

ΧΗΜΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ



Πάτρα, 2023

ΧΗΜΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Τα **χημικά συστατικά** των τροφίμων που μας κρατάνε **ζωντανούς** και **υγιείς** και εξασφαλίζουν την απαραίτητη **ενέργεια** για τις εργασίες μας ονομάζονται:

Θρεπτικά Συστατικά

Οργανικά

Υδατάνθρακες

Λίπη

Πρωτεΐνες

Ανόργανα

Νερό

Ανόργανα συστατικά

Οξυγόνο

Βιταμίνες

Βιταμίνες

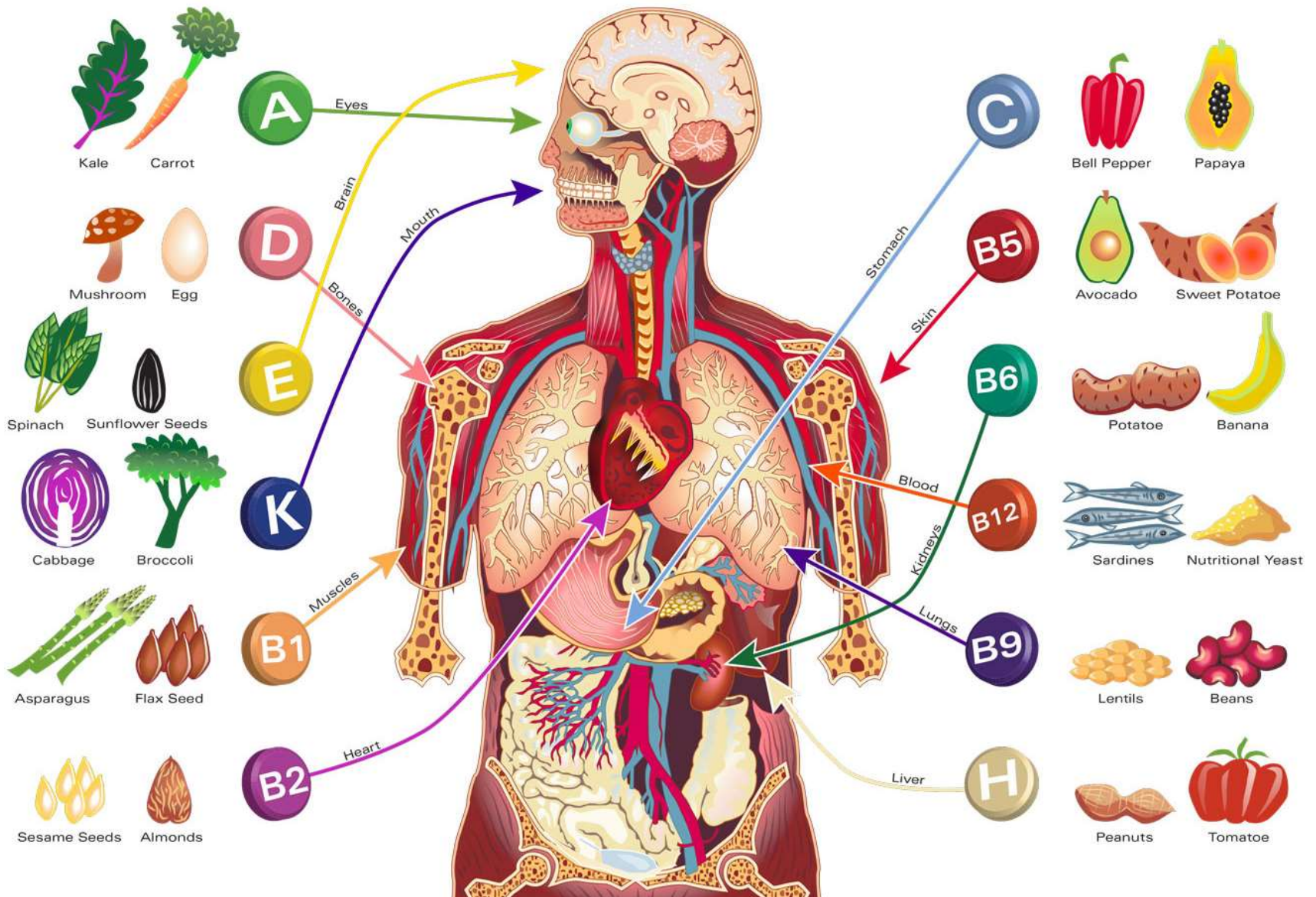


Συστατικά των τροφίμων σε ελάχιστες ποσότητες απαραίτητα στον οργανισμό για ομαλή του λειτουργία, συμβάλλοντας σε βιοχημικές διεργασίες εντός αυτού

Αναγκαίες σε:

1. Μεταβολισμό (αφομοίωση) πρωτεϊνών, υδατανθράκων και λιπών – παραγωγή ενέργειας
2. Σύνθεση ορμονών - ενζύμων
3. Ενίσχυση αμυντικού (ανοσοποιητικού) συστήματος
4. Ρύθμιση ανάπτυξης
5. Καλή λειτουργία νευρικού συστήματος

Βιταμίνες



Βιταμίνες

☆ Η έννοια βιταμίνη διατυπώθηκε από ολλανδό γιατρό **Κρίστιαν Άικμαν**, (C. Eijkman, **Nobel 1896**), που ανακάλυψε ότι η ασθένεια beri-beri οφειλόταν στη χρήση αποφλοιωμένου ρυζιού. Το όνομα δόθηκε από πολωνό βιοχημικό **Καζίμιερζ Φούνκ** (K. Funk, 1912).

- Το όνομα τους προέρχεται από: **Vita (ζωή) + αμίνη**
- Πολύπλοκες οργανικές ενώσεις (16 γνωστές σήμερα)
- Είναι γνωστές με ένα γράμμα του λατινικού αλφαβήτου (**A, B, C, D, E, K**) ή με ονομασία σχετική με τη **χημική δομή** τους ή με **εμπειρικές** ονομασίες
- Κατατάσσονται σύμφωνα με λειτουργικότητα και όχι χημική δομή και δεν συντίθενται από τον οργανισμό (εκτός D, K και νιασίνης), αλλά βρίσκονται στα **τρόφιμα** ή συντίθενται **εργαστηριακά**



Κρίστιαν Άικμαν
(1858 –1930)



Kazimierz Funk
(1884-1967)

Βιταμίνες

- Οι βιταμίνες χρειάζονται **καθημερινά** σε ορισμένες ποσότητες.
- Μονάδα μέτρησης βιταμινών είναι η **Διεθνής Μονάδα (IU, International Unit)** καθοριζόμενη σήμερα ως **αντίστοιχη ορισμένου βάρους (mg ή µg) καθαρής βιταμίνης ανά 100 g τροφίμου**
- Έλλειψη βιταμινών (αβιταμίνωση ή υποβιταμίνωση) οδηγεί σε σοβαρές παθολογικές καταστάσεις (π.χ. στα παιδιά σταματά η ανάπτυξη).
- Πολύ αυξημένες ποσότητες βιταμινών (**υπερβιταμίνωση**), είναι δυνατό να εμφανίζουν τοξική δράση.
- Οι ανάγκες σε βιταμίνες πρέπει να καλύπτονται από ποικιλία τροφών (**μικτή διατροφή**) όπως ορίζουν διεθνείς οργανισμοί υγείας όπως: **RDA (Recommended Dietary Allowances, USA)**, **RNI (Reference Nutrient Intakes, UK)** ή **WHO (World Health Organization)**.

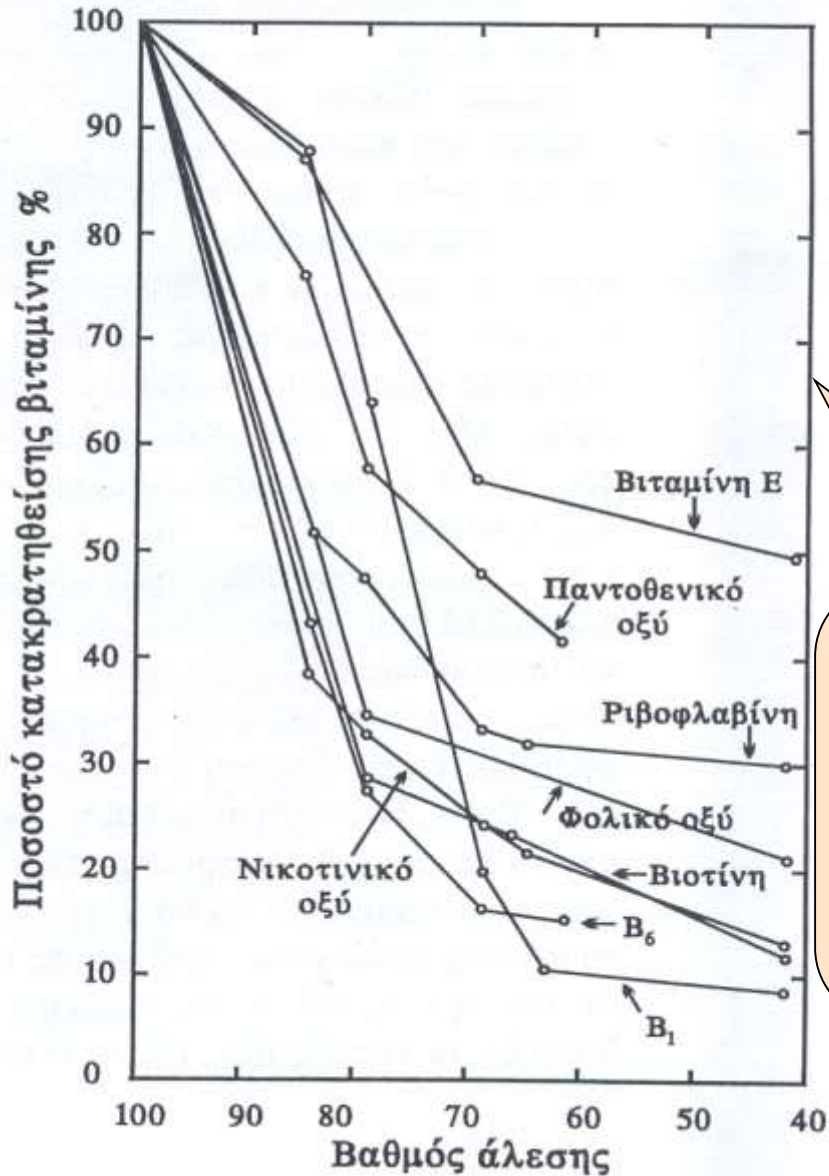
- 👉 **Επεξεργασίες τροφίμων** (άλεση, τεμαχισμός, εξευγενισμός, ξήρανση, βρασμός, κονσερβοποίηση) και μεγάλη **έκθεση** τους σε φως και θερμότητα **ελαττώνουν** σημαντικά την περιεκτικότητά τους σε βιταμίνες!!!
- 👉 Για παράδειγμα η **άλεση** των **δημητριακών** προκαλεί σημαντικές **απώλειες σε βιταμίνες** ανάλογα με το ποσοστό διαχωρισμού του ενδοσπερμίου από το πίτυρο στον κόκκο του συγκεκριμένου δημητριακού
- 👉 **Ο τεμαχισμός** (κυρίως φυτικών ιστών) οδηγεί σε απώλεια βιταμινών λόγω αφαίρεσης κυρίως επιδερμίδας φρούτων και κηπευτικών π.χ. μήλα, καρότα, πατάτες περιέχουν την περισσότερη **βιταμίνη C** και **νιασίνη** αντίστοιχα στη φλούδα τους.

Βιταμίνες



- Το **πλύσιμο, βρασμός, ζεμάτισμα (blanching)**, για αδρανοποίηση ενζύμων) οδηγούν κυρίως σε απώλεια των **υδατοδιαλυτών βιταμινών** ανάλογα με pH, θερμοκρασία, υγρασία και βαθμό ωριμότητας τροφίμου.
- Η **προσθήκη χημικών συντηρητικών** (π.χ. **νιτρώδη, αιθυλενο-προπυλενοξειδία, SO₂**) στα τρόφιμα, παρά την επωφελή τους δράση (παρεμπόδιση αμαύρωσης, συντήρηση κ.λπ.) καταστρέφουν πολλές βιταμίνες.
- Η **θέρμανση** στα τρόφιμα, για ελάττωση του μικροβιακού πληθυσμού των προϊόντων (**παστερίωση, αποστείρωση** κ.λπ.) προκαλεί απώλεια βιταμινών, που ελέγχεται μερικώς με συνδυασμό **υψηλής θερμοκρασίας και μικρού χρόνου θέρμανσης** (παστερίωση High Temperature Short Time **(HTST)**)

Βιταμίνες



Σχέση μεταξύ **βαθμού άλεσης** σιταριού και **ποσοστού βιταμινών** που παραμένει στο παραγόμενο **αλεύρι**

Χρονολογίες ανακάλυψης Βιταμινών

Έτος ανακάλυψης	Βιταμίνη	Κύριες πηγές
1913	Βιταμίνη A (Ρετινόλη)	Μουρουνέλαιο
1910	Βιταμίνη B₁ (Θειαμίνη)	Φλοιός ρυζιού
1920	Βιταμίνη C (Ασκορβικό οξύ)	Εσπεριδοειδή, φρέσκα τρόφιμα
1920	Βιταμίνη D (Καλσιφερόλη)	Μουρουνέλαιο
1920	Βιταμίνη B₂ (Ριβοφλαβίνη)	Κρέας, αυγά
1922	Βιταμίνη E (Τοκοφερόλη)	Φυτικά έλαια κυρίως του σιταριού
1926	Βιταμίνη B₁₂ (Κοβαλαμίνες)	Συκώτι, αυγά, ζωικά προϊόντα
1929	Βιταμίνη K₁ (Φυλλοκινόνη)	Πράσινα φυλλώδη λαχανικά
1931	Βιταμίνη B₅ (Παντοθενικό οξύ)	Κρέας, σπόροι
1931	Βιταμίνη B₇ (Βιοτίνη)	Κρέας, αυγά, γαλακτοκομικά
1934	Βιταμίνη B₆ (Πυριδοξίνη)	Κρέας, γαλακτοκομικά
1936	Βιταμίνη B₃ (Νιασίνη)	Κρέας, αυγά, σπόροι
1941	Βιταμίνη B₉ (Φολικό οξύ)	Πράσινα φυλλώδη λαχανικά

Κατάταξη Βιταμινών



Με βάση τη διαλυτότητά τους κατατάσσονται σε:

Λιποδιαλυτές

A, D, E & K (εκχυλίζονται από τα τρόφιμα μαζί με το λίπος)

1. Απορροφούνται μαζί με το λίπος κατά την πέψη στο **γαστρεντερικό σωλήνα**, κυκλοφορούν μέσω **λεμφικού συστήματος** ενσωματωμένες σε **λιποπρωτεΐνες**
2. Δεν απεκκρίνονται με ούρα
3. **Αποθηκεύονται** στο σώμα καλύπτοντας οργανικές ανάγκες χωρίς απαραίτητο καθημερινό εφοδιασμό

Υδατοδιαλυτές

B & C

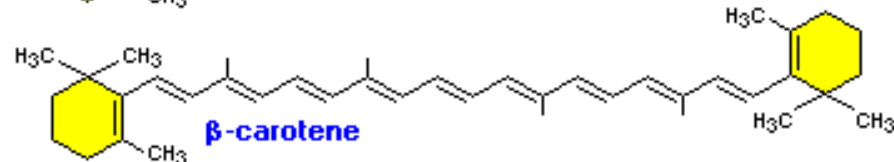
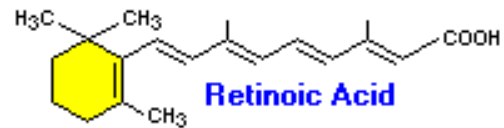
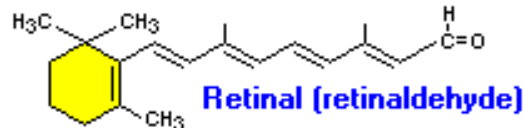
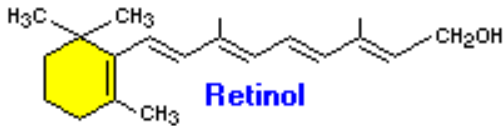
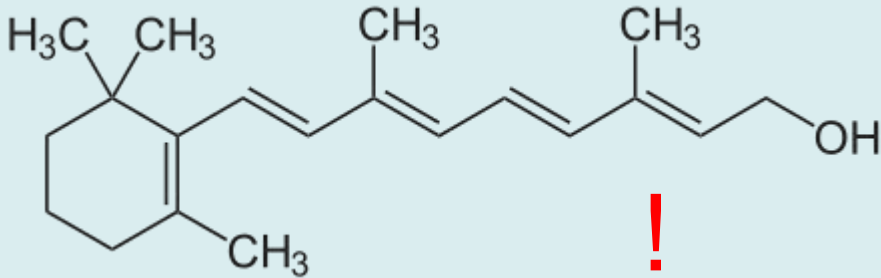
1. Δεν αποθηκεύονται στον οργανισμό (απαραίτητος καθημερινός εφοδιασμός)
2. Απεκκρίνονται στα ούρα

Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη Α

Εμπειρικές ονομασίες: **Αξηροφθόλη, ρετινόλη**

Χημική δομή (ακόρεστη πρωτοταγής αλκοόλη, $C_{20}H_{29}OH$)



- Η **ρετινόλη** είναι ένα κίτρινο στερεό που διαλύεται σε λίπη και έλαια
- Παράγεται βιομηχανικά και χρησιμοποιείται για τον εμπλουτισμό της **μαργαρίνης**
- Βρίσκεται στο **λίπος ΜΟΝΟ** των **ζώων** είτε ως ελεύθερη αλκοόλη, είτε σαν εστέρας λιπαρών οξέων, αλδεΐδη ή οξύ
- Αποθηκεύεται στο **συκώτι**



Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη A

➤ Η **A** είναι απαραίτητη σε:

1. Ομαλή **ανάπτυξη**
2. Υγεία του **δέρματος**
3. Προσαρμογή **οφθαλμών** στο σκοτάδι

➤ Έλλειψη της **A** προκαλεί:

1. Καθυστέρηση ανάπτυξης
2. Ξηροφθαλμία
3. Κερατομαλακία
4. Δερματοπάθειες

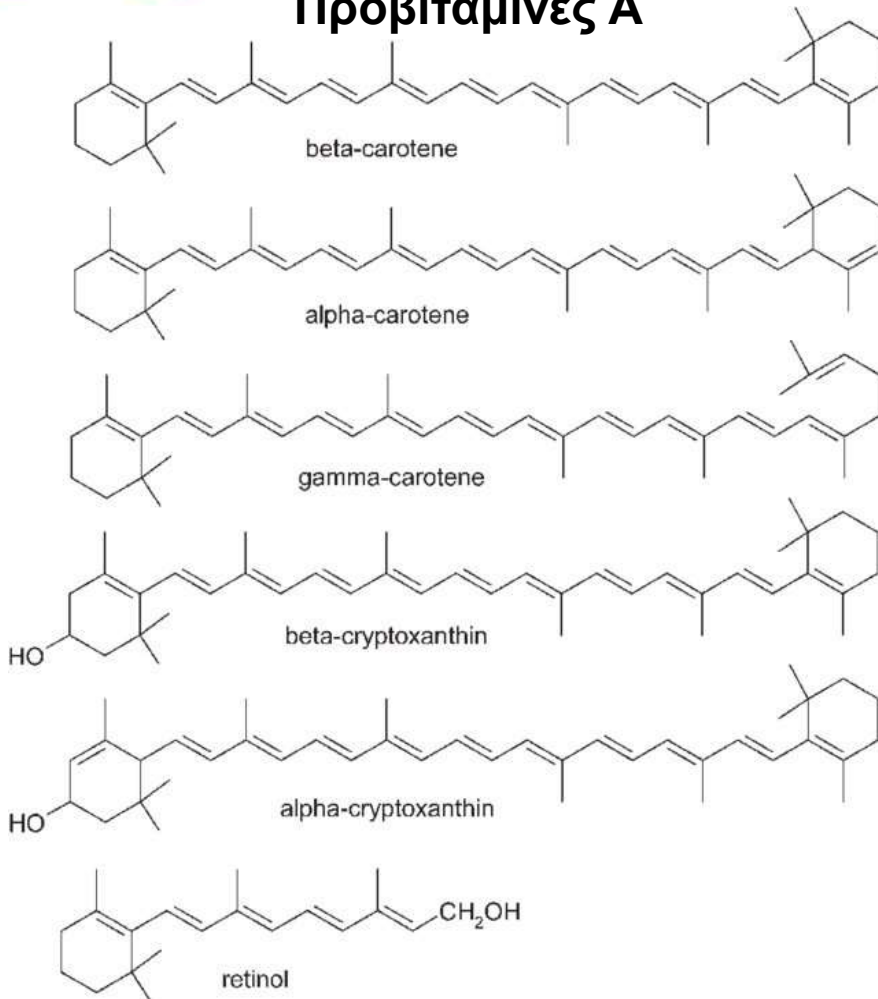
- Τα **φυτά** περιέχουν χρωστικές (**καροτενοειδή**) που μετατρέπονται σε **Βιτ. A** **!** (**προβιταμίνες**) κατά την απορρόφησή τους στο λεπτό έντερο.
- Περιεκτικότητα τροφίμων σε βιτ. **A** εκφράζεται σε **ισοδύναμα ρετινόλης**:
 - ✓ **1 μg ρετινόλης** ισοδυναμεί με **6 μg β-καροτενίου** ή με **12 μg άλλων προβιταμινών A**
 - ✓ Η **θέρμανση τροφίμων** (**αφυδάτωση, ξήρανση**) παρουσία **O₂** (στον αέρα και το φως) προκαλεί **διάσπαση** και **οξείδωση** της **A**



ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Βιταμίνη Α

Προβιταμίνες Α



Καροτενοειδή με ενεργότητα βιταμίνης Α

Ένωση	Σχετική βιολογική ενεργότητα ως προς β-καροτένιο
Ρετινόλη	200
β-Καροτένιο	100
β-Απο-8-καροτέναλη	72
Κρυπτοξανθίνη	57



ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Βιταμίνη Α

ΣΗΠ:

Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη σε υγιείς ανθρώπους > 4 ετών: **900** μg (ή 3000 IU) για άνδρες και **700** μg (2,333 IU) για γυναίκες.

ΕΔ:

Η μέγιστη επιτρεπόμενη δόση της (UL) είναι **3000** μg (για ηλικίες > 19 ετών)

*Μια διεθνής μονάδα IU \Rightarrow **0,33** μg ρετινόλης

Τρόφιμα	I.U.* / 100 g
Ζωικά προϊόντα	
Μοσχαρίσιο συκώτι	10.000-40.000
Ηπατέλαιο βακαλάου	75.000
Νωπό βούτυρο	
Τυρί	
Αυγά	
Νεφρά	
Ψάρια (σαρδέλες σολωμός)	
Γάλα	
Φυτικά προϊόντα (με καροτένια)	
Καρότα	
Σπανάκι	
Κάρδαμο	

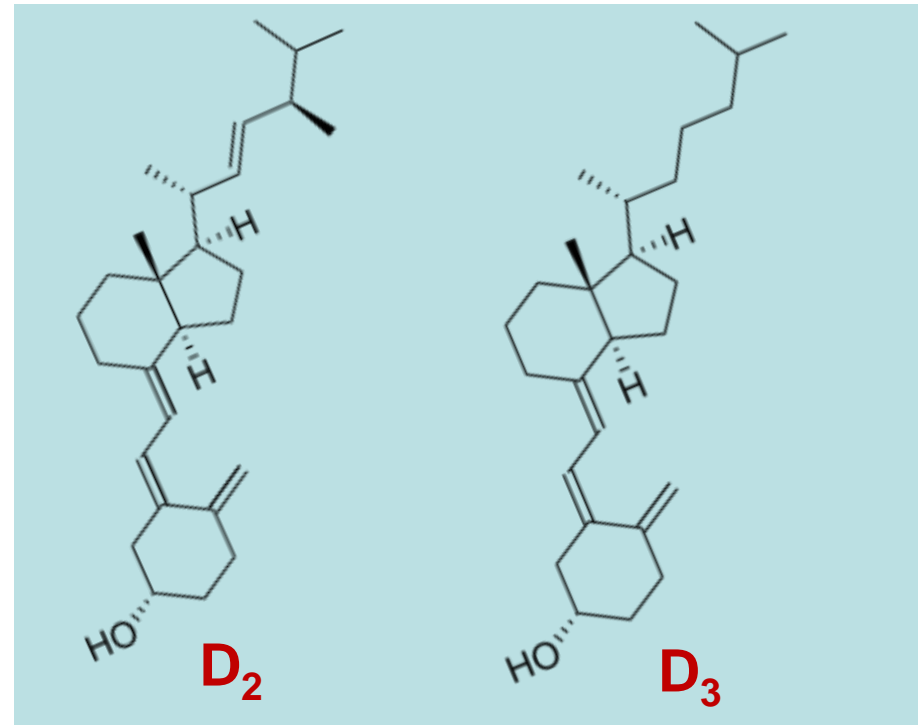
Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

!!!

Βιταμίνη D (Χοληκαλσιφερόλη, Αντιρραχιατική βιταμίνη)



- ↪ Απαντά σε πολλές μορφές με σημαντικότερες τις **D₂** (εργοκαλσιφερόλη) και **D₃** (χοληκαλσιφερόλη)
- ↪ Προκύπτουν από την **ακτινοβολία** (UV ήλιου) των στεροειδών του ανθρωπίνου δέρματος (**προβιταμίνες**).
- ↪ Η **D₂** προέρχεται από την **εργοστερόλη** και η **D₃** από την **7-δεϋδροχοληστερόλη**



- ↪ είναι **ασταθείς** στην **ακτινοβολία** (δημιουργούν τοξικά προϊόντα)
- ↪ είναι **ευαίσθητες** στο **οξυγόνο** και σε χαμηλό **pH**
- ↪ **προστίθενται** σε γάλα και μαργαρίνη



Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη D (Χοληκαλσιφερόλη, Αντιραχίτική βιταμίνη)

➤ Η **D** είναι απαραίτητη σε:

1. Απορρόφηση του **Ca** και του **P** από το σώμα
2. Ομαλή **ανάπτυξη οστών** και **δοντιών**

➤ Έλλειψη της **D** προκαλεί:

1. Βλάβες στα δόντια
2. **Ραχίτιδα** στα παιδιά

➤ Ημερήσιες απαιτήσεις σε **D**

1. Παιδιά: **10 μg**
2. Ενήλικες: **2,5 μg**

Τρόφιμα όπου περιέχεται η D	I.U.* / 100 g
Ηπατέλαιο βακαλάου	8.700
Μαργαρίνη	300
Αυγά	150
Κρέας	150
Συκώτι (ψημένο)	45
Βούτυρο νωπό	40
Τυρί	15
Γάλα	1,5
Λιπαρά ψάρια	

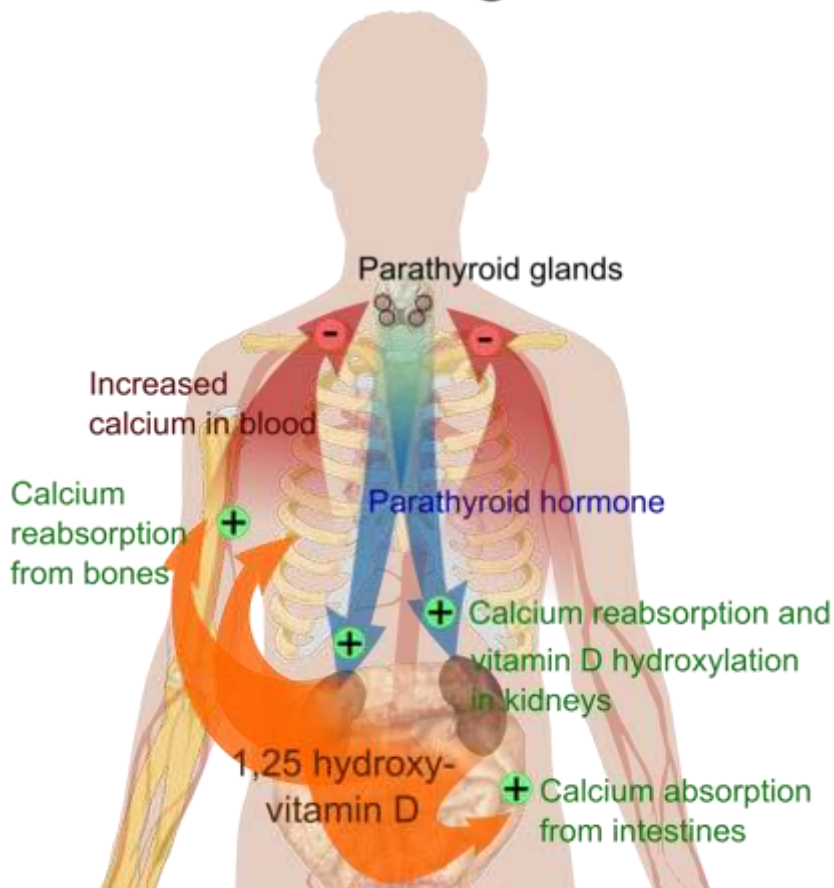
*Μια διεθνής μονάδα ⇒ **0,025** μg βιταμίνης D₂



Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη D

Calcium regulation



20µg of Vitamin D = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Fish (Salmon)



142% DV (28.4µg)
per 6oz fillet

265 calories

2 Crimini (Chestnut) Mushrooms (Exposed to UV Light)



139% DV (27.8µg)
per cup

19 calories

3 Fortified Milk



32% DV (6.3µg)
per 16oz glass

298 calories

4 Fortified Milk Substitutes (Soy Milk)



29% DV (5.8µg)
per 16oz glass

160 calories

5 Fortified Tofu



28% DV (5.7µg)
per cup

208 calories

6 Fortified Yogurt



16% DV (3.2µg)
per cup

250 calories

7 Fortified Breakfast Cereal



12% DV (2.5µg)
per 3/4 cup

96 calories

8 Fortified Orange Juice



12% DV (2.5µg)
per cup

117 calories

9 Pork Chops



10% DV (2.1µg)
in 1 pork chop

525 calories

10 Eggs



6% DV (1.1µg)
in 1 large egg

78 calories



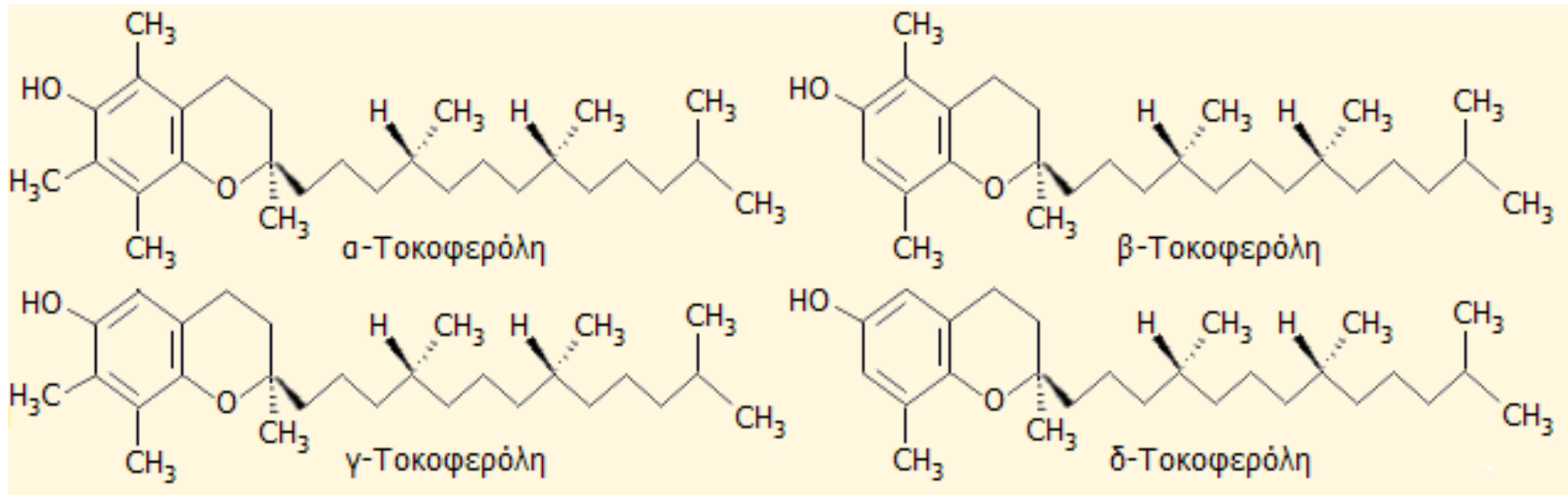
Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

!!!

Βιταμίνη E (Τοκοφερόλη)

⇒ Σύμπλεγμα βιταμινών, όπου ανήκουν οι παραπλήσιες βιολογικά ενώσεις **τοκοφερολών α-, β-, γ- & δ-** με δραστικότερη την **α-τοκοφερόλη** ($C_{29}H_{50}O_2$, κίτρινο λάδι)

- ⇒ Σημαντικό μέρος της χάνεται κατά την **επεξεργασία λιπών** και **ελαίων** (εξειυγενισμός, υδρογόνωση)
- ⇒ Απώλειες υπάρχουν κατά την **αυτοξείδωση** των λιπών και την παρασκευή φαγητού σε υψηλές θερμοκρασίες (τηγάνισμα)



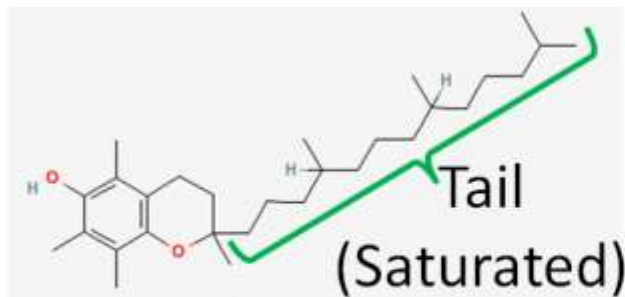


ΛΙΠΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

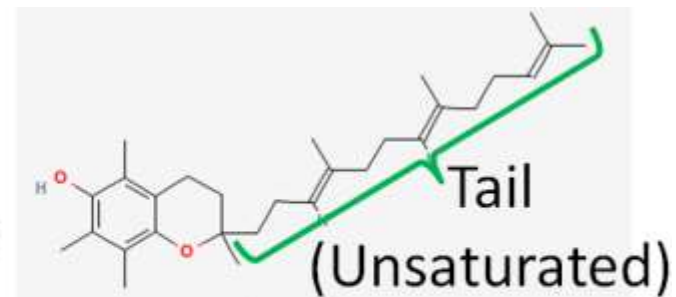
Βιταμίνη E

Τοκοφερόλες & Τοκοτριενόλες

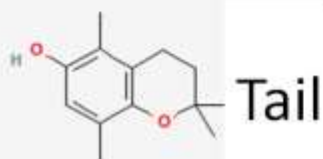
Υπάρχουν 8 διαφορετικές μορφές βιτ. E: 4 τοκοφερόλες και 4 τοκοτριενόλες



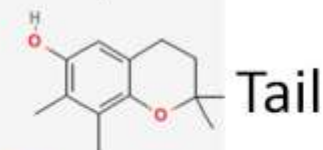
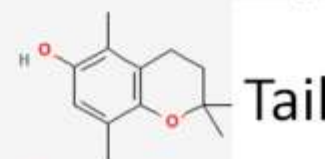
α
(Alpha)



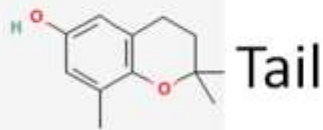
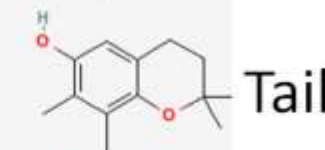
(Unsaturated)



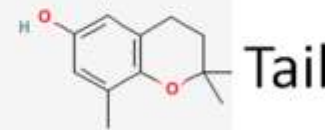
β
(Beta)



γ
(Gamma)



δ
(Delta)



Tocopherols

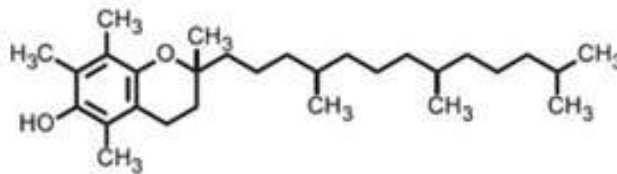
Tocotrienols

!

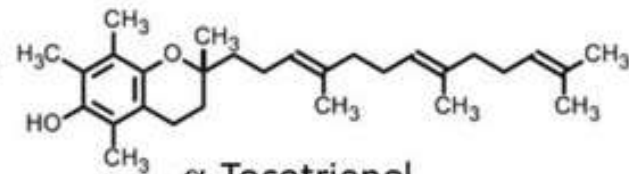
Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη E

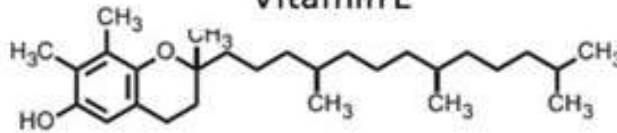
Τοκοφερόλες & Τοκοτριενόλες



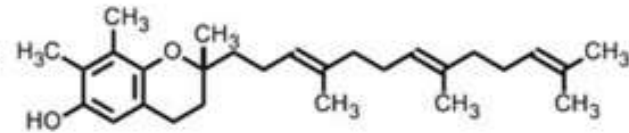
α -Tocopherol
Vitamin E



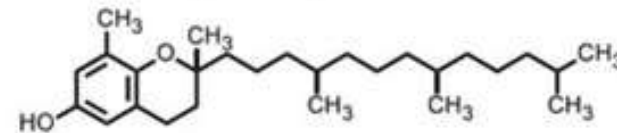
α -Tocotrienol



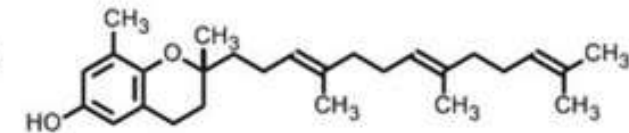
γ -Tocopherol



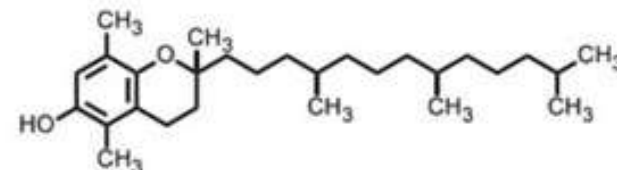
γ -Tocotrienol



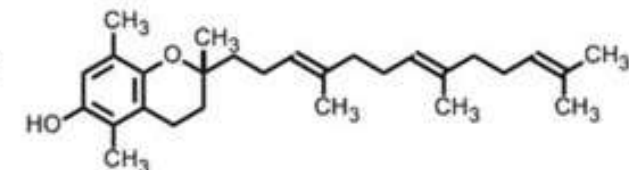
δ -Tocopherol



δ -Tocotrienol



β -Tocopherol



β -Tocotrienol



Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη E

➤ Οι E είναι φυσικά
αντιοξειδωτικά απαραίτητα σε:

1. Ανάπτυξη και αναπαραγωγή
2. Προστασία των ευοξειδωτων
συστατικών των οργανισμών
3. Προστασία πολύτιμων
συστατικών τροφίμων από
οξείδωση (π.χ.
πολυακόρεστων λιπαρών
οξέων, καροτένιων,
ασκορβικού οξέος)

➤ Έλλειψη της E προκαλεί:

1. Στα ζώα **στεριότητα** ή **μυϊκή
δυστροφία** ή **αναιμία**

15mg of Vitamin E = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Sunflower Seeds



49% DV (7.4mg)
per 1oz handful

165 calories

2 Almonds



49% DV (7.3mg)
per 1oz handful

164 calories

3 Avocados



28% DV (4.2mg)
per avocado

322 calories

4 Spinach



25% DV (3.7mg)
per cup cooked

41 calories

5 Butternut Squash



18% DV (2.6mg)
per cup cooked

82 calories

6 Kiwifruit



18% DV (2.6mg)
per cup

110 calories

7 Broccoli



15% DV (2.3mg)
per cup cooked

55 calories

8 Trout



13% DV (2mg)
per fillet

119 calories

9 Olive Oil



13% DV (1.9mg)
per tablespoon

119 calories

10 Shrimp (Prawns)



12% DV (1.9mg)
per 3oz (about 12 large)

101 calories

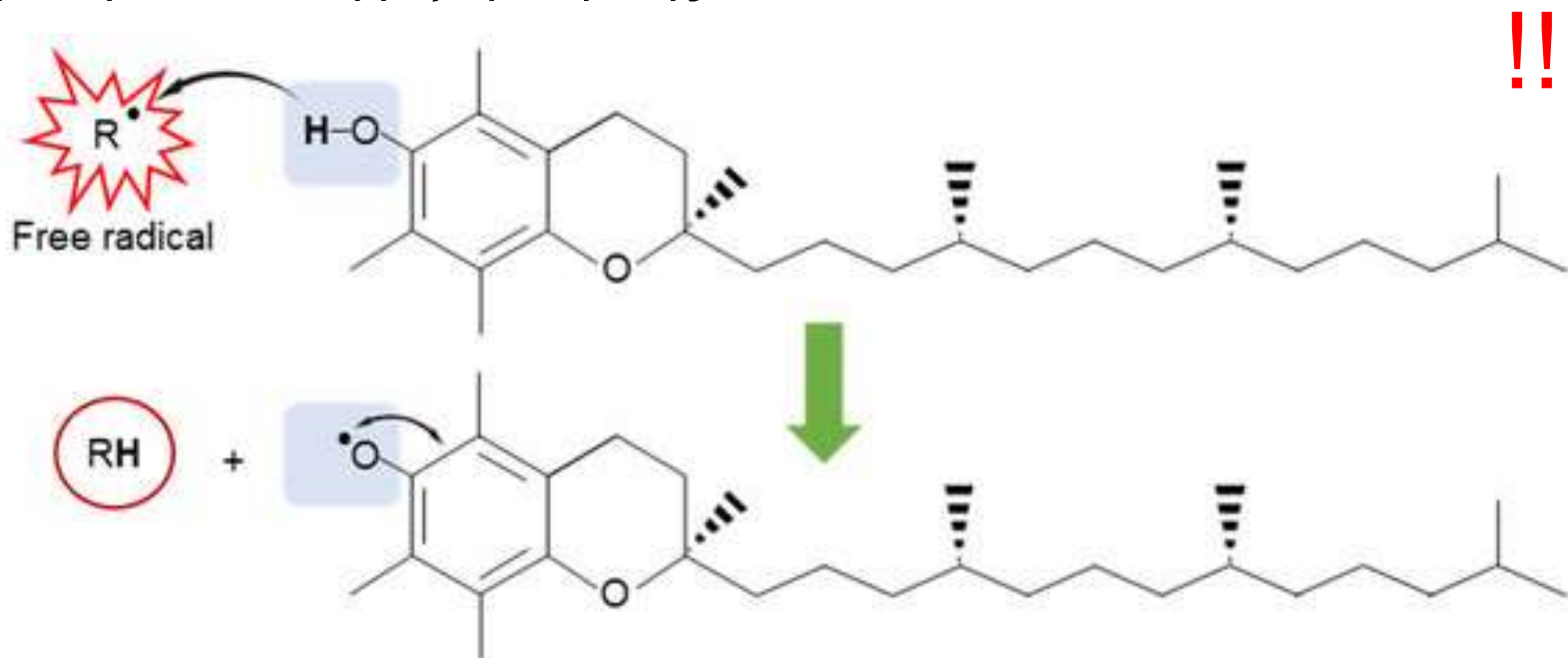


Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη E

Σχέση δομής-δραστηκότητας

Η βιταμίνη E ασκεί την **αντιοξειδωτική** της δράση εξουδετερώνοντας ελεύθερες ρίζες ($R\cdot$). Η ομάδα υδροξυλίου ($-OH$) στον δακτύλιο χρωμανόλης μπορεί να δωρίσει το άτομο H της σε μια ελεύθερη ρίζα με αποτέλεσμα ένα αποεντοπισμένο και σταθεροποιημένο ασύζευκτο ηλεκτρόνιο \rightarrow τη ρίζα βιταμίνης E





Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

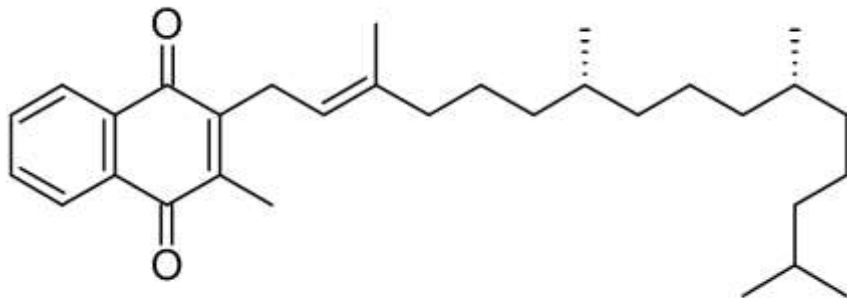
!!!

Βιταμίνη Κ (Φυλλοκινόνη)

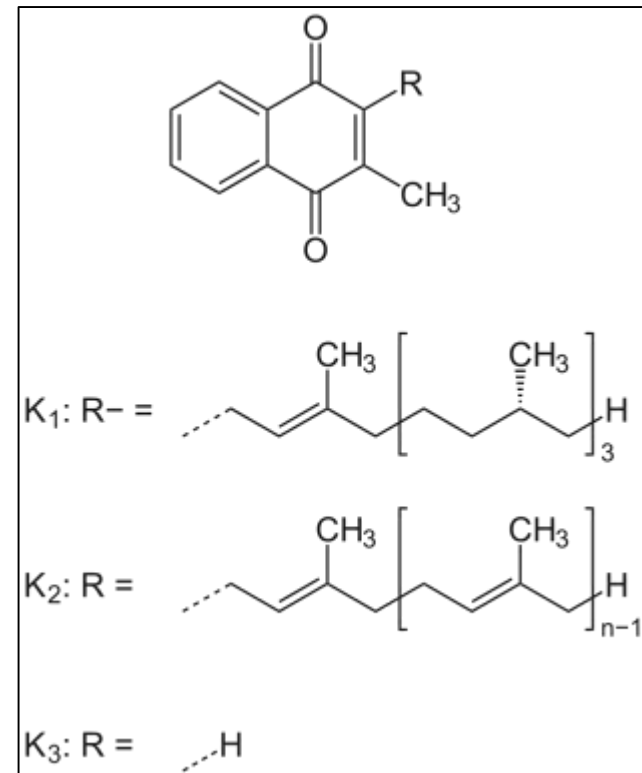
→ Ενεργότητα βιταμίνης **Κ** εμφανίζουν τα λιποδιαλυτά παράγωγα της **ναφθοκινόνης (Κ₁, Κ₂, Κ₃)** που βρίσκονται κυρίως στα **φυτά**

→ Η **Κ₁** είναι **παχύρρευστο κίτρινο λάδι** αδιάλυτο στο νερό και διαλυτό στην αλκοόλη και στον αιθέρα

→ Η **χλωρίδα** του **εντέρου** παράγει σημαντικά ποσά βιταμίνης **Κ** υπό κανονικές συνθήκες υγείας



Βιταμίνη Κ₁ (φυλλοκινόνη)

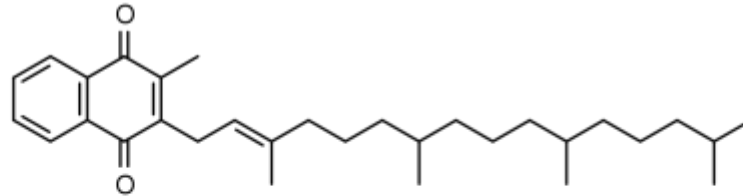




Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

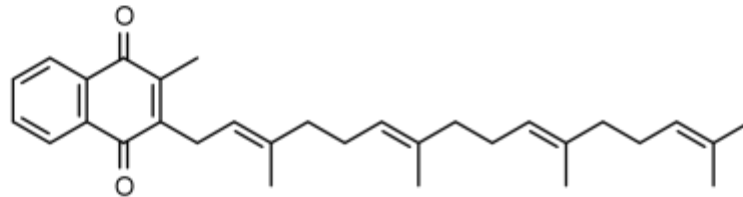
Βιταμίνη Κ (Φυλλοκινόνη)

K1



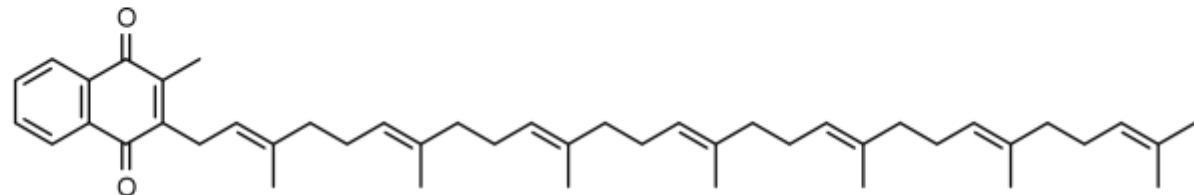
<https://el.wikipedia.org>

MK-4



K2

MK-7



Η βιταμίνη Κ περιλαμβάνει δύο φυσικά βιταμερή, τη **βιταμίνη Κ1 (φυλλοκινόνη)** και **βιταμίνη Κ2 (μενακινόνη)**. Η βιτ. Κ2 αποτελείται από διάφορους υποτύπους, με διάφορα μήκη πλευρικών αλυσίδων (ισοπρενοειδών). Οι δύο που έχουν μελετηθεί περισσότερο είναι η **μενακινόνη-4 (MK-4)** και η **μενακινόνη-7 (MK-7)**.



Λιποδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη K

→ Η **K** είναι απαραίτητη σε:

1. Κανονική **πήξη** του **αίματος**, διότι αποτελεί προσθετική ομάδα ενζύμου απαραίτητου για τη σύνθεση στο συκώτι της **προθρομβίνης** (γλυκοπρωτεΐνης απαραίτητης για πήξη αίματος) που είναι πρόδρομος της **θρομβίνης**

2. Παρεμπόδιση **αιμορραγιών**

Τρόφιμα πλούσια σε K

Σπανάκι

Κουνουπίδι

Λάχανο

120µg of Vitamin K = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Kale



453% DV (544µg)
per cup cooked

47 calories

2 Broccoli



183% DV (220µg)
per cup cooked

55 calories

3 Brussels Sprouts



182% DV (219µg)
per cup cooked

56 calories

4 Cabbage



136% DV (163µg)
per cup cooked

35 calories

5 Pickled Cucumber



109% DV (130µg)
per cup

207 calories

6 Asparagus



76% DV (91µg)
per cup cooked

40 calories

7 Kiwifruit



60% DV (73µg)
per cup

110 calories

8 Okra



53% DV (64µg)
per cup cooked

35 calories

9 Green (Snap) Beans



50% DV (60µg)
per cup cooked

44 calories

10 Lettuce



47% DV (56µg)
per cup

7 calories



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



Βιταμίνες συμπλέγματος Β

- Ομάδα βιταμινών με παραπλήσια δράση, που συχνά βρίσκονται όλες μαζί στα τρόφιμα και σχετίζονται με την **απελευθέρωση ενέργειας** από αυτά
- Οι σπουδαιότερες είναι:

B₁ (Θειαμίνη, ανευρίνη)

B₂ (Ριβοφλαβίνη)

B₃ (Νιασίνη, νικοτινικό οξύ ή αντιπελλαργική βιταμίνη)

B₆ (Πυριδοξίνη)

B₅ (Παντοθενικό οξύ)

B₇ (Βιοτίνη)

B₉ (Φολικό οξύ)

B₁₂ (Κοβαλαμίνες)



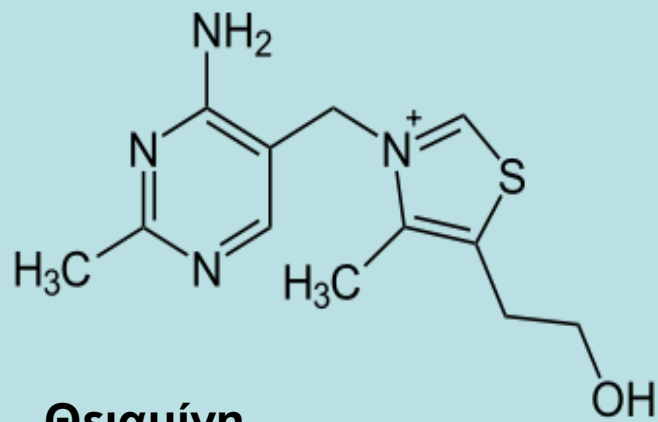


Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



Βιταμίνη B₁ (Θειαμίνη, ανευρίνη)

- Λευκή, **υδατοδιαλυτή**, κρυσταλλική ουσία με μια αλκοολική και μια αμινική ομάδα (δακτύλιοι πυριμιδίνης και θειαζολίου), παρούσα σε πολλά τρόφιμα



Θειαμίνη

- Διασπάται κατά τη **θέρμανση** σε υψηλές θερμοκρασίες. Το ποσοστό της θειαμίνης που χάνεται:

- ✓ Με το **βράσιμο** των **λαχανικών** ~50%
- ✓ Με το **βράσιμο** του **κρέατος** ~15-40%
- ✓ Με το **ψήσιμο** του κρέατος ~40-50%
- ✓ Με την **κονσερβοποίηση** αυτού ~75%
- ✓ Κατά τη παρασκευή **ψωμιού** ~20-30%

- Κάποια **συντηρητικά** (π.χ. **-NO₂⁻** & **-HSO₃⁻**) καταστρέφουν επίσης τη βιταμίνη (λόγω αντίδρασης με **-NH₂** και πυρηνόφιλης υποκατάστασης στον **μεθυλενικό C** αντίστοιχα)
- Παρουσία διογκωτικών (π.χ. **baking powders**) καταστρέφεται η θειαμίνη λόγω αντίδρασης με αυτά



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

!!!

Βιταμίνη B₁ (Θειαμίνη, ανευρίνη)

● Η B₁ είναι απαραίτητη:

Στον μεταβολισμό υδατανθράκων, λιπών, αλκοόλης και α-κετοξέων ως συνένζυμο τριών ενζύμων:

- Δεϋδρογονάσης πυροσταφυλικού
- Δεϋδρογονάσης α-κετογλουταρικού
- Τρανσκετολάσης

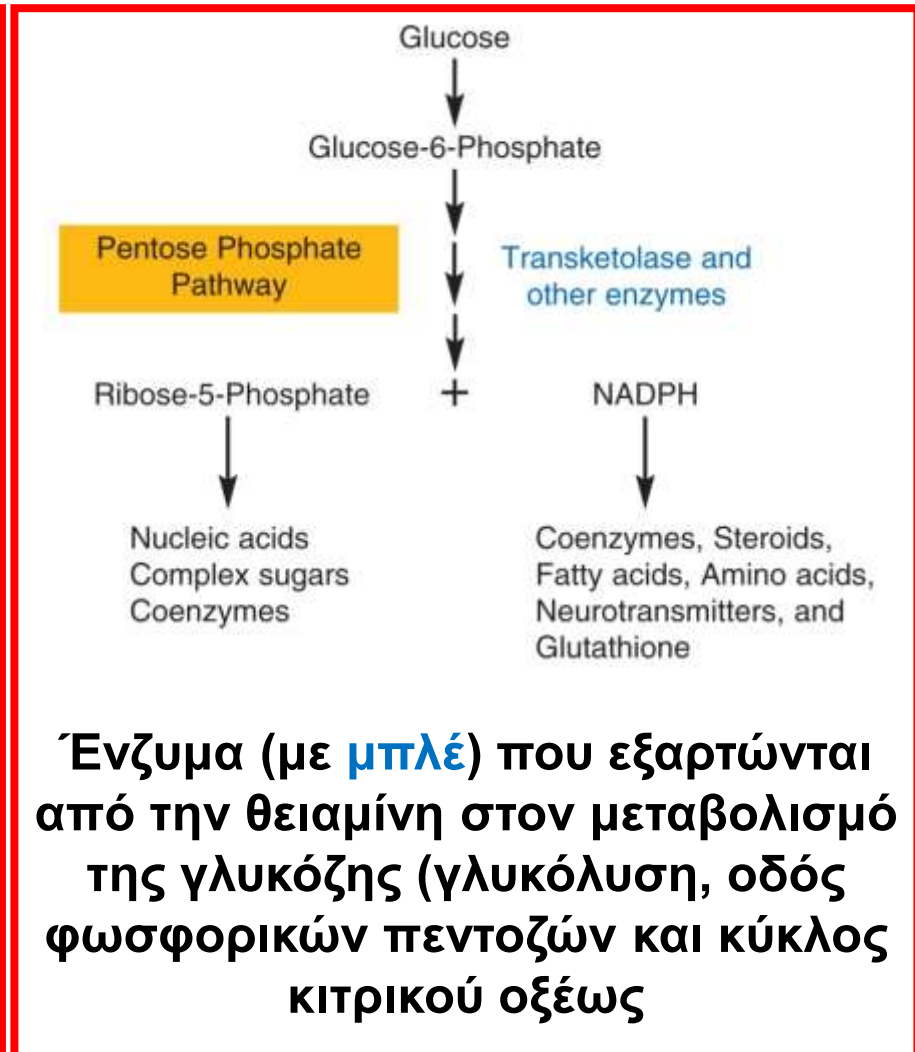
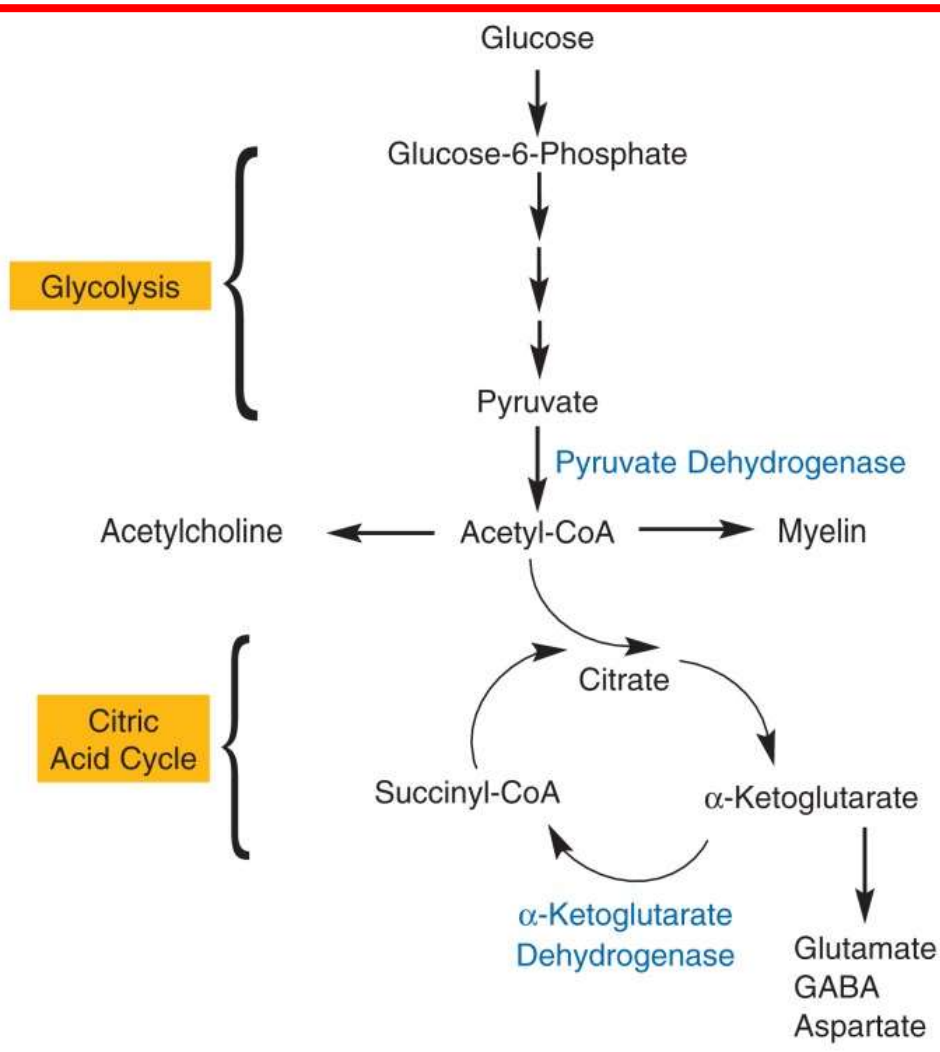
● Έλλειψη της B₁ προκαλεί:

1. Ανωμαλία στο μεταβολισμό υδατανθράκων (ασθένεια **beri-beri**)
2. Αναχαίτιση της **ανάπτυξης** στα παιδιά, απώλεια όρεξης, κόπωση, νευρική και βραδυκαρδία



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₁ (Θειαμίνη, ανευρίνη)



Ένζυμα (με μπλέ) που εξαρτώνται από την θειαμίνη στον μεταβολισμό της γλυκόζης (γλυκόλυση, οδός φωσφορικών πεντοζών και κύκλος κιτρικού οξέως)



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη Β₁

1mg of Thiamin = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Lean Pork Chops



96% DV (1.1mg)
in a 6oz chop

332 calories

2 Fish (Salmon)



48% DV (0.6mg)
per 6oz fillet

350 calories

3 Flax Seeds



39% DV (0.5mg)
per oz

152 calories

4 Navy Beans



36% DV (0.4mg)
per cup

255 calories

5 Green Peas



35% DV (0.4mg)
per cup cooked

134 calories

6 Firm Tofu



33% DV (0.4mg)
per cup

363 calories

7 Brown Rice



30% DV (0.4mg)
per cup

248 calories

8 Acorn Squash



29% DV (0.3mg)
per cup cooked

115 calories

9 Asparagus



24% DV (0.3mg)
per cup cooked

40 calories

10 Mussels



21% DV (0.3mg)
per 3oz

146 calories

Τρόφιμα όπου
περιέχεται η Β₁

mg/100 g

Χοιρινό (μαγειρεμένο)

0,6

Συκώτι

0,3

Μπιζέλια

0,3

Φυστίκια

0,25

Ψωμί ολικής άλεσης

0,24

Άσπρο ψωμί

0,18

Μοσχαρίσιο Κρέας

0,1

Αυγά

0,1

Πατάτες

0,1

Πορτοκάλι

0,08

Γάλα

0,04

Μήλο

0,03

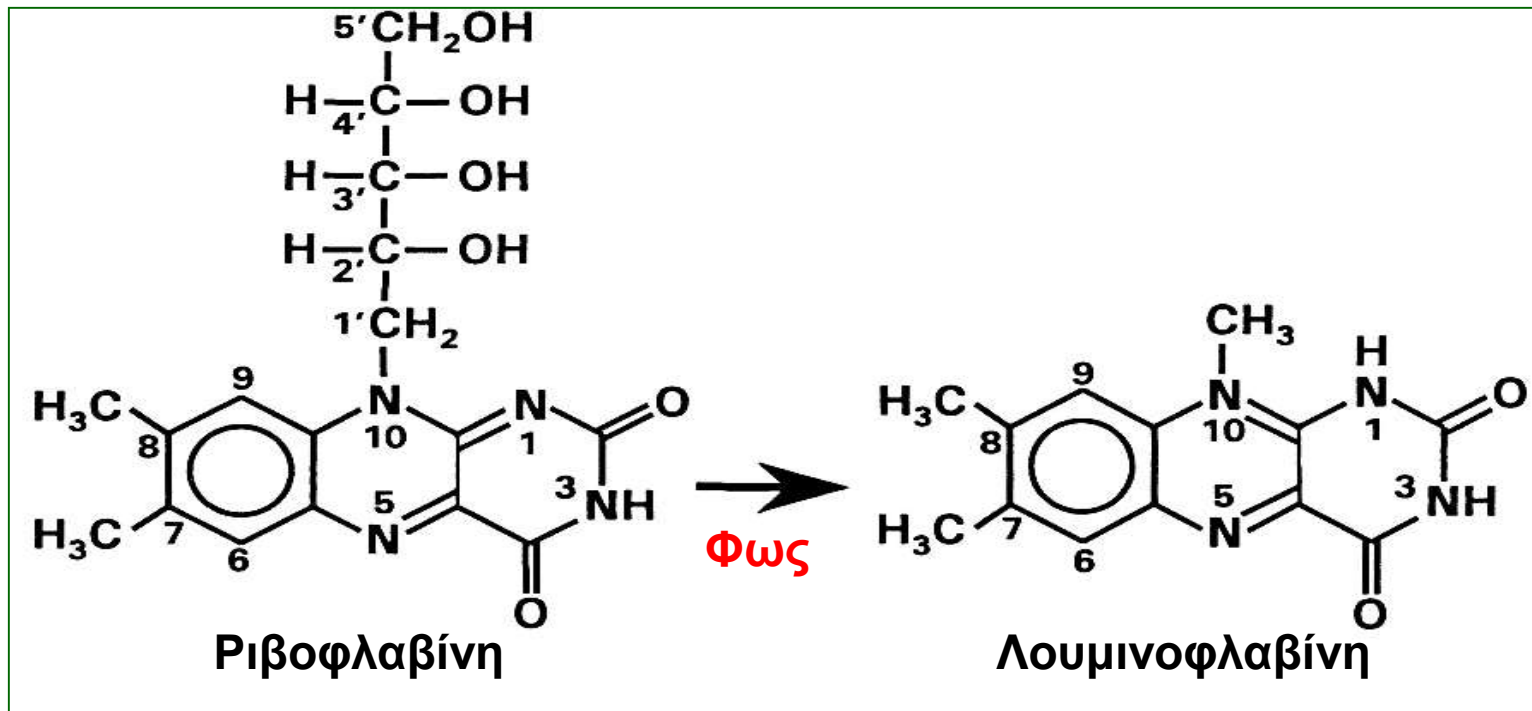


Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



Βιταμίνη B₂ (ριβοφλαβίνη)

- ◇ Πρασινοκίτρινη, υδατοδιαλυτή, φθορίζουσα στερεά ουσία, σχετικά σταθερή στη **θέρμανση** αλλά πολύ ευαίσθητη στο **φως**!
- ◇ Τα $\frac{3}{4}$ της ριβοφλαβίνης του γάλακτος μετατρέπονται σε λουμινοφλαβίνη μετά 3½ ώρες στο ηλιακό **φως** και η γεύση του αλλάζει!





Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₂ (ριβοφλαβίνη)

- ◆ Η B₂ είναι απαραίτητη σε:
Μεταβολισμό οξειδώσιμων υλών στα κύτταρα, ως **συστατικό δυο φλαβινο-συνενζύμων**

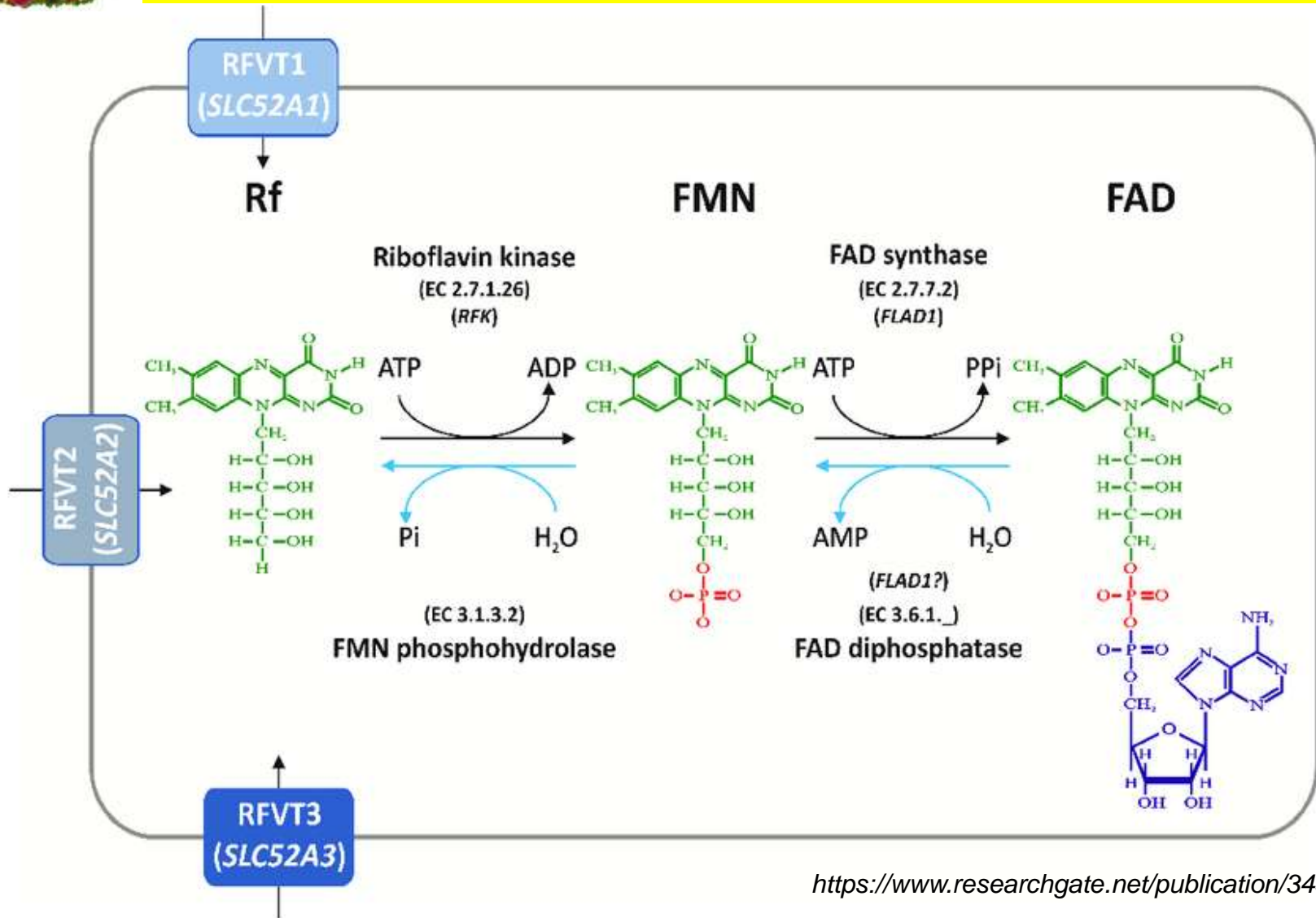
- ◆ Έλλειψη της B₂ προκαλεί:
 1. Γενική καχεξία, καθυστέρηση στην ανάπτυξη
 2. Εμφάνιση γλωσσίτιδας και στοματίτιδας
 3. Εμφάνιση χείλωσης
 4. Βλάβες στα μάτι

Επόμενο σχήμα: Χημικές δομές και μεταβολική μετατροπή της ριβοφλαβίνης (Rf) και των **FMN** και **FAD** στον άνθρωπο, και ένζυμα που εμπλέκονται στη μετατροπή της Rf σε FAD και αντίστροφα, μαζί με τα αντίστοιχα ονόματα γονιδίων. Μέσα στα κύτταρα, η μετατροπή Rf σε φλαβινοσυνένζυμα λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια που καταλύονται από την **κινάση της ριβοφλαβίνης** που σχηματίζει FMN και τη **συνθάση του FAD** που σχηματίζει FAD. Η ανακύκλωση της βιταμίνης μπορεί να γίνει από το FAD σε δύο βήματα, που καταλύονται από τη **διφωσφατάση του FAD** και τη **φωσφοϋδρολάση του FMN**.



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₂ (ριβοφλαβίνη)





Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₂

Τρόφιμα όπου περιέχεται η B ₂	mg/100 g
Συκώτι	3,5
Εκχύλισμα κρέατος	1,7
Τυρί σκληρό	0,5
Κρέας	0,25
Γάλα	0,15
Φρούτα	0,03
Δημητριακά	
Πράσινα λαχανικά	

1mg of Riboflavin = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Beef (Skirt Steak)



112% DV (1.5mg)
per 6oz steak

456 calories

2 Fortified Tofu



76% DV (1mg)
per cup

208 calories

3 Low-Fat Milk



69% DV (0.9mg)
per 16oz glass

244 calories

4 Salmon



64% DV (0.8mg)
per 6oz fillet

309 calories

5 Mushrooms



38% DV (0.5mg)
per cup cooked

28 calories

6 Lean Pork Chops



35% DV (0.5mg)
in a 6oz chop

332 calories

7 Spinach



33% DV (0.4mg)
per cup cooked

41 calories

8 Almonds



25% DV (0.3mg)
per 1oz handful

164 calories

9 Avocados



20% DV (0.3mg)
per avocado

322 calories

10 Eggs



20% DV (0.3mg)
in 1 large egg

78 calories



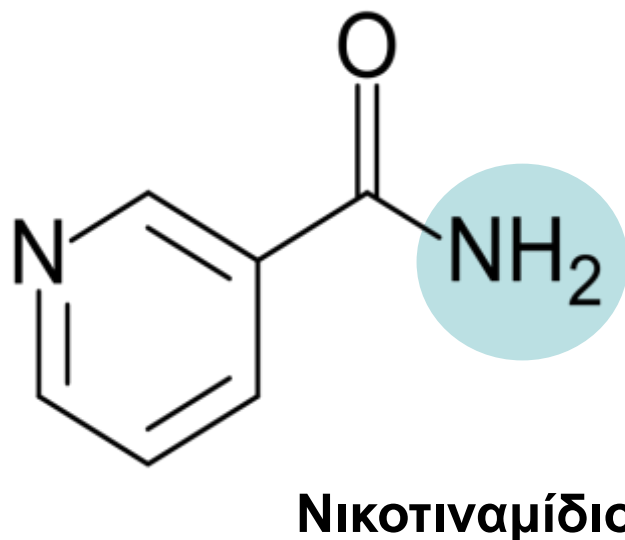
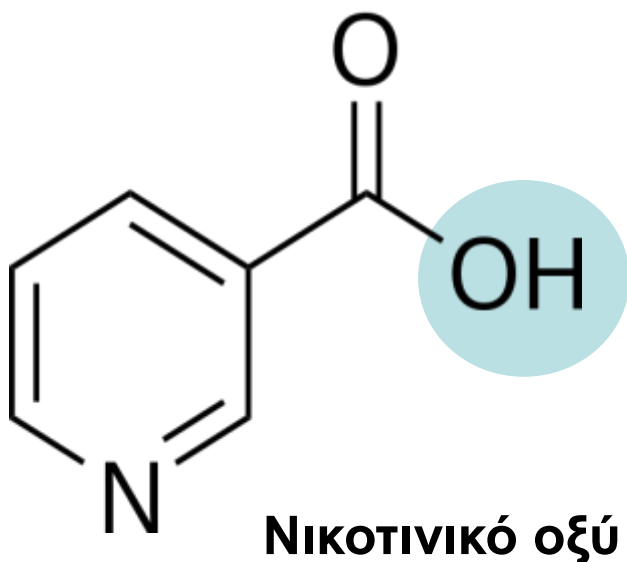
Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



Βιταμίνη B₃

(Νιασίνη, νικοτινικό οξύ ή αντιπελλαργική βιταμίνη)

- ◆ Ευρίσκεται στα **ζωικά** τρόφιμα ως **νικοτιναμίδιο** και στα **φυτικά** ως **νικοτινικό οξύ** και **νικοτιναμίδιο**, που δεν διαλύεται πολύ στο νερό και δεν αποσυντίθεται εύκολα κατά τη θέρμανση.
- ◆ Το **νικοτινικό οξύ** των τροφίμων δεν έχει καμιά σχέση με τη νικοτίνη και το κάπνισμα





Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



Βιταμίνη B₃

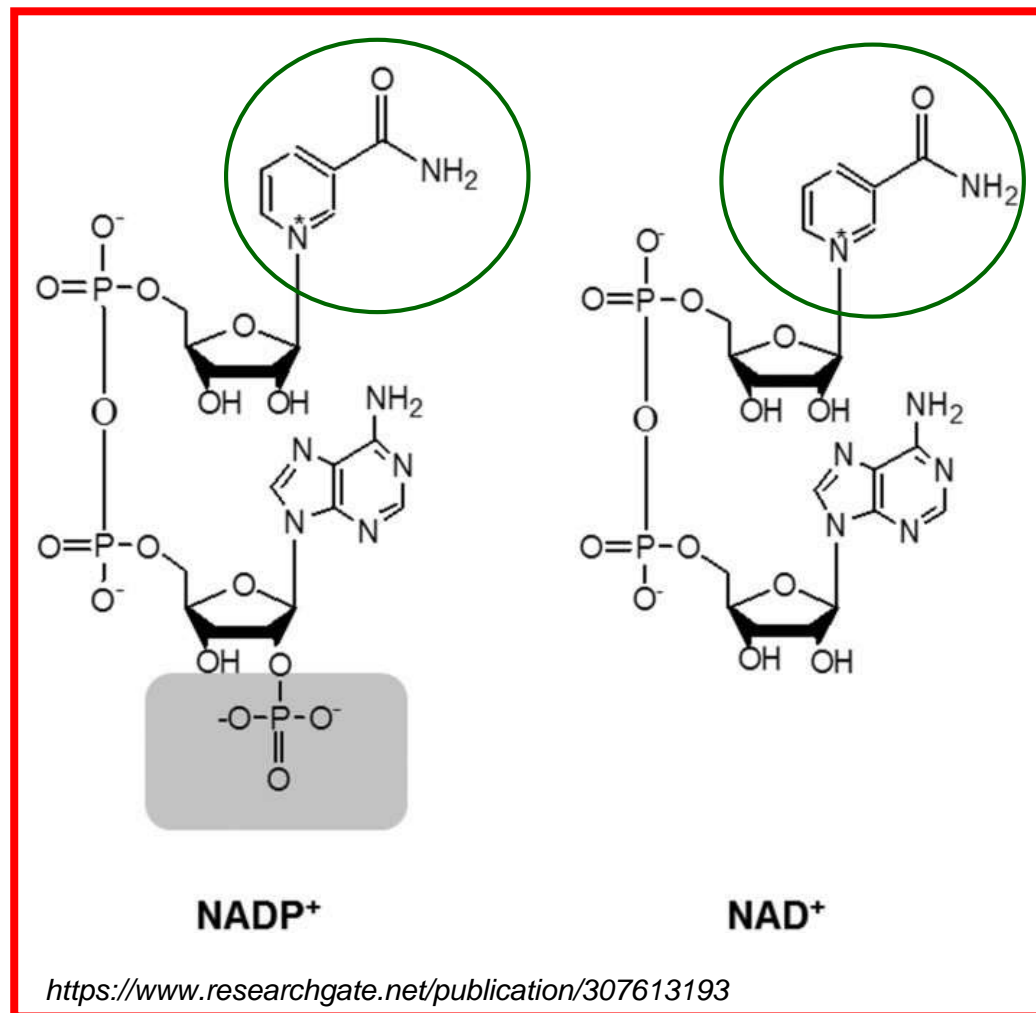
(Νιασίνη, νικοτινικό οξύ ή αντιπελλαργική βιταμίνη)

◇ Η B₃ είναι απαραίτητη σε:

- Οξείδωση υδατανθράκων, λίπους και πρωτεϊνών, ως συνένζυμο (**NAD, NADP**) των ενζύμων **δεϋδρογονασών** προς **παραγωγή ενέργειας**

◇ Έλλειψη της B₃ προκαλεί:

- Εμφάνιση **πελλάργας**
- Δερματίτιδες (γλώσσας κ.α.)
- Βλάβες νευρικού συστήματος
- Βλάβη πεπτικού συστήματος
- Βλάβη εντέρων





Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₃

Τρόφιμα πλούσια σε B₃

Κρέας

Γάλα

Αυγά

Δημητριακά

Ψάρια

Καρύδια

16mg of Niacin = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Tuna (Yellowfin)



234% DV (37.5mg)
in a 6oz fillet

221 calories

2 Lean Chicken Breast



100% DV (16.1mg)
in a 6oz breast

267 calories

3 Lean Pork Chops



85% DV (13.6mg)
in a 6oz chop

332 calories

4 Beef (Skirt Steak)



60% DV (9.5mg)
per 6oz steak

456 calories

5 Portabella Mushrooms



47% DV (7.6mg)
per cup sliced

35 calories

6 Brown Rice



32% DV (5.2mg)
per cup

248 calories

7 Peanuts (Dry Roasted)



25% DV (4.1mg)
per oz

167 calories

8 Avocados



22% DV (3.5mg)
per avocado

322 calories

9 Green Peas



20% DV (3.2mg)
per cup cooked

134 calories

10 Sweet Potatoes



15% DV (2.4mg)
per cup mashed

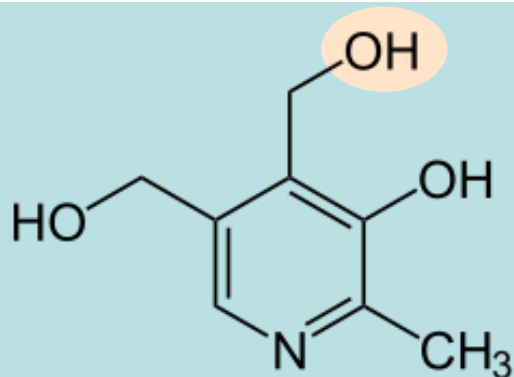
258 calories



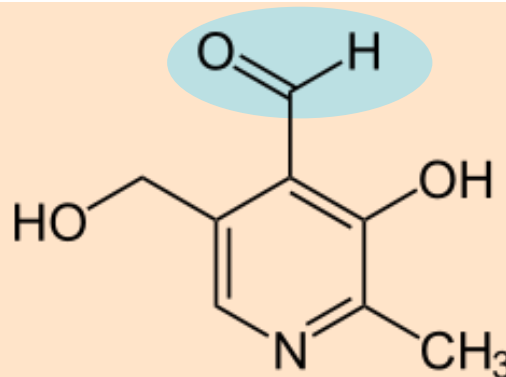
Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



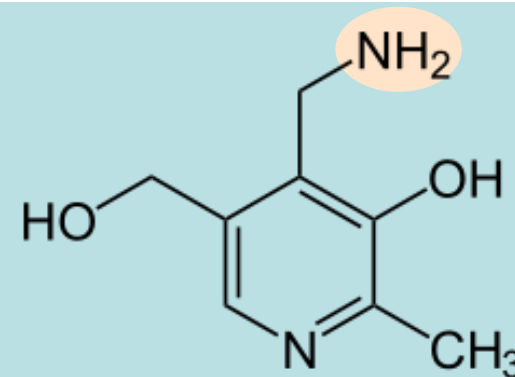
Βιταμίνη B₆ (Πυριδοξίνη)



Πυριδοξίνη



Πυριδοξάλη



Πυριδοξαμίνη

- ❖ Δομές τριών παραγώγων της **πυριδίνης**
- ❖ Η σταθερότερη στις επεξεργασίες των τροφίμων είναι η **πυριδοξίνη** (ή **πυριδοξόλη**)
- ❖ Είναι απαραίτητη σε: Μεταβολισμό **αμινοξέων** και κατ' επέκταση πρωτεϊνών, ως συνένζυμο (**φωσφορικοί εστέρες της**) στις βιοχημικές τους μετατροπές (τρανσαμινώσεις, αποκαρβοξυλιώσεις, αφυδατώσεις)
- ❖ Έλλειψη της προκαλεί: Δερματίτιδες, βλάβες νευρικού συστήματος (σπασμοί κ.λπ.)



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₆

Τρόφιμα πλούσια σε B₆

Κρέας

Συκώτι

Αυγά

Δημητριακά

Ψάρια

Καρύδια

2mg of Vitamin B6 = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Salmon



94% DV (1.6mg)
per 6oz fillet

309 calories

2 Lean Chicken Breast



92% DV (1.6mg)
in a 6oz breast

267 calories

3 Fortified Tofu



66% DV (1.1mg)
per cup

208 calories

4 Lean Pork Chops



54% DV (0.9mg)
in a 6oz chop

332 calories

5 Beef (Skirt Steak)



48% DV (0.8mg)
per 6oz steak

456 calories

6 Sweet Potatoes



35% DV (0.6mg)
per cup mashed

258 calories

7 Bananas



32% DV (0.6mg)
per cup sliced

134 calories

8 Potatoes



32% DV (0.5mg)
in a medium potato

161 calories

9 Avocados



30% DV (0.5mg)
per avocado

322 calories

10 Pistachio Nuts



28% DV (0.5mg)
per 1 oz handful

159 calories

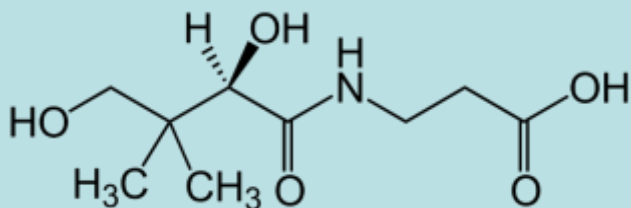
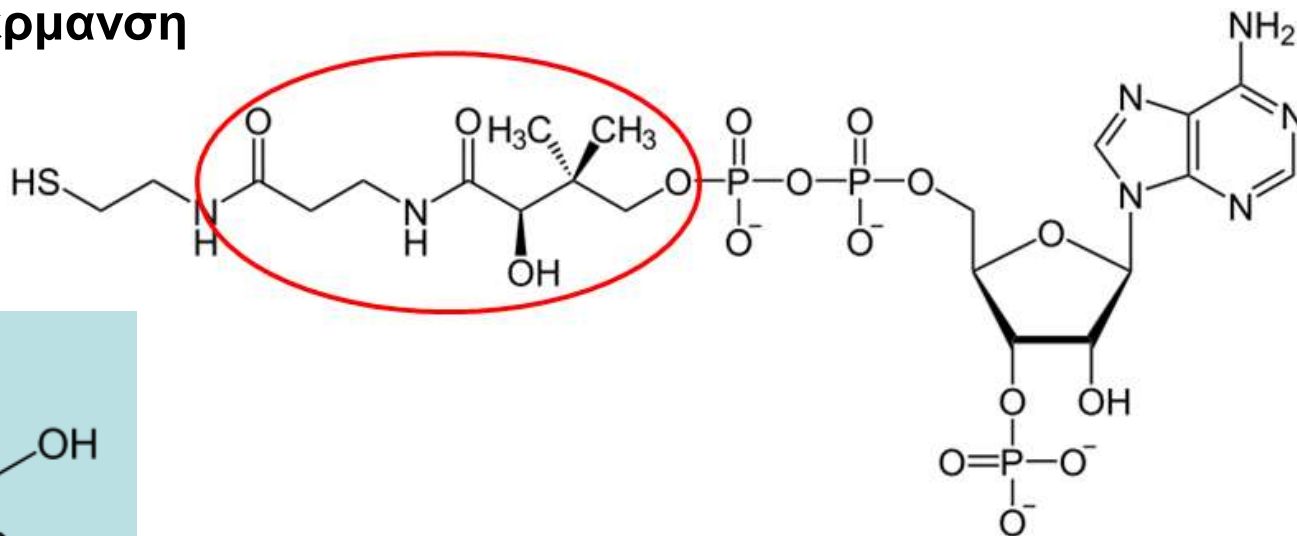


Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



Βιταμίνη B₅ (Παντοθενικό οξύ)

- ▶ Μέρος του **συνενζύμου A (CoA)**, που είναι απαραίτητο για τον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων καθώς και για την σύνθεση και τον μεταβολισμό πρωτεϊνών, υδατανθράκων και λιπαρών.
- ▶ Είναι **υποκίτρινο λάδι** ευδιάλυτο σε νερό σταθερό σε pH 4-7.
- ▶ Καταστρέφεται κατά την επεξεργασία των τροφίμων με οξέα, αλκάλια καθώς και με τη θέρμανση



Παντοθενικό οξύ

Συνένζυμο A (CoA)



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₅

▶ Η B₅ είναι απαραίτητη σε:

Μεταβολισμό υδατανθράκων,
λιπών και πρωτεϊνών προς
παραγωγή ενέργειας ως
! συστατικό του συνενζύμου A,
που είναι απαραίτητο στις
μεταβολικές διαδικασίες για
απομάκρυνση ή προσθήκη
ακετυλομάδας ($-COCH_3$)

▶ Έλλειψη B₅ προκαλεί:

Κούραση, αδυναμία,
τραυλισμό, «σύνδρομο των
φλεγόμενων ποδιών»,
κράμπες μυών

5mg of Vitamin B5 = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Shiitake Mushrooms



104% DV (5.2mg)
per cup cooked

81 calories

2 Salmon



65% DV (3.3mg)
per 6oz fillet

309 calories

3 Avocados



56% DV (2.8mg)
per avocado

322 calories

4 Lean Chicken Breast



54% DV (2.7mg)
in a 6oz breast

267 calories

5 Beef (Skirt Steak)



45% DV (2.3mg)
per 6oz steak

456 calories

6 Sunflower Seeds



40% DV (2mg)
per 1oz handful

165 calories

7 Whole Milk



36% DV (1.8mg)
per 16oz glass

298 calories

8 Lean Pork Chops



34% DV (1.7mg)
in a 6oz chop

332 calories

9 Sweet Potatoes



26% DV (1.3mg)
per cup mashed

258 calories

10 Lentils



25% DV (1.3mg)
per cup

230 calories

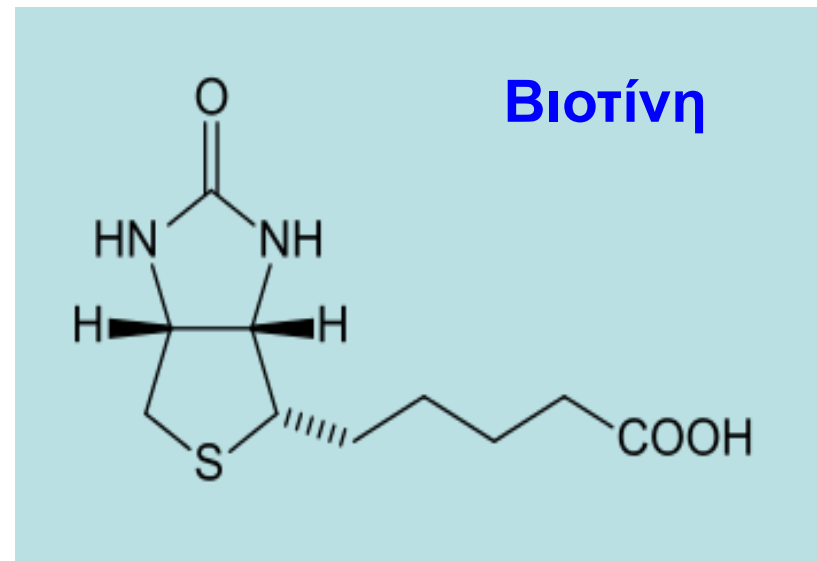


Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

!!!

Βιταμίνη B₇ (Βιοτίνη ή Βιταμίνη H)

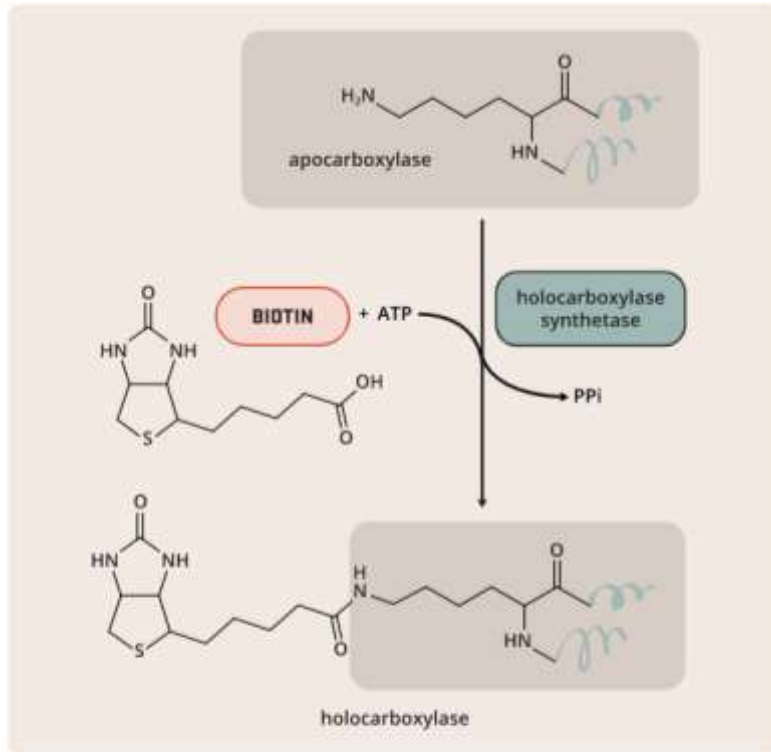
- ▶▶ Είναι **στερεή κρυσταλλική** ουσία ευδιάλυτη σε νερό ευαίσθητη σε οξείδωση σε pH>8 ή <5
- ▶▶ Μέρος της συντίθεται στον **εντερικό σωλήνα**
- ▶▶ Πλούσιες πηγές βιοτίνης είναι το **συκώτι**, τα **νεφρά** ο **κρόκος** του αυγού, το **γάλα** και οι **μπανάνες**
- ▶▶ Σχετίζεται με τον **μεταβολισμό** των υδατανθράκων, λιπών και αμινοξέων, ως συνένζυμο **καρβοξυλασών**, **αποκαρβοξυλασών** και **τρανσκαρβοξυλασών**
 - Πυροσταφυλική καρβοξυλάση (προς οξαλοξικό)
 - β-μεθυλκροτονυλ-CoA καρβοξυλάση (προς 3-μεθυλγλουτακονυλο-CoA)
 - Προπιονυλ-CoA καρβοξυλάση (προς ηλεκτρυλο-CoA)
 - Ακετυλο-CoA καρβοξυλάση (προς μηλονυλο-CoA)





Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₇



REQUIRE **BIOTIN** FOR BIOLOGICAL ACTIVITY:

acetyl-CoA
carboxylases
1 & 2

pyruvate-CoA
carboxylase

propionyl-CoA
carboxylase

methylcrotonyl-CoA
carboxylase

Βιοτυνυλίωση των καρβοξυλασών

<https://lpi.oregonstate.edu/book/export/html/47>



Almonds

Almonds heaped with vitamin B7, E, protein and healthy fats promote weight loss and boosts brain health

Cauliflower

Cauliflower with immense amounts of vitamin B7, K and C, enhance collagen production and detoxifies the system



Cheese

Cheese a great source of vitamin B7, A, protein and calcium promotes bone health and improve skin tone



Mushroom

Mushroom load with vitamin B7, protein and antioxidants, bolsters the immune system and slows down ageing



Sweet Potatoes

Goodness of vitamin B7, A, C and antioxidants in sweet potatoes promote hair growth and support healthy vision



<https://www.netmeds.com/health-library/post/5-foods-super-rich-in-biotin-that-promote-overall-well-being-infographic>

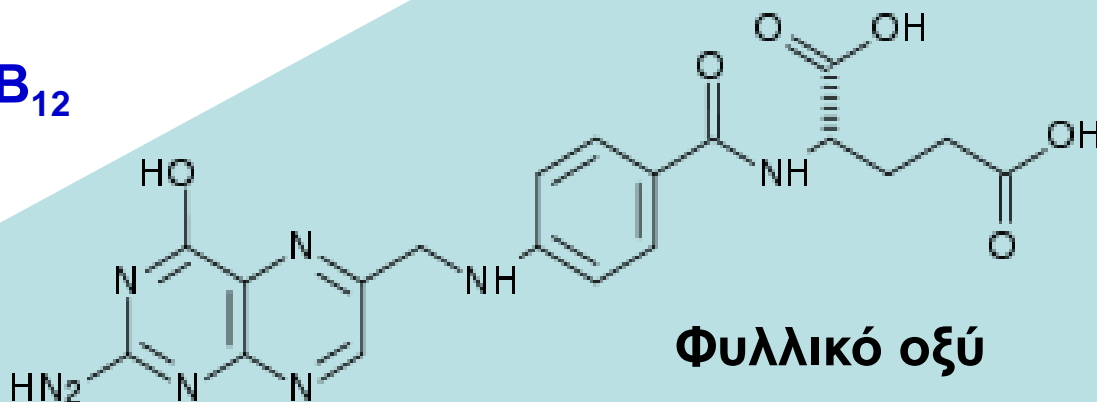


Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



Βιταμίνη B₉ (Φολικό ή Φυλλικό οξύ)

- Ομάδα ουσιών προερχόμενων από το φολικό ή φυλλικό οξύ (πτεροϋλγλουταμινικό οξύ) που συμμετέχουν στην παραγωγή νουκλεϊκών οξέων και ιδιαίτερα στο σχηματισμό **ερυθρών αιμοσφαιρίων**.
- Βιταμίνη απαραίτητη στη σύνθεση πουρινών, πυριμιδινών και ορισμένων αμινοξέων
- Έλλειψη προκαλεί μεγαλο-βλαστική αναιμία
- Βοηθά στην **σύνθεση του DNA**
- Συνεργάζεται με βιταμίνες **B₁₂** και **C** στην πέψη και αφομοίωση των πρωτεϊνών





Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₉

Τρόφιμα πλούσια σε B₉ είναι:

- Όσπρια
- Εσπεριδοειδή
- Δημητριακά ολικής άλεσης
- Πράσινα φυλλώδη λαχανικά
- Πουλερικά
- Χοιρινό
- Οστρακοειδή
- ΣΥΚΩΤΙ

400µg of Folate = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Edamame (Green Soybeans)



121% DV (482µg)
per cup

188 calories

2 Lentils



90% DV (358µg)
per cup

230 calories

3 Asparagus



67% DV (268µg)
per cup cooked

40 calories

4 Spinach



66% DV (263µg)
per cup cooked

41 calories

5 Broccoli



42% DV (168µg)
per cup cooked

55 calories

6 Avocados



41% DV (163µg)
per avocado

322 calories

7 Mangos



18% DV (71µg)
per cup

99 calories

8 Lettuce



16% DV (64µg)
per cup

8 calories

9 Sweet Corn



15% DV (61µg)
per cup cooked

125 calories

10 Oranges



14% DV (54µg)
per cup

85 calories



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



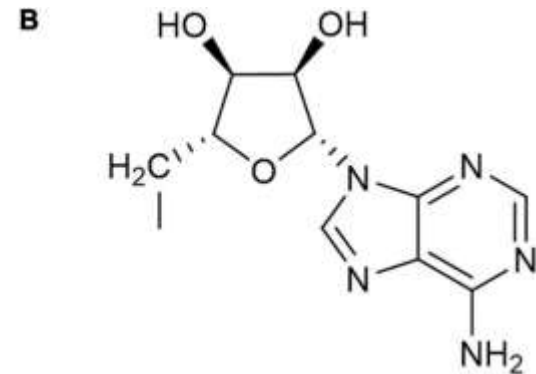
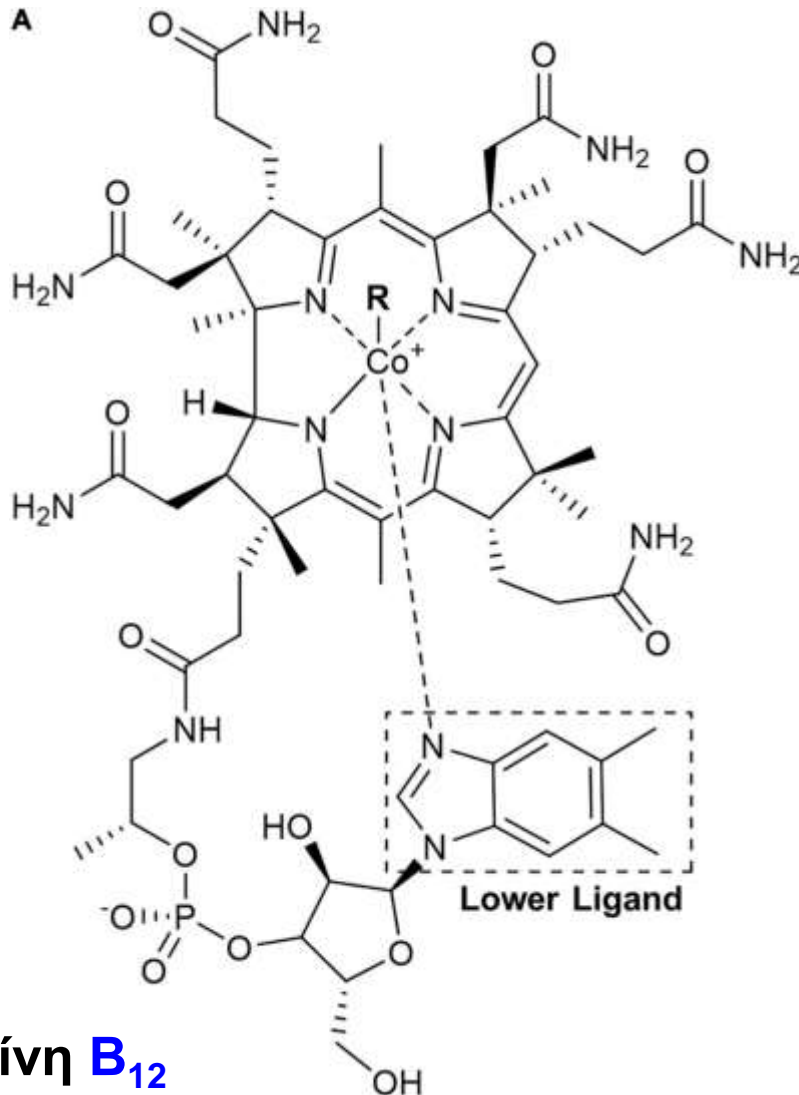
Βιταμίνη B₁₂ (Κοβαλαμίνες ή κυανοκοβαλαμίνες)

- ⇒ Περιέχει στο μόριό της και **κοβάλτιο** ($C_{63}H_{90}O_{14}N_{14}PCo$, κόκκινη κρυσταλλική ουσία)
- ⇒ Στην ίδια κατηγορία ανήκουν η **υδροξυκοβαλαμίνη** και η **νιτριτοκοβαλαμίνη**
- ⇒ Μεγαλύτερη σταθερότητά σε **pH=4-6** και σημαντικές απώλειες παρουσία αναγωγικών
- ⇒ Ανεπάρκειά της προκαλεί **κακοήθη αναιμία** (συμβαίνει σε άτομα με έλλειψη **ενδογενούς παράγοντα**)
- ⇒ Απαραίτητη στο **μεταβολισμό**, το **σχηματισμό ερυθρών αιμοσφαιρίων** (μαζί με Fe + B9) και την υποστήριξη του κεντρικού νευρικού συστήματος που περιλαμβάνει τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό.

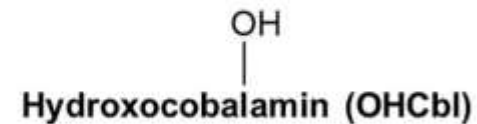


Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

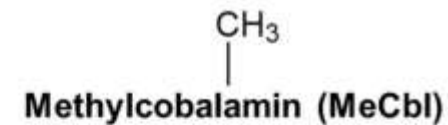
Βιταμίνη B₁₂ (Κοβαλαμίνες ή κυανοκοβαλαμίνες)



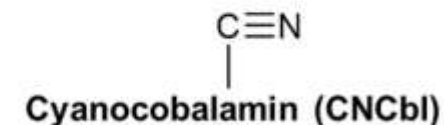
Adenosylcobalamin (AdoCbl)



Hydroxocobalamin (OHCbl)



Methylcobalamin (MeCbl)



Cyanocobalamin (CNCbl)

Βιταμίνη B₁₂



Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη B₁₂

Τρόφιμα πλούσια σε B₁₂ είναι:

- ΣΥΚΩΤΙ
- Αυγά
- Κρέας
- Πουλερικά
- Οστρακοειδή
- γάλα και προϊόντα γάλακτος

2μg of Vitamin B12 = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Clams



3502% DV (84.1μg)
per 3oz serving

126 calories

2 Tuna



771% DV (18.5μg)
per 6oz fillet

313 calories

3 King Crab



642% DV (15.4μg)
in 1 crab leg

130 calories

4 Beef (Skirt Steak)



533% DV (12.8μg)
per 6oz steak

456 calories

5 Fortified Cereals



254% DV (6.1μg)
per 3/4 cup

95 calories

6 Fortified Soymilk



249% DV (6μg)
per 16oz glass

160 calories

7 Fortified Tofu



137% DV (3.3μg)
per cup

208 calories

8 Low-Fat Milk



108% DV (2.6μg)
per 16oz glass

244 calories

9 Swiss Cheese



36% DV (0.9μg)
per oz

112 calories

10 Eggs



23% DV (0.6μg)
in 1 large egg

78 calories

Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

!!!

Βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ)

➤ Είναι μια λακτόνη ($C_6H_8O_6$, λευκό υδατοδιαλυτό στερεό με όξινη γεύση), αναγωγική, οπτικά ενεργή, δεξιόστροφη

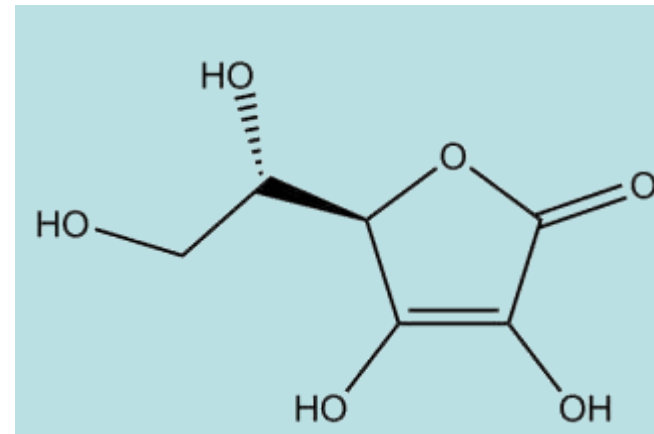
➤ Σε διάλυμα **οξειδώνεται εύκολα** (κατά τρόπο αντιστρεπτό στο σώμα) σε μορφή εξίσου δραστική

➤ **Οξειδώνεται εύκολα στους χυμούς και τα τεμαχισμένα φρούτα** (στον αέρα) από οξειδάσες των κυττάρων τους σε υψηλές θερμοκρασίες και pH παρουσία ιχνών μετάλλων

➤ **Καταστρέφεται σε μεγάλο ποσοστό στα συντηρημένα τρόφιμα** (κονσέρβες, αλίπαστα κ.λπ.) καθώς και κατά το μαγείρεμα

➤ **Είναι απαραίτητη σε:** Δημιουργία κολλαγόνου, Τόνωση του οργανισμού στην άμυνα του κατά μολυσματικών ασθενειών, Καταπολέμηση ελευθέρων ριζών, Προστασία άλλων ουσιών από οξείδωση

➤ **Έλλειψη προκαλεί:** Σκορβούτο (πόνους στα ούλα, πτώση δοντιών, αιμορραγία, αναιμία



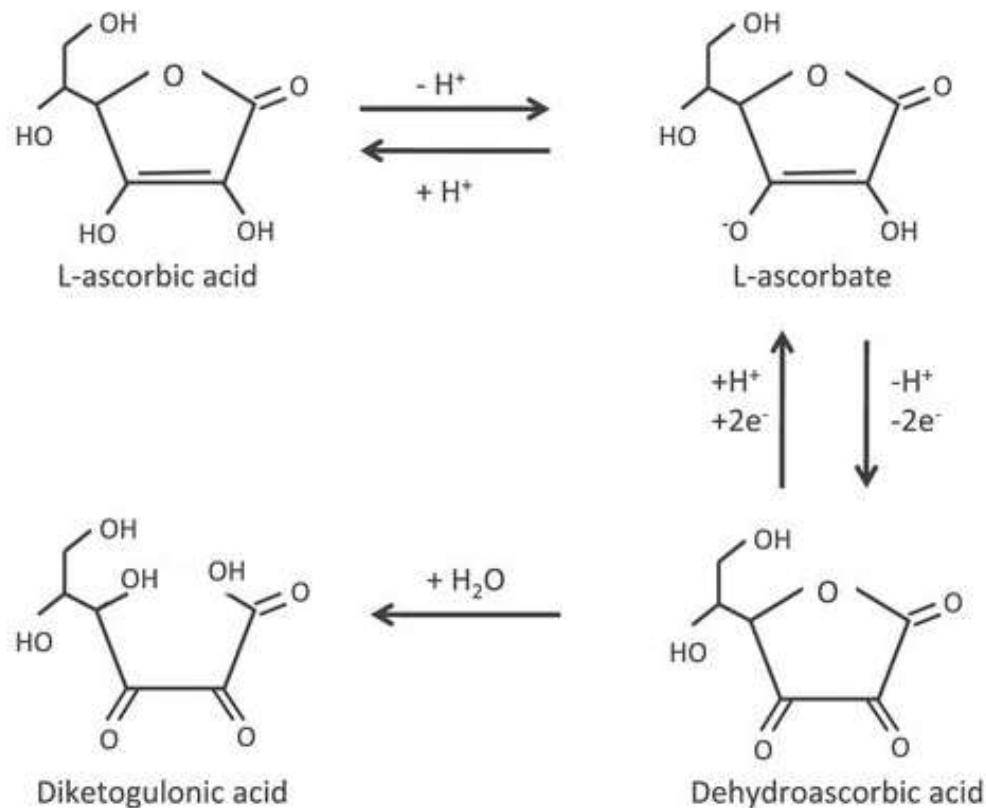


Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες



Βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ)

- Το ασκορβικό οξύ συμμετέχει τόσο σε αντιδράσεις οξέοσβάσης (**ασκορβικό οξύ → ασκορβικό ανιόν, pK 4.2**) όσο και σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής (**ασκορβικό → δεϋδροασκορβικό οξύ, DA**).
- Το DA είναι επιρρεπές σε μη αναστρέψιμη υδρόλυση προς **2,3-δικετογουλονικό οξύ**, που στη συνέχεια οξειδώνεται σε μικρότερα μόρια (π.χ. οξαλικό), τα οποία απεκκρίνονται στα ούρα.





Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

Βιταμίνη C

Συνιστώμενη Διαιτητική Δόση Βιταμίνης C (mg)

	Male	Female
2-3 years old	20	20
4-6 years old	30	30
7-10 years old	45	45
11-14 years old	70	70
15-17 years old	100	90
Over 18 years old	110	95
Pregnant	-	+ 10
Breastfeeding	-	+60

90mg of Vitamin C = 100% of the Daily Value (%DV)

1 Guavas



419% DV (377mg)
per cup

112 calories

2 Kiwifruit



185% DV (167mg)
per cup

110 calories

3 Bell Peppers



169% DV (152mg)
per cup

31 calories

4 Strawberries



108% DV (98mg)
per cup

53 calories

5 Oranges



106% DV (96mg)
per cup

85 calories

6 Papaya



98% DV (88mg)
per cup

62 calories

7 Broccoli



90% DV (81mg)
per cup

31 calories

8 Tomato



61% DV (55mg)
per cup cooked

43 calories

9 Snow Peas



42% DV (38mg)
per cup

26 calories

10 Kale



26% DV (23mg)
per cup cooked

47 calories

Να γνωρίζετε....

1. Τι είναι Βιταμίνες (και σε ποιες φυσιολογικές λειτουργίες συμμετέχουν);
2. Πώς κατατάσσονται οι βιταμίνες ανάλογα με τη διαλυτότητά τους και ποιες ανήκουν σε κάθε κατηγορία;
3. Ποιες επεξεργασίες τροφίμων επιδρούν στην περιεκτικότητα αυτών σε βιταμίνες;
4. Ποια ιδιαίτερη επίδραση έχει στον άνθρωπο η ομάδα βιταμινών Β (...) και τι προκαλείται από την έλλειψή της;
5. Να αναγνωρίζετε δομές βιταμινών – δεν θα ζητηθεί να σχεδιάσετε δομή.
6. Σε ποιες ενζυμικές δράσεις συμμετέχουν οι βιταμίνες; (από όσες διαφάνειες έχουν !)
7. Αντιδράσεις βιταμινών (να περιγραφούν ή να αν αγνωριστούν) όπου υπάρχει (!)

ΧΗΜΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ



Ευχαριστώ!