



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΑΕΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗ ΓΝΩΣΕΩΝ ΑΠΟΦΟΙΤΩΝ ΑΕΙ (ΠΕΓΑ)

*«Οι σύγχρονες τεχνικές βιο-ανάλυσης στην υγεία, τη γεωργία, το περιβάλλον και τη διατροφή»*

## Φυτοχημικά, λειτουργικά συστατικά & τρόφιμα

Ανδριάννα Καλιώρα

Επίκουρη Καθηγήτρια Διατροφής του Ανθρώπου & Τροφίμων

### ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

---

- ▶ phytochemicals, phytonutrients
- ▶ μεγάλη ομάδα συστατικών που απαντούν φυσικά σε φρούτα, λαχανικά, βότανα και εκχυλίσματα βοτάνων
- ▶ μπορεί να μην είναι απαραίτητα κατά τη διάρκεια και ζωής και κατ' επέκταση η έλλειψή τους να μην παρουσιάζει κλινικά συμπτώματα, αλλά να κρίνονται απαραίτητα για την υγεία
- ▶ η διατροφική τους πρόσληψη μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο πολλών χρόνιων ασθενειών που σχετίζονται με την ηλικία, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα, ο καρκίνος, η νόσος Alzheimer και ο σακχαρώδης διαβήτης



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

---

- ▶ δευτερογενείς μεταβολίτες
- ▶ χρωματισμός των λουλουδιών με αποτέλεσμα την προσέλκυση των επικονιαστών
- ▶ προστασία από την επιβλαβή UV ακτινοβολία
- ▶ δρουν ως προστατευτικές ουσίες των κυττάρων μέσω δέσμευσης των δραστικών ενώσεων οξυγόνου (ROS)
- ▶ είναι στυφά στη γεύση και τοξικά εμποδίζοντας την κατανάλωση τους από τα φυτοφάγα ζώα και έντομα
- ▶ ισχυροποιούν το φυτικό σκελετό, παρέχουν αντοχή στα παθογόνα



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

---

με βάση δομικές και λειτουργικές ομοιότητες

- ▶ πολυφαινόλες
- ▶ καροτενοειδή
- ▶ αζωτούχες ενώσεις
- ▶ αλκαλοειδή
- ▶ θειούχες οργανικές ενώσεις



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

---

### ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

- ▶ μια μεγάλη ομάδα ενώσεων με ένα ή περισσότερα υδροξύλια απ' ευθείας συνδεδεμένα σε έναν ή περισσότερους αρωματικούς και ετεροκυκλικούς δακτυλίους
  - ▶ Ανεύρεση: φυτικό βασίλειο
  - ▶ Δομή: ποικιλόμορφη
  - ▶ Πλήθος >8000
  - ▶ Παραγωγή: δευτερογενής μεταβολισμός φυτών
  - ▶ Βασικά δομικά χαρακτηριστικά
    - ✓ Αρωματικός πυρήνας,
    - ✓ Φαινολικό -OH
    - ✓ Ετεροκυκλικό οξυγόνο
    - ✓ Συζευγμένο σάκχαρο (γλυκόζη, γαλακτόζη, ραμνόζη, ξυλόζη)
- 

## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

---

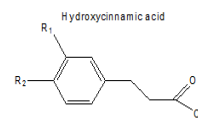
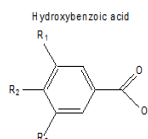
- ▶ Φαινολικά οξέα
  - ▶ Φλαβονοειδή (φλαβόνες, φλαβονόλες, φλαβανόνες, ισοφλαβόνες, νεοφλαβονοειδή, χαλκόνες, ανθοκυανίνες, κατεχίνες)
  - ▶ Κουμαρίνες
  - ▶ Στιλβένια
-

## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

Τρόφιμο	TPC	Τρόφιμο/ποτό	TPC
Δημητριακά	(mg/100g dm)	Ψρούτα	(mg/100g fm)
Κριθάρι	1200-1500	Μήλο	27-298
Καλαμπόκι	30	Μούρο	135-280
Βρώμη	8	Cranberry	77-247
Ρύζι	8	Κεράσι	200
Σιτάρι	22-40	Πορτοκάλι	50-250
Όσπρια	(mg/100g dm)	Δαμάσκηνο	200
Ρεβίθι μαύρο	540-1200	Ψάουλα	38-218
Ρεβίθι	78-230	blueberry	37-429
φασόλι	34-280	Σταιρίδα	17-1200
Μπιζέλι	380-1710	Σταφύλι	150-5500
Λαχανικά	(mg/100g fm)	Αρεψήματα	
Λαχανάκι Βρυξελλών	6-90	Τσάι (μαύρο)	850 (mg/200mL)
Λάχανο	25	Τσάι (πράσινο)	1200 (mg/200mL)
Πράσο	20-40	Κρασί (λευκό)	150-400 (mg/L)
Κρεμμύδι	100-200	Κρασί (κόκκινο)	700-4000 (mg/L)
Μαϊνδανός	55-300	Μπίρα	60-100 (mg/L)
Σέλινο	90		
Ελαιόλαδο	50-250 mg/kg	Ψρούτα	20-3000 mg/kg
Επιτραπέζια ελιά	500-2000 mg/kg	Λαχανικά	60-2000 mg/kg

- ▶ **TPC:**Total polyphenolic content; dm: dry material fm: fresh material

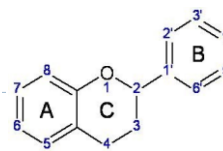
## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ



### Φαινολικά οξέα

- ▶ αποτελούν την πιο απλή, συγκριτικά, κατηγορία
- ▶ συνιστούν το 1/3 των φαινολικών συστατικών που προσλαμβάνει ο άνθρωπος μέσω της διατροφής
- ▶ παράγονται από εξειδικευμένα κύτταρα, με πρόδρομες ενώσεις για τη βιοσύνθεσή τους τη φαινυλαλανίνη και το σικιμικό οξύ
- ▶ μπορούν περαιτέρω να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τη δομή τους σε παράγωγα του βενζοϊκού οξέος (C6-C1) και του κινναμωμικού οξέος (C6-C3)

## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ



### Φλαβονοειδή

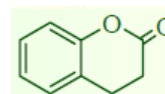
- ▶ πάνω από 4000 τέτοιες ενώσεις
- ▶ αποτελούνται από δυο αρωματικούς δακτυλίους (A και B), οι οποίοι ενώνονται μεταξύ τους με τρία άτομα άνθρακα
- ▶ διακρίνονται σε φλαβονόλες, φλαβόνες, φλαβονόνες, ισοφλαβονοειδή, φλαβανόλες -που περιλαμβάνουν τις κατεχίνες και τις προανθοκυανιδίνες- και ανθοκυανίνες ισοφλαβονοειδή, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα φλαβονοειδή τα οποία έχουν τον B φαινολικό δακτύλιο στη θέση 2 του ετεροκυκλικού δακτυλίου, έχουν το B φαινολικό δακτύλιο στη θέση 3
- ▶ τα πολυμερή παράγωγα ονομάζονται ταννίνες και χωρίζονται στις συμπυκνωμένες και υδρολυμένες ταννίνες



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

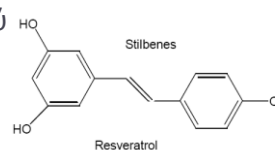
### Κουμαρίνες

- ▶ χαρακτηρίζονται από την παρουσία ενός βενζοϊκού δακτυλίου συνδεδεμένο με έναν πυρονικό (pyrone) δακτύλιο



### Στιλβένια

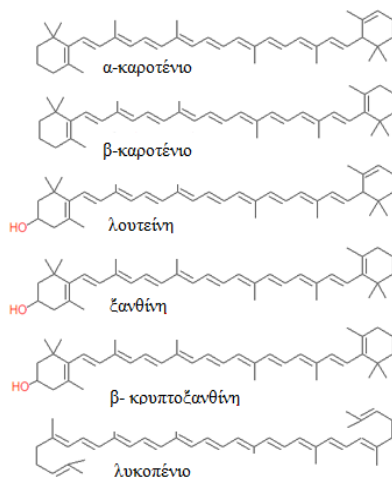
- ▶ συντίθενται από παράγωγα του κινναμωμικού οξέος, κύριος εκπρόσωπος η ρεσβερατρόλη



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

### Καροτενοειδή

- ▶ μεγάλη κατηγορία φυσικών χρωστικών συστατικών
- ▶ 600 διαφορετικά καροτενοειδή
- ▶ συστατικά φυτικών οργανισμών, και μικροοργανισμών
- ▶ 40 άνθρακες
- ▶ Άκρα κυκλοποιημένα (β-καροτένιο) ή όχι (λυκοπένιο) ή και τα δύο
- ▶ το κεντρικό τμήμα μια μακριά ανθρακική αλυσίδα με συζυγιακούς διπλούς δεσμούς.
- ▶ ορισμένα παρουσιάζουν προβιταμινική δράση



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

### Τερπένια

- ▶ σε αιθέρια έλαια (πτητικά, χαμηλού μοριακού βάρους) και σε ρητίνες (μίγμα πτητικών και μη πτητικών)
- ▶ είναι υδρογονάνθρακες φυτικής προέλευσης με ανθρακικό σκελετό ισοπρενίου  $H_2C=C(CH_3)-CH=CH_2$  (2-μεθυλοβουταδιένιο1,3) ανοικτής αλύσου ή κυκλικό (μόνο- ή δικυκλικό)
- ▶ σύμφωνα με τον αριθμό ισοπρενικών ομάδων ταξινομούνται σε: ημιτερπένια (1 ισοπρενική ομάδα), μονοτερπένια (2 ισοπρενικές ομάδες), σεσκιτερπένια (3 ισοπρενικές ομάδες), διτερπένια (4 ισοπρενικές ομάδες), σεσκιτερπένια (5 ισοπρενικές ομάδες), τριτερπένια (6 ισοπρενικές ομάδες), τετρατερπένια (8 ισοπρενικές ομάδες), πολυτερπένια (>8)



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

---

- ▶ **Αντιοξειδωτική δράση**
- ▶ **Αντιφλεγμονώδης δράση**
- ▶ Αντιαθηρογόνος
- ▶ Χημειοπροστατευτική



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

---

- ▶ ελεύθερες ρίζες/ άτομα, ενώσεις ή ιόντα με ασύζευκτα ηλεκτρόνια
- ▶ προέρχονται από οξυγόνο, άζωτο, θείο δημιουργώντας δραστικές ενώσεις οξυγόνου (ROS), δραστικές ενώσεις αζώτου (RNS) και δραστικές ενώσεις θείου (RSS) αντίστοιχα
- ▶ παράγονται κατά των αερόβιο μεταβολισμό στα μιτοχόνδρια, τη διαδικασία της φλεγμονής, τη φαγοκυττάρωση, τη φυσική δραστηριότητα.
- ▶ σε συνθήκες υποξίας από τη μιτοχονδριακή αναπνευστική αλυσίδα μπορούν επίσης να παραχθούν οξειδία του αζώτου (NO), τα οποία προκαλούν την παραγωγή δραστικών ενώσεων αζώτου (Reactive Nitrogen Species, RNS)
- ▶ εξωτερικοί παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν την παραγωγή ελευθέρων ριζών είναι το κάπνισμα, η περιβαλλοντική μόλυνση, η ακτινοβολία, το όζον, η υψηλή θερμική δίαιτα κ.α.
- ▶ οξειδωτικό στρες, η ανισορροπία μεταξύ παραγωγής ελευθέρων ριζών και δραστικών μεταβολιτών και της αδρανοποίησης/απομάκρυνσής τους από αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς
  - ▶ καταστροφή σημαντικών βιομορίων και κυττάρων διαταραχή στην ομοιόσταση του
  - ▶ ανάπτυξη ασθενειών, κύριοι στόχοι των ROS, RNS και RSS οι πρωτεΐνες, τα νουκλεϊκά οξέα (DNA, RNA), τα σάκχαρα και τα λιπίδια





## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

### αντιοξειδωτική

- ▶ «οποιαδήποτε ουσία η οποία όταν βρίσκεται σε μικρή συγκέντρωση σε σχέση με το προς οξείδωση υπόστρωμα, εμποδίζει ή καθυστερεί σημαντικά την οξείδωση του υποστρώματος παρουσία ελευθέρων ριζών»
- ▶ «οποιαδήποτε ουσία καθυστερεί, εμποδίζει ή αφαιρεί την οξειδωτική βλάβη από ένα μόριο στόχο»
- ▶ «οποιαδήποτε ουσία δεσμεύει τις ελεύθερες ρίζες άμεσα ή έμμεσα για να ρυθμίσει την αντιοξειδωτική άμυνα ή για να αναστείλλει την παραγωγή των ROS»

## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

Η αντιοξειδωτική δράση των ουσιών/ συστατικών μπορεί να εκφράζεται με ποικίλους τρόπους όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

- ▶ αναστέλλοντας αντιδράσεις σχηματισμού των ελευθέρων ριζών
- ▶ αναστέλλοντας τη δημιουργία ελευθέρων ριζών σε λιπίδια
- ▶ διακόπτοντας την προαγωγή της αλυσιδωτής αντίδρασης αυτοοξειδώσεως
- ▶ δεσμεύοντας το οξυγόνο
- ▶ δρώντας συνεργιστικά με άλλα αντιοξειδωτικά
- ▶ δρώντας ως αναγωγικά μέσα που μετατρέπουν υδροϋπεροξειδία σε σταθερές ενώσεις
- ▶ δημιουργώντας ενώσεις με μέταλλα μετατρέποντας τα προ- οξειδωτικά μέταλλα (σίδηρος και τα παράγωγα του χαλκού) σε σταθερά προϊόντα
- ▶ αναστέλλοντας προ- οξειδωτικά ένζυμα



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

---

- οι πολυφαινόλες
  - ▶ δεσμεύουν ελεύθερες ρίζες,
  - ▶ είναι δότες ατόμων υδρογόνου ή δότες ηλεκτρονίων,
  - ▶ δημιουργούν σύμπλοκα με μεταλλικά κατιόντα,
  - ▶ αναστέλλουν τη δράση οξειδωτικών ενζύμων (οξειδάση της ξανθίνης, πρωτεϊνική κινάση c, κυκλοοξυγονάση, λιποοξυγονάση),
  - ▶ επάγουν τη δράση ενδογενών αντιοξειδωτικών ενζύμων, όπως της μεταφοράς της γλουταθειόνης, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απέκκριση οξειδωτικών παραγόντων από τον οργανισμό,
  - ▶ προστατεύουν εξωγενή αντιοξειδωτικά, όπως τις βιταμίνες E και c, το β-καροτένιο, το λυκοπένιο κ.α.
- 

## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

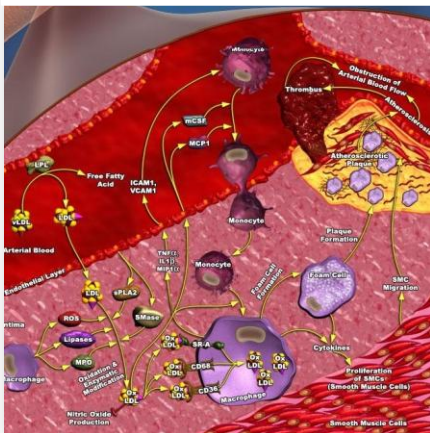
---

- ▶  $R\bullet + PPH \rightarrow RH + PP\bullet$
  - ▶  $R\bullet + PPH \rightarrow R^- + PPH^- \rightarrow RH + PP\bullet$
- PPH = πολυφαινόλες, R• = δραστική ελεύθερη ρίζα [υπεροξειδικό ανιόν (O), υδροξυλική ρίζα (HO)]
- ▶ PP• = φαινοξυ-ρίζα, ελεύθερη ρίζα πολυφαινόλης σχετικά σταθερό μόριο, δύσκολα επιτρέπει μια νέα αλυσιδωτή αντίδραση
  - ▶ PP• δρουν ως τερματιστές της αλυσιδωτής αντίδρασης των ριζών αντιδρώντας με άλλες ρίζες
- $$R\bullet + PP\bullet \rightarrow ROPP$$
-

## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

- ▶ φαινολικά οξέα: αυξάνεται η δραστηριότητα καθώς αυξάνεται ο βαθμός υδροξυλίωσης (γαλλικό οξύ, 3-OH)
- ▶ τα υδροξυκιναμωμικά οξέα [προπενοϊκή αλυσίδα (CH=CH-COOH)] παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα συγκριτικά με τα υδροξυβενζοϊκά οξέα [καρβοξυλική ομάδα (-COOH)]
- ▶ κερκετίνη εμφανίζει έντονη αντιοξειδωτική ικανότητα
  - ▶ ακορεστότητα του ετεροκυκλικού δακτυλίου,
  - ▶ παρουσία του ο- διφαινολικού τμήματος στον Β δακτύλιο, ικανό να λειτουργήσει ως δότης Η για να σταθεροποιηθούν οι ελεύθερες ρίζες
  - ▶ ομάδες OH στις θέσεις 3 και 5, που αυξάνουν την ικανότητα δέσμευσης ελευθέρων ριζών
  - ▶ η υδροξυτυροσόλη, η κατεχίνη, η κνανιδίνη, η μυρισετίνη, ο EGCG είναι ενώσεις μειωμένη δράση σε σχέση με της κερκετίνης
- ▶ οι συζευγμένες πολυφαινόλες δεσμεύουν ενεργά μόρια οξυγόνου ή αζώτου, η ικανότητα τους αυτή είναι όμως κατά πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τις αντίστοιχες ελεύθερες μορφές τους

## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ



- ▶ ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στη χρόνια και οξεία παραγωγή ελευθέρων ριζών και στην ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων και αθηροσκλήρωσης καθώς οι ROS μεσολαβούν σε πολλά σηματοδοτικά «μονοπάτια» που αποτελούν τη βάση για την αγγειακή φλεγμονή που παρατηρείται στις καρδιαγγειακές παθήσεις,
- ▶ αυξημένα επίπεδα κυτταροκινών IL-1β, IL-6, TNF-α και IFN-γ στο πλάσμα των ασθενών με καρδιαγγειακές παθήσεις
- ▶ κύριος μηχανισμός η αυξημένη παραγωγή NO μέσω της επαγωγής ελευθέρων ριζών αζώτου
- ▶ το προϊόν της αντίδρασης του οξειδίου του αζώτου με το υπεροξειδικό ανιόν (ONOO-) αποτελεί ισχυρό οξειδωτικό παράγοντα και ο βιολογικός του δείκτης (3-νιτρο-τυροσίνη) σχετίζεται με το σχηματισμό αθηρωματικών πλακών, τη δυσλειτουργία του ενδοθηλίου, με ισχαιμικές διαταραχές και καρδιακή ανεπάρκεια

## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

- ▶ τα αντιοξειδωτικά φυτοχημικά
  - ▶ αναστέλουν την οξείδωση της LDL *in vitro*
  - ▶ αναστέλουν τη συσώρευση και την προσκόλληση των αιμοπεταλίων, που θεωρείται ένας ακόμη μηχανισμός μέσω του οποίου τα φλαβονοειδή μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων
  - ▶ οι ισοφλαβόνες, που υπάρχουν σε προϊόντα σόγιας, μειώνουν τα επίπεδα της χοληστερόλης στο πλάσμα
  - ▶ τα πολυφαινολικά συστατικά επηρεάζουν την έκφραση γονιδίων παρεμβαίνοντας σε διάφορα στάδια των σηματοδοτικών μονοπατιών που λαμβάνουν χώρα στα κύτταρα
    1. ρυθμίζουν την έκφραση γονιδίων που σχετίζονται με τη διαδικασία της φλεγμονής καταστέλλοντας την ενεργοποίηση μεταγραφικών παραγόντων
    2. αυξάνουν την έκφραση αντιοξειδωτικών ενζύμων
    3. περιορίζουν την έκφραση αυξητικών παραγόντων που σχετίζονται με την αγγειογένεση σε ενδοθηλιακά κύτταρα αρτηρίας
    4. ρυθμίζουν την έκφραση IFN- $\gamma$  και IL-4 σε μονοκύτταρα του περιφερικού αίματος και σε μακροφάγα



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

- ▶ φλεγμονή, φυσιολογική βιολογική διαδικασία, ταχεία και αυτό-περιοριζόμενη, εκκινείται με τη μετανάστευση κυττάρων του ανοσοποιητικού συστήματος από τα αιμοφόρα αγγεία και την απελευθέρωση μεσολαβητών, πρόσληψη φλεγμονωδών κυττάρων και απελευθέρωση ενεργών/δραστικών μορφών οξυγόνου, αζώτου, προφλεγμονωδών κυτταροκινών με σκοπό την αντιμετώπιση των διαφόρων παθογόνων
- ▶ χρόνια φλεγμονή, βλάβη σε νουκλεϊκά οξέα, πρωτεΐνες, λιπίδια, κυτταρικός και ιστικός τραυματισμός, εκτεταμένη φλεγμονή



## ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ

- ▶ κύριοι μηχανισμοί αντιφλεγμονώδους δράσης των φυτοχημικών: η παρεμπόδιση ενζύμων που διεγείρουν τη φλεγμονή, όπως οι κυκλοξυγονάσες (COX), οι λιποξυγονάσες (LOX), της συνθετάσης του οξειδίου του αζώτου (NOS)
- ▶ NF-κΒ, από τα σημαντικότερα μόρια-στόχους για χημειοπροστατευτική ή/και καρδιοπροστατευτική δραστικότητα των φυτοχημικών
  1. λειτουργεί ως μεταγραφικός παράγοντας για τουλάχιστον 200 γονίδια που σχετίζονται με τη φλεγμονή, τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, τη διαφοροποίηση και την απόπτωση: κυτταροκίνες, χημειοκίνες, μόρια συγκόλλησης καθώς και τα ένζυμα COX, NOS, κρίσιμος ρόλος στη φλεγμονή
  2. ενεργοποιημένος σε πολλούς όγκους σημαντικό μόριο στην καρκινογένεση και συγκεκριμένα στις φάσεις προαγωγής και εξέλιξης του όγκου
  3. η ρεσβερατρόλη, το λιμονένιο, η απιγενίνη, η γενιστεΐνη κ.α. αναστέλλουν τη δράση του
  4. η κουρκουμίνη καταστέλλει την επαγόμενη από TNF-α ενεργοποίηση της IKK
  5. ο φαινολικός εστέρας του καφεϊκού οξέος εμποδίζει τη δέσμευσή του NF-κΒ στις αλληλουχίες του DNA
  6. η ρεσβερατρόλη μειώνει τη δραστικότητα του

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

- ▶ τα βιολογικά δραστικά συστατικά που παρέχουν ευεργετήματα για την υγεία του ανθρώπου πέρα των βασικών διατροφικών αναγκών και τα οποία ευεργετήματα έχουν επιδειχθεί με συσσώρευση έγκυρων ερευνών
  - ▶ διαιτητικές ίνες
  - ▶ προβιοτικά και πρεβιοτικά
  - ▶ φυτοστερόλες, πολυφαινόλες, καροτενοειδή, σκουαλένιο
  - ▶ ω-3 και ω-6 λιπάρα οξέα

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Λειτουργικό συστατικό	Πηγή	Πιθανά οφέλη	Λειτουργικό συστατικό	Πηγή	Πιθανά οφέλη
<b>Καρστενοειδή</b>					
α-καροτένιο, β-καροτένιο	Καρότα, φρούτα λαχανικά	Εξουδετερώνουν ελεύθερες ρίζες	Φλαβόνες	Φρούτα/λαχανικά	Εξουδετερώνουν ελεύθερες ρίζες, μειώνουν κίνδυνο καρκίνου
Λουτεΐνη	Πράσινα λαχανικά	Μειώνει κίνδυνο εκφύλισης ωχράς κηλίδας	Λιγνάνες	Λιναρόσπορος, σίκαλη, λαχανικά	Προστασία από καρκίνο, νεφρική ανεπάρκεια
Λυκοπένιο	Τομάτες και προϊόντα	Μειώνει κίνδυνο καρκίνου προστατίτη	Ταννίνες (προανθοκυανιδίνες)	Cranberries, κακάο, σοκολάτα	Βελτιώνουν υγεία ουροποιητικού. Μειώνουν κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων
<b>Διαιτητικές ίνες</b>					
Αδιάλυτες ίνες	Πίτουρα αίτου	Μειώνει κίνδυνο καρκίνου στήθους, παχέος εντέρου	Εστέρες στανολίων	Καλαμπόκι, σόγια, σιτάρι, φυτικά έλαια	Μειώνουν επίπεδα χοληστερόλης αποτρέποντας απορρόφηση της
Β-γλυκάνη	Βρώμη, κριθάρι	Μειώνει κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και μερικών καρκίνων, μειώνει LDL και ολική χοληστερόλη	<b>Πρεβιοτικά/Προβιοτικά</b>		
<b>Λυπαρά οξέα</b>					
Μακράς αλυσού ω3 (EPA, DHA)	Ιχθυέλαια	Μειώνουν κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων. Βελτιώνουν πνευματικές λειτουργίες και όραση	Φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες (FOS)	Κρεμμύδια	Βελτιώνουν ποιότητα εντερικής μικροχλωρίδας και την υγεία γαστρεντερικού συστήματος
Συζυγικό λινελαϊκό οξύ (CLA)	Τυριά, προϊόντα κρέατος	Βελτιώνει σύσταση σώματος, μειώνει κίνδυνο μερικών καρκίνων	Lactobacillus	Γιαούρτι, διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα	Βελτιώνουν ποιότητα εντερικής μικροχλωρίδας και την υγεία γαστρεντερικού συστήματος
<b>Φαινολικά συστατικά</b>					
Ανθοκυανιδίνες	Φρούτα	Εξουδετερώνουν ελεύθερες ρίζες, μειώνουν κίνδυνο καρκίνου	<b>Φυτοιστρογόνα σόγιας</b>		
Κατεχίνες	Τσάι	Εξουδετερώνουν ελεύθερες ρίζες, μειώνουν κίνδυνο καρκίνου	Ισοφλαβόνες: νταϊζείνη	Σόγια και προϊόντα της	Απαλύνουν συμπτώματα εμμηνόπαυσης. Μειώνουν κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και μερικών καρκίνων, μειώνουν LDL και ολική χοληστερόλη
Φλαβονόνες	Κίτρο	Εξουδετερώνουν ελεύθερες ρίζες, μειώνουν κίνδυνο καρκίνου			



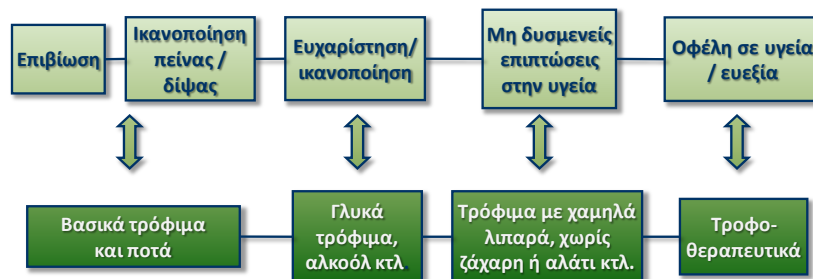
## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Ingredient	Product examples	Health claim	Strength of evidence in humans
Folic acid	Cereals	Protects against neural tube defects	++
Dietary fibre	Drinks	Relieves constipation	++
Low in sodium	Drinks, soups	Reduces blood pressure	++
Unsaturated fatty acids	Spreads, cookies	Reduces risk of heart disease	++
Sugar alcohols	Chewing gum	Reduce caries risk	++
Soluble fibre from whole oats or psylli	Cereals, cookies	Reduces cholesterol and risk of HD	++ for cholesterol lowering
Soy protein	Drinks, bars	Reduces cholesterol and risk of HD	+ for cholesterol lowering
Calcium	Cereals, fruit juices, milk products, spreads	Protects against osteoporosis/help maintain bone density	+ for consumers with a low calcium intake
Folic acid, vitamin B6 (pyridoxine)	Cereals	Decreases homocysteine and risk of CVD	++ for homocysteine, but no hard evidence yet for CVD
Vitamin E	Supplements	Antioxidant; prevents CVD	+ for observational studies but – for clinical trials
Zinc	Sweets, lozenges	Prevention/cure of common cold	+/-
Vitamin C	Drinks, sweets	Protects against cardiovascular disease	+/- in observational studies, – in clinical trials
Ingredient	Product examples	Health effect or claim	Evidence in humans
Plant stanols and sterols	Margarine, yoghurt, cereal	Lowers cholesterol and risk of CHD	++ for LDL cholesterol lowering; effect on CHD by implication
Lactobacillus GG bacteria	Yoghurt	Reduces diarrhea	+ for rotavirus-induced diarrhea in infants – for antibiotic-induced infections
Lactobacillus GG bacteria	Yoghurt	Reduced risk of early atopic disease	+/0
Other "probiotic" live bacteria, plus fermentable sugars	Yoghurt	Enhanced immunity	0 Some effects on biomarkers but none on disease
Isoflavones (phyto-estrogens)	Soy products	Reduce menopausal symptoms; osteoporosis; cardiovascular disease	0 Little evidence from clinical trials
Catechins	Tea	Reduce cardiovascular risk	+/0
Conjugated linoleic acid (CLA)	Supplements (small amounts occur naturally in milk, beef and lamb)	Reduces body weight; protects against cancer	0/- Minimal effects on body weight in humans



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Η κατανάλωση διαφόρων ειδών τροφίμων συναρτάται με τις ανάγκες που καλούνται οι τροφές να καλύψουν. Διαχρονικά έχει εξελιχθεί.



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

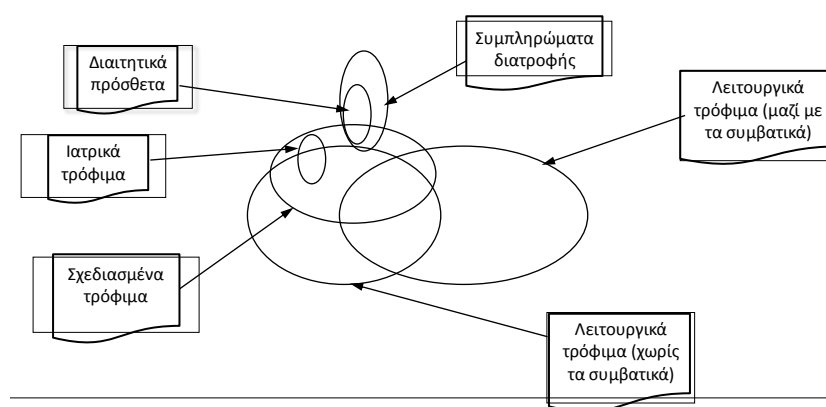
- Δεκαετία '70: προτίμηση για τα “φυσικά” και “οργανικά” τρόφιμα
- Δεκαετία '80: κυκλοφορία των “light” και “low” προϊόντων με λιγότερες θερμίδες, χοληστερόλη, ή αλάτι. Δεν ήταν όλα εύγευστα, αλλά οι καταναλωτές ήταν πρόθυμοι να κάνουν μια θυσία, επειδή επικρατούσε μια διάθεση για μακροπρόθεσμη πρόληψη των ασθενειών
- Δεκαετία '90: Το 1990, το 45% των Αμερικανών επέλεγε την υγιεινή διατροφή αποβλέποντας σε μακροπρόθεσμα οφέλη για την υγεία
- Τέλη δεκαετίας '90: Το 1998 το ποσοστό είχε μειωθεί στο 24%, ενώ είχε αυξηθεί στο 41% το ποσοστό των καταναλωτών που ενδιαφέρονταν για βραχυπρόθεσμα οφέλη
- **Σήμερα: Οι καταναλωτές είναι λιγότερο πρόθυμοι να θυσιάσουν την γεύση ή την ευκολία τους για κάποια μακροπρόθεσμα οφέλη**
- Αυτή η τάση δημιούργησε την αγορά των λειτουργικών τροφίμων, δηλ τρόφιμα που συνδυάζουν την γεύση και την ευκολία με την υπόσχεση για βραχυ - ή μακροπρόθεσμα οφέλη στην υγεία

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

- Ιπποκράτης (400 πΧ): “Ας γίνει η τροφή το φάρμακό σου και το φάρμακο ας γίνει η τροφή σου”
- Στην Ανατολή, η έννοια των λειτουργικών τροφίμων ήταν αναπόσπαστο τμήμα των πολιτισμών επί αιώνες
- Ιαπωνία, μέσα δεκαετίας '80: **FOSHU “Foods for Specified Health Use”** Πρώτη αναφορά του όρου “λειτουργικά τρόφιμα”
- Αγγλόφωνη βιβλιογραφία, 1993: Swinbanks & O'Brien. “Japan explores the boundary between food and medicine”. *Nature*, 364 (6434), 180.
- Στη συνέχεια εμφάνιση νέων συναφών όρων: nutraceuticals, pharmafoods, designer foods, novel foods, medical foods



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ





## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

---

- αντικείμενο διαφωνιών
- ακόμη και στην Ιαπωνία όπου δημιουργήθηκαν, ο όρος λειτουργικά τρόφιμα δεν υιοθετήθηκε επειδή θεωρήθηκε ότι όλα τα τρόφιμα είναι *de facto* λειτουργικά (Baily, 1999)
- Katan & de Roos, 2004: Τα "λειτουργικά" τρόφιμα είναι εμπορικά προϊόντα, για τα οποία υπάρχουν ρητοί ή σιωπηροί ισχυρισμοί (claims) σχετικά με τη δυνατότητά τους να βελτιώνουν την υγεία ή την ευεξία
- ILSI (International Life Science Institute): ένα τρόφιμο είναι «λειτουργικό» εάν έχει τεκμηριωθεί σαφώς ότι, πέρα από την διατροφική του αξία, έχει μια ή περισσότερες ιδιότητες ευεργετικές για την ανθρώπινη υγεία
- Ε.Ε. "Λειτουργικά" θεωρούνται τα τρόφιμα που, πέραν της θρεπτικής τους αξίας, έχουν τεκμηριωμένα ευεργετικές επιπτώσεις σε μια ή περισσότερες λειτουργίες του σώματος, με τρόπο που σχετίζεται είτε με βελτιωμένη κατάσταση υγείας-ευεξίας ή/και με τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης ασθένειας



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

---

- πρέπει να είναι τρόφιμα με αποτελέσματα εμφανή σε κανονικές ποσότητες
- δεν είναι χάπια ή κάψουλες, συστατικά μιας κανονικής δίαιτας
- τα λειτουργικά τρόφιμα μπορούν να είναι:
  1. φυσικά τρόφιμα,
  2. τρόφιμα στα οποία ένα συστατικό έχει προστεθεί ή αφαιρεθεί με τεχνολογικά ή βιοτεχνολογικά μέσα,
  3. τρόφιμα που έχει τροποποιηθεί η φύση ενός ή περισσότερων συστατικών
  4. τρόφιμα στα οποία έχει τροποποιηθεί η βιοδιαθεσιμότητα ενός ή περισσότερων συστατικών,
  5. οποιοσδήποτε συνδυασμός των παραπάνω
- δεν πρέπει να συγχέονται με τα "ιατρικά τρόφιμα"
- όχι στο όριο μεταξύ φαρμάκων και τροφίμων, γιατί ο ρόλος των λειτουργικών τροφίμων δεν είναι η θεραπεία ασθενειών
- **δεν επιτρέπονται ιατρικοί ισχυρισμοί για τα τρόφιμα**



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



### ▶ Βασικά Τρόφιμα

Ανεπεξέργαστα: καρότα (με φυσικά επίπεδα β-καροτενίου)

Επεξεργασμένα: νιφάδες από βρώμη (με φυσικά επίπεδα β-γλυκάνης)

### ▶ Επεξεργασμένα τρόφιμα με πρόσθετα συστατικά

Μαργαρίνες με πρόσθετες φυτοστανόλες, χυμοί με ω3 και τοκοφερόλες



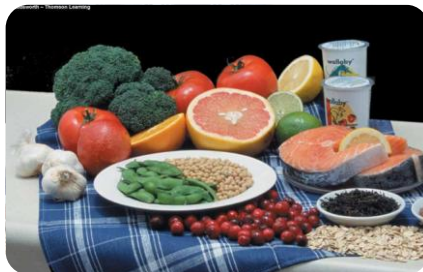
### ▶ Τρόφιμα που περιέχουν αυξημένες ποσότητες λειτουργικών συστατικών μέσω διασταυρώσεων, διατροφικής παρέμβασης ή γενετικής μηχανικής

Τομάτες με αυξημένη περιεκτικότητα λυκοπενίου, ηλιέλαιο πλούσιο σε ελαϊκό οξύ (HOSO)



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

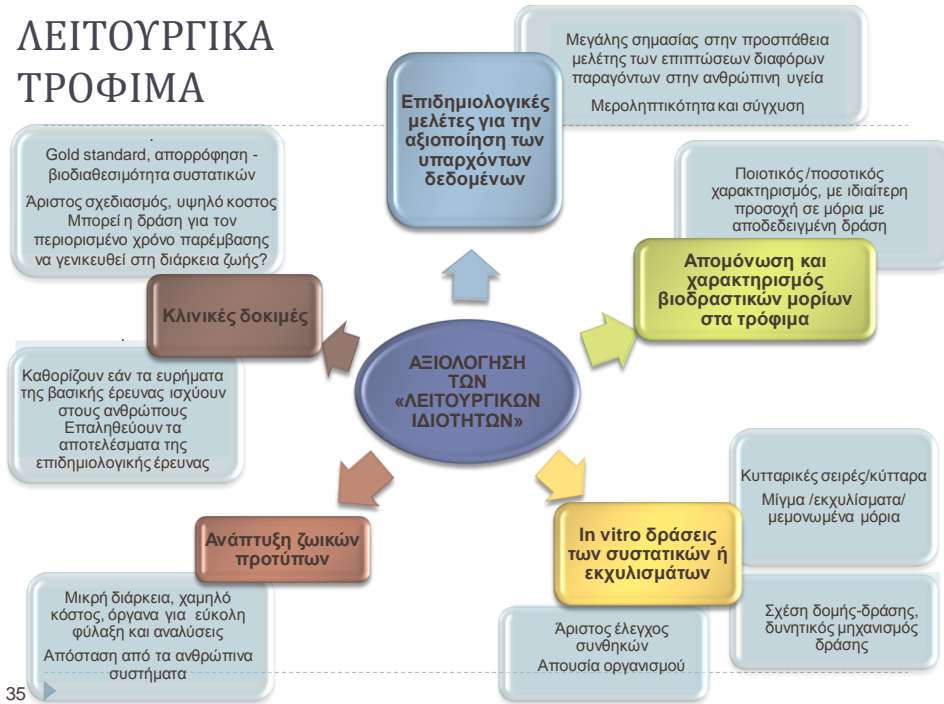
### Nature's functional foods



### Food company functional foods



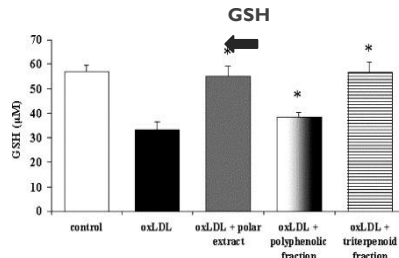
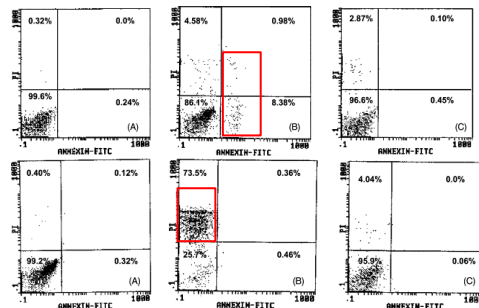
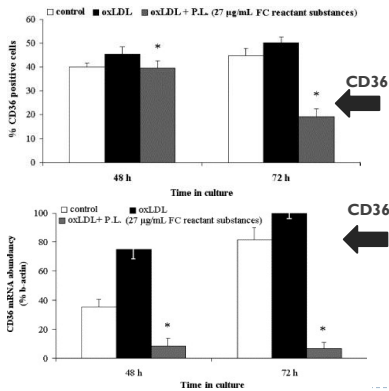
# ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



35

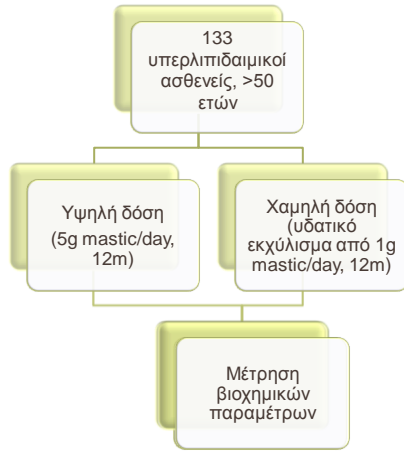
## Extract from mastic inhibits

- LDL oxidation in vitro<sup>1</sup>
- oxLDL induced cytotoxicity in PBMC<sup>2</sup>
- oxLDL induced apoptosis/necrosis in PBMC<sup>2</sup>
- expression of CD36 receptor in Mo/ΜΦ<sup>2</sup>
- restores GSH<sup>2</sup>
- production of proinflammatory proteins in macrophages<sup>3</sup>
- VCAM-I and ICAM-I in human aortic EC<sup>4</sup>



<sup>1</sup> Andrikopoulos et al., 2003, Phytother Res, 17:501; <sup>2</sup> Dedoussis et al., 2004, Atherosclerosis, 174:293; <sup>3</sup> Zhou et al., 2009, In Vivo, 23:583; <sup>4</sup> Loizou et al., 2009, Exp Biol Med, 234:553

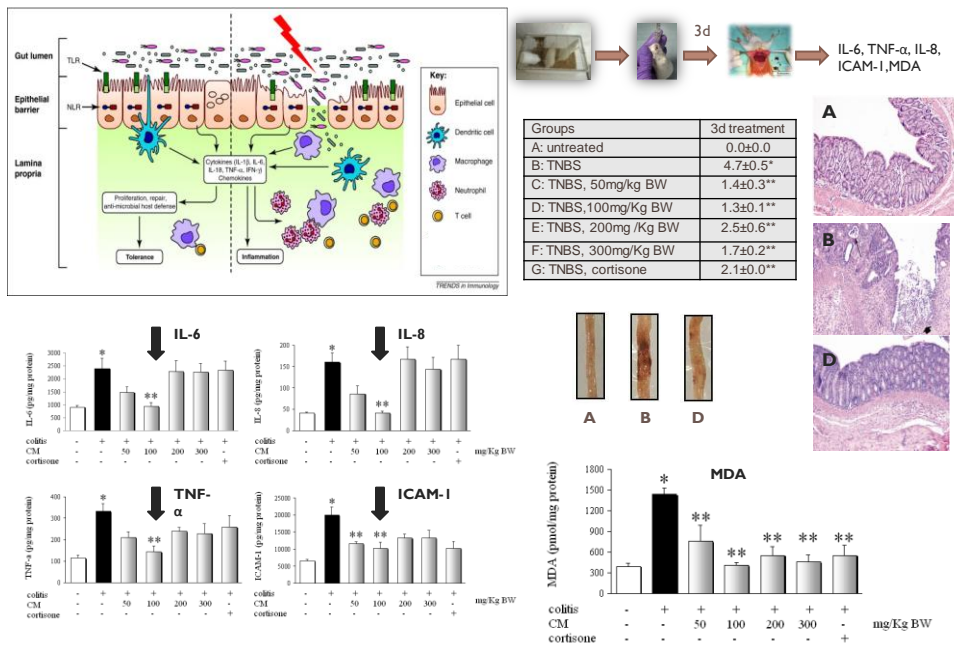
# Υπολιπιδαιμική δράση



Βιοχημικές παράμετροι	Μέση μεταβολή / μήνα
Total cholesterol	-2.1 mg/dL (p = 0.002)
LDL	-2.09 mg/dL (p = 0.001)
Total cholesterol/HDL	-0.04 month <sup>-1</sup> (p = 0.018)
Lipoprotein (a)	-1.2 mg/dL (p = 0.002)
ApoA-1	-10.6 mg/dL (p < 0.001)
Apo B	-5.4 mg/dL (p < 0.001)
SGOT	-0.2 U/L (p = 0.039)
SGPT	-0.4 U/L (p = 0.005)
γ-GT	-0.3 U/L (p = 0.014)

37

Triantafyllou et al., 2007, J Ethnopharmacol, 111:43



38

Gioxari et al., 2011, J Med Food, 14:1403  
 Gioxari et al., 2010, Int PSE Symposium on Terpenes- Application, Activity and Analysis, Istanbul  
 Gioxari et al., 2010, 12th World Congress on Gastrointestinal Cancer, Barcelona

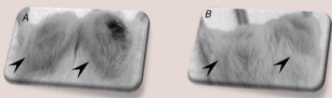


## Γαστρεντερικές διαταραχές

Published by	Research tool	Outcomes
Al-Habbal et al., 1984, Clin Exp Pharmacol Physiol, 11: 541	Double blind placebo controlled clinical trial in patients with duodenal ulcer	80% in the study group reported relief vs 50% in placebo Endoscopy showed healing in 70% in the study group vs 22% in placebo ( $p < 0.001$ )
Al-Said et al., 1986, J Ethnopharmacol, 15: 271	Experimental mouse model of ethanol or aspirin or stress induced gastric or duodenal ulcer	Significant reduction in damage score of gastric mucosa with administration of 500mg mastic/kg BW. Evidence of cytoprotective effects
Dabos et al., 2010, J Ethnopharmacol, 127: 205	Double blind placebo controlled clinical trial in patients with functional dyspepsia	Symptom score (stomach pain in general, stomach pain when anxious, ache in the upper abdomen and heartburn) significantly lower in the study group (1g/day, 3w) vs placebo Improvement of symptoms in 77% of study group vs 40% of placebo
1. Huwez, et al., 1998, N Engl J Med, 339: 1946 2. Bona et al., 2001, Am J Gastroenterol, 96: 49 3. Marone et al., 2001, J Chemother, 13: 611 4. Paraschos et al., 2007 Antimicrob Agents Chemother, 51: 551 5. Kottakis et al., 2009, Eur J Gastroenterol Hepatol, 21: 143	In vitro (1,2,3) SS1-infected mice (4) Ex vivo (5)	Effective against Helicobacter pylori in vitro •structural damages in the bacteria (1,2,3) •0.75 mg/day without polymers (3m duration) led to an approximately 30-fold reduction in the H. pylori colonization, isomasticadienolic acid most bioactive (4) •inhibition of HP growth in vitro & neutrophil activation by AG proteins in subjects receiving 1g/day (2m duration) (5)

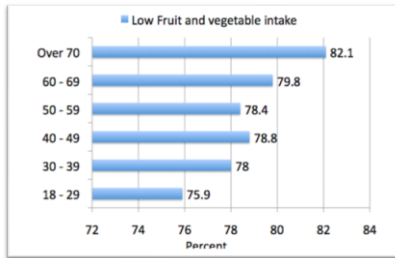
41

## Χημειοπροστατευτική δράση

Published by	Research tool	Outcomes
•He et al., 2007a, Acta Pharmacol Sin, 28: 446 •He et al., 2007b, Acta Pharmacol Sin, 28: 567	PC3 cell culture	Cell proliferation suppression, NF- $\kappa$ B activity suppression, maspin mRNA and protein expression induction
He et al., 2006, Cancer, 106: 2547	LNCaP cell culture	Cell proliferation suppression, androgen receptor mRNA and protein levels reduction
Sakagami et al., 2009, In Vivo, 23: 215	HL-60, ML-1 and KG-1, K562 cell cultures	Cell proliferation suppression, apoptosis induction
Balan et al., 2005, In Vivo, 19: 93	HCT116 cell culture	Cell proliferation suppression, apoptosis induction
Moulos et al., 2009, BMC Med Genomics, 2: 68	Lewis lung carcinoma cell culture	Change in the expression of 925 genes encoding cell proliferation, apoptosis, inflammatory proteins
Dimas et al., 2009, In Vivo, 23: 63	Colon cancer mouse model	Suppression of tumor growth 

42

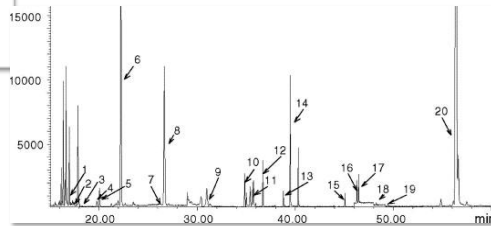
# ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



**Dried fruits**

- Easy storage and distribution
- Available all year
- Easily incorporated into other foods and recipes
- Relatively low cost

Nutritional equivalent (g)	18
Energy (kcal)	58.5
Protein (g)	0.5
Fat (g)	0
Sugars (g) (fruct. 35%)	12.5
Dietary fiber (g)	1.25
Total pp (mg GAE)	34

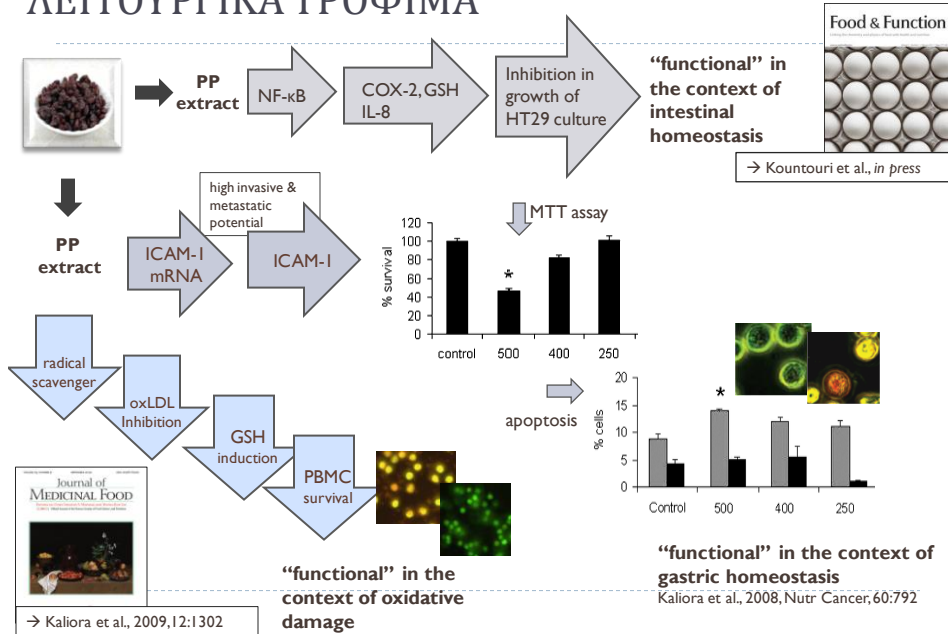


1, vanillin; 2, cinnamic acid; 3, tyrosol; 4, *p*-hydroxy-benzoic acid; 5, *p*-hydroxy-phenyl-acetic acid; 6, internal standard; 7, phloretic acid; 8, **vanillic acid**; 9, protocatechuic acid; 10, syringic acid; 11, *p*-coumaric acid; 12, gallic acid; 13, ferulic acid; **14, caffeic acid**; 15, resveratrol; 16, epicatechin; 17, catechin; 18, kaempferol; 19, quercetin; 20, oleanolic acid

43

World Health Survey 2002 – 2003, Adapted from Hall et al., 2009, Am J Preventive Med, 36:402; Chiou et al., 2007, Food Chem, 102:516

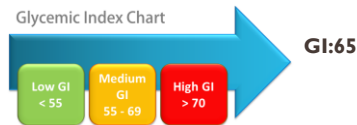
# ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



## A study of glycemic response crossover design

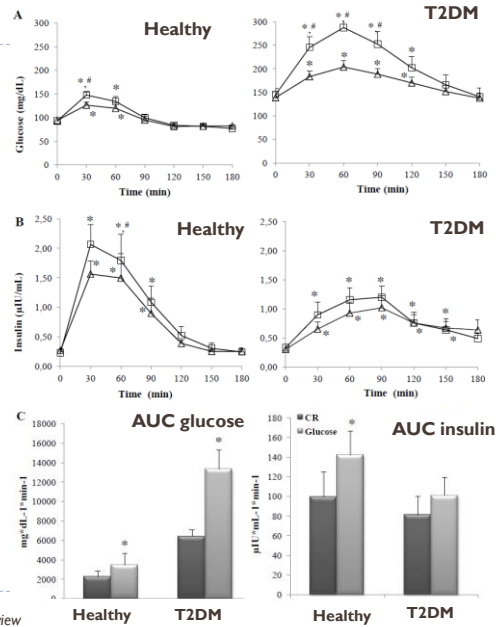
	CR	Glucose
Size (g)	74	50
Total energy (kcal)	234	200
Protein (g)	1.85	0
Fat (g)	0	0
Sugars (g)	50	50
Dietary fiber (g)	5	0
Total Polyphenols (mg)	140	0

	Healthy	T2DM
Age (y)	25.9±0.8	63.2±1.7
Age range (y)	20-30	55-68
Sex (M:F)	(8:7)	(9:6)
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	21.3±0.8	31.5±1.3
Blood gluc (mg/dL)	91.1±1.3	140±5.5
Hemoglobin A1 (%)	-	6.2±0.4
T2DM duration (y)	-	5.5±1.2

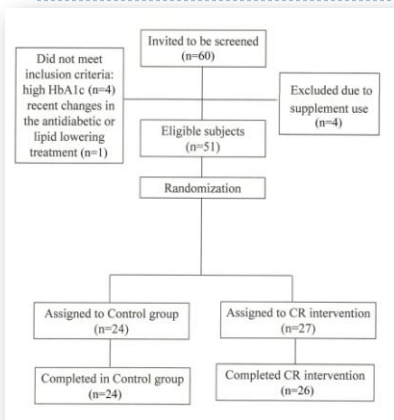


45

Kanellos et al., Plant Foods Hum Nutr, peer review



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



Current consumption promoted as “equivalent” to fresh fruits, **not a lost opportunity** for this traditional Greek product

46

Kanellos et al., J Acad Nutr Diet, peer review

**Intervention programme**

BW, H, WC, HC  
SBP, DBP, Pulses,  
Gluc, Chol, LDL,  
HDL, TG, ALP, SGOT,  
SGPT, γ-GT, HbA1c  
hsCRP, IL-6, TNF-α,  
Leptin, Adiponectin,  
Antioxidant potential,  
oxLDL

**FFQ**

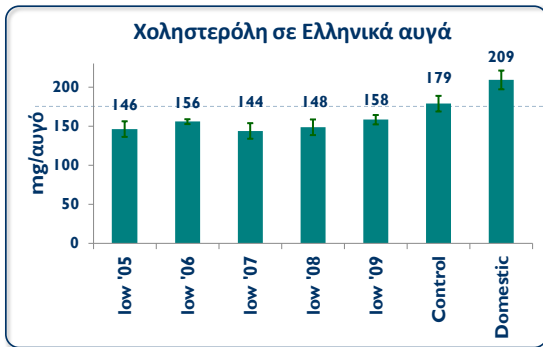
2 serving sizes (36g) of currants daily

24-hour recalls, unannounced phone interviews

Baseline 6 months

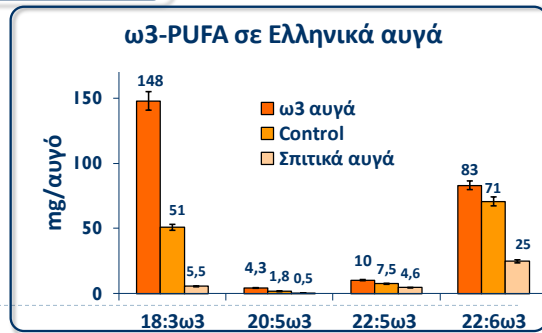
Variable	Arm	Week 0	Week 24	P value	*P value
DBP, mmHg	currants	76.8±10.5	71.4±8	0.013	0.025
	control	75.3±8	77.3±9.4	0.430	
TAP µM Trolox	currants	0.35±0.08	0.4±0.11	0.039	0.049
	control	0.39±0.11	0.37±0.11	0.459	
oxLDL, U/L	currants	67.8±15	59.7±12.8	0.005	0.885
	control	64.3±28.4	56.9±15.4	0.096	





Μείωση χοληστερόλης αυγών: διατροφή με επιλεγμένα φυτικά προϊόντα και επιλογή ηλικίας όρνιθας

Εμπλουτισμός αυγών μέσω παρέμβασης στη διατροφή των όρνιθων (φυτικά προϊόντα, ιχθυέλαιο, ιχθυάλευρα, μικροφύκη)  
ALA (18:3ω3), EPA (20:5ω3), DPA (22:5ω3), DHA (22:6ω3)



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

**Table 3**  
Long-chain ω3 polyunsaturated fatty acids (LC ω3 PUFA g/kg fw) in conventional and DHA-rich chicken.

Sample*	20:5ω3 (EPA)	22:5ω3 (DPA)	22:6ω3 (DHA)	Sum of LC ω3 PUFA
Conventional breast	0.12 ± 0.002a	0.26 ± 0.019ab	0.28 ± 0.006a	0.66 ± 0.048a
DHA-breast	0.12 ± 0.021a	0.24 ± 0.035a	1.01 ± 0.091b	1.33 ± 0.12b
Conventional leg	0.16 ± 0.020a	0.26 ± 0.008abc	0.31 ± 0.032a	0.73 ± 0.026a
DHA-leg	0.23 ± 0.034b	0.34 ± 0.038bcd	1.75 ± 0.014c	2.37 ± 0.13c
Conventional chicken	0.16 ± 0.012a	0.28 ± 0.007ab	0.28 ± 0.024a	0.73 ± 0.068a
DHA-chicken	0.14 ± 0.021a	0.24 ± 0.032a	0.86 ± 0.072b	1.26 ± 0.094b
DHA-breast roasted	0.17 ± 0.001a	0.37 ± 0.033cd	1.61 ± 0.059c	2.15 ± 0.10c
DHA-leg roasted	0.34 ± 0.014c	0.40 ± 0.013d	2.09 ± 0.12d	2.83 ± 0.14d

Results are averages of triplicate determinations; \*: all samples were meat only (without skins and bones); data followed by different letters in the same column are significantly different at 0.05 probability level.

### Σε σύγκριση με συμβατικά

- ▶ EPA, DPA: όχι αύξηση
- ▶ Νωπό στήθος: 3 × DHA
- ▶ Νωπό πόδι: 5.6 × DHA
- ▶ Ψητό στήθος: 5.8 × DHA
- ▶ Ψητό πόδι: 6.7 × DHA

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

**Table 4**  
Squalene and sterols content (mg/kg fw) in conventional and

Sample	Squalene (98%) <sup>a</sup>	Cholesterol (99%)
<i>Raw samples</i>		
Conventional breast	3.5 ± 0.8a	456.2 ± 38.3ab
DHA-enriched breast	8.2 ± 1.8b	413.1 ± 57.9a
Conventional leg	4.3 ± 0.5a	638.9 ± 61.2c
DHA-enriched leg	9.6 ± 0.4bc	618.5 ± 49.1c
Conventional chicken	3.8 ± 1.0a	557.3 ± 49.4bc
DHA-enriched chicken	9.0 ± 1.4b	521.5 ± 60.7abc
<i>Roasted samples</i>		
DHA-enriched breast	11.3 ± 0.3c	561.7 ± 72.8bc
DHA-enriched leg	13.5 ± 1.8d	962.9 ± 81.1d
<i>DHA-rich microalgae<sup>b</sup></i>		
DHA-Gold®	2162 ± 105.5	261.4 ± 28.3

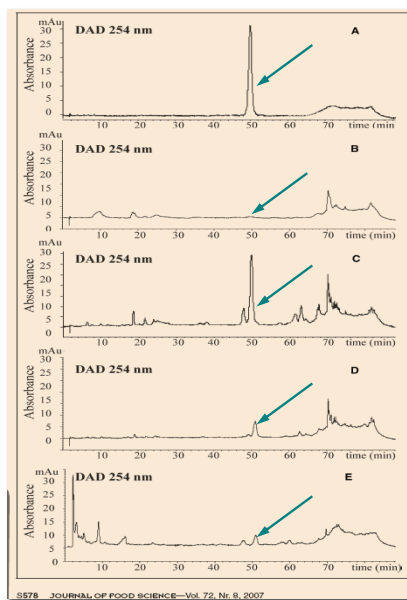
**Table 5**  
Total carotenoids and tocopherols content (mg/kg fw) i

Sample <sup>a</sup>	Total carotenoids <sup>b</sup>	Total tocopherols
<i>Raw samples</i>		
Conventional breast	0.35 ± 0.06a	4.96 ± 0.25c
DHA-breast	0.72 ± 0.08b	3.25 ± 0.30b
Conventional leg	0.43 ± 0.07a	7.89 ± 0.16e
DHA-leg	0.80 ± 0.10b	5.98 ± 0.49d
Conventional chicken	0.40 ± 0.03a	7.29 ± 0.60e
DHA-chicken	0.75 ± 0.11b	5.45 ± 0.10cd
<i>Roasted samples</i>		
DHA-breast roasted	1.04 ± 0.03c	0.57 ± 0.02a
DHA-leg roasted	1.14 ± 0.07c	0.39 ± 0.03a

### Σε σύγκριση με συμβατικά

- ▶ Σκουαλένιο: αύξηση 2-3x
- ▶ Χοληστερόλη: μείωση 3-9%
- ▶ Καροτενοειδή: αύξηση 2-3x
- ▶ Τοκοφερόλες: μείωση 24-34%

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



- ▶ Εμπλουτισμός ελαιολάδου, ηλιελαίου, φοινικελαίου με εκχύλισμα φύλλων ελιάς -ισοδύναμου με 120 ή 240 mg TPP/kg (TPP=ολικές πολυφαινόλες)
  - ▶ Χρήση των ελαίων για τηγάνισμα
- Χρωματογραφήματα HPLC:
- (A) Πρότυπο ελευρωπαϊκής (360 ppm)
  - (B) Ελαιολάδο εμπορίου
  - (C) Ελαιολάδο εμπορίου, με εκχύλισμα φύλλων ελιάς ισοδύναμο με 240 ppm πολυφαινολών
  - (D) Το C μετά από τηγάνισμα πατατών
  - (E) Εκχύλισμα από πατάτες που τηγανίσθηκαν στο εμπλουτισμένο ελαιολάδο C

8578 JOURNAL OF FOOD SCIENCE—Vol. 79, Nr. 6, 2007

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

**Table 2 – Total polyphenol content of fresh and fried oils, raw potatoes, and pan-fried French fries before and after the enrichment with olive leaf extract.**

TPP content of raw and cooked oils (mg CAE/100 g oil)						
OLE addition (mg TPP/kg oil)	Olive oil		Sunflower oil		Palm oil	
	Fresh	Fried	Fresh	Fried	Fresh	Fried
0	8.2	6.6	ND	ND	ND	ND
120	14.7	7.5	8.0	4.8	7.5	4.9
240	20.2	10.0	17.2	6.1	9.2	5.6

TPP content of raw potatoes and pan-fried French fries (mg CAE/100 g potato)				
OLE addition (mg TPP/kg oil)	Raw potatoes	Potatoes fried in		
		Olive oil	Sunflower oil	Palm oil
0	6.4	9.4	7.8	8.2
120	–	13.8	19.3	9.1
240	–	15.2	23.2	11.1

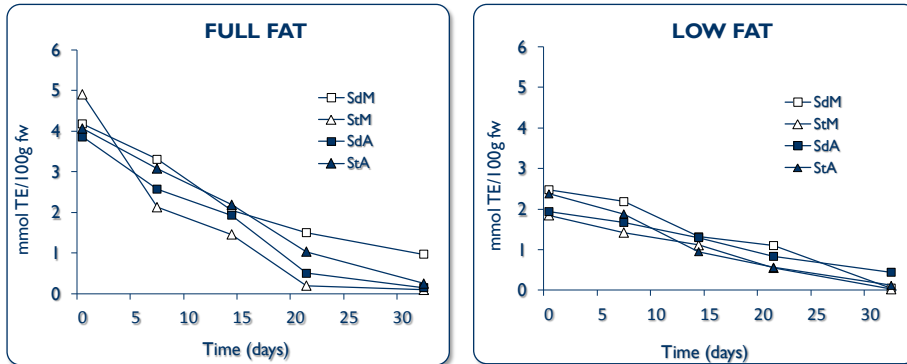
Values presented are the average of 2 determinations in 2 independent experiments.  
Standard deviation represented 1% to 14% of the mean value in the case of oils, and 4% to 17% in the case of raw potatoes and French fries.  
OLE = olive leaf extract; TPP = total polyphenols by Folin-Ciocalteu; CAE = caffeic acid equivalents; ND = not detected.

1. Πρώτη αναφορά για ηλιέλαιο και φοινικέλαιο που περιέχουν πολυφαινόλες
2. Δοσοεξαρτώμενη αύξηση των πολυφαινολών σε όλα τα έλαια πριν και μετά το τηγάνισμα
3. Δοσοεξαρτώμενη αύξηση των πολυφαινολών στις τηγανητές πατάτες
4. Οι πολυφαινόλες υποβοηθούν δοσοεξαρτώμενα την επιβίωση των τοκοφερολών στα έλαια και τις πατάτες κατά το τηγάνισμα
5. Οι πολυφαινόλες ευνοούν την επιβίωση των φυτοστερολών και του σκουαλενίου στις πατάτες κατά το τηγάνισμα

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

- ▶ γιαούρτια πλήρη (full fat) και χαμηλών λιπαρών (low fat)
- ▶ αιθανολικά εκχυλίσματα από (α) γίγαρτα (κουκούτσια) και (β) βόστρυχες (μίσχοι) από 2 ποικιλίες ερυθρών σταφυλιών –μία ερυθρής οινοποίησης (αγωγρίτικο) και μία λευκής οινοποίησης (σαββατιανό)
- ▶ προσθήκη 650 ppm εκχυλίσματος
- ▶ τα εκχυλίσματα ήταν πλούσια σε πολυφαινόλες, και οι βέλτιστες συνθήκες εκχύλισής τους (χρόνος, pH, συγκέντρωση αιθανόλης) βρέθηκαν πειραματικά
- ▶ τα γιαούρτια διατηρήθηκαν σε ψυγείο
- ▶ δείγματα ελήφθησαν και αναλύθηκαν στις 0, 7, 14, 21 και 32 ημέρες

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



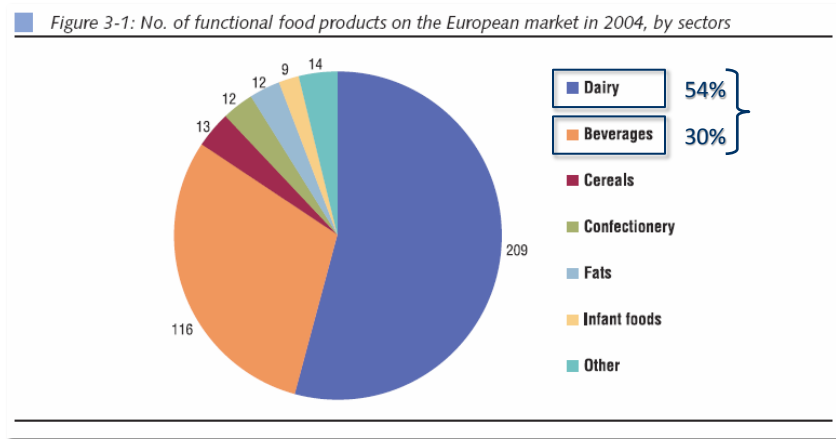
TE: Trolox<sup>®</sup> equivalents, Sd: γίγαρτα, St: βόστρυκες, M: Μοσχοφίλερο, A: Αγιωργίτικο

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



- πρόσφατες εκτιμήσεις:
  - (α) παγκόσμια αγορά: 30-60 δις €
  - (β) ευρωπαϊκή ένωση: 6-20 δις €
- οι εκτιμήσεις διαφόρων μελετών για το μέγεθος της αγοράς λειτουργικών τροφίμων ποικίλλουν
- 'ολοι συμφωνούν ότι η αγορά των λειτουργικών τροφίμων αυξάνεται και θα συνεχίσει να αυξάνεται και στο εγγύς μέλλον.

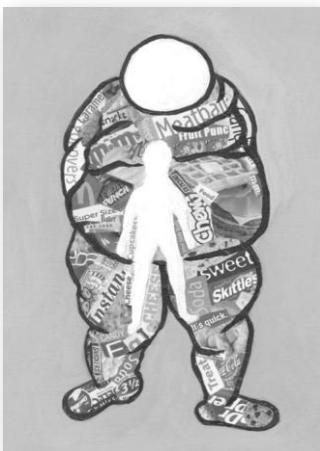
## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

- Τα φυσικά προϊόντα υπήρχαν πάντοτε γύρω μας
- Οι άνθρωποι είχαν ενδιαφέρον για τα μικροστατικά εδώ και καιρό
- Γιατί τώρα αυξάνεται η ζήτηση?
  1. Πληθυσμοί που γηράσκουν
  2. γνώση ότι κάποιες ασθένειες μπορούν να αποτραπούν.....
  3. Internet
  4. Επιστημονική τεκμηρίωση για τα αποτελέσματα μερικών από αυτά τα προϊόντα

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ



- ❑ ο ρόλος της αγοράς
- ❑ η βιομηχανία τροφίμων αντιμετωπίζει το «ατυχές» γεγονός ότι κάθε άτομο μπορεί να φάει μόνο ένα ορισμένο ποσό τροφίμων, περίπου 460-900kg τροφίμων ανά κάτοικο κα ανά έτος
- ❑ σε αντίθεση με άλλα καταναλωτικά αγαθά, υπάρχει ένα όριο στο πόσο μπορούμε να καταναλώσουμε
- ❑ παρόλο που η επιδημία της παχυσαρκίας απαιτεί αναθεώρηση στο όριο, αυτό δεν μειώνεται, ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΟΜΩΣ ΣΤΑΘΕΡΟ!

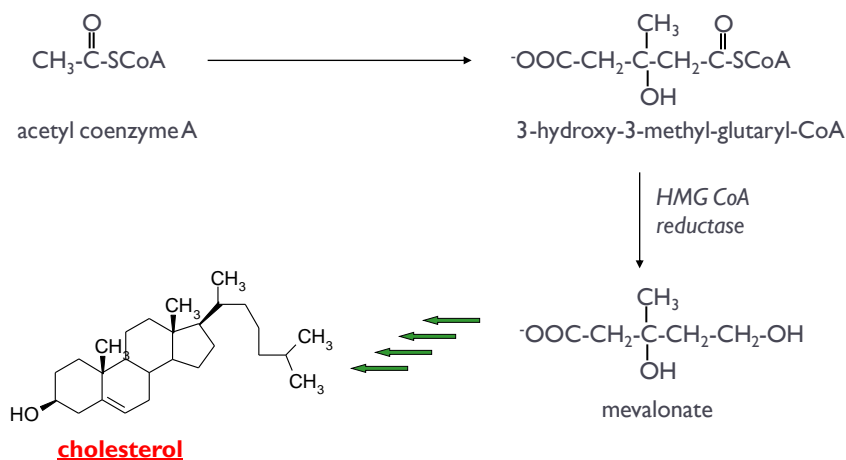


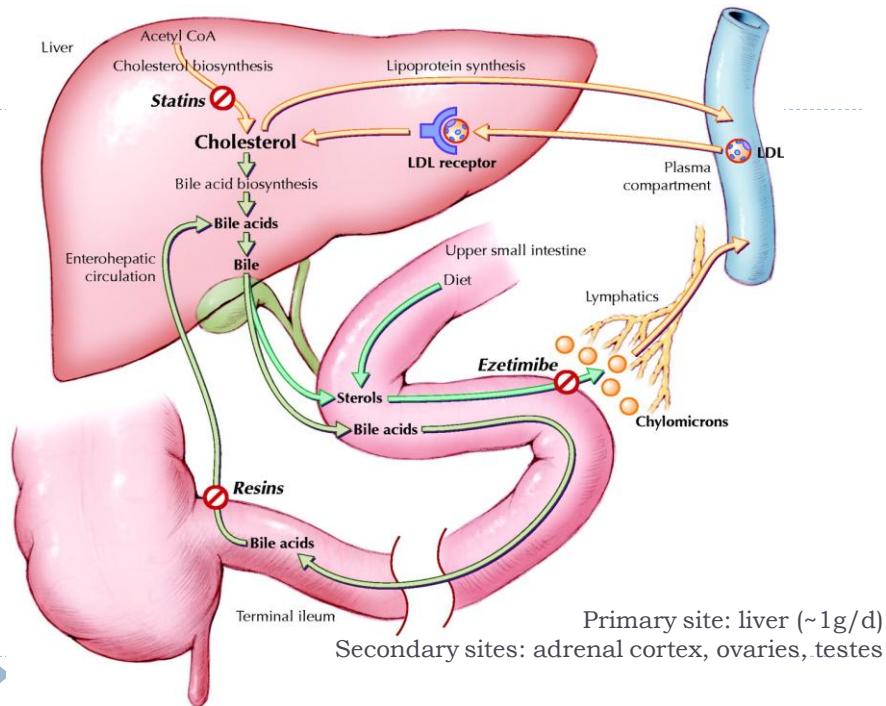
**ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ ΩΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ **χοληστερόλη**, απαραίτητη για τη ζωή
- ▶ 100g στο ανθρώπινο σώμα, τα περισσότερα σε κυτταρικές μεμβράνες, σε στρώματα μυελίνης γύρω από τους νευρώνες
- ▶ δομή της κυτταρικής μεμβράνης πρόδρομος των στεροειδών ορμονών (τεστοστερόνη, τα οιστρογόνα, προγεστερόνη, κορτιζόνη και αλδοστερόνης)
- ▶ πρόδρομος των χολικών οξέων
- ▶ σχηματισμός της βιταμίνης d
- ▶ όλα τα τρόφιμα που περιέχουν ζωικά λίπη περιέχουν χοληστερόλη
- ▶ σημαντικές διαιτητικές πηγές της χοληστερόλης περιλαμβάνουν το τυρί, τους κρόκους αυγών, βοδινό, χοιρινό, πουλερικά
- ▶ ανθρώπινο μητρικό γάλα σημαντικές ποσότητες χοληστερόλης
- ▶ δεν απαντά σε σημαντικές ποσότητες σε φυτικά προϊόντα

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ





## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

### Total Cholesterol

< 200 mg/dL

Desirable level that puts you at lower risk for coronary heart disease

200 to 239 mg/dL

Borderline high

240 mg/dL and above

High blood cholesterol. Twice the risk of CAD as below 200 mg/dL

### HDL Cholesterol

Less than 40 mg/dL

Low level. A major risk factor for CAD

40 to 59 mg/dL

The higher the level the better

60 mg/dL and above

High level. Considered protective against CAD

### LDL Cholesterol

Less than 100 mg/dL

Optimal

100 to 129 mg/dL

Near or above optimal

130 to 159 mg/dL

Borderline high

160 to 189 mg/dL

High

190 mg/dL and above

Very high



## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

Risk factor	Estimate
Chol 200mg/dl or greater	43%
Physical inactivity	35%
BP 140/90 mmHg or greater	25%
Cigarette smoking	22%
Obesity	7%
Diabetes	8%

▶ 63

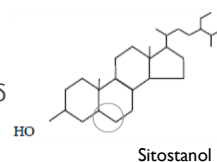
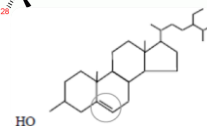
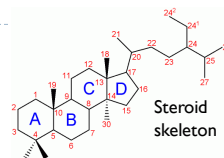
## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ χρησιμοποιήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα ως φάρμακα
- ▶ ελάχιστο ενδιαφέρον στα τρόφιμα, κυρίως λόγω της κακής τους διαλυτότητας και των δυσκολιών στη διαχείρισή τους
- ▶ θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως μέρος της ανθρώπινης διατροφής? ... 1986, η σιτοστανόλη σε δόση 1.5 g/d οδηγεί σε σημαντική μείωση τα επίπεδα της ολικής χοληστερόλης στον άνθρωπο
- ▶ ανάπτυξη των λιποδιαλυτών εστέρων των φυτοστανολών
- ▶ Νοέμβριος 1995, Benecol® (Raisio Plc. Raisio), Φινλανδία, το 1ο εμπορικό προϊόν εμπλουτισμένο σε φυτοστανόλες
- ▶ Miettinen et al. (1995): καθιέρωσε την αποτελεσματικότητα της κατανάλωσης μαργαρίνης εμπλουτισμένης με τον **εστέρα της φυτοστανόλης** στη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης
- ▶ Normen et al., (2004): δεκάδες μελέτες οδηγούν στο συμπέρασμα ότι μια μείωση 10-15% στη χοληστερόλη μπορεί να επιτευχθεί με πρόσληψη εστέρων στανολών 1.5-3 g/d

▶

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ φυσικά συστατικά των φυτών
- ▶ ρυθμίζουν τη ρευστότητα και διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών και δρουν ως πρόδρομοι των ενώσεων που εμπλέκονται στην ανάπτυξη του ιστού
- ▶ υποστρώματα πολυάριθμων δευτερογενών μεταβολιτών των φυτών (π.χ. αλκαλοειδή)
- ▶ 1991, πάνω από 250 στερόλες είχαν ανιχνευθεί σε φυτά
- ▶ εντυπωσιακή δομική ομοιότητα μεταξύ των φυτοστερολών και της χοληστερόλης των θηλαστικών καθώς διαφοροποιούνται κυρίως από μία μεθυλ- ή μία αιθυλ- ομάδα στη θέση c-24 στην πλευρική αλυσίδα
- ▶ δ5-στερόλες, δδ μεταξύ c-5 και c-6 στο τετρακυκλικό σύστημα δακτυλίου και έτσι ονομάζονται.
- ▶ δ7-στερόλες, δδ μεταξύ c-7 και c-8, και οι δ5,22-στερόλες με δδ μεταξύ c-5 και c-6 καθώς επίσης και μεταξύ c-22 και c-23
- ▶ σιτοστερόλη, σιγμαστερόλη, καμπεστερόλη
- ▶ φυτοστανόλες, οι κορεσμένες φυτοστερόλες χωρίς διπλούς δεσμούς



## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

### φυσικές πηγές

- ▶ διαιτητική πρόσληψη 150 - 440 mg/d σε διάφορους πληθυσμούς
- ▶ σε χορτοφάγους, υψηλότερη πρόσληψη
- ▶ Valsta et al., 2004: μελέτη στη Φινλανδία έδειξε ότι η συνολική πρόσληψη φυτοστερολών φτάνει τα 305 mg/d για τους άνδρες και 237 mg/d για τις γυναίκες, από τις οποίες 24 mg/d και 17 mg/d σιτοστανόλη και καμπεστανόλη
- ▶ διαιτητική πρόσληψη φυτοστανολών περίπου το 10% της πρόσληψης των φυτοστερολών
- ▶ κύριες πηγές φυτοστερολών στη διατροφή του ανθρώπου είναι **τα φυτικά έλαια, οι σπόροι δημητριακών, τα τρόφιμα με βάση τα δημητριακά, οι ξηροί καρποί**

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ ακατέργαστα φυτικά έλαια 70 και **1100 mg/100 g ελαίου**, κραμβέλαιο και καλαμποκέλαιο οι πλουσιότερες πηγές, το ελαιόλαδο και φοινικέλαιο οι φτωχότερες
- ▶ έλαιο φύτρου σιταριού μέχρι **3.200 mg/100 g ελαίου**
- ▶ καλαμπόκι 65-120 mg/100 g, η σίκαλη 70-110 mg/100 g
- ▶ σιτάρι, κριθάρι, βρώμη 35-80 mg/100 g
- ▶ ξηροί καρποί 30 - 220 mg/100 g
- ▶ παρά την υψηλή τους περιεκτικότητα σε υγρασία, η συμβολή των λαχανικών και φρούτων επίσης σημαντική 10-20 mg/100 g νωπού βάρους



## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ σχηματίζουν σταθερούς κρυστάλλους και διαθέτουν περιορισμένη διαλυτότητα στο νερό και στα έλαια, θερμοκρασία δωματίου, η **διαλυτότητα των ελεύθερων φυτοστερολών** 0.01% στο νερό (Engel & Knorr, 2004), 3.5-4.0% (w/w) σε έλαιο, και 1.5-2.0% (w/w) σε έλαιο και νερό
- ▶ **διαλυτότητα των ελεύθερων φυτοστερολών** σε έλαια και λίπη είναι <1% (w / w) σε θερμοκρασία δωματίου (Wester, 2000)
- ▶ οι ελεύθερες φυτοστερόλες μπορεί να χρειαστούν αρκετές ημέρες για να διαλυθούν!!!!!!
- ▶ εστεροποίηση (μετεστεροποίηση λιπαρών οξέων από διάφορα φυτικά έλαια και ελεύθερες φυτοστερόλες και στανόλες σε υψηλές θερμοκρασίες υπό κενό και με τη χρήση ενός καταλύτη) → φυτοστερόλες και στανόλες σε «fat-like» ουσίες με διαλυτότητα 20-30% στα έλαια!!!!!!
- ▶ τελικά, οι εστέρες φυτοστερολών και στανολών παρόμοια συμπεριφορά με τα φυτικά έλαια, διευκολύνοντας έτσι την ενσωμάτωσή τους στη λιπαρή φάση των τροφίμων από τη μία, και την ομοιόμορφη κατανομή τους μέσα στη λιπαρή φάση από την άλλη
- ▶ ανάλογα με τα τρόφιμα που πρόκειται να εμπλουτισθούν, οι εστέρες μπορούν να προσαρμοστούν για να είναι υγροί ή στερεοί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, και, επιπλέον, μπορούν να τροποποιηθούν για να είναι διατροφικά πιο ευεργετικοί από το λίπος που αντικαθιστούν π.χ. εστεροποίηση με ιχθυέλαιο εμπλουτισμένο σε μακράς αλυσίδας (ω-3) πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

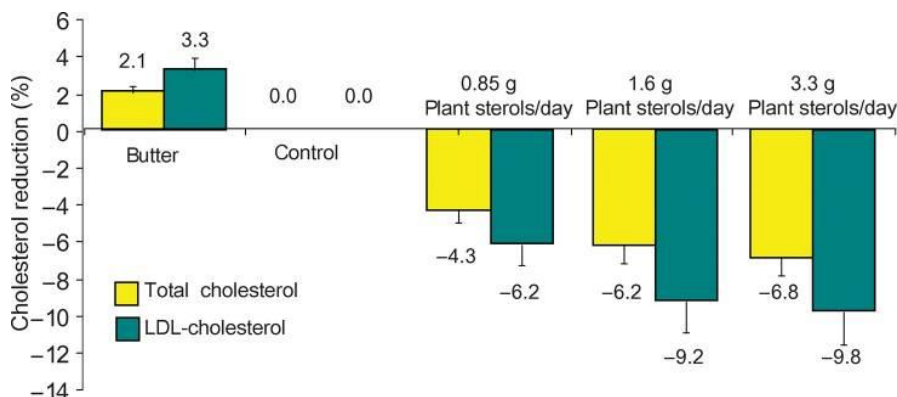


## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ **απομόνωση από τα έλαια σόγιας**, καλαμποκιού, ηλίανθου και ελαιοκράμβης (canola), φοινικέλαιο, βαμβακέλαιο, και φυσικέλαιο κατά τη διάρκεια του σταδίου της απόσμισης στη διαδικασία εξευγενισμού, η απόσμιση οδηγεί σε ένα απόσταγμα που περιέχει 15-30% φυτοστερόλες (Moreau, 2004), το κλάσμα στερολών καθαρίζεται περαιτέρω από διαλύτες.
- ▶ **στη βιομηχανία επεξεργασίας ξύλου**, προέρχονται από κωνοφόρα δέντρα, εκχυλίσματα ξύλου φέρονται σε αλκαλικό υδατικό διάλυμα, οι φυτοστερόλες στη συνέχεια ανακτώνται σε ουδέτερο κλάσμα από σάπωνες με πολλές άλλες ουσίες, διαχωρίζονται από τους σάπωνες με υγρή εκχύλιση και στη συνέχεια από το άλλα ουδέτερα συστατικά με κρυστάλλωση.
- ▶ το περιεχόμενο φυτοστερολών σε εκχύλισμα πεύκου είναι περίπου 10%.
- ▶ η σύσταση σε μίγματα φυτοστερολών και στανολών διαφέρει στο ξύλο και στα φυτικά έλαια
  - ▶ σχετικές περιεκτικότητες σιτοστερόλης, καμπεστερόλης στιγμαστερόλης, και σιτοστανόλης έχουν βρεθεί να είναι 72%, 8.2%, 0.3% και 15.3% σε μίγμα προερχόμενο από ξύλο και 45%, 26.8%, 19.3%, και 2.1% σε μίγμα προερχόμενο από φυτικά έλαια
  - ▶ οι διαφορές αυτές **δεν φαίνεται να επιδρούν στην αποτελεσματικότητα μείωσης της LDL-χοληστερόλης, αλλά επιδρούν στην αποτελεσματικότητα μείωσης της ολικής χοληστερόλης**

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ Miettinen et al. (1995), η κατανάλωση μαργαρίνης εμπλουτισμένης με εστέρα σιτοστανόλης (1.8 ή 2.6 g/d σιτοστανόλης) για 1 έτος οδήγησε σε μέση μείωση 10,2% της χοληστερόλης του ορού
- ▶ η χρήση των λιποδιαλυτών φυτοστανολεστέρων οδήγησε επίσης στην ανανέωση του ενδιαφέροντος για τη χρήση φυτοστερολών στα τρόφιμα
- ▶ υπό τον έλεγχο της Unilever® ήρθε στην αγορά των ΗΠΑ μαργαρίνη εμπλουτισμένη με εστέρα φυτοστερόλης (γνωστή και ως Becel pro-activ)
- ▶ **η επίδραση του εστέρα φυτοστερόλης στη μείωση της χοληστερόλης με την κατανάλωσή της φάνηκε να είναι παρόμοια με εκείνη που είχε εμπλουτισθεί με εστέρα της φυτοστανόλης, ήτοι 8-13% με κατανάλωση 1.5-3.3 g/d φυτοστερολών κατά τη διάρκεια τεσσάρων εβδομάδων**



Plant sterols reduce serum cholesterol levels. *Eur Heart J.* 2009, 30(4): 404–409

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ μετα-ανάλυση Katan et al. (2003) : 41 τυχαιοποιημένες μελέτες, σύγκριση εστεροποιημένων φυτοστερολών και στανολών σε εμπλουτισμένη μαργαρίνη, μαγιονέζα, ελαιόλαδο, ή βούτυρο
  - ▶ 2g φυτοστερολών ή στανολών /d μείωση 10% της LDL-χοληστερόλης
- ▶ μετα-ανάλυση Norgén et al. (2004) : 57 κλινικές μελέτες στις οποίες δοκιμάστηκαν σάλτσες, γιαούρτι, μαγιονέζα, λεμονάδα, πουτίγκα, σοκολάτα, κάψουλες
  - ▶ 2.8 g/d συνολική 10.9% μείωση της LDL-χοληστερόλης σε ήπια υπερχοληστερολαμία
- ▶ **μείωση 10-15% στα επίπεδα της LDL-χοληστερόλης στον ορό μπορεί να επιτευχθεί με πρόσληψη φυτοστερολών ή στανολών 1.5-3 g/d 2-3 εβδομάδες**
  - ▶ ως μέρος μιας συνήθους μη ειδικής διατροφής σε ήπια υπερχοληστερολαμία (ενήλικες και παιδιά)
  - ▶ σε άτομα με οικογενή υπερχοληστερολαμία σε συνδυασμό με θεραπεία με στατίνες
- ▶ **δόσεις άνω των 3 g/d δεν αποφέρουν περαιτέρω σημαντικές βελτιώσεις**
- ▶ **δόσεις χαμηλότερες από ό, τι 1 g/d είναι πάρα πολύ μικρές για πρακτική μείωση της χοληστερόλης σε υπερχοληστερολαμικά άτομα**
- ▶ **μετά από την παύση της χορήγησης φυτοστερολών, τα επίπεδα χοληστερόλης του ορού επιστρέφουν στα αρχικά μέσα σε δύο εβδομάδες**

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ μείωση ή παρεμπόδιση στην υδρόλυση των εστέρων χοληστερόλης από τις λιπάσες και εστεράσες
- ▶ συγκαταβύθιση με τη χοληστερόλη σε μη απορροφήσιμους μικτούς κρυστάλλους
- ▶ «**θεωρία των μικτών μικκυλίων**» ανταγωνισμός με τη χοληστερόλη στο πακετάρισμα σε μικτά μικκύλια για τη μεταφορά των λιπιδίων στα εντεροκύτταρα
- ▶ Normén et al., 2004; Plat and Mensink, 2005; Thompson and Grundy, 2005: **επίδραση στα εντεροκύτταρα**
- ▶ οι φυτοστερόλες και στανόλες επάγουν την έκφραση των ειδικών μεταφορέων στερολών ABCG5, ABCG8, ABCA1
  - ▶ όταν διαιτητικές φυτοστερόλες ή στανόλες εισέρχονται στα εντερικά κύτταρα μέσω μικυλίων, άμεσα μεταφέρονται πίσω στο εντερικό αυλό από το σύμπλεγμα των μεταφορέων, διατηρώντας έτσι χαμηλή την απορρόφηση τους
  - ▶ το σύμπλεγμα επάγει την εκροή χοληστερόλης



## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ μικροκρυσταλλικό εναιώρημα
  - ▶ με θέρμανση του μίγματος των φυτοστερολών και ελαίου/λίπους στους 100-110 ° C και στη συνέχεια ψύξη στους 90 ° C, προσθήκη νερού
  - ▶ 30% των φυτοστερολών μπορούν να προστεθούν σε λίπη και έλαια χωρίς γαλακτωματοποιητές.
  - ▶ στο προκύπτον εναιώρημα, οι φυτοστερόλες απαντούν τόσο διαλυμένες όσο και με τη μορφή μικροκρυστάλλων, Diminicol (Φινλανδία)
- ▶ συνδυασμός φυτοστερολών και ανόργανων αλάτων, στον οποίο οι φυτοστερόλες κονιοποιούνται σε σωματίδια <20μm
- ▶ ενσωμάτωση σε λιποσώματα, ευρεσιτεχνία από την Kraft Foods, Inc (ΗΠΑ), ελεύθερες φυτοστερόλες διαλύονται σε εδώδιμο έλαιο, προστίθεται πρωτεΐνη που λειτουργεί ως φορέας
- ▶ γαλακτωματοποίηση των ελεύθερων φυτοστερολών ή στανολών με λεκιθίνη που διασπείρεται στο νερό και μπορούν να σχηματισθούν υδατοδιαλυτά μικκύλια που περιλαμβάνουν φυτοστερόλες / στανόλες
- ▶ γαλακτωματοποίηση με διακυλογλυκερόλη, Econa<sup>®</sup> (ADM Kao LLC), Ιαπωνία έλαιο εμπλουτισμένο σε φυτοστερόλες



## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ ο βαθμός αποτελεσματικότητας των ελεύθερων φυτοστερολών & στανολών, σε αντίθεση με τις εστεροποιημένες μορφές, εξαρτάται περισσότερο από το τρόφιμο
- ▶ Mensink et al, (2002): χορήγηση των εστέρων στανόλης (3 g/d) σε γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά (0.7%) σε γεύματα, μείωση της LDL-χοληστερόλης συγκρίσιμη (σχεδόν 14%) με στανολεστέρες σε προϊόντα λίπους
- ▶ Doornbos et al. (2006): 2.8 έως 3.2 g/d σε εμπλουτισμένο γιαούρτι 2.2% ή 3.3% , με πρόσληψη ή όχι γεύματος, η επίδραση ανεξάρτητη από την περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες που χρησιμοποιούνται, αλλά η **παρουσία γεύματος σημαντική**; μείωση LDL-χοληστερόλης 6.0% χωρίς φαγητό vs 9.4% με γεύμα
- ▶ Thomsen et al (2004): γάλα εμπλουτισμένο σε ελεύθερες φυτοστερόλες 1.2% λίπους & 1.2-1.6 g φυτοστερολών/d μείωνε την LDL-χοληστερόλη του ορού κατά 7-10% όταν καταναλωνόταν στο πλαίσιο της τυπικής Δανικής διατροφής
- ▶ Clifton et al. (2004) : γάλα με εστέρες φυτοστερολών (1.6 g/d) 2% λίπους, σε δύο γεύματα, 16% μείωση στα επίπεδα της LDL-χοληστερόλης, μείωση μεγαλύτερη από το γιαούρτι ή τα προϊόντα δημητριακών, **οι φυτοστερόλες πιθανώς ενσωματώνονται εντός της μεμβράνης σφαιριδίων του γάλακτος, διευκολύνοντας έτσι τη μεταφορά στα μυκήλια**

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

Product category	Common packing size	Recommended consumption	Phytosterol concentration	Daily intake
Yellow fat spreads	250 g	3x8-10 g/day	7.5-8 g/100 g	2-2.3 g
Milk type products	1000 ml	2-3x250 ml/day	0.3 g/100 ml	1.5-2.4 g
Yoghurt type products	65-125 ml	1-2x65-125 ml/day	0.6-3.1 g/100 ml	1.5-2 g
Cheese type products	125 g	3x30 g/day	2.2 g/100 g	2.1 g
Cream cheese	200 g	40-60 g/day	5.0 g/100 g	2-3 g
Milk-based soft drink	1000 ml	350 ml/day	0.5 g/ 100 ml	1.8 g
Rye bread	750 g	3x80 g/day	0.8 g/100 g	2 g

• Σε πολλές περιπτώσεις, το μέγεθος μερίδας παρέχει περίπου το ένα τρίτο της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης φυτοστερολών η και οι κατασκευαστές προτείνουν το συγκεκριμένο προϊόν να καταναλώνεται τρεις φορές την ημέρα ή με άλλα εμπλουτισμένα προϊόντα σε φυτοστερόλη για τη συμπλήρωση της πρόσληψης

• Αυξανόμενη ανησυχία ότι, καθώς ο αριθμός των εμπλουτισμένων προϊόντων αυξάνεται, οι καταναλωτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν διάφορα προϊόντα ταυτόχρονα και να λαμβάνουν υψηλότερες δόσεις των φυτικών στερολών από τη συνιστώμενη

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

Member State	Product groups represented	Member State	Product groups represented
Austria	Yoghurt drink	Italy	Yoghurt drink, milk, cheese spread
Belgium	Yoghurt, yoghurt drink, milk, soy drink, margarine, spread, cheese spread	Latvia	Spread
Bulgaria	Not known	Lithuania	Yoghurt drink
Cyprus	Spread, milk	Luxembourg	Margarine, spread, cheese spread, yoghurt, yoghurt drink
Czech Republic	Yoghurt, yoghurt drink, milk, margarine	Malta	Yoghurt drink, spread
Denmark	Yoghurt, yoghurt drink, milk	Netherlands	Yoghurt, yoghurt drink, spread
Estonia	Spread	Poland	Yoghurt drink, spread
Finland	Milk, buttermilk, spread, yoghurt, yoghurt drink, porridge, pasta, chicken meat balls, frankfurters	Portugal	Yoghurt, yoghurt drink, milk, olive oil
France	Yoghurt, yoghurt drink, milk, margarine, spread, dessert	Romania	Not known
Germany	Yoghurt drink, fruit beverage, milk, margarine, soy drink, cheese, bread	Slovakia	Not known
Greece	Yoghurt, margarine, olive-oil spread, cheese spread	Slovenia	Yoghurt drink, spread
Hungary	Margarine	Spain	Yoghurt, yoghurt drink, milk, olive-oil spread
Ireland	Yoghurt, yoghurt drink, spread, cheese spread, soy drink	Sweden	Milk, spread, rye bread
		United Kingdom	Yoghurt, yoghurt drink, milk, cheese, spread, fruit beverage, soy drink

GRAS πρόσφατα σε εστέρες φυτοστερολών για χρήση ως συστατικά σε καφέ, για φυτοστερόλες και φυτοστερολεστέρες για χρήση σε ζυμαρικά, χυλοπίτες, σουπές, και πουτίγκες και φυτοστερόλες σε διάφορα προϊόντα αυγών

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

	Brands with plant sterols			Standard brands
	Benecol	Flora pro.activ	Danacol	
<b>Spreads</b>	£7.98 per kg	£7.46 per kg	-	£1.80 per kg
<b>Health drinks</b>	£8.10 per kg	£6.20 per kg	£4.95 per kg	£2.20 per kg
<b>Yoghurt</b>	£3.80 per kg	£4.00 per kg	£2.80 per kg	£2.10 per kg

- ▶ τιμές έως και πέντε φορές υψηλότερες σε σχέση με τα συμβατικά
- ▶ θα μπορούσε να λειτουργήσει ως περιορισμός στην τακτική αγορά εμπλουτισμένων με φυτικές στερόλες προϊόντων από τους καταναλωτές που δεν είναι «στόχοι» καθώς δεν επωφελούνται άμεσα από την κατανάλωσή τους



## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

απορρόφηση-βιοδιαθεσιμότητα

- ▶ η απορρόφηση της χοληστερόλης μπορεί να κυμαίνεται από 30% έως 80%, οι αντίστοιχες τιμές για τις σιτοστερόλη, καμπεστερόλη, σιγμαστερόλη, και σιτοστανόλη είναι περίπου 5%, 15%, 5%, και 1%
- ▶ δδ στο c5-6 ενισχύει την απορρόφηση, αύξηση του μήκους της ομάδας πλευρικής αλυσίδας στο c-24 μειώνει την απορρόφηση
- ▶ η συνολική χαμηλότερη απορρόφηση των φυτοστερολών και των στανολών μπορεί να οφείλεται στο χαμηλότερο ποσοστό εστεροποίησης στα εντεροκύτταρα, περιορίζοντας την ενσωμάτωσή τους στα χυλομικρά- ενώσεις που μεσολαβούν τη μεταφορά από τα εντεροκύτταρα στη λέμφο
- ▶ η απορρόφηση δεν αυξάνει γραμμικά με την αυξανόμενη δόση φυτοστερόλης, υποδεικνύοντας ότι η απορρόφηση θα μπορούσε να είναι μια διαδικασία που εμφανίζει κορεσμό
- ▶ η συγκέντρωση των φυτοστερολών στον ορό μπορεί να μην συνάδει με την αποτελεσματικότητα επί των λιπιδίων του ορού
- ▶ **Clifton et al., 2004:** ψωμί εμπλουτισμένο σε φυτοστερόλες προκάλούσε την ίδια άυξηση των φυτοστερολών στον ορό με αντίστοιχα εμπλουτισμένο γάλα, ήταν όμως λιγότερο αποτελεσματικό στη μείωση των επιπέδων της LDL-χοληστερόλης

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

- ▶ δεν είναι γνωστό εάν οι φυτοστερόλες ή στανόλες στην κυκλοφορία έχουν οποιαδήποτε φυσιολογική ή παθολογική επίπτωση
- ▶ ωστόσο, δεδομένου ότι η σπάνια νόσος σιτοστερολαιμία είναι που χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις φυτοστερόλης ορού και αυξημένο κίνδυνο για στεφανιαία νόσο, η υψηλή διαιτητική πρόσληψη φυτοστερολών έχει υποτεθεί ότι είναι αθηρογόνος
- ▶ η υπόθεση υποστηρίζεται από το εύρημα ότι τα υψηλά επίπεδα φυτοστερολών πλάσματος σχετίζονται με θετικό οικογενειακό ιστορικό στεφανιαίας νόσου
- ▶ ωστόσο, αμφιλεγόμενα είναι τα δεδομένα όταν δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των επιπέδων φυτοστερολών ορού σε άτομα με ή χωρίς οικογενειακό ιστορικό στεφανιαίας νόσου

## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

---

- ▶ μετα-ανάλυση Berger et al. (2004): 21 μελέτες σε ελεύθερες & εστεροποιημένες φυτοστερόλες & φυτοστανολεστέρες
- ▶ σημαντική μείωση στα επίπεδα των καρτενοειδών, της τοκοφερόλης, και του λυκοπενίου
- ▶ μετα-ανάλυση Katan et al. (2003): 18 κλινικές δοκιμές
- ▶ σημαντική μείωση στο β-καροτένιο (-12.1%), όχι όμως στο α-καροτένιο (-0.3%) ή στο λυκοπένιο (-0.1%)
- ▶ Fahy et al. (2004), καμία επίδραση επί της α-τοκοφερόλης, σημαντική μείωση β-καροτενίου σε καλλιέργεια Caco-2
- ▶ κλινική σημασία άγνωστη (Kritchevsky, 2004, Plat & Mensink, 2005), δεν υπάρχουν στοιχεία σχετικά με τα βέλτιστα επίπεδα στον ορό (Kritchevsky, 2005)
- ▶ απαιτήσεις βιταμίνης Α μεγαλύτερες σε έγκυες και θηλάζουσες γυναίκες και σε μικρά παιδιά,
- ▶ η υψηλή πρόσληψη φυτοστερολών μπορεί να είναι ένα πιθανό πρόβλημα όταν αυτές οι ενώσεις προσλαμβάνονται με φάρμακα για τη μείωση της χοληστερόλης (στατίνες)



## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

---

### οξειδωτική σταθερότητα

- ▶ ως ακόρεστες ενώσεις λιπιδίου (στεροειδών αλκοολών) είναι επιρρεπείς στην οξείδωση
- ▶ μόνο λίγες μελέτες έχουν διεξαχθεί, αν και ο σχηματισμός των προϊόντων οξείδωσης είναι από τις σημαντικότερα ερωτήματα για την ασφάλεια των προϊόντων εμπλουτισμένων με φυτοστερόλες που έθεταν πάντοτε τα κράτη μέλη της ΕΕ
- ▶ Jägerstad & Skog,, 2005: ανασκόπηση γονοτοξικότητας από θερμικά επεξεργασμένα τρόφιμα, **οι οξειδωμένες φυτοστερόλες ταξινομούνται στα μεταλλαξιγόνα από μαγειρεμένα τρόφιμα, μαζί με ακρυλαμίδια, ετεροκυκλικές αμίνες, νιτροσαμίνες, και πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες**



## ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ

---

“Danacol® reduces LDL-cholesterol by 10% in 3 weeks, and the reduction is maintained with daily consumption. High blood cholesterol is one of the main risk factors in the development of (coronary) heart disease”

---

## ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΙ

---

- ▶ ισχυρισμός διατροφής
- ▶ κάθε ισχυρισμός που δηλώνει, υπονοεί ή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένα τρόφιμο διαθέτει ιδιαίτερες ευεργετικές θρεπτικές ιδιότητες, λόγω
- ▶ της ενέργειας (θερμιδικής αξίας) ή
- ▶ της θρεπτικής ή άλλης ουσίας που
  - i. περιέχεται ή
  - ii. δεν περιέχεται ή
  - iii. περιέχεται σε μειωμένο ή αυξημένο ποσοστό στο τρόφιμο, π.χ. «υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες», «χωρίς λιπαρά», «χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα», «μειωμένη ενεργειακή αξία».

## ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΙ

---

- ▶ συγκριτικός ισχυρισμός διατροφής
- ▶ μπορεί να γίνεται σύγκριση μόνο μεταξύ τροφίμων της ίδιας κατηγορίας λαμβάνοντας υπόψη περισσότερα από ένα τρόφιμα της εν λόγω κατηγορίας
- ▶ η διαφορά στην ποσότητα της θρεπτικής ουσίας ή/και της ενεργειακής αξίας πρέπει να σημειώνεται και η σύγκριση πρέπει να αφορά την ίδια ποσότητα τροφίμων
- ▶ οι συγκριτικοί ισχυρισμοί διατροφής, συγκρίνουν τη σύνθεση ενός τροφίμου με σειρά τροφίμων της ίδιας κατηγορίας, η σύνθεση των οποίων δεν τους επιτρέπει να φέρουν ισχυρισμό



## ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΙ

---

- ▶ ισχυρισμός υγείας
- ▶ είναι κάθε ισχυρισμός που δηλώνει ή υπονοεί ή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σχέση μεταξύ κατηγορίας τροφίμων, τροφίμου ή συστατικού του τροφίμου και της υγείας,
- ▶ δηλαδή, αναφέρεται στην επίδραση που έχει ένα τρόφιμο ή ένα συστατικό του στην υγεία του καταναλωτή, π.χ. «το ασβέστιο είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της υγείας των οστών» ή «το ασβέστιο είναι απαραίτητο για τη φυσιολογική ανάπτυξη των οστών των παιδιών»



## ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΙ

- ▶ Οι ισχυρισμοί υγείας επιτρέπονται μόνον εφόσον στην επισήμανση ή, εάν δεν υπάρχει επισήμανση, στην παρουσίαση και τη διαφήμιση, περιλαμβάνονται οι ακόλουθες πληροφορίες:
  - α) δήλωση που να επισημαίνει τη σπουδαιότητα της ποικίλης και ισορροπημένης διατροφής και του υγιεινού τρόπου ζωής,
  - β) η ποσότητα του τροφίμου και ο τρόπος κατανάλωσης που απαιτούνται ώστε να επιτευχθεί το ευεργετικό αποτέλεσμα που δηλώνει ο ισχυρισμός,
  - γ) κατά περίπτωση, δήλωση προς τα άτομα που πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση του τροφίμου, και
  - δ) κατάλληλη προειδοποίηση για τα προϊόντα που ενδέχεται να αποτελούν κίνδυνο για την υγεία σε περίπτωση υπερβολικής κατανάλωσής
- ▶ Η μνεία γενικών, μη προσδιοριζόμενων, ευεργετικών αποτελεσμάτων της θρεπτικής ουσίας ή του τροφίμου στο σύνολο της υγείας ή στην ευεξία ως αποτέλεσμα καλής υγείας είναι δυνατή **μόνον εάν συνοδεύεται από συγκεκριμένο ισχυρισμό επί θεμάτων υγείας**



## ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΙ

- ▶ **Ειδικά για τους ισχυρισμούς υγείας που αφορούν στη μείωση του κινδύνου εκδήλωσης ασθένειας, πρέπει να υπάρχει επίσης δήλωση ότι η ασθένεια, στην οποία αναφέρεται ο ισχυρισμός, έχει** πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου και ότι η μεταβολή ενός από αυτούς ενδέχεται να έχει ή να μην έχει ευεργετικό αποτέλεσμα
- ▶ **Οι ισχυρισμοί υγείας που ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΟΝΤΑΙ είναι αυτοί**
  - (α) που υπονοούν ότι μπορεί να επηρεαστεί η υγεία από τη μη κατανάλωση του τροφίμου,
  - (β) που αναφέρονται στο ρυθμό ή την ποσότητα απώλειας βάρους και
  - (γ) που αναφέρονται σε συστάσεις μεμονωμένων ιατρών ή επαγγελματιών στον τομέα της υγείας



	Θρεπτικό συστατικό, τρόφιμο ή κατηγορία τροφίμου	Ισχυρισμός	Όροι χρήσης του ισχυρισμού	Αριθμός αναφοράς γνωμοδότησης EFSA
Ισχυρισμός υγείας του άρθρου 14 1β σχετικά με την ανάπτυξη και την υγεία των παιδιών	Ασβέστιο	Το ασβέστιο είναι απαραίτητο για την φυσιολογική ανάπτυξη των οστών των παιδιών	Ο ισχυρισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για τρόφιμα τα οποία είναι τουλάχιστον πηγή ασβεστίου όπως αναφέρεται στον ισχυρισμό ΠΗΓΗ(ΟΝΟΜΑ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ/ΩΝ) Η/ΚΑΙ (ΟΝΟΜΑ ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΑΛΑΤΟΣ/ΩΝ) του παραρτήματος του Κανονισμού	Q-2008-322
	Θρεπτικό συστατικό, τρόφιμο ή κατηγορία τροφίμου	Ισχυρισμός	Όροι χρήσης του ισχυρισμού	Αριθμός αναφοράς γνωμοδότησης EFSA
Ισχυρισμός υγείας του άρθρου 14 1α σχετικά με την μείωση κινδύνου εκδήλωσης ασθένειας	Εστέρες φυτοστανολών	Εχει αποδειχτεί ότι οι εστέρες φυτοστανολών μειώνουν τα επίπεδα γοληστερόλης του αίματος. Τα υψηλά επίπεδα Η γοληστερόλης συνιστούν παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη στεφανιαίας νόσου.	Ο καταναλωτής πρέπει να ενημερώνεται ότι τα θετικά αποτελέσματα εξασφαλίζονται με την ημερήσια πρόσληψη 1,5-2,4g φυτοστανολών. Αναφορά στο μέγεθος της επίδρασης μπορεί να γίνεται μόνο για τρόφιμα των ακόλουθων κατηγοριών: κίτρινες λιπαρές ύλες προς επάλειψη, γαλακτοκομικά προϊόντα, μαγιονέζες και σάλτσες σαλάτας. Όταν γίνεται αναφορά στο μέγεθος του αποτελέσματος πρέπει να κοινοποιούνται στον καταναλωτή το πλήρες εύρος «7-10%» και η διάρκεια «σε 2 έως 3 εβδομάδες»	Q-2008-118