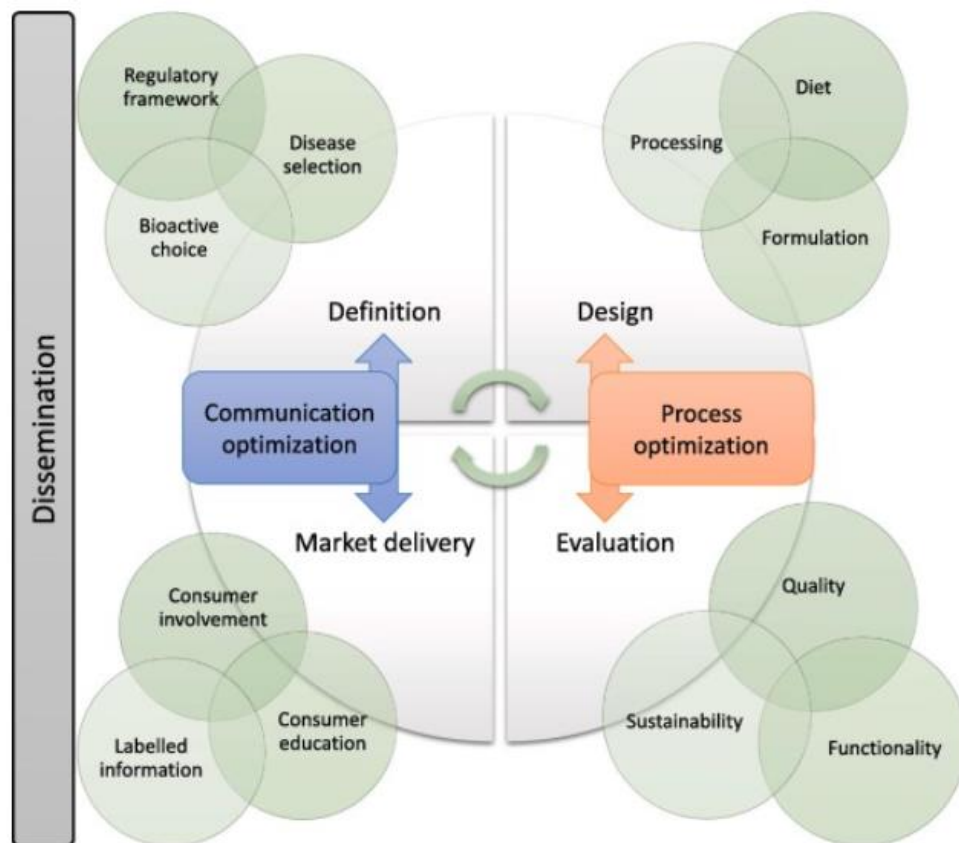


Σχήμα 24 Μεθοδολογίες που μπορούν να εφαρμοστούν για την αξιολόγηση [της λειτουργικότητας των τροφίμων](#) και σχετικοί δείκτες (Alongi M. & Anese M., 2021)

Λόγω της ανάγκης κατανόησης των μηχανισμών πίσω από την αποτελεσματικότητα και τη λειτουργία των τροφίμων υπό φυσιολογικές συνθήκες, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ενσωμάτωση κλάδων που ασχολούνται με την παρακολούθηση, τη μοντελοποίηση και την ανάλυση πολύπλοκων βιολογικών συστημάτων. Ωστόσο, παρά τις πολλές μελέτες που προσπαθούν να αυτοματοποιήσουν την παρακολούθηση της διατροφής χρησιμοποιώντας φορητές συσκευές, αρκετά ερωτήματα παραμένουν αναπάντητα. Υπάρχουν λίγες μελέτες για την αξιοπιστία των δεδομένων που συλλέγονται, γιατί το κύριο εμπόδιο είναι η παρεμβολή του σήματος. Επιπλέον, η ερμηνεία εξόδου εξαρτάται από την κατανόηση του βιολογικού συστήματος που αναλύεται, η οποία απαιτεί βαθιά κατανόηση των μηχανισμών πίσω από τη λειτουργία στόχο (Alongi M. & Anese M., 2021).

8.3 Μελλοντικές προκλήσεις

Η ανάγκη επανακαθορισμού των ορίων παραγωγής τροφίμων έχει εμφανιστεί τα τελευταία χρόνια. Από τη μία πλευρά, η εκθετική αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού θέτει σε κίνδυνο την επισιτιστική ασφάλεια. Από την άλλη πλευρά, σημειώθηκε δραματική αύξηση των μη μεταδοτικών ασθενειών λόγω της υπερβολικής πρόσληψης τροφής ή μιας μη ισορροπημένης διατροφής. Συμπερασματικά, η τρέχουσα παραγωγή τροφίμων απαιτεί ένα πιο ολοκληρωμένο μοντέλο. Ο προτεινόμενος κύκλος ανάπτυξης λειτουργικών τροφίμων (Σχήμα 22.) πρέπει να οικοδομηθεί σε ένα ευρύτερο πλαίσιο λαμβάνοντας υπόψη τη συνολική βιωσιμότητά του, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης της βιωσιμότητάς του. Αυτή η προσέγγιση είναι σύμφωνη με την ατζέντα 2030 της ΕΕ, στην οποία οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, ιδιαίτερα αυτοί της «καλής υγείας και ευημερίας» και της «μηδενικής πείνας», τονίζουν τη σημασία της βιώσιμης δίαιτας, όχι μόνο διατροφικά, αλλά και για προστασία του πλανήτη (Alongi M. & Anese M., 2021).



Σχήμα 25 Κύκλος Ανάπτυξης Λειτουργικών Τροφίμων (Alongi M. & Anese M., 2021)

Επιπλέον, τα λειτουργικά ποτά προσφέρουν ευκαιρίες για υποστήριξη υγιεινού και ενεργού τρόπου ζωής, μείωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης και υποστήριξη της οικονομικής ανάπτυξης. Υπάρχουν τεράστιες δυνατότητες για την ανάπτυξη νέων λειτουργικών ποτών λόγω των τεράστιων πλεονεκτημάτων για την υγεία και της αυξανόμενης ζήτησης και επιλογής των καταναλωτών για λειτουργικά ποτά. Βασικοί παράγοντες ή στρατηγικές για το σχεδιασμό νέων λειτουργικών ροφημάτων μπορεί να περιλαμβάνουν την εξερεύνηση νέων λειτουργικών συστατικών, την ενίσχυση των λειτουργικών επιδράσεων και την προαγωγή της υγείας, την ανάπτυξη αποκλειστικά φυσικών προϊόντων και τη χρήση φυσικών τροφίμων ως συντηρητικών και γλυκαντικών. Πρέπει επίσης να διερευνηθούν νέες τεχνολογίες επεξεργασίας και παραγωγής. Τα επιστημονικά αποδεδειγμένα οφέλη για την υγεία των νέων ποτών είναι απαραίτητα για την επικύρωση των ισχυρισμών υγείας (Nazir M. et al., 2019).

9. Συμπεράσματα

Τα βιολειτουργικά τρόφιμα και ροφήματα φαίνεται πως κατέχουν δυναμική θέση τόσο στην αγορά όσο και ερευνητικά και οφείλουν τις ευεργετικές τους δράσεις στα

βιοενεργά συστατικά που περιέχουν. Τα κυριότερα θρεπτικά συστατικά είναι τα καροτενοειδή, οι φυτικές ίνες, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, οι φαινολικές ενώσεις, τα ιχνοστοιχεία, τα πρεβιοτικά, τα προβιοτικά και οι βιταμίνες. Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς λειτουργικών τροφίμων αναμένεται να αυξηθεί από 117,04 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2021 σε 123,98 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2022, με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 5,9%. Το μέγεθος της αγοράς λειτουργικών ποτών αναμένεται να αυξηθεί στα 156,43 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2026 με CAGR 6%. Σύμφωνα με αποτελέσματα της έκθεσης Functional Food Market το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς των λειτουργικών τροφίμων το κατέχει η Βόρεια Αμερική, ενώ το κύριο κανάλι διανομής τέτοιων τροφίμων είναι τα super market (44,21%). Επιπρόσθετα, σύμφωνα με έρευνα της alliedmarketresearch, το σύνολο των κατηγοριών τροφίμων θα παρουσιάσουν αύξηση για τα λειτουργικά τρόφιμα, ιδίως τα προβιοτικά, τα προϊόντα δημητριακών και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Μελλοντικά, απαιτείται να διερευνηθούν νέες τεχνολογίες επεξεργασίας και παραγωγής. Τα επιστημονικά αποδεδειγμένα οφέλη των νέων ποτών είναι απαραίτητα για την επικύρωση των ισχυρισμών υγείας. Τέλος, σημαντικό σημείο της ανασκόπησης αποτελεί η εταιρία Langer Juice Company με το προϊόν, Fruitflow® είναι το πρώτο συστατικό που λαμβάνει έναν ευρωπαϊκό ισχυρισμό υγείας του άρθρου 13.5 της EFSA, πως "βοηθά στη διατήρηση της φυσιολογικής συσσώρευσης αιμοπεταλίων, η οποία συμβάλλει στην υγιή ροή του αίματος", ενώ το προϊόν Oasis Health Break αποτελεί τον πρώτο βιολειτουργικό χυμό που εμπορεύεται ο Καναδάς και βραβεύτηκε το 2020 ως το προϊόν της χρονιάς στην κατηγορία βιολειτουργικά ροφήματα.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Αναγνωστοπούλου Α. & Ταλέλλη Α. (2008), Τεχνολογία Και Ποιότητα Φρούτων Και Λαχανικών, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Κουτελιδάκης Α. (2019), Λειτουργικά Τρόφιμα, Η σημασία τους στη διατροφή, την υγεία και την ποιότητα ζωής, Θεσσαλονίκη, 2η έκδοση, εκδόσεις ΖΗΤΗ.

Σφλώμος Σ.Κ. (2011), Στοιχεία Διατροφής του ανθρώπου 2η έκδοση.

Άλκηστις Τζιόλα – Μπάρα. Σύνθεση νέων βενζυλόξυ – αναλόγων χαλκονών και ωρονών και μελέτη της αντιοξειδωτικής και αντιφλεγμονώδους ικανότητάς τους. Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, 2016.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Aguiar Laís Marinho, Vilar Geraldi M., Cínthia Baú Betim Cazarin & Mário Roberto Maróstica Junior (2019). Bioactive Compounds || Functional Food Consumption and Its Physiological Effects. 205–225. doi :10.1016/B978-0-12-814774-0.00011-6

Bioactive Compounds || Functional Food Consumption and Its Physiological Effects, 205–225. doi :10.1016/B978-0-12-814774-0.00011-6

Arai, S., Osawa, T., Ohigashi, H., YOSHIKAWA, M., KAMINOGAWA, S., WATANABE, M., OGAWA, T., OKUBO, K., WATANABE, S., NISHINO, H. and SHINOHARA, K., 2001. A mainstay of functional food science in Japan—history, present status, and future outlook. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 65(1), pp.1-13.

Ashaolu, T.J., 2020. Immune boosting functional foods and their mechanisms: A critical evaluation of probiotics and prebiotics. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 130, p.110625.

Bagchi, D. ed., 2019. *Nutraceutical and functional food regulations in the United States and around the world*. Academic press.

Barber T. M., Kabisch S., Pfeiffer A. F. H., & Weickert M. O. (2020). The Health Benefits of Dietary Fibre. *Nutrients*, 12(10), 3209. doi : 10.3390/nu12103209

Bernhoft A. (2010), A brief review on bioactive compounds in plants

Birch, C.S. and Bonwick, G.A., 2019. Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), pp.1467-1485.

Cencic A. & Chingwaru W. (2010). The Role of Functional Foods, Nutraceuticals, and Food Supplements in Intestinal Health. *Nutrients*, 2(6), 611–625. doi : 10.3390/nu2060611

Chhikara, N. and Panghal, A., 2022. Overview of Functional Foods. *Functional Foods*, pp.1-20.

Chi-Tang H.; Lee, Chang Y.; Huang, Mou-Tuan (1992). [ACS Symposium Series] Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health I Volume 506 (Analysis, Occurrence, and Chemistry) || Phenolic Compounds in Food., 10.1021/bk-1992-0506(), 2–7. doi :10.1021/bk-1992-0506.ch001

Daliri, E.B.M. and Lee, B.H., 2015. Current trends and future perspectives on functional foods and nutraceuticals. In *Beneficial microorganisms in food and nutraceuticals* (pp. 221-244). Springer, Cham.

Dhingra D., Michael M., Rajput H. & Patil R. T. (2011). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 255–266. doi :10.1007/s13197-011-0365-5

Dias, M.G., Olmedilla-Alonso, B., Hornero-Méndez, D., Mercadante, A.Z., Osorio, C., Vargas-Murga, L. and Meléndez-Martínez, A.J., 2018. Comprehensive database of carotenoid contents in ibero-american foods. A valuable tool in the context of functional foods and the establishment of recommended intakes of bioactives. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(20), pp.5055-5107.

Doyon, M. and Labrecque, J., 2008. Functional foods: a conceptual definition. *British Food Journal*.

Frakolaki, G., Giannou, V., Kekos, D. and Tzia, C., 2021. A review of the microencapsulation techniques for the incorporation of probiotic bacteria in functional foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(9), pp.1515-1536.

García-Cruz L. Dueñas M., Santos-Buelgas C., Valle-Guadarrama S., Salinas-Moreno Y. (2017). Betalains And Phenolic Compounds Profiling And Antioxidant Capacity Of Pitaya (Stenocereus Spp) Fruit From Two Species (S. Prinosus And S. Stellatus). *Food Chemistry*, S0308814617307628–. doi :10.1016/J.Foodchem.2017.04.174

González-Díaz C., Gil-González D., Álvarez-Dardet C. (2018). Scientific Evidence on Functional Food and Its Commercial Communication: A Review of Legislation in Europe and the USA. *Journal of Food Science*. doi :10.1111/1750-3841.14359

Granato, D., Barba, F.J., Bursac Kovačević, D., Lorenzo, J.M., Cruz, A.G. and Putnik, P., 2020. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*, 11, pp.93-118.

Gul, K., Singh, A.K. and Jabeen, R., 2016. Nutraceuticals and functional foods: the foods for the future world. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(16), pp.2617-2627.

Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G., Merenstein D., Pot B., Morelli L., Canani R. B., Flint H., Salminen S., Calder P., Sanders M. E. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506–514. doi :10.1038/nrgastro.2014.66

Iwatani, S. and Yamamoto, N., 2019. Functional food products in Japan: A review. *Food Science and Human Wellness*, 8(2), pp.96-101.

Maria De Lourdes Reis Giada. (2013), Food Phenolic Compounds: Main Classes, Sources And Their Antioxidant Power, Oxidative Stress And Chronic Degenerative Diseases, doi : 10.5772/51687

Marilisa A. & Monica A. (2021). Re-thinking functional food development through a holistic approach, *Journal of Functional Foods*, doi :10.1016/j.jff.2021.104466

Martins N., C.F.R.Ferreira I. (April 2017), Pages 33-48, Trends In Food Science & Technology, Wastes And By-Products: Upcoming Sources Of Carotenoids For Biotechnological Purposes And Health-Related Applications

Martirosyan, D., Kanya, H. and Nadalet, C., 2021. Can functional foods reduce the risk of disease? Advancement of functional food definition and steps to create functional food products. *Functional Foods in Health and Disease*, 11(5), pp.213-221.

Martirosyan, D.M. and Singh, J., 2015. A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique?. *Functional foods in health and disease*, 5(6), pp.209-223.

Martirosyan, D.M. and Singharaj, B., 2016. Health claims and functional food: The future of functional foods under FDA and EFSA regulation. *Functional foods for chronic diseases*, 1, pp.410-417.

Merenkova S., Zinina O., Stuart M., Okuskhanova E., Androsova N. (2020), EFFECTS OF DIETARY FIBER ON HUMAN HEALTH: A REVIEW, *Human Sport Medicine* 20(1):106-113, doi : 10.14529/hsm200113

Mitsuoka, T., 2014. Development of functional foods. *Bioscience of Microbiota, Food and Health*.

Alongi M., & Anese M. (2021). Re-thinking functional food development through a holistic approach, doi.org/10.1016/j.jff.2021.104466

Nazir M., Arif S., Khan Rao Sanauallah, Nazir W., klahalid N., Maqsood S. (2019). Opportunities and Challenges for Functional and Medicinal Beverages: Current and Future Trends. *Trends in Food Science & Technology*, S0924224418303340-. doi :10.1016/j.tifs.2019.04.011

Pang G., Xie J., Chen Q., Hu Z. (2012). How functional foods play critical roles in human health. *Food Science and Human Wellness*, 1(1), 26–60. doi :10.1016/j.fshw.2012.10.001

Patel A., Rova U., Christakopoulos P., Matsakas L. (2020), Assessment of Fatty Acids Profile and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Production by the Oleaginous Marine Thraustochytrid *Aurantiochytrium* sp. T66 Cultivated on Volatile Fatty Acids, doi : 10.3390/biom10050694

Patel R. & DuPont H. L. (2015). New Approaches for Bacteriotherapy: Prebiotics, New-Generation Probiotics, and Synbiotics. *Clinical Infectious Diseases*, 60(suppl 2), S108–S121. doi :10.1093/cid/civ177

Putnik P. Pavlić B., Ā ojić, Branislav; Zavadlav, Sandra; Ā ½untar I., Kao L., Kitonić D., Kovaćević Danijela Bursać (2020). Innovative Hurdle Technologies for the Preservation of Functional Fruit Juices. *Foods*, 9(6), 699-. doi :10.3390/foods9060699

Saboon, Sunbal Khalil Chaudhari, Sohaib Arshad, Muhammad Shoaib Amjad, Mohd Sayeed Akhtar (2019), Natural Compounds Extracted From Medicinal Plants And Their Applications, *Natural Bio-Active Compounds* Pp 193-207

Sanders M. E. How do we know when something called “probiotic” is really a probiotic? A guideline for consumers and health care professionals. *Functional Food Rev.* 1, 3–12 (2009).

Shao A. (2019). Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and around the World || Global market entry regulations for nutraceuticals, functional foods, and dietary/food/health supplements., 37–45. doi :10.1016/B978-0-12-816467-9.00003-4

Szakály, Z., Kovács, S., Pető, K., Huszka, P. and Kiss, M., 2019. A modified model of the willingness to pay for functional foods. *Appetite*, 138, pp.94-101.

TIWARY, S. and HUSSAIN, M.S., 2021. Functional foods for prevention and treatment of cancer. *Asian J Pharm Clin Res*, 14(3), pp.4-10.

Vicentini, A., Liberatore, L. and Mastrocola, D., 2016. Functional foods: trends and development of the global market. *Italian Journal of Food Science*, 28(2).

Weststrate, J.A., Van Poppel, G. and Verschuren, P.M., 2002. Functional foods, trends and future. *British Journal of Nutrition*, 88(S2), pp.S233-S235.

Benjamin S., Prakasan P., Sreedharan S., Wright A.-D., Spener F. (2015). Pros and cons of CLA consumption: an insight from clinical evidences. *Nutrition & Metabolism*, 12(1), 4. doi :10.1186/1743-7075-12-4

Ιστοσελίδες

<https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/functional-foods-global-market-report>

<https://www.fortunebusinessinsights.com/functional-foods-market-102269>

<https://www.alliedmarketresearch.com/functional-food-market>

<https://www.transparencymarketresearch.com/functional-foods-market.html>

<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/functional-ingredients-market>

<https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/functional-beverages-global-market-report>

<https://vitabiosa.com/>

<https://www.tropicana.com/products/pure-premium/no-pulp-calcium-vitamin-d>

<https://www.livingrichwithcoupons.com/2015/06/tropicana-farmstand-juice-as-low-as-1-00-at-weis-markets.html>

<https://www.prnewswire.com/news-releases/fruitflow-featured-in-new-langers-tomato-juice-plus-to-promote-cardiovascular-health-173516321.html>

<https://www.langers.com/about.html>

<https://www.bolthouse.com/product/daily-greens/>

<https://www.countrypure.com/vblend/>

<https://www.minutemaids.com/products/orange-juice/orange-juice-with-calcium-and-vitamin-d>

<https://www.welchs.com/juices/100-percent/concord-grape-calcium/>

<https://oasis.ca/en/products/oasis-health-break/>

<https://oasis.ca/en/blog/health-break-collagen-product-of-the-year/>

<https://el.delachieve.com/%CF%83%CE%B1%CF%80%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%BD%CE%B5%CF%82-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%B1%CF%85%CF%84%CF%8C/>

<https://gr.journalmural.com/gluc-sidos-formaci-n>

<http://biochemreview.weebly.com/carbohydrates.html>

<https://ikee.lib.auth.gr/record/270170/files/GRI-2015-14828.pdf>

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>