



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τμήμα Διαιτολογίας και Διατροφολογίας



ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Καινοτόμες Δραστικές Ουσίες και Νέες Τάσεις στην Αγορά
Συμπληρωμάτων Διατροφής: Οφέλη και Προκλήσεις**

**Innovative Active Substances and New Trends in the Nutritional
Supplement Market: Benefits and Challenges**

Γρηγοριάδου Φωτεινή (3520092)

Ντόνα Ευαγγελία (3520065)

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Δρ. Κωνσταντίνα Πουλιανίτη, Χημικός Μηχανικός

Τρίκαλα, 2025

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα με κύρια δραστική ουσία την μονακολίνη Κ	26
Πίνακας 5.2- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα με εκχύλισμα σπόρων σταφυλιού	28
Πίνακας 5.3- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα με νανο-κουρκουμίνη	29
Πίνακας 5.4- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα με Spirulina-Maxima	30
Πίνακας 5.5- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα ρεσβερατρόλης	31
Πίνακας 5.6- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα Rhodiola Rosea	32
Πίνακας 5.7- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα σκόρδου	33
Πίνακας 5.8- Στοιχεία μελετών για συμπλήρωμα Ashwagandha	34

Ευχαριστίες

Στα πλαίσια της ανάθεσης και ολοκλήρωσης της παρούσας πτυχιακής εργασίας, πρώτα θα θέλαμε να εκφράσουμε την ειλικρινή μας ευγνωμοσύνη στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μας, Κωνσταντίνα Πουλιανίτη, η οποία μας έδωσε την ευκαιρία να υλοποιήσουμε ένα αρκετά σύγχρονο και ενδιαφέρον θέμα στον κλάδο των συμπληρωμάτων διατροφής, αποκτώντας καινούριες γνώσεις και εμβαθύνοντας τις ήδη υπάρχουσες. Η πολύτιμη επαγγελματική της εμπειρία, η άμεση διάθεσή της, η σωστή καθοδήγηση και οι στοχευμένες παρατηρήσεις της, καθ' όλη τη διάρκεια της σύνταξης, έκαναν όλη τη διαδικασία να κυλήσει πιο ομαλά.

Επίσης, θέλουμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας και τις μέλλουσες συναδέλφους φίλες μας, που ήταν εκεί να μας υποστηρίζουν και να μας δίνουν δύναμη να συνεχίζουμε, κατά τη διάρκεια αυτών των 4 χρόνων σπουδών, έχοντας πρωτίστως πίστη στον εαυτό μας.

Περιεχόμενα

Κατάλογος Πινάκων.....	2
Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	5
Abstract.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	7
I. Περιγραφή της αναγκαιότητας της διερεύνησης του θέματος.....	7
II. Αποσαφήνιση κεντρικών όρων.....	9
1. Νέες τάσεις στην αγορά.....	11
2. Οφέλη για τον καταναλωτή και την αγορά.....	16
3. Προκλήσεις.....	19
4. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	22
4.1. Σκοπός.....	22
4.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	22
4.2.1. Λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν.....	22
4.2.2. Φίλτρα.....	23
4.2.3. Αριθμός μελετών που ανακτήθηκαν.....	23
4.2.4. Τύποι ερευνών που ζητήθηκαν.....	24
4.2.5. Κριτήρια εισαγωγής και αποκλεισμού.....	25
5. Ευρήματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης – Αποτελέσματα.....	26
6. Συζήτηση.....	35
Συμπληρώματα με μονακολίνη Κ.....	38
Συμπληρώματα με εκχύλισμα σπόρων σταφυλιού.....	40
Συμπληρώματα με νανο-κουρκουμίνη.....	41
Συμπληρώματα με Spirulina-Maxima.....	43
Συμπληρώματα ρεσβερατρόλης.....	45

Συμπληρώματα Rhodiola Rosea	46
Συμπληρώματα σκόρδου.....	47
Συμπλήρωμα Ashwagandha.....	49
Περιορισμοί των μελετών	50
7. Συμπεράσματα-προτάσεις	52
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53

Περίληψη

Οι σύγχρονοι ρυθμοί ζωής και η ανάγκη των καταναλωτών για έναν πιο ισορροπημένο και υγιεινό τρόπο ζωής, έχουν οδηγήσει στην αύξηση της ζήτησης για νέα συμπληρώματα διατροφής και διατροφοφάρμακα (nutraceuticals), με αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα και στοχευμένη δράση. Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση και επισήμανση των νέων τάσεων στην αγορά των συμπληρωμάτων διατροφής, όπου περιλαμβάνονται φυτικά συμπληρώματα και βότανα, συμπληρώματα για συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες, αλλά και η ανάδειξη του ρόλου των βιοτεχνολογικών εξελίξεων, της επιστήμης της διατροφογενωμικής και της αξιοποίησης των αποβλήτων τροφίμων στη δημιουργία καινοτόμων δραστικών ουσιών και συμπληρωμάτων διατροφής. Επιπλέον, τονίζονται τα οφέλη και οι προκλήσεις που προκύπτουν, τόσο στο ατομικό επίπεδο του καταναλωτή, όσο και σε επίπεδο αγοράς-βιομηχανίας τροφίμων και φαρμάκων. Τα μέχρι τώρα διαθέσιμα δεδομένα και η βιβλιογραφία δείχνουν μία ανοδική πορεία και εξέλιξη των νέων συμπληρωμάτων, όσον αφορά την υγεία και ευεξία του ατόμου, με την προϋπόθεση να χρησιμοποιούνται και να καταναλώνονται σωστά. Ωστόσο, η απουσία ενός ενιαίου ρυθμιστικού πλαισίου γύρω από τον κλάδο των νέων συμπληρωμάτων διατροφής αποτελεί ίσως την σημαντικότερη πρόκληση, που έρχονται να αντιμετωπίσουν οι διάφορες χώρες. Εν συνεχεία, παρατίθεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επιλογή των ευρημάτων της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Τα ευρήματα αυτά εστιάζουν σε ορισμένες καινοτόμες δραστικές ουσίες και αντίστοιχα συμπληρώματα διατροφής, που προέρχονται κυρίως από φυτικά εκχυλίσματα και βότανα και στο κεφάλαιο της συζήτησης, αναλύεται διεξοδικά η επίδρασή τους και οι τυχόν παρενέργειες, σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες και παθολογικές καταστάσεις. Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις, εστιάζοντας στην ανάγκη για περαιτέρω έρευνα πάνω στα καινοτόμα συμπληρώματα διατροφής, στην εκπαίδευση των επιστημόνων υγείας και στην συνεργασία των ρυθμιστικών φορέων και της βιομηχανίας τροφίμων, καθώς πρόκειται για έναν νεοσύστατο, συνεχώς εξελισσόμενο κλάδο.

Abstract

Modern lifestyle and the need of consumers for a more balanced and healthier lifestyle have led to an increase in demand for new dietary supplements and nutraceuticals, with increased bioavailability and targeted action. The purpose of this thesis is to present and highlight the new trends in the dietary supplement market, which include herbal supplements and herbs,

supplements for specific population groups, but also the role of biotechnological developments, the science of nutrigenomics and the utilization of food waste in the creation of innovative active substances and dietary supplements. In addition, the benefits and challenges that arise, both for the consumer and for the food and pharmaceutical market-industry, are highlighted. The available data and literature, so far, show an upward trend and development of new supplements in terms of health and well-being of the individual, given that they are used and consumed correctly. However, the absence of a single regulatory framework around the new dietary supplement industry is probably the most important challenge that various countries come to face. The methodology that was followed for the selection of the findings of the literature review is then presented. These findings focus on certain innovative active substances and their corresponding dietary supplements, mainly derived from plant extracts and herbs, and in the discussion, their effects and any possible side effects in specific populations groups and pathological conditions are thoroughly analyzed. Finally, the conclusions and suggestions are presented, focusing on the need for further research on innovative dietary supplements, on the education of health scientists and on the cooperation between regulatory authorities and the food industry, as this is a newly established, constantly evolving field.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

I. Περιγραφή της αναγκαιότητας της διερεύνησης του θέματος

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται μία ολοένα αυξανόμενη τάση στη λήψη συμπληρωμάτων διατροφής από τους καταναλωτές, ενώ μέχρι πριν λίγα χρόνια τα δεδομένα και οι μελέτες γι' αυτά ήταν αρκετά περιορισμένα και ελλιπή. Τα συμπληρώματα διατροφής, όπως προκύπτει και από την ετυμολογία της λέξης, συμπληρώνουν την διατροφή του ανθρώπου και παίζουν σημαντικό ρόλο στην διατήρηση, την ενίσχυση και τη βελτίωση της υγείας και ευεξίας (Ronis, Pedersen, & Watt, 2018).

Η λήψη των συμπληρωμάτων διατροφής διαφέρει από χώρα σε χώρα, όπως και από δεκαετία σε δεκαετία. Παλαιότερα, η γνώση για τα συμπληρώματα διατροφής ήταν περιορισμένη, καθώς δεν είχαν ανακαλυφθεί και αναπτυχθεί ακόμη στο βαθμό που θα ήταν χρήσιμα και ασφαλή στον γενικό πληθυσμό. Με την πρόοδο της επιστήμης και την εξέλιξη της τεχνολογίας, όλο και περισσότερες έρευνες ανέδειξαν τα οφέλη, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητά τους, αυξάνοντας έτσι την ζήτησή τους.

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι ο μισός σχεδόν πληθυσμός στις ανεπτυγμένες χώρες, όπως ΗΠΑ και Δανία, χρησιμοποιεί κάποιο συμπλήρωμα διατροφής (Howiecka, et al. 2022). Πιο συγκεκριμένα, πάνω από το 50% των ενηλίκων στις Ηνωμένες Πολιτείες, έχουν δηλώσει ότι λαμβάνουν κάποιο συμπλήρωμα διατροφής για την βελτίωση της υγείας, ενώ στην Πολωνία, το ποσοστό κυμαίνεται στο 30-78%. Οι κυριότεροι λόγοι λήψης συμπληρωμάτων ήταν η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος για τους ηλικιωμένους και η υγεία του δέρματος και των μαλλιών για τους ενήλικες (Wierzejska, 2021). Παράλληλα, σε άλλες χώρες με υψηλό εισόδημα, όπως είναι η Αυστραλία, η Νότια Κορέα και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, το ποσοστό των ενηλίκων που χρησιμοποιούν κάποιο συμπλήρωμα διατροφής είναι περίπου 30% (Howiecka, et al. 2022).

Τα συμπληρώματα διατροφής δεν κρίνονται απαραίτητα σε ένα υγιές άτομο, εφόσον διατρέφεται σωστά. Ωστόσο, μπορούν να καταστούν αναγκαία σε περιπτώσεις διατροφικών ελλείψεων σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά (π.χ. βιταμίνες και μέταλλα), όταν οι διατροφικές ανάγκες δεν καλύπτονται επαρκώς μέσω της διατροφής σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες, όπως είναι οι αθλητές, οι ασθενείς, οι εγκυμονούσες, οι ηλικιωμένοι κ.ά. Η απαραίτητη λήψη τους σε αυτές τις περιπτώσεις δεν σημαίνει την αλόγιστη χρήση τους

και την υπέρβαση της συνιστώμενης δοσολογίας, καθώς η υπερ-δοσολογία μπορεί να οδηγήσει σε δυσμενείς επιδράσεις στον οργανισμό (Alfieri, D'Angelo, & Mazzeo, 2023).

Τα συμπληρώματα διατροφής δεν συνταγογραφούνται απαραίτητα από τον γιατρό, αλλά χρειάζεται να υπάρχει η σωστή καθοδήγηση. Έχουν καίρια σημασία, καθώς βοηθούν στην στήριξη και την άμυνα του ανοσοποιητικού συστήματος, όπως οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β και η βιταμίνη C. Οι βιταμίνες αυτές ή αλλιώς οι λεγόμενες πολυβιταμίνες, καθώς και η βιταμίνη D, τα ωμέγα 3 λιπαρά οξέα, ο ψευδάργυρος, το ασβέστιο και τα προβιοτικά αποτελούν τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα συμπληρώματα στη σύγχρονη εποχή (Pavlidou, et al., 2024). Επιπλέον, πολλές μελέτες έχουν αναδείξει κατά καιρούς τον ρόλο των συμπληρωμάτων διατροφής στη διαχείριση χρόνιων παθήσεων και λοιμώξεων, όπως είναι οι καρδιαγγειακές και μεταβολικές διαταραχές (Trimarco & Santulli, 2024).

Το ενδιαφέρον για τα συμπληρώματα, προκαλείται από μια σειρά πολλών παραγόντων, που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, δημιουργώντας ένα πλαίσιο το οποίο ενισχύει και ενθαρρύνει την ζήτησή τους. Οι άνθρωποι, λόγω των γρήγορων ρυθμών ζωής, της πολυάσχολης καθημερινότητας και της πολύωρης εργασίας τους, είναι πιθανόν να παραλείψουν ή να ξεχάσουν να καταναλώσουν κάποια γεύματα κατά την διάρκεια της μέρας, με αποτέλεσμα να μην καλύπτουν τις ανάγκες τους σε ενέργεια, σε μικροθρεπτικά και μακροθρεπτικά συστατικά. Έτσι, καταφεύγουν στην λήψη συμπληρωμάτων διατροφής λόγω των ελλείψεων που προκαλούνται σε βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία από την μη επαρκή κατανάλωση τροφής.

Ένας παράγοντας που συνέβαλε στην άνοδο της ζήτησης των συμπληρωμάτων διατροφής είναι τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης θεωρούνται το ιδανικό μέσο για την προώθηση των προϊόντων υγείας. Οι λεγόμενοι «influencers» ακολουθούν στρατηγικές μάρκετινγκ που κάνουν τα προϊόντα πιο προσιτά και ελκυστικά και μέσω της αλληλεπίδρασης με το κοινό τους μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις αποφάσεις των καταναλωτών (Kumar, Nawaz, & Samerguy, 2023).

Η χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής συνδέεται και με παράγοντες, όπως είναι το εισόδημα, η ηλικία, το φύλο και το επίπεδο εκπαίδευσης του ατόμου. Έτσι, οι καταναλωτές με υψηλότερο εισόδημα και μορφωτικό επίπεδο είναι πιο πιθανό να επιλέξουν συμπληρώματα, γιατί τείνουν να είναι πιο ενημερωμένοι, αλλά και γιατί βρίσκονται σε μία μεγαλύτερη οικονομική άνεση να αγοράσουν συμπληρώματα διατροφής, σε σύγκριση με καταναλωτές χαμηλότερου εισοδήματος. Οι νεότεροι ηλικιακά, καθώς και οι γυναίκες, συγκριτικά με το ανδρικό φύλο, είναι πιο πιθανό να λαμβάνουν συμπληρώματα διατροφής, διότι οι ομάδες αυτές

συχνά ανησυχούν περισσότερο για την διατροφική τους εικόνα και συμπεριφορά (Anders & Schroeter, 2017 ; Arlauskas, Austys, & Stukas, 2024).

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάδειξη της επίδρασης των συμπληρωμάτων διατροφής και συγκεκριμένα των καινοτόμων δραστικών ουσιών στην υγεία και ευεξία του ανθρώπου, αλλά και η επισήμανση των οφελών και προκλήσεων, που δημιουργούνται από την συνεχώς αυξανόμενη και πολλές φορές αλόγιστη χρήση τους.

Στη συνέχεια της εργασίας, γίνεται μια σύντομη περιγραφή της δομής της, αναφέροντας τα περιεχόμενα κάθε ενότητας. Η εργασία αποτελείται από επτά κύρια κεφάλαια. Αρχικά, στο εισαγωγικό μέρος τονίζεται η αναγκαιότητα διερεύνησης του θέματος, παρατίθεται ο γενικότερος σκοπός και γίνεται αποσαφήνιση των κεντρικών όρων «Συμπληρώματα διατροφής», «Δραστικές Ουσίες» και «Καινοτόμες Δραστικές Ουσίες». Στο πρώτο κεφάλαιο, αναλύονται οι νέες τάσεις της αγοράς. Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα οφέλη γενικότερα των συμπληρωμάτων στον καταναλωτή και την αγορά-βιομηχανία, ενώ στο τρίτο, οι προκλήσεις που προκύπτουν. Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρατίθεται ο ειδικότερος σκοπός και παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, περιγράφοντας την διαδικασία συλλογής και ανάλυσης των στοιχείων, καθώς και τα κριτήρια επιλογής και απόρριψης των πηγών. Στο πέμπτο κεφάλαιο συνοψίζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της αναζήτησης στην βιβλιογραφία. Στο έκτο κεφάλαιο, παρατίθεται η συζήτηση γύρω από τον κλάδο των νέων συμπληρωμάτων διατροφής και στο έβδομο τα συμπεράσματα και οι προτάσεις, οι οποίες αναφέρονται στην μελλοντική έρευνα σε πεδία που χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση και δεν καλύφθηκαν από την παρούσα εργασία. Τέλος, παρατίθεται η βιβλιογραφία.

II. Αποσαφήνιση κεντρικών όρων

«Συμπληρώματα διατροφής»: Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (Food and Drug Administration-FDA), «ως συμπληρώματα διατροφής ορίζονται τα προϊόντα (εκτός του καπνού) που περιλαμβάνουν θρεπτικά συστατικά ή άλλες ουσίες σε συμπυκνωμένη μορφή, όπως βιταμίνες, μέταλλα, βότανα, μύκητες, βακτήρια, προϊόντα ζωικής και φυτικής προέλευσης, αμινοξέα ή και άλλες ουσίες. Κυκλοφορούν στην αγορά σε διάφορες μορφές, όπως δισκία, κάψουλες, σκόνες, ζελεδάκια, μαλακής γέλης, υγρά ή άλλης μορφής, που δεν αντιπροσωπεύονται ως συμβατικά τρόφιμα ή ως το μοναδικό στοιχείο ενός γεύματος ή της διατροφής και επισημαίνονται στην ετικέτα ως συμπλήρωμα διατροφής» (FDA, 2023). Επιπλέον, η επισήμανση και η διαφήμισή τους δεν

πρέπει σε καμία περίπτωση να αφήνει την υπόνοια ότι συμβάλλουν στην πρόληψη ή στην θεραπεία μιας ασθένειας, αλλά λειτουργούν σαν συμπλήρωμα μιας ισορροπημένης διατροφής (Djaoudene, et al., 2023). Σε αντίθεση με τα φάρμακα, δεν χρειάζεται να εγκριθούν από τον FDA πριν εισέλθουν στην αγορά και θεωρούνται ασφαλή, μέχρι να αποδειχθούν μη ασφαλή από το καταναλωτικό κοινό (Amy, 2022). Όσον αφορά την δόση, αυτή προτείνεται από τον κατασκευαστή, αλλά ο επιστήμονας υγείας μπορεί να κρίνει ότι η καταλληλότερη δόση για τον καταναλωτή είναι χαμηλότερη ή υψηλότερη από την συνιστώμενη (National Institutes of Health, 2023).

«Δραστικές ουσίες»: Ορίζεται ως «κάθε ουσία ή μείγμα ουσιών που προορίζεται να χρησιμοποιηθεί στην παρασκευή ενός φαρμακευτικού προϊόντος και που όταν χρησιμοποιείται, γίνεται δραστικό συστατικό αυτού του προϊόντος που ενδέχεται να έχει φαρμακολογική, ανοσολογική ή μεταβολική δράση με σκοπό την αποκατάσταση, την διόρθωση, την τροποποίηση φυσιολογικών λειτουργιών ή την διενέργεια ιατρικής διάγνωσης» (European Medicines Agency, 2022).

Με άλλα λόγια, οι δραστικές ουσίες είναι ουσιαστικά τα κύρια συστατικά, που εμπεριέχονται στα συμπληρώματα διατροφής και παρέχουν ένα συγκεκριμένο φυσιολογικό ή διατροφικό όφελος στον οργανισμό. Είναι ενεργές ουσίες που διορθώνουν τυχόν διατροφικές ελλείψεις και υποστηρίζουν διάφορες λειτουργίες του σώματος. Κάποιες από τις κατηγορίες δραστικών ουσιών στα συμπληρώματα διατροφής, άρα και κατηγορίες συμπληρωμάτων, είναι οι εξής:

- Βιταμίνες. Οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β, η βιταμίνη C και η βιταμίνη D αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα, που χρησιμοποιούνται πλέον από τους περισσότερους καταναλωτές. Προάγουν το ανοσοποιητικό σύστημα, βοηθούν στην παραγωγή ενέργειας, υποστηρίζουν ζωτικές λειτουργίες και συμβάλλουν στην υγεία των οστών.
- Μεταλλικά στοιχεία, όπως το μαγνήσιο (Mg), ο σίδηρος (Fe), ο ψευδάργυρος (Zn) και το ασβέστιο (Ca). Συμβάλλουν κυρίως στην μυϊκή λειτουργία, την αιμοποίηση, την σύνθεση ενζύμων και την υγεία των οστών.
- Αμινοξέα, όπως η λυσίνη και η γλουταμίνη, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία των πρωτεϊνών και εμπλέκονται στην αποκατάσταση των μυών, αλλά και στο ανοσοποιητικό σύστημα.
- Αντιοξειδωτικά, όπως είναι η βιταμίνη Ε, η ρεσβερατρόλη και το σελήνιο (Se) προλαμβάνουν βλάβες, που προκαλούνται από τις ελεύθερες ρίζες και προστατεύουν τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες.

- Προβιοτικά, τα οποία συμβάλλουν στην διατήρηση της υγιούς μικροχλωρίδας του εντέρου.
- Ωμέγα 3 λιπαρά οξέα, όπως το EPA και DHA, που υποστηρίζουν την λειτουργία του εγκεφάλου, την καρδιαγγειακή υγεία και τη μείωση φλεγμονών.
- Φυτικά συμπληρώματα και βότανα, όπως είναι η κουρκουμίνη, το τζίντζερ και το εκχύλισμα πράσινου τσαγιού, που έχουν αντιφλεγμονώδη και αντικαρκινική δράση και συμβάλλουν στην γενική ευεξία του οργανισμού (Pavlidou, et al., 2024 ; Wierzejska, 2021 ; Kim, Gocevski, Wu, & Yang, 2010).

Στις «καινοτόμες δραστικές ουσίες» συγκαταλέγονται ουσιαστικά οι βιοδραστικές ενώσεις των nutraceuticals, δηλαδή των διατροφοφαρμακευτικών σκευασμάτων. Τα nutraceuticals έχουν καταφέρει να ενώσουν τον κλάδο των συμπληρωμάτων διατροφής και την φαρμακευτική, μειώνοντας την χρήση των συμβατικών φαρμάκων για διάφορες ασθένειες, δημιουργώντας νέες ή βελτιωμένες βιοενεργές ενώσεις. Η δυνατότητα απομόνωσης φυτικών ενώσεων και εκχυλισμάτων, όπως πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, καροτενοειδή, αντιοξειδωτικά κ.ά., που ασκούν ανάλογη «φαρμακολογική» επίδραση και η χρήση τους ως συμπληρώματα διατροφής, αποτελεί σημαντική καινοτομία του ανθρώπου, καθώς συμβάλλει στην αντιμετώπιση συγκεκριμένων ασθενειών, με έναν πιο φυσικό και ίσως πιο ασφαλή τρόπο. Μάλιστα, στον τομέα των καινοτομιών, καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει και η επιστήμη της νανοτεχνολογίας, η οποία μέσω εξελιγμένων μεθόδων, στοχεύει σε νέους μηχανισμούς δράσης (π.χ. συνέργεια δραστικών ενώσεων) και στην μεγαλύτερη απορρόφηση αυτών των ενώσεων από τον οργανισμό (López-Rodríguez, Domínguez, Fernández-Ruiz, & Cámara, 2022 ; Andrew, & Izzo, 2017).

1. Νέες τάσεις στην αγορά

Συμπληρώματα για συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες

Οι νέες τάσεις στην αγορά συμπληρωμάτων διατροφής δείχνουν μία ανοδική πορεία σε συμπληρώματα για συγκεκριμένες ομάδες πληθυσμού, όπως είναι οι εγκυμονούσες γυναίκες, οι ηλικιωμένοι και οι αθλητές. Το φυλλικό οξύ, ο σίδηρος και η βιταμίνη B12 είναι απαραίτητα για την σωστή ανάπτυξη του εμβρύου και ακόμα περισσότερο όταν η γυναίκα παρουσιάζει ανεπάρκεια σε αυτά. Οι ηλικιωμένοι, λόγω της οστεοπόρωσης και της μειωμένης μυϊκής και οστικής μάζας που εμφανίζουν σε αυτή την ηλικία, καταφεύγουν σε συμπληρώματα ασβεστίου, βιταμίνης D και αμινοξέων, όπως η λευκίνη. Οι αθλητές, λόγω των αυξημένων ενεργειακών απαιτήσεων, λαμβάνουν διάφορα συμπληρώματα, όπως η πρωτεΐνη ορού

γάλακτος, η κρεατίνη και πολυβιταμινούχα, με σκοπό την αποκατάσταση των μυών τους και την βελτίωση της αθλητικής τους απόδοσης (Kaur, et al., 2019 ; Djaoudene, et al., 2023).

Nutraceuticals

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθούν εκτενέστερα και τα nutraceuticals, για τα οποία δεν υπάρχει επίσημα ένας κοινός και αποδεκτός ορισμός. Ο κλάδος των nutraceuticals έχει γίνει αποδεκτός ως μέρος της συμπληρωματικής και εναλλακτικής ιατρικής και τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι άνθρωποι τα εντάσσουν στην καθημερινότητά τους. Ο όρος «nutraceuticals» προκύπτει από τις λέξεις διατροφή και φάρμακο και χαρακτηρίζονται ως «ειδικά σχεδιασμένα σκευάσματα» που προκύπτουν από μεμονωμένα θρεπτικά συστατικά ή την σύνθεση αυτών και έχουν ως στόχο την παροχή διαφόρων οφελών για την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης ή και της θεραπείας μίας νόσου. Μεταξύ των συμπληρωμάτων διατροφής και των nutraceuticals, δεν υπάρχει σαφής οριοθέτηση από τις ρυθμιστικές αρχές. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι μία διαφοροποίησή τους εντοπίζεται στο ότι τα συμπληρώματα διατροφής χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα στην διατροφή του ανθρώπου, με στόχο την κάλυψη σε τυχόν ελλείψεις σε μικρο- και μακροθρεπτικά συστατικά, χωρίς απαραίτητα να στοχεύουν στη θεραπεία μίας νόσου (Puri, et al., 2022).

Κατά κύριο λόγο, τα nutraceuticals λειτουργούν σαν μία μεγάλη ομπρέλα, όπου εμπεριέχονται τα συμπληρώματα διατροφής, λειτουργικά τρόφιμα με ισχυρισμούς υγείας, φυτικά προϊόντα και διατροφικά σκευάσματα με βάση τη νανοτεχνολογία. Τα περισσότερα nutraceuticals είναι διαθέσιμα στο εμπόριο ως «over the counter» προϊόντα, δηλαδή προϊόντα χωρίς τη χορήγηση ιατρικής συνταγής, γι' αυτό και οι καταναλωτές τα λαμβάνουν ως ένα απλό συμπλήρωμα. Κάποια παραδείγματα από nutraceuticals αποτελούν η σόγια, το σκόρδο, το τζίντζερ, η κουρκουμίνη, το πράσινο τσάι, η ρεσβερατρόλη, η βιταμίνη D κ. ά., τα οποία υποστηρίζεται ότι έχουν ισχυρές αντικαρκινικές, αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και μπορούν να λειτουργήσουν ως συμπληρωματική θεραπεία σε διάφορες παθήσεις, όπως ο καρκίνος, τα καρδιαγγειακά νοσήματα και νευρολογικές διαταραχές (Jampilek, Kos, & Kralova, 2019).

Νανοτεχνολογία και συμπληρώματα

Σημαντικό αποτύπωμα στις νέες τάσεις του κλάδου των συμπληρωμάτων διατροφής και των φαρμακευτικών βιομηχανιών, έχει αρχίσει ήδη να χαράζει ο τομέας της βιοτεχνολογίας και η εφαρμογή και ανάπτυξη νέων βιοτεχνολογικών μεθόδων. Η εφαρμογή διαφόρων τεχνικών της νανοτεχνολογίας αποτελεί σημαντική εξέλιξη για την επιστήμη της διατροφής και των

τροφίμων γενικότερα, καθώς στοχεύει στη βελτίωση της βιοδιαθεσιμότητας των διαιτητικών συστατικών, της ποιότητας και της ασφάλειας του τελικού προϊόντος. Η νανοενθυλάκωση (nanoencapsulation) αποτελεί μία από τις πιο ενθαρρυντικές μεθόδους για τον εμπλουτισμό των τροφίμων και των συμπληρωμάτων διατροφής με θρεπτικές ή βιοδραστικές ενώσεις, αλλά και για την προστασία αυτών των ευαίσθητων δραστικών ουσιών από τις ανεπιθύμητες συνθήκες. Είναι μία τεχνολογική μέθοδος που χρησιμοποιείται για να «παγιδεύσει» ή να περιβάλλει βιοδραστικές ουσίες και συστατικά τροφίμων, όπως είναι τα ω-3 λιπαρά οξέα, τα καροτενοειδή, οι φαινολικές ενώσεις, βιταμίνες, αντιοξειδωτικά και φυτοχημικές ενώσεις, μέσα σε μικροσκοπικές δομές, που ονομάζονται νανοσωματίδια ή νανοκάψουλες. Όλες αυτές οι ενώσεις είναι είτε υδρόφοβες-λιπόφιλες ουσίες ή ουσίες με μειωμένη υδατοδιαλυτότητα, επομένως όταν εισάγονται στον οργανισμό μέσω των τροφών παρουσιάζουν χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα. Έτσι, οι τεχνικές της νανοενθυλάκωσης στοχεύουν στη προστασία των θρεπτικών αυτών συστατικών από το περιβάλλον (οξυγόνο, pH), στην ελεγχόμενη απελευθέρωσή τους στο σώμα σε συγκεκριμένους ιστούς ή όργανα, στη βελτίωση της απορρόφησής τους (μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα), στον περιορισμό πιθανών παρενεργειών, αλλά και στην κάλυψη ανεπιθύμητων γεύσεων και οσμών (π.χ. ω-3 από ιχθυέλαια) (Pateiro, et al., 2021).

Μέσω της νανοτεχνολογίας παρασκευάζονται νανο-nutraceuticals με διαιτητικές πολυφαινόλες, με συγκεκριμένα συστήματα νανοτεχνολογίας (νανογαλακτώματα, νανολιποσώματα, νανοπολυμερή, μικκύλια). Χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογών νανοτεχνολογίας είναι η ρεσβερατρόλη ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό που βρίσκεται στα σταφύλια, η κουρκουμίνη που αποτελεί δραστική ουσία του κουρκουμά με καρδιοπροστατευτικές ιδιότητες, η επιγαλο-3-κατεχίνη, μία φυτοφαινόλη στο πράσινο τσάι με ισχυρή αντιφλεγμονώδη και αντικαρκινική δράση και η κερσετίνη (ή κουερσετίνη ή κερκετίνη) ένα φλαβονοειδές που βρίσκεται στα κρεμμύδια, το τσάι, τα μούρα, την κάπαρη κ.ά. (Rudrapal, et al., 2022). Επιπλέον, στο επίκεντρο βρίσκονται και τα συμπληρώματα προβιοτικών και πρεβιοτικών με εφαρμογές νανοτεχνολογίας. Η νανοενθυλάκωση στελεχών βακτηρίων σε συμπληρώματα διατροφής ενισχύει την ωφέλιμη δράση τους απευθείας στο γαστρεντερικό σύστημα (Durazzo, et al., 2020).

Διατροφογενωμική και συμπληρώματα

Η διατροφογενετική και η διατροφογενωμική είναι επιστήμες που σχετίζονται άμεσα με τη διατροφή του ανθρώπου. Η διατροφογενετική εξετάζει πώς τα γονίδια ενός οργανισμού

επηρεάζουν την ανταπόκρισή του σε συγκεκριμένα τρόφιμα και θρεπτικά συστατικά. Για παράδειγμα, ένα άτομο με παραλλαγές στο γονίδιο FTO (Fat Mass and Obesity), γνωστό και ως γονίδιο της παχυσαρκίας, έχει την τάση να καταναλώνει μεγαλύτερη ποσότητα τροφής, χωρίς να μπορεί να επέλθει το αίσθημα κορεσμού, σε σχέση με ένα άλλο άτομο που δεν έχει αυτή την παραλλαγή για το συγκεκριμένο γονίδιο. Έτσι, αυτό το άτομο είναι επιρρεπές στην εμφάνιση παχυσαρκίας, αλλά και στην εκδήλωση καρδιαγγειακών νοσημάτων. Στον άνθρωπο, έχουν βρεθεί αρκετά γονίδια που σχετίζονται με την διατροφή και που οι παραλλαγές τους δείχνουν αυξημένη ή μειωμένη κατανάλωση τροφίμων ή συστατικών τους (π.χ. παραλλαγή στο γονίδιο CYP1A2 σχετίζεται με υπερβολική πρόσληψη καφεΐνης) (Vesnina, et al., 2022).

Η διατροφογενωμική «μελετά πώς ορισμένα τρόφιμα ή θρεπτικά συστατικά επηρεάζουν την έκφραση των γονιδίων και την ανάπτυξη επικείμενων ασθενειών». Μελέτες σε ζώα και σε κυτταρικά μοντέλα έχουν δείξει ότι βιοδραστικές ενώσεις τροφίμων, όπως η ρεσβερατρόλη, η κουρκουμίνη, η κουερσετίνη, η βιταμίνη C και η βιταμίνη E, έχουν την ικανότητα να αναστέλλουν γονίδια που σχετίζονται με την αθηροσκλήρωση (Vesnina, et al., 2022), αλλά και με τον καρκίνο του μαστού (Bhattacharya, et al., 2021). Η βιταμίνη A, η βιταμίνη C, το φυλλικό οξύ, τα ω-3 λιπαρά οξέα και τα προβιοτικά έχουν προταθεί για την ανασταλτική τους δράση απέναντι σε παραλλαγές γονιδίων που σχετίζονται με διάφορους τύπους καρκίνου (Irimie, et al., 2019).

Οι γονιδιακές παραλλαγές οδηγούν στην γενετική ποικιλομορφία, όπου περιβάλλον, διατροφή και τρόπος ζωής παίζουν σημαντικό ρόλο. Οι άνθρωποι έχουν την δυνατότητα μέσω ειδικών εξειδικευμένων διαγνωστικών διατροφικών τεστ DNA να διαμορφώνουν μία εξατομικευμένη διατροφή και να λαμβάνουν προσωποποιημένα συμπληρώματα, με βάση τις δικές τους ανάγκες και τις δικές τους ελλείψεις σε θρεπτικά συστατικά.

Αξιοποίηση αποβλήτων τροφίμων

Η ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και οι αλλαγές στον τρόπο ζωής των ανθρώπων έχουν οδηγήσει στην ταχεία άνοδο της σπατάλης των τροφίμων από διάφορες βιομηχανικές, γεωργικές και οικιακές πηγές. Τα απόβλητα των τροφίμων περιέχουν πλούσια οργανική ύλη, τα οποία με την λανθασμένη και απρόσεκτη διαχείρισή τους μπορούν να επηρεάσουν, τόσο την υγεία του ανθρώπου, όσο και το περιβάλλον (Liu, et al., 2023). Οι Baysal και Ülkü εκτίμησαν ότι το 1/3 των τροφίμων που παράγονται κάθε χρόνο χάνονται ή σπαταλώνονται. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO), αυτό

ισοδυναμεί με τουλάχιστον 1,6 δισεκατομμύρια τόνους, οι οποίοι απελευθερώνουν 3,3 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα (Nirmal, et al., 2023).

Η αξιοποίηση των αποβλήτων τροφίμων είναι μια πρωτοποριακή λύση που έχει ως στόχο την αποτελεσματική μείωση των αποβλήτων, αλλά και την δημιουργία νέων οικονομικών δυνατοτήτων, μέσω της παραγωγής προϊόντων προστιθέμενης αξίας, με βάση τις βιοδραστικές ενώσεις τους. Τα απόβλητα από φρούτα, λαχανικά, δημητριακά και άλλα είδη παραγωγής και επεξεργασίας τροφίμων περιέχουν σημαντικές βιοδραστικές ενώσεις, όπως πολυφαινόλες, διαιτητικές ίνες, λιπίδια, πρωτεΐνες, βιταμίνες, οργανικά οξέα και μέταλλα. Οι βιοδραστικές ουσίες είναι «ισχυρές ουσίες που βρίσκονται στα τρόφιμα και σε άλλες φυσικές πηγές που έχουν την δυνατότητα να επηρεάσουν θετικά την υγεία» και με τον έλεγχο και την απομόνωσή τους, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας νέων λειτουργικών συστατικών και συμπληρωμάτων διατροφής. Για παράδειγμα, τα απόβλητα των γαλακτοκομικών προϊόντων μπορεί να περιέχουν πρωτεΐνη ορού γάλακτος, η οποία χρησιμοποιείται συνήθως σε τρόφιμα και συμπληρώματα διατροφής. Επίσης, η ανάκτηση βιταμινών από την σπατάλη τροφίμων μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη, τόσο για την ενίσχυση των τροφίμων, όσο και για την παραγωγή των συμπληρωμάτων διατροφής (Liu, et al., 2023).

Φυτικά συμπληρώματα και εκχυλίσματα βοτάνων

Αυξανόμενο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα φυτικά συμπληρώματα και βότανα στην αγορά των συμπληρωμάτων. Παλαιότερα, σε χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία, οι άνθρωποι τα χρησιμοποιούσαν τόσο ως δηλητήρια όσο και ως θεραπεία στην παραδοσιακή ιατρική, ενώ στη σύγχρονη εποχή έχουν εισαχθεί στη διατροφή του ατόμου, λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων τους σε διάφορες ασθένειες (Zuccari & Alfei, 2023). Κάποια από αυτά συμβάλλουν σε διάφορες παραμέτρους της γνωστικής λειτουργίας, της ψυχικής υγείας (άγχος, κατάθλιψη) και της γενικότερης ευεξίας. Συμπληρώματα αμινοξέων με L-λυσίνη και L-αργινίνη, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με φυτικά εκχυλίσματα πασιφλόρας και 'kava kava' (είδη φυτών), μπορούν να βελτιώσουν τα συμπτώματα του άγχους (Kamat, Al-Ajlouni, & Hall, 2023). Επίσης, φυτικά συμπληρώματα με ασιατικό ginseng (panax ginseng) και εχινάχεια (Echinacea purpurea) προτείνονται ως συμπληρωματική θεραπεία στην λοίμωξη του Covid-19, καθώς τα δραστικά συστατικά που περιέχουν, δηλαδή οι φυτοχημικές ενώσεις τους, προστατεύουν το ανοσοποιητικό σύστημα (Licata, et al., 2025).

Κάποιες πηγές αυτών των φυτικών βιοδραστικών ενώσεων είναι:

- Κουρκουμάς ή Ινδικό σαφράν: Αποτελεί ένα φυτικό παραδοσιακό «φάρμακο» και προορίζεται για πολλαπλούς σκοπούς, όπως είναι η ανακούφιση των αερίων, η βελτίωση της πέψης, η ρύθμιση της εμμήνου ρύσης, η καταπολέμηση παράσιτων του οργανισμού, η ρύθμιση και η ανακούφιση της αρθρίτιδας. Η σύγχρονη ιατρική χρησιμοποιεί κυρίως την κουρκουμίνη από τον κουρκουμά, μία ισχυρή βιοδραστική ένωση με αντιοξειδωτικούς, αντιφλεγμονώδεις, αντιμεταλλαξιγόνους, αντιμικροβιακούς και αντικαρκινικούς παράγοντες.
- Σκόρδο: Είναι από τα βότανα, τα οποία χρησιμοποιούνται πιο συχνά στο μαγείρεμα. Συμβάλλει στην μείωση του κινδύνου της οστεοαρθρίτιδας, του καρκίνου, των καρδιαγγειακών παθήσεων, καθώς και στην ρύθμιση της χοληστερόλης και την πίεση του αίματος (Bommakanti, et al., 2023).

Τα φαρμακευτικά φυτά και τα φυτικά φάρμακα αποτέλεσαν μία από τις πρώτες επιτυχημένες θεραπευτικές μεθόδους που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Το 2023, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Φαρμάκων, όρισε τα φυτικά φάρμακα ως «κυρίως ολόκληρα, θρυμματισμένα ή σπασμένα φυτά ή μέρη φυτών σε μη-επεξεργασμένη κατάσταση, συνήθως σε αποξηραμένη μορφή, αλλά κάποιες φορές φρέσκα». Ωστόσο, με το πέρασμα των χρόνων, διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν διάφορες αλληλεπιδράσεις μεταξύ βοτάνων και φαρμάκων που μπορεί να έχουν αρνητικές επιδράσεις στην υγεία του ατόμου. Το ενδιαφέρον και κατ' επέκταση η μελέτη γύρω από τις αλληλεπιδράσεις απονέμεται στο γεγονός ότι στην παγκόσμια αγορά, δεν υπάρχουν πλέον μόνο φυτικά φάρμακα, αλλά περισσότερο φυτικά συμπληρώματα διατροφής (Czigle, et al., 2023).

Τα περισσότερα φυτοχημικά που βρίσκονται στα φυτά και προορίζονται σε συμπληρώματα διατροφής και nutraceuticals, είναι αδιάλυτα στο νερό και όταν εισάγονται στον οργανισμό, ειδικά μέσω χορήγησης από το στόμα, αποικοδομούνται, μεταβολίζονται και απεκκρίνονται ταχέως. Αυτό το πρόβλημα έρχεται να λύσει και εδώ η νανοτεχνολογία με την εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών, που στοχεύουν στην αύξηση της βιοδιαθεσιμότητας των φυτοχημικών ενώσεων στον οργανισμό (Zuccari & Alfei, 2023).

2. Οφέλη για τον καταναλωτή και την αγορά

Η ζήτηση καινοτόμων συμπληρωμάτων διατροφής αυξάνεται όλο και περισσότερο, καθώς προσφέρουν εκσυγχρονισμένες και αποτελεσματικές λύσεις για την υγεία και την ευεξία των ανθρώπων. Με τη χρήση και την εφαρμογή νέων και κατάλληλων μεθόδων βιονανοτεχνολογίας δημιουργούνται περισσότερες επιλογές για τον καταναλωτή, ενώ ανοίγει

και διευρύνεται ο δρόμος των επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον τομέα της υγείας και διατροφής.

Τα nutraceuticals προωθούν την υγεία και ευεξία του ατόμου, στοχεύοντας ακόμη και στη θεραπεία ασθενειών και όχι απλά στην πρόληψή τους, όπως προαναφέρθηκε. Παρέχουν θεραπευτικά οφέλη σε καρδιαγγειακά νοσήματα, την υπέρταση και την δυσλιπιδαιμία (π.χ. η αλλισίνη από το σκόρδο, τα ω-3 από ιχθυέλαια, οι ισοφλαβόνες σόγιας-γενιστεΐνη). Χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια των χημειοθεραπειών και των ακτινοθεραπειών στον καρκίνο, με στόχο την ανακούφιση των παρενεργειών και του πόνου (π.χ. η κουρκουμίνη, το τζίντζερ, η γενιστεΐνη). Τα καροτενοειδή και τα βιοενεργά πεπτίδια από κολλαγόνο προορίζονται για την ενίσχυση της υγείας του δέρματος. Με λίγα λόγια, τα nutraceuticals προσφέρουν λύση σε διάφορα προβλήματα υγείας, ενώ η εύκολη πρόσβασή τους και το οικονομικό τους σχετικά κόστος έχουν οδηγήσει το καταναλωτικό κοινό στη χρήση αυτών (Puri, et al., 2022). Το γεγονός αυτό, ωστόσο, δεν αναιρεί την δημιουργία προκλήσεων, οι οποίες αναφέρονται στην επόμενη ενότητα.

Η μετατροπή των αποβλήτων τροφίμων σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας μπορεί να προσφέρει οφέλη στον καταναλωτή. Ένα από αυτά είναι ότι ορισμένα απόβλητα (π.χ. φλούδες φρούτων και λαχανικών, δημητριακά, κλπ.) περιλαμβάνουν βιοδραστικές ουσίες που ευνοούν την υγεία και την ευεξία των καταναλωτών και συμβάλλουν στην μείωση του κινδύνου χρόνιων μη μεταδιδόμενων νοσημάτων. Για παράδειγμα, τα ακατέργαστα φύλλα σταφυλιού θεωρούνται βασική πηγή β-καροτένιου. Το β-καροτένιο έχει βρεθεί ότι συμβάλλει στην βελτίωση της ανοσίας και στην προστασία από διάφορες κακοήθειες, καθώς και στη μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου, λόγω της ικανότητάς του να ρυθμίζει τα επίπεδα χοληστερόλης. Οι βιομηχανίες τροφίμων, συμπληρωμάτων διατροφής και καλλυντικών αξιοποιούν βιοδραστικές ενώσεις (πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, αντιοξειδωτικά), που βρίσκονται σε φλούδες της μπανάνας, των μήλων, των κρεμμυδιών, των μάνγκο και πολλών ακόμα φρούτων και λαχανικών, σε τεχνικές εκχύλισης, μέσω τόσο συμβατικών μεθόδων, όσο και μέσω της νανοτεχνολογίας. Μάλιστα, έχει προταθεί ως συστατικό, η χρήση ελαίου ακτινιδίου για τα συμπληρώματα που συντελούν στη μείωση της χοληστερόλης και την πρόληψη της παχυσαρκίας (Nirmal, et al., 2023). Επίσης, φυσικοί πολυσακχαρίτες, όπως η πηκτίνη, που εξάγεται από φλούδες εσπεριδοειδών και μήλων, χρησιμοποιείται ως «υλικό σταθεροποίησης», στις μεθόδους νανοενθυλάκωσης των ευαίσθητων βιοδραστικών ενώσεων. Ένα γενικότερο πλεονέκτημα είναι ότι δημιουργείται ένα κύκλος ανακύκλωσης από την αξιοποίηση των αποβλήτων, όπου βιοδραστικές ενώσεις των τροφίμων χρησιμοποιούνται στο μέγιστο,

μειώνοντας τον όγκο των τελικών αποβλήτων και την επιπλέον ρύπανση στο περιβάλλον (Rosales & Fabi, 2023).

Όσον αφορά την οικονομία, οι πωλήσεις των συμπληρωμάτων διατροφής φαίνεται να εκτοξεύτηκαν στα 220,3 δισεκατομμύρια δολάρια το 2020 στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, την περίοδο όπου ξέσπασε η πανδημία, καθιστώντας τις εταιρείες παρασκευής τους, μία από τις πιο επικερδείς βιομηχανίες σε παγκόσμιο επίπεδο (Djaoudene, et. al., 2023). Επίσης, η Ευρωπαϊκή αγορά συμπληρωμάτων διατροφής έχει σημειώσει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία δέκα χρόνια, με την Ιταλία να κατέχει την 1^η θέση σε πωλήσεις συμπληρωμάτων μεταξύ 2015-2020 (Csorba, 2018). Η μελέτη HYDRIA, η οποία πραγματοποιήθηκε το 2013-2014 στην Ελλάδα, έδειξε ότι το 1/3 του ελληνικού πληθυσμού λάμβανε συμπληρώματα διατροφής, με τις γυναίκες να υπερτερούν στο διπλάσιο σχεδόν ποσοστό, σε σύγκριση με τους άντρες. Μάλιστα, η ελληνική αγορά συμπληρωμάτων διατροφής εκτιμήθηκε ότι έφτασε τα 43 εκατομμύρια ευρώ το 2020 (Kanellou, et al., 2023).

Σύμφωνα με την έρευνα των Lee, Jung, & Jang (2023) στην Κορέα, η οικονομία της βιομηχανίας των συμπληρωμάτων διατροφής αυξήθηκε σημαντικά, λόγω της μεγαλύτερης έμφασης των πολιτών και ιδιαίτερα των γυναικών στην προληπτική υγεία, ιδίως μετά από την πανδημία του Covid-19. Έτσι, οι πολίτες της Κορέας, αλλά και πολλών άλλων χωρών, έστρεψαν το ενδιαφέρον τους προς τα συμπληρώματα σαν ένα εναλλακτικό μέσο προστασίας έναντι του Covid-19, λόγω και των αμφιβολιών που υπήρχαν περί των εμβολίων. Η πανδημία μπορεί να προκάλεσε κρίση και πανικό στον τομέα της υγείας, αλλά η ανάπτυξη που προήλθε στην αγορά των συμπληρωμάτων διατροφής ήταν κρίσιμης σημασίας, καθώς οδήγησε στην δημιουργία νέων επιχειρήσεων και κατ' επέκταση στην απασχόληση περισσότερων εργαζομένων. Μέχρι το 2028, προβλέπεται ότι η βιομηχανία της οικονομίας των συμπληρωμάτων διατροφής, θα φτάσει σχεδόν (ή πιθανότερο να ξεπεράσει) τα 300 δισεκατομμύρια δολάρια παγκοσμίως (Djaoudene, et. al., 2023).

Η αυξημένη ζήτηση των nutraceuticals από το καταναλωτικό κοινό έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη της φαρμακευτικής βιομηχανίας και της βιομηχανίας των τροφίμων. Αυτή η αύξηση είναι απολύτως φυσιολογική, καθώς οι καταναλωτές ευαισθητοποιούνται όλο και περισσότερο για την υγειονομική τους περίθαλψη μέσω εύκολων, αποτελεσματικών και όσο το δυνατόν λιγότερο συμβατικών-φαρμακευτικών εναλλακτικών, δηλαδή αυτών των συμπληρωμάτων διατροφής και των nutraceuticals. Η παγκόσμια αγορά των nutraceuticals καταλαμβάνεται περίπου στο 90% από τις ΗΠΑ, την Ευρώπη και την Ιαπωνία, ενώ η Ινδία κατέχει μικρότερο ποσοστό (~3%), το οποίο εκτιμάται ότι μέσα στα επόμενα χρόνια θα αυξηθεί. Το γεγονός αυτό

παρουσιάζει θετικό αντίκτυπο στις φαρμακευτικές βιομηχανίες, καθώς τα κέρδη που αποκομίζονται είναι ιδιαίτερα σημαντικά (Puri, et al., 2022).

3. Προκλήσεις

Πέρα των οφελών που προσφέρουν τα συμπληρώματα διατροφής, η ραγδαία ανάπτυξή τους έχει επιφέρει προκλήσεις και ανάγκες, όπως είναι η ασφάλεια, η αποτελεσματικότητα, αλλά και η κατανόηση των επιπτώσεών τους στον οργανισμό. Η αυξανόμενη και σε κάποιες περιπτώσεις άσκοπη χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής δημιουργεί ανησυχίες για την δημόσια υγεία. Όσον αφορά την ασφάλεια, το κυριότερο ζήτημα είναι η πώληση ή η εμπορία νοθευμένων προϊόντων που περιέχουν παράνομα ή και μη-ασφαλή συστατικά, των οποίων η αποτελεσματικότητα δεν έχει αποδειχθεί. Νοθεία μπορεί να προκληθεί είτε ακούσια, λόγω των διαφορετικών συνθηκών στα στάδια παρασκευής των συμπληρωμάτων (π.χ. μούχλα, σκόνη, τρωκτικά, μικρόβια, παράσιτα), είτε εσκεμμένα, μέσω της προσθήκης μίας ένωσης, η οποία δεν έχει εγκριθεί από τις ρυθμιστικές αρχές. Οι μολύνσεις αυτές μπορούν να οδηγήσουν ακόμα και σε σοβαρές επιπλοκές στον οργανισμό (Puri, et al., 2022).

Τα συμπληρώματα διατροφής, παρόλο που έχουν χαρακτηριστεί στην πλειοψηφία τους ως ασφαλή και καλά ανεκτά, παράγοντες που αφορούν την διαμόρφωσή τους δημιουργούν δυσκολίες. Οι παράγοντες αυτοί έχουν να κάνουν με την χαμηλή υδατοδιαλυτότητα, το υψηλό σημείο τήξης και την χημική αστάθεια των δραστικών ενώσεων. Τα ιχθυέλαια, οι φυτοστερόλες, τα καροτενοειδή έχουν όλα προβλήματα σταθερότητας ανάλογων των συνθηκών, που αφορούν την θερμοκρασία, την πίεση, το pH και το οξυγόνο. Δημιουργείται, λοιπόν, η ανάγκη για οικονομικά αποδοτικές τεχνολογίες, έτσι ώστε να παρατείνεται η διάρκεια ζωής αυτών των ουσιών, όταν εισάγονται στον οργανισμό μέσω καψουλών. Επιπλέον, οι ψευδείς ή ανακριβείς ετικέτες ενδέχεται να προκαλέσουν αρνητικές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία. Η επισήμανση της σωστής περιεκτικότητας και της δοσολογίας κρίνεται απαραίτητη στις ετικέτες των συμπληρωμάτων διατροφής και ο καταναλωτής οφείλει να λαμβάνει υπόψη ότι η δοσολογία μπορεί να διαφέρει ανάλογα την ηλικιακή ομάδα (Puri, et al., 2022).

Στο τομέα της νανοτεχνολογίας, η δημιουργία νανοκαψουλών είναι πολλά υποσχόμενη, ωστόσο ένας σημαντικός περιορισμός είναι ο βαθμός τοξικότητας στον οργανισμό. Τα νανοσωματίδια λόγω του μικρού τους μεγέθους και της μεγαλύτερης επιφάνειας απορρόφησης μπορούν να συσσωρευτούν στα συγκεκριμένα όργανα ή ιστούς που προορίζεται το εν λόγω διατροφικό σκεύασμα και να προκαλέσουν φλεγμονή, οξειδωτικό στρες, ακόμα και βλάβη στο

DNA. Επίσης, υπάρχουν κενά σχετικά με την πιθανή αρνητική επίδραση των υλικών της νανοενθυλάκωσης στο ανθρώπινο σώμα (Altemimi, et al., 2024).

Τα απόβλητα τροφίμων, ειδικά των φρούτων και των λαχανικών, παράγονται σε μεγάλες ποσότητες και λόγω της υψηλής περιεκτικότητά τους σε υγρασία και σε μικροβιακό φορτίο μπορεί να προκαλέσουν μεγάλη περιβαλλοντική ζημιά (Nirmal, et al., 2023). Έτσι, η μη αξιοποίηση των βιοδραστικών ενώσεων των αποβλήτων των τροφίμων, γνωρίζοντας ότι προσφέρουν αξιοσημείωτες ευεργετικές ιδιότητες, εντείνει το παραπάνω πρόβλημα (Rosales & Fabi, 2023). Επίσης, η επιλογή των μεθόδων εκχύλισης θα πρέπει να γίνεται με προσοχή, προτιμώντας τεχνικές φιλικές προς το περιβάλλον και αποφεύγοντας τη χρήση ενδεχομένως τοξικών ουσιών. Κατά τη διαδικασία παραγωγής, τα βιοδραστικά συστατικά είναι αρκετά ευάλωτα και μπορεί να υποβαθμιστεί η ποσότητα και η ποιότητά τους, ακόμα και με την παραμικρή αλλαγή στις τεχνικές εκχύλισης. Για παράδειγμα, παρατηρήθηκε μείωση κατά 22% της φαινολικής περιεκτικότητας στις φράουλες, λόγω της επίδρασης των παραμέτρων εκχύλισης. Επομένως, είναι απαραίτητο να διασφαλιστούν κατάλληλες και σταθερές συνθήκες, τόσο πριν όσο και μετά την εκχύλιση, προκειμένου η ποιότητα των βιοδραστικών συστατικών να παραμείνει η ίδια. Για την διασφάλιση των συνθηκών αυτών, υπάρχουν νέες ταχείες και αποτελεσματικές τεχνολογίες για την εκχύλιση και τον διαχωρισμό φυσικών ενώσεων που μπορούν να αποδώσουν εκχυλίσματα υψηλής ποιότητας με καλύτερη απόδοση, μειωμένο χρόνο και λιγότερη χρήση διαλυτών. Όμως, το υψηλό τους κόστος και η δυσκολία εφαρμογής τους αποτελούν σημαντικό εμπόδιο σε βιομηχανικό επίπεδο. Πριν από την διαφήμιση του βιοδραστικού συστατικού για χρήση από τους καταναλωτές, τα εκχυλίσματα χρειάζεται να υποβληθούν σε ανάλυση *in vivo*, ώστε να επιβεβαιωθεί η βιοδραστικότητα, η σταθερότητα, η ασφάλεια και η βιοδιαθεσιμότητά του (Nirmal, et al., 2023).

Σημαντική πρόκληση αποτελούν και οι αλληλεπιδράσεις φαρμάκων-συμπληρωμάτων διατροφής. Φυτικά συμπληρώματα, όπως το σκόρδο, το τζίντζερ, το πράσινο τσάι είναι γνωστό ότι έχουν αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες απέναντι στο κοινό κρυολόγημα και σε σοβαρότερες ασθένειες, όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, διαβήτη κ.ά. Ωστόσο, το σκόρδο και το τζίντζερ, όταν χορηγούνται με αντιπηκτικά φάρμακα όπως η βαρφαρίνη, μπορεί να οδηγήσουν σε αυξημένη αιμορραγία, ενώ το πράσινο τσάι μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο καρδιακό ρυθμό σε συνδυασμό με διεγερτικά φάρμακα (Puri, et al., 2022). Μάλιστα, η αντίληψη ότι τα φυτικά διαιτητικά προϊόντα είναι φυσικά και ασφαλή σε οποιαδήποτε δόση, αλλά και η έλλειψη πληροφοριών, σχετικά με τα συστατικά και την σύνθεση αυτών των συμπληρωμάτων, οδηγεί τους καταναλωτές στην υιοθέτηση επιζήμιων και τοξικών μοτίβων

αυτοθεραπείας. Έτσι, η ακατάλληλη χρήση τους μπορεί να προκαλέσει διάφορες τοξικότητες, όπως ηπατοτοξικότητα, πνευμονική τοξικότητα, κυτταροτοξικότητα, καρκινογένεση, νεφροτοξικότητα, αιμοτοτοξικότητα και καρδιακή τοξικότητα (Bommakanti, et al., 2023).

Ιδιαίτερη ανάγκη δημιουργείται και για την ορθή επιστημονική τεκμηρίωση, ενημέρωση και εκπαίδευση. Στο πλαίσιο της προσπάθειας κατανόησης των μηχανισμών δράσεων οι ερευνητές χρειάζεται να εφαρμόσουν κατάλληλες αναλυτικές τεχνικές και μεθόδους, με στόχο την ταυτοποίηση των βιοδραστικών συστατικών στα συμπληρώματα. Χρειάζεται να αναπτύξουν μία σειρά *in vitro* μελετών και κλινικών δοκιμών, για να εξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα, τόσο για την πιθανή θετική επίδρασή τους στον οργανισμό, όσο και για την ασφάλειά τους. Οφείλουν να πραγματοποιούν ελέγχους και να εξακριβώνουν τα ανώτερα επίπεδα πρόσληψης των θεραπευτικών συστατικών στα παραγόμενα σκευάσματα. Επίσης, τόσο η επιστημονική ομάδα (γιατροί, διαιτολόγοι και άλλοι επαγγελματίες υγείας), όσο και οι καταναλωτές, θα πρέπει να εκπαιδεύονται και να ενημερώνονται διαρκώς, μέσα από συγκεντρωτικά σεμινάρια που παρέχονται από την πολιτεία από εξειδικευμένο προσωπικό, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των οφελών και των κινδύνων από τα συμπληρώματα (Djaoudene, et al., 2023 ; Dwyer, Coates, & Smith, 2018).

Μία ακόμη πρόκληση αποτελεί ο περιορισμός ή η αλλαγή των ρυθμιστικών πλαισίων και προτύπων, που ευνοούν την κυκλοφορία αναξιόπιστων προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα, παρόλο που υπάρχουν κάποια κοινά στοιχεία μεταξύ των νόμων και των κανονιστικών απαιτήσεων για τα συμπληρώματα διατροφής, όπως είναι οι διατάξεις για τις ορθές παρασκευαστικές πρακτικές, σημειώνονται κάποιες διαφορές ανάμεσα στις ΗΠΑ, την Αυστραλία, την ΕΕ και την Κίνα. Ακόμα και για τον ορισμό των συμπληρωμάτων διατροφής, παρότι στις ΗΠΑ είναι αρκετά συγκεκριμένος, δεν υπάρχει παγκόσμια κοινή συγκατάθεση για το τι περιλαμβάνει αυτή η κατηγορία, ακόμα και για το πώς ονομάζονται. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελατονίνη, η οποία στην Αυστραλία θεωρείται συνταγογραφούμενο φάρμακο, ενώ στον Καναδά χαρακτηρίζεται σύμφωνα με την ρύθμιση ως ένα φυσικό προϊόν υγείας και στις ΗΠΑ ως συμπλήρωμα διατροφής. Σε χώρες της Ασίας, όπως είναι η Κίνα και η Ινδία, το ρυθμιστικό πλαίσιο γίνεται ακόμα πιο περίπλοκο, καθώς περιλαμβάνονται τα μη επεξεργασμένα βότανα, φυτά και φάρμακα με την παραδοσιακή ιατρική, η οποία κρατά την δική της ιστορία από τα παλαιότερα χρόνια. Δικαιολογημένα, λοιπόν, επικρατεί μία σύγχυση και μία αβεβαιότητα για το εάν τελικά τα φυτικά αυτά φάρμακα εμπίπτουν στην κατηγορία των συμπληρωμάτων διατροφής ή σε άλλες κατηγορίες (π.χ. συνταγογραφούμενα φάρμακα ή over

the counter-μη συνταγογραφούμενα ή λειτουργικά τρόφιμα με ισχυρισμούς υγείας) (Dwyer, et al., 2018).

4. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1. Σκοπός

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου της παρούσας εργασίας είναι η ανάδειξη κάποιων νέων δραστικών ουσιών, αλλά και αντίστοιχων συμπληρωμάτων διατροφής, όπου εμπεριέχονται οι συγκεκριμένες ουσίες. Τα συμπληρώματα αυτά προέρχονται κυρίως από φυτικά εκχυλίσματα και βότανα, με αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Απώτερος στόχος είναι η επισήμανση της επίδρασης που αυτά παρουσιάζουν, τόσο σε υγιή άτομα, όσο και σε παθολογικές καταστάσεις.

4.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.2.1. Λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν

Για την βιβλιογραφική αναζήτηση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν στις βάσεις δεδομένων PubMed, Google Scholar και Cochrane library, οι ακόλουθες λέξεις-κλειδιά:

«New trends in dietary supplements», «Innovative dietary supplements AND benefits», «Innovative dietary supplements AND benefits AND side effects», «New dietary supplements AND benefits AND challenges», «New dietary supplements in the market», «New active substances in dietary supplements», «Innovative active ingredients in dietary supplements», «Adaptogens in dietary supplements», «(New) bioactive compounds in dietary supplements», «New food supplements AND benefits», «Regulatory challenges in dietary supplements», «New antioxidants in dietary supplements», «New antioxidants in dietary supplements AND benefits», «New herbal dietary supplements», «New botanical dietary supplements», «Resveratrol in dietary supplements AND benefits AND side effects», «Marine-based supplements», «Nanotechnology in dietary supplements», «Safety of the new dietary supplements», «Withania Somnifera supplementation AND (benefits OR therapeutic effects)», «Withania Somnifera supplementation AND (side effects OR risks OR challenges)», «allintitle: Ashwagandha supplements», «Rhodiola rosea supplements AND benefits», «allintitle: Rhodiola supplementation AND effects», «Resveratrol supplementation AND benefits AND therapeutic effects», «Resveratrol supplementation AND adverse effects», «allintitle: Resveratrol supplementation AND benefits», «allintitle: Resveratrol supplementation AND

safety», «Garlic supplementation», «Garlic supplementation AND benefits», «Garlic supplementation AND challenges», «allintitle: Benefits of garlic supplementation», «Adverse effects of garlic supplementation», «Aged garlic extract AND effects».

4.2.2. Φίλτρα

Για τον περιορισμό των αποτελεσμάτων και την επιλογή αξιόπιστων πηγών εφαρμόστηκαν στις τρεις βάσεις δεδομένων τα εξής φίλτρα:

PubMed	Google Scholar	Cochrane Library
• Publication date: 2015-2025 • Text availability: Free full text • Article Type: Clinical Study, Clinical trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Systematic Review • Article Language: English • Species: Humans • Age: Adults 19+ years	• Publication Date: 2015-2025 • Εφαρμόστηκε η εντολή «allintitle», ώστε οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν να εμφανίζονται μόνο στον τίτλο του άρθρου με σκοπό τον περιορισμό του μεγάλου αριθμού αποτελεσμάτων που προέκυψαν.	• Publication Date: 2015-2025 • Εφαρμόστηκε η εντολή «Title Abstract Keyword», ώστε οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν να εμφανίζονται σε οποιοδήποτε από αυτά τα τρία πεδία.

4.2.3. Αριθμός μελετών που ανακτήθηκαν

Η διαδικασία αναζήτησης πραγματοποιήθηκε στις τρεις επιστημονικές βάσεις δεδομένων PubMed, Google Scholar και Cochrane Library. Αρχικά, η αναζήτηση στο PubMed, πριν την εφαρμογή των φίλτρων απέδωσε 3.645 αποτελέσματα, ενώ μετά την εφαρμογή των φίλτρων τα αποτελέσματα μειώθηκαν σε 134. Αντίστοιχα, η αρχική αναζήτηση στο Google Scholar

απέδωσε 771.200 αποτελέσματα, ενώ μετά την εφαρμογή των φίλτρων, αλλά και της εντολής «allintitle», τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν 24. Στο Cochrane Library, τα αποτελέσματα χωρίς φίλτρα ήταν 169, ενώ μετά την εφαρμογή του φίλτρου του χρονικού πλαισίου και της εντολής «Title Abstract Keyword», προέκυψαν 76. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκαν τα κριτήρια αποκλεισμού και αφαιρέθηκαν τα διπλότυπα. Διαβάστηκαν και αξιολογήθηκαν οι τίτλοι και οι περιλήψεις των ερευνών, σχετικά με την επάρκεια και την σαφήνεια του θέματος της πτυχιακής εργασίας. Επομένως, τα τελικά επιστημονικά άρθρα που επιλέχθηκαν και μελετήθηκαν ήταν 16.

4.2.4. Τύποι ερευνών που ζητήθηκαν

Συμπεριλάβαμε αποκλειστικά κλινικές δοκιμές, τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες και συστηματικές ανασκοπήσεις από οκτώ κατηγορίες-τύπους κάποιων καινοτόμων φυτικών συμπληρωμάτων και αντιοξειδωτικών, με στόχο να ελαττώσουμε τον κίνδυνο μεροληψίας και να μεγιστοποιήσουμε την ποιότητα των ανακτημένων μελετών. Πιο συγκεκριμένα:

-Δύο τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές και μία ανοιχτή κλινική δοκιμή, που αφορούν συμπληρώματα με κύρια δραστική ουσία την μονακολίνη K σε υπερτασικά άτομα και άτομα με μεταβολικό σύνδρομο και η επίδρασή τους στα επίπεδα της χοληστερόλης (D'Addato, et al., 2017), (Magno, et al., 2018), (Mazza, et al., 2018).

-Μία τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή με εικονικό φάρμακο, που εξετάζει την αποτελεσματικότητα ενός συμπληρώματος με εκχύλισμα σπόρων σταφυλιού στην αρτηριακή πίεση και την αγγειακή ενδοθηλιακή λειτουργία σε υγιείς και με προ-υπέρταση συμμετέχοντες (Odai, Terauchi, Kato, Hirose, & Miyasaka, 2019).

-Δύο τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές με εικονικό φάρμακο, που αφορούν την επίδραση συμπληρώματος νανοκουρκουμίνης στην ινσουλινοαντίσταση, τον γλυκαιμικό έλεγχο, το λιπιδικό προφίλ και την αρτηριακή πίεση, σε ασθενείς με μεταβολικό σύνδρομο, καθώς και στους καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου, τη σωματική και ψυχολογική ποιότητα ζωής και την κατάθλιψη, σε ασθενείς με φαινόμενο βραδείας ροής στεφανιαίων αρτηριών (παθολογική καρδιολογική κατάσταση) (Bateni, et al., 2021), (Soltani, et al., 2024).

-Δύο τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές με εικονικό φάρμακο, σχετικά με την επίδραση συμπληρώματος σπιρουλίνας στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και την ολική αντιοξειδωτική κατάσταση σε παχύσαρκους ασθενείς με σταθερή φαρμακευτική αγωγή υπέρτασης και στο

λιπιδαιμικό προφίλ, σε συνδυασμό με πρόγραμμα συστηματικής σωματικής άσκησης σε υπέρβαρους και παχύσαρκους άντρες (Szulinska, et al., 2017), (Hernández-Lepe, et al., 2019).

-Δύο τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές με εικονικό φάρμακο, που εξετάζουν τις μακροπρόθεσμες (κυρίως) επιδράσεις συμπληρώματος ρεσβερατρώλης στην γνωστική και αγγειοεγκεφαλική λειτουργία σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Evans, Howe, & Wong, 2017), (Thaung Zaw, Howe, & Wong, 2021).

-Μία τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή, που εξετάζει τις επιδράσεις του συμπληρώματος *Rhodiola Rosea* σε συνδυασμό με καφεΐνη και προπόνηση αντιστάσεων στην δύναμη των κάτω άκρων σε άνδρες παίκτες βόλεϊ και μία συστηματική ανασκόπηση, η οποία ερμηνεύει τις επιδράσεις του *Rhodiola Rosea* στη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης (Wang, et al., 2025), (Lu, et al., 2022).

-Δύο τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές με εικονικό φάρμακο, που αφορούν την επίδραση συμπληρώματος σκόρδου στη κόπωση και σε φλεγμονώδεις βιοδείκτες σε ασθενείς με ενεργή ρευματοειδή αρθρίτιδα, καθώς και σε άτομα με υπέρταση 1^{ου} βαθμού με ενεργή αντιυπερτασική αγωγή (Moosavian, Paknahad, Habibagahi, & Maracy, 2020), (Serrano, et al., 2023).

-Δύο τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές, που εξετάζουν την επίδραση του συμπληρώματος *Ashwagandha* στη μυϊκή δύναμη και την αποκατάσταση σε υγιείς ενήλικες, καθώς και στην ανακούφιση του στρες (Wankhede, Langade, Joshi, Sinha, & Bhattacharyya, 2015), (Lopresti, Smith, Malvi, & Kodgule, 2019).

4.2.5. Κριτήρια εισαγωγής και αποκλεισμού

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή των μελετών, περιλαμβάνανε συστηματικές ανασκοπήσεις, κλινικές δοκιμές και τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες, οι οποίες:

- Αφορούν νέες ουσίες και συμπληρώματα διατροφής, στην κατηγορία των φυτικών συμπληρωμάτων, τα οποία δεν είναι αρκετά γνωστά στον γενικό πληθυσμό.
- Παρουσιάζουν πρόσφατα δεδομένα της τελευταίας δεκαετίας (2015-2025) και το κείμενό τους είναι ολόκληρο διαθέσιμο για ανάγνωση.

- Αναφέρονται είτε στο ανδρικό είτε στο γυναικείο φύλο, σε ενήλικες, μεσήλικες ή και ηλικιωμένους, δηλαδή αποκλειστικά από το 18^ο-19^ο έτος ηλικίας και έπειτα, χωρίς να υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο ανώτατο όριο.
- Παρέχουν πληροφορίες για τα οφέλη, την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα, αλλά και τυχόν προκλήσεις που προκύπτουν, σε υγιείς ή πάσχοντες με μία συγκεκριμένη ασθένεια και σε συγκεκριμένες ομάδες του πληθυσμού.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τον αποκλεισμό των μελετών περιλαμβάνανε:

- Ανασκοπήσεις και πειραματικές μελέτες σε ζώα.
- Μελέτες, οι οποίες δεν έχουν διαθέσιμο όλο το κείμενό τους και βρίσκονται εκτός του χρονικού πλαισίου που τέθηκε.
- Μελέτες, οι οποίες αναφέρονται σε βρέφη, παιδιά και εφήβους, δηλαδή σε ηλικίες κάτω των 18 ετών.
- Μελέτες, οι οποίες αφορούν συμπληρώματα διατροφής, αλλά δεν περιλαμβάνονται στην κατηγορία των καινοτόμων και των νέων τάσεων στην αγορά και ταυτόχρονα παρουσιάζουν αμφίβολα αποτελέσματα ή ελάχιστη έως καμία διαφορά μεταξύ του συμπληρώματος και του εικονικού φαρμάκου.

5. Ευρήματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης – Αποτελέσματα

Τα κυριότερα ευρήματα των μελετών που αξιολογήθηκαν και επιλέχθηκαν παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 5.1- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα με κύρια δραστική ουσία την μονακολίνη K					
Συγγραφείς	Τύπος μελέτης	Πληθυσμός	Διάρκεια (εβδομάδες)	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
D'Addato, et al., 2017	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	130 ♂, ♀, 40-64 έτη, ήπια/μέτρια υπερχοληστερολαιμία (LDL: 115-180 mg/dl)	4	Λήψη μίας κάψουλας/ημέρα από το στόμα: 1^η ομάδα- Λήψη συμπληρώματος Body lipid (BL) με 10 mg μονακολίνη K 2^η ομάδα- Λήψη εμπορικού συμπληρώματος	1^η + 2^η ομάδα: ↓↓ LDL και ολικής χοληστερόλης, σε σύγκριση με 3 ^η ομάδα. 1^η ομάδα: Στατιστικά σημαντική (p<0,05), αλλά όχι κλινικά, ↓ της HDL χοληστερόλης, σε σύγκριση με 3 ^η ομάδα. ↔ στα επίπεδα της HDL, μεταξύ 2 ^{ης} και 3 ^{ης} ομάδας.

				Armolipid Plus (AM) με 3 mg μονακολίνη Κ 3^η ομάδα- Λήψη εικονικού φαρμάκου + Τήρηση υπολιπιδαιμικής δίαιτας και για τις 3 ομάδες.	↔ στα επίπεδα των τριγλυκεριδίων και για τις 3 ομάδες. 5 παρενέργειες σε 5 άτομα, εκ των οποίων οι δύο μόνο (αϋπνία στην 1η ομάδα, εξάνθημα στην 2η ομάδα), σχετιζόμενες με θεραπεία.
Magno, et al., 2018	Τυχαιοποιημένη, ανοιχτή, ελεγχόμενη, διασταυρούμενη κλινική δοκιμή	19 άτομα (6 ♂, 13 ♀), 36-70 έτη, ήπια/μέτρια υπερχοληστερολαιμία (LDL: 130-180 mg/dl)	1η: 8 2η: 8 Wash out: 4	1^η περίοδος: 1^η ομάδα- (9 άτομα). Λήψη συμπληρώματος Argicolina με 10 mg μονακολίνη Κ, 1 φακελάκι/ημέρα. 2^η ομάδα- (10 άτομα). Λήψη 1 κάψουλα/ημέρα εμπορικού συμπληρώματος Normolip με 10 mg μονακολίνη Κ. Wash out περίοδος 2^η περίοδος: Αντίστροφη διαδικασία 1^{ης} περιόδου	↓↓ LDL και ολικής χοληστερόλης και στις 2 ομάδες, με μία ελάχιστα μεγαλύτερη ↓ στην ομάδα με Argicolina. ↑↑ HDL χοληστερόλης στην ομάδα με Normolip, σε σύγκριση με την ομάδα του Argicolina, όπου η αύξηση ήταν αμελητέα. ↓↓ τριγλυκεριδίων, στην ομάδα με Argicolina, σε σύγκριση με την ομάδα του Normolip. ↔ στα επίπεδα γλυκόζης αίματος νηστείας και βιοχημικών δεικτών και αρτηριακής πίεσης.
Mazza, et al., 2018	Πολυκεντρική, τυχαιοποιημένη, ανοιχτή κλινική δοκιμή	104 άτομα (51% ♂), 48- 64 έτη, υπέρταση (>130/85 mmHg), υπερχοληστερολαιμία και μεταβολικό σύνδρομο	8	1^η ομάδα- (52 άτομα). Λήψη 1 δισκίου/ημέρα, συμπληρώματος Liposculid Plus (LP), με 10 mg μονακολίνη Κ και 30 mg συνένζυμο Q10. 2^η ομάδα- (52 άτομα). Πρόγραμμα	1^η ομάδα- εξαιρετικά ↓↓ στη συστολική και διαστολική πίεση, τη γλυκόζη, ολική και LDL χοληστερόλη και τριγλυκερίδια, στο τέλος της παρακολούθησης. 2^η ομάδα- ↓↓ συστολικής και διαστολικής πίεσης, γλυκόζης, LDL και ολικής

				διατροφής, βασισμένο στη μεσογειακή διατροφή	χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων. ↔ στα επίπεδα HDL χοληστερόλης και για τις 2 ομάδες.
--	--	--	--	--	---

↓↓: σημαντική μείωση, ↑↑: σημαντική αύξηση, ↓: μείωση, ↑: αύξηση, ↔: καμία στατιστικά σημαντική αλλαγή

Πίνακας 5.2- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα με εκχύλισμα σπόρων σταφυλιού

Συγγραφείς	Τύπος μελέτης	Πληθυσμός	Διάρκεια (εβδομάδες)	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Odai, et al., 2019	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	30 άτομα (6 ♂, 24 ♀), 40-64 έτη, προϋπέρταση (ΣΠ:130-139 mmHg, ΔΠ:85-89 mmHg)	12	2 ♂ και 8 ♀ στην κάθε ομάδα, λήψη 4 δισκίων/ημέρα. 1^η ομάδα- Λήψη δισκίων με υψηλή δόση 400 mg σε προανθοκυανιδίνη. (4x100 mg) 2^η ομάδα- Λήψη δισκίων με χαμηλή δόση 200 mg σε προανθοκυανιδίνη. (4x50 mg) 3^η ομάδα- Λήψη εικονικού φαρμάκου. (0 mg)	1^η ομάδα- ↓↓ συστολικής αρτηριακής πίεσης, σε σύγκριση με την αρχική τιμή + Βελτίωση παραμέτρων της αγγειακής λειτουργίας ("σκληρότητα"-αντοχή του αγγείου στη διαστολή, διατασιμότητα των αγγείων, αγγειακή ελαστικότητα, ταχύτητα διάδοσης παλμικού κύματος) 2^η ομάδα- ↔ σε καμία από τις παραμέτρους της αγγειακής ενδοθηλιακής λειτουργίας, αλλά ↑↑ του δείκτη μάζας σώματος, βασικού μεταβολικού ρυθμού, μυϊκής μάζας και μάζας νερού, μετά από τις 12 εβδομάδες.

Πίνακας 5.3- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα με νανο-κουρκουμίνη

Συγγραφείς	Τύπος μελέτης	Πληθυσμός	Διάρκεια (εβδομάδες)	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Bateni, et al., 2021	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	43 άτομα, 41-61 έτη, μεταβολικό σύνδρομο και ενεργή φαρμακευτική αγωγή	12	1^η ομάδα- (25 άτομα). Λήψη 1 κάψουλα 80 mg συμπληρώματος νανοκουρκουμίνη/μέρα 2^η ομάδα- (25 άτομα). Λήψη εικονικού φαρμάκου.	↔ όσον αφορά τη διατροφική πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, ανθρωπομετρικές μετρήσεις και τη διαστολική πίεση μεταξύ των 2 ομάδων. ↔ στις τιμές της συστολικής + διαστολικής αρτηριακής πίεσης και για τις 2 ομάδες στο τέλος της παρέμβασης, αλλά οι τιμές της συστολικής, μεταξύ των 2 ομάδων διέφεραν σημαντικά, τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης. ↓↓ επίπεδα τριγλυκεριδίων στη 1 ^η ομάδα, στο τέλος της παρέμβασης, σε σύγκριση με την 2 ^η ομάδα. ↔ στα επίπεδα γλυκόζης νηστείας, HbA1c, ινσουλίνης, HDL χοληστερόλης και HOMA- IR (δείκτης αντίστασης στην ινσουλίνη), και για τις 2 ομάδες.
Soltani, et al., 2024	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	42 υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα (ΔΜΣ:25-40 kg/m ²), 45-63 έτη, φαινόμενο βραδείας ροής	12		↔ όσον αφορά διατροφική πρόσληψη, βάρος, ΔΜΣ και περιφέρεια μέσης και για τις 2 ομάδες. ↔ σε καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου. Ωστόσο, η νανοκουρκουμίνη φαίνεται

		στεφανιαίων αρτηριών		1^η ομάδα- (21 άτομα). Λήψη 1 κάψουλα 80 mg συμπληρώματος νανοκουρκουμίνη/μέρα 2^η ομάδα- (21 άτομα). Λήψη εικονικού φαρμάκου	να απέτρεψε την ↑ γλυκόζης νηστείας και της HbA1c (άρα και την επιδείνωση γλυκαιμικού ελέγχου), σε σύγκριση με την 2η ομάδα, όπου παρατηρήθηκε ↑. Στη 1η ομάδα, παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις παραγόντων της σωματικής και ψυχικής ποιότητας ζωής (ερωτηματολόγιο SF-36). + ↑↑ αριθμού ατόμων της 1ης ομάδας στη κατηγορία με ελάχιστα συμπτώματα κατάθλιψης στο τέλος της παρέμβασης, σε σύγκριση με εικονικό φάρμακο.
--	--	-------------------------	--	---	---

Πίνακας 5.4- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα με *Spirulina-Maxima*

Συγγραφείς	Τύπος μελέτης	Πληθυσμός	Διάρκεια (εβδομάδες)	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Szulinska, et al., 2017	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	50 παχύσαρκα άτομα (25 ♂, 25 ♀ - ΔΜΣ ≥ 30 kg/m ²), 40-58 έτη, σταθερή αγωγή για υπέρταση	12	1^η ομάδα- Λήψη 4 κάψουλες/ημέρα Spirulina (2 g συνολικά), κάθε πρωί. 2^η ομάδα- Λήψη εικονικού φαρμάκου, που περιείχε καθαρή μικροκρυσταλλική κυτταρίνη.	1^η ομάδα: ↓↓ ΔΜΣ, περιμέτρου μέσης, LDL, ολικής χοληστερόλης και ιντερλευκίνης 6 + ↑↑ επίπεδα του λόγου ευαισθησίας στην ινσουλίνη + της ολικής αντιοξειδωτικής κατάστασης, σε σύγκριση με αρχικά επίπεδα, αλλά και με εικονικό φάρμακο, μετά από 3 μήνες.

Hernández -Lepe, et al., 2019	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, διασταυρούμενη, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	52 υπέρβαροι και παχύσαρκοι ♂, 21-33 έτη, καθιστικός τρόπος ζωής	1η: 6 Wash out: 2 2η: 6	1η περίοδος- 4 υποομάδες: 1η υποομάδα- (14 άνδρες) -λήψη συμπληρώματος 4,5 g Spirulina + πρόγραμμα άσκησης 2η υποομάδα- (14 άνδρες) -λήψη εικονικού φαρμάκου + πρόγραμμα άσκησης 3η υποομάδα- (12 άνδρες) -λήψη συμπληρώματος 4,5 g Spirulina, χωρίς πρόγραμμα άσκησης 4η υποομάδα- (12 άτομα) - λήψη εικονικού φαρμάκου, χωρίς πρόγραμμα άσκησης Wash out περίοδος 2η περίοδος- Ακολούθησε cross over διαδικασία μεταξύ 1ης και 2ης υποομάδας και μεταξύ 3ης και 4ης υποομάδας.	Πληθυσμός υπέρβαρων + παχύσαρκων: 1η υποομάδα- Σημαντική βελτίωση ολικής, LDL και HDL χοληστερόλης, σε σύγκριση με αρχικά επίπεδα. 2η υποομάδα- ↓↓ μόνο LDL χοληστερόλης, σε σύγκριση με αρχικά επίπεδα. Πληθυσμός δυσλιπιδαιμικών: 1η υποομάδα- Σημαντική βελτίωση ολικής, LDL και HDL χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων, σε σύγκριση με αρχική τιμή. 2η υποομάδα- Σημαντική βελτίωση ολικής, LDL και HDL χοληστερόλης. 3η υποομάδα- Σημαντική βελτίωση ολικής, HDL χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων, σε σύγκριση με αρχικά επίπεδα.
-------------------------------	---	--	-------------------------------	---	---

Πίνακας 5.5- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα ρεσβερατρώλης

Συγγραφείς	Τύπος μελέτης	Πληθυσμός	Διάρκεια (εβδομάδες)	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Evans, Howe & Wong, 2017	Τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	72 μετεμμηνοπαυσιακές ♀, 45-85 ετών	14	Χορήγηση:	1) Βελτίωση συνολικής γνωστικής απόδοσης + σημασιολογικής & λεκτικής μνήμης. 2) Βελτίωση CVR ¹ σε γνωστικό τεστ & υπερκαπνία κατά 7%.

				1)75mg/ημέ- ρα ResVida 1 φορά το πρωί + 1 το βράδυ 2) Εικονικού φαρμάκου	3) ↔ μέσης βασικής CVR, δείκτης παλμικότητας & συμπτώματα κατάθλιψης. 4) ↓↓ μόνο του άγχους μετά από την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου POMS.
Thaung Zaw, Howe & Wong, 2021	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	125 μετεμνηνοπαυσιακές υγιείς ♀, 45-85 ετών	104	Χορήγηση: 1)75mg/ημέ- ρα Verite 1 φορά το πρωί + 1 το απόγευμα 2) Εικονικού φαρμάκου	1) Βελτίωση λεκτικής μνήμης σε ♀ > 65 ετών 2) Βελτίωση μέσης CBFV ² & CVR στην υπερκαπνία κατά 8% & 12% αντίστοιχα. 3) ↓ ινσουλίνης νηστείας και HOMA-IR κατά 9% & 8% αντίστοιχα 4) ↔ στην γλυκόζη & στα λιπίδια νηστείας, στην Α.Π. & στις καρδιομεταβολικές λειτουργίες

¹: Εγκεφαλοαγγειακή ανταπόκριση, ²: Ταχύτητα εγκεφαλικής ροής του αίματος

Πίνακας 5.6- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα Rhodiola Rosea

Συγγραφείς	Τύπος μελέτης	Πληθυσμός	Διάρκεια	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Lu, et al. 2022	Συστηματική Ανασκόπηση	10-48 υγιείς ενήλικες	1 ώρα – 37 μέρες	Χορήγηση: 1) 3mg/Kg ΣΒ, 400mg, 500mg ή 600mg συμπληρώματος Rhodiola Rosea από 1-3 φορές/ημέρα, πριν την άσκηση και 2) Εικονικού φαρμάκου.	Βελτίωση της απόδοσης λόγω ↓ του οξειδωτικού στρες, του μυϊκού πόνου και του τραυματισμού, της βελτιωμένης βλάβης των σκελετικών μυών και της μυϊκής αποκατάστασης κατά την διάρκεια της προπόνησης, καθώς και της ↑ της εκρηκτικής δύναμης. Δεν υπήρχαν αρνητικές επιδράσεις από το RR.
Wang, et al., 2025	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	48 ♂ Κινέζοι επαγγελματίες αθλητές βόλεϊ 18-23 ετών με ≥ 2 χρόνια	4 εβδομάδες	Ομάδα CTR: Χορήγηση εικονικού φαρμάκου (2 κάψουλες/ημέρα).	CTR: ↔ στις παραμέτρους που εξετάστηκαν RHO:

		επαγγελματικής κατάρτισης		Ομάδα RHO: 2,4g συμπληρώματος RHO/ημέρα σε 2 δόσεις. Ομάδα CAF: Λήψη συμπληρώματος καφεΐνης 3mg/Kg ΣΒ σε 2 δόσεις. Ομάδα RHO+CAF: Λήψη 2,4g RHO+CAF/ημέρα σε 2 δόσεις & 3mg/Kg ΣΒ CAF μισή ώρα πριν την τελευταία μέρα δοκιμής. + Δημιουργία προγράμματος υψηλής έντασης με αντιστάσεις κάτω άκρων και για τις 4 ομάδες.	Βελτίωση στην δοκιμή ανάκτησης διακοπτόμενου άλματος & ↓ της κόπωσης CAF: Βελτίωση στην δοκιμή άλματος αντίστροφης κίνησης & ↓ της κόπωσης CAF+RHO: Βελτίωση εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων, ↓↓ της κόπωσης μετά την προπόνηση & ενίσχυση της αποκατάστασης της κόπωσης
--	--	------------------------------	--	--	--

Πίνακας 5.7- Στοιχεία μελετών για συμπληρώματα σκόρδου

Συγγραφείς	Τύπος μελέτης	Πληθυσμός	Διάρκεια (εβδομάδες)	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Moosavian, et al. 2020	Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	62 ♀, 39-64 ετών, μέτρια-σοβαρή ρευματοειδή αρθρίτιδα (PA)	8	1^η ομάδα- Λήψη 2 δισκίων των 500mg σκόνης σκόρδου 2 φορές/ημέρα, μετά το μεσημεριανό και το δείπνο. 2^η ομάδα- Λήψη εικονικού φαρμάκου (500mg αμύλου)	Ομάδα σκόρδου: 1) ↓↓ TNF-α και CRP 2) ↓ στην βαθμολογία κόπωσης και ενεργότητας της νόσου, αριθμού ευαίσθητων (TJC) και πρησμένων (SJC) αρθρώσεων, ένταση πόνου 3) ↔ ρυθμός καθίζησης ερυθροκυττάρων (ESR) 4) Ένας συμμετέχων ανέφερε πόνο στον στομάχι σαν παρενέργεια και αποκλείστηκε από την μελέτη
Serrano, et al., 2023	Τυχαιοποιημένη, τριπλά τυφλή,		1η: 2 2η: 12	1η περίοδος: Λήψη εικονικού φαρμάκου (μαλτοδεξτρίνη) απ'	Ομάδα Α: 1) Ένας εθελοντής ανέφερε ήπια γαστρική δυσφορία, ενώ ένας άλλος μυϊκές κράμπες.

	ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	77 ενήλικες ≥ 18 ετών με διαγνωσμένη υπέρταση + θεραπεία με ένα ή περισσότερα αντιυπερτασι- κά φάρμακα (εξαίρεση: Αναστολείς ACE)		όλους τους συμμετέχοντες. 2η περίοδος: Χωρισμός σε 2 ομάδες (A&L) και λήψη εικονικού φαρμάκου ή 1 δισκίου των 250mg εκχυλίσματος μαύρου παλαιωμένου σκόρδου/ημέρα, πριν από το πρωινό αντίστοιχα.	2) ↓↓ συστολικής πίεσης Ομάδα L: 1) 2 εθελοντές ανέφεραν ήπια γαστρική δυσφορία σαν παρενέργεια. 2) ↓ συστολικής & διαστολικής πίεσης κατά 1,8 & 1,5 mmHg αντίστοιχα 3) ↑ αντιοξειδωτικής ικανότητας, ↓ ουρικού οξέος στο αίμα + δραστηριότητα ACE Ομάδα A & Ομάδα L: 1) ↔ παραμέτρους ενδοθηλιακής λειτουργίας
--	-----------------------------------	--	--	---	---

Πίνακας 5.8- Στοιχεία μελετών για συμπλήρωμα Ashwagandha

Συγγραφείς	Τύπος μελέτης	Πληθυσμός	Διάρκεια (εβδομάδες)	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Wankhede, et al., 2015	Τυχαιοποιημένη προοπτική, διπλά-τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	50 υγιείς ♂, 18-50 ετών, με ελάχιστη εμπειρία στην προπόνηση αντιστάσεων	8	Ομάδα παρέμβασης: 300mg συμπληρώματος Ashwagandha 2 φορές/ημέρα. Ομάδα εικονικού φαρμάκου: 300mg/ημέρα εικονικού φαρμάκου. + Πρόγραμμα προπόνησης με αντιστάσεις και για τις 2 ομάδες.	Το συμπλήρωμα: 1) ↑ μυϊκής δύναμης 2) ↑ μεγέθους των μυών περισσότερο στην ομάδα παρέμβασης, σε σχέση με την ομάδα placebo, όσον αφορά τα χέρια και το στήθος, αλλά όχι τους μυρούς 3) ↑↑ τεστοστερόνης 4) ↓% σωματικού λίπους 5) Ταχύτερη αποκατάσταση του μυϊκού ιστού 6) Δεν αναφέρθηκαν παρενέργειες
Lopresti, et al., 2019			8		Ομάδα Ashwagandha: 1) ↓↓ HAM-A ³ κατά 41%

	Τυχαιοποιημένη διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο	60 υγιείς (37 ♂, 23 ♀), 18-65 ετών, με ήπιο άγχος		Ομάδα Ashwagandha: Λήψη 240mg εκχυλίσματος Ashwagandha, 1 φορά/ημέρα μετά το δείπνο με 250ml νερό. Ομάδα εικονικού φαρμάκου: Λήψη εικονικού φαρμάκου (καβουρδισμένο ρύζι σε σκόνη)	2) ↓↓ DASS-21⁴ κατά 30% 3) ↓↓ κορτιζόλης κατά 25% στις ♀ και 22% στους ♂. 4) ↓ DHEA-S⁵ κατά 9% στις ♀ και 8% στους ♂. 5) ↓ τεστοστερόνης κατά 0,2% στις ♀ και ↑ κατά 11,4% στους ♂. Ομάδα εικονικού φαρμάκου: 1) ↓ HAM-A κατά 24% 2) ↓ DASS-21 κατά 10% 3) Παρατηρήθηκαν οι αντίστοιχες αυξήσεις ή μειώσεις στα επίπεδα κορτιζόλης, DHEA-S + τεστοστερόνης, αλλά οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.
--	--	---	--	--	---

³: Κλίμακα αξιολόγησης άγχους Hamilton, ⁴: Κλίμακα αξιολόγησης άγχους-κατάθλιψης-στρες,

⁵: Δεϋδροεπιανδροστερόνη-θειική, στεροειδής ορμόνη

6. Συζήτηση

Η παρούσα εργασία αναδεικνύει τον συνεχώς αναπτυσσόμενο και εξελισσόμενο κλάδο της αγοράς των συμπληρωμάτων διατροφής, εστιάζοντας στις νέες καταναλωτικές τάσεις, καθώς και σε καινοτόμες δραστικές ουσίες. Η ανάπτυξη αυτή δημιουργεί ένα πολυδιάστατο περιβάλλον, με οφέλη, αλλά και προκλήσεις, τόσο για τον καταναλωτή, όσο και για τη ίδια την αγορά.

Τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα μετά την πανδημία του Covid-19, η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για έναν πιο βελτιωμένο και υγιεινό τρόπο ζωής, έχει αυξηθεί ραγδαία, καθώς οι ίδιοι επιθυμούν πιο φυσικές εναλλακτικές λύσεις, τόσο για την γενικότερη ευεξία τους, όσο και στην πρόληψη, βελτίωση ή και αντιμετώπιση παθολογικών καταστάσεων, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα, η υπέρταση, η παχυσαρκία και νευροψυχολογικές διαταραχές, όπως είναι το άγχος, η κατάθλιψη, η άνοια και το Alzheimer. Η άνοδος των online πωλήσεων των συμπληρωμάτων διατροφής, αλλά και των nutraceuticals, οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι,

ολόένα και περισσότεροι χρήστες χρησιμοποιούν το διαδίκτυο, λόγω της άμεσης πρόσβασης και της μεγάλης ευκολίας που παρέχει, καθώς και στις διάφορες τεχνικές μάρκετινγκ από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Επίσης, η μεγαλύτερη στροφή των καταναλωτών προς τα nutraceuticals, οφείλεται στο πλέον αυξημένο κόστος της υγειονομικής περίθαλψης, αφού προτιμούν να μην δαπανήσουν πολλά χρήματα σε φαρμακολογικές θεραπείες, που πολλές φορές επιφέρουν και αρνητικές επιδράσεις στον οργανισμό (Chopra, et al., 2022).

Οι νέες τάσεις στην αγορά των συμπληρωμάτων διατροφής, περιλαμβάνουν την ανάπτυξη nutraceuticals, με βάση φυτικά εκχυλίσματα και φυτικές βιοδραστικές ενώσεις (ρεσβερατρόλη, προανθοκυανιδίνες από σταφύλια, πολυφαινόλες πράσινου τσαγιού, τζίντζερ, σκόρδο, κουρκουμίνη, λυκοπένιο, ασταξανθίνη, σπιρουλίνα από θαλάσσια φύκη κ.ά.), που έχουν αναγνωριστεί για τις αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές, αντιυπερτασικές ιδιότητές τους για το κοινό κρυολόγημα έως και τη θεραπεία του καρκίνου, προβιοτικά και πρεβιοτικά (συμβιωτικά) με μεθόδους νανοτεχνολογίας, στα οποία τα δις- και τρισεκατομμύρια στελέχη καλών βακτηρίων παρουσιάζουν μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα στο μικροβίωμα του εντέρου, συμβάλλοντας στην υγεία του, προσαρμογόντα βότανα (Ashwagandha, Rhodiola Rosea), που συντελούν στην μείωση των συμπτωμάτων του άγχους, του στρες, καθώς και της κόπωσης, αλλά και βιοδραστικά πεπτίδια υδρολυμένου κολλαγόνου, που προάγουν την υγεία του δέρματος και δρουν ενάντια της γήρανσης (Chandra, Saklani, Kumar, Kim, & Coutinho, 2022; Williamson, Liu, & Izzo, 2020; Durazzo, et al., 2020; Miranda, Weimer, & Rossi, 2021; Valls, et al., 2022; Prete, et al., 2024; Lu, et al., 2022; Lopresti, et al., 2019; Soltani, et al., 2024). Μ' αυτό τον τρόπο, δημιουργούνται συμπληρώματα, τα οποία μπορούν να καλύψουν κάθε ανάγκη του καταναλωτή, καθώς επίσης οι ποικίλες μορφές χορήγησης που είναι διαθέσιμες στην αγορά, όπως είναι οι μαλακές γέλες, τα ζελεδάκια, τα διαλυτά φακελάκια και σε μορφή υγρών, τα καθιστούν πιο εύχρηστα και ελκυστικά, ειδικά σε περιπτώσεις ατόμων με δυσκαταποσία.

Παράλληλα, η εφαρμογή μεθόδων νανοτεχνολογίας, η επιστήμη των nutrigenomics, καθώς και η δυνατότητα ανάλυσης του εντερικού μικροβιώματος, ανοίγουν τον δρόμο για συμπληρώματα με αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα, καθώς και προσωποποιημένα συμπληρώματα, που στοχεύουν στις εξατομικευμένες ανάγκες του κάθε καταναλωτή, με βάση τα δικά του γονίδια και το δικό του εντερικό μικροβίωμα (Rudrapal, et al., 2022; Vesnina, et al., 2022). Για παράδειγμα, η εφαρμογή ενός εξατομικευμένου τεστ DNA σε έναν επαγγελματία αθλητή, ο οποίος έχει αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια, μακρο- και μικρο-θρεπτικά συστατικά, θα μπορούσε να εντοπίσει συγκεκριμένες ελλείψεις και να συμβάλλει στην βελτίωση της μυϊκής του μάζας και της γενικότερης απόδοσής του (Naselli, et al., 2024). Επιπλέον, με την ανάλυση του

μικροβιώματος, μπορούν να προληφθούν διάφορα νοσήματα του εντέρου, όπως ο καρκίνος, το ευερέθιστο έντερο και τα γαστρικά έλκη (Kassem, et al., 2023). Μάλιστα, η δυνατότητα αξιοποίησης βιοδραστικών ενώσεων από τα απόβλητα των τροφίμων, επιτρέπει την ανακύκλωση και την μετατροπή τους σε καινοτόμα συμπληρώματα, συμβάλλοντας στην αποτελεσματική μείωση και διαχείριση των απορριμμάτων.

Ωστόσο, οι προκλήσεις, με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπος ο καταναλωτής, χρήζουν προσοχής. Λόγω του μεγάλου όγκου πληροφοριών από το διαδίκτυο, το φαινόμενο της παραπληροφόρησης είναι συχνά έντονο και ιδιαίτερα από δημόσια πρόσωπα-influencers, αλλά και την τηλεόραση, οι οποίοι μη έχοντας επαρκή επιστημονική τεκμηρίωση και βάζοντας ως στόχο το δικό τους κέρδος, προβάλλουν συμπληρώματα διατροφής που υπόσχονται ακραία αποτελέσματα, με κύρια θύματα τους ηλικιωμένους. Επίσης, η πρωτοβουλία του καταναλωτή για χρήση ενός νέου συμπληρώματος, για το οποίο δεν έχει πλήρη επίγνωση του προφίλ ασφαλείας του, αλλά ούτε και την ιατρική καθοδήγηση, ενέχει κινδύνους και ιδίως όταν λαμβάνει κάποια φαρμακευτική αγωγή παράλληλα. Η τάση για αυτοδιάγνωση και αυτοθεραπεία μπορεί να οδηγήσει σε αλόγιστη χρήση των συμπληρωμάτων, ιδιαίτερα των φυτικών συμπληρωμάτων, για τα οποία επικρατεί η λανθασμένη αντίληψη πως ό,τι είναι φυσικό είναι και ασφαλές, αλλά και στη δημιουργία μη ρεαλιστικών προσδοκιών από τους καταναλωτές.

Στο επίπεδο της αγοράς των συμπληρωμάτων διατροφής, η ανάπτυξη καινοτόμων nutraceuticals για συγκεκριμένες ανάγκες των καταναλωτών έχει ανοίξει το δρόμο για τη δημιουργία επιχειρηματικών ευκαιριών. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας σε συμπληρώματα διατροφής, αλλά και η αξιοποίηση των αποβλήτων τροφίμων, με την απομόνωση βιοδραστικών ενώσεων από φρούτα και λαχανικά, αποτελούν καινοτομίες που αυξάνουν τον τζίρο των βιομηχανιών και δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας. Έτσι, ενισχύεται η ανταγωνιστικότητα μεταξύ των βιομηχανιών τροφίμων και των φαρμακευτικών βιομηχανιών. Η ζήτηση για καινοτόμα συμπληρώματα έχει αυξηθεί ιδιαίτερα μετά την πανδημία του Covid-19 και πρόκειται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο μέσα στα επόμενα χρόνια, καθώς οι καταναλωτές αναζητούν συνεχώς το κάτι διαφορετικό και παράλληλα εύκολα προσβάσιμο προϊόν, με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος.

Ωστόσο, προκλήσεις προκύπτουν και σε επίπεδο αγοράς, καθώς η απουσία ενός ενιαίου και αυστηρού νομοθετικού πλαισίου για τα συμπληρώματα διατροφής, καθιστά δύσκολη τη διασφάλιση της ποιότητας, της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των νέων ουσιών σε

καινοτόμα συμπληρώματα. Αυτό παράλληλα διευκολύνει την κυκλοφορία αναξιόπιστων συμπληρωμάτων με αβάσιμους ισχυρισμούς υγείας (Dwyer, et al., 2018), πράγμα το οποίο θεωρείται παράνομο και μπορούν να επιβληθούν σοβαρές κυρώσεις στην εκάστοτε επιχείρηση. Πολλά nutraceuticals βρίσκονται σε ένα γκριζο κανονιστικό πλαίσιο (ιδίως τα φυτικά εκχυλίσματα και οι πολυφαινόλες) και δεν ξεκαθαρίζεται εάν αυτά είναι φαρμακευτικά προϊόντα ή συμπληρώματα διατροφής, αν και αυτό εξαρτάται από την σύσταση των δραστικών ουσιών, αλλά και από τους ισχυρισμούς που έχει.

Συμπληρώματα με μονακολίνη Κ

Τα ευρήματα των μελετών που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1 αναδεικνύουν την επίδραση διαφορετικών συμπληρωμάτων-nutraceuticals, με κύρια δραστική ουσία την μονακολίνη Κ, σε μεσήλικες με ήπια έως μέτρια υπερχοληστερολαιμία, με υπέρταση ή και με μεταβολικό σύνδρομο. Η μονακολίνη Κ είναι μία φυσική ουσία που έχει παρόμοια δράση με τις στατίνες, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως φαρμακολογική θεραπεία για την μείωση της χοληστερόλης. Παράγεται από τον μύκητα *Monascus purpureus*, ο οποίος χρησιμοποιείται στη διαδικασία ζύμωσης ρυζιού εδώ και πολλά χρόνια στην Κίνα για την παραγωγή κρασιού από ρύζι. Το ζυμωμένο αυτό ρύζι αποκτά ένα χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα, λόγω κάποιων χρωστικών που απελευθερώνονται από τον μύκητα. Το κόκκινο μείγμα που συλλέγεται σε τελικό στάδιο χαρακτηρίζεται ως red yeast rice (RYR) ή κόκκινο ρύζι Koji. Στα ελληνικά μεταφράζεται ως μαγιά κόκκινου ρυζιού ή κόκκινο ρύζι ζυμομύκητα ή κόκκινο ζυμωμένο ρύζι και χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα διατροφής για την μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου (Magno, et al., 2018).

Η μονακολίνη Κ έχει προταθεί ως μία εναλλακτική λύση στη μείωση της χοληστερόλης σε άτομα με ήπια έως μέτρια υπερχοληστερολαιμία, με μεταβολικό σύνδρομο ή και με υπέρταση, καθώς τα άτομα αυτά πολλές φορές εμφανίζουν σημαντικές παρενέργειες από την κλασσική θεραπεία με στατίνες, όπως είναι οι μυαλγίες (Mazza, et al., 2018). Συγκεκριμένα, η μονακολίνη Κ έχει παρόμοια χημική δομή με τις λοβοστατίνες και ο ρόλος της είναι η αναστολή ενός βασικού ενζύμου (αναγωγή HMG-CoA), που παίζει ρόλο στη σύνθεση της χοληστερόλης στο ήπαρ. Μάλιστα, η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) έχει εγκρίνει ότι η μαγιά κόκκινου ρυζιού με 10 mg μονακολίνη Κ ημερησίως συμβάλλει στη διατήρηση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα (D' Addato, et al., 2017).

Η μελέτη των D' Addato et al. (2017) έδειξε ότι, τόσο το υπό μελέτη συμπλήρωμα Body Lipid με 10 mg μονακολίνη Κ, όσο και το εμπορικά διαθέσιμο συμπλήρωμα Armolipid Plus με 3 mg

μονακολίνη Κ, με υπολιπιδαιμική δίαιτα, μείωσαν σημαντικά τα επίπεδα της ολικής και LDL χοληστερόλης, σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου. Μάλιστα, τα επίπεδα αυτά ήταν πιο μειωμένα στην ομάδα του Body Lipid, πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε μονακολίνη Κ. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι και τα δύο nutraceuticals, πέρα από μονακολίνη Κ, περιείχαν και ίση ποσότητα υδροχλωρική βερβερίνη (500 mg για το καθένα) και συνένζυμο Q10 (2 mg) και μικρότερες ποσότητες κάποιων άλλων αντιοξειδωτικών ενώσεων (ασταξανθίνη, φυλλικό οξύ, πολυκοσανόλη). Η βερβερίνη είναι ένα φυσικό αλκαλοειδές των φυτών *Berberis* και πρόσφατα άρχισε να χρησιμοποιείται και μόνο του ως φυτικό συμπλήρωμα διατροφής, καθώς έχει αντιδιαβητική, υπολιπιδική, αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτική και αντικαρκινική δράση (Och, A., Och, M., Nowak, Podgórska, & Podgórski, 2022). Το συνένζυμο Q10 είναι γνωστό για τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες και συμβάλλει στη μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου, ρυθμίζοντας τα επίπεδα της γλυκόζης και των λιπιδίων στο αίμα (An, et al., 2022).

Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και η μελέτη των Magno, et al. (2018), όπου εδώ, πέρα από την LDL και την ολική χοληστερόλη, μειώθηκαν σημαντικά και τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων στην ομάδα του συμπληρώματος Argicolina, σε σχέση με το εμπορικό συμπλήρωμα Normolip (10 mg μονακολίνη Κ και για τα 2). Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι το Argicolina περιείχε και L-αργινίνη, ενώ το Normolip όχι, ένα αμινοξύ που έχει αγγειοδιασταλτικές ιδιότητες, μέσω της παραγωγής μονοξειδίου του αζώτου στο ενδοθήλιο. Η μελέτη των Mazza et al. (2018) έδειξε ότι η ομάδα με συμπλήρωση Liposcudil Plus (LP), όπου είχε προηγηθεί και πρόγραμμα μεσογειακής διατροφής, παρουσίασε εξαιρετικά μεγαλύτερη βελτίωση στις τιμές αρτηριακής πίεσης, στο προφίλ των λιπιδίων (με εξαίρεση την HDL, που δεν μεταβλήθηκε σημαντικά σε καμία από τις 2 ομάδες) και του γλυκαιμικού ελέγχου, σε σύγκριση μόνο με πρόγραμμα μεσογειακής διατροφής. Παρόλο που και η 2^η ομάδα παρουσίασε σημαντική βελτίωση στα παραπάνω, η μείωση στις τιμές αρτηριακής πίεσης ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα του LP, πιθανόν λόγω της υψηλής περιεκτικότητας 30 mg συνενζύμου Q10 στο συγκεκριμένο σκεύασμα.

Και οι 3 παραπάνω κλινικές δοκιμές έδειξαν ένα καλό και ανεκτό προφίλ των συγκεκριμένων συμπληρωμάτων-nutraceuticals με μονακολίνη Κ, με ελάχιστες (αυπνία, εξάνθημα σε 2 άτομα της 1^{ης} μελέτης, ήπιες παροδικές γαστρεντερικές διαταραχές και πονοκέφαλος σε 4 άτομα της 2^{ης} μελέτης) έως και καθόλου παρενέργειες στους συμμετέχοντες (3^η μελέτη). Η συνέργεια της μονακολίνης Κ με άλλες αντιοξειδωτικές ενώσεις, όπως το συνένζυμο Q10, η βερβερίνη, η L-αργινίνη, φαίνεται να λειτουργεί θετικά στη μείωση της χοληστερόλης.

Ωστόσο, δημιουργείται η ανησυχία σχετικά με τις διαφορετικές περιεκτικότητες των διαφόρων σκευασμάτων με RYR που είναι διαθέσιμα στην αγορά, ενώ η Ευρωπαϊκή Καρδιολογική Εταιρεία έχει προειδοποιήσει ότι αυτά τα σκευάσματα μπορεί να προκαλέσουν ανεπιθύμητες ενέργειες, ειδικά αν λαμβάνονται για μεγάλο χρονικό διάστημα (Banach, et al., 2022). Μάλιστα, σε ορισμένα σκευάσματα μονακολίνης K, έχουν βρεθεί και προσμείξεις με κιτρινίνη, μία μυκοτοξίνη με μεταλλαξιογόνες, καρκινογόνες και γονιδιοτοξικές ιδιότητες, που μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα νεφρά (Righetti, Dall'Asta, & Bruni, 2021).

Συμπληρώματα με εκχύλισμα σπόρων σταφυλιού

Η δυνατότητα απομόνωσης των βιοδραστικών ενώσεων από διάφορες πηγές φρούτων και λαχανικών, όπως είναι οι πολυφαινόλες και η μεμονωμένη χρήση τους ως συμπλήρωμα διατροφής-nutraceutical, αποτελεί σημαντική καινοτομία στην αγορά των συμπληρωμάτων διατροφής.

Οι προανθοκυανιδίνες που βρίσκονται στους σπόρους-κουκούτσια των σταφυλιών (και άλλων φρούτων, π.χ. κράνμπερι) ανήκουν στην κατηγορία των φλαβονοειδών και παρέχουν ισχυρή αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση απέναντι στη πρόληψη, αλλά και αντιμετώπιση των καρδιαγγειακών νοσημάτων και σχετιζόμενων παθολογικών καταστάσεων, όπως η υπέρταση, ο διαβήτης, η δυσλιπιδαιμία, η παχυσαρκία και η στεφανιαία νόσος. Οι προανθοκυανιδίνες έχουν την ικανότητα να αναστέλλουν την παραγωγή ελεύθερων ριζών και να μειώνουν το οξειδωτικό στρες, που προκαλούνται σε αυτές τις διαταραχές, συμβάλλοντας στην φυσιολογική αύξηση του παραγόμενου μονοξειδίου του αζώτου (NO) στην ενδοθηλιακή λειτουργία (Mollace, et al., 2021).

Η μελέτη των Odai et al. (2019), στον Πίνακα 3.2, αναδεικνύει την επίδραση της συμπλήρωσης εκχυλίσματος σπόρων σταφυλιού σε υγιή ενήλικα άτομα που έχουν ήπια αυξημένη αρτηριακή πίεση. Η συμπλήρωση με υψηλή δόση 400 mg σε προανθοκυανιδίνη βελτίωσε παραμέτρους της αγγειακής λειτουργίας, όπως την αγγειακή ελαστικότητα και μείωσε την αρτηριακή πίεση, σε σύγκριση με την χαμηλότερη δόση των 200 mg προανθοκυανιδίνης, όπου μπορεί να μην παρατηρήθηκε αλλαγή στην αρτηριακή πίεση, αλλά βελτιώθηκαν ο ΔΜΣ, ο βασικός μεταβολικός ρυθμός, η μυϊκή μάζα και η μάζα νερού. Ο λόγος για τον οποίο συνέβη το τελευταίο, δεν διευκρινίζεται από τους ερευνητές, καθώς ένας επιπλέον περιορισμός στη συγκεκριμένη μελέτη, πέρα από το μικρό δείγμα πληθυσμού, ήταν και η ελλιπής επικέντρωση στις διατροφικές συνήθειες και την σωματική άσκηση της συγκεκριμένης πληθυσμιακής ομάδας. Μία υπόθεση θα μπορούσε να είναι ότι μόνο στην ομάδα χαμηλής δόσης

προανθοκυανιδίνης παρατηρήθηκε μία μικρή μείωση στα επίπεδα της LDL χοληστερόλης (αλλά όχι σημαντική), σε αντίθεση με τις άλλες 2 ομάδες, όπου παρατηρήθηκε αύξηση της LDL, η οποία να συνέβαλε στις αλλαγές αυτών των παραμέτρων στη σύσταση σώματος.

Μία άλλη τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή διασταυρούμενη μελέτη, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο, που εξέταζε 20 άνδρες παχύσαρκους και φυσιολογικού βάρους 23-25 ετών, έδειξε ότι η οξεία συμπλήρωση με 300 mg προανθοκυανιδίνης μείωσε την μέση αρτηριακή πίεση και στις δύο ομάδες. Η μείωση αυτή επήλθε μέσω της μείωσης της καρδιακής παροχής σε κατάσταση ηρεμίας για την ομάδα των παχύσαρκων και λόγω μείωσης της συνολικής περιφερικής αντίστασης για την ομάδα φυσιολογικού βάρους, ενώ άλλοι παράμετροι, όπως η αγγειακή ακαμψία και ο καρδιακός ρυθμός δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά και για τις δύο ομάδες (Dillon, Shariffi, Thompson, Steele, & Kim, 2020). Επίσης, σε μία πρόσφατη τυχαιοποιημένη μελέτη, συμπλήρωμα 520 mg εκχυλίσματος σπόρων σταφυλιού βελτίωσε το προφίλ των λιπιδίων, την αρτηριακή πίεση, την αντίσταση στην ινσουλίνη και τα ηπατικά ένζυμα, σε άτομα με μη αλκοολική λιπώδη νόσο του ήπατος (Ghanbari, et al., 2024).

Σε όλες τις παραπάνω μελέτες, το εκχύλισμα από σπόρους σταφυλιών δεν προκάλεσε παρενέργειες στους συμμετέχοντες, καθιστώντας το ως ένα συμπλήρωμα με θετικό αντίκτυπο σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες.

Συμπληρώματα με νανο-κουρκουμίνη

Ο κουρκουμάς είναι ένα μπαχαρικό με χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα, που πλέον πέρα από τις χώρες της Ασίας, χρησιμοποιείται και σε πολλές χώρες της Ευρώπης, λόγω των πληθώραν ευεργετικών ιδιοτήτων που προσφέρει η κύρια βιοδραστική ένωση που περιλαμβάνει, η κουρκουμίνη. Η απλή μορφή όμως της κουρκουμίνης, που αποτελεί μία λιπόφιλη ουσία, παρουσιάζει χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα στον άνθρωπο, όταν λαμβάνεται από το στόμα. Γι' αυτό τον λόγο, τα τελευταία χρόνια η νανοτεχνολογία έχει βοηθήσει στην ανάπτυξη συμπληρωμάτων κουρκουμίνης με αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα, εφαρμόζοντας τεχνικές, όπως η νανοενθυλάκωση. Διάφορες μορφές νανοσωματιδίων κουρκουμίνης (μικκύλια, πολυμερή, λιποσώματα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπλήρωμα για την βελτίωση παραμέτρων σε παθολογικές καταστάσεις, όπως το μεταβολικό σύνδρομο, η μη αλκοολική λιπώδης νόσος του ήπατος, (Jabczyk, Nowak, Hudzik, & Zubelewicz-Szkodzińska, 2021), αλλά και νευρολογικές διαταραχές, όπως το Alzheimer (Shabbir, Rubab, Tyagi, & Oh, 2021).

Τα ευρήματα των μελετών του Πίνακα 3.3, αναδεικνύουν την επίδραση συμπληρώματος ναοκουρκουμίνης σε ασθενείς με μεταβολικό σύνδρομο, καθώς και σε υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα με φαινόμενο βραδείας ροής στεφανιαίων αρτηριών. Η μελέτη των Bateni et al. (2021) έδειξε ότι η συμπλήρωση 80 mg ναομικκυλίων κουρκουμίνης μετά από 3 μήνες, μείωσε τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων, στο τέλος της παρέμβασης, σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου, σε ασθενείς με μεταβολικό σύνδρομο. Ωστόσο, δεν υπήρχαν αλλαγές όσον αφορά ανθρωπομετρικούς δείκτες, την αρτηριακή πίεση, την γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (HbA1c), τα επίπεδα γλυκόζης νηστείας, την HDL χοληστερόλη, την ινσουλίνη και το δείκτη αντίστασης στην ινσουλίνη (HOMA-IR). Ένας περιορισμός της μελέτης που μπορεί να ευθύνεται για τα συγκεκριμένα αποτελέσματα, ήταν η αδυναμία μέτρησης των επιπέδων κουρκουμίνης στο πλάσμα των συμμετεχόντων, τα οποία μπορεί να ήταν διαφορετικά, λόγω του μεγάλου εύρους του ΔΜΣ των συμμετεχόντων. Μία αρκετά πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση και μετανάλυση 20 τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών έδειξε ότι η συμπλήρωση 80-240 mg συμπληρώματος ναοκουρκουμίνης ημερησίως για μία εβδομάδα έως τρεις μήνες, βελτίωσε πολλές παραμέτρους του μεταβολικού συνδρόμου, συμπεριλαμβανομένου της περιφέρειας μέσης, του λιπιδικού και γλυκαιμικού προφίλ, της αρτηριακής πίεσης, την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, το προφίλ προφλεγμονωδών κυτοκινών (IL-6, TNF-α) και την υψηλής ευαισθησίας C-αντιδρώσα πρωτεΐνη (Wilar, et al., 2025).

Η μελέτη των Soltani et al. (2024), έδειξε ότι 80 mg συμπληρώματος ναοκουρκουμίνης δεν επηρέασε σημαντικά καρδιομεταβολικούς παράγοντες, όπως το HOMA-IR, την υψηλής ευαισθησίας C-αντιδρώσα πρωτεΐνη (αύξησή της οδηγεί σε αύξηση φλεγμονής και καρδιαγγειακού κινδύνου, τη βισφατίνη (προφλεγμονώδης πρωτεΐνη-ορμόνη, που παράγεται από τα σπλαχνικά λιπώδη κύτταρα και αύξησή της οδηγεί σε αύξηση φλεγμονής και μεταβολικού στρες), τα επίπεδα ινσουλίνης και την αρτηριακή πίεση, αλλά ούτε και τους ανθρωπομετρικούς δείκτες, σε υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα με φαινόμενο βραδείας ροής στεφανιαίων αρτηριών, μετά από τρεις μήνες παρέμβασης. Ωστόσο, η ναοκουρκουμίνη φαίνεται να απέτρεψε την αύξηση γλυκόζης νηστείας και της HbA1c, άρα και την επιδείνωση γλυκαιμικού ελέγχου, σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου, όπου παρατηρήθηκε αύξηση. Επιπλέον, παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις παραγόντων της σωματικής και ψυχικής ποιότητας ζωής και της κατάθλιψης. Μία άλλη τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη έδειξε ότι η ίδια δόση συμπληρώματος ναοκουρκουμίνης για 3 μήνες, μείωσε τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων, της LDL και ολικής χοληστερόλης, αύξησε την HDL και βελτίωσε τους

δείκτες αντίστασης και ευαισθησίας στην ινσουλίνη (HOMA-IR, QUICKI), σε 84 υπέρβαρους και παχύσαρκους ασθενείς με μη αλκοολική λιπώδη νόσο του ήπατος (Jazayeri-Tehrani, et al., 2019).

Όσον αφορά τους παράγοντες της σωματικής και ψυχικής υγείας και ποιότητας ζωής, μέσω αξιολόγησης με το ίδιο ερωτηματολόγιο που αξιολογήθηκαν και τα άτομα στη παραπάνω μελέτη των Soltani et al. (2024), αυτοί φάνηκε ότι βελτιώθηκαν ύστερα από την λήψη 1000 mg/ημέρα κουρκουμίνης για 3 μήνες σε ασθενείς με κίρρωση του ήπατος (Nouri-Vaskeh, et al., 2020). Μία συστηματική ανασκόπηση και μεταανάλυση 10 τυχαιοποιημένων κλινικών δοκιμών ανέδειξε την ευεργετική επίδραση 80-3000 mg συμπληρώματος κουρκουμίνης με υψηλή βιοδιαθεσιμότητα στη ποιότητα ζωής για διάστημα 1 έως 5 μήνες, τόσο σε υγιή άτομα όσο και σε διάφορες ασθένειες (Sadeghian, Rahmani, Jamialahmadi, Johnston, & Sahebkar, 2021).

Συμπληρώματα με *Spirulina-Maxima*

Η σπιρουλίνα (ή αλλιώς *Arthrospira*) αποτελεί είδος βρώσιμων φωτοσυνθετικών κυανοβακτηρίων, τα οποία χαρακτηρίζονται ως μπλε-πράσινες άλγες (φύκη) και προέρχονται από λιμνοθάλασσες της Λατινικής Αμερικής και της Αφρικής. Τα κύρια είδη σπιρουλίνας είναι η σπιρουλίνα *plantesis*, που συναντάται στα περισσότερα εμπορικά προϊόντα και συμπληρώματα διατροφής και η σπιρουλίνα *maxima*, που είναι λιγότερη κοινή, αλλά χαρακτηρίζεται από υψηλότερη πρωτεΐνη. Η σπιρουλίνα έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον των καταναλωτών πρόσφατα, καθώς πέρα από το χαμηλό κόστος παραγωγής της, έχει και εξαιρετική διατροφική σύνθεση. Συγκεκριμένα, τα περισσότερα συμπληρώματα σπιρουλίνας έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (~60-70%), αμινοξέα και διάφορες βιταμίνες και μέταλλα (βιταμίνη B12, σίδηρο, ασβέστιο, ψευδάργυρο, μαγνήσιο), γ-λινολενικό οξύ (GLA), ένα σημαντικό πολυακόρεστο ω-6 λιπαρό οξύ, καθώς και φυκοκυανίνη, μία μπλε φυσική χρωστική, με ισχυρές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Η σπιρουλίνα, λόγω και της μεγάλης πεπτικότητάς της, έχει προταθεί ως συμπλήρωμα για την βελτίωση καρδιομεταβολικών παραγόντων κινδύνου, όπως η παχυσαρκία, η δυσλιπιδαιμία κ.ά. (Prete, et al., 2024).

Η μελέτη των Szulinska et al. (2017) στον Πίνακα 5.4, αναδεικνύει την επίδραση συμπληρώματος σπιρουλίνας *maxima* σε παχύσαρκα άτομα, με ρυθμισμένη φαρμακευτική αγωγή για την υπέρταση τουλάχιστον τους τελευταίους έξι μήνες. Πιο συγκεκριμένα, ύστερα από 3 μήνες συμπλήρωσης 2 g σπιρουλίνας καθημερινά, βελτιώθηκαν διάφορες παράμετροι

καρδιαγγειακού κινδύνου, όπως ο ΔΜΣ, η περίμετρος μέσης, η LDL, η ολική χοληστερόλη, η ιντερλευκίνη 6, καθώς και τα επίπεδα του λόγου ευαισθησίας στην ινσουλίνη και της ολικής αντιοξειδωτικής κατάστασης, σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο. Μία άλλη τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, διασταυρούμενη μελέτη έδειξε ότι η συμπλήρωση 4,8 g σπιρουλίνας για 17 ημέρες σε 35 υγιείς ενήλικες με φυσιολογικό ΔΜΣ, δεν άλλαξε σημαντικά την αρτηριακή πίεση, το λιπιδικό και το γλυκαιμικό προφίλ, σε σύγκριση με την ομάδα εικονικού φαρμάκου, υποδηλώνοντας ότι η σπιρουλίνα μπορεί να μην έχει ευεργετικά αποτελέσματα σε υγιή άτομα, σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα (Van den Driessche, Plat, Konings, & Mensink, 2020). Αντίθετα, ύστερα από 3 μήνες, η συμπλήρωση 4,5 g σπιρουλίνας *maxima* μείωσε σημαντικά την συστολική αρτηριακή πίεση σε 16 υπέρβαρους και παχύσαρκους μεσήλικες με διαγνωσμένη υπέρταση και παράλληλη φαρμακευτική αγωγή (Martínez-Sámano, Torres-Montes de Oca, Luqueño-Bocardo, Torres-Durán, & Juárez-Oropeza, 2018).

Στη μελέτη των Hernández-Lepe et al. (2019), το συμπλήρωμα 4,5 g σπιρουλίνας βελτίωσε σημαντικά το προφίλ των λιπιδίων σε νέους υπέρβαρους και παχύσαρκους άντρες με καθιστική ζωή, μετά από 6 εβδομάδες, που ακολουθούσαν συνδυαστικά και πρόγραμμα συστηματικής σωματικής άσκησης, 5 φορές την εβδομάδα. Ειδικά, στον πληθυσμό των δυσλιπιδαιμικών, τόσο στην ομάδα σπιρουλίνας-πρόγραμμα σωματικής άσκησης, όσο και στην ομάδα που έλαβε μόνο συμπλήρωμα σπιρουλίνας, βελτιώθηκαν περισσότεροι παράμετροι των λιπιδίων (LDL, HDL, ολική χοληστερόλη, τριγλυκερίδια), σε σχέση με τον πληθυσμό των υπέρβαρων και παχύσαρκων, αναδεικνύοντας την σημαντική υπολιπιδαιμική επίδραση της σπιρουλίνας, είτε σε συνδυασμό με άσκηση, είτε ανεξάρτητα. Στη μελέτη των Mohammad et al, η συνέργεια 1 g συμπληρώματος σπιρουλίνας με προπόνηση αντιστάσεων, βελτίωσε το προφίλ συγκεκριμένων ορμονών (αύξηση αδιπολίνης, μείωση απελίνης- αρνητική συσχέτιση με παχυσαρκία, αύξηση γκρελίνης- θετική συσχέτιση με παχυσαρκία, αλλά εδώ η αύξηση ήταν ευεργετική, καθώς επήλθε μετά από την άσκηση) και την γλυκόζη νηστείας, σε 60 υπέρβαρους και παχύσαρκους άντρες, μετά από 8 εβδομάδες (Mohammad, et al., 2022).

Οι περιορισμοί και οι ανησυχίες που προκύπτουν για τα συμπληρώματα σπιρουλίνας έγκεινται στα φυσικά περιβάλλοντα που συλλέγεται, καθώς υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης με ξένα τοξικά κυανοβακτήρια. Η παραγωγή και η συλλογή της θα πρέπει να γίνεται κάτω από αυστηρούς ελέγχους, για να διασφαλιστεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη καθαρότητα και ποιότητα (García, Vicente, & Galán, 2017).

Συμπληρώματα ρεσβερατρόλης

Η ρεσβερατρόλη είναι μια μη φλαβονοειδής πολυφαινολική ένωση και βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στην φλούδα των σταφυλιών, των βατόμουρων, των σμέουρων και των φιστικιών. Επίσης, σχετίζεται με το «γαλλικό παράδοξο», σύμφωνα με το οποίο οι Γάλλοι φημίζονται για την κατανάλωση τροφίμων, πλουσίων σε κορεσμένα λίπη, αλλά εμφανίζουν χαμηλή συχνότητα εμφάνισης στεφανιαίας νόσου. Ο χαμηλός αυτός κίνδυνος εμφάνισης έχει αποδοθεί εν μέρει στην υψηλή κατανάλωση κόκκινου κρασιού, που περιέχει ρεσβερατρόλη. Η ρεσβερατρόλη διαθέτει αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές, αντιγηραντικές και αντικαρκινικές ιδιότητες, ενώ διερευνάται και ως πιθανή θεραπεία για περιπτώσεις όπου παρατηρείται ορμονική ανισορροπία, όπως είναι η εμμηνόπαυση στις γυναίκες (Drago, et al., 2024).

Τα οιστρογόνα υπό φυσιολογικές συνθήκες στοχεύουν στα αιμοφόρα αγγεία, με σκοπό να προωθήσουν το αίμα στην καρδιά, τους σκελετικούς μύες και ιδιαίτερα τον εγκέφαλο για την υποστήριξη των γνωστικών και συναισθηματικών λειτουργιών. Στην εμμηνόπαυση παρατηρείται μείωση του αριθμού των οιστρογόνων, γεγονός που επιφέρει γνωστική εξασθένηση, η οποία σχετίζεται με νευρολογική γήρανση, τόσο στην μνήμη, όσο και στις εκτελεστικές λειτουργίες. Κλινικά στοιχεία υποστηρίζουν ότι η χορήγηση οιστρογόνων συμβάλλει στην αύξηση της διάθεσης και της γνωστικής λειτουργίας μετεμμηνοπαυσιακά, με την προϋπόθεση όμως ότι η λήψη τους έχει ξεκινήσει κατά την περιεμμηνόπαυση (Evans, et al., 2016).

Η μελέτη των Evans et al. (2017), έδειξε ότι η χορήγηση 75mg συμπληρώματος ResVida δύο φορές την ημέρα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες βελτίωσε, πέρα από τους τομείς της σημασιολογικής και της λεκτικής μνήμης, και την συνολική γνωστική απόδοση, σε σύγκριση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου. Επιπλέον, παρατηρήθηκε βελτίωση στην εγκεφαλοαγγειακή ανταπόκριση (CVR), τόσο στο γνωστικό τεστ που πραγματοποιήθηκε, όσο και σε συνθήκες αυξημένου διοξειδίου του άνθρακα (υπερκαπνία). Διαπιστώθηκε σημαντική μείωση μόνο του άγχους και καμίας άλλης παραμέτρου μέσω του ερωτηματολογίου POMS, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στα συμπτώματα κατάθλιψης, μέσω του ερωτηματολογίου CES-D.

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και από τη μελέτη των Thaung Zaw et al. (2021), όπου η χορήγηση 75mg συμπληρώματος Verite δύο φορές την ημέρα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, πέρα από την βελτίωση της CVR, βελτίωσε και τη μέση ταχύτητα εγκεφαλικής ροής

του αίματος (CBFV) στην υπερκαπνία και μείωσε την ινσουλίνη νηστείας και το δείκτη HOMA-IR. Αξίζει να σημειωθεί ότι, το Verite βελτίωσε την λεκτική μνήμη των μετεμμηνοπαυσιακών γυναικών άνω των 65 ετών σε αντίθεση με τις μεσήλικες γυναίκες, όπου παρατηρήθηκε μείωση, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο γλυκαιμικό και λιπιδικό προφίλ, στην αρτηριακή πίεση και στις καρδιομεταβολικές λειτουργίες. Όσον αφορά την βελτίωση της λεκτικής μνήμης, αυτή σχετίζεται με βελτιώσεις στην νευροαγγειακή σύζευξη. Η λεκτική μνήμη περιλαμβάνει την απόκτηση, διατήρηση και ανάκτηση πληροφοριών και η εξασθένησή της σχετίζεται με μείωση των οιστρογόνων και διαταραχή της ενδοθηλιακής λειτουργίας, θέτοντας τις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες σε αυξημένο κίνδυνο βλάβης. Ωστόσο, οι ερευνητές δεν μπόρεσαν να αποδώσουν κάποια εξήγηση, αναφορικά με την μείωση της λεκτικής μνήμης στις μεσήλικες γυναίκες.

Τα ResVida και Verite περιείχαν πάνω από 99% και 98% καθαρή συνθετική τρανς-ρεσβερατρόλη αντίστοιχα. Η τρανς-ρεσβερατρόλη αποτελεί ένα από τα δύο ισομερή της ρεσβερατρόλης που υπάρχουν στην φύση και συμμετέχει στην πλειοψηφία των βιολογικών δραστηριοτήτων λόγω της πιο σταθερής δομής της (Koushki, et al., 2018). Επιπλέον, το ποσοστό απορρόφησής της, όταν λαμβάνεται από το στόμα, είναι γύρω στο 75%, με το μεγαλύτερο μέρος της να παγιδεύεται και να μεταβολίζεται στο ήπαρ. Η ρεσβερατρόλη θεωρείται καλά ανεκτή όταν η χορήγησή της δεν ξεπερνά το 1g την ημέρα. Υπήρξαν περιπτώσεις, στις οποίες οι υψηλές δόσεις συμπληρωμάτων ρεσβερατρόλης έχουν συσχετιστεί με πεπτικά προβλήματα (Drago, et al., 2024).

Αν και η πλειονότητα των *in vivo* και *in vitro* μελετών δείχνουν το όφελος της ρεσβερατρόλης έναντι στην παχυσαρκία, τα ευρήματα από μελέτες σε ανθρώπους είναι περιορισμένα και ασαφή. Οι κύριοι παράγοντες για την έλλειψη πληροφοριών είναι η χαμηλή υδατοδιαλυτότητα και βιοδιαθεσιμότητα. Για την επίλυση των περιορισμών που προαναφέρθηκαν, προτάθηκε σαν λύση η ενσωμάτωση της τρανς-ρεσβερατρόλης σε βιοσυμβατά και βιοαποικοδομήσιμα νανοσωματίδια, γεγονός το οποίο φαίνεται να έφερε αποτέλεσμα, καθώς παρατηρήθηκε ότι η από του στόματος βιοδιαθεσιμότητα της τρανς-ρεσβερατρόλης, μετά από νανοενθυλάκωση, αυξήθηκε έως και 19 φορές σε αρκετές μελέτες (Goktas, et al., 2020).

Συμπληρώματα *Rhodiola Rosea*

Η *Rhodiola Rosea* είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα προσαρμογόνα βότανα, που χρησιμοποιείται στα φυτικά φάρμακα. Τα προσαρμογόνα είναι «φυσικά προϊόντα υγείας, που παράγουν μια μη ειδική απόκριση με στόχο την προώθηση της ομοιόστασης». Σύμφωνα με τον

Ευρωπαϊκό Οργανισμό Φαρμάκων, για να θεωρηθεί ένα βότανο προσαρμογόνο, θα πρέπει να πληρεί κάποιες προϋποθέσεις. Πρέπει να είναι απόλυτα ασφαλές, μη τοξικό και να επηρεάζει θετικά διάφορα συστήματα οργάνων του καταναλωτή. Κοινό χαρακτηριστικό των προσαρμογόνων είναι η ικανότητά τους να μειώνουν το άγχος και το στρες (Fanaras & Reinhard, 2019).

Η συστηματική ανασκόπηση των Lu et al. (2022), που σχετιζόταν με την επίδραση του συμπληρώματος *Rhodiola Rosea* (RR) στην άσκηση και την αθλητική απόδοση, έδειξε ότι η χορήγηση δόσεων 3mg/Kg ΣΒ, 400mg, 500mg ή 600mg από 1-3 φορές την ημέρα βελτίωσε τη απόδοση των συμμετεχόντων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η λήψη συμπληρώματος RR συνέβαλε στην μείωση του οξειδωτικού στρες, του μυϊκού πόνου και του τραυματισμού. Παράλληλα, βελτίωσε την βλάβη των σκελετικών μυών, την μυϊκή αποκατάσταση και αύξησε την εκρηκτική δύναμη. Τέλος, καμία δόση από αυτές που χορηγήθηκαν δεν προκάλεσαν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία, αναδεικνύοντας το θετικό προφίλ αυτού του συμπληρώματος στις συγκεκριμένες δόσεις.

Η μελέτη των Wang et al. (2025), στον Πίνακα 5.6, έδειξε ότι η συνδυαστική συμπλήρωση *Rhodiola Rosea* και καφεΐνης, μαζί με την προπόνηση υψηλής έντασης με αντιστάσεις των κάτω άκρων, συνέβαλε στην βελτίωση της εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων, ενώ η κόπωση μειώθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό στην ομάδα RHO+CAF, σε σχέση με την ομάδα RHO και ομάδα CAF ξεχωριστά. Ο πιο διαδεδομένος πιθανός μηχανισμός που μπορεί να εξηγήσει την μεγαλύτερη μείωση της κόπωσης με την χορήγηση του συμπληρώματος καφεΐνης, συνδυαστικά με το RHO είναι ότι η καφεΐνη δραστηριοποιείται άμεσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα και μπορεί να δράσει ως ανταγωνιστής έναντι της αδενοσίνης, μία σημαντική χημική ένωση για τη λειτουργία και ενέργεια των κυττάρων, που ασκεί χαλαρωτική επίδραση στον οργανισμό. Στον εγκέφαλο, τόσο η αδενοσίνη, όσο και οι υποδοχείς της ελέγχουν την απελευθέρωση των νευροδιαβιβαστών και συμβάλλουν στην ρύθμιση του ύπνου (αύξηση υπνηλίας), επηρεάζοντας άμεσα και τη γνωστική λειτουργία, τη μνήμη και τη μάθηση (Fiani, et al., 2021). Έτσι, η καφεΐνη, η οποία έχει παρόμοια δομή με την αδενοσίνη, συνδέεται με τους υποδοχείς της αδενοσίνης και μπορεί να μειώσει την αντίληψη πόνου και το αίσθημα κόπωσης (Mielgo-Ayuso, et al., 2019).

Συμπληρώματα σκόρδου

Το σκόρδο είναι ένα από τα πιο χαρακτηριστικά συστατικά της Μεσογειακής διατροφής και έχει αποδειχθεί ότι παρέχει προστατευτικές ιδιότητες έναντι των παραγόντων κινδύνου

καρδιαγγειακών παθήσεων (Valls, et al., 2022). Μετά την συγκομιδή, αποθηκεύεται σε υδατικό διάλυμα αιθανόλης για έως και 20 μήνες. Έτσι, οι οργανοθεϊκές ενώσεις του σκόρδου μετατρέπονται σε πιο ήπιες και λιγότερο δύσσομες ενώσεις και κυρίως στην S-αλλυλοκυστεΐνη (SAC) (Xu, et al., 2018), ένα αμινοξύ που απουσιάζει από το φρέσκο σκόρδο. Το SAC και το επεξεργασμένο μαύρο σκόρδο παρουσιάζουν καρδιαγγειακές, αντιμικροβιακές, ανοσορρυθμιστικές, ηπατοπροστατευτικές, αντιδιαβητικές, νεφρό- και νευροπροστατευτικές ιδιότητες σε *in vitro* και *in vivo* δοκιμές (Valls, et al., 2022).

Η μελέτη των Moosavian et al. (2020), έδειξε ότι η λήψη 500 mg συμπληρώματος σκόνης σκόρδου δύο φορές την ημέρα, μείωσε σημαντικά τα επίπεδα της κυτοκίνης TNF-α και της C-αντιδρώσας πρωτεΐνης, σε σχέση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου, σε γυναίκες με μέτρια προς σοβαρή ρευματοειδή αρθρίτιδα. Παράλληλα, παρατηρήθηκε μείωση στην βαθμολογία κόπωσης, της ενεργότητας της νόσου, της έντασης του πόνου, αλλά και του αριθμού των ευαίσθητων και πρησμένων αρθρώσεων. Στην μελέτη των Serrano et al. (2023), διαπιστώθηκε ότι η λήψη 250 mg εκχυλίσματος μαύρου παλαιωμένου σκόρδου μία φορά την ημέρα μείωσε, τόσο τη συστολική, όσο και τη διαστολική πίεση, αύξησε την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, μείωσε τα επίπεδα του ουρικού οξέος στο αίμα, καθώς και την δραστηριότητα του μετατρεπτικού ενζύμου ACE (Angiotensin-Converting Enzyme), σε ενήλικα άτομα με διαγνωσμένη υπέρταση.

Ορισμένα από τα παραπάνω ευρήματα, επιβεβαιώνονται και από την έρευνα των Xu et al. (2018). Στη συγκεκριμένη μελέτη, η λήψη 3,6g εκχυλίσματος παλαιωμένου σκόρδου ημερησίως, μείωσε τα επίπεδα των προφλεγμονωδών κυτοκινών IL-6 και TNF-α, καθώς παρατηρήθηκαν μικρές μειώσεις και στην non-HDL (δηλαδή στις LDL, VLDL και IDL) και την ολική χοληστερόλη. Ωστόσο, εδώ δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική αλλαγή στις τιμές της αρτηριακής πίεσης, τα τριγλυκερίδια, την HDL, την γλυκόζη και την C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, καθώς οι ερευνητές φαίνεται να απονέμουν τον λόγο στην μικρή διάρκεια της μελέτης τους (6 εβδομάδες).

Προκύπτει ότι η χορήγηση συμπληρώματος σκόρδου συμβάλλει στην βελτίωση των κλινικών συμπτωμάτων και των φλεγμονωδών βιοδεικτών της ρευματοειδούς αρθρίτιδας, αλλά και στην σημαντική μείωση της αρτηριακής πίεσης στα άτομα με διαγνωσμένη υπέρταση. Ωστόσο, ορισμένοι συμμετέχοντες δήλωσαν και κάποιες παρενέργειες, συμπεριλαμβανομένου του κοιλιακού πόνου (Moosavian, et al., 2020), της γαστρικής δυσφορίας και των μυϊκών κραμπών (Serrano, et al., 2023).

Συμπλήρωμα Ashwagandha

Το Ashwagandha είναι ένα προσαρμογόνο βότανο, το οποίο καλλιεργείται συνήθως στις ξηρές περιοχές της Δυτικής Ινδίας. Το φυτό αυτό θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά βότανα στην Αγιουρβέδα (Ayurveda), ένα παραδοσιακό σύστημα της Ινδικής ιατρικής. Η δημοτικότητά του έχει επεκταθεί και έξω από την Ασία, όπως στις ΗΠΑ, όπου οι πωλήσεις του αυξήθηκαν ραγδαία, κυρίως μετά το ξέσπασμα της πανδημίας COVID-19. Περιέχει πολλές βιοδραστικές ενώσεις που συμβάλλουν στην αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδη, αγχολυτική, καρδιαγγειακή, νευροπροστατευτική, αντικαρκινική, αντιδιαβητική και ανοσορρυθμιστική δράση του (Gómez Afonso, et al., 2023).

Η μελέτη των Wankhede et al. (2015), έδειξε ότι η λήψη 300mg συμπληρώματος Ashwagandha δύο φορές την ημέρα σε υγιείς ενήλικες συνέβαλε στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και του μεγέθους των μυών των χεριών και του στήθους, στην μείωση του ποσοστού του σωματικού λίπους, αλλά και στην ταχύτερη αποκατάσταση του μυϊκού ιστού. Στην ομάδα του εικονικού φαρμάκου, παρατηρήθηκαν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα, σε μικρότερο όμως βαθμό. Η αύξηση της μυϊκής δύναμης, του μεγέθους των μυών, αλλά και η μείωση του σωματικού λίπους θεωρήθηκε αναπόφευκτη, καθώς και οι 2 ομάδες υποβλήθηκαν σε πανομοιότυπη προπόνηση με αντιστάσεις. Η ταχύτερη αποκατάσταση του μυϊκού ιστού οφείλεται στο γεγονός ότι ο μυς προσαρμόζεται στο πρόγραμμα γυμναστικής και έτσι αναπτύσσει μεγαλύτερη αντοχή για να αντισταθεί σε οποιαδήποτε βλάβη. Επιπλέον, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στα επίπεδα τεστοστερόνης σε σχέση με το εικονικό φάρμακο.

Στη μελέτη των Lopresti et al. (2019), εξετάστηκαν οι επιδράσεις του εκχυλίσματος Ashwagandha σε υγιείς ενήλικες με ήπιο άγχος για διάστημα 8 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η λήψη 240mg συμπληρώματος συσχετίστηκε με σημαντική μείωση του DASS-21 και της κλίμακας HAM-A κατά 30% και 41% αντίστοιχα. Το DASS-21 συμπληρώνεται από τον ίδιο τον συμμετέχοντα και περιλαμβάνει 21 ερωτήσεις σχετικά με την συχνότητα των συμπτωμάτων του άγχους, του στρες και της κατάθλιψης. Η κλίμακα HAM-A είναι ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα και επικυρωμένα εργαλεία, το οποίο χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σοβαρότητας του άγχους. Εξετάζει 14 παραμέτρους, η κάθε μία από τις οποίες παρουσιάζει μια σειρά συμπτωμάτων και εκτιμά το ψυχοσωματικό άγχος. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η Ashwagandha συσχετίστηκε και με σημαντική μείωση των επιπέδων κορτιζόλης και της DHEA-S. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω του άξονα υποθαλάμου-υπόφυσης-επινεφριδίων (HPA), καθώς έχει βρεθεί ότι το άγχος και η κατάθλιψη σχετίζονται

με διαταραχές στην δραστηριότητα του HPA, οδηγώντας έτσι στην περίσσεια έκκριση κορτιζόλης. Όσον αφορά την DHEA-S, η επίδραση του στρες σε αυτήν έχει λάβει πολύ λιγότερη προσοχή και θεωρείται πιθανό η αύξησή της να σχετίζεται με αυξημένη απόκριση στο στρες. Επομένως, η μείωση της κορτιζόλης και της DHEA-S ανέδειξαν την αγχολυτική επίδραση του Ashwagandha σε στρεσαρισμένους ενήλικες.

Ορισμένα από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις 2 παραπάνω μελέτες επιβεβαιώνονται και από άλλες έρευνες που διεξήχθησαν. Αναφορικά με το άγχος και την κόπωση, η μελέτη των Smith, Lopresti & Fairchild (2023), επιβεβαιώνει ότι η χορήγηση 200mg εκχυλίσματος ρίζας Ashwagandha (Witholytin) δύο φορές την ημέρα σε υπέρβαρους ή ήπια παχύσαρκους μεσήλικες και ηλικιωμένους για διάστημα 12 εβδομάδων, συνέβαλε στην μείωση των συμπτωμάτων του άγχους και της κόπωσης. Από την άλλη, η μελέτη των Verma et al. (2024), έδειξε ότι η λήψη 300mg συμπληρώματος Ashwagandha, 2 φορές την ημέρα σε συνδυασμό με προπόνηση αντίστασης, βοήθησε σημαντικά στην αύξηση των μυών του στήθους και των ποδιών. Παράλληλα, βελτιώθηκε η μυϊκή δύναμη, τόσο του πάνω, όσο και του κάτω μέρους του σώματος, αλλά και η μυϊκή αντοχή.

Πέρα από τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει το Ashwagandha στους ανθρώπους, είναι απαραίτητο να εξεταστεί σε εκτενή βαθμό ο μηχανισμός δράσης και να προσδιοριστεί η ασφάλειά του, καθώς το Ashwagandha μπορεί να αλληλεπιδράσει με άλλα φάρμακα και να προκαλέσει δυσμενή αποτελέσματα στην υγεία του ατόμου. Αντενδείκνυται η χρήση του για άτομα με υπερθυρεοειδισμό, με αυτοάνοσα και σε αυτά που λαμβάνουν αγχολυτικά και μυοχαλαρωτικά σκευάσματα (Mikulska, et al., 2023). Οι πιο συχνές παρενέργειες που μπορεί να προκληθούν από την λήψη του Ashwagandha είναι η ήπια με μέτρια υπνηλία, η ζαλάδα, οι γαστροοισοφαγικές ενοχλήσεις και ο ίλιγγος. Επιπλέον, μπορεί να δημιουργηθεί και ηπατική βλάβη. Αξίζει να σημειωθεί ότι, οι παρενέργειες αυτές ήταν παροδικές και αναστρέψιμες και παρατηρήθηκαν μόνο όταν η ημερήσια δόση κυμαινόταν από 450-1350 mg (Sprengel, Laskowski & Jost, 2025).

Περιορισμοί των μελετών

Σε όλες τις παραπάνω μελέτες, πέρα από το καλό προφίλ που εμφάνισαν τα συγκεκριμένα νέα συμπληρώματα, καθώς και των λιγοστών παρενεργειών, που αναφέρθηκαν, αξίζει να τονιστούν και οι περιορισμοί τους. Ο κυριότερος περιορισμός ήταν η μικρή διάρκεια των περισσότερων μελετών (D' Addato, et al., 2017; Mazza, et al., 2018; Odai, et al., 2019; Bateni, et al., 2021; Szulinska, et al., 2017; Wankhede, et al., 2015; Evans, et al., 2017; Lopresti, et al.,

2019; Moosavian, et al., 2020), γεγονός που καθιστά δύσκολη την αξιολόγηση των μακροπρόθεσμων επιδράσεων των συγκεκριμένων συμπληρωμάτων, αλλά και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Ένας άλλος περιορισμός όσον αφορά το δείγμα, ήταν το μέγεθος και η ομοιογένειά του. Σε ορισμένες μελέτες, ο αριθμός του δείγματος ήταν περιορισμένος (Magno, et al., 2018; Mazza, et al., 2018; Odai, et al., 2019; Soltani, et al., 2024; Szulinska, et al., 2017; Wankhede, et al., 2015; Lopresti, et al., 2019; Lu, et al., 2022; Wang, et al., 2025), ενώ σε άλλες έρευνες μελετούσαν συγκεκριμένους πληθυσμούς, όπως είναι οι υπέρβαροι και παχύσαρκοι άντρες με καθιστική ζωή (Hernandez-Lepe, et al., 2019), οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Evans, et al., 2017; Thaung Zaw, et al., 2021) και οι υγιείς ενήλικες με ελάχιστη εμπειρία στην προπόνηση αντιστάσεων (Wankhede, et al., 2015) και με ήπιο άγχος (Lopresti, et al., 2019), γεγονός που δεν επέτρεπε την γενίκευση των αποτελεσμάτων και για άλλους πληθυσμούς. Επίσης, ο ανοιχτός και όχι τυφλός σχεδιασμός των Magno, et al., 2018, που ωστόσο φάνηκε να μετριάστηκε από τον διασταυρούμενο σχεδιασμό τους.

Επιπλέον, πέρα από αυτούς τους κοινούς περιορισμούς, τα συμπληρώματα εμφάνισαν και κάποιους άλλους ξεχωριστούς. Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με το συμπλήρωμα της ρεσβερατρόλης, οι συγγραφείς αναγνώρισαν ότι η δόση που χορήγησαν στους συμμετέχοντες ήταν χαμηλή (75mg), με αποτέλεσμα να μην είναι γνωστό αν οποιαδήποτε άλλη μεγαλύτερη δόση θα έχει θετικό ή αρνητικό αντίκτυπο στην υγεία των γυναικών (Evans, et al., 2017; Thaung Zaw, et al., 2021). Το ίδιο συνέβη τόσο με την δόση των 80 mg συμπληρώματος νανοκουρκουμίνης στη μελέτη των Soltani et al. (2024), όσο και με την δόση των 2 g σπιρουλίνας στη μελέτη των Szulinska et al. (2017). Στο συμπλήρωμα της Rhodiola Rosea, υπήρξε αδυναμία διεξαγωγής μετα-ανάλυσης λόγω ετερογένειας των δεδομένων, ανεπαρκή αναφορά στην διαδικασία απόκρυψης και τυφλοποίησης (Lu, et al., 2022) και απουσία μέτρησης φυσιολογικών και βιοχημικών δεικτών (Wang, et al., 2025), γεγονός που μειώνει την μεθοδολογική ποιότητα των αρχικών μελετών και προκαλεί μια μικρή μεταβλητότητα στα αποτελέσματα αντίστοιχα. Στα συμπληρώματα με βάση το σκόρδο, πέρα από την αδυναμία μέτρησης περισσότερων φλεγμονωδών δεικτών λόγω χαμηλού προϋπολογισμού (Moosavian, et al., 2020), υπήρξε σύγχυση όσον αφορά την ώρα χορήγησης και την δοσολογία του συμπληρώματος. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να παρατηρήθηκε μείωση της αρτηριακής πίεσης, δεν είναι όμως ξεκάθαρο ποια ώρα της ημέρας και πόσες δόσεις είναι ιδανικές για την πρόσληψη του μέγιστου οφέλους του (Serrano, et al., 2023). Τέλος, όσον αφορά το Ashwagandha, ένας περιορισμός ήταν το γεγονός ότι δεν λήφθηκαν υπόψη οι οικονομικοί και

διατροφικοί παράγοντες, καθώς και ο τρόπος ζωής των συμμετεχόντων, που μπορεί να επηρέασαν την αγχολυτική δράση του συμπληρώματος (Lopresti, et al., 2019).

7. Συμπεράσματα-προτάσεις

Σε γενικές γραμμές, η δυναμική ανάπτυξη της αγοράς των συμπληρωμάτων διατροφής βασίζεται σε μία σχέση αλληλεξάρτησης, όπου από τη μία, η καινοτομία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά οφέλη για την υγεία και την πρόληψη ασθενειών, αλλά από την άλλη, το ανεπαρκές ρυθμιστικό πλαίσιο και η κυκλοφορία μη επαρκώς ελεγμένων προϊόντων μπορεί να εγκυμονεί κινδύνους.

Τα κλινικά στοιχεία των μελετών που συμπεριλήφθηκαν για συγκεκριμένα καινοτόμα συμπληρώματα δείχνουν ως επί το πλείστον ένα καλό προφίλ για συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες, ωστόσο άλλες πληθυσμιακές ομάδες, όπως οι εγκυμονούσες ή τα παιδιά δεν έχουν συμπεριληφθεί στη παρούσα εργασία. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η ενίσχυση της έρευνας, με την διεξαγωγή πιο μακροπρόθεσμων κλινικών δοκιμών και σε μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, έτσι ώστε να διασφαλιστεί το προφίλ ασφάλειας των νέων ουσιών ή τυχόν παρενέργειες μακροπρόθεσμα. Επιπλέον, οι επαγγελματίες υγείας θα πρέπει να εκπαιδεύονται κατάλληλα, έτσι ώστε να είναι σε θέση να ενημερώνουν τεκμηριωμένα για τη χρήση των νέων συμπληρωμάτων και να αποτρέπουν τους καταναλωτές από παραπλανητικές διαφημίσεις συμπληρωμάτων διατροφής. Τέλος, απαιτείται η συνεργασία μεταξύ των επιστημονικών ερευνητικών ιδρυμάτων, της βιομηχανίας και των κρατικών ρυθμιστικών φορέων για την ασφαλή και ωφέλιμη ενσωμάτωση των καινοτόμων συμπληρωμάτων διατροφής στη ζωή των καταναλωτών, έτσι ώστε να υπάρχει αυστηρότερος έλεγχος στην ποιότητα και ασφάλεια των βιοδραστικών ουσιών και να καθοριστούν συγκεκριμένα εύρη για τις δόσεις αυτών των συμπληρωμάτων.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alfieri, A., D'Angelo, S., & Mazzeo, F. (2023). Role of Nutritional Supplements in Sport, Exercise and Health. *Nutrients*, 15(20), 4429. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu15204429>

Altemimi, A. B., Farag, H. A. M., Salih, T. H., Awlqadr, F. H., Al-Manhel, A. J. A., Vieira, I. R. S., & Conte-Junior, C. A. (2024). Application of Nanoparticles in Human Nutrition: A Review. *Nutrients*, 16(5), 636. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu16050636>

Amy B. Cadwallader (2022). Which Features of Dietary Supplement Industry, Product Trends, and Regulation Deserve Physicians' Attention? *AMA Journal of Ethics*. Ανακτήθηκε από: <https://journalofethics.ama-assn.org/article/which-features-dietary-supplement-industry-product-trends-and-regulation-deserve-physicians/2022-05>

An, P., Wan, S., Luo, Y., Luo, J., Zhang, X., Zhou, S., Xu, T., He, J., Mechanick, J. I., Wu, W. C., Ren, F., & Liu, S. (2022). Micronutrient Supplementation to Reduce Cardiovascular Risk. *Journal of the American College of Cardiology*, 80(24), 2269–2285. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.09.048>

Anders S., Schroeter C. (2017). The impact of nutritional supplement intake on diet behavior and obesity outcomes. *Journal Plos One*. Ανακτήθηκε από: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185258>

Andrew, R., & Izzo, A. A. (2017). Principles of pharmacological research of nutraceuticals. *British journal of pharmacology*, 174(11), 1177–1194. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1111/bph.13779>

Arlauskas R., Austys D., Stukas R. (2024). The negative health assessment and the different consumption of dietary supplements, *European Journal of Public Health*, Volume 34, Issue Supplement_3. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckae144.1526>

Banach, M., Catapano, A. L., Cicero, A. F. G., Escobar, C., Foger, B., Katsiki, N., Latkovskis, G., Rakowski, M., Reiner, Z., Sahebkar, A., Sikand, G., Penson, P. E., & On Behalf Of The International Lipid Expert Panel Ilep (2022). Red yeast rice for dyslipidaemias and cardiovascular risk reduction: A position paper of the International Lipid Expert Panel. *Pharmacological research*, 183, 106370. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2022.106370>

Bateni, Z., Rahimi, H. R., Hedayati, M., Afsharian, S., Goudarzi, R., & Sohrab, G. (2021). The effects of nano-curcumin supplementation on glycemic control, blood pressure, lipid profile, and insulin resistance in patients with the metabolic syndrome: A randomized, double-blind clinical trial. *Phytotherapy research : PTR*, 35(7), 3945–3953. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1002/ptr.7109>

Bhattacharya, T., Dutta, S., Akter, R., Rahman, M. H., Karthika, C., Nagaswarupa, H. P., Murthy, H. C. A., Fratila, O., Brata, R., & Bungau, S. (2021). Role of Phytonutrients in Nutrigenetics and Nutrigenomics Perspective in Curing Breast Cancer. *Biomolecules*, 11(8), 1176. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/biom11081176>

Bommakanti, V., Puthenparambil Ajikumar, A., Sivi, C. M., Prakash, G., Mundanat, A. S., Ahmad, F., Haque, S., Prieto, M. A., & Rana, S. S. (2023). An Overview of Herbal Nutraceuticals, Their Extraction, Formulation, Therapeutic Effects and Potential Toxicity. *Separations*, 10(3), 177. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/separations10030177>

Chandra, S., Saklani, S., Kumar, P., Kim, B., & Coutinho, H. D. M. (2022). Nutraceuticals: Pharmacologically Active Potent Dietary Supplements. *BioMed research international*, 2022, 2051017. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1155/2022/2051017>

Chopra, A. S., Lordan, R., Horbańczuk, O. K., Atanasov, A. G., Chopra, I., Horbańczuk, J. O., Jóźwik, A., Huang, L., Pirgozliev, V., Banach, M., Battino, M., & Arkells, N. (2022). The current use and evolving landscape of nutraceuticals. *Pharmacological research*, 175, 106001. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2021.106001>

Csorba, L. M. (2018). Dietary Supplements consumer protection in a global market. *Econ. Altern*, 4, 549-565. Ανακτήθηκε από: https://www.unwe.bg/uploads/Alternatives/8_Csorba_EA_4_2018_en.pdf

Cziple, S., Nagy, M., Mladěnka, P., Tóth, J., & OEMONOM. (2023). Pharmacokinetic and pharmacodynamic herb-drug interactions-part I. Herbal medicines of the central nervous system. *PeerJ*, 11, e16149. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.7717/peerj.16149>

D'Addato, S., Scandiani, L., Mombelli, G., Focanti, F., Pelacchi, F., Salvatori, E., Di Loreto, G., Comandini, A., Maffioli, P., & Derosa, G. (2017). Effect of a food supplement containing berberine, monacolin K, hydroxytyrosol and coenzyme Q₁₀ on lipid levels: a randomized,

double-blind, placebo controlled study. *Drug design, development and therapy*, 11, 1585–1592. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.2147/DDDT.S128623>

Dillon, K. N., Shariffi, B., Thompson, B., Steele, R., & Kim, J. K. (2020). Effects of Acute Grape Seed Extract Supplementation on Hemodynamics in Normal Body Weight and Obese Males. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 66(5), 427–431. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3177/jnsv.66.427>

Djaoudene, O., Romano, A., Bradai, Y. D., Zebiri, F., Ouchene, A., Yousfi, Y., Amrane-Abider, M., Sahraoui-Remini, Y.M., Madani, K. (2023). A Global Overview of Dietary Supplements: Regulation, Market Trends, Usage during the COVID-19 Pandemic, and Health Effects. *Nutrients*, 15(15), 3320. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu15153320>

Drago, L., Ciprandi, G., Brindisi, G., Brunese, F.P., Dinardo, G., Gori, A., Indolfi, C., Naso, M., Tondina, E., Trincianti, C., Varricchio, A., Zicari, A. M., Ullah, H., & Daglia, M., & the Nutraceutical, Medical Device Task Force of the Italian Society of Pediatric Allergy, Immunology (SIAIP). (2024). Certainty and uncertainty in the biological activities of resveratrol. *Food Frontiers*, 5, 849–854. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1002/fft2.375>

Durazzo, A., Nazhand, A., Lucarini, M., Atanasov, A. G., Souto, E. B., Novellino, E., Capasso, R., & Santini, A. (2020). An Updated Overview on Nanonutraceuticals: Focus on Nanoprebiotics and Nanoprobiotics. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(7), 2285. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/ijms21072285>

Dwyer, J. T., Coates, P. M., & Smith, M. J. (2018). Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources. *Nutrients*, 10(1), 41. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu10010041>

European Medicines Agency (2022). Criteria to be considered for the evaluation of new active substance (NAS) status of biological substances, pp. 14. Ανακτήθηκε από: https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/reflection-paper-criteria-be-considered-evaluation-new-active-substance-nas-status-biological-substances_en.pdf

Evans, H. M., Howe, P. R., & Wong, R. H. (2016). Clinical Evaluation of Effects of Chronic Resveratrol Supplementation on Cerebrovascular Function, Cognition, Mood, Physical Function and General Well-Being in Postmenopausal Women-Rationale and Study Design. *Nutrients*, 8(3), 150. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu8030150>

Evans, H. M., Howe, P. R., & Wong, R. H. (2017). Effects of Resveratrol on Cognitive Performance, Mood and Cerebrovascular Function in Post-Menopausal Women; A 14-Week Randomised Placebo-Controlled Intervention Trial. *Nutrients*, 9(1), 27. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu9010027>

Fanaras, K. and, Reinhard, H. (2020). The effects of Rhodiola Rosea supplementation on depression, anxiety and mood – A Systematic Review. *GLOBAL PSYCHIATRY ARCHIVES*, 3(1), 72-82. Ανακτήθηκε από: https://globalpsychiatry.co.uk/article_1318_892796627d08f3b29eb106d30943ac08.pdf

FDA, (2023). New Dietary Ingredients in Dietary Supplements - Background for Industry. Ανακτήθηκε από: <https://www.fda.gov/food/new-dietary-ingredient-ndi-notification-process/new-dietary-ingredients-dietary-supplements-background-industry>

Fiani, B., Zhu, L., Musch, B. L., Briceno, S., Andel, R., Sadeq, N., & Ansari, A. Z. (2021). The Neurophysiology of Caffeine as a Central Nervous System Stimulant and the Resultant Effects on Cognitive Function. *Cureus*, 13(5), e15032. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.7759/cureus.15032>

García, J. L., de Vicente, M., & Galán, B. (2017). Microalgae, old sustainable food and fashion nutraceuticals. *Microbial biotechnology*, 10(5), 1017–1024. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12800>

Ghanbari, P., Raiesi, D., Alboebadi, R., Zarejavid, A., Dianati, M., Razmi, H., & Bazyar, H. (2024). The effects of grape seed extract supplementation on cardiovascular risk factors, liver enzymes and hepatic steatosis in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomised, double-blind, placebo-controlled study. *BMC complementary medicine and therapies*, 24(1), 192. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1186/s12906-024-04477-3>

Goktas, Z., Zu, Y., Abbasi, M., Galyean, S., Wu, D., Fan, Z., & Wang, S. (2020). Recent Advances in Nanoencapsulation of Phytochemicals to Combat Obesity and Its Comorbidities. *Journal of agricultural and food chemistry*, 68(31), 8119–8131. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c00131>

Gómez Afonso, A., Fernandez-Lazaro, D., Adams, D. P., Monserdà-Vilaró, A., & Fernandez-Lazaro, C. I. (2023). Effects of Withania somnifera (Ashwagandha) on Hematological and Biochemical Markers, Hormonal Behavior, and Oxidant Response in Healthy Adults: A

Systematic Review. *Current nutrition reports*, 12(3), 465–477. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1007/s13668-023-00481-0>

Hernández-Lepe, M. A., Wall-Medrano, A., López-Díaz, J. A., Juárez-Oropeza, M. A., Hernández-Torres, R. P., & Ramos-Jiménez, A. (2019). Hypolipidemic Effect of *Arthrospira (Spirulina) maxima* Supplementation and a Systematic Physical Exercise Program in Overweight and Obese Men: A Double-Blind, Randomized, and Crossover Controlled Trial. *Marine drugs*, 17(5), 270. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/md17050270>

Howiecka, K., Maślej, M., Czajka, M., Pawłowski, A., Więckowski, P., Styk, T., Gołkiewicz, M., Kuzdraliński, A., Koch, W. (2022). Lifestyle, Eating Habits, and Health Behaviors Among Dietary Supplement Users in Three European Countries. *Journal: Frontiers in Public Health* Vol. 10. Ανακτήθηκε από: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2022.892233>

Irimie, A. I., Braicu, C., Pasca, S., Magdo, L., Gulei, D., Cojocneanu, R., Ciocan, C., Olariu, A., Coza, O., & Berindan-Neagoe, I. (2019). Role of Key Micronutrients from Nutrigenetic and Nutrigenomic Perspectives in Cancer Prevention. *Medicina*, 55(6), 283. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/medicina55060283>

Jabczyk, M., Nowak, J., Hudzik, B., & Zubelewicz-Szkodzińska, B. (2021). Curcumin in Metabolic Health and Disease. *Nutrients*, 13(12), 4440. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu13124440>

Jampilek, J., Kos, J., & Kralova, K. (2019). Potential of Nanomaterial Applications in Dietary Supplements and Foods for Special Medical Purposes. *Nanomaterials*, 9(2), 296. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nano9020296>

Jazayeri-Tehrani, S. A., Rezayat, S. M., Mansouri, S., Qorbani, M., Alavian, S. M., Daneshi-Maskooni, M., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2019). Nano-curcumin improves glucose indices, lipids, inflammation, and Nesfatin in overweight and obese patients with non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a double-blind randomized placebo-controlled clinical trial. *Nutrition & metabolism*, 16, 8. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1186/s12986-019-0331-1>

Kamat, D., Al-Ajlouni, Y. A., & Hall, R. C. W. (2023). The Therapeutic Impact of Plant-Based and Nutritional Supplements on Anxiety, Depressive Symptoms and Sleep Quality among

Adults and Elderly: A Systematic Review of the Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5171. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/ijerph20065171>

Kanellou, A., Papatesta, E. M., Martimianaki, G., Peppas, E., Stratou, M., & Trichopoulou, A. (2023). Dietary supplement use in Greece: methodology and findings from the National Health and Nutrition Survey – HYDRIA (2013–2014). *British Journal of Nutrition*, 129(12), 2174–2181. Ανακτήθηκε από: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/dietary-supplement-use-in-greece-methodology-and-findings-from-the-national-health-and-nutrition-survey-hydria-20132014/2D58AC826B8E68BBFC33785BDE655A79>

Kassem, N. M., Abdelmegid, Y. A., El-Sayed, M. K., Sayed, R. S., Abdel-Aalla, M. H., & Kassem, H. A. (2023). Nutrigenomics and microbiome shaping the future of personalized medicine: a review article. *Journal, genetic engineering & biotechnology*, 21(1), 134. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1186/s43141-023-00599-2>

Kaur, D., Rasane, P., Singh, J., Kaur, S., Kumar, V., Mahato, D. K., Dey, A., Dhawan, K., & Kumar, S. (2019). Nutritional Interventions for Elderly and Considerations for the Development of Geriatric Foods. *Current aging science*, 12(1), 15–27. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.2174/1874609812666190521110548>

Kim, G. W., Gocovski, G., Wu, C. J., & Yang, X. J. (2010). Dietary, metabolic, and potentially environmental modulation of the lysine acetylation machinery. *International journal of cell biology*, 2010, 632739. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1155/2010/632739>

Koushki, M., Amiri-Dashatan, N., Ahmadi, N., Abbaszadeh, H. A., & Rezaei-Tavirani, M. (2018). Resveratrol: A miraculous natural compound for diseases treatment. *Food science & nutrition*, 6(8), 2473–2490. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1002/fsn3.855>

Kumar, N., Nawaz, Z., Samerguy, P. (2023). The power of social media fitness influencers on supplements: how they affect buyer's purchase decision?, Vol. 18 No. 1, pp. 27-46. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1108/IJPHM-04-2022-0037>

Lee E, Jung HS, Jang JA. (2023). Consumers' perceptions of dietary supplements before and after the COVID-19 pandemic based on big data. *J Nutr Health*. 56(3), 330-347. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.4163/jnh.2023.56.3.330>

Licata, A., Seidita, A., Como, S., de Carlo, G., Cammilleri, M., Bonica, R., Soresi, M., Veronese, N., Chianetta, R., Citarrella, R., Giannitrapani, L., & Barbagallo, M. (2025). Herbal and Dietary Supplements as Adjunctive Treatment for Mild SARS-CoV-2 Infection in Italy. *Nutrients*, 17(2), 230. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu17020230>

Liu, Z., de Souza, T. S. P., Holland, B., Dunshea, F., Barrow, C., & Suleria, H. A. R. (2023). Valorization of Food Waste to Produce Value-Added Products Based on Its Bioactive Compounds. *Processes*, 11(3), 840. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/pr11030840>

López-Rodríguez, R., Domínguez, L., Fernández-Ruiz, V., & Cámara, M. (2022). Extracts Rich in Nutrients as Novel Food Ingredients to Be Used in Food Supplements: A Proposal Classification. *Nutrients*, 14(15), 3194. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu14153194>

Lopresti, A. L., Smith, S. J., Malvi, H., & Kodgule, R. (2019). An investigation into the stress-relieving and pharmacological actions of an ashwagandha (*Withania somnifera*) extract: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Medicine*, 98(37), e17186. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017186>

Lu, Y., Deng, B., Xu, L., Liu, H., Song, Y., & Lin, F. (2022). Effects of *Rhodiola Rosea* Supplementation on Exercise and Sport: A Systematic Review. *Frontiers in nutrition*, 9, 856287. Ανακτήθηκε από: <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2022.856287/full>

Magno, S., Ceccarini, G., Pelosini, C., Jaccheri, R., Vitti, J., Fierabracci, P., Salvetti, G., Airoidi, G., Minale, M., Saponati, G., & Santini, F. (2018). LDL-cholesterol lowering effect of a new dietary supplement: an open label, controlled, randomized, cross-over clinical trial in patients with mild-to-moderate hypercholesterolemia. *Lipids in health and disease*, 17(1), 124. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0775-8>

Martínez-Sámano, J., Torres-Montes de Oca, A., Luqueño-Bocardo, O. I., Torres-Durán, P. V., & Juárez-Oropeza, M. A. (2018). *Spirulina maxima* Decreases Endothelial Damage and Oxidative Stress Indicators in Patients with Systemic Arterial Hypertension: Results from Exploratory Controlled Clinical Trial. *Marine Drugs*, 16(12), 496. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/md16120496>

Mazza, A., Lenti, S., Schiavon, L., Di Giacomo, E., Tomasi, M., Manunta, R., Torin, G., Townsend, D. M., & Rubello, D. (2018). Effect of Monacolin K and COQ10 supplementation

in hypertensive and hypercholesterolemic subjects with metabolic syndrome. *Biomedicine & pharmacotherapy* = *Biomedecine & pharmacotherapie*, 105, 992–996. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.06.076>

Mielgo-Ayuso, J., Marques-Jiménez, D., Refoyo, I., Del Coso, J., León-Guereño, P., & Calleja-González, J. (2019). Effect of Caffeine Supplementation on Sports Performance Based on Differences Between Sexes: A Systematic Review. *Nutrients*, 11(10), 2313. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu11102313>

Mikulska, P., Malinowska, M., Ignacyk, M., Szustowski, P., Nowak, J., Pesta, K., Szela, M., Szklanny, D., Judasz, E., Kaczmarek, G., Ejiohuo, O. P., Paczkowska-Walendowska, M., Gościński, A., & Cielecka-Piontek, J. (2023). Ashwagandha (*Withania somnifera*)—Current Research on the Health-Promoting Activities: A Narrative Review. *Pharmaceutics*, 15(4), 1057. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15041057>

Miranda, R. B., Weimer, P., & Rossi, R. C. (2021). Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis. *International journal of dermatology*, 60(12), 1449–1461. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1111/ijd.15518>

Mohammad, M., Karim, D., Mehdi, M., Marziyeh, S., Hadi, S., & Shila, N. (2022). The Combinatory Effect of Spirulina Supplementation and Resistance Exercise on Plasma Contents of Adipolin, Apelin, Ghrelin, and Glucose in Overweight and Obese Men. *Mediators of inflammation*, 2022, 9539286. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1155/2022/9539286>

Mollace, V., Rosano, G. M. C., Anker, S. D., Coats, A. J. S., Seferovic, P., Mollace, R., Tavernese, A., Gliozzi, M., Musolino, V., Carresi, C., Maiuolo, J., Macrì, R., Bosco, F., Chiochi, M., Romeo, F., Metra, M., & Volterrani, M. (2021). Pathophysiological Basis for Nutraceutical Supplementation in Heart Failure: A Comprehensive Review. *Nutrients*, 13(1), 257. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu13010257>

Moosavian, S. P., Paknahad, Z., Habibagahi, Z., & Maracy, M. (2020). The effects of garlic (*Allium sativum*) supplementation on inflammatory biomarkers, fatigue, and clinical symptoms in patients with active rheumatoid arthritis: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Phytotherapy research* : PTR, 34(11), 2953–2962. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1002/ptr.6723>

Naselli, F., Cardinale, P. S., Vasto, S., Proia, P., Baldassano, S., Caradonna, F. (2024). Challenges and future perspectives of sustainable supplements, functional foods, and nutrigenomics in athletic performance. *Human Movement*, 25(4), 1-15. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.5114/hm/193084>

National Institutes of Health (2023). Dietary Supplements: What You Need to Know. Ανακτήθηκε από: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/WYNTK-Consumer/>

Nirmal, N. P., Khanashyam, A. C., Mundanat, A. S., Shah, K., Babu, K. S., Thorakkattu, P., Al-Asmari, F., & Pandiselvam, R. (2023). Valorization of Fruit Waste for Bioactive Compounds and Their Applications in the Food Industry. *Foods*, 12(3), 556. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/foods12030556>

Nouri-Vaskeh, M., Afshan, H., Malek Mahdavi, A., Alizadeh, L., Fan, X., & Zarei, M. (2020). Curcumin ameliorates health-related quality of life in patients with liver cirrhosis: A randomized, double-blind placebo-controlled trial. *Complementary therapies in medicine*, 49, 102351. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102351>

Och, A., Och, M., Nowak, R., Podgórska, D., & Podgórski, R. (2022). Berberine, a Herbal Metabolite in the Metabolic Syndrome: The Risk Factors, Course, and Consequences of the Disease. *Molecules*, 27(4), 1351. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/molecules27041351>

Odai, T., Terauchi, M., Kato, K., Hirose, A., & Miyasaka, N. (2019). Effects of Grape Seed Proanthocyanidin Extract on Vascular Endothelial Function in Participants with Prehypertension: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Nutrients*, 11(12), 2844. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu11122844>

Pateiro, M., Gómez, B., Munekata, P. E. S., Barba, F. J., Putnik, P., Kovačević, D. B., & Lorenzo, J. M. (2021). Nanoencapsulation of Promising Bioactive Compounds to Improve Their Absorption, Stability, Functionality and the Appearance of the Final Food Products. *Molecules*, 26(6), 1547. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/molecules26061547>

Pavlidou, E., Poullos, E., Papadopoulou, S. K., Fasoulas, A., Dakanalis, A., & Giaginis, C. (2024). Clinical Evidence on the Potential Beneficial Effects of Diet and Dietary Supplements

against COVID-19 Infection Risk and Symptoms' Severity. *Medical Sciences*, 12(1), 11. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/medsci12010011>

Prete, V., Abate, A. C., Di Pietro, P., De Lucia, M., Vecchione, C., & Carrizzo, A. (2024). Beneficial Effects of *Spirulina* Supplementation in the Management of Cardiovascular Diseases. *Nutrients*, 16(5), 642. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu16050642>

Puri, V., Nagpal, M., Singh, I., Singh, M., Dhingra, G. A., Huanbutta, K., Dheer, D., Sharma, A., & Sangnim, T. (2022). A Comprehensive Review on Nutraceuticals: Therapy Support and Formulation Challenges. *Nutrients*, 14(21), 4637. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu14214637>

Righetti, L., Dall'Asta, C., & Bruni, R. (2021). Risk Assessment of RYR Food Supplements: Perception vs. Reality. *Frontiers in nutrition*, 8, 792529. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.792529>

Ronis, M.J.J., Pedersen, K.M., Watt, J. (2018). Adverse Effects of Nutraceuticals and Dietary Supplements. *Annual review of pharmacology and toxicology*, 58, 583-601. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010617-052844>

Rosales, T. K. O., & Fabi, J. P. (2023). Valorization of polyphenolic compounds from food industry by-products for application in polysaccharide-based nanoparticles. *Frontiers in nutrition*, 10, 1144677. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1144677>

Rudrapal, M., Mishra, A. K., Rani, L., Sarwa, K. K., Zothantluanga, J. H., Khan, J., Kamal, M., Palai, S., Bendale, A. R., Talele, S. G., Pathan, V. T., Borse, L. B., Neharkar, V. S., & Sahoo, P. K. (2022). Nanodelivery of Dietary Polyphenols for Therapeutic Applications. *Molecules*, 27(24), 8706. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/molecules27248706>

Sadeghian, M., Rahmani, S., Jamialahmadi, T., Johnston, T. P., & Sahebkar, A. (2021). The effect of oral curcumin supplementation on health-related quality of life: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of affective disorders*, 278, 627–636. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.09.091>

Serrano, J. C. E., Castro-Boqué, E., García-Carrasco, A., Morán-Valero, M. I., González-Hedström, D., Bermúdez-López, M., Valdivielso, J. M., Espinel, A. E., & Portero-Otín, M. (2023). Antihypertensive Effects of an Optimized Aged Garlic Extract in Subjects with Grade

I Hypertension and Antihypertensive Drug Therapy: A Randomized, Triple-Blind Controlled Trial. *Nutrients*, 15(17), 3691. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu15173691>

Shabbir, U., Rubab, M., Tyagi, A., & Oh, D.-H. (2021). Curcumin and Its Derivatives as Theranostic Agents in Alzheimer's Disease: The Implication of Nanotechnology. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 196. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/ijms22010196>

Smith, S. J., Lopresti, A. L., & Fairchild, T. J. (2023). Exploring the efficacy and safety of a novel standardized ashwagandha (*Withania somnifera*) root extract (Witholytin®) in adults experiencing high stress and fatigue in a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)*, 37(11), 1091–1104. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1177/02698811231200023>

Soltani, M., Hosseinzadeh-Attar, M. J., Rezaei, M., Alipoor, E., Vasheghani-Farahani, A., Yaseri, M., & Rezayat, S. M. (2024). Effect of nano-curcumin supplementation on cardiometabolic risk factors, physical and psychological quality of life, and depression in patients with coronary slow flow phenomenon: a randomized double-blind clinical trial. *Trials*, 25(1), 515. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1186/s13063-024-08354-9>

Sprenkel, M., Laskowski, R. & Jost, Z. *Withania somnifera* (Ashwagandha) supplementation: a review of its mechanisms, health benefits, and role in sports performance. *Nutr Metab (Lond)* 22, 9 (2025). Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1186/s12986-025-00902-7>

Suliburska, J., Szulińska, M., Tinkov, A. A., & Bogdański, P. (2016). Effect of Spirulina maxima Supplementation on Calcium, Magnesium, Iron, and Zinc Status in Obese Patients with Treated Hypertension. *Biological trace element research*, 173(1), 1–6. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0623-5>

Szulinska, M., Gibas-Dorna, M., Miller-Kasprzak, E., Suliburska, J., Miczke, A., Walczak-Galezewska, M., Stelmach-Mardas, M., Walkowiak, J., & Bogdanski, P. (2017). Spirulina maxima improves insulin sensitivity, lipid profile, and total antioxidant status in obese patients with well-treated hypertension: a randomized double-blind placebo-controlled study. *European review for medical and pharmacological sciences*, 21(10), 2473–2481. Ανακτήθηκε από: <https://www.europeanreview.org/wp/wp-content/uploads/2473-2481-Spirulina-maxima-in-obesity-a-randomized-study.pdf>

Thaung Zaw, J. J., Howe, P. R., & Wong, R. H. (2021). Long-term effects of resveratrol on cognition, cerebrovascular function and cardio-metabolic markers in postmenopausal women: A 24-month randomised, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 40(3), 820–829. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.08.025>

Trimarco, B., & Santulli, G. (2024). Dietary Supplements in Cardiovascular and Metabolic Diseases. *Nutrients*, 16(10), 1418. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu16101418>

Valls, R. M., Companys, J., Calderón-Pérez, L., Salamanca, P., Pla-Pagà, L., Sandoval-Ramírez, B. A., Bueno, A., Puzo, J., Crescenti, A., Bas, J. M. D., Caimari, A., Salamanca, A., Espinel, A. E., Pedret, A., Arola, L., & Solà, R. (2022). Effects of an Optimized Aged Garlic Extract on Cardiovascular Disease Risk Factors in Moderate Hypercholesterolemic Subjects: A Randomized, Crossover, Double-Blind, Sustained and Controlled Study. *Nutrients*, 14(3), 405. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu14030405>

Van den Driessche, J. J., Plat, J., Konings, M. C. J. M., & Mensink, R. P. (2020). Effects of spirulina and wakame consumption on intestinal cholesterol absorption and serum lipid concentrations in non-hypercholesterolemic adult men and women. *European journal of nutrition*, 59(5), 2229–2236. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02073-7>

Verma, N., Gupta, S. K., Patil, S., Tiwari, S., & Mishra, A. K. (2024). Effects of Ashwagandha (*Withania somnifera*) standardized root extract on physical endurance and VO_{2max} in healthy adults performing resistance training: An eight-week, prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *F1000Research*, 12, 335. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.12688/f1000research.130932.2>

Vesnina, A., Prosekov, A., Atuchin, V., Minina, V., & Ponasenko, A. (2022). Tackling Atherosclerosis via Selected Nutrition. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(15), 8233. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/ijms23158233>

Wang, Z., Du, H., Li, H., Zhao, K., Zhao, B., Ma, Y., Zhang, J., Wu, K., Jiang, W., & Liu, C. (2025). Effects of the Combined Supplementation of Caffeine and Rhodiola Rosea with Resistance Training on Lower Limb Explosive Power in Male Volleyball Players. *Nutrients*, 17(4), 681. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/nu17040681>

Wankhede, S., Langade, D., Joshi, K., Sinha, S. R., & Bhattacharyya, S. (2015). Examining the effect of *Withania somnifera* supplementation on muscle strength and recovery: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 43. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0104-9>

Wierzejska, R. E. (2021). Dietary Supplements—For Whom? The Current State of Knowledge about the Health Effects of Selected Supplement Use. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 8897. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/ijerph18178897>

Wilar, G., Suhandi, C., Fukunaga, K., Shigeno, M., Kawahata, I., Abdulah, R., & Sasaki, T. (2025). Effects of nanocurcumin supplementation on metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Pharmacological research*, 213, 107641. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2025.107641>

Williamson, E. M., Liu, X., & Izzo, A. A. (2020). Trends in use, pharmacology, and clinical applications of emerging herbal nutraceuticals. *British journal of pharmacology*, 177(6), 1227–1240. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1111/bph.14943>

Xu, C., Mathews, A. E., Rodrigues, C., Eudy, B. J., Rowe, C. A., O'Donoughue, A., & Percival, S. S. (2018). Aged garlic extract supplementation modifies inflammation and immunity of adults with obesity: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clinical nutrition ESPEN*, 24, 148–155. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2017.11.010>

Zuccari, G., & Alfei, S. (2023). Development of Phytochemical Delivery Systems by Nano-Suspension and Nano-Emulsion Techniques. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(12), 9824. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.3390/ijms24129824>