

# Βιταμίνες



**Δ. Καλαϊτζάκης**

**2012-2013**

A Journal of the Gesellschaft Deutscher Chemiker

# Angewandte Chemie

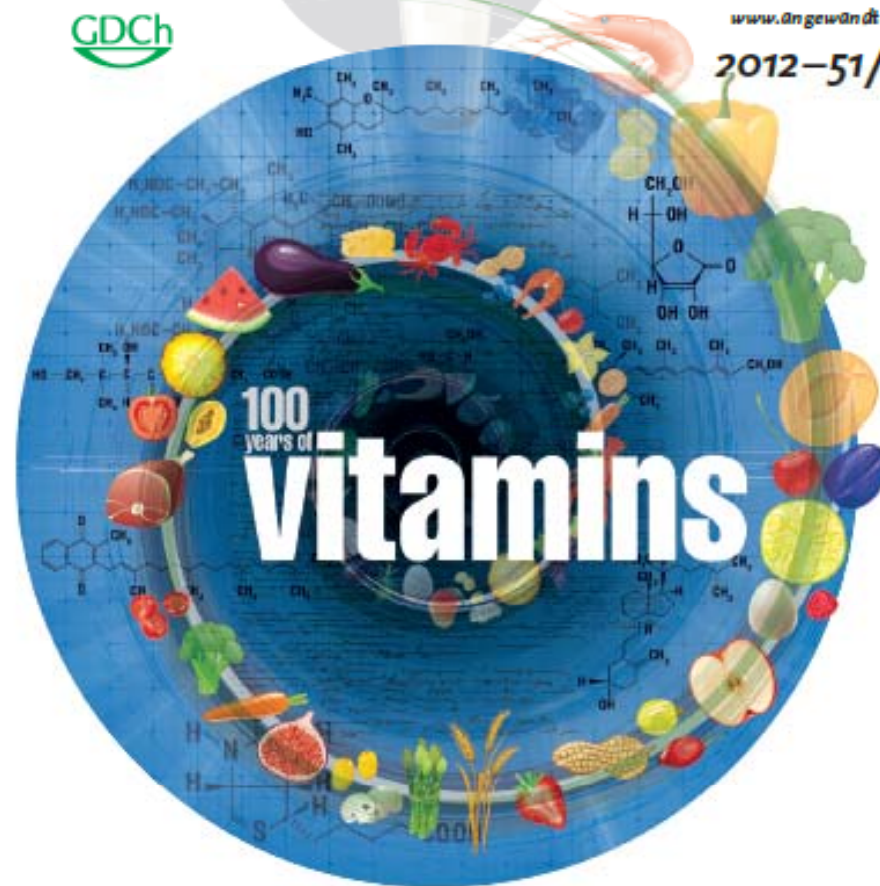
International Edition

GDCh

www.angewandte.org

2012-51/52

D 3461



**From Supramolecular to Systems Chemistry**  
Editorial by J. F. Stoddart

**One Hundred Years of Vitamins**  
Review by W. Barroán et al.

**William Lawrence Bragg**  
Essay by J. M. Thomas

**Highlights: Silicon Stereocenters • Gold(III) Monohydride**

ACEPS 51 (52) 12899-13180 (2012) - ISSN 1433-7851 - Vol. 51 - No. 52

 WILEY-VCH

**Table 1:** Vitamins and their discovery, synthesis, and main biological function.

Vitamin <sup>[a]</sup>	Discovery	Isolation	Structural elucidation	First Synthesis <sup>[a]</sup>	Main biological function
vitamin A	1916	1931	1931	1947	retinal, the oxidized metabolite of retinol, is required for the process of vision
vitamin D	1918	1932	1936	1959	bone mineralization, control of cell proliferation, and differentiation, regulation of calcium and phosphate blood levels; modulation of immune system
vitamin E	1922	1936	1938	1938	fat-soluble antioxidant, cell signaling, regulation of gene expression.
vitamin K	1929	1939	1939	1939	blood coagulation, bone metabolism
vitamin B <sub>1</sub>	1912	1926	1936	1936	cofactor in energy metabolism and pentose metabolism, nerve impulse conduction, and muscle action
vitamin B <sub>2</sub>	1920	1933	1935	1935	precursor for biosynthesis FMN or FAD, cofactors involved in redox reactions
niacin vitamin B <sub>3</sub>	1936	1936	1937	1994	precursor for biosynthesis of NAD and NADP, cofactors involved in redox reactions
pantothenic acid vitamin B <sub>5</sub>	1931	1938	1940	1940	pantothenic acid, as a constituent of coenzyme A, is involved in metabolism of carbohydrates, proteins, and fats
vitamin B <sub>6</sub>	1934	1938	1938	1939	cofactor involved in neurotransmitter biosynthesis
biotin vitamin B <sub>7</sub> vitamin H	1931	1935	1942	1943	cofactor involved in the metabolism of lipids, proteins and, carbohydrates
folic acid vitamin B <sub>9</sub>	1941	1941	1946	1946	cofactor involved in amino acid metabolism and synthesis of nucleic acids
vitamin B <sub>12</sub>	1926	1948	1956	1972	necessary for the formation of blood cells, nerve sheaths, and various proteins; involved in fat and carbohydrate metabolism
vitamin C	1912	1928	1933	1933	involved in collagen synthesis, antioxidant

[a] Vitamins A, D, E, and K represent the subgroup of lipid-soluble vitamins, the others belong to the water-soluble ones. For the sake of clarity only one representative of each class is given in Figure 4.

# Βιταμίνες

**Οι βιταμίνες** είναι οργανικές ουσίες απαραίτητες για την ομαλή διεξαγωγή του μεταβολισμού του οργανισμού. Συντελούν ακόμη στην ανάπτυξη του σώματος, στη θρέψη, στην υγεία των ιστών. Αυξάνουν την οργανική άμυνα (άμυνα στις λοιμώξεις). Βοηθάνε στην αναπαραγωγή, στην ισορροπία του νευρικού συστήματος. Είναι απαραίτητες, ως συνένζυμα στον μεταβολισμό θρεπτικών συστατικών. Επίσης πολλές έχουν αντιοξειδωτική δράση.

Οι βιταμίνες **δεν παράγονται από τον ανθρώπινο οργανισμό** οπότε είναι απαραίτητο να προσλαμβάνονται από τη διατροφή.

Ο όρος βιταμίνες προέρχεται από το «vital amines» από το ζωτικό τους ρόλο στη διατροφή και επειδή οι πρώτες βιταμίνες που ανακαλύφθηκαν ήταν αμίνες.

## Λειτουργίες:

Συνένζυμα / Συμπαράγοντες ενζύμων

Ορμόνες

Αντιοξειδωτικά / Αναγωγικοί παράγοντες



# Βιταμίνες

Οι βιταμίνες διαφέρουν από του υδατάνθρακες, τα λίπη και τις πρωτεΐνες στα εξής:

- Αποτελούν ξεχωριστές μονάδες χωρίς να έχουν την ικανότητα να ενώνονται μεταξύ τους (όπως οι υδατάνθρακες και τα αμινοξέα).
- Όταν μεταβολίζονται δεν παράγουν ενέργεια (ATP).
- Οι ποσότητες που προσλαμβάνονται από την τροφή και η ποσότητα που είναι αναγκαία να προσλαμβάνεται σε καθημερινή βάση μετριέται σε mg ή μg παρά σε g.



# Βιταμίνες

Μέσες συνιστώμενες ημερήσιες παροχές σε βιταμίνες για υγιή άτομα 19 – 70 χρονών

Βιταμίνη	Ποσότητα	Βιταμίνη	Ποσότητα
Βιταμίνη <b>A</b>	800 µg	Νιασίνη ( <b>B<sub>3</sub></b> )	15 mg
Βιταμίνη <b>D</b>	10 µg	Παντοθενικό ( <b>B<sub>5</sub></b> )	5 mg
Βιταμίνη <b>E</b>	15 mg	Πυριδοξίνη ( <b>B<sub>6</sub></b> )	1.3 mg
Βιταμίνη <b>K</b>	100 µg	Βιοτίνη ( <b>B<sub>7</sub></b> )	30 µg
Ασκορβικό οξύ ( <b>C</b> )	80 mg	Φυλλικό οξύ ( <b>B<sub>9</sub></b> )	400 µg
Θειαμίνη ( <b>B<sub>1</sub></b> )	1.2 mg	Βιταμίνη <b>B<sub>12</sub></b>	2.4 µg
Ριβοφλαβίνη ( <b>B<sub>2</sub></b> )	1.2 mg		

# Βιταμίνες

## Κατηγορίες

Βιταμίνες

Λιποδιαλυτές (Α, D, Ε, και Κ)



Υδατοδιαλυτές (8 Β βιταμίνες και η βιταμίνη C)



# Βιταμίνες

## IN SUMMARY

The vitamins are essential nutrients needed in tiny amounts in the diet both to prevent deficiency diseases and to support optimal health. The water-soluble vitamins are the B vitamins and vitamin C; the fat-soluble vitamins are vitamins A, D, E, and K. The accompanying table summarizes the differences between the water-soluble and fat-soluble vitamins.

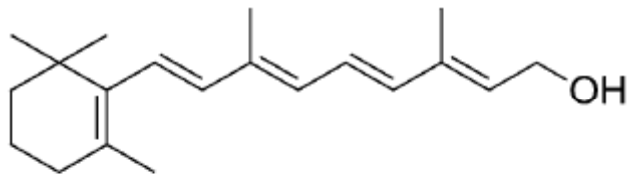
	<b>Water-Soluble Vitamins: B Vitamins and Vitamin C</b>	<b>Fat-Soluble Vitamins: Vitamins A, D, E, and K</b>
<b>Absorption</b>	Directly into the blood	First into the lymph, then the blood
<b>Transport</b>	Travel freely	Many require protein carriers
<b>Storage</b>	Circulate freely in water-filled parts of the body	Stored in the cells associated with fat
<b>Excretion</b>	Kidneys detect and remove excess in urine	Less readily excreted; tend to remain in fat-storage sites
<b>Toxicity</b>	Possible to reach toxic levels when consumed from supplements	Likely to reach toxic levels when consumed from supplements



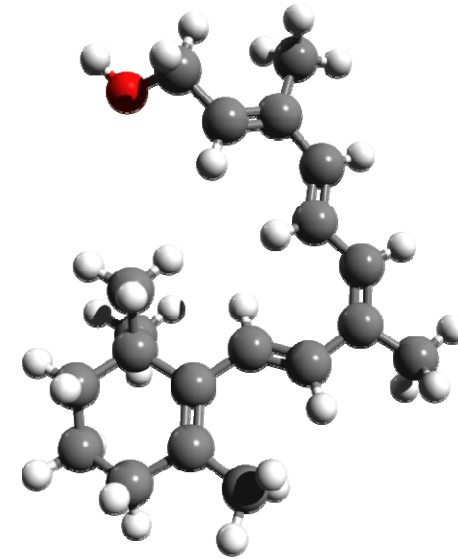
# Βιταμίνες

## Λιποδιαλυτές

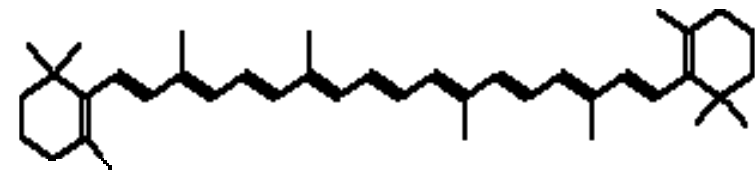
### Βιταμίνη Α



vitamin A (retinol)



- Ανήκει στην κατηγορία των ρετινοειδών
- Λαμβάνεται από τα καροτένια
- 800 μg/μέρα

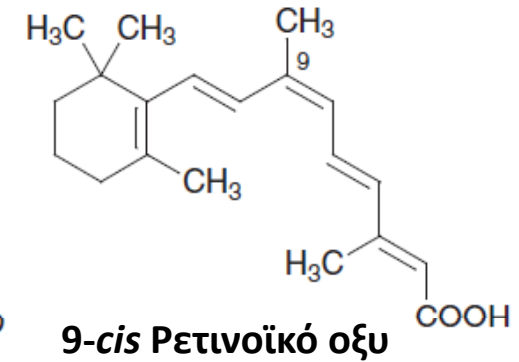
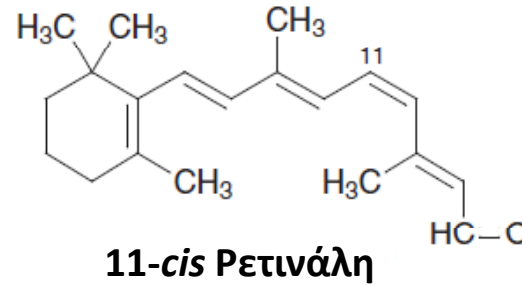
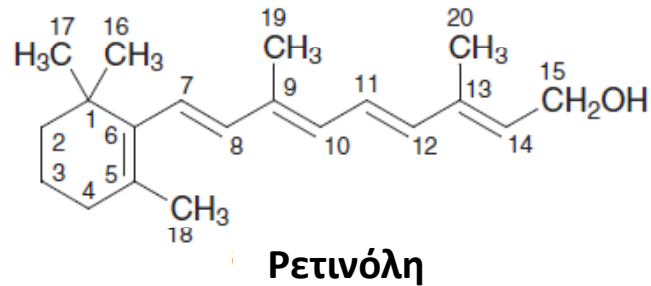


β-καροτένιο

# Βιταμίνες

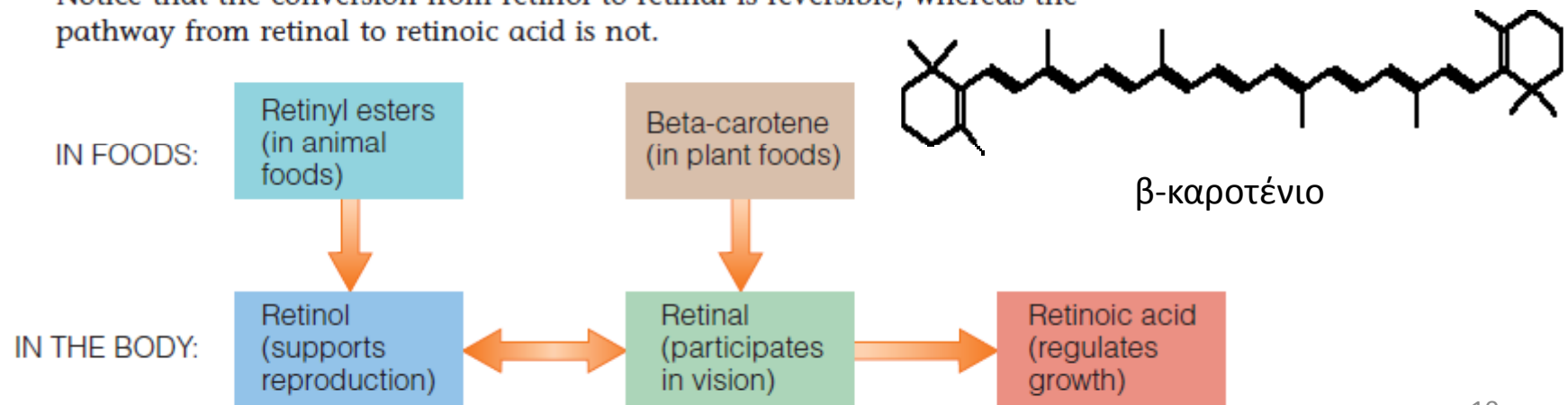
## Λιποδιαλυτές

### Βιταμίνη Α



**FIGURE 11-2** Conversion of Vitamin A Compounds

Notice that the conversion from retinol to retinal is reversible, whereas the pathway from retinal to retinoic acid is not.



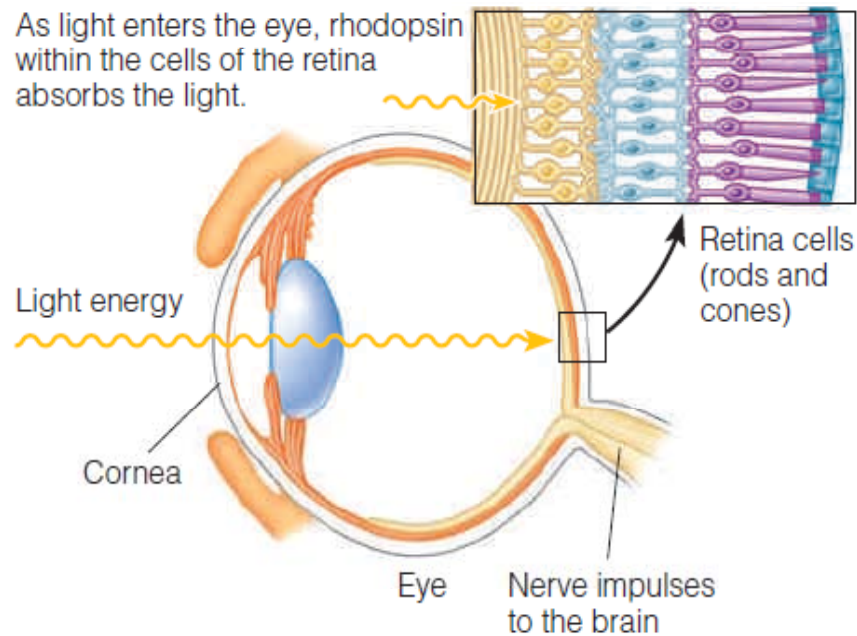
# Βιταμίνες

## Λιποδιαλυτές

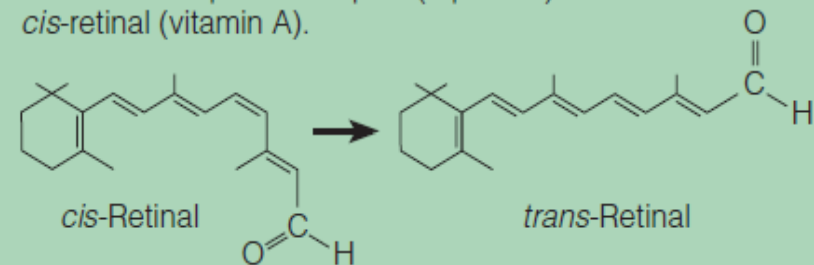
### Βιταμίνη Α

#### Ρόλος

- Μεταβολισμός
- Αιμοποίηση (παραγωγή ώριμων κυττάρων του αίματος)
- Εμβρυογένεση
- Ανοσοεπάρκεια
- Όραση



The cells of the retina contain rhodopsin, a molecule composed of opsin (a protein) and *cis*-retinal (vitamin A).



As rhodopsin absorbs light, retinal changes from *cis* to *trans*, which triggers a nerve impulse that carries visual information to the brain.

# Βιταμίνες

## Λιποδιαλυτές

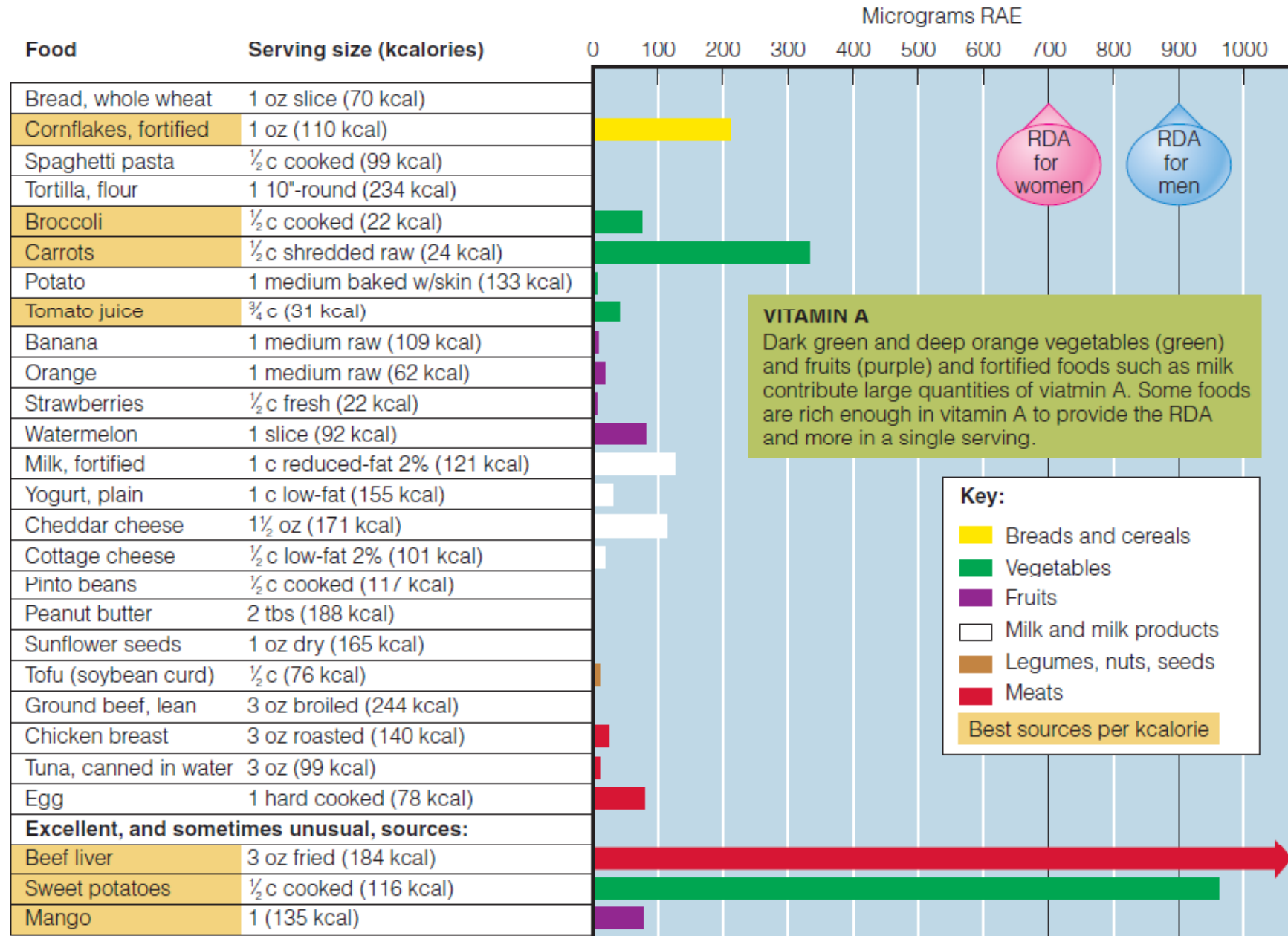
### Βιταμίνη Α

Ανεπάρκεια βιταμίνης Α προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη, ξηροφθαλμία, νυκταλωπία και τύφλωση στα παιδιά.

#### Τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνη Α

- **Ζωικά τρόφιμα:** συκώτι, ηπατέλαιο ψαριών, βούτυρο, τυρί, γάλα.
- **Φυτικά τρόφιμα:** καρότο, σπανάκι, φρούτα, λαχανικά

**FIGURE 11-8** Vitamin A in Selected Foods



## Vitamin A

### Other Names

---

Retinol, retinal, retinoic acid; precursors are carotenoids such as beta-carotene

### RDA

---

Men: 900 µg RAE/day

Women: 700 µg RAE/day

### Upper Level

---

Adults: 3000 µg/day

### Chief Functions in the Body

---

Vision; maintenance of cornea, epithelial cells, mucous membranes, skin; bone and tooth growth; reproduction; immunity

### Significant Sources

---

Retinol: fortified milk, cheese, cream, butter, fortified margarine, eggs, liver

Beta-carotene: spinach and other dark leafy greens; broccoli, deep orange fruits (apricots, cantaloupe) and vegetables (squash, carrots, sweet potatoes, pumpkin)

### Deficiency Disease

---

Hypovitaminosis A

### Deficiency Symptoms

---

Night blindness, corneal drying (xerosis), triangular gray spots on eye (Bitot's spots), softening of the cornea (keratomalacia), and corneal degeneration and blindness (xerophthalmia); impaired immunity (infectious diseases); plugging of hair follicles with keratin, forming white lumps (hyperkeratosis)

### Toxicity Disease

---

Hypervitaminosis A<sup>a</sup>

### Chronic Toxicity Symptoms

---

Increased activity of osteoclasts<sup>b</sup> causing reduced bone density; liver abnormalities; birth defects

### Acute Toxicity Symptoms

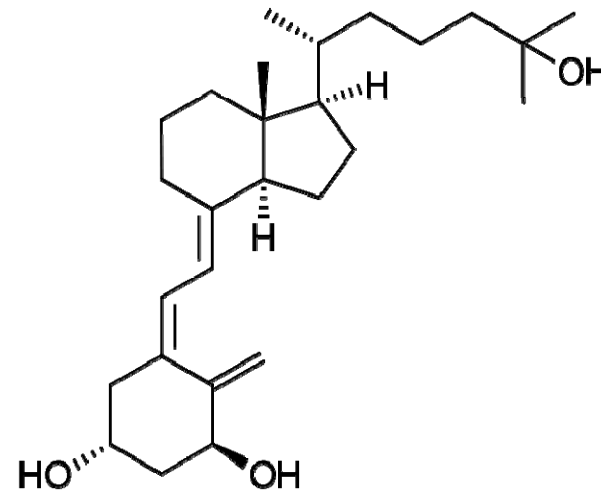
---

Blurred vision, nausea, vomiting, vertigo; increase of pressure inside skull, mimicking brain tumor; headaches; muscle incoordination

# Βιταμίνες

Λιποδιαλυτές

## Βιταμίνη D



Καλσιτριόλη  
1,25-διυδροξυβιταμίνης D<sub>3</sub>

# Βιταμίνες

## Λιποδιαλυτές

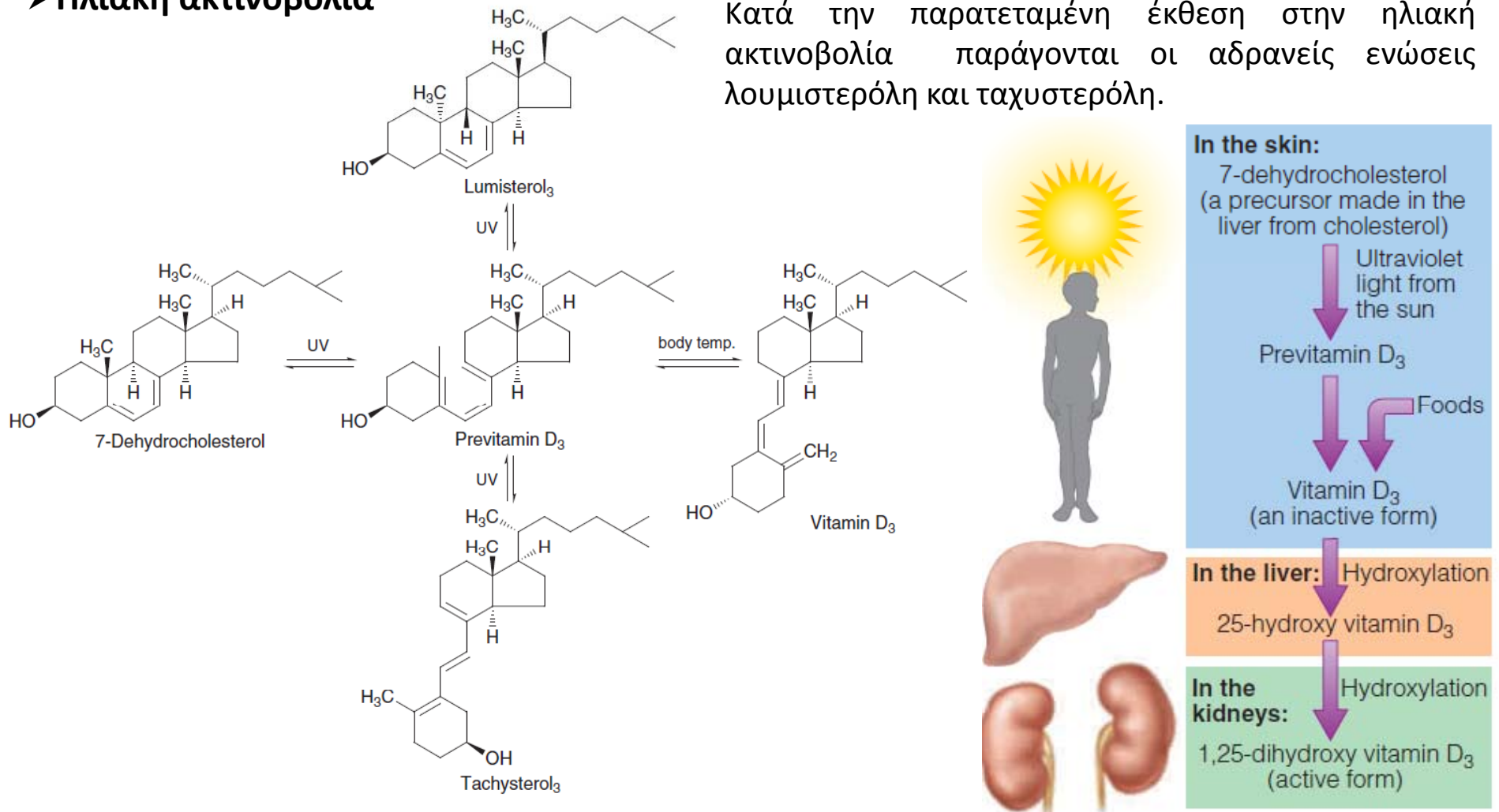
### Βιταμίνη D

Πηγή βιταμίνης D

➤ **Τρόφιμα:** αυγά, γάλα, βούτυρο, μαργαρίνη, συκώτι, δημητριακά. (10 µg/μέρα)

➤ **Ηλιακή ακτινοβολία**

Κατά την παρατεταμένη έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία παράγονται οι αδρανείς ενώσεις λουμιστερόλη και ταχυστερόλη.



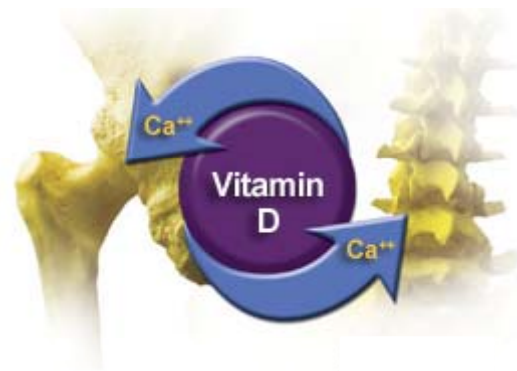


# Βιταμίνες

## Λιποδιαλυτές

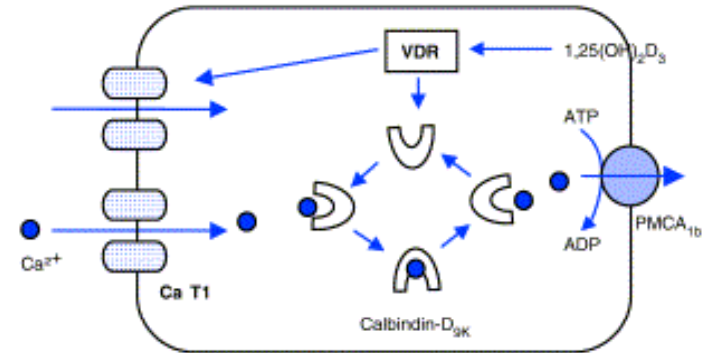
### Βιταμίνη D

Η βιταμίνη D συμμετέχει στο μηχανισμό απορρόφησης του ασβεστίου και είναι απαραίτητη για την κανονική ανάπτυξη των οστών και δοντιών.

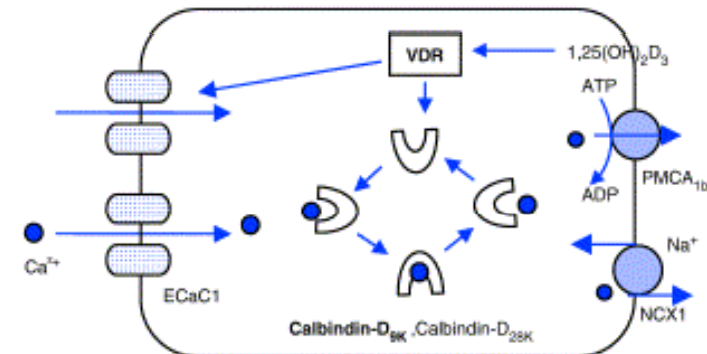


VDR: Vitamin D Receptor

A



B



Έλλειψη βιταμίνης D προκαλεί ραχίτιδα στα μικρά παιδιά και μαλάκυνση οστών-οστεοπόρωση στους ενήλικες

## Vitamin D

### Other Names

Calciferol (kal-SIF-er-ol), 1,25-dihydroxy vitamin D (calcitriol); the animal version is vitamin D<sub>3</sub> or cholecalciferol; the plant version is vitamin D<sub>2</sub> or ergocalciferol; precursor is the body's own cholesterol

### Adequate Intake (AI)

Adults: 5 µg/day (19–50 yr)

10 µg/day (51–70 yr)

15 µg/day (>70 yr)

### Upper Level

Adults: 50 µg/day

### Chief Functions in the Body

Mineralization of bones (raises blood calcium and phosphorus by increasing absorption from digestive tract, withdrawing calcium from bones, stimulating retention by kidneys)

### Significant Sources

Synthesized in the body with the help of sunlight; fortified milk, margarine, butter, juices, cereals, and chocolate mixes; veal, beef, egg yolks, liver, fatty fish (herring, salmon, sardines) and their oils

### Deficiency Symptoms

#### Rickets in Children

Inadequate calcification, resulting in misshapen bones (bowing of legs); enlargement of ends of long bones (knees, wrists); deformities of ribs (bowed, with beads or knobs);<sup>a</sup> delayed closing of fontanel, resulting in rapid enlargement of head (see figure below); lax muscles resulting in protrusion of abdomen; muscle spasms

#### Osteomalacia or Osteoporosis in Adults

Loss of calcium, resulting in soft, flexible, brittle, and deformed bones; progressive weakness; pain in pelvis, lower back, and legs

### Toxicity Disease

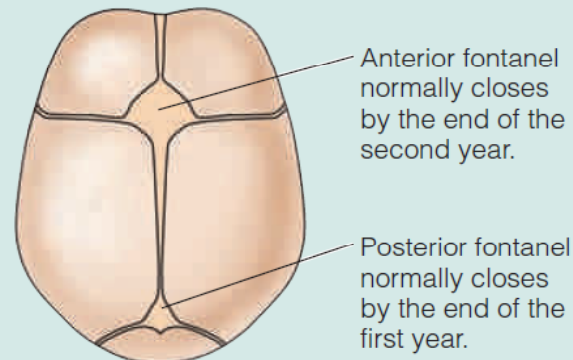
Hypervitaminosis D

### Toxicity Symptoms

Elevated blood calcium; calcification of soft tissues (blood vessels, kidneys, heart, lungs, tissues around joints)

#### Fontanel

A fontanel is an open space in the top of a baby's skull before the bones have grown together. In rickets, closing of the fontanel is delayed.

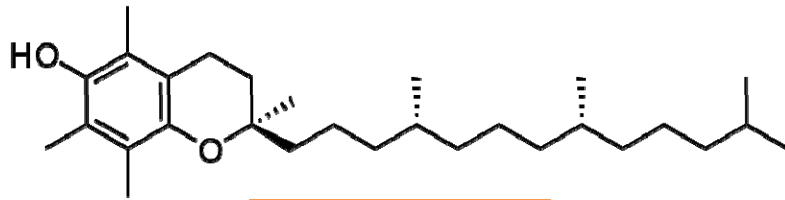


# Βιταμίνες

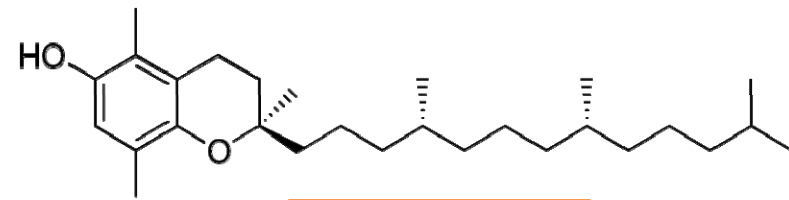
Λιποδιαλυτές

Βιταμίνη Ε

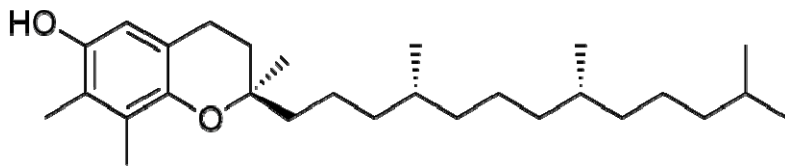
Τοκοφερόλες (α, β, γ, δ)



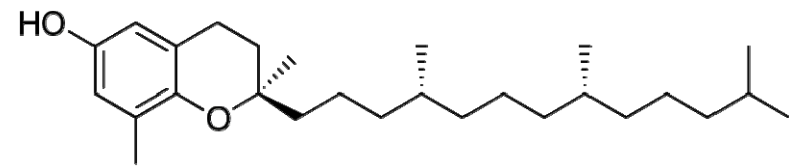
α-τοκοφερόλη



β-τοκοφερόλη



γ-τοκοφερόλη



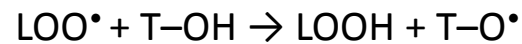
δ-τοκοφερόλη

# Βιταμίνες

## Λιποδιαλυτές

### Βιταμίνη E

Οι τοκοφερόλες είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά. Η αντιοξειδωτική τους δράση ακολουθεί την ίδια σειρά με την βιταμινική τους δράση  $\alpha > \beta > \gamma > \delta$ .



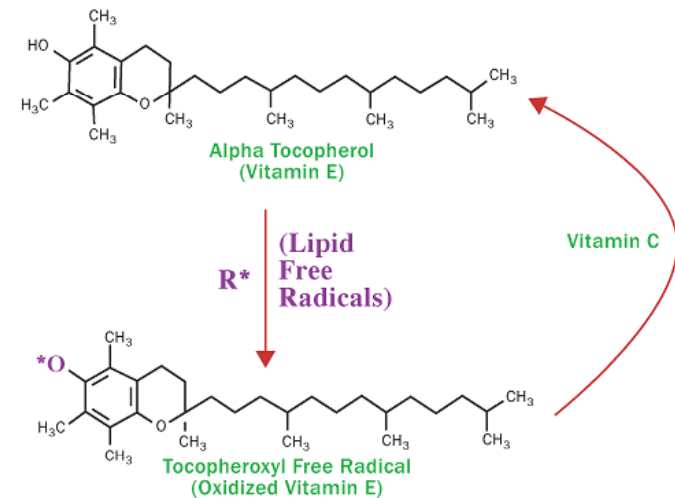
Ρόλοι:

Αντιοξειδωτικά

Ρύθμιση ενζυμικής δραστηριότητας (PKC)

Αγγειοδιαστολή

Συγκόλληση αιμοπεταλίων



**Τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνη E:** Σιτέλαιο, γάλα, ελαιόλαδο, ξηροί καρποί, πράσινα φυλλώδη λαχανικά, συκώτι, δημητριακά (15 mg / μέρα).

Η έλλειψη της βιταμίνης E προκαλεί μυϊκή δυστροφία, μυϊκή αταξία και αναιμία.

## Vitamin E

### Other Names

---

Alpha-tocopherol

---

### RDA

---

Adults: 15 mg/day

---

### Upper Level

---

Adults: 1000 mg/day

---

### Chief Functions in the Body

---

Antioxidant (stabilization of cell membranes, regulation of oxidation reactions, protection of polyunsaturated fatty acids [PUFA] and vitamin A)

---

### Significant Sources

---

Polyunsaturated plant oils (margarine, salad dressings, shortenings), leafy green vegetables, wheat germ, whole grains, liver, egg yolks, nuts, seeds, fatty meats

---

Easily destroyed by heat and oxygen

---

### Deficiency Symptoms

---

Red blood cell breakage,<sup>a</sup> nerve damage

---

### Toxicity Symptoms

---

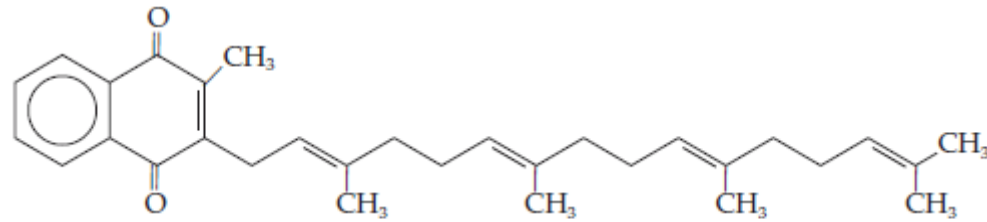
Augments the effects of anticlotting medication

---

# Βιταμίνες

Λιποδιαλυτές

Βιταμίνη Κ



Βιταμίνη Κ

# Βιταμίνες

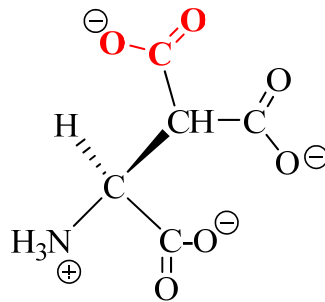
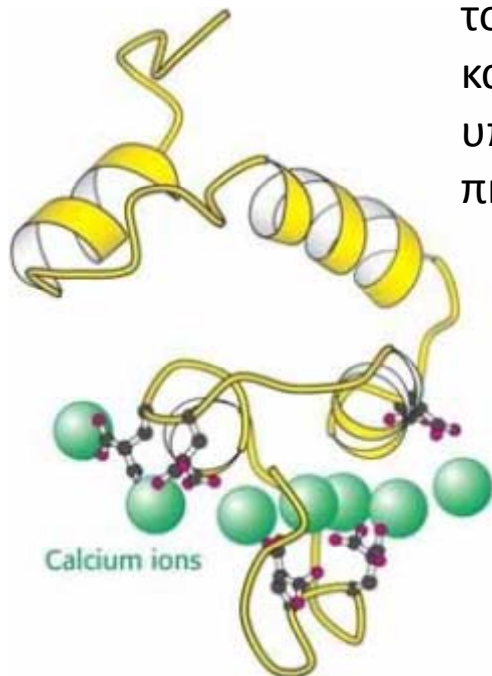
## Λιποδιαλυτές

### Βιταμίνη Κ

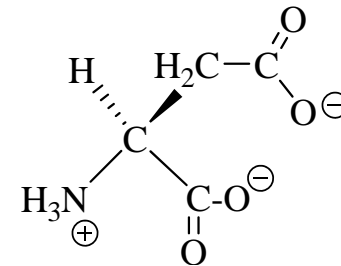
Η βιταμίνη Κ είναι απαραίτητη για την κανονική πήξη του αίματος. Απουσία της βιταμίνης αυτής το ήπαρ δεν μπορεί να συνθέσει την προθρομβίνη η οποία είναι η πρόδρομος ένωση της θρομβίνης (πρωτεΐνη απαραίτητη για την πήξη του αίματος).

Συγκεκριμένα η βιταμίνη Κ είναι υπεύθυνη για την δημιουργία του τροποποιημένου αμινοξέος γ-καρβοξυ γλουταμινικού στην προθρομβίνη, το οποίο είναι απαραίτητο για την στόχευση της προθρομβίνης στην επιφάνεια του τραύματος και την επούλωσή του. Συγκεκριμένα το γ-καρβοξυ γλουταμινικό προσδένει ιόντα  $\text{Ca}^{2+}$  και έτσι οδηγεί τη θρομβίνη στο σημείο του τραύματος (στο οποίο υπάρχουν αρνητικά φορτισμένες επιφάνειες) ενεργοποιώντας την πήξη του αίματος.

#### θρομβίνη



γ-καρβοξυ γλουταμινικό οξύ

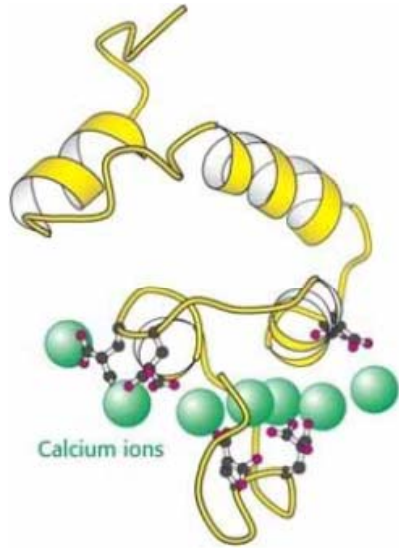


γλουταμινικό οξύ

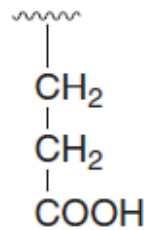
# Βιταμίνες

## Λιποδιαλυτές

### Θρομβίνη

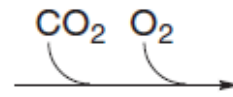


Protein precursors

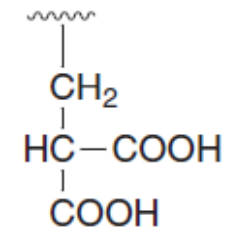


Glutamyl (Glu) residues

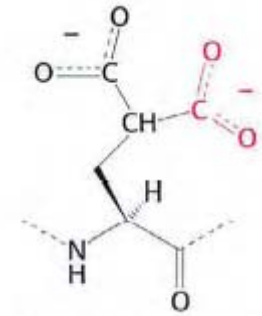
Καβοξυλάση του  
γ-γλουταμινικού



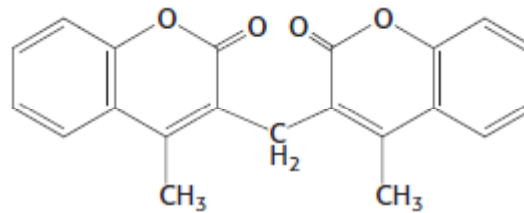
Completed proteins



γ-Carboxyglutamyl (Gla) residues



Το γ-καρβοξυ γλουταμινικό δημιουργείται μόνο παρουσία της βιταμίνης Κ. Αναστολείς της βιταμίνης Κ μπορεί να προκαλέσουν **θανατηφόρο αιμορραγία**.



Η **δικουμαρόλη** είναι ένας ανταγωνιστής της βιταμίνης Κ. Για το λόγο αυτό μπορεί να προκαλέσει αιμορραγική ασθένεια. Η δικουμαρόλη βρίσκεται στο **χαλασμένο από μυκητίαση ήμερο τριφύλλι**.

Ανεπάρκεια βιταμίνης Κ προκαλεί δυσλειτουργίες στην πήξη του αίματος.

**Πηγή βιταμίνης Κ:** Πράσινα φυλλώδη λαχανικά, ελαιόλαδο, συκώτι, γάλα, βακτήρια παχέος εντέρου (100 μg / μέρα)





## Vitamin K

### Other Names

---

Phylloquinone, menaquinone, menadione, naphthoquinone

---

### Adequate Intakes (AI)

---

Men: 120 µg/day

---

Women: 90 µg/day

---

### Chief Functions in the Body

---

Synthesis of blood-clotting proteins and bone proteins

### Significant Sources

---

Bacterial synthesis in the digestive tract;<sup>a</sup> liver; leafy green vegetables, cabbage-type vegetables; milk

---

### Deficiency Symptoms

---

Hemorrhaging

---

### Toxicity Symptoms

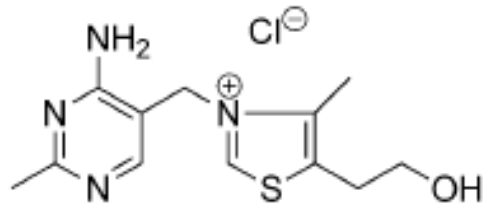
---

None known

# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

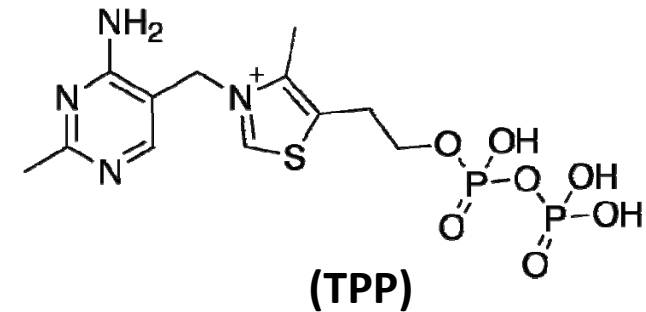
### Βιταμίνη B<sub>1</sub>



θειαμίνη

vitamin B<sub>1</sub> (thiamine)

Συνένζυμο με τη μορφή πυροφωσφορικής θειαμίνης (TPP).  
Είναι απαραίτητη για το μεταβολισμό των υδατανθράκων  
και του λίπους.



(TPP)

# Βιταμίνες

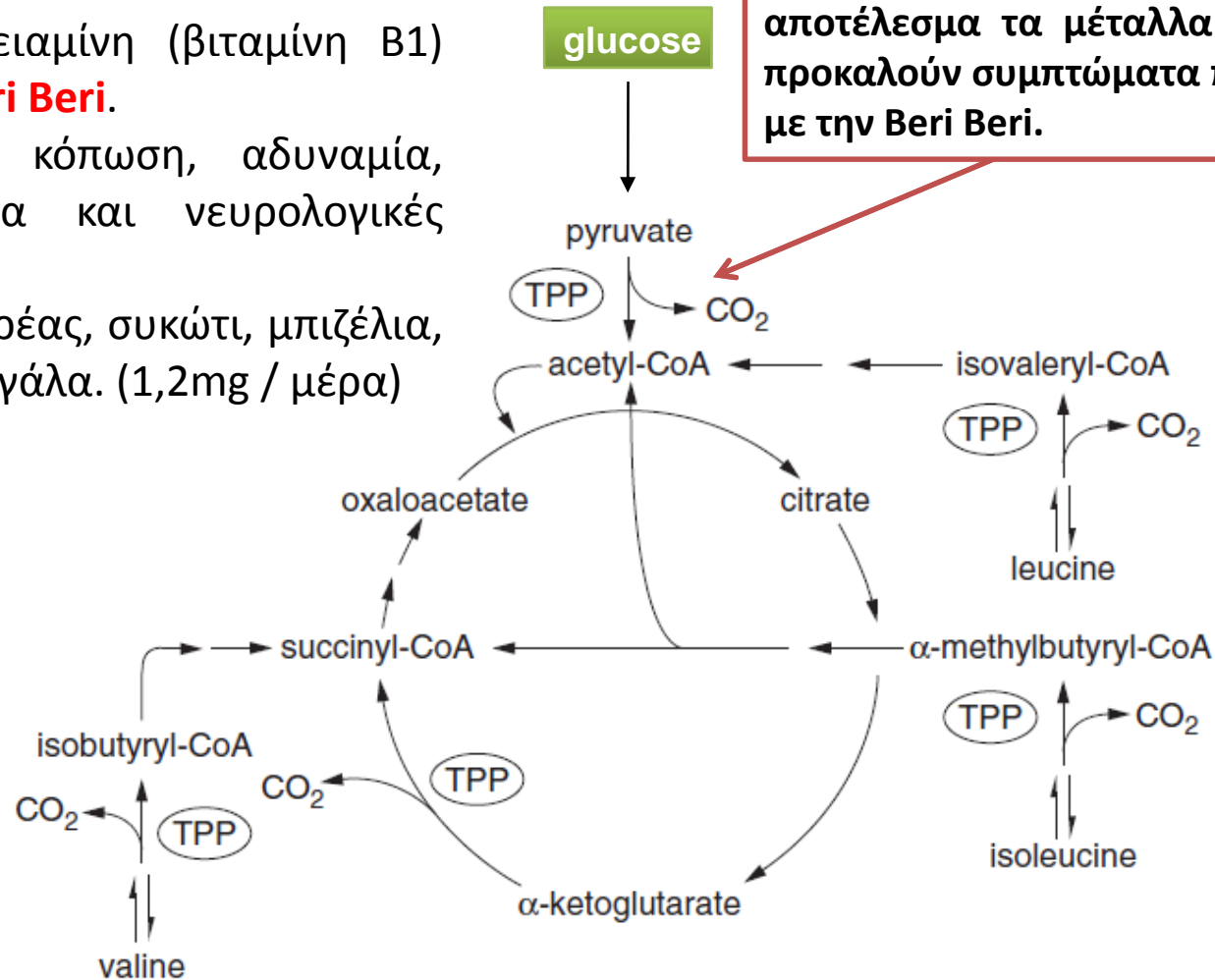
## Υδατοδιαλυτές

### Βιταμίνη Β<sub>1</sub>

Η ανεπάρκεια σε θειαμίνη (βιταμίνη Β<sub>1</sub>) προκαλεί την νόσο **Beri Beri**.

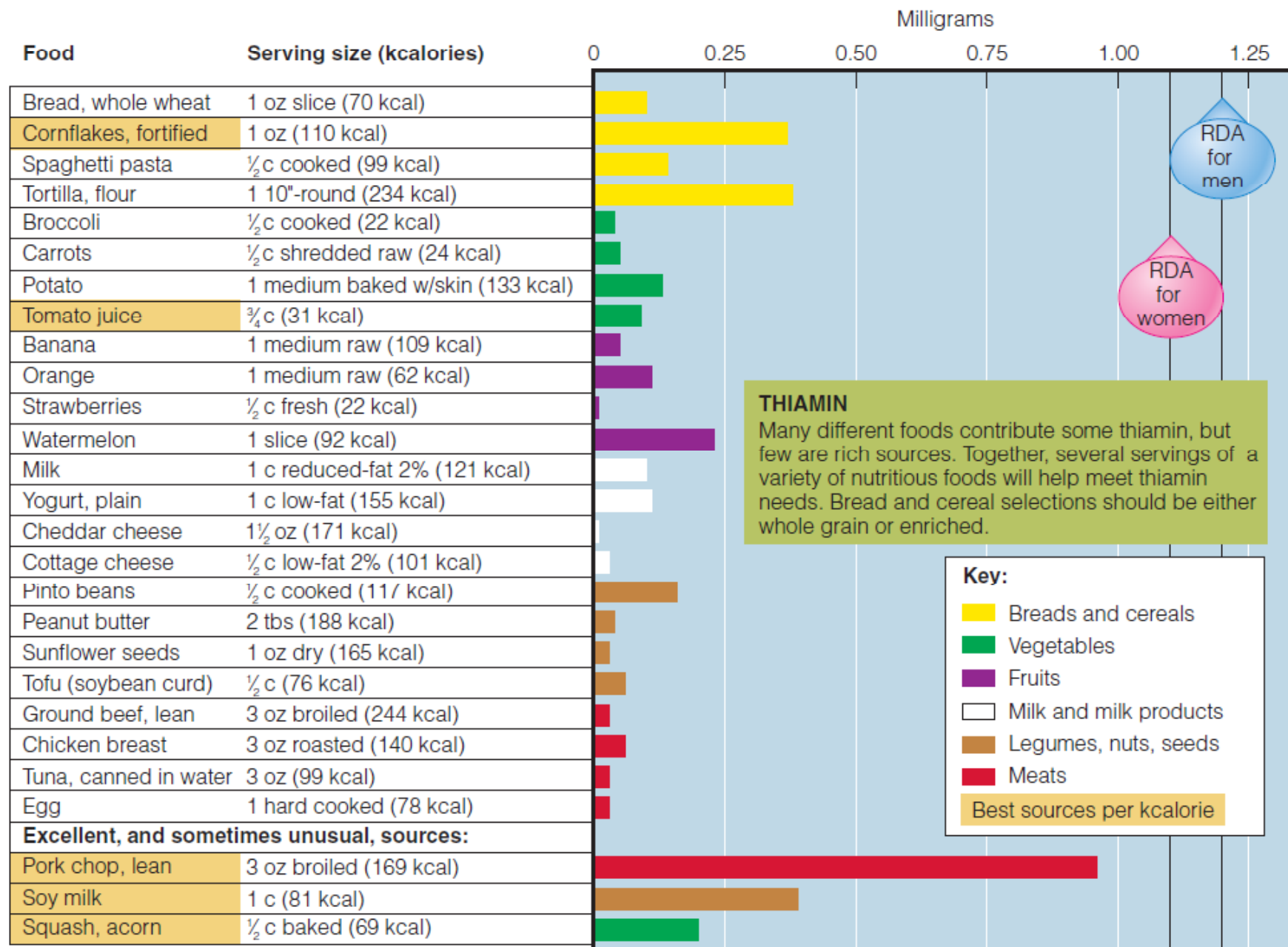
Χαρακτηρίζεται από κόπωση, αδυναμία, καρδιακή ανεπάρκεια και νευρολογικές διαταραχές

**Πηγές βιταμίνης Β<sub>1</sub>**: κρέας, συκώτι, μπιζέλια, ψωμί, αυγά, πατάτες, γάλα. (1,2mg / μέρα)



Το ένζυμο πυροσταφυλική αφυδρογονάση απενεργοποιείται από αρσενικό και υδράργυρο με αποτέλεσμα τα μέταλλα αυτά να προκαλούν συμπτώματα παρόμοια με την Beri Beri.

**FIGURE 10-3** Thiamin in Selected Foods



## IN SUMMARY

### Thiamin

#### Other Names

Vitamin B<sub>1</sub>

#### RDA

Men: 1.2 mg/day

Women: 1.1 mg/day

#### Chief Functions in the Body

Part of coenzyme TPP (thiamin pyrophosphate) used in energy metabolism

#### Significant Sources

Whole-grain, fortified, or enriched grain products; moderate amounts in all nutritious food; pork

Easily destroyed by heat

#### Deficiency Disease

Beriberi (wet, with edema; dry, with muscle wasting)

#### Deficiency Symptoms<sup>a</sup>

Enlarged heart, cardiac failure; muscular weakness; apathy, poor short-term memory, confusion, irritability; anorexia, weight loss

#### Toxicity Symptoms

None reported

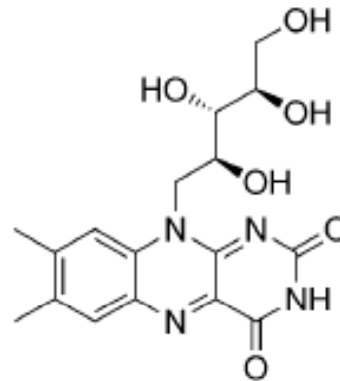
<sup>a</sup>Severe thiamin deficiency is often related to heavy alcohol consumption with limited food consumption (Wernicke-Korsakoff syndrome).

# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

### Ριβοφλαβίνη

### Βιταμίνη B<sub>2</sub>



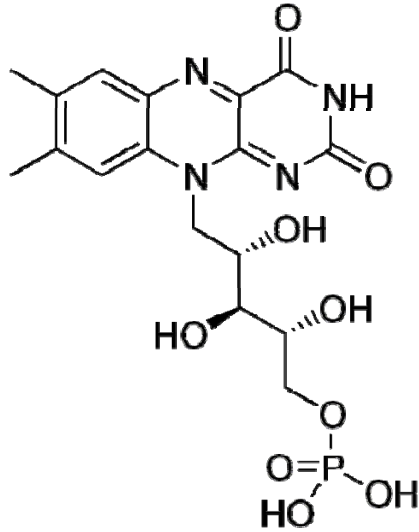
vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin)

Η βιταμίνη B<sub>2</sub> αποτελεί συνένζυμο για πολλά οξειδωτικά ένζυμα και συμμετέχει στο μεταβολισμό λιπαρών οξέων, κετονοσωμάτων, υδατανθράκων και πρωτεϊνών. Χρησιμοποιείται με τη μορφή νουκλεοτιδίων (FMN, FAD)

# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

### Βιταμίνη B<sub>2</sub>



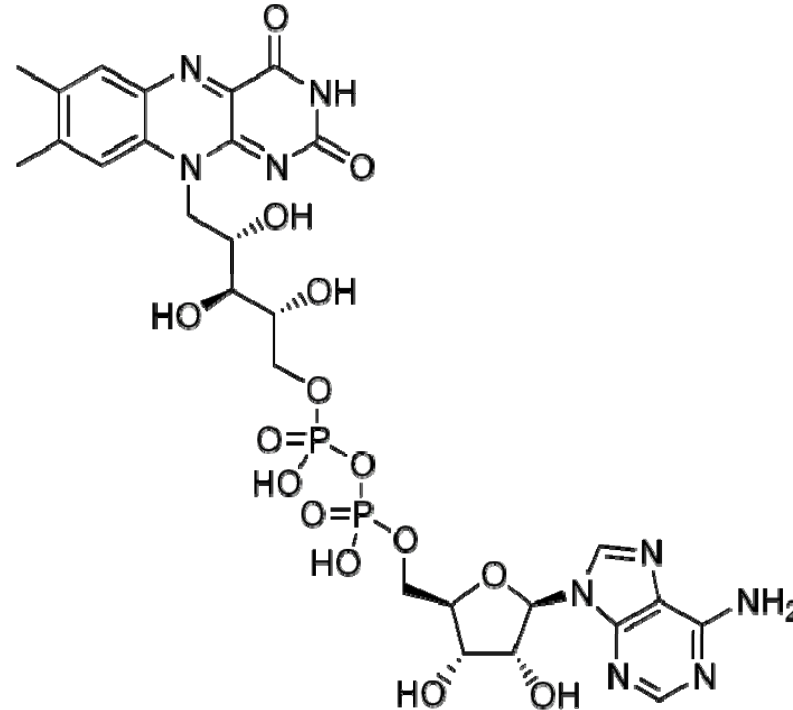
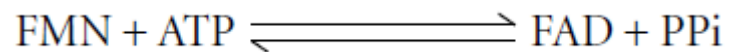
**FMN**

Φλαβινομονονουκλεοτίδιο

flavokinase



FAD synthetase



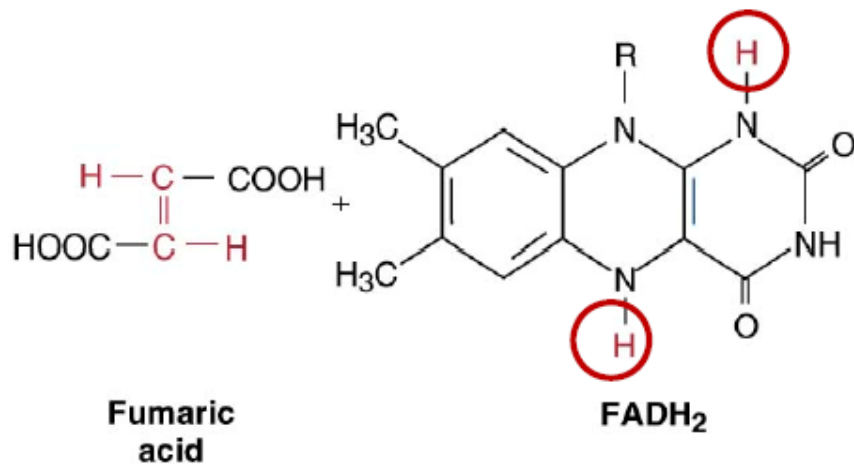
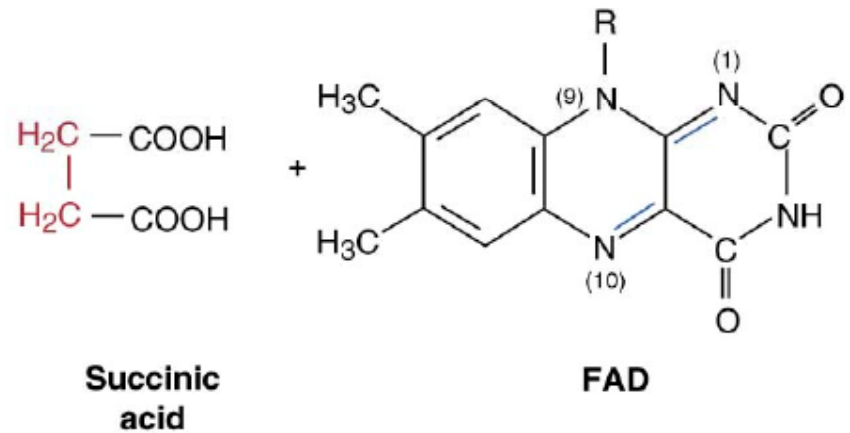
**FAD**

Φλαβινο-αδενινο-δινουκλεοτίδιο

# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

### Βιταμίνη B<sub>2</sub>



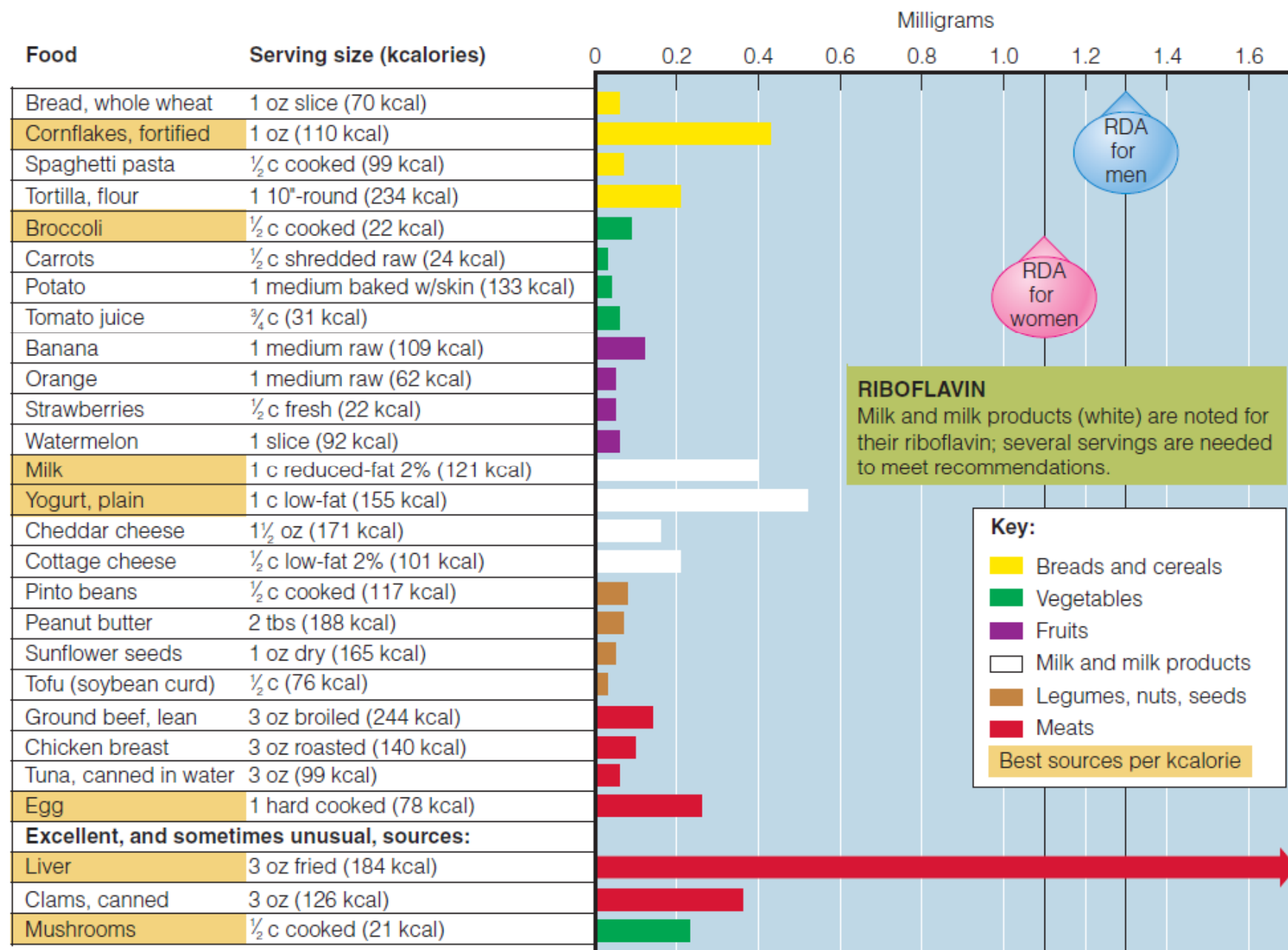
Ανεπάρκεια σε βιταμίνη B<sub>2</sub> προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη, στοματίτιδα, ερεθισμό στα μάτια και τη γλώσσα, δερματίτιδα και αναιμία.

**Τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνη B<sub>2</sub>:** Γάλα, τυρί, γιαούρτι, κρέας, συκώτι, πράσινα φυλλώδη λαχανικά, δημητριακά.

Συνιστώμενη ημερήσια δόση: 1,2 mg



**FIGURE 10-5** Riboflavin in Selected Foods



## IN SUMMARY

### Riboflavin

#### Other Names

Vitamin B<sub>2</sub>

#### RDA

Men: 1.3 mg/day

Women: 1.1 mg/day

#### Chief Functions in the Body

Part of coenzymes FMN (flavin mononucleotide) and FAD (flavin adenine dinucleotide) used in energy metabolism

#### Significant Sources

Milk products (yogurt, cheese); whole-grain, fortified, or enriched grain products; liver

Easily destroyed by ultraviolet light and irradiation

#### Deficiency Disease

Ariboflavinosis (ay-RYE-boh-FLAY-vin-oh-sis)

#### Deficiency Symptoms

Sore throat; cracks and redness at corners of mouth;<sup>a</sup> painful, smooth, purplish red tongue;<sup>b</sup> inflammation characterized by skin lesions covered with greasy scales

#### Toxicity Symptoms

None reported

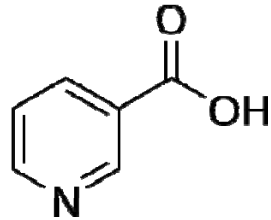
<sup>a</sup>Cracks at the corners of the mouth are called *angular stomatitis* or *cheilosis* (kye-LOH-sis or kee-LOH-sis).

<sup>b</sup>Smoothness of the tongue is caused by loss of its surface structures and is termed *glossitis* (gloss-EYE-tis).

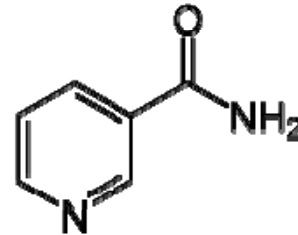
# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

### Νιασίνη Βιταμίνη B<sub>3</sub>



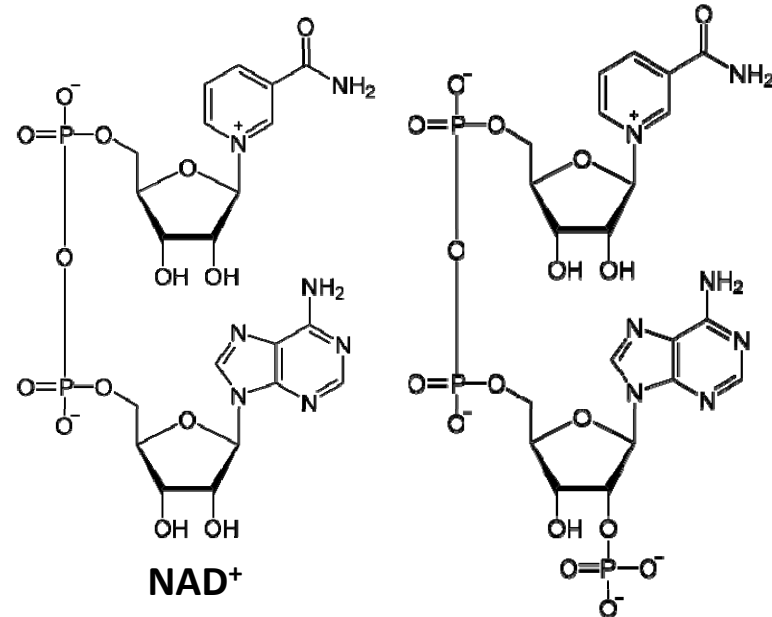
Νικοτινικό οξύ



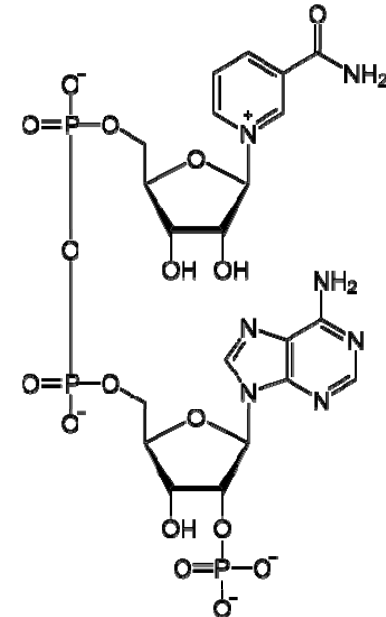
Νικοτιναμίδιο

Η Νιασίνη χρησιμοποιείται σαν συνένζυμο με τη μορφή NAD<sup>+</sup> ή NADP<sup>+</sup>. Χρησιμοποιείται στον μεταβολισμό λιπαρών οξέων και υδατανθράκων. Επίσης χρησιμοποιείται στην επιδιόρθωση του DNA. Η ανηγμένη μορφή (NADPH) χρησιμοποιείται για βιοσύνθεση αλλά και στην αποτοξίκωση αντιδραστικών ενώσεων οξυγόνου.

Στον άνθρωπο η Νιασίνη συντίθεται από το αμινοξύ θρυπτοφάνη.



NAD<sup>+</sup>



NADP<sup>+</sup>

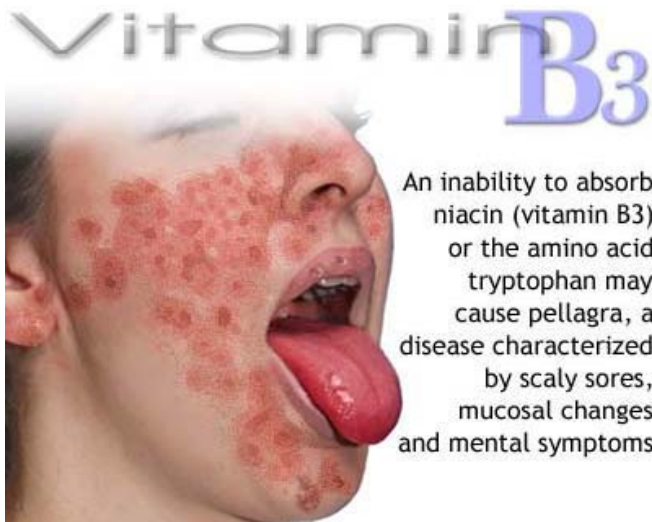
# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

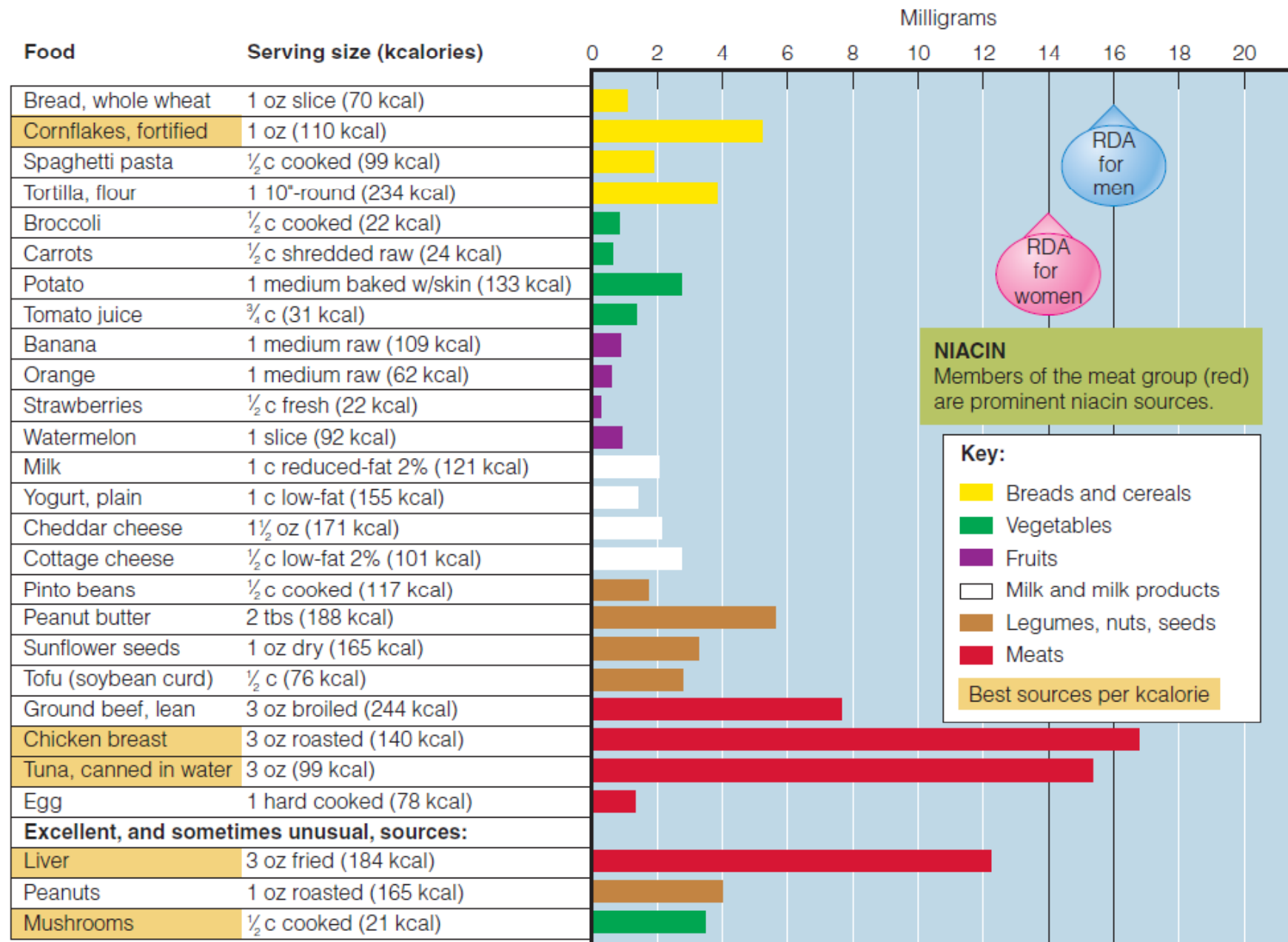
### Νιασίνη Βιταμίνη B<sub>3</sub>

Ανεπάρκεια σε Νιασίνη αλλά και σε θρυπτοφάνη προκαλεί την ασθένεια **πελλάγρα**. Η κλινική εικόνα της χαρακτηρίζεται από δερματικές βλάβες, γαστρεντερικές και νευροψυχικές εκδηλώσεις.

**Τρόφιμα πλούσια σε Νιασίνη:** Κρέας, δημητριακά. 15 mg/μέρα  
**Τρόφιμα πλούσια σε θρυπτοφάνη:** ψάρια, αβγά, το γάλα, οι μπανάνες, τα γαλακτοκομικά, οι ηλιόσποροι και το κρέας.



**FIGURE 10-7** Niacin in Selected Foods



## IN SUMMARY

### Niacin

#### Other Names

Nicotinic acid, nicotinamide, niacinamide, vitamin B<sub>3</sub>; precursor is dietary tryptophan (an amino acid)

#### RDA

Men: 16 mg NE/day

Women: 14 mg NE/day

#### Upper Level

Adults: 35 mg/day

#### Chief Functions in the Body

Part of coenzymes NAD (nicotinamide adenine dinucleotide) and NADP (its phosphate form) used in energy metabolism

#### Significant Sources

Milk, eggs, meat, poultry, fish; whole-grain, fortified, and enriched grain products; nuts and all protein-containing foods

#### Deficiency Disease

Pellagra

#### Deficiency Symptoms

Diarrhea, abdominal pain, vomiting; inflamed, swollen, smooth, bright red tongue;<sup>a</sup> depression, apathy, fatigue, loss of memory, headache; bilateral symmetrical rash on areas exposed to sunlight

#### Toxicity Symptoms

Painful flush, hives, and rash (“niacin flush”); nausea and vomiting; liver damage, impaired glucose tolerance

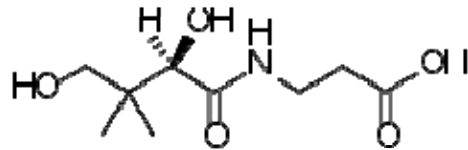
<sup>a</sup>Smoothness of the tongue is caused by loss of its surface structures and is termed *glossitis* (gloss-EYE-tis).

# Βιταμίνες

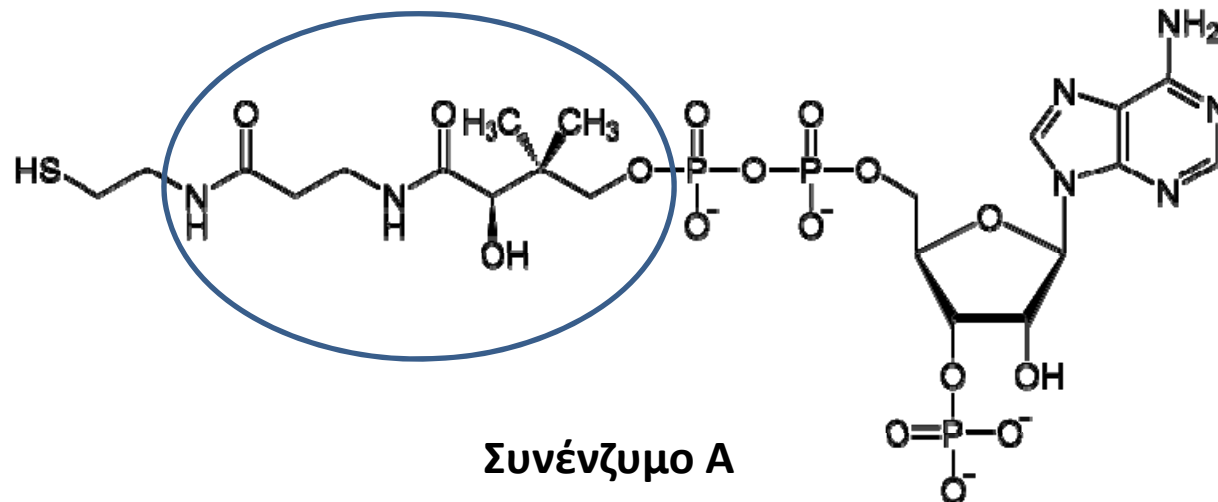
## Υδατοδιαλυτές

### Παντοθενικό οξύ

### Βιταμίνη B<sub>5</sub>



Το παντοθενικό οξύ είναι το συστατικό του Συνενζύμου A. Συμμετέχει στο μεταβολισμό των λιπαρών οξέων, της χοληστερόλης και στον κύκλο του κιτρικού οξέος.



Συνένζυμο A

Η ανεπάρκεια του παντοθενικού οξέος είναι σπάνια λόγω της άφθονης παρουσίας του στα τρόφιμα.

**Τρόφιμα πλούσια σε παντοθενικό οξύ:** Συκώτι, ζύμη, βασιλικός πολτός, φρέσκα λαχανικά, αυγά, μοσχάρι, κοτόπουλο, δημητριακά. 5 mg/ μέρα

## IN SUMMARY

### Pantothenic Acid

#### Adequate Intake (AI)

Adults: 5 mg/day

#### Chief Functions in the Body

Part of coenzyme A, used in energy metabolism

#### Significant Sources

Widespread in foods; chicken, beef, potatoes, oats, tomatoes, liver, egg yolk, broccoli, whole grains

Easily destroyed by food processing

#### Deficiency Symptoms

Vomiting, nausea, stomach cramps; insomnia, fatigue, depression, irritability, restlessness, apathy; hypoglycemia, increased sensitivity to insulin; numbness, muscle cramps, inability to walk

#### Toxicity Symptoms

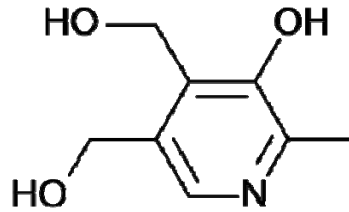
None reported



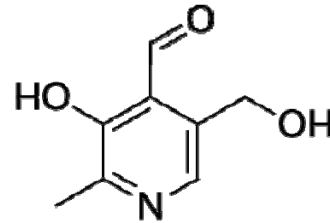
# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

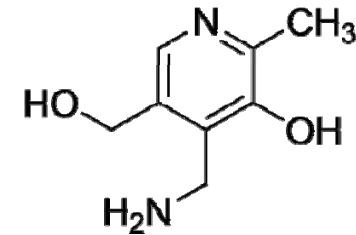
### Βιταμίνη B<sub>6</sub>



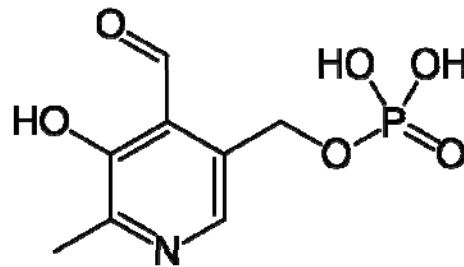
Πυριδοξίνη



Πυριδοξάλη



Πυριδοξαμίνη



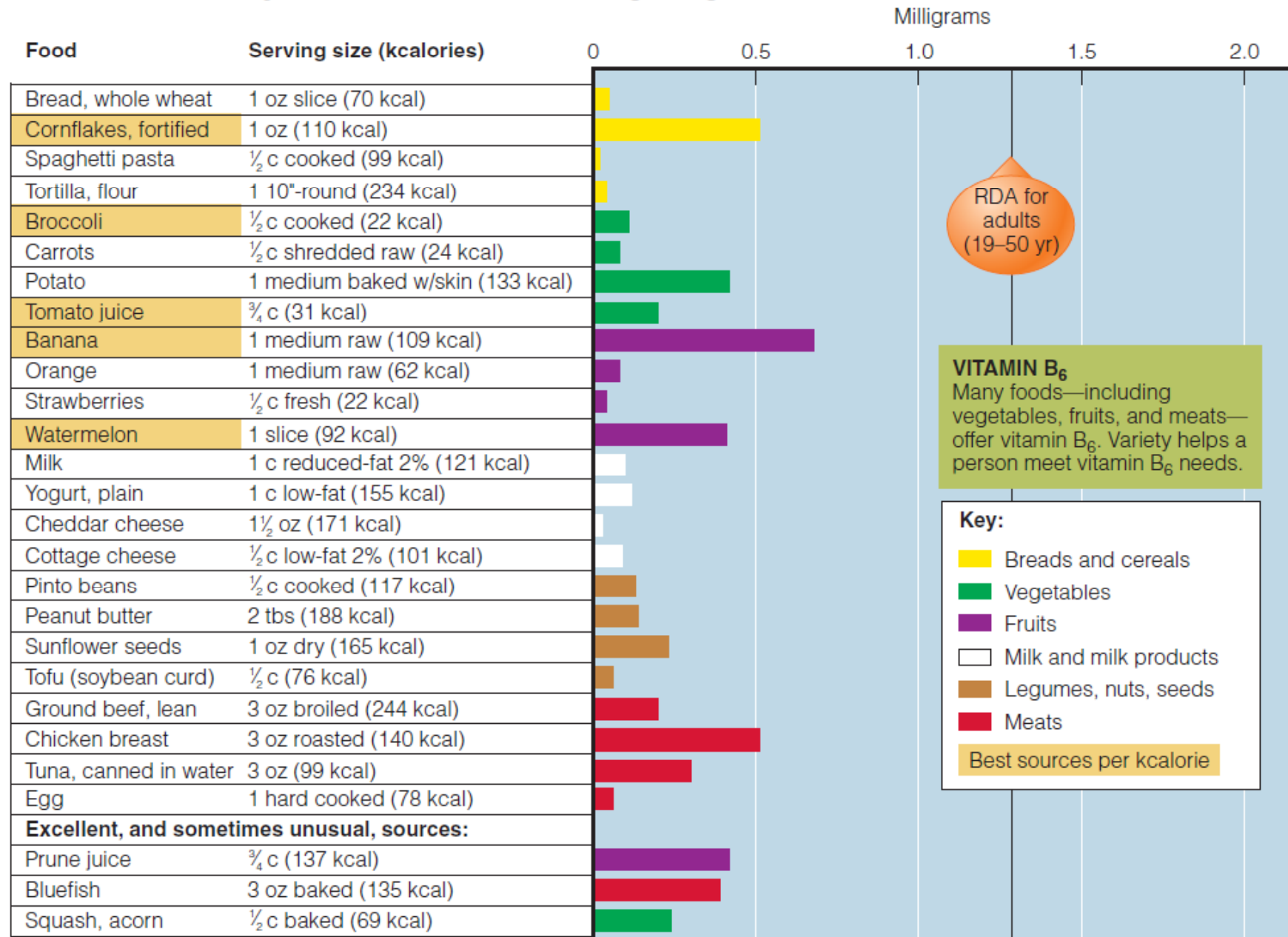
### Φωσφορική πυριδοξάλη (PLP)

Ενεργή μορφή

Βασικό συνένζυμο στις βιοχημικές μετατροπές των αμινοξέων. **Συμβάλει στη μετατροπή της θρυπτοφάνης σε Νιασίνη και Σεροτινίνη.** Συμβάλει στο σχηματισμό των ερυθροκυττάρων. Έλλειψη προκαλεί αναιμία, νευρική κατάσταση, κατάθλιψη, δερματίτιδα, αδυναμία (1.3 mg/μέρα) Είναι διαδεδομένη στο φυτικό και στο ζωικό βασίλειο.

**FIGURE 10-8** Vitamin B<sub>6</sub> in Selected Foods

See the “How to” section on p. 329 for more information on using this figure.



## IN SUMMARY

### Vitamin B<sub>6</sub>

#### Other Names

Pyridoxine, pyridoxal, pyridoxamine

#### RDA

Adults (19–50 yr): 1.3 mg/day

#### Upper Level

Adults: 100 mg/day

#### Chief Functions in the Body

Part of coenzymes PLP (pyridoxal phosphate) and PMP (pyridoxamine phosphate) used in amino acid and fatty acid metabolism; helps to convert tryptophan to niacin and to serotonin; helps to make red blood cells

#### Significant Sources

Meats, fish, poultry, potatoes and other starchy vegetables, legumes, noncitrus fruits, fortified cereals, liver, soy products

Easily destroyed by heat

#### Deficiency Symptoms

Scaly dermatitis; anemia (small-cell type);<sup>a</sup> depression, confusion, convulsions

#### Toxicity Symptoms

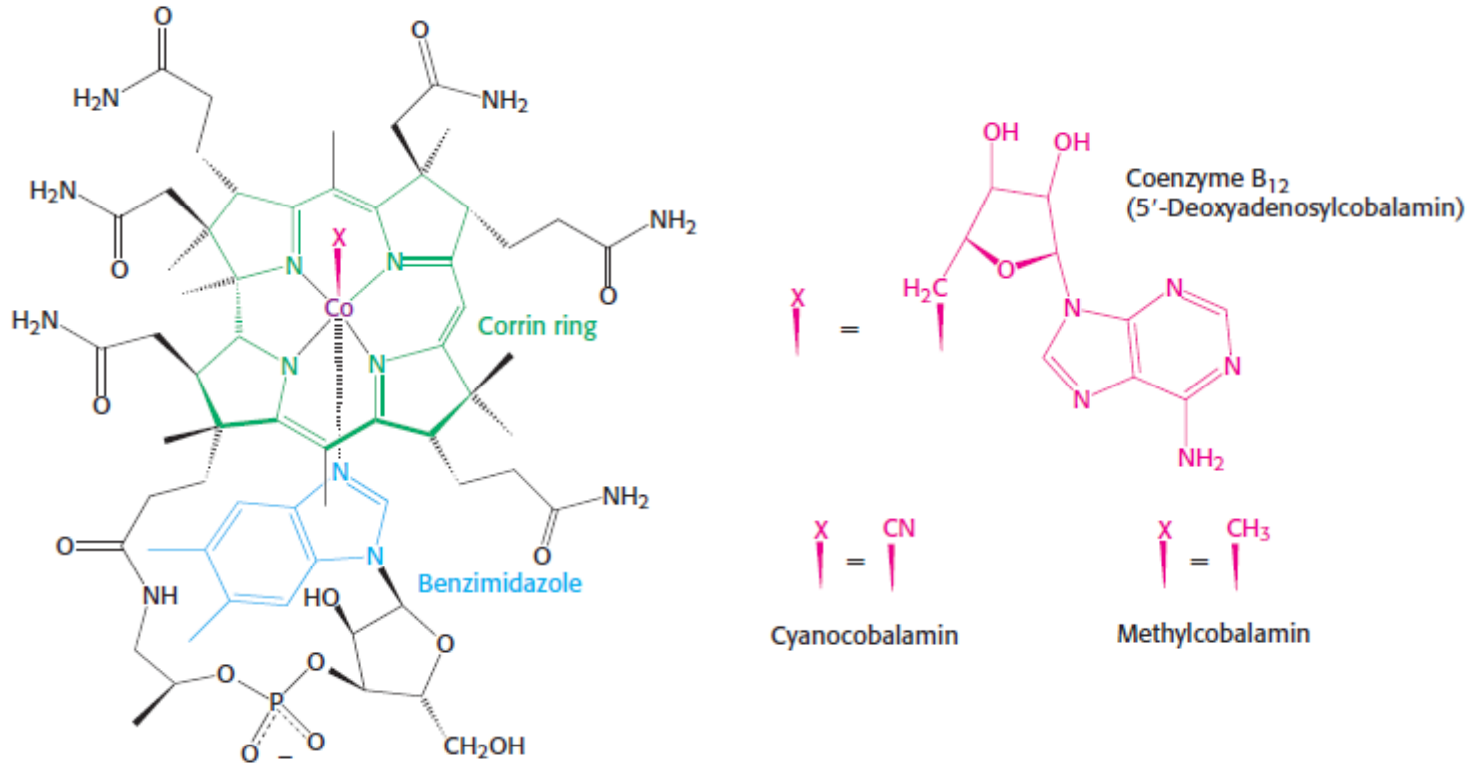
Depression, fatigue, irritability, headaches, nerve damage causing numbness and muscle weakness leading to an inability to walk and convulsions; skin lesions

<sup>a</sup>Small-cell-type anemia is called *microcytic anemia*.

# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

### Βιταμίνη B<sub>12</sub>

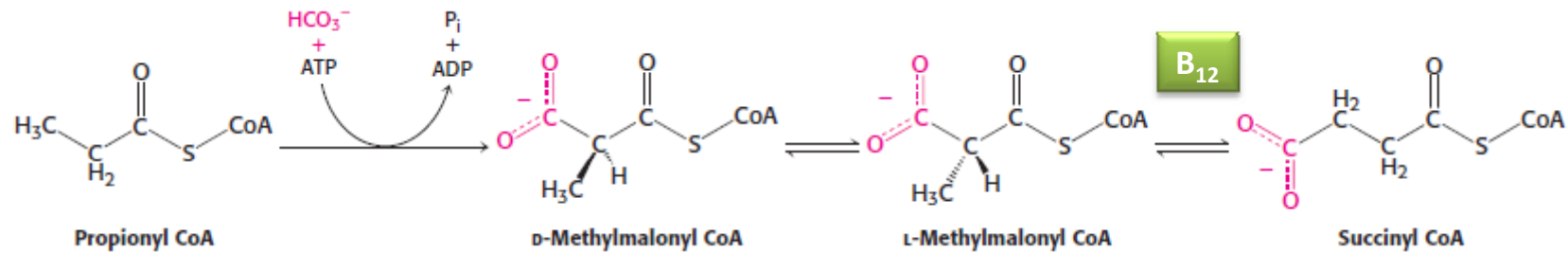


# Βιταμίνες

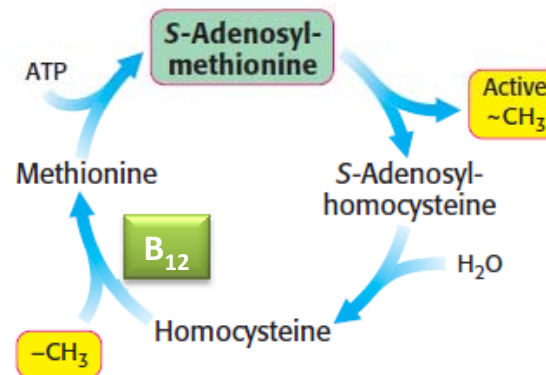
## Υδατοδιαλυτές

### Βιταμίνη B<sub>12</sub>

Μεταβολισμός λιπαρών οξέων με περιττό αριθμό ατόμων άνθρακα



Κύκλος ενεργοποιημένου μεθυλίου



Έλλειψη προκαλεί κακοήθη αναιμία, γενική δυσλειτουργία των νεύρων (παράλυση).  
Τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνη B<sub>12</sub>: συκώτι, κρέας, γάλα, τυρί, ψάρια, αυγά.

## IN SUMMARY

### Vitamin B<sub>12</sub>

#### Other Names

Cobalamin (and related forms)

#### RDA

Adults: 2.4 µg/day

#### Chief Functions in the Body

Part of coenzymes methylcobalamin and deoxyadenosylcobalamin used in new cell synthesis; helps to maintain nerve cells; reforms folate coenzyme; helps to break down some fatty acids and amino acids

#### Significant Sources

Foods of animal origin (meat, fish, poultry, shellfish, milk, cheese, eggs), fortified cereals

Easily destroyed by microwave cooking

#### Deficiency Disease

Pernicious anemia<sup>a</sup>

#### Deficiency Symptoms

Anemia (large-cell type);<sup>b</sup> fatigue, degeneration of peripheral nerves progressing to paralysis; sore tongue, loss of appetite, constipation

#### Toxicity Symptoms

None reported

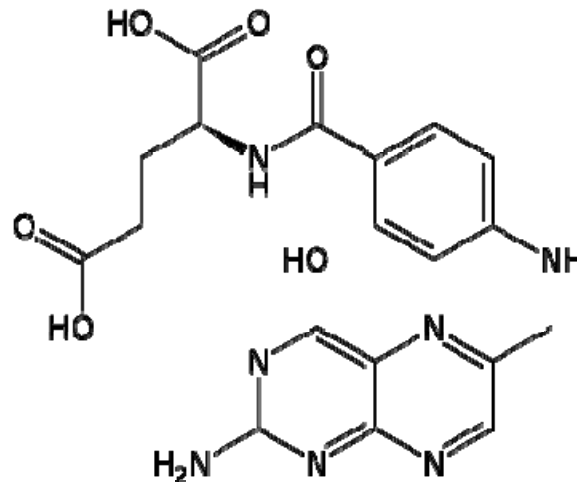
<sup>a</sup>The name *pernicious anemia* refers to the vitamin B<sub>12</sub> deficiency caused by atrophic gastritis and a lack of intrinsic factor, but not to that caused by inadequate dietary intake.

<sup>b</sup>Large-cell-type anemia is known as either *macrocytic* or *megaloblastic anemia*.

# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

### Φυλλικό οξύ Βιταμίνη Β<sub>9</sub>



Χρησιμοποιείται στη βιοσύνθεση βάσεων νουκλεϊκών οξέων (πουρίνες, πυριμιδίνες) και ορισμένων αμινοξέων.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά τη διάρκεια περιόδων ταχείας ανάπτυξης, όπως η βρεφική ηλικία και η εγκυμοσύνη.

Έλλειψη φυλλικού οξέος προκαλεί αιματολογικές ανωμαλίες (αναιμία), κούραση, πονοκέφαλο.

**Πηγές πλούσιες σε φυλλικό οξύ:** Πράσινα λαχανικά, νεφρά, συκώτι, βακτήρια εντέρου.

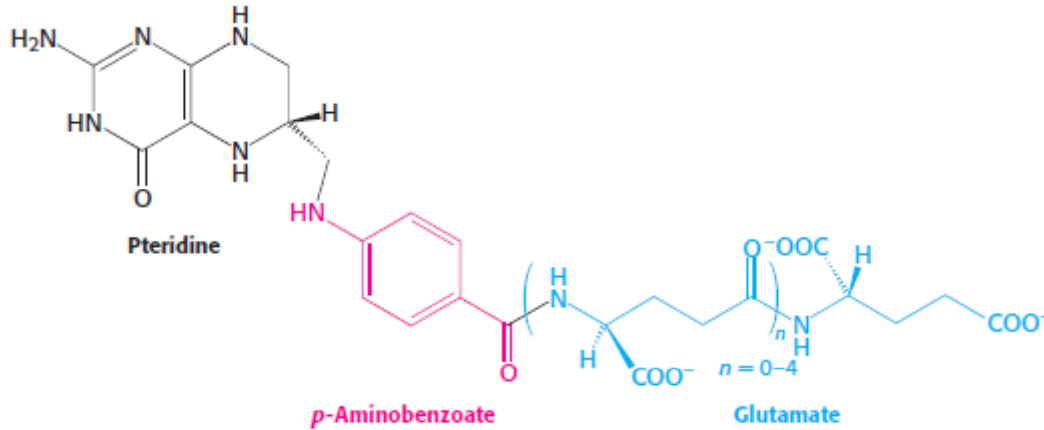
400 μg / μέρα

# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

### Φυλλικό οξύ Βιταμίνη Β<sub>9</sub>

#### Τετραϋδροφυλλικό οξύ



Φυλλικό οξύ → Τετραϋδροφυλλικό οξύ  
Δότης μονανθρακικών μονάδων

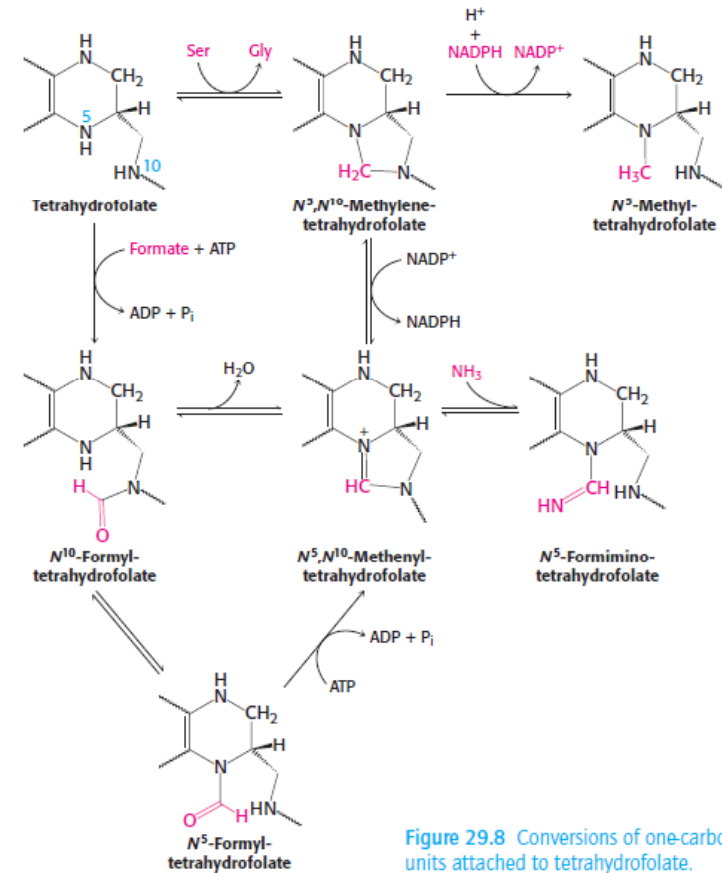
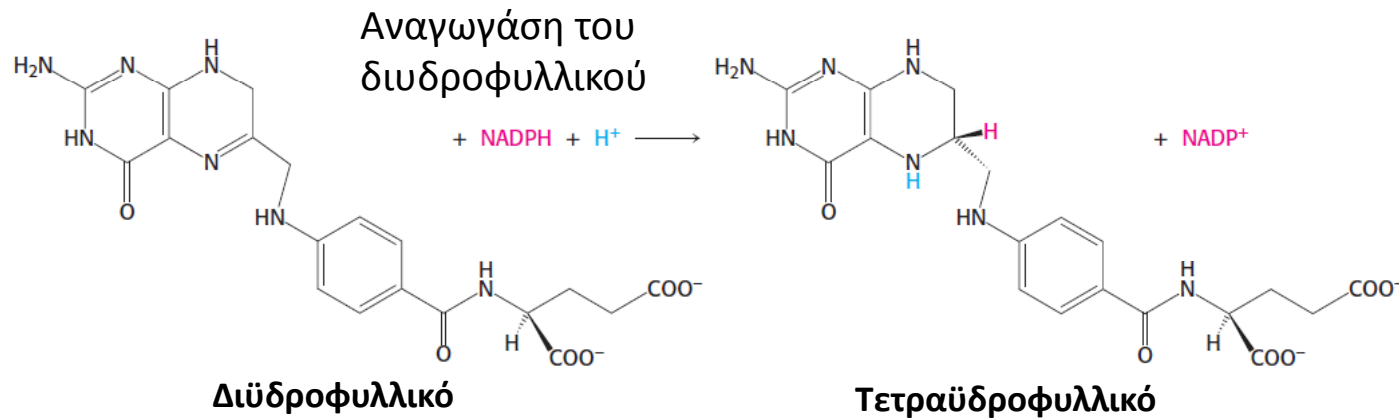
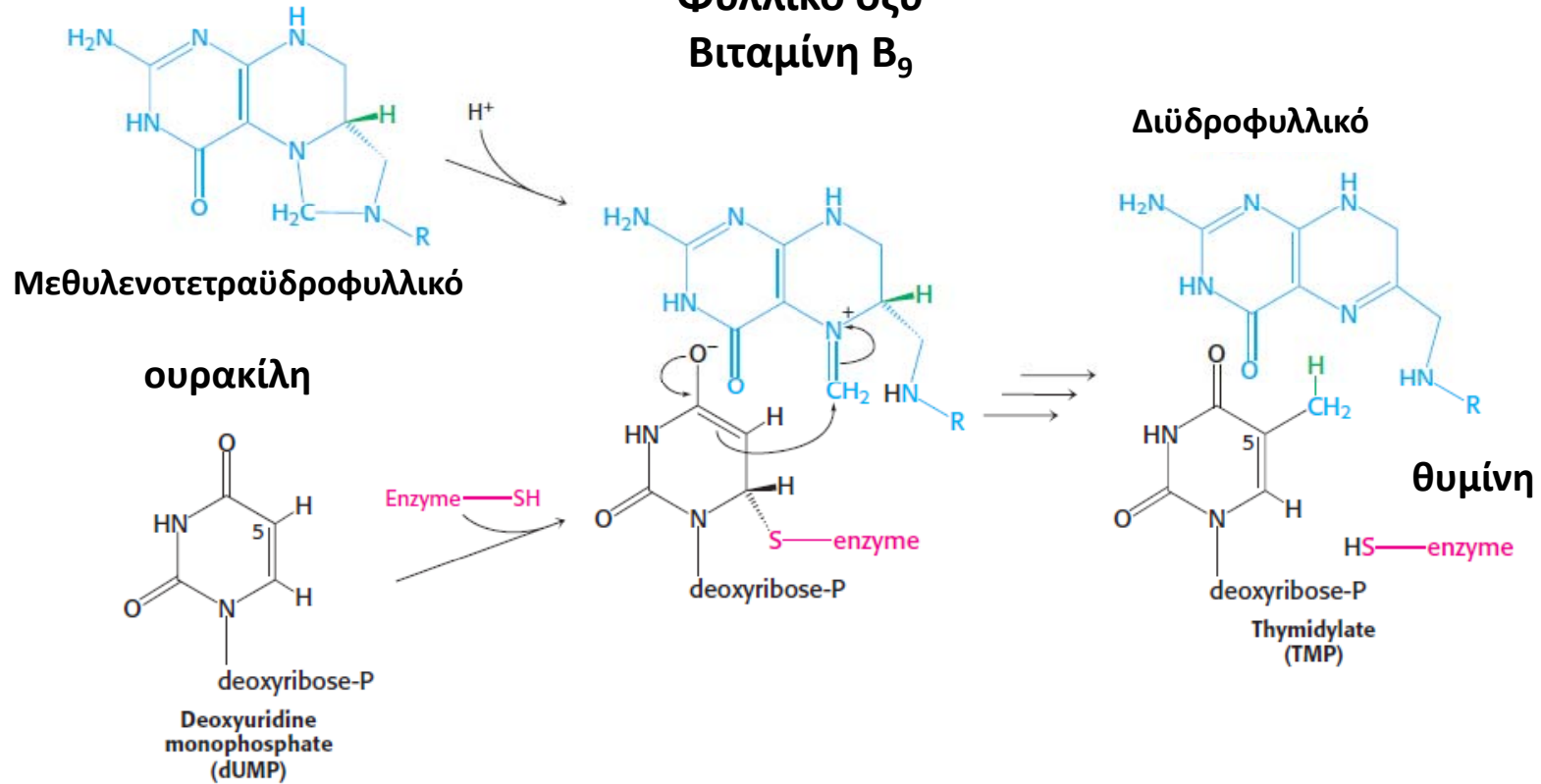


Figure 29.8 Conversions of one-carbon units attached to tetrahydrofolate.

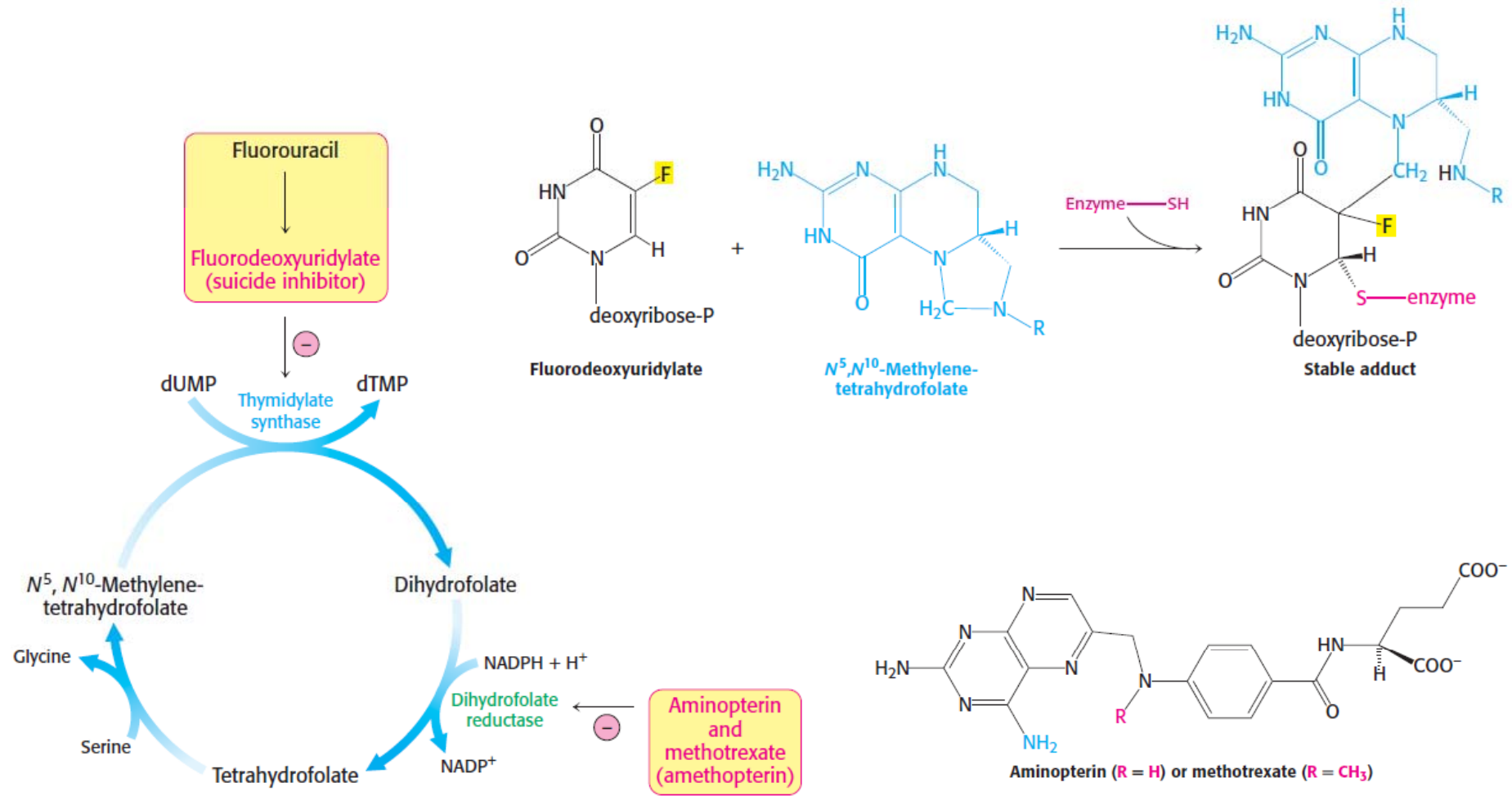


# Βιταμίνες

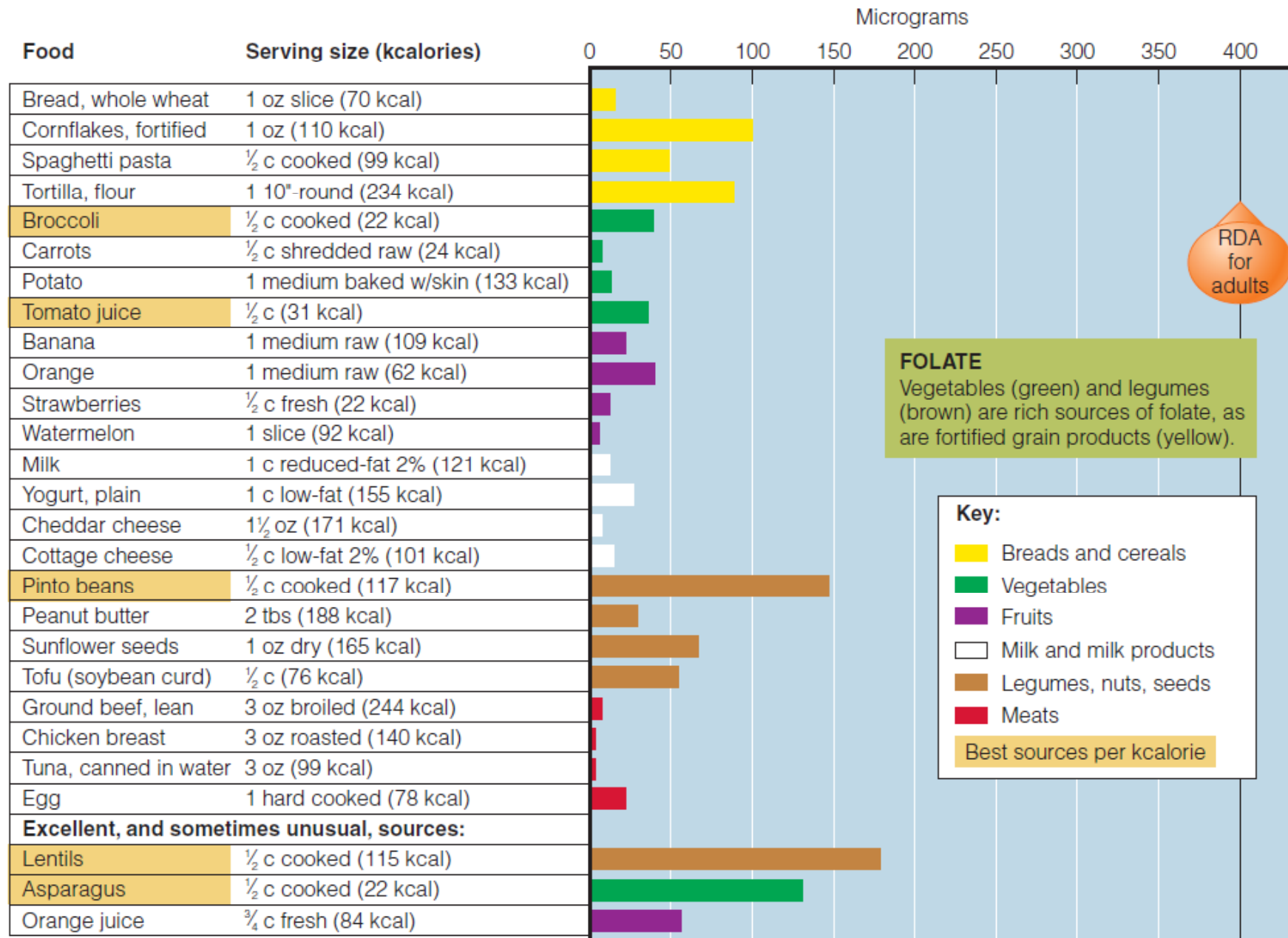
## Φυλλικό οξύ Βιταμίνη B<sub>9</sub>



# Αντικαρκινικά



**FIGURE 10-11** Folate in Selected Foods



## IN SUMMARY

### Folate

#### Other Names

Folic acid, folacin, pteroylglutamic acid (PGA)

#### RDA

Adults: 400 µg/day

#### Upper Level

Adults: 1000 µg/day

#### Chief Functions in the Body

Part of coenzymes THF (tetrahydrofolate) and DHF (dihydrofolate) used in DNA synthesis and therefore important in new cell formation

#### Significant Sources

Fortified grains, leafy green vegetables, legumes, seeds, liver

Easily destroyed by heat and oxygen

#### Deficiency Symptoms

Anemia (large-cell type);<sup>a</sup> smooth, red tongue;<sup>b</sup> mental confusion, weakness, fatigue, irritability, headache; shortness of breath; elevated homocysteine

#### Toxicity Symptoms

Masks vitamin B<sub>12</sub>-deficiency symptoms

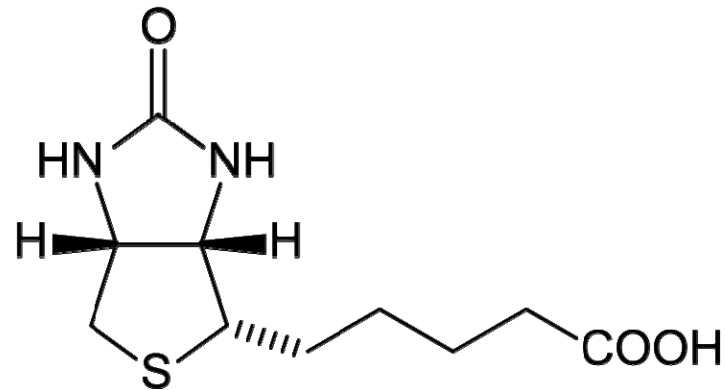
<sup>a</sup>Large-cell-type anemia is known as either *macrocytic* or *megaloblastic anemia*.

<sup>b</sup>Smoothness of the tongue is caused by loss of its surface structures and is termed *glossitis* (gloss-EYE-tis).

# Βιταμίνες

Υδατοδιαλυτές

Βιοτίνη  
Βιταμίνη B<sub>7</sub>



Χρησιμοποιείται σαν συνένζυμο σε αντιδράσεις καρβοξυλίωσης.

Έλλειψη Βιοτίνης προκαλεί κατάθλιψη, παραισθήσεις, μούδιασμα χεριών και ποδιών, απώλεια μαλλιών.

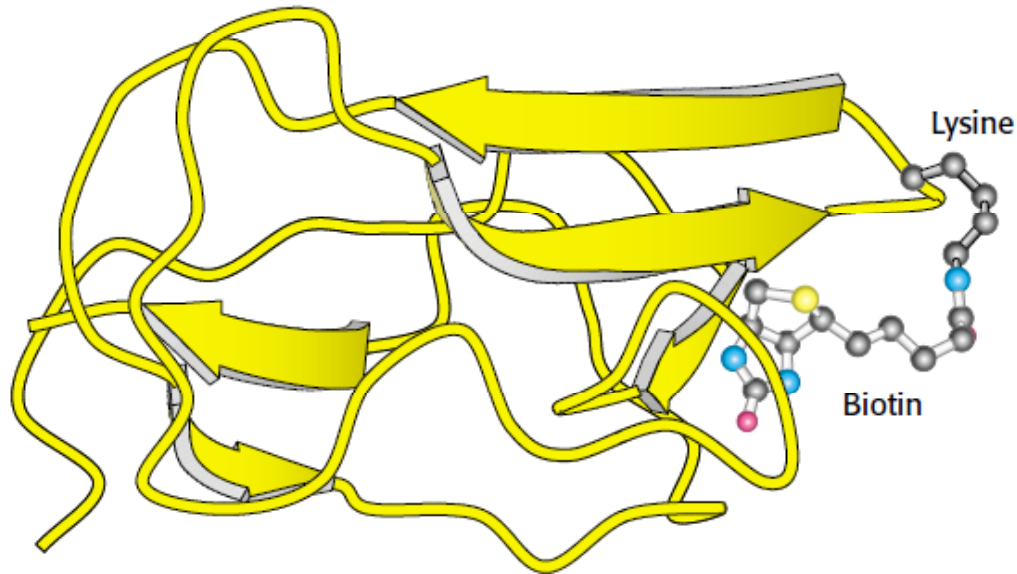
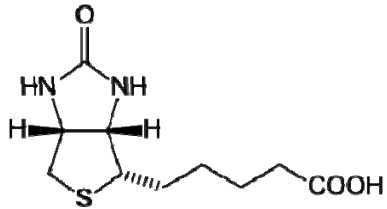
**Πηγές πλούσιες σε Βιοτίνη:** νεφρά, συκώτι, αυγά, ψάρια, δημητριακά, βακτήρια εντέρου.

30 μg/μέρα

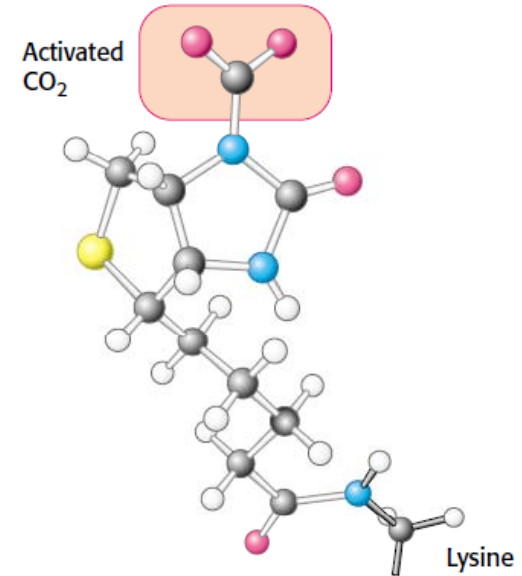
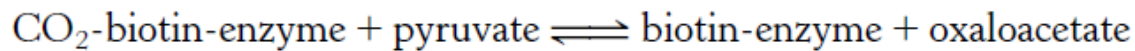
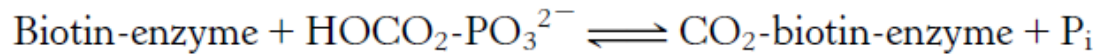
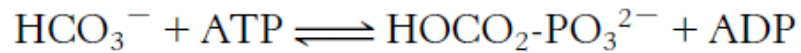
# Βιταμίνες

Υδατοδιαλυτές

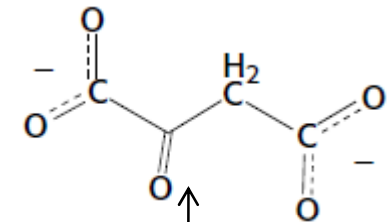
Βιοτίνη  
Βιταμίνη B<sub>7</sub>



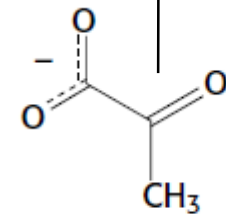
Καρβοξυλάση του πυροσταφυλικού



οξαλοξικό



πυροσταφυλικό



## IN SUMMARY

### Biotin

#### Adequate Intake (AI)

---

Adults: 30 µg/day

---

#### Chief Functions in the Body

---

Part of a coenzyme used in energy metabolism, fat synthesis, amino acid metabolism, and glycogen synthesis

---

#### Significant Sources

---

Widespread in foods; liver, egg yolks, soybeans, fish, whole grains; also produced by GI bacteria

---

#### Deficiency Symptoms

---

Depression, lethargy, hallucinations, numb or tingling sensation in the arms and legs; red, scaly rash around the eyes, nose, and mouth; hair loss

---

#### Toxicity Symptoms

---

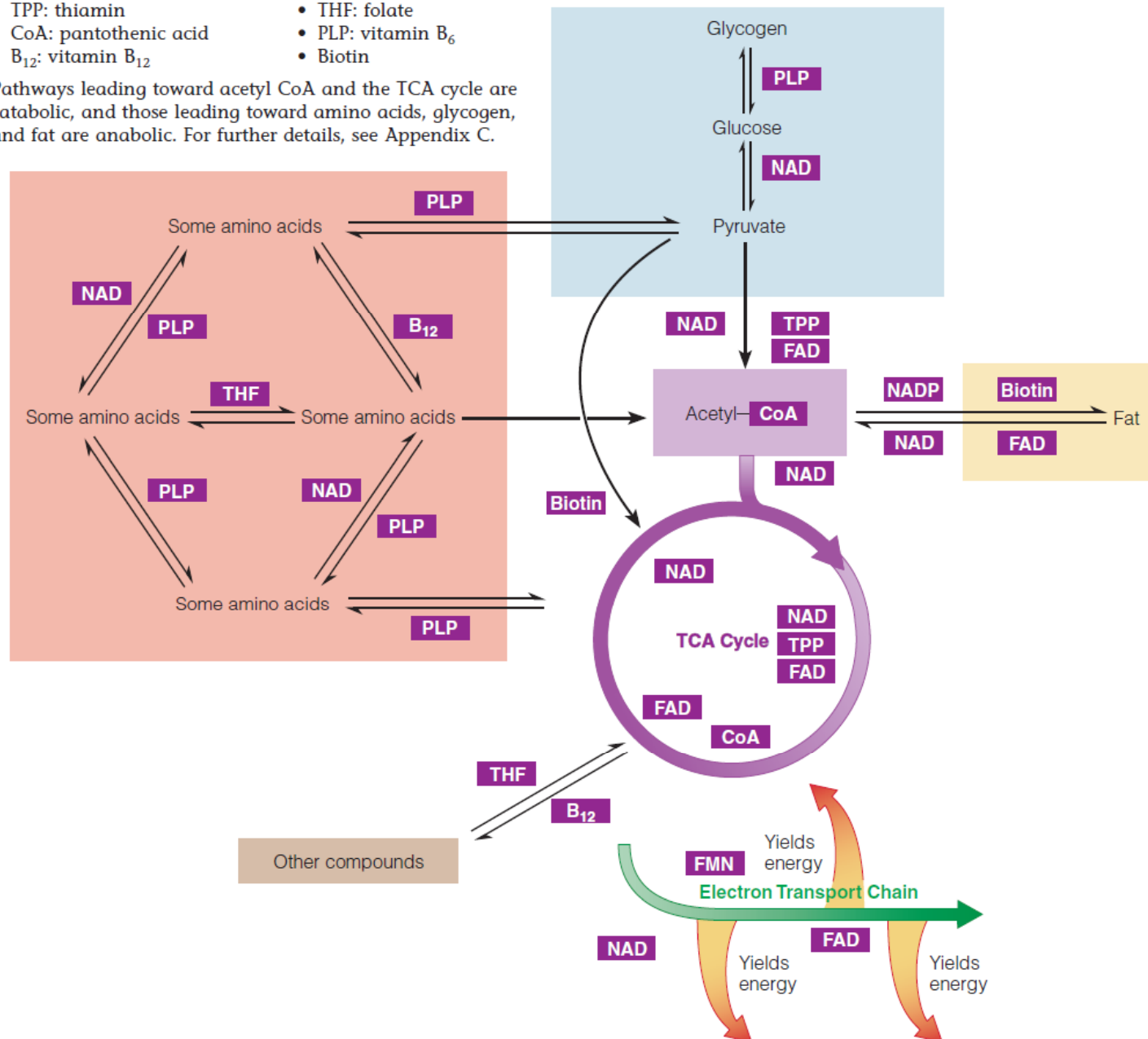
None reported

**FIGURE 10-13** *Animated!* Metabolic Pathways Involving B Vitamins

These metabolic pathways were introduced in Chapter 7 and are presented here to highlight the many coenzymes that facilitate the reactions. These coenzymes depend on the following vitamins:

- NAD and NADP: niacin
- TPP: thiamin
- CoA: pantothenic acid
- B<sub>12</sub>: vitamin B<sub>12</sub>
- FMN and FAD: riboflavin
- THF: folate
- PLP: vitamin B<sub>6</sub>
- Biotin

Pathways leading toward acetyl CoA and the TCA cycle are catabolic, and those leading toward amino acids, glycogen, and fat are anabolic. For further details, see Appendix C.

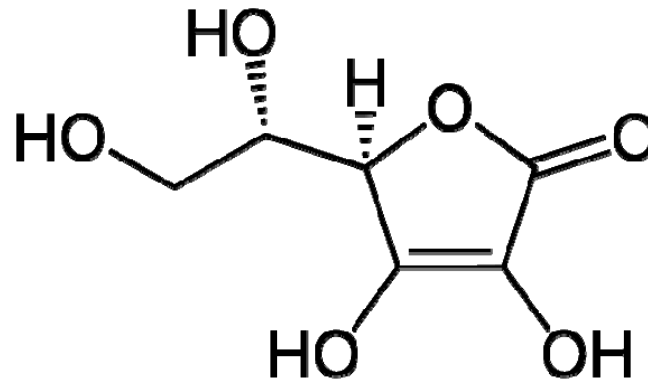




# Βιταμίνες

Υδατοδιαλυτές

Ασκορβικό οξύ  
Βιταμίνη C



Vitamin **C**

Citrus fruits, green peppers, strawberries, tomatoes, broccoli and sweet and white potatoes are all excellent food sources of vitamin C (ascorbic acid)



ADAM

Αντιοξειδωτικό, συνένζυμο.

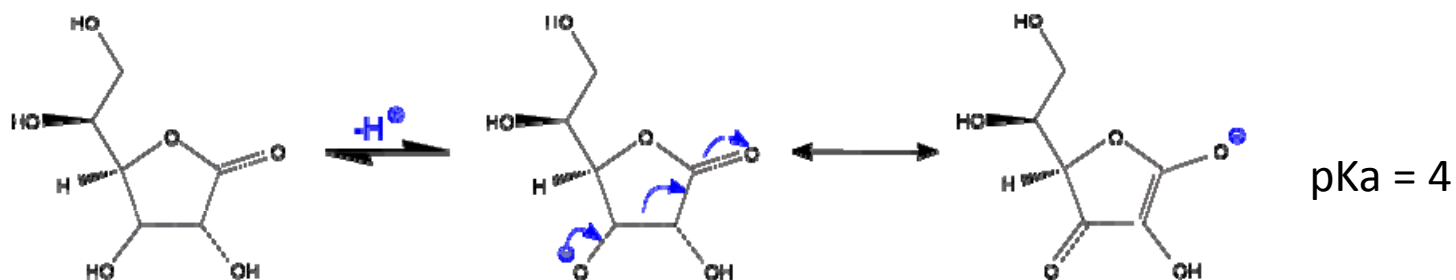
**Τροφές πλούσιες σε βιταμίνη C:** Εσπεριδοειδή, λάχανο, ντομάτες, μαρούλι. 90 mg/μέρα  
Έλλειψη βιταμίνης C προκαλεί συχνές μολύνσεις, αναιμία, αναποτελεσματική επούλωση τραυμάτων, κατάθλιψη, σκορβούτο

# Βιταμίνες

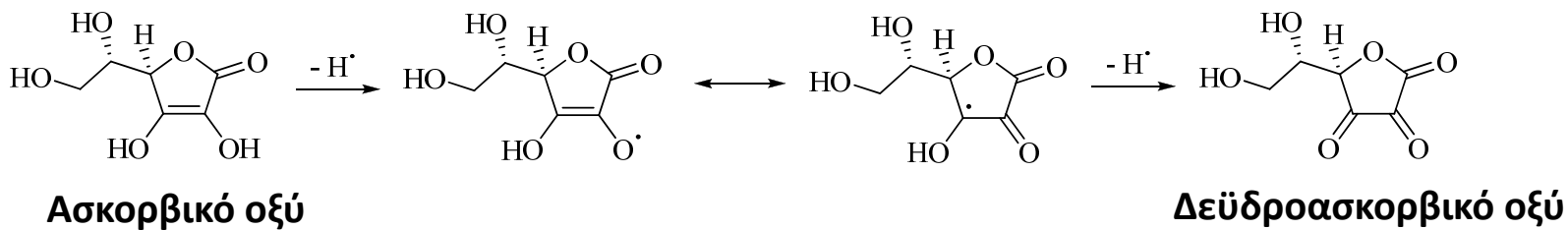
## Υδατοδιαλυτές

### Ασκορβικό οξύ Βιταμίνη C

Όξινος χαρακτήρας



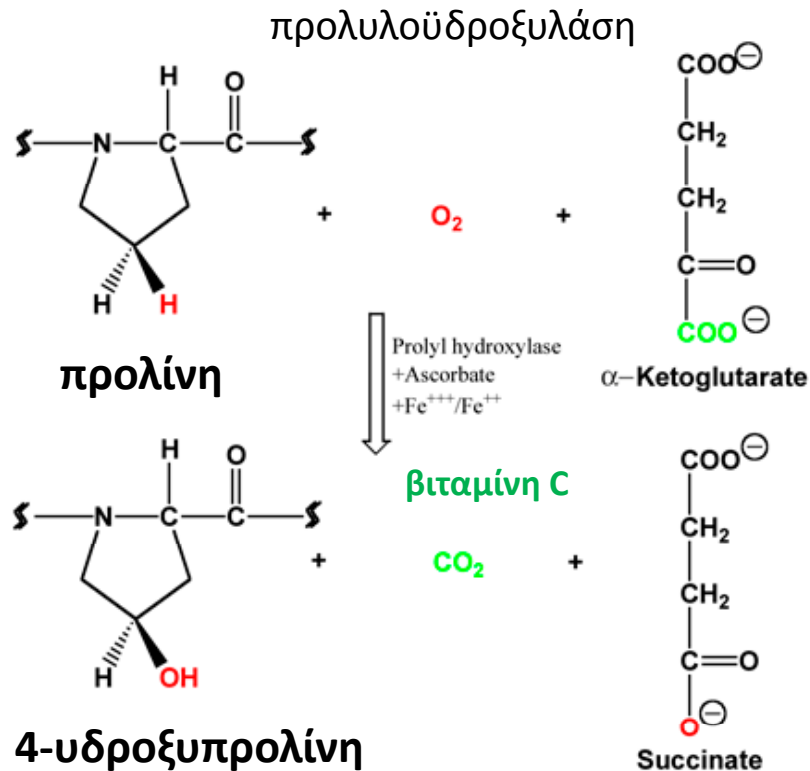
Αντιοξειδωτική δράση



# Βιταμίνες

## Υδατοδιαλυτές

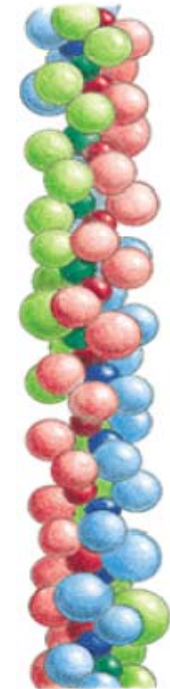
### Ασκορβικό οξύ Βιταμίνη C



Το **σκορβούτο** οφείλεται στην αναποτελεσματικής υδροξυλίωση της προλίνης λόγω έλλειψης **βιταμίνης C**

Για να διατηρηθεί το κολλαγόνο του οργανισμού στην ποσότητα που χρειάζεται πρέπει να καταναλώνονται άφθονα φρούτα και λαχανικά. Επίσης πρέπει να αποφεύγονται συνήθειες που καταστρέφουν την βιταμίνη C (κάπνισμα).

### Κολλαγόνο

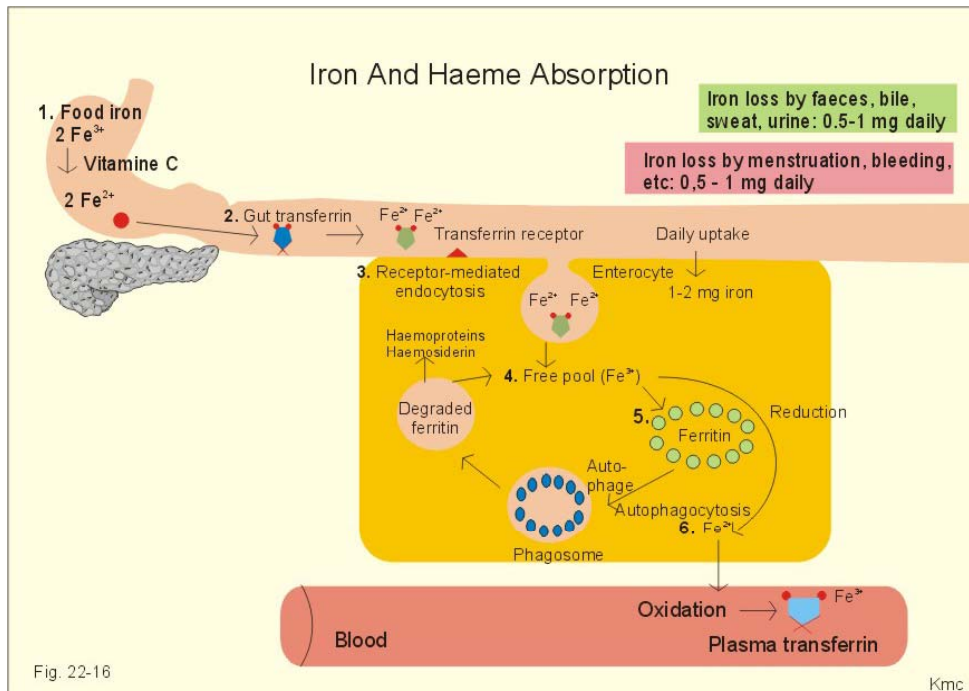
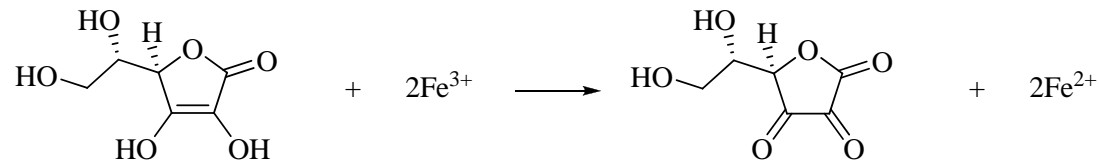


# Βιταμίνες

## Ασκορβικό οξύ Βιταμίνη C

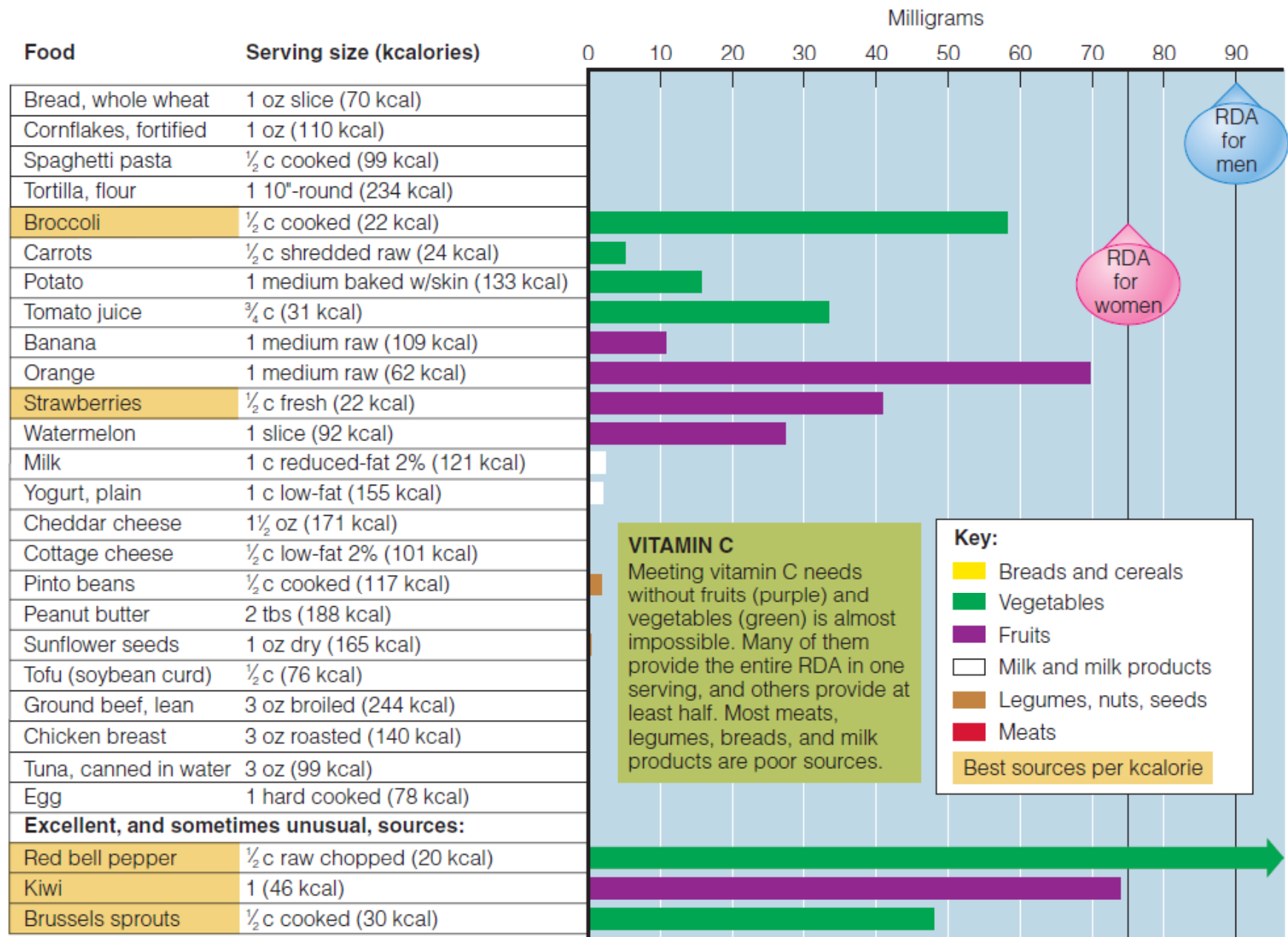
### Απορρόφηση σιδήρου

Ο σίδηρος μπορεί να βρεθεί σε δυο οξειδωτικές καταστάσεις:  $Fe^{2+}$  και  $Fe^{3+}$ . Σε πολλά τρόφιμα ο σίδηρος βρίσκεται με τη μορφή  $Fe^{3+}$  ο οποίος όμως δεν απορροφάται εύκολα. Ο σίδηρος απορροφάται μόνο με τη μορφή  $Fe^{2+}$ . Οπότε η αναγωγή του σιδήρου από  $3+$  σε  $2+$  είναι απαραίτητη για την απορρόφηση του.



Ο μύθος του ποπάϋ

**FIGURE 10-18** Vitamin C in Selected Foods



## IN SUMMARY

### Vitamin C

#### Other Names

Ascorbic acid

#### RDA

Men: 90 mg/day

Women: 75 mg/day

Smokers: +35 mg/day

#### Upper Level

Adults: 2000 mg/day

#### Chief Functions in the Body

Collagen synthesis (strengthens blood vessel walls, forms scar tissue, provides matrix for bone growth), antioxidant, thyroxin synthesis, amino acid metabolism, strengthens resistance to infection, helps in absorption of iron

#### Significant Sources

Citrus fruits, cabbage-type vegetables (such as brussels sprouts and cauliflower), dark green vegetables (such as bell peppers and broccoli), cantaloupe, strawberries, lettuce, tomatoes, potatoes, papayas, mangoes

Easily destroyed by heat and oxygen

#### Deficiency Disease

Scurvy

#### Deficiency Symptoms

Anemia (small-cell type),<sup>a</sup> atherosclerotic plaques, pinpoint hemorrhages; bone fragility, joint pain; poor wound healing, frequent infections; bleeding gums, loosened teeth; muscle degeneration and pain, hysteria, depression; rough skin, blotchy bruises

#### Toxicity Symptoms

Nausea, abdominal cramps, diarrhea; headache, fatigue, insomnia; hot flashes, rashes; interference with medical tests, aggravation of gout symptoms, urinary tract problems, kidney stones<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Small-cell-type anemia is *microcytic anemia*.

<sup>b</sup>People with kidney disease, a tendency toward gout, or a genetic abnormality that alters the breakdown of vitamin C are prone to forming kidney stones. Vitamin C is inactivated and degraded by several routes, sometimes producing oxalate, which can form stones in the kidneys.