



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων (ΤΕ.ΓΕ.Π.)



Πτυχιακή Εργασία

«ΤΑ ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΩΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ»

Σπουδάστρια: Λουκαρέα Σταυρούλα Παναγιώτα (Α.Μ.:2002230)

Επόπτης καθηγητής: κ. Ζακυνθινός Γ.

Καλαμάτα, 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω σε όλα τα πρόσωπα που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας, την οικογένειά μου, τους εργαζόμενους όλων των φορέων και των βιβλιοθηκών στις όποιες απευθύνθηκα, και ιδιαίτερα τον καθηγητή μου ο οποίος με βοήθησε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Η πτυχιακή εργασία με θέμα «Τα Φυτοχημικά Ως Συμπλήρωμα Διατροφής» έχει ως κύριο σκοπό να αναδείξει την σπουδαιότητα της διατροφικής επιλογής των φυτοχημικών αλλά και την εύρεση της επίδρασης των συμπληρωμάτων διατροφής που περιέχουν φυτοχημικά στον ανθρώπινο οργανισμό.

Η εργασία διακρίνεται από επιμέρους τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται στοιχεία σχετικά με τα φυτοχημικά και ειδικότερα: ορισμός, ιστορικά στοιχεία, λειτουργίες, πηγές, κατηγορίες (φαινολικά φυτοχημικές ενώσεις, άλλα φαινολικά φυτοχημικά, καροτενοειδή, φυτοστερόλες, χημικές ενώσεις που περιέχουν θείο, σαπωνίνες), επίδραση καλλιέργειας και κλίματος στη συγκέντρωσή τους, επίδραση της μαγειρικής παρασκευής στη σύστασή τους και τοξικότητα αυτών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την διατροφή, την επιλογή ορθού διαιτολογίου και την πυραμίδα διατροφής, τα συμπληρώματα διατροφής (στόχοι, επιπτώσεις στην υγεία, αναγκαιότητα, ταξινόμηση, μορφές λήψης, υπερβολική κατανάλωση και παρενέργειες). Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι ελεύθερες ρίζες, ο καρκίνος και οι ελεύθερες ρίζες (μεθυλίωση DNA και καρκινογένεση, θεωρία καρκινογένεσης), οι καρκινογόνες ουσίες στη διατροφή, τα φυτικά συμπληρώματα διατροφής και οι ευεργετικές δράσεις τους, και κάποια κρίσιμα ερωτήματα για τα φυτικά συμπληρώματα διατροφής, όπως: φυτικά ή χημικά συμπληρώματα διατροφής, τροφές πλούσιες σε φυτοχημικά ή συμπληρώματα διατροφής με φυτοχημικά;

Όλη αυτή η προσπάθεια οδηγείται στην διεξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων για την σπουδαιότητα της κατανάλωσης φυτοχημικών τόσο από φυσικές τροφές όσο και ολοκληρωμένα συμπληρώματα διατροφής.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	6
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ	10
1.1. Φυτοχημικά: Εισαγωγή, ορισμός & ιστορικά στοιχεία	10
1.2. Φυτοχημικά: Λειτουργίες	13
1.3. Φυτοχημικά: Πηγές	14
1.4. Φυτοχημικά: Κατηγορίες	16
1.4.1. Φαινολικά φυτοχημικές ενώσεις	17
1.4.2. Άλλα φαινολικά φυτοχημικά	29
1.4.3. Καροτενοειδή	34
1.4.5. Φυτοστερόλες	37
1.4.6. Χημικές ενώσεις που περιέχουν θείο	40
1.4.7. Σαπωνίνες	42
1.5. Επίδραση καλλιέργειας & κλίματος στη συγκέντρωση των φυτοχημικών	44
1.6. Επίδραση της μαγειρικής παρασκευής στη σύσταση των φυτοχημικών	46
1.7. Φυτοχημική τοξικότητα	47
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	50
2.1. Διατροφή	50
2.2. Επιλογή ορθού διαιτολογίου και πυραμίδα διατροφής	52
2.3. Συμπληρώματα διατροφής	53

2.3.1. Στόχοι συμπληρωμάτων διατροφής	58
2.3.2. Επιπτώσεις συμπληρωμάτων διατροφής στην υγεία.....	59
2.3.3. Αναγκαιότητα συμπληρωμάτων διατροφής.....	61
2.3.4. Ταξινόμηση συμπληρωμάτων διατροφής.....	63
2.3.5. Μορφές λήψης συμπληρωμάτων διατροφής	65
2.3.6. Υπερβολική κατανάλωση και παρενέργειες συμπληρωμάτων διατροφής.....	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ, ΚΑΡΚΙΝΟΣ & ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΣΕ

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ.....	69
3.1. Ελευθερες Ριζες.....	69
3.2. Καρκίνος και ελεύθερες ρίζες.....	70
3.2.1. Μεθυλίωση DNA & καρκινογένεση	72
3.2.2. Θεωρία καρκινογένεσης	73
3.2.3. Καρκινογόνες ουσίες στη διατροφή.....	75
3.2.4. Επιγενετική	76
3.3. Φυτικά συμπληρώματα διατροφής & ευεργετικές δράσεις.....	76
3.4. Παραδείγματα φυτικών συμπληρωμάτων του εμπορίου.....	76
3.5. Κρίσιμα ερωτήματα για τα φυτικά συμπληρώματα διατροφής.....	85
3.5.1. Φυτικά ή χημικά συμπληρώματα διατροφής;.....	86
3.5.2. Τροφές πλούσιες σε φυτοχημικά ή συμπληρώματα διατροφής με φυτοχημικά;	86
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	91

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα φυτοχημικών	16
--	----

Εικόνα 1. Διατροφική Πυραμίδα	15
Εικόνα 2. Απεικόνιση του χημικού τύπου των ανθοκυανών	18
Εικόνα 3. Απεικόνιση του χημικού τύπου των φλαβονόλων, φλαβόνων, φλαβανόλων.....	20
Εικόνα 4. Απεικόνιση του χημικού τύπου ναριγκενίνης	23
Εικόνα 5. Χημικές δομές κυριότερων ισοφλαβονών	25
Εικόνα 6. Χημική δομή φυτοαλεξίνων	28
Εικόνα 7. Χημική δομή της υδρολυόμενης ταττίνης.....	30
Εικόνα 8. Χημική δομή στα στυλβένια.....	31
Εικόνα 9. Χημικές δομές εντερολακτόνης, εντεροδιόλης.....	33
Εικόνα 10. Χημική δομή των κυριότερων καροτενοειδών	35
Εικόνα 11. Χημική δομή φυτοστερολών	38
Εικόνα 12. Χημική δομή αλλισίνης.....	40
Εικόνα 13. Χημικός τύπος των σαπωνίνων.....	43

Τα τρόφιμα είναι πολύ σημαντικά για τον οργανισμό του ανθρώπου γιατί παρέχουν τα αναγκαία συστατικά και προσδίδουν την ενέργεια που απαιτείται για την αύξηση και την επιβίωση του. Η σπουδαιότητα των τροφών οφείλεται στις πολυάριθμες χημικές ουσίες που παρέχουν, δηλαδή θρεπτικά συστατικά. Τα φρούτα και τα λαχανικά έχουν μεγάλη θρεπτική αξία και μπορούν να παρέχουν οφέλη στην υγεία πέρα από τις θρεπτικές απαιτήσεις. Τα λαχανικά και τα φρούτα είναι υγιεινά, το οποίο οφείλεται πιθανώς σε κάποια ισορροπία μεταξύ των φυτοχημικών, των καροτενοειδών, των βιταμινών, των ινών και των ανόργανων αλάτων. Οι ουσίες αυτές καλούνται φυτοχημικές ουσίες που εμφανίζονται φυσικά στα τρόφιμα και μέχρι σήμερα περισσότερο από 100.000 έχουν απομονωθεί και προσδιοριστεί (Bao & Fenwick, 2004).

Ορισμένα φυτοχημικά συμβάλλουν στα φωτεινά και ζωηρά χρώματα που βρίσκονται στα φρούτα και τα λαχανικά καθώς έχει διαπιστωθεί ότι είναι αναγκαία συστατικά για τη βιοσύνθεση βασικών ουσιών που χρειάζονται στην αύξηση και διαφοροποίηση των φυτών, όπως για παράδειγμα οι φυτοορμόνες, οι χρωστικές, τα φυτοχρώματα και τα συνένζυμα (Καραμπουρνιώτης, 2003).

Η μεγάλη διατροφική αξία των φρούτων, λαχανικών, σιτηρών, δημητριακών και φασολιών είναι δεδομένη και η σημαντική συμμετοχή τους στην αποτελεσματικότητα του ανοσοποιητικού συστήματος για την αποφυγή ασθενειών όπως καρδιαγγειακών παθήσεων, παθήσεων του νευρικού συστήματος, καρκίνου, διαβήτη, οστεοπόρωσης και προβλημάτων όρασης είναι γεγονός (Russo et al, 2005, Barh, 2008, Scott et al, 2009). Οι ιδιότητες αυτές αποδίδονται σε συστατικά όπως αλκαλοειδή, καροτενοειδή, οργανοσουλφίδια, φλαβονοειδή, φυτοστερόλες, σαπωνίνες, ανθοκυανίνες, μονοτερπένια, ισοφλαβόνες, μονοφερόλες, ξανθοφύλλες που κατά την επιστημονική ορολογία, αποτελούν την ομάδα των φυτοχημικών. Τα φυτοχημικά περιέχονται σε μια ευρεία ποικιλία φυτικών νωπών προϊόντων τα οποία περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις διάφορων κατηγοριών φυτοχημικών, παράγονται από τα φυτά σαν αντίδραση σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες. Η υιοθέτηση μιας ισορροπημένης διατροφής που περιέχει ποικίλα φρούτα και λαχανικά θα βοηθήσει παγκόσμια τον ανθρώπινο πληθυσμό του πλανήτη μας να απολαύσει τα συνδυασμένα οφέλη των φυτοχημικών (Chen et al, 2007).

Επιπλέον, οι υψηλές συγκεντρώσεις αυτών των χημικών ουσιών είναι τοξικές και μπορούν να συμπεριφερθούν στα φάρμακα (Butler, 2005). Βέβαια, πρέπει να τονιστεί ότι πολύ λίγα έχουν αποδειχθεί σχετικά με τα οφέλη των φυτοχημικών συμπληρωμάτων διατροφής που πωλούνται στα καταστήματα υγιεινής διατροφής (Dekker, 2004). Βέβαια, έχει αποδειχθεί ότι η μεμονωμένη λήψη φυτοχημικών ως συμπλήρωμα διατροφής, δεν έχει τα αναμενόμενα θετικά αποτελέσματα, σε σχέση με την λήψη τους από την κατανάλωση φυτικών τροφών. Οι φυτοχημικές ενώσεις φαίνεται πως λειτουργούν και συνεργάζονται μεταξύ τους όταν λαμβάνονται από κάποιο τρόφιμο και όχι ξεχωριστά με τη μορφή συμπληρωμάτων διατροφής (Bao & Fenwick, 2004, Shahidi & Ho, 2005, Shahidi et al, 2008, Zhu et al, 2009).

Όλα τα παραπάνω αποτέλεσαν και το ερέθισμα για την συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

1.1. Φυτοχημικά: Εισαγωγή, ορισμός & ιστορικά στοιχεία

Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι πλούσιες πηγές θρεπτικών συστατικών και φυτικών ινών. Επίσης περιέχουν μια μεγάλη ποικιλία δευτερογενών μεταβολιτών που παρέχουν στο φυτό χρώμα, γεύση, αντιμικροβιακή και εντομοκτόνο δράση, καθώς και άλλες ιδιότητες. Πολλές από τις δυνητικά προστατευτικές ενώσεις των φυτών που ονομάζουμε φυτοχημικά προσελκύουν τώρα μεγάλο ενδιαφέρον (Cassidy & Dalais, 2008).

Οι ορισμοί των φυτοχημικών πολλοί, οι εξής:

- «Οι φυτοχημικές ενώσεις, ή αλλιώς φυτοθρεπτικά συστατικά, είναι φυτικές χημικές ενώσεις με ποικίλες φυσιολογικές δράσεις στους θηλαστικούς οργανισμούς. Πολλές από αυτές τις ενώσεις είναι παρούσες σε όλο το φυτικό βασίλειο και ως εκ τούτου βρίσκονται στην καθημερινή διατροφή» (Cassidy & Dalais, 2008).
- «Τα φυσιολογικά δραστικά συστατικά των τροφών τα οποία προέρχονται από τα φυτά ονομάζονται φυτοχημικά (*phytochemicals*), ενώ όσα προέρχονται από το ζωικό βασίλειο ονομάζονται ζωοχημικά (*zoochemicals*)» (Σφλωμός, 2002).
- «Φυτοχημικά συστατικά ορίζονται μη θρεπτικά συστατικά τα οποία βρίσκονται στα φρούτα και στα λαχανικά, ορισμένα δίνουν σε αυτά το χρώμα και το άρωμα, και συντελούν στην προστασία τους από ορισμένες ασθένειες και γενικότερα επιβλαβείς εξωτερικούς παράγοντες» (Παπαγεωργίου, 2005).
- «Έχει αναγνωριστεί ότι η διατροφή του ανθρώπου περιέχει, εκτός από τα απαραίτητα μικρο- και μακρο- θρεπτικά συστατικά, μια σύνθετη ομάδα φυσικά προερχόμενων βιοενεργών μη θρεπτικών συστατικών (*non-nutrients*), τα οποία καλούνται φυτοχημικά (*phytochemicals*). Οι ενώσεις αυτές αν ενσωματωθούν στη διατροφή είτε φυσικά ως αναπόσπαστο μέρος του τροφίμου, είτε ως συμπλήρωμα τροφίμου, μπορεί να παρέχουν

μακροπρόθεσμα σημαντικά οφέλη για την υγεία. Τα φυτοχημικά είναι ενώσεις που απαντώνται στα φυτά (φυσικής προέλευσης) και ο αριθμός τέτοιων ενώσεων που αναγνωρίζεται ότι έχουν βιολογική δραστηριότητα αυξάνεται σημαντικά, καθώς οι επιδημιολογικές έρευνες εξακολουθούν να δείχνουν πιθανές θετικές συσχετίσεις μεταξύ της διατροφής και της υγείας του ανθρώπου» (Murkies et al. 1998).

- «Τα φυτοχημικά είναι μη θρεπτικές χημικές ουσίες των φυτών που έχουν προστατευτικές ή προληπτικές ιδιότητες για πολλές ασθένειες» (Oleszek, 2002a, Dekker, 2004).

Αρχικά τα φυτοχημικά ταξινομήθηκαν ως βιταμίνες, όμως αυτή η άποψη ήταν λάθος και τώρα οι φυτοχημικές ουσίες ταξινομούνται με βάση τη μοριακή τους δομή και με τη λειτουργία που εκτελούν στο σώμα. Τα φυτοχημικά προστατεύουν τα φυτά από τα βακτήρια, τους ιούς και τους μύκητες. Δεν είναι ουσιαστικές θρεπτικές ουσίες και δεν απαιτούνται από το ανθρώπινο σώμα για τη στήριξη της ζωής. Οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι η κατανάλωση φυτοχημικών ουσιών ως τμήμα της διατροφής του ανθρώπου μπορεί να αποτρέψει διάφορες ασθένειες όπως τις καρδιακές παθήσεις και τον καρκίνο (Oleszek, 2003, Dekker, 2004).

Μεταξύ των πιο σημαντικών ομάδων των φυτοχημικών ενώσεων είναι τα καροτενοειδή, τα φλαβονοειδή, τα πιο σύνθετα φαινολικά, οι φυτοστερόλες και οι γλυκοζυνολίτες. Τα φυτά επίσης περιέχουν πολυάριθμα φυτοχημικά (και θρεπτικά συστατικά), ενώσεις όπως οι ινδόλες, οι ισοφλαβόνες και οι πολυφαινόλες, που δεν έχουν θρεπτική αξία, αλλά μπορούν να επηρεάσουν διάφορες μεταβολικές διεργασίες του σώματος. Συνολικά, τα φυτοχημικά με τις αντιοξειδωτικές θρεπτικές ουσίες αναφέρονται ως θρεπτοφαρμακευτικά. Πρόκειται για συστατικά των τροφών που μπορούν να παρέχουν ιατρικό όφελος ή όφελος στην υγεία (Rajaram, 2003). Οι παραπάνω κατηγορίες ταξινομούνται με βάση τα χημικά και δομικά χαρακτηριστικά τους. Αυτό το κεφάλαιο θα επικεντρωθεί στις διαφορετικές κατηγορίες φυτοχημικών ενώσεων και στη σχέση τους με τις διάφορες νόσους (Cassidy & Dalais, 2008).

Αποτελέσματα αρκετών ερευνών υποστηρίζουν ότι ορισμένα φυτοχημικά μπορεί να έχουν θεραπευτική αξία. Παρ' όλα αυτά, η πειραματική έρευνα σε αυτόν τον τομέα βρίσκεται ακόμα σε νηπιακό επίπεδο. Οι περισσότεροι επιστήμονες της διατροφής υποδεικνύουν ότι πολλά από αυτά τα φυτοχημικά έχουν τις ίδιες τροφικές πηγές, οπότε το προστατευτικό για την υγεία αποτέλεσμα που σχετίζεται με μια πλούσια σε φυτικά προϊόντα διαίτα μπορεί να μην οφείλεται σε ένα συγκεκριμένο

συστατικό της τροφής, αλλά στο συγκεντρωτικό αποτέλεσμα διαφόρων θρεπτοφαρμακευτικών. Συνεπώς, η κατανάλωση φυσικών φυτικών τροφών, και όχι συμπληρωμάτων, είναι η καλύτερη οδός για να λαμβάνει κανείς αυτά τα θρεπτοφαρμακευτικά (Rajaram, 2003). Σύμφωνα με μελέτες οι χορτοφάγοι εμφανίζεται να έχουν δύο θρεπτικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους παμφάγους: χαμηλότερες λήψεις λίπους και χοληστερόλης, και υψηλότερες λήψεις αντιοξειδωτικών θρεπτικών ουσιών (Key et al, 1999).

Η πεποίθηση ότι τα φυτά και τα φυτικά τρόφιμα κατείχαν και άλλες ιδιότητες εκτός από τις θρεπτικές έχει ρίζες στους αρχαίους πολιτισμούς. Οι Αιγύπτιοι, για παράδειγμα, χρησιμοποιούσαν διάφορα είδη τσαγιού και βοτάνων για τη θεραπεία ασθενειών. Μια αναφορά πάνω στη συσχέτιση διατροφής και καρκίνου από την Επιτροπή Τροφών και Διατροφής της Εθνικής Επιστημονικής Ακαδημίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Food and Nutrition Board of the US National Academy of Science), στις αρχές της δεκαετίας του 1980, αλλά και άλλες μελέτες στα μέσα της δεκαετίας, υπογράμμισαν ότι στη διατροφή υπάρχουν χημικές ενώσεις που προστατεύουν από τον καρκίνο. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 επιδημιολογικές μελέτες έδωσαν περισσότερη έμφαση στη σχέση μεταξύ κατανάλωσης λαχανικών και φρούτων και καρκίνου. Από τότε ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει υποδείξει ότι οι φυτοχημικές ενώσεις σε λαχανικά και φρούτα μπορούν να παίξουν ρόλο στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης καρκίνου, καθώς επίσης και άλλων χρόνιων παθήσεων όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα (Cassidy & Dalais, 2008).

Η έρευνα σε θέματα που άπτονται διατροφής έχει μόλις αρχίσει να υποδεικνύει πώς μπορεί να δρουν πολλές από αυτές τις φυσικές χημικές ενώσεις. Όπως πολλά θρεπτικά συστατικά, έτσι και οι φυτοχημικές ενώσεις, μπορούν να έχουν ευεργετικές δράσεις όπως και επιβλαβείς συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, ανάλογα με τη βιοχημική φύση της ένωσης (εάν συγκρατείται στο σώμα ή απορροφάται και αποβάλλεται στα ούρα). Όταν ανακαλύφθηκαν οι φυτοχημικές ενώσεις, θεωρούνταν κυρίως τοξικά ή μη θρεπτικά συστατικά. Είναι αλήθεια ότι κάποιες φυτοχημικές ενώσεις εμποδίζουν την απορρόφηση κάποιων θρεπτικών συστατικών. Τώρα όμως η εστίαση του ενδιαφέροντος έχει αλλάξει, εξετάζοντας κυρίως τις ευεργετικές ιδιότητες αυτών των χημικών ενώσεων (Cassidy & Dalais, 2008).

Μέχρι σήμερα έχουν αναγνωριστεί περίπου 30.000 φυτοχημικές ενώσεις από τις οποίες 5.000-10.000 εμπεριέχονται στις τροφές που καταναλώνει το ευρύ κοινό. Αν και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ποσοτικά η διατροφική πρόσληψη

φυτοχημικών ενώσεων, έχει εκτιμηθεί ότι η μέση δίαιτα περιέχει μια ημερήσια δόση 1,5 g περίπου. Οι φυτοχημικές ενώσεις ταξινομούνται με βάση τη χημική τους δομή και/ή τις λειτουργικές τους ιδιότητες. Ο παρακάτω κατάλογος δεν είναι σε καμία περίπτωση πλήρης, αλλά αναφέρεται σε φυτοχημικές ενώσεις που έχουν μελετηθεί πιο πολύ σε κυτταρικά, ζωικά και ανθρώπινα μοντέλα, καθώς προσλαμβάνονται σαν μέρος της καθημερινής μας διαίτας (Cassidy & Dalais, 2008).

1.2. Φυτοχημικά: Λειτουργίες

Οι κυριότερες λειτουργίες των φυτοχημικών είναι:

- **Αντιοξειδωτική δράση:** τα περισσότερα φυτοχημικά αναπτύσσουν αντιοξειδωτική δραστηριότητα, προστατεύοντας τα κύτταρα από την οξειδωτική ζημία και μειώνοντας τον κίνδυνο ορισμένων τύπων καρκίνου. Φυτοχημικά με αντιοξειδωτική δραστηριότητα είναι: τα σουλφίδια (κρεμμύδια, πράσα, σκόρδο), τα καροτενοειδή (φρούτα, καρότα), τα φλαβονοειδή (φρούτα, λαχανικά), οι πολυφαινόλες (τσάι, σταφύλια).
- **Ορμονική δράση:** ισοφλαβονοειδή, που βρίσκονται στη σόγια, μιμούνται τα ανθρώπινα οιστρογόνα και βοηθούν να μειώσουν τα εμμηνοπαυσιακά συμπτώματα και την οστεοπόρωση.
- **Υποκίνηση των ενζύμων:** τα φυτοχημικά που βρίσκονται στα λάχανα, υποκινούν τα ένζυμα που καθιστούν τα οιστρογόνα λιγότερο αποτελεσματικό και θα μπορούσαν να μειώσουν τον κίνδυνο για τον καρκίνο του μαστού. Άλλα φυτοχημικά παρεμποδίζουν τα ένζυμα και είναι ανασταλτικοί παράγοντες των πρωτεασών (σόγια και φασόλια).
- **Παρέμβαση στο DNA:** οι σαπωνίνες που βρίσκονται στα φασόλια παρεμποδίζουν την καταστροφή του DNA των κυττάρων, αποτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων. Η καψαϊσίνη, που βρίσκεται στα καυτά πιπέρια, προστατεύει το DNA από τις καρκινογόνες ουσίες.

- **Αντιβακτηριακή δράση:** το φυτοχημικό αλλισίνη που περιέχεται στο σκόρδο έχει αντιβακτηριακές ιδιότητες.
- **Πρόληψη ασθενειών:** του ιού VIH/AIDS, του καρκίνου, των καρδιακών παθήσεων και της οστεοπόρωσης (Oleszek, 2002b).

1.3. Φυτοχημικά: Πηγές

Τα τρόφιμα που περιέχουν φυτοχημικά είναι ήδη μέρος της καθημερινής διατροφής του ανθρώπου. Στην πραγματικότητα, τα περισσότερα τρόφιμα περιέχουν φυτοχημικά εκτός από μερικά καθορισμένα τρόφιμα όπως η ζάχαρη ή το αλκοόλ. Τρόφιμα πλούσια σε φυτοχημικά είναι: ολόκληροι σπόροι δημητριακών, λαχανικά, φασόλια, φρούτα και χόρτα. Τα φυτοχημικά με αντιοξειδωτικές ιδιότητες τείνουν να έχουν έντονα χρώματα επειδή περιέχουν χρωμοφόρα, δηλαδή μια σειρά εναλλασσόμενων ατόμων άνθρακα συνδεδεμένα μεταξύ τους με απλούς και διπλούς δεσμούς. Η δομική μονάδα των χρωμοφόρων είναι συνήθως το Ισοπρένιο. Τα πράσινα λαχανικά περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα χλωροφύλλης και έτσι διαθέτουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Τα τερπένια προσδίδουν το πορτοκαλί χρώμα στο καρότο, το πορτοκαλοκίτρινο στα κολοκυνθοειδή, το κόκκινο στην τομάτα και σε πολλά άλλα φυτά. Οι ανθοκυανιδίνες ευθύνονται για το χρώμα των τεύτλων, κερασιών, πορφυρών σταφυλιών και των πορφυρών λαχάνων. Ο ευκολότερος τρόπος να αποκτηθούν τα φυτοχημικά είναι να καταναλωθούν περισσότερα φρούτα (κεράσια, μήλα κ.λ.π.), λαχανικά (κουνουπίδι, λάχανο, καρότα, μπρόκολο κ.λπ.).

Η ημερήσια κατανάλωση των φρέσκων φρούτων και λαχανικών ποικίλει ανάλογα με το είδος των φρούτων ή των λαχανικών. Η ποικιλία σε χρωστικές δηλώνει και την ποικιλία φυτοχημικών. Με την κατανάλωση μίας ποικιλίας χρωμάτων έχουμε και τις ευεργετικές ιδιότητες των φυτοχημικών και άλλων συστατικών. Συστήνεται να καταναλώνονται καθημερινά τουλάχιστον 5 έως 9 μερίδες φρούτων ή λαχανικών. Στην εικόνα 1, βλέπουμε τη θέση των φρέσκων φρούτων και λαχανικών στην πυραμίδα των θεραπευτικών τροφών και την κατανάλωση που θα έπρεπε να έχουν στην διατροφική πυραμίδα από μελέτη του πανεπιστημίου του Michigan, στη βάση της επικρατεί το νερό και αμέσως επόμενα

είναι τα φρούτα και τα λαχανικά. Εκτός από τα φυτοχημικά, τα φρούτα και τα λαχανικά είναι πλούσια σε ανόργανα άλατα, βιταμίνες, ίνες και χαμηλά σε κορεσμένα λίπη (Myklebust, 2006).



Εικόνα 1. Διατροφική Πυραμίδα

Myklebust, 2006, 354

Οι περισσότερες φυτοχημικές ενώσεις έχουν μια ισχυρή μυρωδιά, συνήθως λόγω της παρουσίας θείου (Oleszek, 2002b). Έτσι συστήνεται να «ακολουθούμε τη μύτη μας» στην προστασία του καρκίνου καταναλώνοντας κρεμμύδι, σκόρδο, λάχανο, νεαρούς βλαστούς και μπρόκολο (Πίνακας 1). Εάν καταναλώνονται οποιαδήποτε από αυτά τα τρόφιμα σε μια κανονική διατροφή, μπορούμε να βοηθήσουμε τον οργανισμό μας να προστατευθεί από πολλές ασθένειες. Πολλά φυτοχημικά είναι μια ευρεία έννοια που συμπεριλαμβάνει πολλές ομάδες ουσιών όπως τα αντιοξειδωτικά. Τα φυτοχημικά έχουν και αντικαρκινική δράση λόγω του ότι επιβραδύνουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων προκαλώντας απόπτωση (κυτταρική αυτοκτονία), αναστέλλοντας ένζυμα φάσης 1 (ένζυμα που μετατρέπουν βλαβερές ουσίες σε καρκινογόνες), και επάγοντας ένζυμα φάσης 2 (ένζυμα που μπορούν να προσκολλήσουν καρκινογόνα σε μόρια διευκολύνοντας την απέκκριση

τους). Τα φυτοχημικά δεν είναι ταξινομημένα ως βιταμίνες με τα επίσημα κριτήρια του «The Recommended Dietary Allowance (RDA)» αλλά μπορούν να συμβάλουν πολύ στην υγεία και την ευημερία του ανθρώπου (Παπαγεωργίου, 2005).

Ο άνθρωπος προσαρμόζεται σε έναν κόσμο που τα φυτοχημικά αρχίζουν να εισέρχονται στη διατροφή του. Η ωχρή κηλίδα του ματιού προσαρμόζεται για να συγκεντρώσει την κίτρινη χρωστική λουτεΐνη και ζεαξανθίνη των καροτενοειδών προστατεύοντας την από το επιβλαβές μπλε φως. Αν και τα φυτοχημικά έχουν θετικά αποτελέσματα, σημειώνουμε ότι πάρα πολλά μπορούν να είναι τοξικά και επιβλαβή για τον άνθρωπο. Τα φυτά που περιέχουν τα επιβλαβέστερα φυτοχημικά συνήθως δεν είναι εδώδια (Best Ben, 2002).

Πίνακας 1. Τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα φυτοχημικών

Αγκινάρες	Κράμβες	Πράσινο τσάι
Αχλάδια	Κρεμμύδια	Ροδάκινα
Βερίκοκα	Λαχανάκια Βρυξελλών	Σέλινο
Ελιές	Λάχανο	Σκόρδο
Εσπεριδοειδή	Μήλα	Σόγια
Καρότα	Μούρα	Σπανάκι
Καρπούζι	Μπρόκολο	Τομάτες
Κεράσια	Πατάτες	Φακές
Κόκκινο κρασί	Πεπόνι	Φασόλια
Κολοκυθιά	Πιπεριές	Φράουλες

Cassidy & Dalais, 2008

1.4. Φυτοχημικά: Κατηγορίες

Οι κατηγορίες των φυτοχημικών περιλαμβάνουν:

- Φαινολικά φυτοχημικές ενώσεις,
- Άλλα Φαινολικά φυτοχημικά,
- Καροτενοειδή,
- Φυτοστερόλες,
- Χημικές ενώσεις που περιέχουν θείο,
- Σαπωνίνες.

1.4.1. Φαινολικά φυτοχημικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις, που αναφέρονται και ως πολυφαινόλες βρίσκονται σε όλα τα φυτά και με αυτά εισέρχονται στη διατροφή. Έχουν αναφερθεί πάνω από 8.000 φαινολικές δομές, οι οποίες μπορεί να ποικίλουν από απλά μόρια όπως φαινολικά οξέα μέχρι και πολυμερείς ενώσεις όπως οι τανίνες. Με βάση τη χημική τους δομή έχουν καθοριστεί πάνω από 10 τάξεις πολυφαινολών. Απ' αυτές, η πιο κοινή τάξη πολυφαινολών που βρίσκονται στα φυτά είναι τα φλαβονοειδή. Τα φλαβονοειδή κατατάσσονται σε 13 τάξεις που αποτελούνται από > 5.000 συστατικά (Sampson et al, 2002).

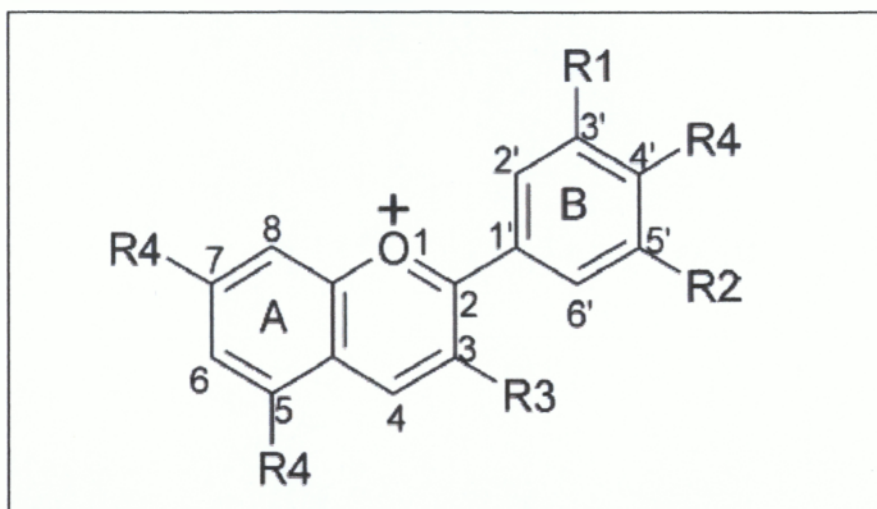
Οι φαινολικά φυτοχημικές ενώσεις διακρίνονται στις εξής:

1. **Φλαβονοειδή.** Τα φλαβονοειδή είναι μέρος της μεγαλύτερης κατηγορίας φυτοχημικών ενώσεων, των φαινολικών φυτοχημικών. Ο όρος «φαινολικά» περιλαμβάνει μία ποικιλία φυτικών ενώσεων που περιέχουν ένα αρωματικό δακτύλιο με μία ή περισσότερες ομάδες υδροξυλίου. Πολλά φαινολικά παρουσιάζονται στη φύση συνδεδεμένα με μία ομάδα σακχάρου, που τα καθιστά υδατοδιαλυτά. Τα φαινολικά είναι δευτερογενείς φυτικοί μεταβολίτες που προέρχονται από τις μεταβολικές οδούς του οξικού και σικιμικού οξέος. Όπως θα αναφερθεί παρακάτω, τα φαινολικά είναι εν μέρει υπεύθυνα για επιθυμητά ή μη χαρακτηριστικά χρώματος, γεύσης και οσμής. Επηρεάζονται από παράγοντες όπως οι συνθήκες ανάπτυξης του φυτού, η καλλιέργεια, η ωριμότητα, η επεξεργασία (όπως ζύμωση και ψήσιμο) και η αποθήκευση. Τα φλαβονοειδή αποτελούνται από 15 μόρια άνθρακα που σχηματίζουν δύο φαινολικούς δακτυλίους συνδεδεμένους με μία ομάδα τριών ατόμων άνθρακα.

Τα **φλαβονοειδή** ταξινομούνται:

- **Ανθοκυανίνες.** Οι ανθοκυανίνες είναι μία από τις σημαντικότερες ομάδες υδατοδιαλυτών φυτικών χρωστικών ουσιών, η δομή της απεικονίζεται στην Εικόνα 2. Όπως και άλλα φλαβονοειδή, υπάρχουν κυρίως ως γλυκοζίτες και είναι υπεύθυνες για τις κόκκινες, μπλε, μοβ και ενδιάμεσες αποχρώσεις (το χρώμα εξαρτάται και από άλλες χρωστικές και από το pH). Η

ποσοτικοποίηση των ανθοκυανινών μέσω της μοριακής τους απορρόφησης είναι δύσκολη, εφόσον εξαρτάται από τις χρωστικές και το pH, καθώς επίσης και από την ισορροπία μεταξύ άχρωμων και χρωματιστών μορφών. Επίσης η επεξεργασία, το μαγείρεμα και η φυσική καταστροφή στο τρόφιμο τις μετατρέπουν σε άλλες μορφές κάνοντας την ποσοτικοποίηση τους ακόμη δυσκολότερη.



Εικόνα 2. Απεικόνιση του χημικού τύπου των ανθοκυανών
Kong et al, 2008, 924

Έχουν αναγνωριστεί ανθοκυανίνες σε περισσότερες από 27 οικογένειες φυτών. Οι ανθοκυανίνες απορροφούνται με γρήγορο ρυθμό από τον ανθρώπινο οργανισμό με τη μέγιστη συγκέντρωση του πλάσματος στο αίμα 1,4 και 200 nM για δόσεις των 10-720 mg ανθοκυανών. Το μέγιστο σημείο συγκέντρωσης πλάσματος, επιτυγχάνεται μεταξύ 45 λεπτών και 4 ωρών στο ανθρώπινο σώμα μετά την κατανάλωση τους. Όταν οι ανθοκυανίνες εισαχθούν μεμονωμένα στον οργανισμό και όχι μέσω τροφής, το μέγιστο σημείο συγκέντρωσης πλάσματος επιτυγχάνεται μετά από 1 ώρα. Παρόλα αυτά όταν οι ανθοκυανίνες λαμβάνονται μέσω τροφής, η απορρόφηση επιβραδύνεται κατά 1.5 ώρα ή ακόμα και 4 ώρες στην περίπτωση που η τροφή είναι πλούσια σε λιπαρά (De Pascual & Sanchez-Ballesta, 2008). Αντιθέτως σε πείραμα με τροφικά με την εφαρμογή ανθοκυανών σε δόση, επιτεύχθηκε γρηγορότερα και

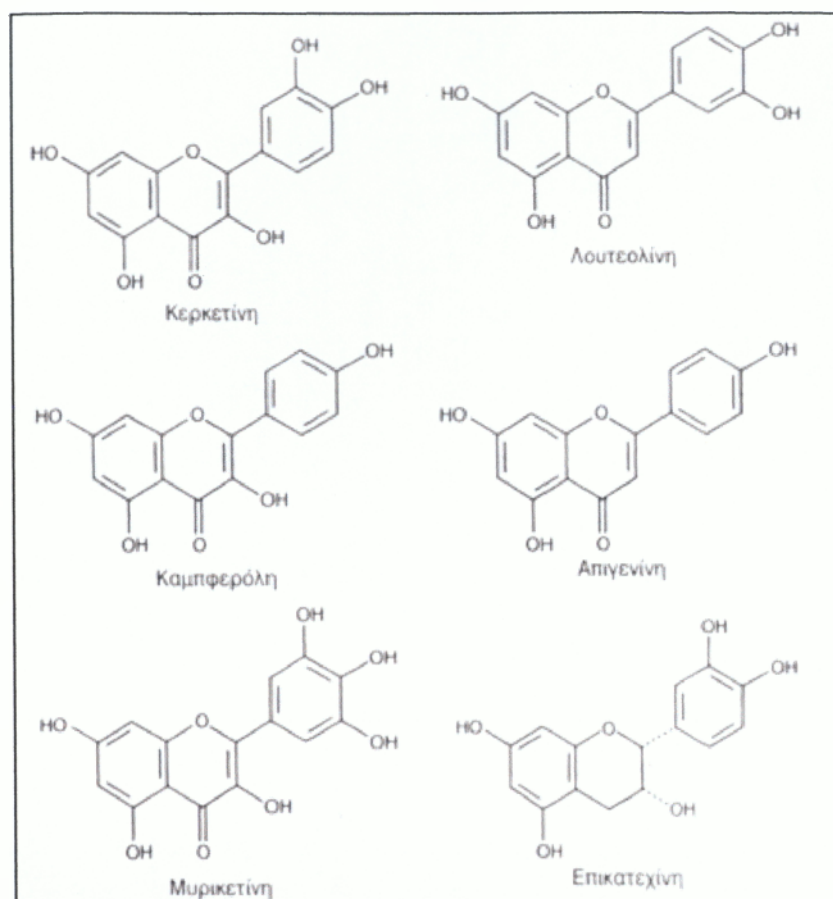
μεγαλύτερη συγκέντρωση όχι μόνο στο πλάσμα αλλά και στον εγκέφαλο. Αυτό ίσως να είναι και αποτέλεσμα καλύτερων τεχνικών ή πιο εξελιγμένων μέσων (Stevenson & Hurst 2007).

Όπως αναφέρθηκε, υπάρχει μεγάλο μέρος μελέτης στο τομέα των ανθοκυανών μέχρι τώρα. Μια από τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει η έρευνα στις ανθοκυανίνες είναι η έλλειψη σταθερότητας της δομής τους. Αυτή η δυσκολία μπορεί να έθετε όρια στην έρευνα της βιοσύνθεσης και του μεταβολισμού των ανθοκυανών. Είναι απαραίτητο να γίνουν μελέτες γύρω από την απορρόφηση τους και την κατανομή τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Η μακρόχρονη έκθεση ενός οργανισμού στις ανθοκυανίνες δεν είναι ακριβώς γνωστό τι επιπτώσεις θα μπορούσε να έχει. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία στις βιολογικές ικανότητες, δίνει αρκετά στοιχεία να πιστεύουμε ότι τα φρούτα και λαχανικά πλούσια σ ανθοκυανίνες, μπορεί να έχουν κάποια προστατευτικά αποτελέσματα σε κάποιες μορφές καρκίνου και σε καρδιοαγγειακές παθήσεις (De Pascual-Teresa & Sanchez-Ballesta, 2008).

Στα οφέλη που προσφέρουν οι ανθοκυανίνες είναι και η προστασία που προσφέρουν ενάντια στην οξείδωση του DNA, των πρωτεϊνών, των λιπιδίων και άλλων μακρομορίων. Έχει αναφερθεί ότι οι ανθοκυανίνες ενεργούν σε δύο επίπεδα. Κατά πρώτον έχουν μία συστηματική δράση από τη στιγμή που απορροφούνται και κυκλοφορούν στο αίμα και κατά δεύτερον την μορφή που δρα συγκεκριμένα σε ιστούς του ανθρώπινου σώματος. Δεδομένων των περιορισμών στις αναλυτικές μεθόδους και τα λίγα ερευνητικά αποτελέσματα σε αυτόν τον τομέα, δεν μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα για τα οφέλη αυτών των ενώσεων στην υγεία.

➤ **Ανθοξανθίνες.** Οι ανθοξανθίνες περιλαμβάνουν άχρωμα ή άσπρα προς κίτρινα μόρια. Διακρίνονται στις εξής:

- i. **Φλαβονόλες, φλαβόνες, φλαβανόλες.** Οι φλαβανόλες σχηματίζουν τις τρεις μεγαλύτερες υποομάδες των φλαβονοειδών και είναι οι πιο συχνά διαδεδομένες (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Απεικόνιση του χημικού τύπου των φλαβονόλων, φλαβόνων, φλαβανόλων
Cassidy & Dalais, 2008, 386

Στις συνηθέστερες φλαβονόλες συμπεριλαμβάνονται οι ουσίες κερκετίνη, καμπφερόλη και μυρικετίνη, οι οποίες υπάρχουν σε υψηλές συγκεντρώσεις στα κρεμμύδια, στα μήλα, στο τσάι και στις λαχανίδες (Εικόνα 3). Δύο σημαντικές φλαβόνες είναι η ουσία λουτεολίνη και απιγενίνη που τις βρίσκουμε στο σέλινο. Η δομική διαφορά ανάμεσα σε αυτές τις δύο τάξεις των φλαβονοειδών είναι ότι στις φλαβόνες στη θέση 3 του δακτυλίου C λείπει μία ομάδα υδροξυλίου. Οι φλαβανόλες διαφέρουν από τα παραπάνω φλαβονοειδή, επειδή στη θέση 4 του δακτυλίου C λείπει ένα μόριο οξυγόνου. Οι κυριότερες φλαβανόλες περιλαμβάνουν την κατεχίνη, την επικατεχίνη και τη γαλλοκατεχίνη (Εικόνα 3). Αυτές οι χημικές ενώσεις παρουσιάζονται συχνά σαν εστέρες του γαλλικού οξέος και είναι

γνωστές ως γαλλική επικατεχίνη και γαλλική επιγαλλοκατεχίνη. Οι φλαβανόλες είναι επίσης γνωστές ως φλαβαν-3-όλες ή κατεχίνες. Τις βρίσκουμε σε πολλά τρόφιμα φυτικής προέλευσης, όπως το τσάι, το κόκκινο κρασί και τα μήλα.

Η βελτίωση των αναλυτικών οργάνων και μεθόδων έχει κάνει την ανάλυση και την ταυτοποίηση αυτών των χημικών ενώσεων ακριβέστερη και πιο αξιόπιστη και ευαίσθητη. Τα περισσότερα φλαβονοειδή βρίσκονται στα φυτά δεσμευμένα σε σάκχαρα ως γλυκοζίτες, κάποια όμως βρίσκονται σε μη-δεσμευμένη ή άγλυκη μορφή. Γι' αυτόν τον λόγο έχουν αναπτυχθεί τεχνικές απομόνωσης που αποσπών την ομάδα σακχάρου από το φλαβονοειδές, πριν την ανάλυση του με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (High Pressure Liquid Chromatography, HPLC) ή υγρή χρωματογραφία-φασματογραφία μάζας (Liquid Chromatography-Mass Spectroscopy, LCMS). Πολλές μελέτες έχουν αναλύσει την περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή πολλών λαχανικών, φρούτων και ροφημάτων, όπως του τσαγιού, κρασιού και χυμών φρούτων. Είναι δύσκολο να υπολογισθεί η ημερήσια κατανάλωση αυτών των ενώσεων δεδομένης της πολυπλοκότητας τους, της παρουσίας τους σε πολλά τρόφιμα και του γεγονότος ότι επηρεάζονται από έναν αριθμό εξωτερικών παραγόντων, όπως ίου περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσονται τα φυτά και των διαφόρων ειδών. Η σύνθεση φλαβονολών και φλαβονών εξαρτάται από το φως. Οι ενώσεις αυτές τείνουν να συγκεντρώνονται στα φύλλα και σε άλλα τμήματα του φυτού που είναι πιο εκτεθειμένα στον ήλιο. Υψηλές συγκεντρώσεις φλαβονοειδών βρίσκονται στις φλούδες των φρούτων. Τα ποσοτικά επίπεδα της κερκετίνης στα περισσότερα λαχανικά είναι γενικά κάτω από 10 mg/kg αλλά εμφανίζονται, όπως και άλλα φλαβονοειδή, σε υψηλότερες συγκεντρώσεις σε έναν αριθμό λαχανικών, φρούτων και ροφημάτων.

Οι φλαβανόλες εμφανίζονται σε πολλά φυτικά τρόφιμα, αλλά το τσάι είναι μάλλον η πιο πλούσια πηγή φλαβονολών στις περισσότερες χώρες. Το μαύρο και πράσινο τσάι περιέχουν

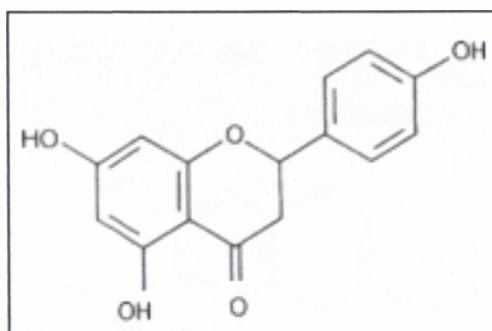
μικρές ποσότητες κατεχίνης, επικατεχίνης και γαλλοκατεχίνης, και μεγάλες ποσότητες γαλλικής επικατεχίνης, επιγαλλοκατεχίνης και γαλλικής επιγαλλοκατεχίνης (Εικόνα 3). Επίσης έχει αναφερθεί ότι το κόκκινο κρασί περιέχει υψηλά επίπεδα κατεχίνης και επικατεχίνης. Δεδομένου του φάσματος συγκεντρώσεων είναι δύσκολο να υπολογιστεί η ημερήσια κατανάλωση αυτών των ενώσεων με ακρίβεια. Η κατανάλωση των φλαβονολών, φλαβονών, φλαβονολών και φλαβανονών έχει υπολογιστεί από 23 mg έως 28 mg ανά ημέρα.

Πολλές μελέτες έχουν εξετάσει τον μεταβολισμό και τις επιπτώσεις στην υγεία που φέρουν οι φλαβονόλες, οι φλαβόνες και οι φλαβανόλες. Για πολύ καιρό θεωρούνταν ότι, επειδή αυτές οι ενώσεις δεσμεύονται σε σάκχαρα, μόνο τα άγλυκα ή μη-δεσμευμένα κλάσματα μπορούσαν να απορροφηθούν. Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι βακτηρίδια στο κόλον μπορούν να υδρολύουν την ομάδα σακχάρου, αλλά επίσης και να διασπούν τα αποδεσμευμένα άγλυκα μέρη ελαχιστοποιώντας την απορρόφηση τους. Σε ασθενείς με ειλεοστομία η απορρόφηση γλυκοζίτη κερκετίνης, μετά από κατανάλωση κρεμμυδιών, ήταν μεγαλύτερη από την απορρόφηση της αποδεσμευμένης μορφής (52% σε σύγκριση με 24% αντίστοιχα). Σε υγιείς ανθρώπους παρατηρήθηκαν διαφορετικοί ρυθμοί απορρόφησης, πιθανώς λόγω της διαφορετικής βιοδιαθεσιμότητας σε κάθε τρόφιμο. Μελέτες με ραδιενεργά σημασμένες φλαβανόλες (κατεχίνη) έχουν δείξει ότι 50% της χορηγούμενης ραδιενέργειας εκκρίνεται στα ούρα, υποδεικνύοντας ότι οι φλαβανόλες απορροφούνται εύκολα. Οι απορροφημένες χημικές ενώσεις φαίνεται να μεταβολίζονται εκτεταμένα μέσω του ήπατος ενώ μη απορροφημένες ενώσεις διασπώνται στο κόλον.

ii. Φλαβανόνες και χαλκόνες. Οι φλαβανόνες και χαλκόνες περιγράφονται ως δευτερεύοντα φλαβονοειδή, επειδή δεν εμφανίζονται σία τρόφιμα πολύ συχνά, αν και μερικές φορές τα βρίσκουμε στα τρόφιμα σε σημαντικές συγκεντρώσεις. Αυτές οι δύο ομάδες φλαβονοειδών είναι στενά συνδεδεμένες, επειδή οι

φλαβανόνες μπορούν να μετατραπούν σε χαλκόνες σε αλκαλικό περιβάλλον, ενώ το αντίθετο συμβαίνει σε όξινες συνθήκες.

Οι φλαβανόνες βρίσκονται συχνά στα εσπεριδοειδή. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την εσπεριτίνη (λεμόνι, γλυκολέμονο, και μανταρίνι) και τη ναριγκενίνη (γκρέιφρουτ) (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Απεικόνιση του χημικού τύπου ναριγκενίνης

Cassidy & Dalais, 2008, 388

Η νεοεσπεριδίνη και η ναριγκίνη είναι υπεύθυνες για την πικρή γεύση των πορτοκαλιών και των γκρέιφρουτ. Όσον αφορά στα επίπεδα συγκεντρώσεων, αυτές οι ουσίες βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στη φλούδα των φρούτων παρά στη σάρκα ή στον χυμό. Επειδή οι χαλκόνες μετατρέπονται εύκολα σε φλαβανόνες, οι χαλκόνες είναι περιορισμένες στη φύση. Για παράδειγμα, η χαλκόνη ναριγκενίνη βρίσκεται στη φλούδα, στον χυμό, στον πολτό και στη σάλτσα ντομάτας.

Παρόμοια με τα φλαβονοειδή που περιγράψαμε πριν, οι φλαβανόνες και οι χαλκόνες βρίσκονται στην πλειοψηφία ως γλυκοζίτες. Όπως στα άλλα φλαβονοειδή, οι γλυκοζίτες τείνουν να μην απορροφούνται μέχρι τα άγλυκα μέρη να σχηματιστούν από τη δράση της μικροχλωρίδας στο έντερο. Μελέτες στις οποίες μετρήθηκε η απέκκριση ναριγκενίνης στα ούρα έχουν δείξει ότι άτομα που καταναλώνουν χυμό γκρέιφρουτ, που περιέχει 200 mg ναριγκενίνης, απέκριναν 30 mg γλυκυρονίδιο ναριγκενίνης ημερησίως. Έχει αποδειχθεί ότι οι αγλυκόνες των

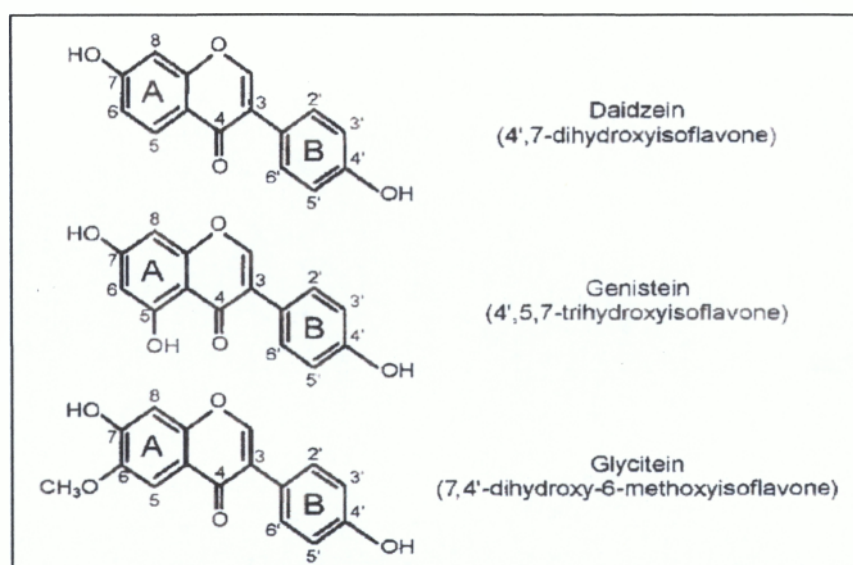
φλαβονόνων διασπώνται μέσω της σε απλούστερες φαινόλες και φαινολικά οξέα όπως θα αναφερθεί αργότερα.

Δεδομένου ότι η οξειδωση των λιποειδών και οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου θεωρούνται ως παράγοντες συσχετιζόμενοι με ασθένειες όπως η αθηροσκλήρωση, ο καρκίνος και οι φλεγμονές, το πρωταρχικό ιατρικό ενδιαφέρον για τα φλαβονοειδή είναι οι αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες. Ανάμεσα σε άλλες μελέτες, η μελέτη Zutphen υπογράμμισε τη σχέση μεταξύ φλαβονοειδών και καρδιαγγειακών ασθενειών. Μελέτες *in vitro* έχουν δείξει ότι τα φλαβονοειδή απενεργοποιούν τις υπεροξύ ρίζες λιπαρών οξέων, τα υπερυπεροξειδικά ανιόντα και το ενεργό οξυγόνο. Επίσης μπορούν να αναστέλλουν την κυκλοοξυγενάση, που με τη σειρά της μειώνει τη συσσωμάτωση αιμοπεταλίων και τη θρόμβωση. Η κερκετίνη είναι ένας αναστολέας της οξειδωσης των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL).

Στο υπερχοληστερολικό χάμστερ, ο συνδυασμός αποστάγματος εσπεριδοειδών, πλούσιο σε φλαβονόνες, και ασκορθικό οξύ μειώνει τα λιπίδια και άλλους σχετικούς παράγοντες που σχετίζονται με την αθηροσκλήρωση. Σε αρουραίους που έχει προκληθεί καρκίνος του κόλον έχει αποδειχθεί ότι η φλαβονόνη εσπεριδίνη μειώνει τη συχνότητα εμφάνισης όγκων και αναστέλλει την ανάπτυξη των παρεκκλινόντων εστιών.

- iii. **Ισοφλαβόνες.** Οι ισοφλαβόνες είναι φλαβονοειδή αλλά ονομάζονται επίσης φυτοοιστρογόνα λόγω της οιστρογόνου δράσης τους. Δομικά παρουσιάζουν ομοιότητα με τα οιστρογόνα των θηλαστικών και δεσμεύονται στους υποδοχείς οιστρογόνου τύπου α και β. Εκτός από τις βασικές δομικές τους ομοιότητες, το κλειδί για την οιστρογόνα δράση τους είναι η παρουσία ομάδων υδροξυλίου στους δακτυλίους Α και Β και η απόσταση μεταξύ τους. Ταξινομούνται ως αγωνιστές οιστρογόνου, αλλά επίσης και ως ανταγωνιστές οιστρογόνου, επειδή ανταγωνίζονται τα οιστρογόνα για τους υποδοχείς. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι ακολουθούν μηχανισμούς που είναι ανεξάρτητοι από τον υποδοχέα του οιστρογόνου. Οι ισοφλαβόνες βρίσκονται στα

όσπρια, με τη σόγια να είναι κύρια διατροφική πηγή. Όπως πολλά φλαβονοειδή, υπάρχουν στα φυτά κυρίως ως γλυκοζίτες σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,1 ως 3,0 mg/g. Είναι δύσκολο να υπολογιστούν τα επίπεδα κατανάλωσης των ισοφλαβονών, αλλά πρόσφατα στοιχεία προτείνουν ότι οι πληθυσμοί που καταναλώνουν υψηλά επίπεδα σόγιας, όπως οι Ιάπωνες, λαμβάνουν μεταξύ 20 και 50 mg/ανά ημέρα. Ως γλυκοζίτες (μηλόφυλλο, ακέτυλο ή 6-γλυκοζίτες) οι ισοφλαβόνες είναι ανενεργές. Στις συνηθισμένες ισοφλαβόνες με οιστρογενή λειτουργία συμπεριλαμβάνεται η γενιστεΐνη (genistein), η νταϊντζεΐνη (daidzein) και η γλυκίτεϊνη (glycitein) (είναι όλα αγλυκόνες) (Εικόνα 5) (Messina, 1999).



Εικόνα 5. Χημικές δομές κυριότερων ισοφλαβονών

Messina, 1999, 432

Καθεμία από τις ενώσεις αυτές ανευρίσκεται στα φυτά σε τέσσερις χημικές μορφές. Οι μη συζευγμένες μορφές ή αγλυκόνες, οι οποίες είναι και οι οιστρογονικά ενεργές, είναι η γενιστεΐνη, η δαϊζδεΐνη και η γλυκίτεϊνη, από τις οποίες η τελευταία απαντάται σε πολύ μικρότερες ποσότητες. Τρεις διαφορετικοί γλυκοζίτες έχουν αναγνωριστεί στη σόγια, οι οποίοι συνδέονται όμως όλοι στον C-7 της ισοφλαβόνης. Οι

γλυκοζίτες αυτοί αποτελούν τη φυσική μορφή με την οποία απαντώνται οι ισοφλαβόνες στα τρόφιμα. Είναι πιθανό, ότι μπορεί να υπάρχουν πολλοί άλλοι διαφορετικοί γλυκοζίτες ισοφλαβονών, οι οποίοι όμως δεν έχουν ακόμη αναγνωριστεί. Τόσο η δαϊζδεΐνη όσο και η γενιστεΐνη φέρουν και άλλες υδροξυλικές ομάδες εκτός από εκείνη στον C-7, στις οποίες θα μπορούσαν να προσδεθούν με γλυκοζιτικό δεσμό γνωστά μονοσάκχαρα ή και άλλα σάκχαρα (Wiseman, 2000).

Ο μεταβολισμός και η απορρόφηση των ισοφλαβονών απαιτεί υδρόλυση μέσω των εντερικών γλυκοσιδασών που με τη σειρά τους απελευθερώνουν τα άγλυκα μέρη. Αυτά απορροφούνται ή μεταβολίζονται περαιτέρω σε άλλες οιστρογόνες ή μη-οιστρογόνες ενώσεις. Η ημιζωή αυτών των ενώσεων στο πλάσμα είναι περίπου 7-8 ώρες, με επίπεδα που κυμαίνονται μεταξύ 50-800 ng/ml στους ενήλικες που καταναλώνουν τρόφιμα σόγιας. Οι ισοφλαβόνες αποβάλλονται κυρίως στα ούρα συνεξευγμένες με γλυκυρονικό οξύ ή θειικό οξύ. Προϊόντα ζύμωσης, όπως το τέμπε (συνήθως καταναλώνεται στην Ινδονησία), περιέχουν υψηλά επίπεδα αγλυκονών. Στους ανθρώπους διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τη βιολογική επίδραση των ισοφλαβονών, όπως ο τρόπος χορήγησης, η χημική μορφή, ο μεταβολισμός, η βιοδιαθεσιμότητα, ο βαθμός έκθεσης και η ορμονική και η κατάσταση θρέψης του ατόμου. Οι ισοφλαβόνες έχουν δυνητικά ευεργετικές επιπτώσεις σε καρδιοαγγειακές ασθένειες, στον καρκίνο, στην οστεοπόρωση και στην εμμηνόπαυση. Οι ευεργετικές αυτές δράσεις έχουν διαπιστωθεί σε πολλές *in vitro*, και σε μελέτες σε ζώα, ενώ τα σημερινά αποτελέσματα σε ανθρώπους είναι αντιφατικά, πιθανόν για τους λόγους που αναφέραμε παραπάνω. Εάν οι ισοφλαβόνες είναι τα συστατικά υπεύθυνα γι' αυτές τις ωφέλιμες συνέπειες που παρατηρούνται για την κατανάλωση σόγιας απομένει να διευκρινιστεί, αλλά ως κάποιο βαθμό φαίνεται ότι έχουν δικές τους δράσεις, ενώ επίσης δρουν μαζί με άλλα συστατικά της σόγιας. Από την πλευρά του ενδιαφέροντος για την πρόληψη των

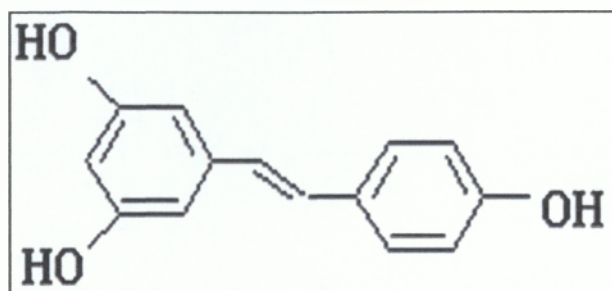
καρδιαγγειακών νοσημάτων, μία μετά-ανάλυση υπογράμμισε τη σύνδεση μεταξύ της κατανάλωσης σόγιας και της μείωσης λιπιδίων. Όπως άλλα φλαβονοειδή, οι ισοφλαβόνες είναι επίσης αντιοξειδωτικές ουσίες, προσθέτοντας στις πιθανές ευεργετικές τους δράσεις την πρόληψη καρδιαγγειακών νοσημάτων.

Δεδομένης της οιστρογόνου δράσης τους, έχει υποτεθεί ότι οι ισοφλαβόνες μπορούν να δράσουν παρόμοια με τη θεραπεία ορμονικής υποκατάστασης (Hormone Replacement Therapy, HRP). Μελέτες έχουν εξετάσει τον ρόλο της διατροφής με υψηλή περιεκτικότητα σόγιας και μεμονωμένων ισοφλαβονών σε υπεραιμία (εξάψεις) και άλλα συμπτώματα της εμμηνόπαυσης. Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι τα τρόφιμα πλούσια σε ισοφλαβόνες έχουν φυσιολογικές δράσεις σε γυναίκες με εμμηνόπαυση, αλλά οι επιπτώσεις στην υγεία δεν μπορούν να αποδοθούν στις ισοφλαβόνες και μόνο. Δηλαδή φαίνεται να μην υπάρχει δράση των ισοφλαβονών όταν χορηγούνται μεμονωμένα. Παρά τον περιορισμένο αριθμό μελετών, οι ενδείξεις επίσης φαίνεται να υποστηρίζουν ότι υπάρχει όφελος στη διατήρηση της οστικής μάζας στις γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση, αλλά δεν μπορεί να βγει κανένα σταθερό συμπέρασμα. Πληροφορίες για την επίδραση των ισοφλαβονών στον καρκίνο είναι λιγοστές, ενώ λόγω της οιστρογενούς δραστηριότητας τους υπάρχει κάποια ανησυχία για την επίδραση τους σε καρκίνους που εξαρτώνται από τα οιστρογόνα, όπως ο καρκίνος του μαστού. Μέχρι σήμερα, επιδημιολογικές μελέτες (ασθενών-μαρτύρων) για τον καρκίνο του μαστού έχουν υποδείξει μία πιθανή προστατευτική δράση των ισοφλαβονών, ενώ άλλες μελέτες έχουν δείξει μάλλον αυξανόμενο κίνδυνο.

Περισσότερη ερευνητική εργασία χρειάζεται σε αυτόν τον τομέα.

2. **Φυτοαλεξίνες** Οι φυτοαλεξίνες είναι μια επίσης σημαντική κατηγορία των φαινολικών ενώσεων αφού έχουν ομοιότητες στη χημική δομή με την χοληστερόλη. Οι φυτοαλεξίνες βρίσκονται στο σταφύλι, στο αράπικο φυστίκι, στα βατόμουρα, στον αρακά. Σημαντικότερη φυτοαλεξίνη και από τις πλέον μελετημένες είναι η ρεσβερατρόλη. Μία ουσία που

βρίσκεται κυρίως στα σταφύλια. Η δομή της ρεσβερατρόλης απεικονίζεται στην Εικόνα 6.



Εικόνα 6. Χημική δομή φυτοαλεξίνων

Delmas et al, 2005, 432

Η ρεσβερατρόλη είναι γνωστή κατά κύριο λόγο για τις θετικές ιδιότητες που διαθέτει για την πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων. Έχοντας αυτές τις ιδιότητες συνδέεται με τα μειωμένα περιστατικά καρδιαγγειακών παθήσεων στη Γαλλία απο την κατανάλωση κόκκινου κρασιού. Αυτό είναι γνωστό και σαν γαλλικό παράδοξο λόγω της αυξημένης διαίτας των Γάλλων σε λιπαρά (Delmas et al, 2005).

Πολλές μελέτες εκτιμούν τη ρεσβερατρόλη σαν προστατευτικό παράγοντα σε ασθένειες που σχετίζονται με τη γήρανση. Η ρεσβερατρόλη κατέχει πολλές ευεργετικές ιδιότητες που δρουν σε πολλά επίπεδα, όπως το σήματα στα κύτταρα, μονοπάτια ενζύμων, στην απόπτωση και στην έκφραση γονιδίων. Για πολλές δεκαετίες πολλές έρευνες έχουν γίνει για να προσδιοριστούν τους παράγοντες για τις καρδιαγγειακές (Paniagua-Pérez et al, 2007).

Άλλες παθήσεις στις οποίες λαμβάνει μέρος η ρεσβερατρόλη είναι και το νευροβλάστωμα. Το νευροβλάστωμα αποτελεί έναν από τους κύριους καρκίνους της παιδικής ηλικίας. Σε αυτό το θέμα, ομάδα ερευνητών, μελέτησε τη δράση της ρεσβερατρόλης στα κύτταρα του καρκίνου. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν, ότι μετά τη εφαρμογή της ρεσβερατρόλης σε τρωκτικά, αυξήθηκε ο ρυθμός απόπτωσης των καρκινικών κυττάρων. Στην κλινική έρευνα, η επιβίωση, αυξήθηκε κατά 70 %. Τα αποτελέσματα ατά δίνουν ελπίδες για δράση της ρεσβερατρόλης ενάντια στο σχηματισμό όγκων (Chen et al, 2004).

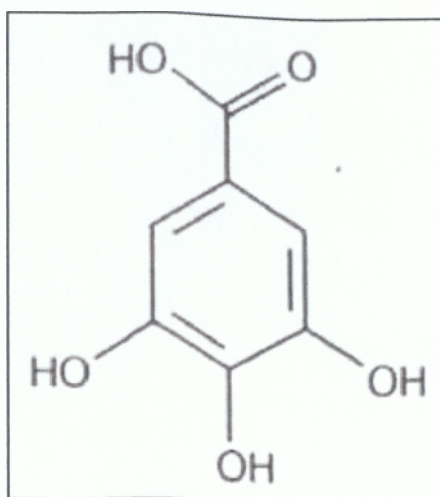
Η αντικαρκινική ιδιότητα της ρεσβερατρόλης, έχει μελετηθεί εργαστηριακά και για τον καρκίνο του στήθους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στις *in vitro* συνθήκες η ρεσβερατρόλη είχε ανασταλτική δράση για το καρκίνο του στήθους. Σε *in vitro* συνθήκες δεν είχαν κάποια σημαντικά αποτελέσματα και αυτό ίσως να οφείλεται σύμφωνα με τους ερευνητές στην εφαρμογή δόσεων που παλαιότερα είχαν αποτελέσματα αλλά πλέον θα πρέπει να αλλάξουν (Bove et al, 2002).

1.4.2. Άλλα φαινολικά φυτοχημικά

Άλλα Φαινολικά φυτοχημικά, περιλαμβάνουν:

1. **Τανίνες.** Οι τανίνες διαφέρουν από τα φαινολικά στο γεγονός ότι είναι ενώσεις με υψηλό μοριακό βάρος. Έχουν πολλές ομάδες υδροξυλίου και μπορούν να σχηματίσουν μη-διαλυτά συμπλέγματα με υδατάνθρακες και πρωτεΐνες. Ο όρος τανίνη προέρχεται από τις ιδιότητες μαυρίσματος (tan = μαυρίζω) που έχουν αυτές οι ενώσεις, σχηματίζοντας σταθερά συμπλέγματα τανίνης-πρωτεΐνης σε ζωικά δέρματα. Τα τελευταία 30 χρόνια, οι περισσότερες αναφορές στις τανίνες έγιναν πάνω στις αντιθρεπτικές (τοξικές) δράσεις τους, αλλά τα παρακάτω στοιχεία δείχνουν ότι μπορεί να έχουν και πιθανά οφέλη στην υγεία.

Οι τανίνες μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες ομάδες: υδρολύμενες και συμπυκνωμένες τανίνες. Οι υδρολύμενες τανίνες υδρολύονται άμεσα με οξέα, βάσεις, ένζυμα και καυτό νερό. Οι κυριότερες υδρολύμενες τανίνες είναι το γαλλικό οξύ (Εικόνα 7) και το προϊόν συμπύκνωσης του εξαυδροξυδιφενικό οξύ. Μπορούν περαιτέρω να διαχωριστούν σε γαλλοτανίνες και ελλαγιτανίνες, που προέρχονται από το γαλλικό οξύ και το εξαυδροξυδιφενικό οξύ αντίστοιχα.



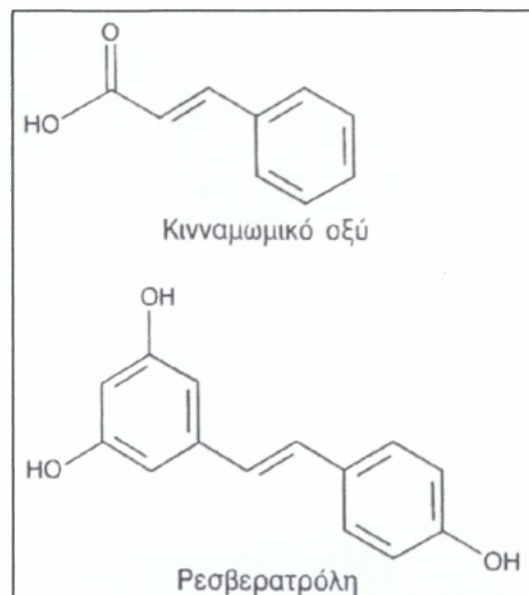
Εικόνα 7. Χημική δομή της υδρολυόμενης τανίνης
Cassidy & Dalais, 2008, 390

Συμπυκνωμένες τανίνες, γνωστές επίσης ως προανθοκυανιδίνες, είναι χημικές ενώσεις με υψηλό μοριακό βάρος, που είναι πιο συνήθεις στη διαίτα από τις υδρολυόμενες τανίνες. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των συμπυκνωμένων τανινών είναι ότι παράγουν ανθοκυανιδίνες, όταν θερμανθούν σε όξινο περιβάλλον. Από εκεί προέρχεται και το όνομα προανθοκυανίνες.

Οι τανίνες βρίσκονται σε μία μεγάλη ποικιλία από δημητριακά, φρούτα και ξηρούς καρπούς. Δομικά έχουν πάνω από 10 φαινολικές ομάδες και 5-7 αρωματικούς δακτυλίους για κάθε 1.000 μονάδες σχετικής μοριακής μάζας. Η περίπλοκη πολυμερής δομή τους κάνει απαιτητική τη χημική τους ανάλυση, δυσκολεύοντας έτσι τον υπολογισμό των ποσοτήτων που καταναλώνονται με τη διατροφή, την πεπτικότητά τους και τις φυσιολογικές τους δράσεις. Έχει αποδειχθεί ωστόσο ότι οι τανίνες ανακτώνται σε μεγάλο βαθμό στα κόπρανα αρουραίων που έχουν τραφεί με δίαιτες πλούσιες σε σάρκα μήλου. Αυτή η έλλειψη πεπτικότητας μπορεί να θεωρηθεί ωφέλιμη για την υγεία. Πολλές από τις χημικές ενώσεις που έχουν αναφερθεί σε προηγούμενες ενότητες φέρουν αντιοξειδωτική δράση και είναι διαλυτές φαινολικές ενώσεις. Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι οι προανθοκυανιδίνες και οι υψηλού μοριακού Βάρους υδροδιαλυτές τανίνες μπορούν να έχουν 15-30 φορές πιο μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση από τα απλά φαινολικά συστατικά.

Η επίδραση των τανινών στον μεταβολισμό των λιπιδίων δεν έχει μελετηθεί εκτεταμένα. Οι προανθοκυανιδίνες έχουν δείξει ότι αυξάνουν την απέκκριση λίπους στα κόπρανα, ενώ οι τανίνες στα σταφύλια και στο τανικό οξύ αυξάνουν τη συγκέντρωση χοληστερόλης των υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνών (High-Density Lipoprotein HDL), ενώ μειώνουν τη συγκέντρωση χοληστερόλης των χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνών (Low-Density Lipoprotein LDL) σε ένα πειραματικό μοντέλο αρουραίου. Οι υδρολυόμενες τανίνες έχουν επίσης αντικαρκινικές ιδιότητες σε μελέτες *in vitro* και σε μοντέλα ζώων.

2. **Στιλβένια.** Βρίσκονται σε μια μεγάλη γκάμα φυτών και συντίθενται από παράγωγα του κινναμωμικού οξέως. Η παραγωγή τους στα φυτά είναι θετικά συνδεδεμένη με αντίσταση στη μούχλα και παράγονται λόγω αντίδρασης σε μικροβιακή μόλυνση ή στρες. Το σημαντικότερο δραστικό συστατικό είναι η *trans*-ρεσβερατρόλη. Πολλές μελέτες ως σήμερα έχουν επικεντρωθεί στις φυσιολογικές δράσεις αυτού του στιλβένιου (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Χημική δομή στα στιλβένια

Cassidy & Dalais, 2008, 391

Στην παραδοσιακή ιατρική, συμπεριλαμβανομένης της κινέζικης, για πολλά χρόνια οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν ιαματικά φυτά που περιέχουν ρεσβερατρόλη. Με βάση τα ποσοτικά δεδομένα που είναι διαθέσιμα σήμερα, οι κύριες διατροφικές πηγές στιλβένιων είναι τα

σταφύλια, χυμοί σταφυλιών, κρασί, φυστίκια και φυστικοβούτυρο. Εντοπίζονται κυρίως στη φλούδα, ενώ γενικά δεν βρίσκονται καθόλου ή βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στη σάρκα των φρούτων. Στα κρασιά τα επίπεδα ρεσβερατρόλης εξαρτώνται από την ποικιλία του σταφυλιού, τις κλιματικές συνθήκες της συγκομιδής και τις οικολογικές διαδικασίες που χρησιμοποιήθηκαν. Μελέτες έδειξαν ότι τα επίπεδα ρεσβερατρόλης στις φλούδες των κόκκινων και άσπρων σταφυλιών είναι συγκρίσιμα. Ο βαθμός του μουσκέματος των φλουδών και των καρπών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης είναι ο καθοριστικός παράγοντας για τη συγκέντρωση στυλβένιου στο κρασί, αλλά οι ποικιλίες της ζύμης και τα παρασκευάσματα καθαρισμού που χρησιμοποιούνται, καθώς και ο χρόνος ζύμωσης στα δρύινα βαρέλια, επηρεάζουν επίσης τα επίπεδα ρεσβερατρόλης. Τα κόκκινα κρασιά περιέχουν τα υψηλότερα επίπεδα trans-ρεσβερατρόλης, περίπου 8 mg/l αλλά τα επίπεδα διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία σταφυλιού. Τα επίπεδα στα ροζέ κρασιά κυμαίνονται μεταξύ 1,38 και 2,93 mg/l, ενώ τα επίπεδα στα λευκά κρασιά είναι γενικά χαμηλά, αφού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής του κρασιού ελάχιστη επαφή υπάρχει με τις φλούδες του σταφυλιού, που είναι η κυριότερη πηγή ρεσβερατρόλης.

3. **Λιγνάνες.** Οι λιγνάνες είναι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν σε πολλά είδη φυτών. Ενώ υπάρχουν σε υψηλές συγκεντρώσεις στον λιναρόσπορο, τις βρίσκουμε επίσης σε μετρήσιμες ποσότητες σε πολλά από τα δημητριακά, όσπρια, φρούτα και λαχανικά που καταναλώνονται ευρέως στον δυτικό κόσμο. Ενώ τα επίπεδα των λιγνανών είναι σε γενικά χαμηλά σε μεμονωμένα φαγητά, η παρουσία τους στο φυτικό βασίλειο υποδηλώνει ότι μπορεί να είναι μία σημαντική πηγή από φυτοοιστρογόνα, ιδιαίτερα σε ανθρώπους που ακολουθούν δίαιτες πλούσιες σε φυτικά συστατικά (φυτοφάγους και ακραίους φυτοφάγους). Η δομή των φυτικών λιγνανών είναι διαφορετική από τη δομή των λιγνανών που προέρχονται από θηλαστικό, τα οποία σχηματίζονται ως αποτέλεσμα μικροβιακού μεταβολισμού στο έντερο. Οι πρόδρομοι των λιγνανών (secoisolariciresinol, matairesinol) υπάρχουν στα φυτά ως συνευγμένοι γλυκοζίτες, αλλά μετά την κατάποση τους μικροβιακά ένζυμα

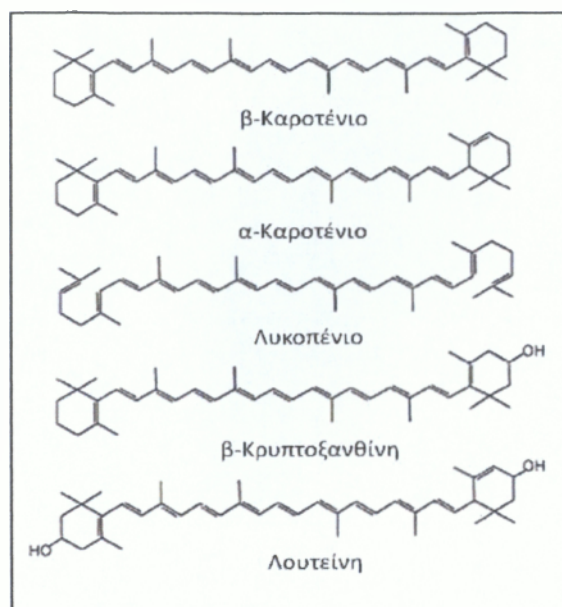
Chemical structures of compounds 1 and 2 are shown. Compound 1 is a complex molecule with multiple stereocenters and a lactone ring. Compound 2 is a simpler molecule with two hydroxymethyl groups and two phenyl rings.

Η επαλήθευση της βακτηριδιακής παραγωγής των λιγνάνων (εντεροδιόλη και εντερολακτόνη) στα θηλαστικά έγινε πριν πολλά χρόνια, όταν χορηγήθηκε επιλεκτική αντιβιοτική θεραπεία για 6-8 μέρες σε ανθρώπους που αμέσως έδειξαν μείωση στην απέκκριση εντεροδιόλης και εντερολακτόνης, ενώ μετά από 2-3 μέρες η απέκκριση των μεταβολιτών στα ούρα ήταν μη-ανιχνεύσιμη. Παρόμοια με τα οιστρογόνα και τις ισοφλαβόνες, οι λιγνάνες υποβάλλονται σε αποτελεσματική εντεροηπατική κυκλοφορία, δηλαδή απορροφούνται από το εντερικό σύστημα και έπειτα μεταφέρονται μέσω της πυλαίας φλέβας στο ήπαρ, όπου υφίστανται σύζευξη με γλυκυρονικό οξύ. Αυτό το πιο υδροδιαλυτό συνεζευγμένο προϊόν απεκκρίνεται μέσω των νεφρών και της χολικής οδού. Στα ούρα και στη χολή είναι παρόν πρωταρχικά ως το μη-γλυκυρονικό συζυγές. Υπάρχει δείξει θετική συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης τροφών πλούσιων σε φυτικές ίνες και απέκκριση λιγνάνων στα ούρα. Αυτό είναι αναμενόμενο, δεδομένου των πλουσιότερων πηγών προδρόμων λιγνανίου στη δίαιτα (όσπρια, φρούτα και λαχανικά). Μέχρι σήμερα, αρκετές μελέτες σε ζώα έχουν αναφέρει την πιθανή αντικαρκινική δράση αυτών των ενώσεων, αλλά, σε σύγκριση με την ομάδα των ισοφλαβόνων, το ενδιαφέρον στις βιολογικές δράσεις των λιγνάνων σε σχέση με την ανθρώπινη υγεία έχει δεχθεί λιγότερη προσοχή.

1.4.3. Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή είναι χρωστικές ουσίες που υπάρχουν σε άφθονες ποσότητες σε πολλά από τα φρούτα και τα λαχανικά που καταναλώνουμε. Είναι υπεύθυνες για τα φωτεινά χρώματα, όπως το κόκκινο, το πορτοκάλι και το κίτρινο των φρούτων και λαχανικών. Επίσης, αυτές οι ουσίες παρέχουν χρώμα σε πολλά είδη εντόμων, πουλιών και οστρακόδερμων, όπως το πορτοκαλί στο κέλυφος των αστακών. Τα καροτενοειδή προστατεύουν τα κύτταρα ενάντια στη φωτοοξειδωτική βλάβη, καθώς δρουν ως φωτοαπορροφητικές χρωστικές ουσίες κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης, ενώ το β-καροτένιο έχει αποδειχθεί ότι είναι πρόδρομος της Βιταμίνης Α. Περίπου 600 καροτενοειδή έχουν αναγνωριστεί στη φύση, από τα οποία τα 50 έχουν δράση της προβιταμίνης Α. Καροτενοειδή όπως τα καροτένια είναι υδατάνθρακες που περιέχουν οξυγονωμένες ξανθοφύλλες που αποτελούνται από οχτώ ισοπρενοειδείς μονάδες.

Τα καροτενοειδή έχουν έναν μεγάλο αριθμό διπλών δεσμών στην πολυισοπρενοειδή δομή τους, κάνοντας έτσι τον ισομερισμό ικανό να παράγει μονό- ή πολύ-*cis* ισομερή, ενώ πολλά καροτενοειδή υπάρχουν στην *trans*-στερεοδιάταξη. Ο άνθρωπος δεν μπορεί να συνθέσει καροτενοειδή και έτσι είναι εξαρτώμενος από διατροφικές πηγές. Τα καροτενοειδή είναι συνήθως διαλυτά σε λίπος και μετά την κατάποση απελευθερώνονται από σύνθετες πρωτεΐνες, ενσωματώνονται σε μικύλια και μεταφέρονται στην εντερική βλεννογόνο μεμβράνη. Τα καροτενοειδή της προβιταμίνης Α διασπώνται για να παράγουν Βιταμίνη Α, ενώ μη-τροποποιημένα καροτενοειδή απορροφούνται απευθείας στο αίμα. Τα καροτενοειδή μεταφέρονται στην κυκλοφορία μέσω των LDL. Τα κύρια καροτενοειδή που υπάρχουν στην κυκλοφορία συμπεριλαμβάνουν το β-καροτένιο, α-καροτένιο, λυκοπένιο, β-κρυπτοξανθίνη και η λουτεΐνη (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Χημική δομή των κυριότερων καροτενοειδών

Rao & Rao, 2007, 208

Οι πρώτες επιδημιολογικές μελέτες που πρότειναν τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών με τη μείωση ρίσκου κάποιων καρκίνων υπογράμμισαν τα καροτενοειδή, συγκεκριμένα το β-καροτένιο, σαν πιθανό υποψήφιο γι' αυτή την προστατευτική δράση. Από τότε, παρεμβατικές μελέτες με β-καροτένιο έχουν δείξει ότι δεν έχει προστατευτική δράση ενάντια στον καρκίνο (καρκίνο του πνεύμονα), ωστόσο τα καροτενοειδή μπορούν να αποτελέσουν ένδειξη υγιεινού τρόπου ζωής (Arab & Steck, 2000, Gale et al, 2001).

Η έρευνα για τα καροτενοειδή, όσον αφορά τυχαιοποιημένες μελέτες και ελεγχόμενες με εικονικό φάρμακο, φαίνεται να είναι πιο ανεπτυγμένη από την έρευνα πάνω σε άλλες φυτοχημικές ενώσεις. Ενώ η επιδημιολογική συσχέτιση μεταξύ του β-καροτένιου και του καρκίνου του πνεύμονα είναι ισχυρή και σταθερή, οι ενδείξεις σε σχέση με άλλα καροτενοειδή και άλλες νόσους, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα, ο καρκίνος του προστάτη, ο καρκίνος του μαστού και ο εκφυλισμός δερματικών κηλίδων που σχετίζεται με την ηλικία, είναι λιγότερο ξεκάθαρες.

Σε σχέση με τα καρδιαγγειακά νοσήματα του και τον καρκίνο του μαστού, οι πλειονότητα των τελευταίων μελετών δεν δείχνουν κάποια στατιστικά σημαντική σχέση με το β-καροτένιο. Οι αρχικές ενδείξεις πιθανής προστατευτικής δράσης του λυκοπενίου (συστατικό της ντομάτας) στον καρκίνο του προστάτη δεν έχει υποστηριχτεί από μετέπειτα μελέτες. Παρομοίως, οι αρχικές ενδείξεις ότι η λουτεΐνη

έχει προστατευτικές δράσεις στον εκφυλισμό κηλίδων που σχετίζονται με την ηλικία δεν επαληθεύθηκαν σε επόμενες μελέτες (Rao & Rao, 2007).

Άρθρο διαμορφώνει τον πιθανό ρόλο του λυκοπενίου στις νευρολογικές ασθένειες συμπεριλαμβανομένης της ασθένειας του Alzheimer. Ο εγκέφαλος αντιπροσωπεύει ένα τρωτό όργανο για την οξειδωτική ζημία. Αν και ο ρόλος των αντιοξειδωτικών βιταμινών σε νευρολογικές ασθένειες που έχει ήδη αναφερθεί στη βιβλιογραφία, είναι μόνο ένα μικρό μέρος των ερευνών, υπάρχουν μελέτες οι οποίες έχουν επικεντρωθεί στο λυκοπένιο. Για το λυκοπένιο έχει αναφερθεί η ιδιότητα να κυκλοφορεί μέσω του αίματος στον εγκέφαλο και να είναι παρόν στο κεντρικό νευρικό σύστημα σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Σημαντική μείωση των επιπέδων του λυκοπενίου έχει αναφερθεί σε ασθενείς με την ασθένεια Parkinson. Επίσης οι συγκεντρώσεις του λυκοπενίου και της τοκοφερόλης έχουν σχέση με την μικροαγγειοπάθεια (όπου μικρά αιμοφόρα αγγεία του σώματος σπάνε από την δυσλειτουργική πάχυνση και ευθραυστότητα των αγγείων) το λυκοπένιο προτάθηκε επίσης για την προστασία ενάντια αμυοτροφική πλευρική αναταραχή σκλήρυνσης (νόσος του Alzheimer) στους ανθρώπους. Όταν ένας πληθυσμός των ηλικιωμένων ανθρώπων εξετάστηκε για τη λειτουργική τους ικανότητα συμπεριλαμβανομένης και της δυνατότητας τους να εκτελέσουν πράγματα για την προσωπική τους φροντίδα, παρατηρήθηκε ένας σημαντικός θετικός συσχετισμός μεταξύ του λυκοπενίου και λειτουργικής ικανότητας των ατόμων. Βάσει της σχέσης μεταξύ της οξειδωτικής πίεσης, των νευρολογικών ασθενειών και τις ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες του λυκοπενίου είναι λογικό να αναμένονται περαιτέρω μελέτες να πραγματοποιηθούν στο μέλλον για να εξετάσει αυτήν την σημαντική περιοχή (Rao & Balachandran, 2003).

Αρκετά βιοχημικά μονοπάτια έχουν προταθεί για τις πιθανές δράσεις των καροτενοειδών. Ένα κοινό μονοπάτι για πολλές φυτοχημικές ενώσεις είναι το αντιοξειδωτικό. Μέχρι σήμερα, οι ενδείξεις είναι αντίθετες, με καμία ξεκάθαρη αντιοξειδωτική δράση για τα καροτενοειδή. Πολλά από τα στοιχεία για τις ευεργετικές δράσεις των καροτενοειδών στην υγεία πηγάζουν από επιδημιολογικές μελέτες. Μπορούν να χρησιμεύσουν ως δείκτες υγιεινού τρόπου ζωής και ως δείκτες της κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών. Τα καροτενοειδή δείχνουν να έχουν δράσεις στην υγεία, αλλά μπορεί να μην έχουν αποτέλεσμα μόνα τους (π.χ. β-καροτίνη και καρκίνος του πνεύμονα) και να χρειάζονται να είναι σε ένα τροφικό

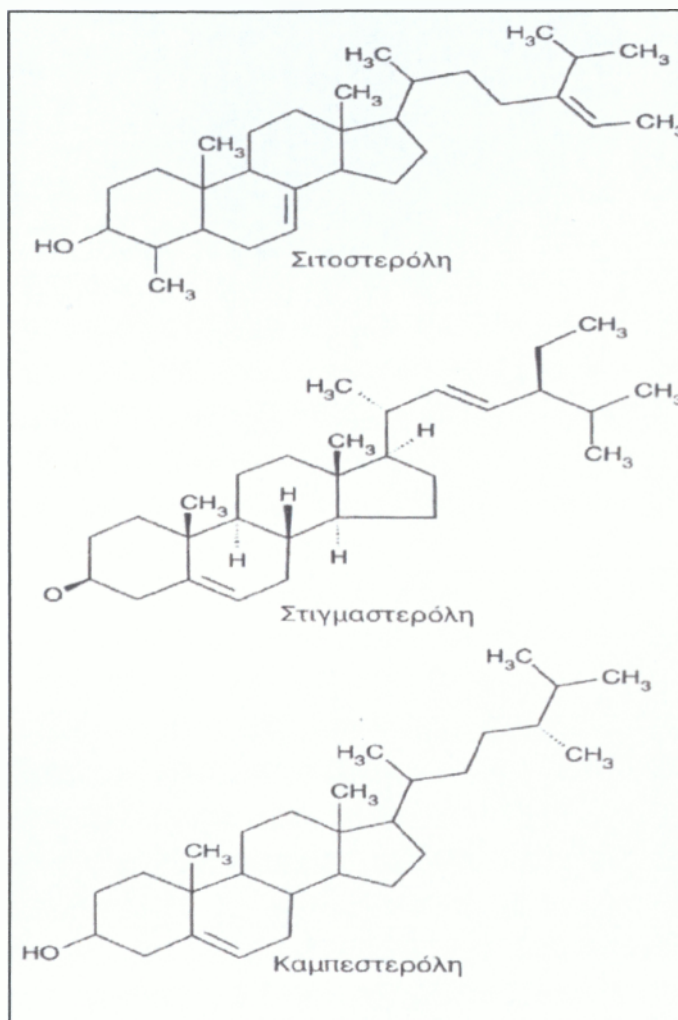
μέσο και/ή να καταναλώνονται με άλλα φαγητά για να παρέχουν ευεργετικές ιδιότητες στην υγεία.

1.4.5. Φυτοστερόλες

Έχει αναφερθεί ότι πάνω από 250 φυτά περιέχουν μετρήσιμα επίπεδα φυτοστερολών. Το ενδιαφέρον σε ό,τι αφορά στην διατροφή, γι' αυτές τις ενώσεις σχετίζεται με το γεγονός ότι έχουν παρόμοια δομή με τη χοληστερόλη, με διαφορές στις πλευρικές αλυσίδες. Συνεπώς έχουν τη δυνατότητα να ενεργούν ως «φυσικοί» διατροφικοί παράγοντες που μειώνουν τη χοληστερόλη. Η σιτοστερόλη είναι μία Βασική στερόλη φυτικής προέλευσης, αλλά η στιγμαστερόλη, η καμπεστερόλη και οι στερόλες μπράσικα και αβένα επίσης υπάρχουν σε πολλές φυτικές ύλες. Οι φυτοστερόλες έχουν ομοιότητες με τη δομή της χοληστερόλης στη λειτουργία όπως η σταθεροποίηση των δίπολων των φωσφολιπιδίων στις μεμβράνες, και τη δομή (Εικόνα 11). Ενώ όμως η πλευρική αλυσίδα χοληστερόλης αποτελείται από 8 άτομα άνθρακα οι περισσότερες πλευρικές αλυσίδες των φυτοστερολών, περιέχουν 9 ή 10 άτομα άνθρακα. Περισσότερες από 44 στερόλες είναι παρούσες στα φυτά (Ibbotson, 2002).

Όπως και η χοληστερόλη στα κύτταρα των θηλαστικών οργανισμών, παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στη δομή και στη λειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών και ενσωματώνονται στις μεμβράνες, ρυθμίζουν τη ρευστότητα των μεμβρανών και παίζουν ρόλο στην προσαρμογή των μεμβρανών στη θερμοκρασία. Μέσα στο φυτό παίζουν επίσης ρόλο-κλειδί στη διαφοροποίηση και πολλαπλασιασμό των κυττάρων. Η συσσώρευση τους στους καρπούς και στα έλαια υπονοεί ότι είναι σημαντικά στην ανάπτυξη καινούργιων κυττάρων και βλαστών. Οι πλουσιότερες φυσικές πηγές αυτών των ενώσεων είναι τα φυτικά έλαια (και προϊόντα που προέρχονται από έλαια), αλλά και τα δημητριακά (και προϊόντα βασισμένα στα δημητριακά) και οι ξηροί καρποί επίσης περιέχουν μετρήσιμες ποσότητες. Η συνολική κατανάλωση κυμαίνεται από 146 σε 405 mg/ανά ημέρα, ενώ η κατανάλωση στους φυτοφάγους είναι μέχρι και τρεις φορές μεγαλύτερη. Η διαφορά αυτή αντανakλάται στα επίπεδα

στον ορό, 350 mg /dl στους φυτοφάγους αντί 270 mg /dl στους μη-φυτοφάγους (Kritchevsky & Chen, 2005).



Εικόνα 11. Χημική δομή φυτοστερολών

Cassidy & Dalais, 2008, 394

Στη δεκαετία του 1950 μεγάλες ποσότητες φυτικών στερόλων (μέχρι και 50 σ/ανά ημέρα) χορηγούνταν σε ασθενείς με υπερχοληστερολεμία για να μειώσουν τα επίπεδα χοληστερόλης στον ορό του αίματος. Εντούτοις, το ενδιαφέρον για την κλινική τους χρήση μειώθηκε, επειδή ήταν μη-διαλυτά και επειδή ανησυχίες είχαν εκφραστεί πάνω στην πιθανή παρουσίαση φυτοσιερολαιμίας από την αυξημένη κατανάλωση. Η ανάπτυξη λιποδιαλυτών φυτικών εστέρων στανολών στις αρχές της δεκαετίας 1990 αποκάλυψαν τη δυνατότητα σχετικά μικρών (1,5 g/ημέρα) και ασφαλών δόσεων να έχουν υποχοληστερολεμική δράση σε μελέτες σε ανθρώπους. Η

σημασία των εστέρων στανολών που συνδέεται με τη μείωση της χοληστερόλης ανανέωσε το ενδιαφέρον πάνω στη χρήση φυτικών στερολών γι' αυτόν τον σκοπό.

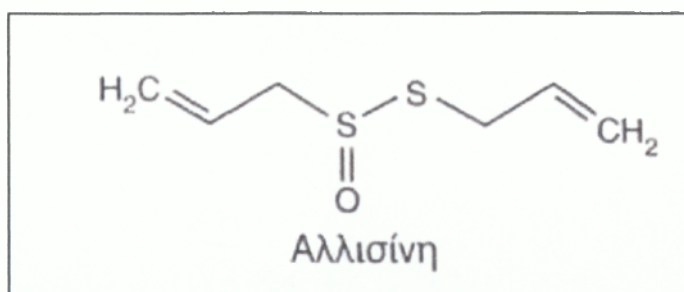
Η προσθήκη των φυτοστερολών στο σιτηρέσιο μείωσε τη χοληστερόλη ακόμα και σε φυσιολογικά χοληστερολαιμικά άτομα. Οι μελέτες προτείνουν ότι η δοσολογία πρόσληψης φυτικών στερολών είναι σημαντική, με 2 g ημερησίως να προσφέρουν την ιδανική δόση για μείωση της χοληστερόλης, ενώ υψηλότερες δόσεις δεν δείχνουν να αυξάνουν την δραστηριότητα. Εντούτοις, υψηλότερες δόσεις δείχνουν να εμπλέκονται με την απορρόφηση άλλων φυτοχημικών ενώσεων όπως τα καροτενοειδή και άλλες λιποδιαλυτές ενώσεις. Μία από τις κύριες μεταβολικές επιδράσεις της κατανάλωσης διαιτητικών φυτικών στερολών σχετίζεται με την παρεμπόδιση της απορρόφησης και επακόλουθη αναπληρωματική διέγερση της σύνθεσης της χοληστερόλης. Η τελική δράση είναι μείωση της χοληστερόλης ως αποτέλεσμα της αυξημένης αποβολής χοληστερόλης στα κόπρανα.

Οι φυτοστερόλες έχουν δείξει πολλές θετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Παραδείγματα αυτού είναι οι αντιφλεγμονώδεις και οι αντιτυρετικές ιδιότητες. Επιπλέον επιδημιολογικές έρευνες σε ασθενείς που είχαν υπερπλασία του προστάτη και ήταν κάτω από την θεραπεία των Βήτα σιτοστερολών, αποκάλυψαν βελτίωση σε διάφορα συμπτώματα. Ακόμα σχέση έχει αναφερθεί στη μείωση των καρκινογόνων ουσιών που προκαλούν το καρκίνο του παχέος εντέρου σε τρωκτικά. Μία ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι η επίδραση ανασταλτικών παραγόντων των Βήτα σιτοστερολών στα κακοήθη κύτταρα παρά τα κανονικά κύτταρα. Αυτό παρατηρήθηκε σε ανθρώπους και στα καρκινικά κύτταρα του παχέος εντέρου. Επίσης, δεδομένα υπάρχουν για τη δράση της στερόλης στο ότι μπορεί να ενεργήσει στα διάφορα βήματα της καρκινογόνου διαδικασίας, όπως η έναρξη όγκων, η προώθηση, η διαφοροποίηση κυττάρων, και η μετάσταση. διάφοροι μηχανισμοί έχουν προταθεί για να εξηγήσουν την αντικαρκινική. Έχουν αναφερθεί άλλες πιθανές εξηγήσεις για μια τέτοια επίδραση, όπως είναι η αλλαγή του κύκλου των καρκινικών κυττάρων, μείωση στη δραστηριότητα των ενζύμων που περιλαμβάνονται στο μεταβολισμό τεστοστερόνης, και την υποκίνηση του ανοσοποιητικού συστήματος στα άτομα που έχουν προσβληθεί από τον καρκίνο (Paniagua-Pérez et al, 2007).

1.4.6. Χημικές ενώσεις που περιέχουν θείο

Οι χημικές ενώσεις που περιέχουν θείο είναι οι εξής:

1. **Σουλφίδια.** Οι χημικές ενώσεις που περιέχουν θείο (η οικογένεια allium σκόρδο) μπορούν να έχουν πολλαπλές ευεργετικές ιδιότητες στην υγεία. Τα σουλφίδια εμφανίζονται σε μεγάλες ποσότητες στο σκόρδο και σε άλλα βολβώδη φυτά. Το πρωτεύον συστατικό που πιστεύεται ότι είναι το ενεργό συστατικό είναι η θειούχα ουσία αλλισίνη που συντίθεται από τον συνδυασμό του προδρόμου της αλλισίνη και του ενζύμου αλλινάση (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Χημική δομή αλλισίνης

Cassidy & Dalais, 2008, 395

Αυτές οι ενώσεις είναι πτητικές και υπεύθυνες για τη χαρακτηριστική οσμή του σκόρδου. Σκελίδες σκόρδου μπορούν να περιέχουν αλλισίνη μέχρι και 4 g/kg φρέσκου βάρους, αλλά δεν είναι γνωστή η ακριβής δόση που είναι ωφέλιμη στην υγεία. Πολλές μελέτες έχουν γίνει πάνω στον μεταβολισμό της αλλισίνης σε ζωικά μοντέλα και σε ανθρώπους, αλλά δεν υπάρχει συμφωνία για τον τρόπο λειτουργίας αυτών των ενώσεων. Αυτό εντούτοις δεν έχει αποτρέψει επιστήμονες από το να ολοκληρώσουν κλινικές μελέτες σε ανθρώπους, αλλά και μελέτες *in vitro* σε ζώα πάνω στις δράσεις του σκόρδου και της αλλισίνης χρησιμοποιώντας διάφορους δείκτες υγείας. Μελέτες σε ανθρώπους έχουν δείξει ότι η κατανάλωση σκόρδου μπορεί να έχει ωφέλιμη δράση στη χοληστερόλη, στην πίεση αίματος, στη συσσωμάτωση αιμοπεταλίων και στον χρόνο πήξης αίματος. Το σκόρδο μπορεί επίσης να έχει και αντιβιοτικές ιδιότητες. Χρειάζεται

περισσότερη μελέτη ακόμα, αφού φυτά όπως το σκόρδο περιέχουν επίσης έναν αριθμό άλλων βιοενεργών ενώσεων.

2. **Γλυκοζυνολίτες.** Οι γλυκοζυνολίτες είναι μία μεγάλη ομάδα ουσιών που περιέχουν θείο και βρίσκονται σε λαχανικά του γένους *brassica*. Όταν ο φυτικός ιστός καταστρέφεται κατά κατεργασία του τροφίμου ή κατά τη μάσηση, οι ουσίες γλυκοζυνολίτες υδρολύονται μέσω ενδογενών ενζύμων (μυροσινάσες) για να απελευθερώσουν διάφορα προϊόντα αποικοδόμησης, που περιλαμβάνουν τους εστέρες του ισοθειοκυανικού και του θειοκυανικού οξέος, καθώς επίσης και ινδόλες. Οι εστέρες του ισοθειοκυανικού οξέος, που αναφέρονται επίσης και ως «σιναπέλαια» είναι καυτερές και πικρές ενώσεις με «πικρή» οσμή.

Οι άνθρωποι είναι ευαίσθητοι στις δυνατές γεύσεις που σχετίζονται με τα προϊόντα που παράγονται από την αποικοδόμηση των ουσιών γλυκοζυνολίτες και ως εκ τούτου αυτές οι ενώσεις είναι σημαντικοί καθοριστικοί παράγοντες γεύσης σε πολλά λαχανικά του γένους *brassica*. Αλλυλικό εστέρες του ισοθειοκυανικού οξέος είναι κατά μεγάλο μέρος υπεύθυνες για τη χαρακτηριστική καυτερή γεύση της μουστάρδας και ίου αγριοράπανου, ενώ η σινιγρίνη και η προγοϊτρίνη είναι υπεύθυνες για την πικρή γεύση των λάχανων Βρυξελλών και άλλων λαχανικών του γένους *brassica*. Τα προϊόντα από τη διάσπαση των γλυκοζυνολιτών ασκούν ένα εύρος από τοξικές και μη θρεπτικές επιδράσεις σε διάφορα είδη ζώων, οι αντίξοες επιδράσεις στον μεταβολισμό του θυρεοειδή αδένος είναι ένα παράδειγμα. Στα ζώα προκαλούν βρογχοκήλη στον θυρεοειδή αδένος, αλλά αυτές οι ενέργειες μπορούν να μετριαστούν ως έναν βαθμό με την αύξηση επιπέδων ιωδίου στη διαίτα. Εντούτοις, αυτή η πρόκληση βρογχοκήλης έχει περιορίσει τη χρήση των φυτών *brassica* στη διατροφή εγχώριων αγροτικών ζώων. Αυτές οι ενώσεις μπορεί να προκαλέσουν βρογχοκήλη στους ανθρώπους, αλλά υπάρχουν πολύ λίγα επιδημιολογικά στοιχεία για να υποθέσουμε ότι αυτό μπορεί να προκαλέσει ανθρώπινη νόσο. Σε μία μελέτη που προστέθηκαν 150 g λαχανάκια Βρυξελλών στην διαίτα εθελοντών, δεν υπήρξε καμία επίδραση στα επίπεδα ορμονών του θυρεοειδούς αδένος, πιθανώς γιατί το μαγείρεμα είχε απενεργοποιήσει το ένζυμο *myrosinase* και έτσι μείωσε τη βιολογική διαθεσιμότητα των

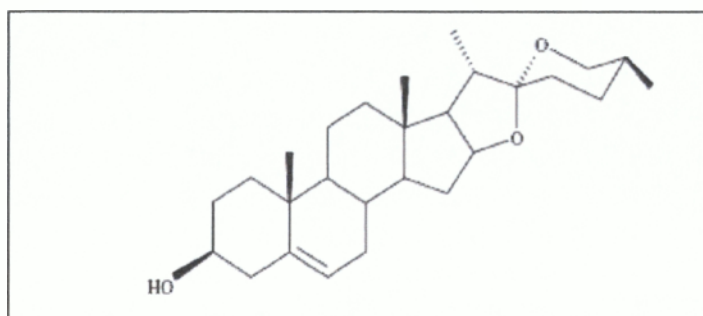
προϊόντων που δημιουργούν πρήξιμο του θυρεοειδούς αδένα σε υποκλινικά επίπεδα.

Έχουν προκύψει στοιχεία ότι τα λαχανικά του γένους *brassica* μπορεί να έχουν σημαντικές αντικαρκινικές δράσεις συσχετιζόμενες με την βιολογική δραστηριότητα των προϊόντων διάσπασης των ουσιών γλυκοζυνολιτών. Η έκθεση του Παγκόσμιου Ταμείου της Έρευνας του Καρκίνου (World Cancer Research Fund) για τον ρόλο της διατροφής στην πρόληψη καρκίνου συμπέρανε ότι δίαιτες πλούσιες σε σταυρανθή λαχανικά πιθανώς προστατεύει τους ανθρώπους ενάντια στον καρκίνο του κόλον, του πρωκτού και του θυρεοειδούς αδένα. Όταν καταναλώνονται σαν μέρος μίας δίαιτας πλούσιας σε άλλα είδη λαχανικών, τότε δρουν και ενάντια καρκίνων σε άλλα μέρη του σώματος. Αυτά τα επιδημιολογικά στοιχεία είναι σύμφωνα με έναν μεγάλο αριθμό πειραματικών μελετών, οι οποίες από το 1960 και μετά έχουν υποδείξει ότι τα προϊόντα διάσπασης των γλυκοζυνολιτών ασκούν αντικαρκινικές δράσεις σε πειραματικά ζωικά μοντέλα. Ο μηχανισμός που εξηγεί αυτές τις επιδράσεις σχετίζεται με την ικανότητα των προϊόντων διάσπασης των γλυκοζυνολιτών (π.χ. εστέρες του ισοθειοκυανικού οξέος) να ρυθμίζουν τις δραστηριότητες της φάσης I (π.χ. κυτταρόχρωμα P450) και της φάσης II (π.χ. γλουταθείο S-τρανσφεράσης, διφωσφορική ουριδίνη - γλυκουρονύλ τρανσφεράση) των Βιομετασχηματιστικών ενζύμων, τα οποία μαζί καταλύουν μια ποικιλία υδρολυτικών, οξειδωτικών και αναγωγικών αντιδράσεων (φάση I), τα προϊόντα των οποίων είναι μετά διαθέσιμα για αντιδράσεις σύζευξης (φάση II).

1.4.7. Σαπωνίνες

Στη δομή τους περιλαμβάνουν μια διαφορετική ομάδα ενώσεων που χαρακτηρίζεται από ένα τριτερπένιο ή α-γλυκόνη και μια ή περισσότερες αλυσίδες ζακχαρόζης όπως βλέπουμε στην Εικόνα 13 . Οι φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητές τους, λίγες από τις οποίες είναι κοινές για όλα τα μέλη αυτής της ομάδας,

χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στα τρόφιμα, τα καλλυντικά και τους φαρμακευτικούς τομείς. Οι σαπωνίνες είναι ευρέως διαδεδομένοι στο βασίλειο των φυτών. Η παρουσία των σαπωνινών έχει αναφερθεί σε περισσότερες από 100 οικογένειες φυτών. Οι κυριότερες διαιτητικές πηγές για την πρόληψη των σαπωνινών είναι τα όσπρια όπως σόγια, ρεβίθια, φασόλια, φιστίκια, φακές. Οι σαπωνίνες είναι επίσης παρόντα, στη βρώμη, στο πράσο, στο σκόρδο, στο σπαράγγι, στο τσάι, στο σπανάκι, και στο σακχαρότευτλο. Η περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε σαπωνίνες, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως το είδος, την ποικιλία, τις συνθήκες ανάπτυξης και τη μετασυλλεκτική μεταχείριση. Οι σαπωνίνες στα τρόφιμα έχουν θεωρηθεί παραδοσιακά ως «αντιθρεπτικοί παράγοντες» και σε μερικές περιπτώσεις η χρήση τους έχει περιοριστεί λόγω της πικρής τους γεύσης. Αρχικά το μεγαλύτερο μέρος των επιστημονικών ερευνών στόχευε στην αφαίρεσή τους προκειμένου να διευκολυνθεί η κατανάλωση τους. Στις σαπωνίνες αποδίδονται ιδιότητες όπως η ρύθμιση της χοληστερόλης και η θωράκιση εναντίον του καρκίνου (Guclu & Mazza, 2007).



Εικόνα 13. Χημικός τύπος των σαπωνινών

Guclu & Mazza, 2007, 232

Παραδείγματα μελετών στις οποίες αναφέρονται οι ευεργετικές ιδιότητες των σαπωνινών είναι η μελέτη του Chin και Garrison το 2008. Στη συγκεκριμένη μελέτη το σπαράγγι και η πλούσια ποικιλία φυτοχημικών που διαθέτει μεταξύ αυτών και σαπωνίνες, οι οποίοι βρίσκονται στους τρυφερούς βλαστούς των σπαραγγιών. Η πρωτοδιοσκίνη είναι σαπωνίνας ο οποίος μετά από πολλές μελέτες σε κύτταρα και τρωκτικά, έχει δείξει ότι διαθέτει δυνατές κυτοτοξικές δραστηριότητες ενάντια σε πολλά καρκινικά κύτταρα, αυξάνουν τα επίπεδα των ανδρογόνων και ενισχύουν τις σεξουαλικές δραστηριότητες. Η διοσκεδίνη από το ίδιο βιοσυνθετικό μονοπάτι των σαπωνινών. Η διοσκεδίνη έχει φανεί ότι μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης, όπως

επίσης ότι παρεμποδίζει την έναρξη και ανάπτυξη του καρκίνου του εντέρου. Στην αντιοξειδωτική ικανότητα του σπαραγγιού ενισχύεται και από τη ρουτεΐνη ένα φλαβονοειδές και την κερκετίνη σε αρκετή ποσότητα στο φρέσκο σπαράγγι, τα οποία επίσης συνδέονται με την παρεμπόδιση του καρκίνου του εντέρου (Chin and Garrison 2008).

1.5. Επίδραση καλλιέργειας & κλίματος στη συγκέντρωση των φυτοχημικών

Η συγκέντρωση των φυτοχημικών σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά σχετίζεται όχι μόνο με το σύστημα άσκησης της γεωργίας (βιολογική, ολοκληρωμένη, συμβατική) και την ποικιλία αλλά και με τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών (π.χ. θερμοκρασία, φωτισμός), τις καλλιεργητικές τεχνικές (π.χ. λίπανση, συστήματα καλλιέργειας) τους εδαφικούς παράγοντες (π.χ. αλατότητα, κομπόστες, λίπανση), το στάδιο συγκομιδής (το καταναλισκόμενο μέρος, το μέγεθος του καρπού) και τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς των παραγωγών αλλά και των καταναλωτών. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για την συγκέντρωση των ανθοκυανών σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά, έχουν δείξει τη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των καλλιεργητικών τεχνικών, περιβαλλοντολογικών συνθηκών και του μετασυλλεκτικού χειρισμού για την αύξηση τους. Είναι ευκαιρία με την σημερινή ανάπτυξη των καλλιεργητικών τεχνικών να μπορέσουμε να αυξήσουμε τα επίπεδα όχι μόνο των ανθοκυανών αλλά και άλλων φυτοχημικών. Η επιλογή της σωστής ποικιλίας με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε φυτοχημικά, οι συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία, φωτισμός, ακτινοβολία) κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των καλλιεργειών, οι αρδύσεις για την αύξηση της συγκέντρωσης των φυτοχημικών, η διάρκεια του φωτισμού, το στάδιο ωρίμανσης του καρπού είναι σημαντικοί παράγοντες στη συγκέντρωση των φυτοχημικών (Van der Sluis et al, 2001, Dumas et al, 2003, Chassy et al, 2006, Luthria et al, 2006, Toor et al, 2006).

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει ταχύτατα παράγοντες βασικούς για τις καλλιέργειες αλλά και την ποιότητα των παραγόμενων τροφίμων. Το νερό, αλλά και η ποιότητα του, επηρεάζει την ποσότητα της παραγόμενης ποσότητας. Η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική ρύπανση, η συσσώρευση ρυπογόνων στοιχείων στο

έδαφος, είναι σημαντικοί παράγοντες για την ποιότητα των προϊόντων. Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη βιοσύνθεση των φυτοχημικών είναι ένας τομέας αρκετά πρόσφατος, μέχρι σήμερα δεν υπάρχει μεγάλο πλήθος μελετών, αλλά είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για τη βιοσύνθεση των φυτοχημικών άρα και την ποιότητα των φρούτων και των λαχανικών.

Τα βαρέα μέταλλα είναι ένας παράγοντας που έχει επίσης απασχολήσει. Από μελέτη σε τρεις ποικιλίες λαχανοκομικών (μαρούλι, παντζάρι, φασολιά), βρέθηκε η μετακίνηση των βαρέων μετάλλων (ραδιενεργού νικελίου και καδμίου) στο σύστημα των φυτών (Fismes et al, 2005). Σε άλλη μελέτη φάνηκε ότι τα φυτά του είδους που είχαν εκτεθεί σε βαρέα μέταλλα είχαν την χαμηλότερη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων και αντιοξειδωτική ικανότητα (Márquez-García et al, 2009).

Σε μελέτη ενός ερευνητή κάποια χρόνια πριν αναφέρει, ότι με την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα κατά την κλιματική αλλαγή, υπάρχει η περίπτωση να παρατηρηθεί αύξηση της κόμης των φυτών και στην πυκνότητά της. Και αυτή η αλλαγή μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα βιομάζας υψηλής διατροφικής αξίας συνδυασμένο με ακόμα μεγαλύτερη υγρασία στο μικροκλίμα του φυτού (Manning, 1995).

Οι μελέτες για την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι διεθνείς. Από μελέτη που έχει γίνει σε τρεις ποικιλίες σιταριού στο Πακιστάν. Ερευνήθηκε η επίδραση των ατμοσφαιρικών ρύπων στη γεωργία των αναπτυσσόμενων χωρών. Το πειραματικό μέρος της μελέτης περιελάμβανε χώρος χωρίς στέγαση και υπήρχαν δύο εφαρμογές, μία με φίλτρο αέρα με φίλτρα κάρβουνου και η άλλη χωρίς φίλτρο αέρα κάρβουνου. Τα αποτελέσματα έδειξαν μετά τη συγκομιδή και ανάλυση των καρπών τη διαφοροποίηση της θρεπτικής αξίας στις δύο εφαρμογές. Η εφαρμογή με τον αφιλτράριστο αέρα είχε τη μεγαλύτερη μείωση σε θρεπτική αξία όσον αφορά στο άμυλο. Η βιταμίνη Ε και οι πρωτεΐνες δεν είχαν κάποια διαφοροποίηση (Wahid 2006). Σε μελέτη από την Ινδία αναφέρεται η επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης όχι μόνο όσον αφορά την μείωση της θρεπτικής αξίας στις αστικές και τις ημιαστικές περιοχές αλλά και στη μείωση της παραγωγής (Poole et al, 2002).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση όμως έχει και πιο άμεσα αποτελέσματα στον άνθρωπο, πολλαπλασιάζει κατά ένα βαθμό την οξειδωτική ζημιά των κυττάρων. Πολλά γονίδια τα οποία προκαλούν παθήσεις του καρδιαγγειακού αλλά και αγγειακών δυσλειτουργιών είναι ευαίσθητα στο οξειδωτικό στρες με αποτέλεσμα μία ανισορροπία στην κυτταρική οξειδωτική κατάσταση και την αντιοξειδωτική δράση

να είναι πολλή σημαντική για την έκβαση των ασθενειών. Ένα από τα θέματα που προκύπτουν είναι στις σύγχρονες τοξικολογικές επιστήμες είναι η τροποποίηση της περιβαλλοντικής τοξικότητας με θρεπτικά συστατικά. Από αποτελέσματα μελετών έχουν προκύψει στοιχεία που αποδεικνύουν ότι τα αντιοξειδωτικά θρεπτικά συστατικά που υπάρχουν σε φρούτα και λαχανικά, προστατεύουν κατά της περιβαλλοντικής τοξικότητας να προσβάλλουν τα ενδοθηλιακά κύτταρα (Αϊβαλάκης και συν., 2005, Hennig et al, 2007).

Το όζον είναι από τους σημαντικούς δευτερογενείς ρύπους. Η διαβάθμιση της ποσότητας του στην ατμόσφαιρα έχει επιδράσεις στην θρεπτική αξία των φρούτων και λαχανικών. Σε πείραμα μελετήθηκε η επίδραση του όζοντος στο σπανάκι. Το πειραματικό μέρος της μελέτης έγινε σε δωμάτια με ανοιχτή οροφή, ενώ οι καλλιέργειες εκτέθηκαν σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις όζοντος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αποτελεσματικότητα στην μετατροπή ενέργειας στο φωτοσύστημα είχε αλλάξει, αυτό σχετίστηκε με τη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας και το κλείσιμο των στοματίων και την αύξηση του CO₂ μέσα στα κύτταρα (Calatayud et al, 2004).

1.6. Επίδραση της μαγειρικής παρασκευής στη σύσταση των φυτοχημικών

Ο ερευνητής στο Πανεπιστήμιο Άντριους του Μίσιγκαν Winston J Craig, αναφέρει: *«Τα περισσότερα φυτοχημικά έχουν σταθερή θερμοκρασία και δεν χάνονται στο νερό του μαγειρέματος. Είναι αρκετά γνωστό ότι η Βιταμίνη C χάνεται μόνον μερικώς στο μαγείρεμα όμως η διαθεσιμότητα των καροτενοειδών μπορεί να αυξηθεί στο μαγείρεμα. Κατά το μαγείρεμα η ποσότητα της ινδόλης στο μπρόκολο σιγήθως αυξάνεται. Επιπλέον όταν τα φρούτα και τα λαχανικά ξεφλουδίζονται ή όταν μεταχειριζόμαστε κονσερβοποιημένες ή κατεψυγμένες τροφές, η ποσότητα των φυτοχημικών που λαμβάνουμε είναι λιγότερη από αυτή που παίρνουμε όταν τρώμε φρέσκα ωμά προϊόντα»* (Craig, 2003).

1.7. Φυτοχημική τοξικότητα

Στις ιδιότητες των φυτοχημικών συγκαταλέγεται και η τοξικότητα. Οι αφύσικες συγκεντρώσεις των φυτοχημικών μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητες. Όπως ισχύει γενικότερα στην κατανάλωση οποιασδήποτε τροφής έτσι και στα φυτοχημικά υπάρχει αρνητική επίδραση στην υπερβολική κατανάλωση, αλλά και σε κάποιες κατηγορίες φυτοχημικών οι οποίες έχουν αρνητικές επιδράσεις στη ανθρώπινη υγεία. Η συγκέντρωση των φυτοχημικών αυτών, μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες όπως επηρεάζονται και τα φυτοχημικά με τις ευεργετικές ιδιότητες. Μελέτες έχουν δείξει ότι σημαντικός παράγοντας είναι ο τρόπος καλλιέργειας, όπως είναι η οργανική, η ολοκληρωμένη αλλά και η συμβατική. Οι καλλιεργητικές τεχνικές αλλά και οι μέθοδοι μετασυλλεκτικού χειρισμού. Για παράδειγμα, αναφέρουμε φυτοχημικά τα οποία σε κάποια στάδια της ανάπτυξης των φρούτων και των λαχανικών σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορούν να είναι τοξικά.

Τα γλυκοαλκαλοειδή είναι δευτερογενείς μεταβολίτες οι οποίοι κάτω από συγκεκριμένα επίπεδα μπορούν να είναι τοξικοί σε βακτήρια, μύκητες, ιούς, ζώα και ανθρώπους (Friedman, 2006). Τα γλυκοαλκαλοειδή είναι συνήθως είναι παρόντα σε φυτά του είδους Solanaceae. Οι καλλιέργεια βολβών πατάτας είναι γνωστό ότι περιέχει μια μικρή τοξικότητα και αποδίδεται κυρίως στην παρουσία γλυκοαλκαλοειδών. Αυτές οι ουσίες παράγονται όταν οι βολβοί της πατάτας εκτίθενται σε ηλιακή ακτινοβολία και με αυτό το τρόπο αυξάνεται επικίνδυνα η συγκέντρωση των γλυκοαλκαλοειδών άρα και της τοξικότητας. Ευτυχώς όταν συμβαίνει αυτό, συνοδεύεται από το πράσινο χρωματισμό στον βολβό λόγω της παραγωγής χλωροφύλλης. Οι βολβοί πατάτας περιέχουν φυσικά διάφορους τύπους αλκαλοειδών που αρχικά συνδέονται με την αντίσταση των φυτών σε ασθένειες και την χρονική υποβάθμιση. Η πιο σημαντική ομάδα αλκαλοειδών στις ευρέως παραγόμενες ποικιλίες πατάτας είναι τα γλυκοαλκαλοειδή, ένα μόριο σακχαρώζης συνδεδεμένο με τη στεροειδή αλκαλοειδή σολανιδίνη (Machado et al, 2007).

Η συνολική συγκέντρωση των γλυκοαλκαλοειδών στους βολβούς πατάτας ποικίλει σε μεγάλη κλίμακα σύμφωνα με την ποικιλία. Οι τιμές ποικίλουν μεταξύ 2 και 410 mg/100 g νωπού βάρους, αλλά συνήθως οι τιμές βρίσκονται μεταξύ 10 και 150 mg/ 100 g νωπού βάρους. Η κατανομή των γλυκοαλκαλοειδών δεν είναι ομοιόμορφη αλλά συγκεντρωμένη κυρίως σε περιοχές όπως η περιφέρεια. Οι μεγάλες

και μη ελεγχόμενες αυξήσεις στα γλυκοαλκαλοειδή μπορούν να επέλθουν από διαφοροποιήσεις στη ποικιλία, την τοποθεσία, την εποχικότητα, την καλλιεργητική τεχνική και τους παράγοντες στρες. Τα γλυκοαλκαλοειδή δεν καταστρέφονται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Η δηλητηρίαση προκαλεί σοβαρά συμπτώματα γαστρεντερικών δυσλειτουργιών, παραισθήσεων, μερικής παράλυσης, σπασμούς, κώμα, μέχρι και θάνατο. Δόση μεταξύ 1-5 mg/kg βάρους του σώματος, προκαλεί τοξικότητες, ενώ 1-5 mg/kg σωματικού βάρους μπορεί να προκαλέσει θάνατο (Matthews et al, 2005).

Η ιδιότητα τους αυτή έχει οδηγήσει σε καθορισμό των ορίων συγκέντρωσης των γλυκοαλκαλοειδών στις νέες ποικιλίες προτού αυτές διατεθούν στην αγορά. Τα όρια αυτά κυμαίνονται στα 200 mg/kg νωπού βάρους. Τα γλυκοαλκαλοειδή μπορούν να αυξηθούν κατά τη διάρκεια των μετασυλλεκτικών χειρισμών όπως επίσης και κατά τη διάρκεια προετοιμασίας για το μαγείρεμα (Friedman, 2006, Tajner-Czorek et al, 2008).

Στον τομέα των φαινολικών ενώσεων, παρόλο που δεν υπάρχει κάποια ένδειξη ότι η ημερήσια κατανάλωση είναι ζημιογόνα για τον ανθρώπινο οργανισμό, υπάρχουν πειράματα που δείχνουν ότι μεγάλες ποσότητες φαινολικών ενώσεων μπορεί να είναι τοξικές για τον ανθρώπινο οργανισμό. Σε πείραμα έχουν εισαχθεί υψηλές δόσεις φαινολικών ενώσεων σε τεχνητά αποτοξινωτικά συστήματα, το αποτέλεσμα ήταν υψηλά ποσοστά εμφάνισης προβλημάτων σε νεφρά και συκώτι. Πολλή μεγάλη και μακρόχρονη λήψη καφεϊκού οξέος μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του στομάχου σύμφωνα με πειράματα σε τρωκτικά. Ακόμα μεγάλες συγκεντρώσεις φαινολικών οξέων μπορούν να αλλάξουν το την βιοικανότητα και το μεταβολισμό κάποιων φαρμάκων και πιθανά με έμμεσο τρόπο να προκαλέσουν υπερδοσολογία του φαρμάκου. Τα φυτοοιστρογόνα που δίδονται ευρέως σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση σαν εναλλακτική μορφή ορμονών, έχουν παρουσιάσει κάποια γονιδιακή τοξικότητα σε *in vitro* συνθήκες, αλλά και με μία ένδειξη για παρόμοια αποτελέσματα σε *in vivo* συνθήκες. Υψηλές δόσεις σε αρσενικά τρωκτικά με ακτινίδιο, έδειξε καταστολή των επιπέδων τεστοστερόνης και της ποσότητας του σπέρματος. Η σιλημαρίνη ένα μείγμα φαινολικών ενώσεων και ενός φυτού που χρησιμοποιείτε στη θεραπεία της κύρωσης ήπατος Σε ένα πείραμα για τον καρκίνο, αυτό το μείγμα ενθάρρυνε τη δημιουργία καρκίνου του στήθους σε κύτταρα καλλιέργειας. Όπως έχει συζητηθεί και νωρίτερα οι φαινολικές ενώσεις είναι ουσίες που έχουν εξελιχθεί να είναι μεταξύ άλλων χρησιμότητων τοξικές στους οργανισμούς

οι οποίοι τρέφονται με αυτά. Έχει ειπωθεί ότι οι φαινολικές ενώσεις είναι απλά τοξίνες, οι οποίες μπορεί να έχουν γίνει σχετικά ανθεκτικές, ότι εισάγουν ενδογενώς προστατευτικούς μηχανισμούς σε μέτρια καθημερινή κατανάλωση. Στην περίπτωση όμως τεχνητών υποκατάστατων και άλλων παραγώγων με υπερβολικές συγκεντρώσεις μπορεί να είναι επιβλαβές για τον οργανισμό. Τα φλαβονοειδή έχουν δείξει μεγάλη θεραπευτική ικανότητα, αλλά πολύ λίγα από αυτά έχουν εφαρμοστεί στην πρακτική θεραπεία. Φαίνεται λοιπόν ότι η ημερήσια κατανάλωση είναι ευεργετική αλλά και επιβλαβής και αυτό γιατί έχουμε εξελίξει μηχανισμούς οι οποίοι αντιδρούν σε οποιοδήποτε τοξικό παράγοντα των φαινολικών ενώσεων, αλλά θεραπευτικές ιδιότητες σε υψηλές συγκεντρώσεις δεν είναι δυνατό να έχουμε (Stevenson & Hurst 2007).

Στα φυτοχημικά με αρνητικές ιδιότητες για τον οργανισμό, συγκαταλέγονται και οι φουρανοκουμαρίνες. Συναντώνται σε εδώδιμα φρούτα και λαχανικά, όπως είναι ο μαϊντανός το σέλινο, το καρώτο και άλλα λαχανικά τα οποία ανήκουν στην οικογένεια των *Apiaceae*. Χαμηλές συγκεντρώσεις αυτών των φυτοχημικών βρίσκονται και σε φρούτα της οικογένεια *Rutaceae*. Σύμφωνα με μελέτη στο τομέα αυτό, υπάρχουν αποτελέσματα για η διακύμανση της συγκέντρωσης των φουρανοκουμαρινών στο είδος καλλιέργειας, όπως είναι η συμβατική και η οργανική. Όπως επίσης και στη διακύμανση ης συγκέντρωσής τους κατά τη μετασυλλεκτική μεταχείριση. Όσον αφορά στην επίδραση του τρόπου καλλιέργειας, η μελέτη έδειξε τη αύξηση της συγκέντρωσης των φουρανοκουμαρινών στην οργανική καλλιέργεια έναντι της συμβατικής, ίσως λόγω τραυματισμού ή φυτοπαρασίτων. Θα πρέπει να γίνουν περαιτέρω έρευνες για την συγκέντρωση των φουρανοκουμαρινών και πώς επηρεάζονται από τις καλλιεργητικές τεχνικές. Μεταβολή όμως της συγκέντρωσης έχουμε και κατά τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Η μελέτη αναφέρει την αύξηση της συγκέντρωσής τους κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση ή και απο διάφορους παράγοντες που καταπονούν τα προϊόντα. Στους παράγοντες καταπόνησης συμπεριλαμβάνεται και το μαγείρεμα, (αν και η υψηλή θερμοκρασία εμποδίζει την περαιτέρω αύξηση της συγκέντρωσης) το οποίο μπορεί να προκαλέσει αύξηση αυτών των ουσιών. Η αποφλοιώση στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση της κατανάλωσης των φουρανοκουμαρινών. Γι' αυτό το λόγο η επεξεργασία και ο χρόνος αποθήκευσης και μεταφοράς των προϊόντων θα πρέπει να μειωθεί (Schulzová et al, 2007).

2.1. Διατροφή

Η διατροφή ορίζεται ως το σύνολο των διεργασιών που εμπλέκονται στην πρόσληψη και εκμετάλλευση ουσιών της τροφής από τους ζώντες οργανισμούς. Οι διεργασίες αυτές περιλαμβάνουν την πρόσληψη, πέψη, απορρόφηση και μεταβολισμό της τροφής (Williams, 2003).

Αυτός ο ορισμός τονίζει τις βιοχημικές και φυσιολογικές λειτουργίες της τροφής που καταναλώνουμε, αλλά ο Αμερικανικός Σύλλογος Διαιτολόγων (American Dietetic Association, ADA) σημειώνει ότι η διατροφή, ως ευρύτερη έννοια, μπορεί να ερμηνευτεί και να επηρεαστεί από μια πληθώρα ψυχολογικών, κοινωνιολογικών και οικονομικών παραγόντων. Παρά το γεγονός ότι η επιλογή της τροφής μπορεί να εξαρτάται από τους παραπάνω παράγοντες, ειδικά τους οικονομικούς, ωστόσο οι βιοχημικοί και φυσιολογικοί ρόλοι διαφόρων τύπων τροφών είναι όμοιοι. Υπό το πρίσμα της υγείας και της αθλητικής απόδοσης, η βιοχημική και φυσιολογική λειτουργία της τροφής είναι αυτή που έχει σημασία (Williams, 2003).

Η εξασφάλιση τροφής απασχόλησε τον άνθρωπο από της εμφανίσεως του στη γη. Κύρια φροντίδα του πρωτόγονου ανθρώπου, σ' όλη του τη ζωή, ήταν, όπως είναι γνωστό, η εξασφάλιση επαρκούς τροφής. Ελάχιστα ενδιαφερόταν για την ποιοτική της σύσταση, επειδή δεν μπορούσε να αναγνωρίσει τις λεπτές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των συστατικών της τροφής του και της καλής υγείας και ευεξίας. Με την πάροδο των ετών άρχισε να αντιλαμβάνεται υποτυπωδώς τη σημασία της ποιοτικής σύστασης της τροφής και επεδίωκε την ποιοτική της βελτίωση, βασιζόμενος, είτε σε προσωπικές του εμπειρίες, είτε στις εμπειρίες των άλλων.

Η ποιοτική αυτή βελτίωση της τροφής αναφερόταν κυρίως στην αναζήτηση τροφής που περιείχε ορισμένα θρεπτικά συστατικά, η έλλειψη των οποίων προκαλούσε ειδικές ασθένειες, που καλούνται «στερητικές ασθένειες» και οφείλονται στην έλλειψη ενός ή περισσότερων συστατικών από την τροφή. Οι αρχαίοι Έλληνες γνώριζαν ότι τρώγοντας θαλασσινά απέφευγαν τη βρογχοκήλη. Οι σχετικές εμπειρίες αύξαναν με την πάροδο των αιώνων, χωρίς όμως ν' αποκτώνται και τα αντίστοιχα

επιστημονικά δεδομένα. Έτσι, οι ιθαγενείς της Αμερικής θεράπευαν το σκορβούτο με εκχυλίσματα από βελόνες κωνοφόρων δένδρων, κυρίως της ελάτης. Επίσης, για την πρόληψη της ασθένειας αυτής, το Αγγλικό Ναυαρχείο, ήδη από το 1804 υποχρέωνε τους Κυβερνήτες των πλοίων που εκτελούσαν μακρινά ταξίδια, να προσθέτουν στο καθημερινό σιτηρέσιο των πληρωμάτων και χυμό λεμονιών. Όλα αυτά εγένοντο πολύ πριν ανακαλυφθούν τα αίτια που προκαλούσαν μερικές προαναφερθείσες ασθένειες, όπως είναι η έλλειψη από τη διατροφή του ιωδίου για τη βρογχοκήλη ή της βιταμίνης C για το σκορβούτο.

Τα προβλήματα της σωστής διατροφής και της εξασφάλισης αρκετής υγιεινής τροφής απασχολούν σήμερα περισσότερο από κάθε άλλη φορά τον άνθρωπο, ο οποίος καταβάλλει πολλές προσπάθειες για την αύξηση της παραγωγής τροφίμων για την κάλυψη των αναγκών της διαρκώς αυξανόμενης και πεινώσας ανθρωπότητας. Η τροφή καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του οργανισμού και του παρέχει τα κατάλληλα υλικά για την κατασκευή και επισκευή των ιστών του, καθώς και για τη συνεχή παραγωγή ορμονών και ενζύμων. Σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και επομένως και στον άνθρωπο, εξασφαλίζεται με την πρόσληψη της τροφής, αφ' ενός η διατήρηση και αφετέρου η αύξηση του οργανισμού, με την αναπλήρωση των συνεχώς φθειρομένων συστατικών του, κατά τρόπο ώστε η μάζα του σώματος να παραμένει για μακρές περιόδους σταθερή. Συνεπώς, ο άνθρωπος εξαρτάται κατ' απόλυτο τρόπο από την τροφή του, επειδή με αυτή οικοδομεί τα κύτταρα του οργανισμού του και τα διατηρεί σε καλή κατάσταση σε όλη του τη ζωή.

Όλοι σχεδόν οι άνθρωποι γνωρίζουν την πρωταρχική σημασία της τροφής για την υγεία και την ευεξία του οργανισμού, αλλά λίγοι γνωρίζουν ή μπορούν ν' αντιμετωπίσουν σωστά τα προβλήματα της διατροφής τους. Καλή διατροφή για όλους είναι δυνατόν να επιτευχθεί όταν δοθούν ικανοποιητικές λύσεις σε σειρά προβλημάτων, τα σπουδαιότερα από τα οποία αναφέρονται στη σύσταση της τροφής, στην ποσότητα της τροφής, την οποία πρέπει να καταναλώνει κάθε άτομο την ημέρα και στην εξασφάλιση αρκετής και υγιεινής τροφής σ' όλους.

Οι λύσεις των τριών αυτών προβλημάτων δεν είναι εύκολες. Ο άνθρωπος δεν μπορεί κατά κανόνα από το ένστικτο του να διακρίνει ποιά τροφή, από τις πολλές που του προσφέρονται, είναι η πιο κατάλληλη για τη διατροφή του, ούτε γνωρίζει συνήθως ποιά είναι η απαραίτητη, για τις βιολογικές του ανάγκες, ποσότητα της τροφής, την οποία πρέπει να λαμβάνει καθημερινά.

Ακόμη δυσκολότερη είναι η αντιμετώπιση του τρίτου προβλήματος, το οποίο αναφέρεται στην εξασφάλιση αρκετής και υγιεινής τροφής σ' όλους. Σήμερα, τα τρόφιμα που παράγονται δεν φθάνουν και σε πολλές περιοχές της γης οι άνθρωποι υποσιτίζονται σοβαρά. Ορισμένοι προβλέπουν ότι στις αμέσως προσεχείς δεκαετίες θα σημειωθεί λιμός σε παγκόσμια κλίμακα και ότι η παραγωγή τροφίμων δεν θα μπορέσει να ακολουθήσει την αύξηση του πληθυσμού, ο οποίος με την αλλαγή του αιώνα μας έχει διπλασιασθεί. Άλλοι όμως πιστεύουν ότι, αν οι προσπάθειες της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας συγκεντρωθούν σοβαρά στην παραγωγή και στον κατάλληλο χειρισμό των τροφίμων, θα είναι δυνατόν να εξασφαλισθεί αρκετή τροφή για όλους και στο μέλλον η παραγωγή των τροφίμων θα βαδίζει παράλληλα με την αύξηση του πληθυσμού. Για τη λύση των προβλημάτων αυτών καταβάλλονται συντονισμένες προσπάθειες από τους διαφόρους κλάδους της επιστήμης που δικαιολογούν μάλλον τις αισιόδοξες προβλέψεις για το μέλλον της ανθρωπότητας (Γαλανός, 2001).

2.2. Επιλογή ορθού διαιτολογίου και πυραμίδα διατροφής

Μια ορθή/υγιεινή διατροφή δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι είναι πληκτική και ανούσια, αλλά σημαίνει μια διατροφή που περιλαμβάνει ποικιλία τροφίμων σε λογικές ποσότητες και ορθές αναλογίες που να περιέχουν οπωσδήποτε τις πιο κάτω ομάδες πολύτιμων τροφίμων:

1. Δημητριακά, προϊόντα τους και πατάτες,
2. Λαχανικά και φρούτα,
3. Γάλα και γαλακτοκομικά,
4. Ψάρια, πουλερικά, κρέας και αυγά,
5. Ελαιόλαδο (αντικαθιστά και άλλα λάδια).

Ως ορθή επιλογή διαιτολογίου προτείνεται σήμερα από ειδικούς μια πυραμίδα διατροφής προσαρμοσμένη στις παραδοσιακές μεσογειακές συνήθειες (βλ. πυραμίδα διατροφής, εικόνα 1). Από την πυραμίδα διατροφής παρατηρούμε ότι τα δημητριακά, τα προϊόντα τους και οι πατάτες βρίσκονται στη βάση της πυραμίδας. Αυτά πρέπει να αποτελούν ένα «σημαντικό» ποσοστό (50-60%) του διαιτολογίου (αμυλούχα τρόφιμα

πλούσια σε υδατάνθρακες). Δεύτερο σημαντικό ποσοστό του διαιτολογίου μας πρέπει να αποτελούν τα φρούτα και τα λαχανικά όλων των ειδών και χρωμάτων. Στη συνέχεια έρχονται το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα ψάρια, τα πουλερικά και λιγότερο το κόκκινο κρέας, τα λίπη και τα γλυκά. Σαν λιπαρή ύλη που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει κάποιος να προτιμά το ελαιόλαδο που είναι πλούσιο σε μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα με δεύτερη επιλογή τα σπορέλαια που είναι πλούσια σε πολυακόρεστα όπως π.χ. το αραβοσιτέλαιο, ηλιανθέλαιο κ.ά. (Myklebust, 2006).

2.3. Συμπληρώματα διατροφής

Με βάση τον αμερικάνικο κώδικα τροφίμων ως «συμπλήρωμα» θεωρείται κάθε ουσία ή συστατικό το οποίο κυκλοφορεί μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλα και δύναται να χρησιμοποιηθεί «ως πιθανά αποτελεσματικό» σε περιπτώσεις προφύλαξης και προαγωγής της ανθρώπινης υγείας. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, καμιά «τροφή» δεν μπορεί να θεωρηθεί ως συμπλήρωμα και κανένα συμπλήρωμα ως «τροφή» (Μπαρούχ, 2002).

Το 2004 δημοσιεύτηκαν οι «Περί Συμπληρωμάτων Διατροφής Κανονισμοί» σε εναρμόνιση με την Οδηγία 2002/46/EK Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Σύμφωνα με αυτούς λοιπόν «συμπληρώματα διατροφής» ορίζονται τα τρόφιμα με σκοπό τη συμπλήρωση της συνήθους διαίτας, τα οποία αποτελούν συμπυκνωμένες πηγές θρεπτικών συστατικών ή άλλων ουσιών με θρεπτικές ή φυσιολογικές επιδράσεις, μεμονωμένων ή σε συνδυασμό. Διατίθενται στο εμπόριο σε: δοσιμετρικές μορφές, ήτοι μορφές παρουσίασης όπως, κάψουλες, παστίλιες, δισκία, χάπια και άλλες παρόμοιες μορφές, καθώς και φακελάκια σκόνης, φύσιγγες υγρού προϊόντος, φιαλίδια με σταγονόμετρο, και άλλες παρόμοιες μορφές υγρών και κόνεων που προορίζονται να ληφθούν σε προμετρημένες μικρές μοναδιαίες ποσότητες (ΕΟΦ, 2004).

Ένας λοιπόν ορισμός για τα συμπληρώματα είναι (Εφημερίδα της Κυβέρνησης, 1995): Τα συμπληρώματα διατροφής είναι προϊόντα που περιέχουν συμπυκνωμένα ένα ή περισσότερα θρεπτικά συστατικά των οποίων ο προορισμός είναι να συμπληρώνουν το ημερήσιο διαιτολόγιο του ανθρώπου όταν η διατροφή του δεν είναι

ισορροπημένη και δεν ανήκουν στην κατηγορία των κοινών τροφών, δεν είναι φάρμακα σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις περί φαρμάκων, ούτε προϊόντα ειδικής διατροφής και δεν προορίζονται για ειδικές κατηγορίες ατόμων.

Τα συμπληρώματα διατροφής διατίθενται αποκλειστικά από τα φαρμακεία με βάση την με αριθ. Υ1/ΓΠ 127962/03 27.2.2004 Υπουργική Απόφαση. Στη νομοθεσία η πώληση συμπληρωμάτων διατροφής ορίζεται να διενεργείται από καταρτισμένο προσωπικό το οποίο μπορεί να είναι διαιτολόγος ή επιστήμονας τροφίμων, εγγεγραμμένος ιατρός, φαρμακοποιός ή άλλο πρόσωπο το οποίο θα είναι καταρτισμένο σε σχέση με τα συμπληρώματα διατροφής ή την υγιεινή διατροφή.

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, ως διατροφικό συμπλήρωμα θεωρείται ένα σκεύασμα με βιταμίνες, όταν κάθε μια από αυτές δεν περιέχεται στο προϊόν αυτό σε ποσότητες άνω από το 150 % της ημερήσιας συνιστώμενης ποσότητας λήψης της. Εάν το προϊόν αυτό έχει εμπλουτιστεί με βιταμίνες και μέταλλα που δε ξεπερνούν το 40-50% της ημερήσιας συνιστώμενης δόσης τους, τότε θεωρείται συνήθης τροφή. Εάν ξεπερνά το τετραπλάσιο για τις υδατοδιαλυτές και το διπλάσιο για τις λιποδιαλυτές βιταμίνες, απ' αυτό που συστήνει ο Εθνικό Οργανισμό Φαρμάκων (ΕΟΦ) σαν μέση συνιστώμενη πρόσληψη, τότε το προϊόν αυτό χαρακτηρίζεται ως φάρμακο. Για τα θεωρούμενα ως «συμπληρώματα διατροφής» (Μπαρούχ, 2002):

1. Απαγορεύεται η αναγραφή τυχόν «θεραπευτικών ενδείξεων». Επιτρέπεται μόνον η αναγραφή: «Πιθανά αποτελεσματικό στην περίπτωση ελλείψεως βιταμινών ή αβιταμίνωσης» και σε ορισμένα αθληματικά ποτά, ότι «ξεδιψούν γρηγορότερα απ' ότι το νερό».
2. Απαιτείται άδεια από τον ΕΟΦ για οποιοδήποτε προϊόν κυκλοφορεί στην αγορά. Δεν απαιτείται ειδική άδεια μόνο στα προϊόντα που κυκλοφορούν ελεύθερα σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των ΗΠΑ, με την προϋπόθεση ότι έχουν πάρει έγκριση από τον οικείο οργανισμό παρακολούθησης των κυκλοφορούντων φαρμάκων. Αυτό στην πράξη σημαίνει ότι κανένα προϊόν δεν κυκλοφορεί παράνομα εάν δεν έχει την έγκριση του ΕΟΦ. Αλλά, η ένδειξη «με την έγκριση του ΕΟΦ» σημαίνει, στη καλύτερη περίπτωση, ότι του έχει δοθεί άδεια κυκλοφορίας και για την Ελλάδα. Εδώ απαιτείται προσοχή καθώς οι βιταμίνες και τα διάφορα μέταλλα ή οι πολυβιταμίνες που πωλούνται μόνο στα φαρμακεία και παράγονται από διάφορες φαρμακευτικές βιομηχανίες, έχουν την έγκριση

του ΕΟΦ, οπότε πολλές φορές ο αριθμός έγκρισης αναγράφεται στη συσκευασία και στο εσώκλειστο έντυπο των οδηγιών χρήσης.

3. Απαγορεύεται η αναγραφή των ενδείξεων «χωρίς τεχνητά χρώματα» ή «χωρίς συντηρητικά», εκτός και αν μπορεί να αποδειχτεί ότι σε κανένα από τα στάδια παρασκευής του δεν έχουν χρησιμοποιηθεί αυτά.
4. Υποχρεωτικά κάθε προϊόν πρέπει να αναφέρει ημερομηνία παραγωγής και λήξης, οδηγίες χρήσης, τρόπο δοσολογίας κι αναλυτικά περιεχόμενα για το τι περιέχει και σε τι αναλογίες.

Η Νομοθεσία που διέπει τα ΣΔ είναι ο Περί Τροφίμων (Έλεγχος και Πώληση) Νόμος [Ν.54(Ι)/96 του 1996 έως 2004]. Η Νομοθεσία, 4^ο Παράρτημα (Κανονισμοί 4(Ι),7(2)(β)) καλύπτει απλώς τα ανώτατα όρια ασφάλειας για την ημερήσια πρόσληψη βιταμινών και ανόργανων στοιχείων. Με βάση τη Νομοθεσία η σήμανση των σκευασμάτων πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα (Γενικό Χημείο του Κράτους, 2009):

1. Δήλωση ότι πρόκειται για ΣΔ μετά την ονομασία του προϊόντος,
2. Τη συνιστώμενη για ημερήσια κατανάλωση δόση του προϊόντος,
3. Δήλωση ότι τα ΣΔ δεν αντικαθιστούν μια ισορροπημένη και ποικίλη διατροφή,
4. Προειδοποίηση να μην γίνεται υπέρβαση της συγκεκριμένης συνιστώμενης ημερήσιας δόσης,
5. Δήλωση για φύλαξη των προϊόντων μακριά από παιδιά.

Η χρήση των διατροφικών συμπληρωμάτων δεν είναι πρόσφατη αλλά έχει αρχίσει από το 400 π.Χ.. Οι αρχαίοι Έλληνες που λάμβαναν μέρος στους Ολυμπιακούς έτρωγαν μανιτάρια για να κερδίζουν και οι Αζτέκοι έτρωγαν ανθρώπινες καρδιές τέλη του 1800. Εντούτοις, στον 20^ο αιώνα, πολλά νέα διατροφικά συμπληρώματα έχουν αναπτυχθεί και η χρήση τους έχει αυξηθεί δραματικά. Αυτό το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα συμπληρώματα οφείλεται κατά ένα μεγάλο μέρος στην καλύτερη κατανόηση για το πώς λειτουργούν οι μύες και ποια καύσιμα χρησιμοποιούνται για να παρέχουν ενέργεια (Sobal & Marquart, 1994).

Η απώλεια βάρους και το κέρδος μυϊκής μάζας αποτελούν σημαντικές ανησυχίες για πολλούς ανθρώπους – αθλητές και μη. Επειδή η επίτευξη αυτών των στόχων είναι πολύ δύσκολη με τις συμβατικές μεθόδους (μειώνοντας την λήψη ενέργειας και αυξάνοντας τις ενεργειακές δαπάνες μέσω της σωματικής δραστηριότητας), αυτά τα συμπληρώματα μπορούν να ακουστούν πολύ ελκυστικά.

Τα διατροφικά συμπληρώματα χρησιμοποιούνται από το 40% ως 100% όλων των αθλητών με τη μία μορφή ή την άλλη (Mason et al, 2001) και στοιχεία προτείνουν ότι οι αθλητές χρησιμοποιούν διάφορα συμπληρώματα διατροφής συγχρόνως και σε πολύ υψηλές δόσεις. Για τους σύγχρονους αθλητές, η αθλητική διατροφή έχει γίνει ταυτόσημη με τα διατροφικά συμπληρώματα, και πολλοί από αυτούς επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τους κατασκευαστές και τους πωλητές αυτών των συμπληρωμάτων, οι οποίοι ισχυρίζονται ότι τα προϊόντα τους αυξάνουν την μυϊκή μάζα, βελτιώνουν την δύναμη, και ούτω καθεξής (Froiland et al, 2004).

Η χρήση των συμπληρωμάτων διατροφής είναι ιδιαίτερα εξαπλωμένη στον αθλητισμό. Ανασκοπήσεις των διαθέσιμων μελετών δείχνουν ότι η χρήση συμπληρωμάτων είναι περισσότερο συχνή στους αθλητές (περίπου 50%) από ότι στο γενικό πληθυσμό (35-40%), ενώ στους αθλητές σε επίπεδο πρωταθλητισμού η συχνότητα κατανάλωσης διαφόρων σκευασμάτων είναι της τάξης του 60%. Οι μελέτες αυτές δείχνουν επίσης ότι η συχνότητα χρήσης συμπληρωμάτων και ο τύπος συμπληρωμάτων που χρησιμοποιούνται ποικίλει, ανάλογα με τον τύπο του αθλήματος, το φύλο και το επίπεδο συναγωνισμού. Μελέτες δείχνουν ότι το 100% των αθλητών σωματικής διάπλασης και της άρσης βαρών κάνουν χρήση κάποιου είδους συμπληρωμάτων διατροφής (Maughan & Burke, 2006).

Παράλληλα, αρκετές φορές τα προϊόντα ενίσχυσης αγοράζονται με βάση τις δημοφιλείς διαφημίσεις των περιοδικών και του διαδικτύου, τις συστάσεις από τον προπονητή ή από ένα συμπαίκτη, παρά τις επαγγελματικές ιατρικές συμβουλές. Επιπλέον, μερικά δημοφιλή προϊόντα πωλούνται ως εργογόνα παρά μια έλλειψη αντικειμενικών στοιχείων για να υποστηριχθούν οι ισχυρισμοί μιας εργογόνου δράσης. Οι ισχυρισμοί που κάνουν οι κατασκευαστές για τα διατροφικά συμπληρώματα είναι προφανώς δύσκολο να ρυθμιστούν. Ο Οργανισμός Φαρμάκων και Τροφίμων (FDA) των Ηνωμένων Πολιτειών ρυθμίζει αυστηρά την κλινική δοκιμή, την διαφήμιση, και προώθηση των ιατρικών συνταγών, καθιστώντας αδύνατους τους μη αποδεδειγμένους ισχυρισμούς. Τα συμπληρώματα διατροφής δεν είναι στο πλαίσιο τέτοιου κανονισμού. Τα φάρμακα εξετάζονται εκτενώς για την ασφάλεια προτού να μπορέσουν να πωληθούν, ενώ τα συμπληρώματα διατροφής δεν εξετάζονται. Η νομοθεσία, η οποία δημιουργήθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες, επιτρέπει στους κατασκευαστές των συμπληρωμάτων να κάνουν διάφορους ισχυρισμούς για την επίδραση των προϊόντων αυτών σε ότι αφορά τη μορφή και λειτουργία του σώματος, χωρίς όμως να ισχυρίζονται ότι μπορούν να προβούν σε

διάγνωση, να μετριάσουν, να αντιμετωπίσουν, να θεραπεύσουν, ή να αποτρέψουν μια συγκεκριμένη ασθένεια. (Sundgot-Borgen, et al, 2004). Επειδή όμως οι ετικέτες των διατροφικών συμπληρωμάτων αναφέρουν τη δράση και το σύνολο των συστατικών, μπορούν εύκολα να γίνουν διάφοροι ισχυρισμοί, αβάσιμοι ή όχι. Έτσι, σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο του 1994 (The Dietary Supplement Health and Education Act), ως διατροφικό συμπλήρωμα ορίζεται το προϊόν που λαμβάνεται δια του στόματος το οποίο περιέχει κάποιο «διαιτητικό συστατικό» προοριζόμενο για να συμπληρώσει την δίαιτα. Τα «διαιτητικά συστατικά» μπορεί να περιλαμβάνουν: βιταμίνες, μέταλλα, φυτά ή άλλα βότανα, αμινοξέα, και ουσίες όπως είναι τα ένζυμα, οργανικοί ιστοί, ορμόνες, και μεταβολίτες. Μπορεί επίσης να είναι εκχυλίσματα ή συμπυκνώματα (Jacobson et al, 2001).

Σύμφωνα με τον Σφλωμό (2002) τα συμπληρώματα διατροφής ουσιαστικά αποτελούν συστατικά διαφόρων τροφών τα οποία παρουσιάζουν σημαντική βιολογική δράση και τα οποία, αφού απομονωθούν από τις φυσικές πηγές τους, είτε πωλούνται αυτούσια ως σκευάσματα διατροφής (σε φαρμακεία, καταστήματα υγιεινών τροφών κλπ.) είτε προστίθενται σε διάφορα προϊόντα, «τροποποιώντας» τα σε λειτουργικά. Για την πλειοψηφία αυτών των ουσιών, οι αποδείξεις για τη σχέση δομής / λειτουργικής δράσης είναι - προς το παρόν - μάλλον περιορισμένες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα της κατηγορίας αυτής είναι:

1. **Echinacea:** αποξηραμένα μέρη της ρίζας του φυτού αυτού προστίθενται σε σνακς, σε αναψυκτικά ή σε μίγματα αρωματικών φυτών που χρησιμοποιούνται σε σούπες κλπ. Η echinacea εκτιμάται ότι υποβοηθά την καλή λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος.
2. **Φωσφατιδυλο-σερίνη:** το παράγωγο αυτό του υδροξυ-αμινοξέος σερίνη [$\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$] εκτιμάται ότι αυξάνει το βαθμό συγκέντρωσης κατά την πνευματική εργασία και χρησιμοποιείται σε τσίχλες κλπ.
3. **Αντιοξειδωτικά:** τα οποία λαμβάνονται με εκχύλιση φρούτων ή λαχανικών. χρησιμοποιούνται για τη θετική βιολογική τους δράση που προαναφέρθηκε και προστίθενται σε αναψυκτικά ή προϊόντα ζαχαροπλαστικής και αρτοποιίας.
4. **Εκχυλίσματα:** από βότανα ή διάφορα φαρμακευτικά φυτά, όπως ginkgo, kava, ginseng, echinacea, δενδρολίβανο, γλυκάνισο, φασκόμηλο κλπ. Αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως σε ροφήματα ή αναψυκτικά και υπάρχουν αρκετές αναφορές και ενδείξεις για τη θετική τους επίδραση

στη ψυχοσωματική κατάσταση και γενικά τη διατήρηση της καλής υγιεινής κατάστασης του ανθρώπου.

2.3.1. Στόχοι συμπληρωμάτων διατροφής

Υπάρχουν διάφοροι στόχοι προς επίτευξη για τους οποίους καταναλώνει κάθε άτομο τα συμπληρώματα διατροφής. Όπως:

1. Τα άμεσα αποτελέσματα στην κατάσταση της υγείας,
2. Πρόληψη ασθενειών,
3. Βελτίωση αμυντικού συστήματος,
4. Γεύση,
5. Παροχή ενέργειας,
6. Καλύτερη αθλητική επίδοση, ταχύτερη ανταπόκριση σε καθημερινές δραστηριότητες, καλύτερη επαγγελματική απόδοση, καλύτερη σχολική απόδοση,
7. Συνδυασμός με χαμηλοθερμιδική δίαιτα για απώλεια βάρους (O'Dea J, 2003).

Στόχοι των συμπληρωμάτων διατροφής που χορηγούνται κυρίως σε αθλητές είναι οι εξής:

1. Να προστατευθούν από ελλείψεις της διατροφής τους (βιταμίνες, πρωτεΐνες, μέταλλα),
2. Να προστατευτεί η θρεπτική αξία από τον τρόπο μαγειρικής παρασκευής σε συνδυασμό με την επεξεργασία που υφίστανται πολλές τροφές. Αλλά και ο τρόπος καλλιέργειας, μειώνουν σε μεγάλο βαθμό την θρεπτικότητα των τροφών με αποτέλεσμα παρόλο που καταναλώνουν οι αθλητές αρκετές «ποιοτικές τροφές», τελικά η ποσότητα αυτή να μην καλύπτει τις ανάγκες τους.
3. Να είναι όσο το δυνατόν καλύτερη και μεγαλύτερης διάρκειας προπόνηση την οποία είναι δυνατό να προωθήσουν ροφήματα υδατανθράκων, ηλεκτρολύτες, αθλητικά ροφήματα.

4. Να αποσκοπεί σε καλύτερες επιδόσεις, ταχύτερη ανάρρωση σε περίπτωση τραυματισμών, τόνωση του οργανισμού, προστασία έναντι των λοιμώξεων(Δεδούκος, 1995).

2.3.2. Επιπτώσεις συμπληρωμάτων διατροφής στην υγεία

Το συμπλήρωμα διατροφής ως προϊόν τροφής, προστιθέμενο στη συνολική διατροφή, το οποίο περιέχει τουλάχιστον ένα από τα εξής συστατικά: βιταμίνες, ανόργανα συστατικά, βότανα, αμινοξέα, μεταβολίτες, αποστάγματα ή συνδυασμό οποιονδήποτε εκ των παραπάνω συστατικών. Πρέπει να τονισθεί εδώ ότι ένα συμπλήρωμα διατροφής δεν μπορεί να παρουσιάζεται ως συμβατική τροφή που μπορεί να αντικαταστήσει ένα φυσιολογικό γεύμα.

Τα συμπληρώματα διατροφής μπορεί να περιέχουν απαραίτητα θρεπτικά συστατικά όπως βιταμίνες, ανόργανα συστατικά και αμινοξέα, αλλά επίσης και άλλες ουσίες και άλλα βότανα. Το συμπλήρωμα διατροφής είναι μία ουσία που η πρόσληψη της προλαμβάνει μία πάθηση που οφείλεται στην έλλειψη της. Τότε, θεωρητικά, τα συμπληρώματα διατροφής θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να διορθώσουν την ανεπάρκεια κάποιας συγκεκριμένης θρεπτικής ουσίας, όπως της βιταμίνης C. Οι περισσότεροι άνθρωποι των ανεπτυγμένων κοινωνιών όμως, δεν παρουσιάζουν ανεπάρκεια θρεπτικών ουσιών, οπότε η επιπλέον πρόσληψη απαραίτητων θρεπτικών συστατικών δε συστήνεται. Επιπρόσθετα, δεν υπάρχει συγκεκριμένη ανάγκη για διάφορα φυτικά προϊόντα, καθώς δεν είναι σημαντικά για τις συνηθισμένες φυσιολογικές λειτουργίες. Συνεπώς, τα περισσότερα συμπληρώματα διατροφής που κυκλοφορούν στο εμπόριο πωλούνται όχι για να διορθώσουν μια ανεπάρκεια, αλλά για να αυξήσουν τη συνολική πρόσληψη ορισμένων ουσιών.

Το ερώτημα που εγείρεται είναι αν τα συμπληρώματα διατροφής μπορούν να βελτιώσουν την υγεία. Η βιομηχανία των συμπληρωμάτων διατροφής είναι μια επιχείρηση πολλών δισεκατομμυρίων ευρώ. Τα συμπληρώματα διατροφής συνήθως διαφημίζονται στο ευρύ κοινό ως ένα μέσο για να βελτιώσουν κάποια πτυχή της υγείας, όπως η απώλεια βάρους ή η πρόληψη κάποιων από τις αρνητικές συνέπειες του γήρατος. Συνήθως αναφέρονται σαν «μαγικά προϊόντα» που μπορούν να

επιφέρουν «εντυπωσιακά αποτελέσματα» σε σύντομο χρονικό διάστημα, ή να προλάβουν τις συνέπειες μιας κακής διατροφής. Δυστυχώς, οι περισσότερες διαφημίσεις βασίζονται σε παρερμηνεία ευρημάτων έρευνας σχετικά με τα αποτελέσματα συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών ή άλλων στοιχείων των τροφών στην υγεία. Επίσης, παρότι οι διαφημιστές δεν επιτρέπεται να κάνουν αβάσιμους ισχυρισμούς σχετικά με την υγεία, είναι πολύ δύσκολο έως αδύνατο να ελεγχθεί η ακρίβεια αυτών των ισχυρισμών.

Σε μία ανασκόπηση για την ανάγκη λήψης συμπληρωμάτων διατροφής, ο Thomas (2001) υπέδειξε ότι ενώ ορισμένοι άνθρωποι μπορεί να χρειάζονται συμπληρώματα διατροφής για συγκεκριμένους λόγους, η χρήση των συμπληρωμάτων δε θα πρέπει να γίνει ρουτίνα για τα περισσότερα άτομα. Ορισμένα από τα βασικά σημεία της αναφοράς του είναι τα εξής:

1. Κανένα επιστημονικό σώμα ειδικών διατροφής δε συνιστά τη συχνή χρήση συμπληρωμάτων διατροφής. Όμως, ορισμένα άτομα μπορεί να ωφεληθούν από αυτά τα συμπληρώματα. Για παράδειγμα, οι γυναίκες σε αναπαραγωγική ηλικία μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο ατελειών διάπλασης του νευρικού σωλήνα του εμβρύου λαμβάνοντας συμπληρώματα φυλλικού οξέος.
2. Η διατροφή είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζει την υγεία, την ευεξία και την αντίσταση σε ασθένειες. Άτομα που βασίζονται σε συμπληρώματα διατροφής για να βελτιώσουν την υγεία τους μπορεί να υποβιβάζουν τη σημασία της άσκησης και της υγιεινής διατροφής για την υγεία τους.
3. Η τροφή είναι κάτι περισσότερο από το σύνολο των θρεπτικών συστατικών που παρέχει. Αν και υπάρχουν συγκεκριμένα συστατικά της τροφής που μπορούν να προσδώσουν οφέλη για την υγεία, η επιπλέον πρόσληψη αυτών των ουσιών δεν προσφέρει παραπάνω ευεργετικά αποτελέσματα.
4. Η λήψη συμπληρωμάτων απλών θρεπτικών συστατικών σε μεγάλες δόσεις μπορεί να έχει επιβλαβείς συνέπειες για την υγεία. Παρότι μεγάλες δόσεις ορισμένων βιταμινών μπορούν να λαμβάνονται για να προλαβαίνουν ορισμένες καταστάσεις, η υπερβολή μπορεί να οδηγήσει σε άλλα προβλήματα υγείας.

5. Τα συμπληρώματα διατροφής διαφέρουν δραματικά σε ποιότητα. Για παράδειγμα, η χημική ανάλυση συμπληρωμάτων αποκάλυψε ότι μερικά από αυτά δεν περιέχουν καθόλου το συστατικό που υποτίθεται ότι προσφέρουν.
6. Τα συμπληρώματα διατροφής παρέχουν μια ψευδαίσθηση ασφάλειας σε ορισμένα άτομα που τείνουν να τα χρησιμοποιούν ως υποκατάστατα μιας υγιούς διατροφής, πιστεύοντας ότι τρώνε υγιεινά χωρίς να προσπαθούν να τρώνε σωστά.

Για μία ακόμη φορά, τα συμπληρώματα διατροφής μπορεί να επιφέρουν ορισμένα ευεργετικά αποτελέσματα στην υγεία σε ορισμένες περιπτώσεις, αλλά όπως επισημαίνει ο Thomas (2001), οι περισσότεροι μπορούν να τα βρουν σε γνωστά και ελκυστικά «πακέτα» όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, τα όσπρια και άλλες υγιεινές τροφές. Μια υγιής, ισορροπημένη διατροφή είναι το καλύτερο μέσο για να λαμβάνουμε τα θρεπτικά συστατικά που χρειαζόμαστε, αλλά και τα συμπληρώματα διατροφής μπορεί να χρειάζονται κάτω από ορισμένες συνθήκες.

2.3.3. Αναγκαιότητα συμπληρωμάτων διατροφής

Σύμφωνα με τους ειδικούς της Αμερικανικής διαιτολογικής εταιρείας (AMA, 2001), πιθανή ανάγκη συμπλήρωσης της διατροφής τους έχουν όσοι:

1. Καταναλώνουν πολλά επεξεργασμένα τρόφιμα,
2. Καπνίζουν,
3. Αθλούνται τακτικά ή δουλεύουν σε σκληρές εργασίες,
4. Κάνουν δίαιτα αδυνατίσματος,
5. Ζούν σε μολυσμένο περιβάλλον,
6. Δεν τρέφονται σωστά,
7. Δεν καλύπτουν τις ανάγκες τους με ένα κανονικό διαιτολόγιο,
8. Παίρνουν φάρμακα,
9. Οι γυναίκες όταν παίρνουν αντισυλληπτικά φάρμακα,
10. Οι γυναίκες όταν εγκυμονούν ή θηλάζουν (Duyff, 2006).

Οι ιατροί υποστηρίζουν ότι μόνο οι μακροχρόνιες ελλείψεις κάποιου στοιχείου μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα, γιατί βραχυχρόνια ο οργανισμός έχει τη δυνατότητα να σχηματίσει κάποια απ' αυτά από σύνθεση άλλων. Έλλειψη αμινοξέων μπορεί να δημιουργηθεί μέσα σε 24 ώρες, υδατανθράκων σε 13 ώρες, νερού σε 3-4 ημέρες, λίπους σε 30-40 ημέρες, βιταμινών Β σε 15-140 ημέρες, βιταμίνης C σε 60 ημέρες, βιταμίνης Α σε 3-12 μήνες, σιδήρου σε 3-7 μήνες κι ιωδίου σε 3 χρόνια. Πλήρης απασβέστωση του οργανισμού μπορεί να προκληθεί αν για οχτώ χρόνια δεν τρώμε καθόλου γαλακτοκομικά. Στις περιπτώσεις των αθλητών, πλήρης σχεδόν απώλεια γλυκογόνου συμβαίνει μετά από 1-2 ώρες προπόνηση, έλλειψη ελεύθερων αμινοξέων μετά από 5 σει με έντονα βάρη, αναιμία μετά από 10 μέρες αερόβιας προπόνησης κι έλλειψη βιταμινών μέσα σε 5-10 μέρες (Χουρδάκης & Κούβελας, 2007). Όλοι οι αθλητές που δεν διατρέφονται σωστά κινδυνεύουν να υποστούν τις παρενέργειες από έλλειψη βιταμινών και μετάλλων, άσχετα με το αν παίρνουν ή όχι, λίγα πολλά ή καθόλου συμπληρώματα. **Τα συμπληρώματα, το λέει και η λέξη, συμπληρώνουν τη διατροφή - δεν αντικαθιστούν τις τροφές** (AMA, 2001).

Τα παραπάνω, όμως, αφορούν σε μη αθλητές, κάτι που θέτει τον προβληματισμό, κατά πόσο μειώνονται τα χρονικά αυτά όρια για έναν υπό άθληση οργανισμό. Ο αθλητής παρουσιάζει σχεδόν πλήρη απώλεια γλυκογόνου μετά από 2 ώρες προπόνηση, έλλειψη ελεύθερων αμινοξέων μετά από 5 σει με έντονα βάρη, αναιμία μετά από 10 μέρες αερόβιας προπόνησης κι έλλειψη βιταμινών μέσα σε 5-10 μέρες. Οι αθλητές, παγκόσμια, αναζητούν χημικές ουσίες ώστε να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους. Όταν ο αθλητής δεν λαμβάνει υπόψη τις επιδράσεις του «σύγχρονου» τρόπου ζωής και διατροφής, τότε ουσιαστικά οι επιδόσεις του θα παρουσιάσουν «κόλλημα» και μείωση. Στο μικρόκοσμο των αθλητών είναι κοινή η πεποίθηση, άσχετα εάν έχει ή δεν έχει επιστημονική βάση, ότι οι αθλητές που παίρνουν συμπληρώματα πετυχαίνουν καλύτερες επιδόσεις απ' αυτούς που δε χρησιμοποιούν. Ορισμένοι αθλητές και προπονητές πιστεύουν ότι ορισμένα συμπληρώματα μπορούν να βοηθήσουν σχεδόν το ίδιο με τα φάρμακα, να ενισχύσουν τα αποτελέσματά τους, να μειώσουν τις παρενέργειες ή να χρησιμοποιηθούν ως «εργογόνες» ουσίες χωρίς παρενέργειες ή τουλάχιστον με λιγότερες παρενέργειες. Επιστημονικά, όμως, κάτι τέτοιο δεν έχει απολύτως αποδειχθεί (Maughan & Burke, 2006).

Τα συμπληρώματα είναι πιθανόν ότι βοηθούν έμμεσα (μόνο) στη βελτίωση των επιδόσεων όταν:

1. Καλύπτουν ελλείψεις σε θρεπτικά συστατικά που δημιουργούνται από την προπόνηση, τις συνθήκες ζωής ή την κακή διατροφή,
2. Συντελούν στην απρόσκοπτη λειτουργία βασικών οργανικών συστημάτων, όπως το ενδοκρινολογικό (ορμόνες) και το κυκλοφορικό,
3. Εξασφαλίζουν ή βοηθούν στο να υπάρξει μια επαρκής άμυνα ενάντια στα παθογόνα μικρόβια ή ενισχύουν την άμυνα του ανοσοποιητικού συστήματος,
4. Υποστηρίζουν ψυχολογικά τον αθλητή (AMA, 2001).

Πολλά σκευάσματα συνοδεύονται από τεκμηρίωση κι αποτελέσματα ερευνών που καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι πιθανώς έχουν κάποια συγκεκριμένη δράση. Το πιθανώς δεν είναι απόδειξη - κι ειδικά όταν οι έρευνες αυτές έχουν γίνει σε κοινούς ανθρώπους, πειραματόζωα ή απλά σε συνθήκες εργαστηρίου και όχι σε κορυφαίους αθλητές. Μισή αλήθεια στην περίπτωση των συμπληρωμάτων, σημαίνει ανεπαρκή πληροφόρηση, που οδηγεί σε λανθασμένα/ ψευδή συμπεράσματα για την όποια αξία του ενός ή του άλλου προϊόντος. **Κανένα συμπλήρωμα δεν έχει αποδειχτεί ότι μπορεί να αυξήσει άμεσα την απόδοση: Οτιδήποτε αυξάνει άμεσα την απόδοση δεν είναι συμπλήρωμα αλλά ουσία με συγκεκριμένες εργογόνες ή άλλες ιδιότητες** (AMA, 2001).

2.3.4. Ταξινόμηση συμπληρωμάτων διατροφής

Σύμφωνα με τον ΕΟΦ, τα συμπληρώματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση τους:

1. **Συμπληρώματα διατροφής:** Πρόκειται για διατροφικά προϊόντα, με σκοπό την συμπλήρωση της συνήθους διαίτας.
2. **Τρόφιμα ειδικής διατροφής.** Πρόκειται για ροφήματα τα οποία λόγω της ειδικής σύνθεσής τους προορίζονται για ειδική διατροφή συγκεκριμένων ομάδων πληθυσμού π.χ για υγιή βρέφη ή νήπια, για ειδικές κατηγορίες ατόμων με διαταραγμένο μεταβολισμό, ή για κατηγορίες ατόμων που βρίσκονται σε ειδική κατάσταση της φυσιολογίας τους (ΕΟΦ, 2004).

Σύμφωνα με τους Burke και Read (1993) και τον Burke και τους συνεργάτες του (2000) η ταξινόμηση των διατροφικών συμπληρωμάτων είναι η εξής:

1. **Διαιτητικά συμπληρώματα.** Τα διαιτητικά συμπληρώματα παρέχουν κατάλληλα και πρακτικά μέσα κατανάλωσης θρεπτικών συστατικών για κάλυψη των ιδιαίτερων διαιτητικών αναγκών στους αθλητές. Σύμφωνα με ένα προτεινόμενο προσδιορισμό, για να χαρακτηριστεί ένα συμπλήρωμα ως διαιτητικό θα πρέπει να τηρεί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:
 - Θα πρέπει να περιέχει θρεπτικά συστατικά σε ποσότητες γενικά όμοιες με τις συνιστώμενες διαιτητικές προσλήψεις.
 - Να παρέχει εύκολα και πρακτικά μέσα πρόσληψης αυτών των θρεπτικών συστατικών, ειδικά σε αθλητικό επίπεδο.
 - Να επιτρέπει ή να διευκολύνει την επίτευξη της κάλυψης των φυσιολογικών και διατροφικών αναγκών στους αθλητές.
 - Να περιέχει θρεπτικά συστατικά σε μεγάλες ποσότητες, ώστε να είναι κατάλληλο για την θεραπεία γνωστών διατροφικών ανεπαρειών.
 - Να είναι αποδεδειγμένο ότι ικανοποιεί μια ιδιαίτερη φυσιολογική ή διατροφική ανάγκη που βελτιώνει την αθλητική απόδοση.
 - Να είναι γενικά αναγνωρισμένο ως ένα αξιόλογο προϊόν από την αθλητική ιατρική και από εμπειρογνώμονα άτομα της επιστήμης.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις, ένα διαιτητικό συμπλήρωμα δεν μπορεί από μόνο του να βελτιώσει άμεσα την απόδοση, αλλά μπορεί απλά να καλύψει μια διαιτητική ανάγκη. Στα διαιτητικά συμπληρώματα περιλαμβάνονται: τα αθλητικά ποτά, οι αθλητικές σοκολάτες, τα αθλητικά τζέλ, τα συμπληρώματα υψηλού υδατάνθρακα, τα συμπληρώματα υγρού γεύματος και τα συμπληρώματα βιταμινών και μετάλλων.

2. **Διατροφικά εργογόνα βοηθήματα.** Τα διατροφικά εργογόνα βοηθήματα περιλαμβάνουν εκείνα τα προϊόντα των οποίων η πρόσληψη προκαλεί άμεση βελτίωση στην απόδοση. Ο Burke (1992) προτείνει ότι αυτή η κατηγορία συμπληρωμάτων αποκαλείται καλύτερα ως «προτεινόμενα εργογόνα βοηθήματα» επειδή υπάρχει ανεπαρκής επιστημονική υποστήριξη για την αποτελεσματικότητά τους. Τα διατροφικά εργογόνα βοηθήματα περιγράφονται με τα πιο κάτω χαρακτηριστικά:

- Περιέχουν θρεπτικά συστατικά ή άλλα συστατικά τροφίμων σε ποσότητες μεγαλύτερες απ' ό,τι αυτές των διαιτητικών προσλήψεων αναφοράς, ή ποσότητες που τυπικά παρέχονται από τρόφιμα.
- Γίνονται ισχυρισμοί ότι έχουν άμεσο (ενίσχυση-εργασίας) αποτέλεσμα στην απόδοση (π.χ. αθλητική), συχνά μέσω φαρμακολογικής παρά φυσιολογικής επίδρασης.
- Συχνά βασίζονται σε υποστήριξη παρά σε τεκμηριωμένη υποστήριξη από επιστημονικά πειράματα.
- Γενικά δεν υποστηρίζονται από τους ειδικούς διατροφής, εκτός κι αν το εργογόνό τους αποτέλεσμα είναι τεκμηριωμένο από επιστημονικά πειράματα (Burke et al, 2000).

2.3.5. Μορφές λήψης συμπληρωμάτων διατροφής

Τα συμπληρώματα διατροφής κυκλοφορούν σε διάφορες συσκευασίες και τύπους, και η χορήγηση τους γίνεται με διάφορους τρόπους. Οι τρόποι χορήγησης των συμπληρωμάτων με τις αντίστοιχες μορφές λήψης είναι οι εξής:

1. **Στόμα:** *Χάπια, υγρά, σκόνες, αμπούλες, κάψουλες, πόσιμες αμπούλες, τζελ, αναβράζοντα δισκία, μπάρες, σοκολάτες, κόκκοι, σιρόπια, υγρά.* Τα συμπληρώματα που χορηγούνται από το στόμα έχουν το πλεονέκτημα ότι έχουν εύκολο τρόπο λήψης, και είναι ιδιαίτερα ευκολόχρηστα κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Επίσης, έχουν σχετικά γρήγορη απορρόφηση. Ο χρόνος που χρειάζεται για έναρξη της απορρόφησης και δράσης μετά από την λήψη συμπληρωμάτων επηρεάζεται από τη μορφή του κάθε συμπληρώματος (κάψουλες, δισκία, διάλυμα). Επίσης, οι πιο πάνω παράγοντες επηρεάζονται από το περιεχόμενο του στομάχου και το υγρό που συνοδεύει το κάθε συμπλήρωμα (π.χ νερό, γάλα). Εκτός του ότι κάποια από τα συμπληρώματα δεν απορροφώνται, τα υγρά του στομάχου μπορεί να τα καταστρέψουν σχεδόν ολοκληρωτικά ενώ ορισμένα συμπληρώματα μπορεί να ερεθίσουν το στομάχι. Κάποιες φορές τα νεφρά βρίσκονται σε υπερλειτουργία στην προσπάθεια τους να αποβάλουν

μεγάλες ποσότητες συμπληρωμάτων. Αυτό οφείλεται στο ότι ορισμένα από αυτά τα συμπληρώματα έχουν μικρό δείκτη αφομοίωσης και παρουσιάζουν μικρό δείκτη της δραστηκούς τους ουσίας στο αίμα και μεγαλύτερη στα ούρα.

2. **Υπογλώσσια χορήγηση:** *Σταγόνες, διαλυόμενες ταμπλέτες ή δισκία.* Είναι σχετικά ευκολόχρηστα, και σε αντίθεση με τα συμπληρώματα που λαμβάνονται από το στόμα περιορίζουν την καταστροφή της δραστηκούς τους ουσίας, εφόσον παρακάμπτουν στομάχι και συκώτι. Όμως, για να δράσουν αποτελεσματικά θα πρέπει να παραμείνουν αρκετή ώρα κάτω από τη γλώσσα και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο χορήγησης τους επειδή είναι πολύ εύκολο να γίνει κάποιο λάθος.
3. **Μύτη:** *Ψεκαζόμενο σπρέι, σταγόνες.* Αφομοιώνονται σε πολύ μεγάλο βαθμό (υπερδιπλασιασμός αφομοίωσης), και είναι κατάλληλα για στομαχικούς για τον λόγο ότι παρακάμπτουν το στομάχι. Όμως, για κάποιον που χρησιμοποιεί τέτοιου είδους συμπληρώματα είναι πολύ εύκολο να υπερβεί την συνιστώμενη δοσολογία. Τα αρνητικά αποτελέσματα που μπορεί να επιφέρουν είναι πιθανή εισρόφηση από τον πνεύμονα και τοπικός ερεθισμός.
4. **Ενέσιμα:** *Ενδομυϊκή χορήγηση.* Ανάλογα με το σκεύασμα και τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται, μπορεί έχει γρήγορη δράση και απορρόφηση ή αργή και παρατεταμένη δράση (π.χ για ένα μήνα). Όμως, η λήψη τους είναι δύσκολη και χρειάζεται καλή γνώση από το άτομο που λαμβάνει ενέσιμα συμπληρώματα, καθώς και ένα δεύτερο άτομο που να έχει γνώση για την χορήγηση τους. Η χορήγηση τους θα πρέπει να γίνεται έπειτα από την καθοδήγηση κάποιου ιατρού.
5. **Εμφυτευόμενα:** *Χειρουργική εμφύτευση.* Έχουν αργή και σταδιακή απορρόφηση, και παρατεταμένη δράση αφήνοντας τον αθλητή ξένοιαστο σε ότι αφορά τη λήψη τους. Η εμφύτευση τους γίνεται χειρουργικά και μπορεί να προκαλέσουν τοπικές φλεγμονές. Είναι απαραίτητη η συχνή ιατρική παρακολούθηση και εργαστηριακές εξετάσεις (Δεδούκος, 1995).

2.3.6. Υπερβολική κατανάλωση και παρενέργειες συμπληρωμάτων διατροφής

Ειδικότερα, με την αυξανόμενη δημοτικότητα των βιταμινών και των θρεπτικών συμπληρωμάτων, είναι απαραίτητο να παρουσιαστούν και οι δυο πλευρές αυτού του φαινομένου, ιδιαίτερα από τη γωνία ασφάλειας. Τα συμπληρώματα διατροφής είναι ιδανικά για τον πολυσχολο και για τους συνειδητοποιημένους καταναλωτές σχετικά με την υγεία. Όλο και περισσότεροι άνθρωποι προσθέτουν τις θρεπτικές ουσίες στη διατροφή τους με την επιλογή των τροφίμων που ενισχύονται με βιταμίνες και τα ανόργανα άλατα. Αυτό είναι κάτι που γίνεται τακτικά από τη βιομηχανία τροφίμων. Αυτά τα προϊόντα προορίζονται να βελτιώσουν την υγεία, αλλά μπορούν να είναι επιβλαβή σε περίπτωση υπερκατανάλωσης. Όπως με τις περισσότερες ουσίες, το ποσό που καταναλώνεται είναι το κλειδί (Βασιλείου, 2011).

Σχεδόν τίποτα δεν είναι τοξικό εάν δεν καταναλώνεται υπερβολικά. Υπό τον όρο ότι τα συμπληρώματα λαμβάνονται στα ποσά που συστήνονται από τον κατασκευαστή και οι συνιστώμενες ημερήσιες δόσεις δεν ξεπερνιούνται με το συνδυασμό πάρα πολλών διαφορετικών συμπληρωμάτων, είναι απίθανο τα συμπληρώματα να προκαλέσουν τοξικότητα. Δεν υπήρχε ποτέ ως τώρα συμπλήρωμα «αθώο τοξικότητας» σε περίπτωση υπερκατανάλωσής του, καθώς η υπερβολική δόση λιποδιαλυτών βιταμινών προκαλεί υπερβιταμίνωση, η υπερβολική δόση πρωτεϊνών βλάπτει τα νεφρά και το ήπαρ, η μεγάλη λήψη υδατανθρακούχων σκονών μπορεί να προκαλέσει αύξηση του λίπους, η μεγάλη δόση λιπαρών οξέων οδηγεί σε αδυναμία σχηματισμού ορισμένων μυϊκών πρωτεϊνών, η υπερβολική λήψη ενδέχεται να προκαλεί ενδοκρινολογικές διαταραχές (Jovanović et al, 1987).

Η υπερβολική κατανάλωση συμπληρωμάτων δεν μπορεί να αποθηκευτεί στο σώμα σε μεγάλη ποσότητα, συνεπώς εάν καταναλώνεται περισσότερο από τις ανάγκες του οργανισμού, αυτές απλά εκκρίνονται. Και αν μπορούν να συσσωρευτούν στο σώμα (όπως οι βιταμίνες Α και D), αλλά δεν θέτουν κανέναν κίνδυνο στην υγεία εάν καταναλώνονται μέσα στα ασφαλή ανώτερα όρια που υποδεικνύονται. Η εξαίρεση είναι στην εγκυμοσύνη, όταν μπορεί η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων βιταμίνη Α μπορεί να θέσει σε κίνδυνο το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Ο συνδυασμός των συμπληρωμάτων δεν θα παρεμποδίσει κανονικά τον τρόπο που λειτουργούν και μπορούν σε μερικές περιπτώσεις να είναι ευεργετικά (Βασιλείου, 2011).

Εντούτοις, ορισμένα συμπληρώματα μπορούν να αλληλεπιδράσουν το ένα με το άλλο, για παράδειγμα, υπάρχει ανταγωνισμός στο γαστρεντερικό σύστημα για την απορρόφηση των διαφορετικών μετάλλων. Επίσης ορισμένα μέταλλα υποβοηθούνται στην απορρόφηση από βιταμίνες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η συναπορρόφηση ασβεστίου και βιταμίνης D. Δεδομένου ότι οι οργανισμοί γερνούν, γίνονται λιγότερο αποδοτικοί να απορροφήσουν μερικών από τις θρεπτικές ουσίες από τη διατροφή που καθιστά το σημαντικό να εξασφαλίσουν ότι οι σωστές ποσότητες σχετικών βιταμινών και ανόργανων αλάτων καταναλώνονται (Βασιλείου, 2011).

Ο τρόπος που αντιδρά ο οργανισμός σε ότι διαταράσσει την ισορροπία του και κατά συνέπεια και στην υπερβολική ή «άχρηστη» δόση συμπληρωμάτων διατροφής εξαρτάται από:

1. Τον ενδογενή προγραμματισμό δηλαδή το γενετικό κώδικα κάθε ατόμου,
2. Την ηλικία και το σωματικό βάρος,
3. Τη φθορά του οργανισμού,
4. Την επίδραση εξωγενών, περιβαλλοντικών και άλλων παραγόντων,
5. Την επίδραση ενδογενών παραγόντων που σχετίζονται με τη λειτουργική κατάσταση του οργανισμού (American Dietetic Association, 2009).

Το βασικότερο πρόβλημα τις περισσότερες φορές προκύπτει από την ταυτόχρονη χρήση στεροειδών και συμπληρωμάτων που ενεργοποιούν την ορμονική παραγωγή. Όσο πιο πολλές «ορμονοδιεγερτικές» ουσίες παίρνει κάποιος και για όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, τόσο περισσότερο μεταβάλλεται η ορμονική ισορροπία κι ειδικά ο λόγος επιτεστοστερόνης προς την τεστοστερόνη. Η αυξημένη παραγωγή τεστοστερόνης οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή οιστρογόνων, η οποία προκαλεί αύξηση του σωματικού λίπους και πιθανή γυναικομαστία. Με την ταυτόχρονη χρήση ενέσιμων συμπληρωμάτων τα οποία είναι λιποδιαλυτά, μπορεί να παρατηρηθεί υπέρμετρη αύξηση της εναποθήκευσής τους στα λιποκύτταρα. Εάν σημειωθεί απώλεια βάρους, ένα μεγάλο ποσοστό των στεροειδών θα απελευθερωθεί, με αποτέλεσμα οι υδατοδιαλυτοί μεταβολίτες τους να αυξήσουν τη συγκέντρωσή τους στο αίμα και στα ούρα (O'Connor & White, 2010).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η κατανάλωση συμπληρωμάτων διατροφής δεν πρέπει να γίνεται αλόγιστα και ότι τα πολυβιταμινούχα συμπληρώματα διατροφής μπορεί μεν να μην εξισορροπούν μια ανθυγιεινή διατροφή, δημιουργούν όμως ένα θρεπτικό δίκτυ ασφαλείας απαραίτητο για την υγεία (Βασιλείου, 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ, ΚΑΡΚΙΝΟΣ & ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΣΕ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

3.1. Ελεύθερες Ρίζες

Ελεύθερες ρίζες δημιουργούνται στον οργανισμό είτε από φυσιολογικές διαδικασίες του είτε από εξωτερικές πηγές. Ο σχηματισμός ελεύθερων ριζών σε έναν υγιή οργανισμό θα πρέπει να θεωρείται φυσιολογικός και ελεγχόμενος. Τα λευκοκύτταρα και τα μακροφάγα παράγουν σκόπιμα ελεύθερες ρίζες και χρησιμοποιούν τις βακτηριοκτόνες ιδιότητες τους για να καταστρέψουν βακτηρίδια. Κατά τη διάρκεια των έντονων αναστολογικών αντιδράσεων, μπορεί, περιστασιακά, να ελευθερωθούν από τα λευκοκύτταρα και τα μακροφάγα (η τους μικροοργανισμούς) μεγάλες ποσότητες τέτοιων ελεύθερων ριζών προκαλώντας βλάβη σε μέχρι τότε αkéραιες δομές (Biesalski & Grimm, 2008).

Οι κυριότερες από τις φυσιολογικές διαδικασίες παραγωγής ελευθέρων ριζών περιλαμβάνουν:

1. Την παραγωγή ελευθέρων ριζών σουπεροξειδίου, ως παραπροϊόν ή «χημικό ατύχημα» κατά τη λειτουργία της αναπνευστικής αλυσίδας των μιτοχονδρίων των κυττάρων. Κατά τη διαδικασία αυτή ορισμένα ηλεκτρόνια ξεφεύγουν από τα μόρια που μεταφέρουν τα ηλεκτρόνια στην αναπνευστική αλυσίδα και περνούν στο οξυγόνο ανάγοντας το σε σουπεροξειδίο.
2. Τη φυσιολογική δράση οξειδωτικών ενζύμων όπως, οι λιποξυγονάσες, οι κυκλοοξυγονάσες, οι υπεροξειδάσες και οι αφυδρογονάσες κατά την οποία παράγονται ελεύθερες ρίζες ως παραπροϊόντα των ενζυμικών αντιδράσεων.
3. Την παραγωγή ελευθέρων ριζών υδροξυλίου, οι οποίες είναι και οι πλέον δραστικές, με χημικές αντιδράσεις παρουσία μεταλλικών ιόντων.
4. Την παραγωγή ελευθέρων ριζών ως μέρος της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος. Ορισμένα από τα κύτταρα του συστήματος αυτού παράγουν ελεύθερες ρίζες για να εξουδετερώσουν βακτήρια εισβολείς. Σε περιπτώσεις που η διαδικασία αυτή είναι εκτός ελέγχου,

όπως συμβαίνει με τις αυτοάνοσες ασθένειες, μερικές ελεύθερες ρίζες που παράγονται προκαλούν βλάβες στα ίδια μας τα κύτταρα (Σωτηρούδης, 2004).

Ένας αριθμός παραγόντων που βρίσκεται εκτός του σώματος μπορεί επίσης να αποτελέσει πηγή παραγωγής ελευθέρων ριζών από τη στιγμή που θα έρθει σε επαφή με το σώμα. Μερικά παραδείγματα τέτοιων πηγών αποτελούν ο καπνός του τσιγάρου, οι ακτίνες-Χ, η υπεριώδης ακτινοβολία, διάφορες χημικές ενώσεις και φάρμακα καθώς επίσης το νέφος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (όζον, νιτροξειδία) (Σωτηρούδης, 2004).

Σε φυσιολογικές συνθήκες υπάρχει στον οργανισμό μια προστασία από τις ελεύθερες ρίζες, όπως αυτή που προσφέρουν ορισμένα ένζυμα και διάφορα αντιοξειδωτικά μόρια. Όταν η ισορροπία ανάμεσα στις ελεύθερες ρίζες και την αντιοξειδωτική άμυνα διαταραχτεί, τότε οι ελεύθερες ρίζες μπορεί να συμβάλλουν στην ανάπτυξη διάφορων ασθενειών (Κουτελιδάκης, 2007). Μεταξύ των αντιοξειδωτικών περιλαμβάνονται μία σειρά φυτοχημικών, η ακριβής σημασία των οποίων είναι μέχρι σήμερα άγνωστη. Οι φυτικές φαινόλες, από τα λαχανικά, το πράσινο τσάι ή το κόκκινο κρασί, διαθέτουν ποικίλες βιοχημικές και φαρμακολογικές δράσεις μέρος, τουλάχιστον, αυτών εντάσσονται στο αμυντικό σύστημα κατά των ελευθέρων ριζών (Biesalski & Grimm, 2008).

3.2. Καρκίνος και ελεύθερες ρίζες

Η εποχή μας χαρακτηρίζεται από πληθώρα επιβαρυντικών για την υγεία παραγόντων, οι οποίοι είναι στενά συνδεδεμένοι με πολλές από τις καθημερινές μας δραστηριότητες. Η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ηλιακή ακτινοβολία, το στρες και το κάπνισμα αποτελούν μερικούς από τους σημαντικότερους παράγοντες κινδύνου, οι οποίοι ευθύνονται για ένα σημαντικό ποσοστό νοσημάτων στις σύγχρονες κοινωνίες. Οι παραπάνω παράγοντες αποτελούν φορείς και δότες και δότες ηλεκτρισμένων σωματιδίων, των ελευθέρων ριζών στον οργανισμό.

Έχει αναγνωριστεί ότι υπερπαραγωγές ελευθέρων ριζών (ROS) έχουν ενοχοποιηθεί στην αιτιολογία του καρκίνου. Ο καρκίνος περιλαμβάνει οξειδωτικά

στάδια και στην μετατροπή πολλών προοξειδωτικών στην καρκινογόνο αυτών μορφή, όπως τα βενζοπυρένια, και στον ρόλο της προφλεγμονώδους κατάστασης ιστών που είναι ογκογόνος. Επίσης είναι πολύ πιθανόν ότι το δραστικό οξυγόνο, οι δραστικές ελεύθερες ρίζες και τα καρβονυλικά παράγωγα που προκαλούνται από την υπεροξειδωση να είναι υπεύθυνα για μέρος της μεταλλακτικής εκκίνησης και ανάπτυξης (Kamata & Hirata, 1999).

Οι ελεύθερες ρίζες είναι φορτισμένα άτομα ή μόρια, ιδιαίτερα επιβλαβή για τα κύτταρα. Όταν μια ελεύθερη ρίζα προσβάλλει ένα κύτταρο, εισέρχεται στις μεταβολικές οδούς και είναι πολύ πιθανό να προκαλέσει ανεπανόρθωτη βλάβη. Όταν οι ελεύθερες ρίζες πολλαπλασιάζονται ανεξέλεγκτα μπορούν, στην ακατανίκητη επιθυμία τους για ηλεκτρόνια, να επιτεθούν στα κυτταρικά τοιχώματα, στα μιτοχόνδρια (τις γεννήτριες ενέργειας στα κύτταρα) και στο DNA (το γενετικό κώδικα του κυττάρου) και να βλάψουν με αυτόν τον τρόπο βασικές λειτουργίες του ίδιου του κυττάρου. Μια βλάβη του DNA μπορεί να αποβεί μοιραία: ανεξέλεγκτη γενετική μεταλλαγή, με όλες τις πιθανές συνέπειες για τον μεταβολισμό, τη συμπεριφορά διαίρεσης και την ανάπτυξη του κυττάρου. Αυτό αποτελεί κ μια από τις καθοριστικές αιτίες για τον εκφυλισμό αυτών των μικρότερων βιολογικών μονάδων και σε χωρίς σταμάτημα συνεχώς διαιρούμενα καρκινικά κύτταρα.

Στο σώμα υπάρχουν ελεύθερες ρίζες, οι οποίες από φυσιολογικές συνθήκες εξουδετερώνονται από τους αμυντικούς μας μηχανισμούς. Σε περίπτωση όμως που η συγκέντρωσή τους αυξηθεί κατά πολύ μέσα στον οργανισμό, λόγω υπερβολικής έκθεσης σε κάποιον ή κάποιους από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν, τότε αυτός δεν μπορεί να τις αντιμετωπίσει. Έτσι οι ρίζες προκαλούν επικίνδυνες μεταλλάξεις και καταστρέφουν τα κύτταρα. Σε αυτές τις περιπτώσεις έχουμε τη δημιουργία του λεγόμενου οξειδωτικού στρες, οπότε οι οξειδωτικοί μηχανισμοί υπερτερούν των αντίστοιχων αντιοξειδωτικών.

Τα τελευταία χρόνια έχει αποδειχθεί επιστημονικά, ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στις ελεύθερες ρίζες (οξειδωτικό στρες) και την εμφάνιση διαφόρων μορφών καρκίνου, καρδιαγγειακών νοσημάτων, δερματικών παθήσεων και πρόωρης γήρανσης του δέρματος και γενικά διαταραχών με μεγάλη συχνότητα στους σύγχρονους πληθυσμούς. Αφορμή αποτελούν και εδώ, οι ελεύθερες ρίζες. Η χημική αυτή διαδικασία ονομάζεται οξείδωση και είναι πασίγνωστη από την καθημερινότητα. Το ίδιο συμβαίνει καθημερινά και στις αμέτρητες μεταβολικές διαδικασίες μέσα κι έξω από τα κύτταρα του οργανισμού. Οι ελεύθερες ρίζες είναι

απαραίτητες για την παραγωγή εισβολής μικροβίων και ιών: έχουν την ικανότητα να συνδέονται με τον εισβολέα και να τον εξολοθρεύουν. Στην περίπτωση αυτή είναι πιθανόν η τάση των ελεύθερων ριζών να συνδέονται παντού να μας σώσει τη ζωή. Οι ελεύθερες ρίζες είναι επικίνδυνες για τον οργανισμό μας μόνο όταν περισσεύουν ανεξέλεγκτα. Το σημαντικό εδώ είναι η ισορροπία ανάμεσα στην αναδόμηση και στη διάσπαση των ελευθέρων ριζών. Για να προστατευτεί από κάποια βλάβη το κάθε κύτταρο παράγει ένζυμα που καταστέλλουν την οξειδωτική δράση. Αυτά τα ένζυμα έχουν τη δυνατότητα να εξουδετερώνουν όσες ελεύθερες ρίζες περισσεύουν. Καθίσταται, λοιπόν, αναγκαία η προστασία του οργανισμού από την καταστρεπτική δράση των ελευθέρων ριζών (Μιχαλιού, 2011).

3.2.1. Μεθυλίωση DNA & καρκινογένεση

Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι ακόμη και στα πιο έγκυρα σύγχρονα συγγράμματα, σχετικά με την καρκινογένεση, ελάχιστα αναφέρονται οι μηχανισμοί αυτοί και ιδιαίτερα το φαινόμενο της μεθυλίωσης, που ευθύνεται για την επιγενετική διαδικασία απώλειας της ογκοκατασταλτικής δράσης κατά την καρκινογένεση. Η κατανόηση των μηχανισμών αυτών και η διερεύνηση της συσχέτισης τους με τον καρκίνο αποτελεί, πραγματικά, αντικείμενο έρευνας, στο οποίο οι γνώσεις εμπλουτίζονται με αλματώδεις ρυθμούς (Κουΐδου, 2003).

Για τη διαδικασία της καρκινογένεσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεθυλίωση του DNA, εφόσον αποτελεί την άμεση απάντηση του οργανισμού, εκτός των άλλων, και σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα, συχνά μάλιστα προηγείται της μεταλλαξιογένεσης. Ο χάρτης της μεθυλίωσης αναπαράγεται κατά τη μίτωση και η τροποποίηση είναι μόνιμη. Η απορρύθμιση αυτού του μηχανισμού συμβάλλει στη διαδικασία της καρκινογένεσης. Οι κυριότερες σύγχρονες διαγνωστικές μέθοδοι ελέγχου της μεθυλίωσης βασίζονται στην ανάλυση DNA τροποποιημένων με NaHSO_3 . Με τη μέθοδο αυτή διαφοροποιείται, χημικά, η κυτοσίνη, ενώ η μεθυλοκυτοσίνη παραμένει σταθερή. Με τη χημική τροποποίηση η κυτοσίνη μετατρέπεται σε παράγωγο της ουρακίλης, με αποτέλεσμα να αναγνωρίζεται από την DNA πολυμεράση ως θυμίνη (Palmizzano et al, 2000).

Σε πρόσφατη μεγάλη μελέτη της μεθυλίωσης, σε συνολικό δείγμα 500 περίπου ατόμων, 342 ασθενών με οικογενή και 215 με σποραδικό καρκίνο, έγινε έλεγχος της μεθυλίωσης σε 10 γνωστούς επιγενετικούς δείκτες καρκίνου (hMLH1, BRCA1, APC, LKB1, CDH1, p16 (INK4a), p14(ARF), MGMT, GSTP1 και RARbeta2). Τόσο σε καρκίνο του μαστού, όσο και του παχέος παρατηρήθηκε ότι κατά την οικογενή μορφή της νόσου τα μεταλλαγμένα γονίδια, που ενοχοποιούνται για την εμφάνιση της νόσου ποτέ δεν εμφανίζονται υπερμεθυλωμένα. Από τα δεδομένα αυτά και άλλες μικρότερες μελέτες, είναι προφανές ότι η υπερμεθυλίωση μπορεί να θεωρηθεί συχνό φαινόμενο, που αφορά σε σποραδικούς καρκίνους και να χαρακτηριστεί ως γεγονός κατά την καρκινογένεση. Τέλος, παραδείγματα για την σημαντικότητα της μεθυλίωσης αποτελεί ο σημαντικός αριθμός μελετών που αφορά την συσχέτισή της με καρκίνο του μαστού, όγκους του παχέος εντέρου, καρκίνο του προστάτη, επιθηλιακό καρκίνωμα του οισοφάγου, καρκίνο των ωοθηκών, του στομάχου και της στοματικής κοιλότητας (Magdinier et al, 2000, Wu et al, 2000, Liu M et al, 2001, Xiong et al, 2001, Park et al, 2001).

Εδώ αναδεικνύεται και η σημαντικότητα των φυτοχημικών τα οποία μπορούν να προκαλέσουν μια αντίδραση στην μεθυλίωση του DNA. Ειδικότερα έχει μελετηθεί το φολικό οξύ, που βρίσκεται στα λαχανικά, στα σπαράγγια, στα αβοκάντο, στα δημητριακά και σε φρούτα, το οποίο αν καταναλωθεί από ένα άτομο ακόμα και με την μορφή μιας υδατοδιαλυτής βιταμίνης B, έχει μελετηθεί εκτενώς για τις επιπτώσεις της στην μεθυλίωσης του DNA, μπορεί να προσφέρει το μοναδικό δότη μεθυλίου για το DNA ώστε να αντιδράσει στην μεθυλίωση. Ωστόσο, το φολικό οξύ δεν είναι ο μοναδικός καθοριστικός παράγοντας της μεθυλίωσης του DNA, καθώς άλλα θρεπτικά συστατικά όπως η μεθειονίνη, χολίνη, βεταΐνη, βιταμίνης B-12 και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να μεταβάλλουν την κατάσταση της μεθυλίωσης του DNA (Choi & Friso, 2010).

3.2.2. Θεωρία καρκινογένεσης

Η ανάπτυξη και η ωρίμανση των κυττάρων αποτελούν φυσιολογικές διαδικασίες κατά την εμβρυογένεση, κατά την ανάπτυξη καθώς και κατά την

αποκατάσταση και ανακατασκευή των ιστών μετά από τραυματισμό. Η διαταραχή της ρύθμισης των διαδικασιών αυτών μπορεί να προκαλέσει αδυναμία ελέγχου της ανάπτυξης, της διαφοροποίησης και του αυτοπεριορισμού των κυττάρων στο χώρο (Riboli, 2001). Η ταξινόμηση των όγκων γίνεται με βάση την ιστική τους προέλευση ή την ανατομική τους θέση, ωστόσο πολλά χαρακτηριστικά είναι κοινά σε όλους τους τύπους των όγκων (Andreoli et al, 2000).

Ο καρκίνος εξαπλώνεται εισβάλλοντας στους περιφερικούς ιστούς μέχρι να φτάσει στα αιμοφόρα αγγεία ή στη λέμφο. Τα κατεστραμμένα κύτταρα ξεφεύγουν από τον έλεγχο των μηχανισμών, που προστατεύουν τον οργανισμό από τον ταχύτατο πολλαπλασιασμό τέτοιων κυττάρων και σχηματίζεται το νεόπλασμα, το οποίο καταστρέφει τους περιβάλλοντες ιστούς με αποτέλεσμα όταν εξαπλωθεί σε πιο απομακρυσμένους ιστούς να δημιουργηθεί η μετάσταση.

Οι καρκίνοι του επιθηλίου ονομάζονται καρκινώματα. Οι καρκίνοι του συνδετικού ιστού σαρκώματα και των κυττάρων του αίματος ονομάζονται λευχαιμίες και λεμφώματα. Κάθε μια από τις κατηγορίες υποδιαιρείται σύμφωνα με τον κυτταρικό τύπο από όπου προέρχεται, τη θέση στο σώμα και τη δομή του όγκου.

Μεταξύ των ασθενών με τον ίδιο τύπο καρκίνου υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση, τόσο ως προς τη φύση των κυτταρικών μεταβολών, όσο και ως προς την κλινική εικόνα και την πορεία της νόσου. Η διαπίστωση της κακοήθειας με την κλινική εξέταση ή με απεικονιστικές μεθόδους προϋποθέτει την παρουσία στον οργανισμό περίπου 1 δισεκατομμυρίου κακοηθών κυττάρων (Andreoli et al, 2000).

Από κλινικο-εργαστηριακή άποψη, η φυσική ιστορία των περισσότερων κακοηθών νεοπλασιών μπορεί να διακριθεί σε 4 φάσεις (Τριχόπουλος, Πολυχρονοπούλου, 2000):

1. Φάση επαγωγής (*induction phase*), που χαρακτηρίζεται από υπομικροσκοπικές μεταβολές βιοχημικές και κυτταρογενετικές μεταβολές.
2. Προδιηθητική (ενδοεπιθηλιακή) φάση (*insitu phase*), που χαρακτηρίζεται από μικροσκοπικές κυτταρολογικές μεταβολές.
3. Διηθητική φάση (*invasion phase*), που χαρακτηρίζεται από ιστολογικά (παθολογοανατομικά) ευρήματα.
4. Φάση διασποράς (*dissemination phase*), που χαρακτηρίζεται από κλινικές εκδηλώσεις.

3.2.3. Καρκινογόνες ουσίες στη διατροφή

Η θνησιμότητα από τους καρκίνους που συνδέονται με τη διατροφή παρουσιάζει διαχρονικά στην Ελλάδα τάσεις συνεχούς αύξησης.

Συχνά, χαρακτηρίζονται ως καρκινογόνες, ορισμένες ουσίες, οι οποίες εμπεριέχονται εκ φυσικού στα τρόφιμα που χρησιμοποιούνται καθημερινά στη διατροφή, από μη ειδικούς και χωρίς ιδιαίτερες μελέτες, αποπροσανατολίζοντας και πανικοβάλλοντας έτσι την κοινή γνώμη.

Αναφορικά, οι διοξίνες είναι οι πλέον ισχυρές καρκινογόνες ουσίες στα πειραματόζωα, αλλά δεν έχει αποδειχθεί καρκινογόνος δράση στον άνθρωπο, καθώς υπάρχουν μόνο ενδείξεις.

Επιδημιολογικές μελέτες που αφορούν τον καρκίνο, δείχνουν μια σαφή προστατευτική δράση των φρούτων και των λαχανικών απέναντι στην εμφάνιση πολλών μορφών αυτού. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των ιδιαίτερων συστατικών των φρούτων και των λαχανικών που δρουν με τους εξής τρόπους: αναστέλλουν τις ορμονικές διαδικασίες της καρκινογένεσης, προφυλάσσουν το γενετικό υλικό από την επίδραση καρκινογόνων συστατικών, προάγουν την λειτουργία αντικαρκινικών ενζυμικών συστημάτων του οργανισμού και τέλος εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες (Ελληνικό Ινστιτούτο Διατροφής, 2011).

3.2.4. Επιγενετική

Τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να ανατρέψουν ή να αλλάξουν επιγενετικά φαινόμενα, όπως η μεθυλίωση του DNA και τροποποιήσεις των ιστονών, με αποτέλεσμα να τροποποιείται η εκδήλωση των κρίσιμων γονιδίων που σχετίζονται με φυσιολογικές και παθολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της εμβρυϊκής ανάπτυξης, της γήρανσης και της καρκινογένεσης. Θεωρείται ότι οι θρεπτικές ουσίες και τα βιοενεργά συστατικά μέρη των τροφίμων μπορούν να επηρεάσουν τα επιγενετικά φαινόμενα, είτε αναστέλλοντας απευθείας τα ένζυμα που καταλύουν τη

μεθυλίωση του DNA ή τις τροποποιήσεις των ιστονών, είτε μεταβάλλοντας τη διαθεσιμότητα των υποστρωμάτων που απαιτούνται για τις ενζυμικές αντιδράσεις. Σε αυτό το πλαίσιο, η διατροφική επιγενετική θεωρείται ως ελκυστικό εργαλείο για την πρόληψη παιδιατρικών αναπτυξιακών παθήσεων και του καρκίνου, καθώς και για την καθυστέρηση διαδικασιών που σχετίζονται με τη γήρανση. Τα τελευταία χρόνια, η επιγενετική αναδεικνύεται σε σημαντικό θέμα για ένα ευρύ φάσμα ασθενειών, όπως ο τύπου 2 σακχαρώδης διαβήτης, φλεγμονές, παχυσαρκία, και νευρογνωστικές διαταραχές. Αν και η πιθανότητα ανάπτυξης θεραπευτικής αγωγής ή η ανακάλυψη προληπτικών μέτρων κατά των νοσημάτων αυτών εμφανίζεται συναρπαστική, οι υπάρχουσες γνώσεις για τη θρεπτική επιγενετική είναι περιορισμένες και απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την επέκταση των διαθέσιμων πόρων και την καλύτερη κατανόηση της χρήσης των θρεπτικών συστατικών ή των βιοενεργών συστατικών μερών των τροφίμων για τη διατήρηση της υγείας μας και την πρόληψη των ασθενειών μέσω τροποποιήσιμων επιγενετικών μηχανισμών.

3.3. Φυτικά συμπληρώματα διατροφής & ευεργετικές δράσεις

Τα τελευταία χρόνια έχει επιστημονικά αποδειχθεί ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ ελεύθερων ριζών και εμφάνισης διαφόρων ασθενειών και διαταραχών που εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα στους σύγχρονους πληθυσμούς. Στα φυσικά αντιοξειδωτικά παρατηρείται, έντονη ερευνητική δραστηριοποίηση όσον αφορά την ευεργετική επίδραση τους στον οργανισμό του ανθρώπου. Η έρευνα αυτή, επικεντρώνεται σε συστατικά που εμπεριέχονται στα φυτά και τα οποία έχουν ευεργετικές ιδιότητες. Συνεχώς αυξανόμενο είναι το ενδιαφέρον για την εισαγωγή αντιοξειδωτικών φυτοχημικών ενώσεων φυτικής προέλευσης (φλαβονοειδή και φαινολικές ενώσεις), αφενός για τη διατροφή και αφετέρου για συμπληρώματα διατροφής που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα. Το ενδιαφέρον αυτό είναι αποτέλεσμα των ενδείξεων για τις ευεργετικές ιδιότητες των φυτικών αυτών αντιοξειδωτικών στην πρόληψη ασθενειών όπως ο καρκίνος και τα καρδιαγγειακά νοσήματα. Οι αποδείξεις για τις ευνοϊκές δράσεις έναντι της ανάπτυξης καρδιακής

ασθένειας και πολλών μορφών καρκίνου, αυξάνονται συνεχώς (Peterson et al, 2003, Lagiou et al, 2004).

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μία «έκρηξη» στο ενδιαφέρον για φυτοχημικά και χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα για την ενίσχυση των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων ενός τροφίμου - χυμών, γαλακτοκομικών προϊόντων, μαργαρινών και άλλων, ή ως συμπληρώματα διατροφής και αφορούν κυρίως στη χρήση Βιταμίνης C, βιταμίνης E και β-καροτενίου. Στην αγορά κυκλοφορούν πολλά συμπληρώματα διατροφής εμπλουτισμένα με φυτοχημικά. Πολλές εταιρίες παρέχουν επίσης αντιοξειδωτικά σκευάσματα ως συμπληρώματα διατροφής τα οποία περιλαμβάνουν φυτοχημικά. Τα φυτοχημικά υπάρχει περίπτωση να μην είναι αποτελεσματικά γιατί διασπώνται κατά τη διαδικασία της πέψης πριν απορροφηθούν από τα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού (Σωτηρούδης, 2004).

Αν και δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα φυτοχημικά είναι απαραίτητα συστατικά για τη διατήρηση της υγείας, δεν υπάρχει επιστημονική τεκμηρίωση για το αν πρέπει να καταναλώνονται φυτοχημικά πρόσθετα και σε τι ποσότητα. Αν και αρχικά υπήρχε η άποψη ότι τα φυτοχημικά πρόσθετα ήταν αβλαβή, σήμερα όλο και περισσότερες επιστημονικές έρευνες τονίζουν την πιθανή τοξική τους δράση ιδιαίτερα όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες και για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, είναι γνωστό το πείραμα χημειοπροστασίας από καρκίνο του πνεύμονα που συμπεριέλαβε πολλές χιλιάδες εθελοντές Φινλανδούς καπνιστές, οι οποίοι λάμβαναν για αρκετά χρόνια ημερήσιες δόσεις β-καροτενίου μαζί με βιταμίνη E ή βιταμίνη A. Και στις δύο περιπτώσεις, προς μεγάλη έκπληξη των επιστημόνων, αντί να έχουμε προστατευτική δράση - σύμφωνα με μελέτη, η αυξημένη κατανάλωση β-καροτενίου στην τροφή συνδέεται με μειωμένο κίνδυνο καρκινογένεσης - παρουσιάστηκε αυξημένο ποσοστό καρκίνου του πνεύμονα μεταξύ των εθελοντών. Επιπλέον, αποδείχθηκε ότι η βιταμίνη C μπορεί να προκαλέσει *in vitro* διάσπαση υδροϋπεροξειδίων λιπιδίων και δημιουργία τοξικών ενώσεων, οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν βλάβες στο DNA των κυττάρων (Lee et al, 2001).

Η κατανάλωση φυτοχημικών ουσιών μπορεί να γίνει από φυτικά προϊόντα όπως:

1. Οργανοσουλφίδια (Σκόρδο, Κρεμμύδια, Πράσο),
2. Καψαϊκίνη (Καυτερές πιπεριές),
3. Καροτενοειδή (Καρότα),
4. β-καροτένιο (Σκουροπράσινα φυλλώδη λαχανικά),

5. Λυκοπένιο (Γλυκοπατάτες),
6. Ωχρίνη (Ντομάτες),
7. Γλυκύριζα (Γλυκόριζα),
8. Ινδόλες (Σταυρανθή λαχανικά, Μπρόκολο, Λαχανάκια Βρυξελλών, Λάχανο, Κουνουπίδι),
9. Ισοφλαβόνες (Σόγια),
10. Φυτοοιστρογόνα (Φιστίκια),
11. Γενιστεΐνη (Γάλα σόγιας),
12. Ισοθειοκυανικά οξέα (Σταυρανθή λαχανικά, Μπρόκολο, Λαχανάκια Βρυξελλών, Λάχανο, Κουνουπίδι),
13. Φαινολικά οξέα (Καρότα, Εσπεριδοειδή, Ντομάτες, Σιτηρά),
14. Πολυφαινόλες (Σταφύλια),
15. Ρουτίνη (Πράσινο τσάι),
16. Φλαβίνη (Κρασί),
17. Σαπωνίνη (Φασόλια, Όσπρια),
18. Τερπένια (Κεράσια, Εσπεριδοειδή) (Williams, 2003).

Η δημιουργική αναζήτηση νέων τρόπων καταπολέμησης του καρκίνου, έστρεψε το ενδιαφέρον του επιστημονικού κόσμου στη μελέτη των φυτών ως πηγές ουσιών με προστατευτική δράση έναντι της εμφάνισης του καρκίνου. Η νέα αυτή τάση και επικέντρωση της βασικής και κλινικής έρευνας στην πρόληψη με «χημειοπροφυλακτικό μπλοκάρισμα» της διαδικασίας καρκινογένεσης, - αντί της μέχρι σήμερα αντιμετώπισης του καρκίνου μετά την διάγνωση - είναι μια εξαιρετικά δημιουργική σκέψη αφού η πρόληψη του καρκίνου μέσω της χημειοπροφύλαξης - ενός νέου κλάδου της Ιατρικής δεν φαντάζει πλέον τόσο χρονικά απόμακρη. Τα μελλοντικά δυνητικά οφέλη από την προληπτική αντικαρκινική χημειοπροφυλακτική στρατηγική υπερτερούν σαφώς έναντι οποιασδήποτε θεραπευτικής προσέγγισης ακόμη και εάν αυτή οδηγήσει σε ίαση. Η χημειοπροφύλαξη έναντι του καρκίνου με την πρόσληψη φυτοχημικών ουσιών από βότανα, φρούτα και λαχανικά είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντική. Η κατανάλωση φυτοχημικών ουσιών – τροφή ή συμπλήρωμα διατροφής – ως τμήμα της διατροφής του ανθρώπου μπορεί να αποτρέψει πολλές ασθένειες. Πειραματικές και επιδημιολογικές μελέτες σε φυτά, έχουν δείξει ότι:

1. Τα **αντιοξειδωτικά φυτοχημικά** που λαμβάνονται μέσω της διατροφής παρεμποδίζουν, ή έστω επιβραδύνουν την εμφάνιση ασθενειών, οι οποίες

αναπτύσσονται λόγω της παρουσίας ελεύθερων ριζών όπως για παράδειγμα ο καρκίνος, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, η νόσος του Alzheimer (Singh et al, 2008), η εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος, η εγκεφαλική δυσλειτουργία κ.ά. (Παπαγεωργίου, 2005). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών να απενεργοποιούν τις δραστικές μορφές οξυγόνου, οι οποίες σχετίζονται με τις παραπάνω ασθένειες. Εμπλοκή επίσης των αντιοξειδωτικών ουσιών έχει αναφερθεί στον σακχαρώδη διαβήτη (Guerrero-Romero & Rodríguez-Morán, 2005) σε οφθαλμολογικές παθήσεις σχετιζόμενες με την ηλικία (Christen, 2004), σε νευροεκφυλιστικές παθήσεις (Brambilla et al, 2008), όπως η νόσος του Parkinson (Oyagi et al, 2008) καθώς και στην γήρανση αυτή καθαυτή (Gray et al, 2008). Φυσικά, η πρόσληψη λαχανικών και φρούτων έχει συσχετιστεί με τον μειωμένο κίνδυνο για καρκίνο του πνεύμονα (Skuladottir et al, 2006).

2. **Τοκοτριενόλες.** Οι τοκοτριενόλες όπως και οι τοκοφερόλες έχουν αντιοξειδωτική δράση δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες υπεροξυλίου. Οι τοκοτριενόλες εκτός της αντιοξειδωτικής τους δράσης εμφανίζουν δράση έναντι του καρκίνου. Έχει βρεθεί ότι αναστέλλουν την ανάπτυξη αρκετών καρκινικών κυτταρικών σειρών, περιλαμβανομένων των θετικών και αρνητικών σε οιστρογονικούς υποδοχείς κυττάρων του καρκίνου του μαστού (Mc Intyre, et al, 2000).
3. **Οι πολυφαινόλες,** λόγω των αντιοξειδωτικών τους ιδιοτήτων, και της δυνατής τους επίδρασης σε διάφορες ασθένειες που σχετίζονται με το οξειδωτικό στρες. Τα φλαβονοειδή είναι μια από τις πιο σημαντικές κατηγορίες πολυφαινολών, με ευρεία διάδοση στα φυτικά τρόφιμα. Οι αποδείξεις για τις ευνοϊκές τους δράσεις έναντι της ανάπτυξης καρδιακής ασθένειας και πολλών μορφών καρκίνου, αυξάνονται συνεχώς (Lagiou et al, 2004). Τα τελευταία χρόνια μελετώνται πολύ εντατικά, επειδή θεωρούνται ότι προστατεύουν από την αθηροσκλήρωση (Mirmiran et al, 2009) και προλαμβάνουν ορισμένες μορφές καρκίνου (Temple & Gladwin, 2003) και της νόσου Alzheimer (Singh et al, 2008). Άλλες ανάλογες ιδιότητες τους είναι η αντιβακτηριακή, αντιαλλεργική, και αντιϊική δράση. Η αντιμικροβιακή δράση διαφόρων φυτικών εκχυλισμάτων έναντι διαφόρων μικροοργανισμών έχει αρχίσει να

μελετάται εκτενώς τα τελευταία (Lee et al, 2003). Έχει αναφερθεί ότι υψηλά επίπεδα β-καροτενίου στη δίαιτα και στο αίμα σχετίζονται με ελαττωμένη καρδιαγγειακή νόσο (Jonasson et al, 2003).

4. Οι **ισοφλαβόνες** αντιπροσωπεύονται από τη δαϊδζεΐνη και γενιστεΐνη. Για τις ενώσεις αυτές υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, και αυτό οφείλεται σε ιδιότητες οιστρογόνων που εμφανίζουν και έχει υποστηριχθεί ότι παίζουν κάποιο ρόλο στην πρόληψη του καρκίνου του μαστού και την οστεοπόρωση (Watanabe et al, 2002). Η συνεργαστική ιδιότητα των ισοφλαβόνων από φρούτα και λαχανικά με άλλους τύπους τροφών όπως υψηλή καθημερινή λήψη ασβεστίου, μπορεί να αποτελέσουν μεγαλύτερη προστασία της υποβάθμισης των οστών και των αρθρώσεων (Hunter et al, 2008). Οι ισοφλαβόνες έχουν παρά πολύ καλά αποτελέσματα στην πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων στις γυναίκες με εμμηνόπαυση και στην αρτηριακή λειτουργία. Επίσης συμβάλει στην αύξηση της χοληστερόλη HDL (καλή χοληστερόλη) ενώ αντίθετα μειώνει τη LDL χοληστερόλη (κακή χοληστερόλη). Η γενιστεΐνη μπορεί να προλάβει τον καρκίνο του μαστού καθώς επίσης και να βοηθήσει στην αντιμετώπιση του καρκίνου του ενδομήτριου (Thasni et al, 2008).
5. Η **κερκετίνη** και άλλα παρόμοια φλαβονοειδή εμποδίζουν (αναστέλλουν) την καρκινογένεση. Ένας πιθανός τρόπος δράσης τους είναι μια ικανότητα που έχει να αναστέλλει συγκεκριμένα ένζυμα του κυτοχρώματος P 450, τα οποία εμπλέκονται στη βιοενεργοποίηση χημικών καρκινογόνων (Strissel & Strick, 2005).
6. **Κατεχίνες πράσινου τσαγιού**. Το πράσινο τσάι παρασκευάζεται από τα αποξηραμένα φύλλα του φυτού *Camellia sinensis* που ανήκει στην οικογένεια των Theaceae με αντικαρκινικές, αντιφλεγμονώδεις και αντιμικροβιακές ιδιότητες (Zaveri, 2006).
7. Η **Ναρινγκενίνη** έχει και αυτή την ικανότητα να αναστέλλει συγκεκριμένα ένζυμα του κυτοχρώματος P450, τα οποία εμπλέκονται στην βιοενεργοποίηση χημικών καρκινογόνων. Οι βιομηχανίες τροφίμων κάνουν μεγάλες προσπάθειες να αναπτύξουν νέες τεχνολογικές μεθόδους με στόχο να καλύψουν βασικές διατροφικές ανάγκες, παρέχοντας τρόφιμα που περιέχουν πρόσθετα οφέλη στην υγεία του ανθρώπου

- προστατεύοντας την από πιθανούς κινδύνους. Αυτός είναι και ο κυριότερος λόγος για τον οποίο τα ερευνούν (Sies & Stahl, 1995).
8. **Η βιταμίνη Ε και η Βιταμίνη C** προστατεύει την LDL από την λιπιδική υπεροξειδωση και έτσι συμβάλλει στην πρόληψη του σχηματισμού των αθηρωματικών πλακών (Freese et al, 2000).
 9. **Ανθοκυανιδίνες.** Όσον αφορά την δράση τους στον καρκίνο, οι ανθοκυανίνες εμφανίζουν *in vitro* και *in vivo* ανασταλτική δράση έναντι της αύξησης διαφόρων κακοήθων κυττάρων 305-310. Σε μια πρόσφατη μελέτη, όπου ερευνήθηκε η δράση τους έναντι της ανθρώπινης κυτταρικής σειράς της λευχαιμίας (HL-60), βρέθηκε ότι επάγουν την απόπτωση, με την δελφινιδίνη να εμφανίζει την ισχυρότερη δράση 311.
 10. **Ρεσβερατρόλη** Αν και η ρεσβερατρόλη εκδηλώνει την αντιφλεγμονώδη δράση της μέσω της εκλεκτικής αναστολής της COX-2, δεν υπάρχουν αρκετά επιστημονικά στοιχεία σχετικά με την δράση της στην απόπτωση σε καρκινικά κύτταρα (Mgbonyebe et al, 1998).
 11. **Φυτοστερόλες.** Ένας αριθμός μελετών έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν την δράση των φυτοστερολών έναντι του καρκίνου. Έχει βρεθεί ότι η β-σιτοστερόλη αναστέλλει *in vitro* την αύξηση των κακοήθων κυττάρων του καρκίνου του προστάτη και του ορθοκολικού καρκίνου πιθανά μέσω της ενεργοποίησης ενζύμων που εμπλέκονται στον κυτταρικό πολλαπλασιασμό και την απόπτωση (Ifere, 2009).

3.4. Παραδείγματα φυτικών συμπληρωμάτων του εμπορίου

1. Ρόδι.

Το ρόδι περιέχει εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες του αντικαρκινικού πουνικού οξέος. Έρευνες έχουν δείξει πως βοηθά στην πρόληψη και τη θεραπεία του καρκίνου του μαστού, του προστάτη, των πνευμόνων, του παχέως εντέρου, του δέρματος, της λευχαιμίας και άλλων. Επιπλέον το ρόδι:

- Εμποδίζει τα ένζυμα που συμβάλλουν στην οστεοαρθρίτιδα, επιβαρύνοντας τη φθορά των χόνδρων.
- Μειώνει την πρόσληψη της κακής χοληστερόλης.
- Βοηθά στην πρόληψη της αθηροσκλήρωσης και στην επιβράδυνση της κίνησης των αθηρωματικών πλακών.
- Συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου εγκεφαλικών κακώσεων στα βρέφη, κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης.
- Βελτιώνει την παρουσία λιπιδίων σε διαβητικούς ασθενείς με υπερλιπιδαιμία.
- Βελτιώνει τους παράγοντες που ευθύνονται για τις καρδιακές παθήσεις.
- Βοηθά τους ασθενείς της καρωτιδικής αρτηρίας μειώνοντας την κοινή πάχυνση του εσωτερικού της καρωτίδας, την πίεση του αίματος και την οξειδωση LDL.
- Τονώνει και αποτοξινώνει τον οργανισμό.
- Καθαρίζει το αίμα, τα νεφρά και την κύστη.
- Οι σπόροι του είναι στυπτικοί, αφροδισιακοί, δροσιστικοί και ανακουφίζουν από τον πυρετό.
- Το αφέψημα από τα άνθη της Ροδιάς, υπό μορφή γαργάρας, θεραπεύει την ουλίτιδα και ανακουφίζει από τον πονόλαιμο.
- Το αφέψημα από τη φλούδα του καρπού, καταπολεμά τις αμοιβάδες.
- Ο χυμός του, αναμεμιγμένος με ελαιόλαδο, εξαφανίζει της κηλίδες από το δέρμα και σβήνει της ρυτίδες.

2. Μπρόκολο

Πριν περίπου 20 χρόνια ανακαλύφθηκε ότι η ουσία σουλφοραφάνη, που περιέχεται στο μπρόκολο, έχει ισχυρές προστατευτικές δράσεις εναντίον διαφόρων τύπων καρκίνου. Η ουσία αυτή αυξάνει την αντίσταση του οργανισμού στους παράγοντες που προκαλούν καρκίνο. Ενεργοποιεί τα ένζυμα αποτοξίνωσης, τα οποία εξουδετερώνουν επικίνδυνες μορφές καρκινογόνων χημικών ουσιών, προτού προλάβουν να αλλοιώσουν το DNA των κυττάρων και να προκαλέσουν έτσι καρκίνο.

Η ουσία σουλφοραφάνη:

- Αναστέλλει τους όγκους του καρκίνου των πνευμόνων. Επιστήμονες ανέφεραν ότι μπορεί να αποτρέψει τους καλοήθεις όγκους στους πνεύμονες, να αναπτυχθούν σε κακοήθεις. Μελέτες έχουν δείξει ότι βοηθά το ανοσοποιητικό σύστημα να «καθαρίσει» τους πνεύμονες από βλαβερά βακτήρια ιδιαίτερα τους καπνιστές.
- Σκοτώνει το ελικοβακτήριο του πυλωρού, το οποίο προκαλεί καρκίνο του στομάχου.
- Μειώνει τα συνολικά επίπεδα χοληστερόλης, και αυξάνει την καλή χοληστερόλη.
- Βελτιώνει την καρδιαγγειακή υγεία, με τη βελτίωση της λειτουργίας της καρδιάς, των αρτηριών και των νεφρών.
- Βοηθά στην πρόληψη σχηματισμού όγκων του δέρματος από έκθεση σε ακτινοβολία UV.
- Αναστέλλει τα καρκινογόνα κύτταρα του προστάτη.
- Βοηθά στην πρόληψη και τον έλεγχο του καρκίνου της ουροδόχου κύστης. Μελέτες έχουν δείξει πως η σουλφοραφάνη και το εκχύλισμα φύτρων μπρόκολου, μπορεί να προκαλέσει απόπτωση και συγκράτηση του κυτταρικού κύκλου σε καρκινικά κύτταρα της ουροδόχου κύστης.
- Αποτελεί αποτοξινωτικό καρκινογόνων ουσιών. Οι βλαστοί μπρόκολου έδειξαν σημαντική μείωση των επιπέδων στο σύμπλοκο αφλατοξίνη- DNA (βιοδείκτης της βλάβης του DNA). Η τροποποίηση των δεικτών αυτών, ενισχύει την εξουδετέρωση των καρκινογόνων ουσιών από το σώμα.

3. Κρόκος

Σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα το σαφράν φαίνεται να λειτουργεί ως:

- αντιοξειδωτικό, λόγω των περιεχόμενων καρωτινοειδών,
- ενισχυτικό της νοητικής λειτουργίας. Υπάρχουν αναφορές για βελτίωση της νοητικής λειτουργίας από την χρήση του κρόκου σε ζωικά πρότυπα και

ιδιαίτερα για την δραστικότητα της κροκίνης και της κροκετίνης σε περιπτώσεις απώλειας νευρώνων μιας εκφυλιστικής διαδικασίας συνέπεια του οξειδωτικού στρες που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες και ο τρόπος ζωής και διατροφής με την πάροδο του χρόνου. Η απώλεια νευρώνων σε ευδιάκριτες περιοχές του εγκεφάλου συνδέεται συχνά με την απώλεια μνήμης και την δυσλειτουργία των γνωστικών λειτουργιών.

- ως αντιυπερτασικό. Εργασίες Ισπανών ερευνητών αναφέρουν ότι μειώνει την αρτηριακή πίεση σε μια εφαρμογή 400mg ημερησίως
- ως αντικαταθλιπτικό. Μελέτες βρήκαν το σαφράν να είναι αποτελεσματικότερο από το ψευδοφάρμακο και τουλάχιστον ισοδύναμο με τις θεραπευτικές δόσεις των αντικαταθλιπτικών imipramine και fluoxetine χρησιμοποιώντας την κλίμακα εκτίμησης κατάθλιψης του Χάμιλτον ενώ η διάθεση των ασθενών βελτιώθηκε σημαντικά.
- και αποτρεπτικό απέναντι στους καρκινικούς όγκους. Το σαφράν χρησιμοποιήθηκε σε πειράματα κυτταροσειρών ζωικών μοντέλων και εμφανίστηκε να είναι επιλεκτικά κυτταροτοξικό εμποδίζοντας πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων ενώ τα υγιή κύτταρα μπορούν να παραμένουν βιώσιμα.

4. Μανιτάρι Leptinus

Το μανιτάρι Leptinus εκδηλώνει πλήθος ευεργετικών δράσεων.

- Ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα.
- Μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης.
- Παίζει σημαντικό ρόλο στην αντιγήρανση.
- Έχει αντιβακτηριδιακή και αντιμυκητιακή δράση. Μελέτες σε ανθρώπους έχουν δείξει πως επίσης έχει αντιοξειδωτική δράση και ισχυρές ανοσορρυθμιστικές ιδιότητες.

Στο μανιτάρι Leptinus έχει αποδοθεί επίσης ηπατο-προστατευτική, χωρίς ωστόσο κάτι τέτοιο να έχει επαληθευτεί σε κλινικές μελέτες

και αντιθρομβωτική δράση, η οποία όμως έχει επαληθευτεί μόνο σε μελέτες με πειραματόζωα.

5. Ιπποφαές (Hipporphae Eubias)

Εξαιτίας των συστατικών του, το Ιπποφαές εκδηλώνει πλήθος ευεργετικών δράσεων.

- Έχει έντονες αντιοξειδωτικές δράσεις, οπότε χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της αρτηριακής πίεσης και των λιπιδίων του αίματος, την πρόληψη και τον έλεγχο των καρδιαγγειακών νόσων, τη μείωση των ελευθέρων ριζών και την πρόληψη του αθηρώματος.
- Βοηθά στην επούλωση πληγών από εγκαύματα και τραυματισμούς, στην ακμή, στην ξηροδερμία, στα δερματικά έλκη, στα εκζέματα και στην ύφεση συμπτωμάτων δερματίτιδας.
- Αναπτύσσει προστατευτικές δράσεις έναντι των επιπτώσεων της ακτινοβολίας (UV, ακτίνες-χ, ραδιενέργεια) στο σώμα.
- Χρησιμοποιείται ως αποχρεμπτικό στη θεραπεία του κοινού κρυολογήματος, του άσθματος και της πνευμονίας, ως βοήθημα για τη βελτίωση της όρασης και την πρόληψη της νυκταλωπίας.
- Χρησιμοποιείται στην αρθρίτιδα, στην ουρική αρθρίτιδα, στα γαστρεντερικά έλκη, και στα εξανθήματα. Οι καρποί του επίσης χρησιμοποιούνται για την πρόληψη των λοιμώξεων και την τόνωση της ανοσοποιητικής λειτουργίας.
- Μειώνει τη νοσηρότητα του καρκίνου και την τοξικότητα της χημειοθεραπείας.
- Επιβραδύνει την εκδήλωση της άνοιας στα γηρατειά.

3.5. Κρίσιμα ερωτήματα για τα φυτικά συμπληρώματα διατροφής

3.5.1. Φυτικά ή χημικά συμπληρώματα διατροφής;

Παρόλο που τα περισσότερα χημικά συμπληρώματα είναι πλούσια σε φυτοχημικά, βιταμίνες, μέταλλα κ.ά. η αποδοτικότητά τους δεν ανταποκρίνεται σε αυτή τους τη σύνθεση. Ο κυριότερος λόγος χαμηλής αποδοτικότητας τους είναι ο τρόπος παρασκευής και η πηγή προέλευσης των βασικών ουσιών τους. Αρκετές αμερικανικές εταιρίες αποκαλούν τα προϊόντα τους «φυτικά» ακόμα κι όταν προέρχονται από φυσικές πηγές μόνο κατά το 15% και το υπόλοιπο από τη σύνθεση διαφόρων χημικών ενώσεων. Τα συμπληρώματα που προέρχονται από φυτικές πηγές είναι πιο αποτελεσματικά γιατί περιέχουν κι ένα πλήθος θρεπτικών ουσιών οι οποίες δεν έχουν απομονωθεί ή δε τις γνωρίζουμε καθόλου. Σε μερικές περιπτώσεις, ορισμένα συστατικά για να αφομοιωθούν χρειάζονται και κάποια άλλα συστατικά τα οποία δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τη χημική τους σύνθεση (Berman, 2011, Grilliot, 2011).

Από την άλλη πλευρά, κάποια θρεπτικά συστατικά καταστρέφονται κατά τη διαδικασία της επεξεργασίας τους. Τα λεγόμενα «φυτικά» συμπληρώματα έχουν περισσότερες πιθανότητες να αφομοιωθούν από τα χημικά. Τα φυτικά συμπληρώματα έχουν σχετικά πιο ισορροπημένες αναλογίες στα στοιχεία που περιέχουν με αποτέλεσμα να περιορίζεται η πιθανότητα της ανεπαρκούς ή υπερβολικής πρόσληψης ενός συστατικού, η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά το μεταβολισμό των υπολοίπων συστατικών που στοχεύουν όλα μαζί στην ίδια «αποστολή». Στη φύση καμία βιταμίνη δεν παρουσιάζεται απομονωμένη από τις άλλες, όπως συμβαίνει όταν παρασκευάζονται χημικά στο εργαστήριο. Ελάχιστες θρεπτικές ουσίες, βιταμίνες, μέταλλα κι αμινοξέα δρουν μόνα τους. Αντίθετα, τα περισσότερα δρουν σε συνεργασία μεταξύ τους και γι' αυτό επιβάλλεται η συνδυασμένη λήψη ή χορήγησή τους σε μια πιο φυσική μορφή. Μια πρακτική λύση θα ήταν τα συμπληρώματα να καταναλώνονται με το φαγητό (Grilliot, 2011).

3.5.2. Τροφές πλούσιες σε φυτοχημικά ή συμπληρώματα διατροφής με φυτοχημικά;

Τι είναι καλύτερο, οι τροφές πλούσιες σε φυτοχημικά ή τα συμπληρώματα διατροφής με φυτοχημικά προκειμένου να λάβει κανείς άφθονη ποσότητα φυτοχημικών ουσιών; Υπάρχουν πλεονεκτήματα όταν παίρνει κανείς τα θρεπτικά στοιχεία που έχει ανάγκη από την τροφή και όχι από συμπληρώματα, και αυτό ισχύει επίσης για τα φυτοχημικά. Ειδικότερα:

1. Οι πλήρεις τροφές περιέχουν ένα πλήρες φάσμα αντιοξειδωτικών φυτοχημικών ουσιών. Στοιχεία αποδεικνύουν με έντονο τρόπο ότι τα φυτοχημικά μπορεί να είναι πολύ ισχυρά σαν ομάδα όταν δρουν σε συνδυασμό με άλλα φυτοχημικά. *«Οι ερευνητές παίρνουν ένα φυτοχημικό από ένα τροφικό περιβάλλον και προσπαθούν να το δοκιμάσουν κάπου αλλού σαν μία θεραπεία καρκίνου»*, υποστηρίζει ο Δρ. Στήβεν Μπάρνες (2001) του Πανεπιστημίου της Αλαμπάμα στο Μπέρμιγγχαμ, ειδικός στα φυτοχημικά... *«Αλλά όταν όμως το παίρνετε από ένα τροφικό περιβάλλον, μπορεί να χάσετε το σύνθετο αποτέλεσμα από τα άλλα τροφικά συστατικά»*.
2. Οι πλήρεις φυτικές τροφές είναι πλούσιες πηγές σύνθετων υδατανθράκων, ινών, βιταμινών, μετάλλων, ουσιοδών λιπαρών οξέων και άλλων θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για καλή υγεία. Σαν επιπλέον δώρο, οι πλήρεις φυτικές τροφές είναι φτωχές σε λίπος, κορεσμένο λίπος, χοληστερίνη, θερμίδες και νάτριο (Barnes, 2001).
3. *«Πολλά από αυτά που γνωρίζουμε για τα μεμονωμένα φυτοχημικά είναι ακόμη αναπόδεικτα»*, ισχυρίζεται η Φύλλις Μπούουεν, συνδιευθύντρια του Προγράμματος Λειτουργικών τροφών, του Πανεπιστημίου του Ιλινόις. Οι ερευνητές δεν γνωρίζουν ακόμη την ποσότητα των αντιοξειδωτικών που πρέπει να παίρνουμε ώστε να είναι η πιο ωφέλιμη, ούτε και καταλαβαίνουν πώς τα απομονωμένα από τις τροφές φυτοχημικά επιδρούν στον οργανισμό (Bowen, 2007).

Η διατροφή μας θα πρέπει να στηρίζεται σε φυσικές τροφές. Αυτό όμως είναι αδύνατο λόγω συνθηκών ζωής και εργασίας αλλά και των ποσοτήτων (των φυτοχημικών), που απαιτεί ο οργανισμός μας. Η λήξη φυτοχημικών που απαιτεί ο οργανισμός μας, μπορεί να συμπληρώνεται με διατροφικά σκευάσματα. Αυτό μπορεί να είναι μια πρακτική, προκειμένου να ανταποκριθούμε σε απαιτήσεις

λειτουργικές του οργανισμού μας, όπως η περίπτωση της ημερησιας πρόσληψης 5-7 μερίδων φρούτων και λαχανικών για την πρόληψη του καρκίνου.

Τα φυτοχημικά είναι σημαντικό μέρος της ανθρώπινης διατροφής. Οι ιδιότητες που έχουν είναι πολύ σημαντικές για τη βελτιστοποίηση της υγείας και τη μείωση χρόνιων παθήσεων. Στις ιδιότητές τους συμπεριλαμβάνονται οι αντικαρκινικές, οι αντιφλεγμονώδεις, προστασία ενάντια στην αρτηριοσκλήρωση, τα προβλήματα όρασης, στην οστεοπόρωση και άλλες μορφές παθήσεων. Σημαντικός παράγοντας για να μπορεί κανείς να επωφεληθεί από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η κατανάλωση φρούτων και λαχανικών σε ημερήσια βάση. Μεγάλη ποικιλία φρούτων και λαχανικών σε ημερήσια βάση μπορεί να θεωρηθεί πολύ καλή στρατηγική για τη βελτιστοποίηση της υγείας και τη μείωση χρόνιων παθήσεων. Τα συνεργατικά αποτελέσματα των φυτοχημικών στα φρούτα και λαχανικά είναι υπεύθυνα για τις ευεργετικές τους ιδιότητες στην ανθρώπινη υγεία (Rui, 2007).

Πρέπει να σημειωθεί ότι εάν οι φυτοχημικές ουσίες ληφθούν από μόνες τους, διαμέσου ενός συμπληρώματος διατροφής, δεν έχουν τα αποτελέσματα που προκαλούν, όταν λαμβάνονται φυσιολογικά, όταν απορροφούνται από τον οργανισμό με την κατανάλωση των τροφίμων που τις περιέχουν. Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις, εάν οι ουσίες αυτές ληφθούν τεχνητά, σαν συμπλήρωμα και από μόνες τους, μπορεί να έχουν αντίθετα αποτελέσματα. Τα φρούτα και τα λαχανικά περιέχουν ποικίλες ποσότητες φυτοχημικών ενώσεων που φαίνεται πως λειτουργούν και συνεργάζονται μεταξύ τους με αυτό τον μοναδικό τρόπο μόνο όταν βρίσκονται στην ξεχωριστή χημική δομή του κάθε τροφίμου και όχι απομονωμένες με τη μορφή των συμπληρωμάτων διατροφής. Τα τελευταία είτε δεν περιέχουν καθόλου τέτοιες ενώσεις είτε δεν τις περιέχουν στη βέλτιστη αναλογία ώστε να επιτυγχάνεται η προαναφερθείσα ευεργετική δράση (Bao & Fenwick, 2004, Shahidi & Ho, 2005, Shahidi et al, 2008, Zhu et al, 2009).

Είναι λοιπόν σημαντικό να συγκρατήσει κανείς ότι τα ευεργετικά αποτελέσματα των φυτοχημικών ουσιών υπάρχουν μόνο όταν απορροφούνται στον οργανισμό διαμέσου της κατανάλωσης τροφίμων που προέρχονται από το φυτικό κόσμο. Αυτό αποδεικνύεται και από έρευνα για την σωστή κατανάλωση φρούτων και λαχανικών που έχουν μελετηθεί πολλά πρότυπα διατροφής και απεδείχθη ότι η μεσογειακή διατροφή μπορεί να συνεισφέρει στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης

και την πρόληψη ασθενειών καθώς είναι πλούσια σε φυτοχημικές ουσίες (Van Horn et al, 2008).

Οι φυτοχημικές ουσίες δεν δρουν από μόνες τους και απομονωμένα για να προσφέρουν τις θετικές τους επιδράσεις. Στην πραγματικότητα οι φυτοχημικές ουσίες σε συνέργια με τα υπόλοιπα χρήσιμα περιεχόμενα των φυτών, δηλαδή τις βιταμίνες, τις καρωτινοειδείς ουσίες και τα ανόργανα στοιχεία, δρουν με ένα ισοζυγισμένο και αλληλοεξαρτώμενο τρόπο. Οπότε, θεωρείται σημαντικό να προταθεί σε κάθε αναγνώστη να αυξήσει την πρόσληψη των φυτοχημικών ουσιών με τους ακόλουθους τρόπους:

1. Διπλασιασμός μερίδων λαχανικών, τόσο ωμά όσο και ψημένα μέσα στο φαγητό,
2. Σταδιακά να συγκαταλέγονται στη διατροφή φρούτα και λαχανικά,
3. Κατανάλωση μεγαλύτερης ποικιλίας εδεσμάτων που προέρχονται από το φυτικό κόσμο, όπως άφθονα χόρτα, βότανα ή και μπαχαρικά όπως βασιλικό, μαϊντανό και άλλα.
4. Κατανάλωση του συνόλου του φρούτου και όχι μόνο το χυμό του. Ο χυμός περιέχει περισσότερες θερμίδες και λιγότερες φυτοχημικές ουσίες οι οποίες καταπολεμούν τις ασθένειες.
5. Αντικατάσταση γευμάτων που βασίζονται στο κρέας με χορτοφαγικά εδέσματα. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η πρόσληψη φυτοχημικών ουσιών και παράλληλα μειώνεται η λήψη πολλών νοσηρών λιπαρών ουσιών.
6. Αντικατάσταση ζαχαρωδών τροφίμων με ξηρούς καρπούς, φρούτα και λαχανικά (Mc Kinley Health Center, 2007).

Επιλογικά, για την κατανόηση των ευεργετικών ιδιοτήτων που έχει η εφαρμογή μίας δίαιτας πλούσιας σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά απαιτείται η ανάπτυξη ενός λεπτομερούς και αυστηρού σχεδίου για την καταγραφή των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση φρέσκων φρούτων και λαχανικών παράλληλα με την αξιολόγηση των περιβαλλοντολογικών παραγόντων και λοιπών τεχνικών που επιδρούν στην αύξηση των φυτοχημικών. Η επίτευξη αυτού του στόχου θα απαιτούσε συνδυασμένη έρευνα όχι μόνο στο επιστημονικό πεδίο της γεωπονίας αλλά και σε πεδία της φαρμακευτικής, της ιατρικής και της διαιτολογίας.

- American Dietetic Association (2009). Position of the American Dietetic Association: Nutrient Supplementation. *Journal of the American Dietetic Association*, 109 (12): 2073-2085.
- American Medical Association (AMA) (2001). *Handbook of Vitamins*. 3rd Edition. New York: Dekker Co, 275-316.
- Andreoli, T., Carpenter, C., Bennett, J., Plum, F., Cecil Βασική Παθολογία, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα, 2000, 533-544.
- Arab L, Steck S. (2000). Lycopene and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*, 71 (6): 1691-5.
- Bao, Y. P., Fenwick, R. (2004). *Phytochemicals in health and disease*. New York: Marcel Dekker, 1556-1557.
- Barh, D. (2008). Dietary Phytochemicals: a Promise to Chemoprevention. *Advanced Biotech*, 6 (7): 21-23.
- Barnes S. (2001). Role of phytochemicals in prevention and treatment of prostate cancer. *Epidemiol Rev*. 23(1):102-5.
- Berman J. (2011). Clinical development of dietary supplements: The perils of starting at phase III. *Fitoterapia*, 82 (1): 80-84.
- Biesalski, H. K., Grimm, P. (2008). *Εγχειρίδιο διατροφής*. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης, 202-206.
- Bove K., Lincoln D. W., Tsan M. F. (2002). Effect of Resveratrol on Growth of 4T1 Breast Cancer Cells in Vitro and in Vivo. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 291: 1001-1005.
- Bowen P. (2007). *An Evidence-Based Approach to Dietary Phytochemicals*. New York: Thieme Medical Publishers, 1-2.
- Brambilla D, Mancuso C, Scuderi MR, Bosco P, Cantarella G, Lempereur L, Di Benedetto G, Pezzino S, Bernardini R. (2008). The role of antioxidant supplement in immune system, neoplastic, and neurodegenerative disorders: a point of view for an assessment of the risk/benefit profile. *Nutr J*. 30 (7): 1-9.

- Burke L., Desbrow, B. and Mineham M. (2000). Dietary supplements and nutritional ergogenic aids in sport. In: Burke L., Deakin V. (Eds). *Clinical Sports Nutrition*, New York: McGraw-Hill, 455-553.
- Burke L.M., Read R.S.D. (1993). Dietary Supplements in Sport. *Sports Medicine*, 15 (1): 43-65.
- Burke, L. (1992). *The complete guide to food for sports performance: a guide to peak nutrition for your sport*. North Sydney: Allen and Unwin, 118-125.
- Butler, M. (2005). Natural products to drugs: natural product derived compounds in clinical trials. *Nat Prod Rep*, 22 (1): 162-195.
- Calatayud A., Iglesias D. J., Taloni M., Barreno E. (2004). Response of spinach leaves (*Spinacia oleracea* L.) to ozone measured by gas exchange, chlorophyll a fluorescence, antioxidant systems, and lipid peroxidation. *Photosynthetica* 42 (1): 23-29.
- Cartea M., Francisco M., Soengas P., Velasco P., Phenolic Compounds in Brassica Vegetables A, Review *Molecules* 2011, 163 251-280, doi: 10.3390/molecules 16010251
- Cassidy, A, Dalais, F.S. (2008). Φυτοχημικές ενώσεις. Στο: Gibney, M, Macdonald, I, Roche, H, (2008). *Διατροφή και μεταβολισμός*. Αθήνα: Παρισσιανός, 384-397.
- Chassy W A., Bui L., Renaud. C N E., Van Horn M., Mitchell A.E., (2006). Three-year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54 (21): 8244-8252.
- Chen L., Vigneault C., Raqhavan V. G. S., Kubow S. (2007). Importance of the phytochemicals content of fruits and vegetables to human health. *Steward postharvest review*. 3 (3): 1-5.
- Choi, S.W., Friso Epigenetics, S. (2010). A New Bridge between Nutrition and Health. *Adv Nutr*, 1 (1): 8-16.
- Christen W.G. (2004). Antioxidants and eye disease. *The American Journal of Medicine*, 97 (3): 14-17.
- Craig W. (2003). Phytochemicals: Guardians of Our Health. *Journal of the American Dietetic Association*, 97 (10): 199-204.
- De Pascual, S.T., Sanchez-Ballesta, M.T., (2008). Anthocyanins: from plant to health, *Phytochemistry Reviews*, 7 (2): 281-299.

- Dekker, M. (2004). Phytochemicals in health and disease. *Free Radical Biology & Medicine*, 37, 12:2082.
- Delmas D., Jannin B., Latruffe N., (2005). Resveratrol: Preventing properties against vascular alterations and ageing *Molecular Nutrition and Food Research*. 49 (5): 377-395.
- Dumas Y., Dadomo M, Di Lucca G., Pascal Grolier P. (2003). Review Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83:369-382.
- Duyff, R. L. (2006). *American Dietetic Association complete food and nutrition guide*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 121-138.
- Fismes J., Echevarria G., Leclerc-Cessac E., Morel J. L., 2005. Uptake and Transport of Radioactive Nickel and Cadmium into Three Vegetables after Wet Aerial Contamination. *Journal of Environmental Quality*. 34 (5): 1497–1507.
- Frankmann, C. (2000). Medical Nutrition Therapy for Neoplastic Disease, in: Krause's Food Nutrition and Diet Therapy, 10th edition, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 867-888.
- Freese R., Jauhiainen M., Alftan G., Salminen I., Erlund I., Pahlman R., Aro A., Mutanen M. (2000). Effects of dietary unsaturated fatty acids and natural antioxidants on markers of lipoprotein metabolism and lipid oxidation. *Atherosclerosis*, 151 (1): 118-119.
- Friedman, M. (2006). Potato Glycoalkaloids and Metabolites: Roles in the Plant and in the diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54 (23): 8655-8681.
- Froiland K., Koszewski W., Hingst J., Kopecky L. (2004). Nutritional Supplement Use Among College Athletes and Their Sources of Information. *IJSNEM*, 14 (1): 104-120.
- Gale CR, Ashurst HE, Powers HJ, Martyn CN. (2001). Antioxidant vitamin status and carotid atherosclerosis in the elderly. *Am J Clin Nutr*, 74 (3):402-8.
- Gale CR, Ashurst HE, Powers HJ, Martyn CN. (2001). Antioxidant vitamin status and carotid atherosclerosis in the elderly. *Am J Clin Nutr*, 74 (3):402-8.
- Gang DR, Costa MA, Fujita M, Dinkova-Kostova AT, Wang H-B, Burlat V, Martin W, Sarkanen S, Davin LB, Lewis NG (1999). Regiochemical control of monolignol radical coupling: a new paradigm for lignin and lignan biosynthesis. *Chem Biol*, 6 (3):143-151.

- Gershwin, E. (2008). Εγχειρίδιο διατροφής και ανοσίας. Αθήνα: Παρισιάνος, 211-215.
- Gray SL, Hanlon JT, Landerman LR, Artz M, Schmader KE, Fillenbaum GG. (2003). Is antioxidant use protective of cognitive function in the community-dwelling elderly? *Am J Geriatr Pharmacother*. 1(1):3-10.
- Grilliot J. (2011). Organic Natural Whole Foods or Synthetic Chemical Compounds. Available at: <http://www.naturalwellnesscentre.net/pdfs/OrganicNatural.pdf>
- Guclu-Ustundag O., Mazza G. (2007). Saponins: Properties, Applications and Processing Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47 (3): 231-258.
- Guerrero-Romero F., Rodríguez-Morán M. (2005). Complementary Therapies for Diabetes: The Case for Chromium, Magnesium, and Antioxidants. *Archives of Medical Research*, 36 (3): 250-257.
- Hennig B., Oesterling E., Toborek M. (2007). Environmental toxicity, nutrition, and gene interactions in the development of atherosclerosis. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 17 (2): 162-169.
- Hunter D C., Skinner M.A., Lister C.E. (2008). Impact of phytochemicals on maintaining bone and joint health. *Journal of Nutrition* 24 (4): 390-392.
- Ibbotson A. (2002). Phytonutrient Market Share. *Journal of Chemistry Industry*, 6 (1): 21-22.
- Ifere GO, Barr E, Equan A, Gordon K, Singh UP, Chaudhary J, Igiyetse JU, Ananaba GA. (2009). Differential effects of cholesterol and phytosterols on cell proliferation, apoptosis and expression of a prostate specific gene in prostate cancer cell lines. *Cancer Detect Prev*. 32(4):319-28.
- Jacobson B.H., Sobonya C., Ransone J. (2001). Nutrition practices and knowledge of college varsity athletes: a follow-up. *J Strength Cond Res*., 15(1):63-8.
- Jonasson L, Wikby A, Olsson AG. (2003). Low serum beta-carotene reflects immune activation in patients with coronary artery disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 13(3):120-5.
- Jovanovic, D., Rankovic G., Lewlckl R. (1987). The Effects of Additional extra Food on Antropometric, Functional and Biochemical Characteristics of Sportsmen. Athens: 1st Balkan meeting of Sports Medicine, 1-4.
- Kamata, H., Hirata, H. (1999). Redox regulation of cellular signalling. *Cell Signal*, 11 (1): 1-14.

- Key, T.J., Davey, G.K., Appleby, P.N. (1999). Health benefits of a vegetarian diet. *Proc Nutr Soc.* 58 (2): 271-5.
- Kong J.M., Chia L.S., Goh N-K, Chia T.F., Brouillard R., (2008). Analysis and biological activities of anthokyanins. *Phytochemistry* 64 (9): 923-933.
- Lagiou P., Samoli E., Lagiou A., Peterson J., Tzonou A., Dwyer J. (2004). Flavonoids, vitamin C and adenocarcinoma of the stomach, *Cancer Causes & Control*, 15 (1): 67-72.
- Lee S.H., Oe T., Blair I.A. (2001). Vitamin C-induced decomposition of lipid hydroperoxides to endogenous genotoxins. *Science*, 292 (5524), 2083-2086.
- Lee YL, Cesario T, Wang Y, Shanbrom E, Thrupp L. (2003). Antibacterial activity of vegetables and juices. *Nutrition*. 19(11-12):994-6.
- Liu M, Taketani T, Li R, Takita J, Taki T, Yang HW, Kawaguchi H, Ida K, Matsuo Y, Hayashi Y. (2001). Loss of p73 gene expression in lymphoid leukemia cell lines is associated with hypermethylation *Leuk Res*, 25 (6): 441-7.
- Luthria D. L., Mukhopadhyay S., Krizek D. T. (2006). Content of total phenolics and phenolic acids in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruits as influenced by cultivar and solar UV radiation. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19 (8): 771-777.
- Machado R.M.D., Toledo M.C F., Garcia L.C., (2007). Effect of light and temperature on the formation of glycoalkaloids in potato tubers. *Food Control* 18 (5): 503-508.
- Magdinier F, Billard LM, Wittmann G, Frappart L, Benchaïb M, Lenoir GM, Guérin JF, Dante R. (2000). Regional methylation of the 5' end CpG island of BRCA1 is associated with reduced gene expression in human somatic cells. *FASEB J*, 4 (11): 1585-94.
- Manning W. J., Tiedemann A. V. (1995). Climate change: Potencial effects of increased atmospheric Carbon Dioxide (CO₂), ozone (O₃) and ultraviolet-b (UV-B) radiation on plant disease. *Environmental Pollution*, 88: 219-245.
- Márquez-García B., Fernández Á., Córdoba F. (2009). Phenolics composition in *Erica* sp. differentially exposed to metal pollution in the Iberian Southwestern Pyritic Belt. *Bioresource Technology* 100 (1): 446-451.
- Mason MA, Giza M, Clayton L, Lonning J., Wilkerson RD. (2001). Use of nutritional supplements by high school football and volleyball players. *Iowa Orthop J*, 21:43-8.

- Matthews D., Jones H., Gans P., Coates S., Smith L. M. J. (2005). Toxic secondary metabolite production in genetically modified potatoes in response to stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 (20): 7766-7776.
- Maughan, R., Burke, L. (2006). Αθλητική διατροφή. Αθήνα: Πασχαλίδης, 220-221.
- Mc Intyre BS, Briski KP, Tirmenstein MA, Fariss MW, Gapor A, Sylvester PW. (2000). Antiproliferative and apoptotic effects of tocopherols and tocotrienols on normal mouse mammary epithelial cells. *Lipids*. 35 (2):171-180.
- Mc Kinley Health Center (2007). Phytochemicals. Board of Trustees of the University of Illinois, Available at: <http://www.mckinley.uiuc.edu>
- Messina MJ. (1999). Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (3): 439-50.
- Mgbonyebi OP, Russo J, Russo IH. (1998). Antiproliferative effect of synthetic resveratrol on human breast epithelial cells. *Int J Oncol*. 12(4):865-9.
- Mirmiran P, Noori N, Zavareh MB, Azizi F. (2009). Fruit and vegetable consumption and risk factors for cardiovascular disease. *Metabolism*. 58(4) 460-8.
- Murkies, A.L., Wilcox, G., Davis, S.R (1998). Clinical review 92: Phytoestrogens. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 83 (2): 297-303.
- Myklebust, M. (2006). The healing foods pyramid: an integrated nutrition tool. *Diet and nutrition*, 2 (4): 352-356.
- O'Connor E., White K. (2010). Willingness to trial functional foods and vitamin supplements: The role of attitudes, subjective norms, and dread of risks. *Food Quality and Preference*, 21 (1): 75-81.
- O'Dea J. (2003). Consumption of nutritional supplements among adolescents: usage and perceived benefits. *Health Education Research, Theory & Practice*, 18 (1): 98-107
- Oleszek, W. (2002a). Dietary phytochemicals and human health. *Phytochemistry Reviews*, 1 (2): 163-166.
- Oleszek, W.A. (2002b). Chromatographic determination of plant saponins. *J Chromatography A*. 967 (1): 147-162.
- on hemostasis and thrombosis. *Am J Clin Nutr*. 2003, 78 (3): 552-558.
- Oyagi A, Oida Y, Hara H, Izuta H, Shimazawa M, Matsunaga N, Adachi T, Hara H. (2008). Protective effects of SUN N8075, a novel agent with antioxidant properties, in vitro and in vivo models of Parkinson's disease. *Brain Res*. 12 (12140):169-76.

- Palmizzano WA, Divine KK, Saccomanno G, Gilliland FD, Baylin SB, Herman JG, Belinsky SA. (2000). Predicting lung cancer by detecting aberrant promoter methylation in sputum. *Cancer Res*, 60 (21): 5954-8.
- Paniag Chen Y., Tseng S. H., Lai H. S., Chen W. J. (2004). Resveratrol-induced cellular apoptosis and cell cycle arrest in neuroblastoma cells and antitumor effects on neuroblastoma in mice. *Journal of Surgery* .136 (1): 57-66.
- Paniagua-Pérez, R., Madrigal-Bujaidar, E., Reyes-Cadena, S., Álvarez-González, I., Sánchez-Chapul, L., Pérez-Gallaga, J., Hernández, N., Flores-Mondragón, G., Velasco, O. (2008). Cell protection induced by beta-sitosterol: inhibition of genotoxic damage, stimulation of lymphocyte production, and determination of its antioxidant capacity. *Archives of Toxicology*. 82 (9): 615-22.
- Park TJ, Han SU, Cho YK, Paik WK, Kim YB, Lim IK. (2001). Methylation of O(6)-methylguanine-DNA methyl-transferase gene is associated significantly with K-ras mutation, lymph node invasion, tumor staging, and disease free survival in patients with gastric carcinoma. *Cancer* 2001, 92 (11): 2760-8.
- Peterson J., Lagiou P., Samoli E., Lagiou A., Katsouyianni K., La Vecchia C. (2003) Flavonoid intake and breast cancer risk: a case-control study in Greece, *British Journal of Cancer*, 89 (7), 1255-1259.
- Poole N., Marshall F., Bhupal.D.S. (2002). Air pollution effects and initiatives to improve food quality assurance in India. *Quarterly Journal of International Agriculture*. 41 (4): 363-385.
- Rajaram, S. (2003). The effect of vegetarian diet, plant foods, and phytochemicals
- Rao A. V., Balachandran B. (2003). Role of oxidative stress and antioxidants in neurodegenerative diseases. *Nutritional Neuroscience*. 5(5): 291-309.
- Rao A.V., Rao L.G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research* 55(3): 207-216.
- Riboli, E., Norat, T. (2001). Cancer prevention and diet: opportunities in Europe, *Public Health Nutr*, 4 (2B): 475-484.
- Rui, H.L. (2007). Whole grain phytochemicals and health. *Journal of Cereal Science*, 46 (3): 207-219.
- Russo M., Tedesco I., Iacomino G., Palumbo R., Galano G., Russo G. L. (2005). Dietary phytochemicals in chemoprevention of cancer, *Current Med Chem-Immunol*, 5 (1): 61-72

- Sampson L, Rimm E, Hollman P.C.H, Vries de J.H.M, Katan M.B. (2002). Flavonol and flavone intakes in US health professionals. *J Am Diet Assoc.* 102 (10): 1414-1420.
- Schulzová V., Hájšlová J., Botek P., Peroutka R. (2007). Review Furanocoumarins in vegetables: influence of farming system and other factors on levels of toxicants. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87 (15): 2763–2767.
- Scott EN, Gescher AJ, Steward WP, Brown K. (2009). Development of dietary phytochemical chemopreventive agents: biomarkers and choice of dose for early clinical trials. *Cancer Prev Res (Phila).* 2(6):525-30.
- Shahidi, F., Ho, C. T. (2005). Phenolic compounds in foods and natural health products. Washington, DC: American Chemical Society, 119-123.
- Shahidi, F., McDonald, J., Chandrasekara, A., Zhong, Y. (2008). Phytochemicals of foods, beverages and fruit vinegars: Chemistry and health effects. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17 (1): 380-382.
- Sies H, Stahl W. (1995). Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants. *Am J Clin Nutr.* 62(6):1315-1321.
- Singh M, Arseneault M, Sanderson T, Murthy V, Ramassamy C. (2008). Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer's disease: bioavailability, metabolism, and cellular and molecular mechanisms. *J Agric Food Chem.* 56 (13):4855-73.
- Skuladottir H, Tjoenneland A, Overvad K, Stripp C, Olsen JH. (2006). Does high intake of fruit and vegetables improve lung cancer survival? *Lung Cancer.* 51(3):267-73.
- Sobal J., Marquart L.F. (1994). Vitamin/mineral supplement use among athletes: a review of the literature. *International journal of sport nutrition*, 4 (4): 320-334.
- Stevenson, D. E., Hurst, R. D. (2007). Review Polyphenolic phytochemicals – just antioxidants or much more? *Cellular and Molecular Life Sciences* 64 (22): 2900 - 2916.
- Strissel PL, Strick R. (2005). Multiple effects of bioflavonoids on gene regulation, cell proliferation and apoptosis: natural compounds move into the lime light of cancer research. *Leuk Res*, 29(8):859-61.
- Sundgot-Borgen J., Berglund B., Torstveit M. K. (2003). Nutritional supplements in Norwegian elite athletes-impact of international ranking and advisors. *Scand J Med Sci Sports* 13 (2):138-44.

- Tajner-Czopek A., Jarych-Szyska M, Lisinska G. (2008). Changes in glycoalkaloids content of potatoes destined for consumption. *Food and Chemistry* 106 (2): 706-711.
- Temple NJ, Gladwin KK. (2003). Fruit, vegetables, and the prevention of cancer: research challenges. *Nutrition*. 19(5):467-70.
- Thasni KA, Rojini G, Rakesh SN, Ratheeshkumar T, Babu MS, Srinivas G, Banerji A, Srinivas P. (2008). Genistein induces apoptosis in ovarian cancer cells via different molecular pathways depending on Breast Cancer Susceptibility gene-1 (BRCA1) status. *Eur J Pharmacol*. 2008 Jul 7;588(2-3):158-64. Epub 2008 Apr 23.
- Thomas L. (2001). Optimal nutrition for optimal health the real truth about eating right for weight loss, detoxification, low cholesterol, better digestion, and overall well-being. USA: Kates Publishing, 161-175
- Thomas, B. (2001). Cancer, manual of dietetic practice, 3rd edition, London: Blackwell Science, 637-657.
- Toor R.K., Savage G.P. (2006). Effect of Semi-drying on the Antioxidant Components of Tomatoes. *Food Chemistry*, 94 (1): 90-97.
- Tripathy, D., Οι νεοπλασίες. Παθολογική Φυσιολογία, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσα, Αθήνα, 2000, 163-165.
- Van der Sluis A. A., Dekker M., De Jager A., Jongen W. M. F. (2001). Activity and Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple: Effect of Cultivar, Harvest Year, and Storage Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49 (8): 3606-3613.
- Van Horn L., Mccoin M., Etherton P.M.K., Burke F., Carson J.A.S., Champagne C M., Karmally W., Sikand G. (2008). The Evidence for dietary prevention and treatment of cardiovascular disease. *Journal of the American dietetic association*. 102 (2): 287-331.
- Wahid A. (2006). Influence of atmospheric pollutants on agriculture in developing in developing countries: A case study with three new wheat varieties in Pakistan. *Science of the total environment*. 371: (1-3): 304-313.
- Watanabe S, Uesugi S, Kikuchi Y.(2002) Isoflavones for prevention of cancer, cardiovascular diseases, gynecological problems and possible immune potentiation. *Biomed Pharmacother*, 56(6):302-12.

- Williams, M. (2003). Διατροφή: υγεία, ευρωστία & αθλητική απόδοση. Αθήνα: Πασχαλίδης, 33-34, 42-44, 81-82.
- Wiseman W, O'Reily JD, Adlercreutz H. (2000). Isoflavone phytoestrogens consumed in soy decrease F2-isoprostane concentrations and increase resistance of low-density lipoprotein to oxidation in humans. *American Journal Clinical Nutrition*, 72 (1), 395-400.
- Wu MS, Lee CW, Shun CT. (2000). *Genes Chromosomes Cancer* 2000 Distinct clinicopathologic and genetic profiles in sporadic gastric cancer with different mutator phenotypes, 27(4): 403-11.
- Xiong Z, Wu AH, Bender CM, Tsao JL, Blake C, Shibata D, Jones PA, Yu MC, Ross RK, Laird PW. (2001). Mismatch repair deficiency and CpG island hypermethylation in sporadic colon adenocarcinomas. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 10 (7): 799-803.
- Zaveri NT. (2006). Green tea and its polyphenolic catechins: medicinal uses in cancer and noncancer applications. *Life Sci*. 78(18):2073-80.
- Zhu F., Cai Y.Z., Sun M., Corke H. (2009). Effect of phytochemical extracts on the pasting, thermal, and gelling properties of wheat starch . *Food Chemistry*, 112 (4): 919-923.
- Αϊβαλάκης, Γ., Καραμπουρνιώτης Γ., Φασσέας Κ. (2005). Γενική Βοτανική: η μορφολογία, η ανατομία και η φυσιολογία των ανώτερων φυτών. Αθήνα: Έμβρυο, 427.
- Βασιλείου, Φ. (2011). Συμπληρώματα Διατροφής: Πολυβιταμίνες, Μέταλλα, Φυτικά Συμπληρώματα. Πηγή από το Διαδίκτυο: http://www.filiropharmacy.gr/files/Nutrition_Supplements.pdf, [2/5/2011].
- Γαλανός, Δ. (2001) Η διατροφή μας σήμερα. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 31-39.
- Γενικό Χημείο του Κράτους, (2009). Συμπληρώματα διατροφής. Υπουργείο Υγείας Κύπρου. Πηγή από το Διαδίκτυο [http://www.moh.gov.cy/MOH/sgl/sgl.nsf/All/26C0857C9CE5004BC2257640002708B5/\\$file/Συμπληρώματα%20Διατροφής.pdf](http://www.moh.gov.cy/MOH/sgl/sgl.nsf/All/26C0857C9CE5004BC2257640002708B5/$file/Συμπληρώματα%20Διατροφής.pdf) [πρόσβαση 19-4-11].
- Δεδούκος Σ. (1995). Συμπληρώματα Διατροφής και Αθλητική Απόδοση. Αθήνα: Αθλότυπο, 55-77.

- Ελληνικό Ινστιτούτο Διατροφής (2011). Καρκινογόνες ουσίες στα τρόφιμα. Μύθοι και αλήθειες. Πηγή από το Διαδίκτυο: <http://www.eid.org.gr/Content.php?PageId=128>
- ΕΟΦ (07/12/2004). Έκθεση για Διάθεση Συμπληρωμάτων Διατροφής και Τροφίμων Ειδικής Διατροφής. Αθήνα, 1-12.
- Εφημερίδα της Κυβέρνησης (13/11/1995). Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 935. Κυκλοφορία συμπληρωμάτων διατροφής.
- Καραμπουρνιώτης, Γ. (2003). Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών: οι λειτουργίες των φυτών κάτω από αντίξοες συνθήκες. Αθήνα: Έμβρυο, 169-189.
- Καφάτος, Α. (2004). Η διατροφή στην πρόληψη των γυναικολογικών καρκίνων. Αθήνα: Παρισιανός, 12-29.
- Κουϊδου Σ. (2003). Μεθυλίωση του DNA και καρκινογένεση. Επιγενετικοί μοριακοί δείκτες καρκίνου. Ελληνική Ιατρική, 69 (4): 270-280.
- Κουτελιδάκης, Α. (2007). Ελεύθερες ρίζες: το σύγχρονο αίνιγμα. Πηγή από το Διαδίκτυο: www.dap-gpa.org/newsite/html/epist_them/eleu8_rizes.pdf, [2/3/2011].
- Μαρμάρας, Β., Λαμπροπούλου – Μαρμάρα, Μ. (2000) Βιολογία Κυττάρου, μοριακή προσέγγιση, Πάτρα: Τυπόραμα, 329-350.
- Μιχαλιού, Α. (2011). Μηχανισμός δράσης ελεύθερων ριζών, αντιοξειδωτικά, δράση αντιοξειδωτικών στο μηχανισμό των ελευθέρων ριζών. Πηγή από το Διαδίκτυο: http://www.aesthetics.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1620:-&catid=271&Itemid=183
- Μπαρούχ Γ. (2002). Φυσικό Bodybuilding: Θεωρία, Αθήνα: Μαλλιάρης Παιδεία, 8-17.
- Παπαγεωργίου, Γ. (2005). Βιοχημεία ελεύθερων ριζών, αντιοξειδωτικά και λιπιδική υπεροξειδωση, Θεσσαλονίκη: Univesity Studio Press, 119-124.
- Σφλωμός, Κ. (2002). Ανάπτυξη προϊόντων τροφίμων. Αθήνα: Εκδόσεις Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Αθήνας, 234-236, 246-247.
- Σωτηρούδης, Θ. (2004). Ελεύθερες ρίζες, αντιοξειδωτικά και υγεία. Στο: Μποτσιβάλη Μ., Ρασιδάκης Α., Κυρτόπουλος Σ., Παπαναγιώτου Ν., Βολίκας Κ., Γκόνος Σ. (2004). Κοινωνία και υγεία ΙΙΙ. Ινστιτούτο Βιολογικών Ερευνών και Βιοτεχνολογίας (ΙΒΕΒ) Επιστήμης Κοινωνία, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, 207-224.

- Τριχόπουλος, Δ., Πετρίδου, Ε. (2000). Επιδημιολογία και πρόληψη κακοηθών νεοπλασιών. Προληπτική ιατρική και Δημόσια Υγεία, Αθήνα: Ζήτα, 25-164.
- Υπουργείο Υγείας & Κοινωνικής Αλληλεγγύης (2008). Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τη Δημόσια Υγεία. Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τη Διατροφή και τις Διατροφικές Διαταραχές 2008 – 2012.
- Χουρδάκης, Μ., Κούβελας, Δ. (2007). Αρχές κλινικής διατροφής και διατροφικής θεραπευτικής. Θεσσαλονίκη: Ροτόντα, 39-45.