

ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ



2023

ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Η θρεπτική αξία των τροφίμων εξαρτάται από την ποσότητα και το είδος των θρεπτικών συστατικών που αυτά περιέχουν

- Έλλειψη της απαραίτητης ελάχιστης ποσότητας οποιουδήποτε θρεπτικού συστατικού οδηγεί σε: υποσιτισμό
- Γενική έλλειψη όλων των θρεπτικών συστατικών δημιουργεί σε: υποθρεψία
- Και σε εξαιρετικές περιπτώσεις σε: λιμό

ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΓΛΗΣ ΣΕ ΕΙΚΟΝΕΣ

Ομάδα 1

Ομάδα 2

Ομάδα 3

Ομάδα 4

Ομάδα 5

Ομάδα 6

Ομάδα 7

ΥΠΟΜΗΗΜΑ

σύμβολο → **C** ← ατομικός αριθμός
 όνομα → **Carbon** ← ατομικός αριθμός είναι ο αριθμός των πρωτονίων σε ένα άτομο

απαντάται ή εμφανίζεται

- στερεό
- υγρό
- αέριο
- ραδιενεργό
- τεχνητό

σε θερμοκρασία περιβάλλοντος

Color Key

- αλκαλομέταλλα
- αλκαλικές γαίες
- Transition Metals
- άλλα μέταλλα
- αμινοξέα
- αδρανή αέρια
- λαουανίδες
- ακτινίδες
- Trans-Actinides

ΑΤΟΜΑ

πυρήνας

τροχιές

Τά άτομα έχουν ένα πυρήνα με πρωτόνια και νετρόνια και περιβάλλονται από τή ηλεκτρόνια.

0 αριθμός των ηλεκτρονίων σε ένα άτομο ισούται με τόν αριθμό των πρωτονίων και είναι ουδέτερο.

ΜΟΡΙΑ

Τά άτομα συνδέονται μεταξύ τους ανταλλάσσοντας ή δίνοντας τή εξωτερικά ηλεκτρόνια και δημιουργούν μόρια.

Τά άτομα έχουν τήν τάση νά αποκτούν εξωτερική στοιβάδα με 8 ηλεκτρόνια όπως τή Οξυγόνο στό μόριο τού νερού.

H-O-H
H₂O

Ομάδα 8

Αδρανή αέρια

T R A N S I T I O N M E T A L S																													
B 5 Boron Heat-Resistant Glassware	C 6 Carbon Plants and Animals	N 7 Nitrogen Air	O 8 Oxygen Air Water	F 9 Fluorine Toothpaste	Ne 10 Neon OPEN Signs	Al 13 Aluminum Foil	Si 14 Silicon Rocks, Sand, & Dirt	P 15 Phosphorus Bones	S 16 Sulphur Egg Yolks	Cl 17 Chlorine Bleach	Ar 18 Argon Light Bulbs	Ga 31 Gallium Light-Emitting Diodes	Ge 32 Germanium Electronics	As 33 Arsenic Poison	Se 34 Selenium Solar Cells	Br 35 Bromine Sedatives	Kr 36 Krypton Lasers												
K 19 Potassium Fertilizer	Ca 20 Calcium Teeth	Sc 21 Scandium Aquamarines	Ti 22 Titanium Jets	V 23 Vanadium Springs	Cr 24 Chromium Car Trim	Mn 25 Manganese Rock Crushers	Fe 26 Iron Buildings	Co 27 Cobalt Magnets	Ni 28 Nickel Coins	Cu 29 Copper Electric Wires	Zn 30 Zinc Brass	Rb 37 Rubidium Solar Cells	Sr 38 Strontium Fireworks	Y 39 Yttrium Color Phosphors	Zr 40 Zirconium Zircon Gems	Nb 41 Niobium Mag Lev Trains	Mo 42 Molybdenum Cutting Tools	Tc 43 Technetium Medical Diagnosis	Ru 44 Ruthenium Electric Contacts	Rh 45 Rhodium Laboratory Crucibles	Pd 46 Palladium Pollution Control	Ag 47 Silver Film	Cd 48 Cadmium Rechargeable Batteries	In 49 Indium Electronics	Sn 50 Tin Cans	Sb 51 Antimony Type Metal	Te 52 Tellurium Solar Cells	I 53 Iodine Antiseptic	Xe 54 Xenon Lighthouses
Cs 55 Cesium Atomic Clocks	Ba 56 Barium Stomach X-Rays	Λανθανίδες		Hf 72 Hafnium Nuclear Control	Ta 73 Tantalum Artificial Joints	W 74 Tungsten Light Bulbs	Re 75 Rhenium Special Light Bulbs	Os 76 Osmium Pen Points	Ir 77 Iridium Extinction Meteor	Pt 78 Platinum Jewelry	Au 79 Gold Jewelry	Hg 80 Mercury Thermometers	Tl 81 Thallium Poison	Pb 82 Lead Weights	Bi 83 Bismuth Fire Sprinklers	Po 84 Polonium Anti-Static Brushes	At 85 Astatine Few Uses Short-Lived	Rn 86 Radon Radiation Therapy											
Fr 87 Francium Few Uses Short-Lived	Ra 88 Radium Luminous Paint	Ακτινίδες		Rf 104 Rutherfordium	Db 105 Dubnium	Sg 106 Seaborgium	Bh 107 Bohrium	Hs 108 Hassium	Mt 109 Meitnerium	Uun 110 Ununnilium	Uuu 111 Ununnilium	Uub 112 Unbinilium	Uut 113 Ununtrium	Uuq 114 Ununquadium	Uup 115 Ununpentium	Uuh 116 Ununhexium	Uus 117 Ununseptium	Uuo 118 Ununoctium											

Ομάδες

Τά στοιχεία τής ίδιας ομάδας έχουν ανάλογες χημικές ιδιότητες, επειδή έχουν τόν ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στήν εξωτερική στοιβάδα, ο οποίος καθορίζει και τόν αύξοντα αριθμό τής ομάδας.

Lanthanides or Rare Earth Metals

Actinides

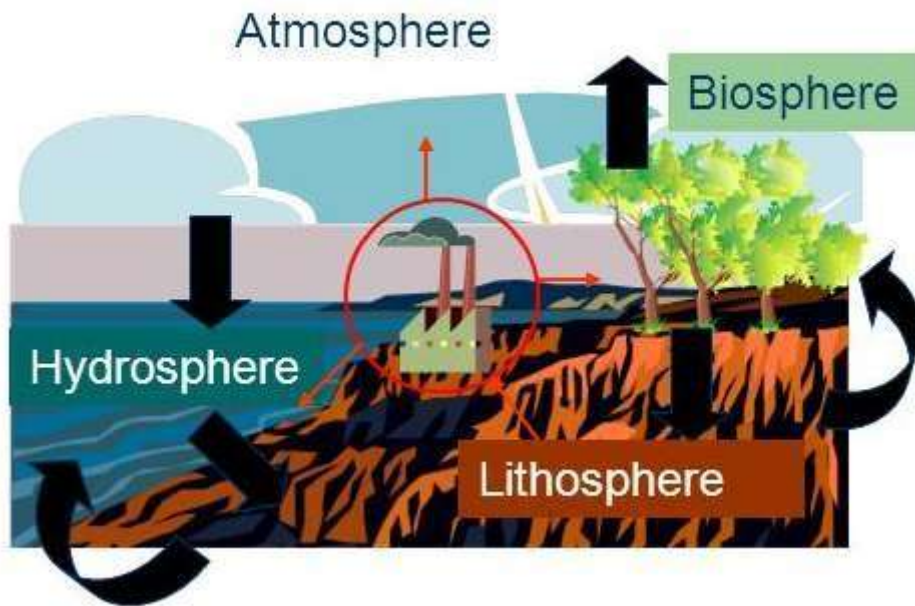
† Trans-Actinides: These man-made atoms exist for less than a second.

Element 112 was the highest-numbered element yet created, as of 1996.

La 57 Lanthanum Arc Lamps	Ce 58 Cerium Lighter Flints	Pr 59 Praseodymium Welder's Goggles	Nd 60 Neodymium Telescopes	Pm 61 Promethium Spacecraft Power	Sa 62 Samarium Arc Lamps	Eu 63 Europium Color Phosphors	Gd 64 Gadolinium Nuclear Control	Tb 65 Terbium Lasers	Dy 66 Dysprosium Nuclear Control	Ho 67 Holmium Color Phosphors	Er 68 Erbium Color Phosphors	Tm 69 Thulium Color Phosphors	Yb 70 Ytterbium Color Phosphors	Lu 71 Lutetium Color Phosphors
Ac 89 Actinium Neutron Source	Th 90 Thorium Lantern Mantles	Pa 91 Protactinium Few Uses Very Rare	U 92 Uranium Nuclear Power	Np 93 Neptunium Neutron Detectors	Pu 94 Plutonium Nuclear Weapons	Am 95 Americium Smoke Detectors	Cm 96 Curium Spacecraft Power	Bk 97 Berkelium Few Uses	Cf 98 Californium Gauges	Es 99 Einsteinium Short-Lived (Months)	Fm 100 Fermium Short-Lived (Days)	Md 101 Mendelevium Short-Lived (Hours)	No 102 Nobelium Short-Lived (Minutes)	Lr 103 Lawrencium Short-Lived (Seconds)

Ανόργανα Συστατικά

Τα ανόργανα συστατικά μεταφέρονται στα τρόφιμα μέσω του βιογεωχημικού κύκλου



Βιογεωχημικός κύκλος:

- Ο **βιογεωχημικός κύκλος** είναι η συνεχής «ροή» χημικών στοιχείων και ενώσεων μεταξύ οργανισμών και πλανήτη μας, δηλαδή περιλαμβάνει την μετακίνηση χημικών στοιχείων και ενώσεων μεταξύ εδάφους (λιθόσφαιρας), οργανισμών (βιόσφαιρας), αέρα (ατμόσφαιρας) και ωκεανών (υδρόσφαιρας).

Έδαφος → Φυτά → Ζώα → Έδαφος

μεταβολισμός

☞ Ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν τον βιογεωχημικό κύκλο!

Ανόργανα Συστατικά

Τα τρόφιμα περιέχουν κυρίως Άνθρακα (C), Υδρογόνο (H), Οξυγόνο (O), Άζωτο (N), κ.α. ανόργανα στοιχεία (16 απαραίτητα για τη ζωή) !

Χημικό Στοιχείο (Σύμβολο)	Περιεκτικότητα στο ανθρώπινο σώμα (%)
Οξυγόνο (O)	64.6
Άνθρακας (C)	18.0
Υδρογόνο (H)	10.0
Άζωτο (N)	3.1
Ασβέστιο (Ca)	1.9
Φωσφόρος (P)	1.1
Χλώριο (Cl)	0.40
Κάλιο (K)	0.36
Θείο (S)	0.25
Νάτριο (Na)	0.11

Ανόργανα Συστατικά



Τα ανόργανα συστατικά παραμένουν ως τέφρα μετά την καύση των ζωικών και φυτικών ιστών στα τρόφιμα.

Διαιρούνται σε:

- ❖ ΚΥΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ή ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (macroelements, απαραίτητα στον οργανισμό σε $C > 50 \text{ mg/d}$)
(Ca, P, Na, Cl, K, Fe, Mg, Zn)
- ❖ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (trace elements, απαραίτητα σε $C < 50 \text{ mg/d}$)
(Co, Cu, Cr, F, I, Mn, Mo, Se, Ni)
- ❖ ΥΠΕΡΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (ultra trace elements, κάποιο από αυτά ταξινομείται στα ιχνοστοιχεία, όταν ανιχνευθεί κάποια βιοχημική λειτουργία εντός του σώματος για αυτό)
(Al, As, Ba, Bi, B, Br, Cd, Cs, Ge, Hg, Li, Pb, Rb, Sb, Si, Sm, Sn, Sr, Tl, Ti, W)

Ανόργανα Συστατικά

Στην ίδια πρώτη ύλη η **περιεκτικότητα** σε **ανόργανα συστατικά** ποικίλλει ανάλογα με διάφορους **παράγοντες**:

1. **Γενετικούς** παράγοντες
2. **Κλιματολογικούς** παράγοντες
3. **Γεωργικές** διαδικασίες
4. **Σύσταση** του εδάφους
5. **Ωρίμανση** συγκομισθέντων τροφίμων
6. **Επεξεργασία** πρώτων υλών π.χ.:

Πρώτη Ύλη	Προϊόν	Απώλεια (%)						
		Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Se
Σπανάκι	Κονσερβοποιημένο		87		71		40	
Φασόλια	Κονσερβοποιημένο						60	
Τομάτες	Κονσερβοποιημένο						83	
Καρότα	Κονσερβοποιημένο				70			
Παντζάρια	Κονσερβοποιημένο				67			
Πράσινα φασολάκια	Κονσερβοποιημένο				89			
Σιτάρι	Αλεύρι		89	76	68	68	78	16
Ρύζι	Γυαλισμένο Ρύζι	75	26				75	

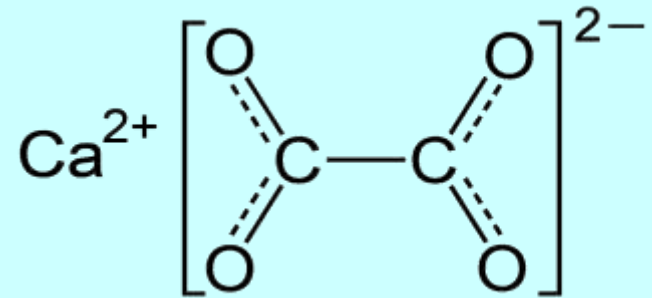
Τα ανόργανα στοιχεία χρησιμοποιούνται σε πολλές λειτουργίες του σώματος:

1. Είναι τα κύρια δομικά υλικά της «στερεάς κατασκευής» του σώματος (σκελετός, δόντια κ.λπ.).
2. Είναι παρόντα στα υγρά του σώματος και στους μαλακούς ιστούς ως ηλεκτρολύτες.
3. Είναι απαραίτητα σε ειδικές βιοχημικές λειτουργίες ως συστατικά πολλών κυττάρων και ενζύμων.

Ανόργανα Συστατικά

★ Η μέση ημερήσια πρόσληψη των στοιχείων διαφέρει από την μέση ημερήσια απαίτηση (δηλαδή μόνο ένα **μέρος** όσων τρώμε μπορεί να απορροφηθεί).

★ Η βιολογική τους διαθεσιμότητα (βιοδιαθεσιμότητα) εξαρτάται από ικανότητά τους να αντιδρούν με ενώσεις (π.χ. οξαλικά ανιόντα) και να σχηματίζουν δυσδιάλυτα άλατα μη απορροφούμενα από το γαστρεντερικό σύστημα.



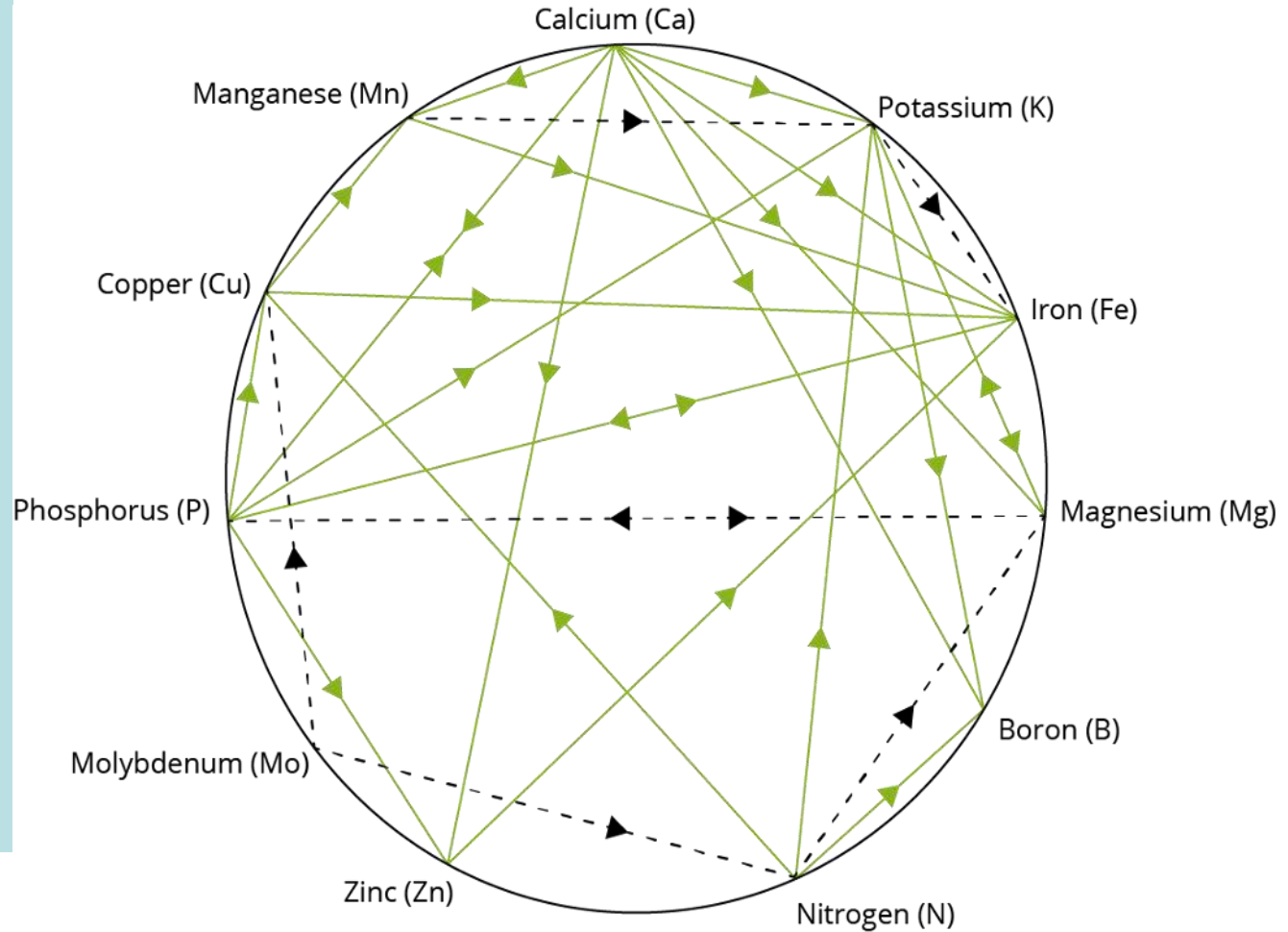
Συντακτικός τύπος οξαλικού ασβεστίου (πέτρες στα νεφρά)

★ Στις τροπικές χώρες απαιτείται πρόσληψη επιπλέον NaCl επειδή αυτό χάνεται με τον ιδρώτα.

Ανόργανα Συστατικά

Κατακράτηση & μεταβολισμός ιχνοστοιχείων εξαρτώνται από την παρουσία, ή μη, άλλων στοιχείων

Πιθανή αλληλεξάρτηση μεταξύ των στοιχείων μέσα στον εντερικό αυλό κατά το μεταβολισμό των τροφών

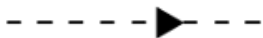


Antagonism



Decreased availability of a nutrient to a plant due to the action of another nutrient

Stimulation



High level of a nutrient increases the demand by the plant for another nutrient

Ανόργανα Συστατικά

Μακροστοιχεία στους ανθρώπους

Στοιχείο (Σύμβολο)	Μέση περιεκτικότητα στο σώμα ενήλικα	Μέση ημερήσια πρόσληψη ενήλικα	Λειτουργίες στο σώμα	Κύρια τρόφιμα όπου περιέχεται
Ασβέστιο (Ca)	1000 g	1 g	Απαραίτητο σε σύσπαση μυών, πήξη αίματος και δραστηριότητα νεύρων. Παρόν σε οστά & δόντια.	Τυρί, ψωμί, γάλα, δημητριακά, και πράσινα λαχανικά.
Φωσφόρος (P)	700 g	1.5 g	Απαραίτητο για αποθήκευση και μεταφορά ενέργειας, πολλαπλασιασμό και διαίρεση κυττάρων. Παρόν σε οστά και δόντια.	Τυρί, ψωμί, γάλα, δημητριακά, κρέας και προϊόντα κρέατος.
Νάτριο (Na)	100 g	2-10 g	Ουσιώδες για ρύθμιση οξεοβασικής ισορροπίας στο σώμα και για σύσπαση μυών, και δραστηριότητα νεύρων.	Ως NaCl, σε καθαρή μορφή, στην επεξεργασία τροφίμων και το μαγείρεμα.
Χλώριο (Cl)	100 g	3-5 g	Βρίσκεται στα υγρά του σώματος και στα γαστρικά υγρά ως Cl ⁻ .	Τα ίδια με του Na
Κάλιο (K)	140 g	2-3 g	Ως K ⁺ παρόν στα κύτταρα. Ίδιες λειτουργίες με το Na.	Λαχανικά, κρέας, γάλα, φρούτα και φρουτοχυμοί.
Σίδηρος (Fe)	4 g	12-15 mg	Υπάρχει στην αιμογλοβίνη των κυττάρων του αίματος.	Κρέας, πατάτες, λαχανικά και ψωμί.
Μαγνήσιο (Mg)	25 g	0.3 g	Ουσιώδες για τη δραστηριότητα μερικών ενζύμων. Παρόν στα οστά και στο κυτταρόπλασμα.	Κρέας, πατάτες, λαχανικά και δημητριακά.
Ψευδάργυρος (Zn)	2.5 g	9-12 mg	Χρήσιμο στη δραστηριότητα μερικών ενζύμων, συμμετέχει στην παραγωγή πρωτεϊνών και στις ενεργειακές μεταβολές.	Γάλα, τυρί, κρέας και προϊόντα κρέατος, δημητριακά και ψωμί.

Ανόργανα Συστατικά

Κάποια απαραίτητα ιχνοστοιχεία

Στοιχείο (Σύμβολο)	Μέση ημερήσια πρόσληψη (mg)	Μέση περιεκτικότητα στο σώμα ενήλικα (mg)	Κύρια τρόφιμα όπου περιέχεται	Λειτουργίες στο σώμα
Κοβάλτιο (Co)	0.3	1.5	Κρέας, συκώτι	Απαραίτητο για το σχηματισμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων
Χαλκός (Cu)	3.5	75	Ψάρια, συκώτι, πράσινα λαχανικά.	Υπάρχει σε πολλά ένζυμα. Απαιτείται για το σχηματισμό αιμογλοβίνης.
Χρώμιο (Cr)	0.15	1	Συκώτι, μπύρα, δημητριακά, μαγιά.	Περιέχεται σε όλους τους ιστούς. Απαραίτητο στο μεταβολισμό της γλυκόζης.
Φθόριο (F)	1.8	2.5	Νερό, τσάι, θαλασσινά.	Απαραίτητο για το σχηματισμό οστών & δοντιών.
Ιώδιο (I)	0.2	25	Γάλα, ιωδιούχο αλάτι, θαλασσινά.	Περιέχεται στις θυροειδείς ορμόνες.
Μαγγάνιο (Mn)	3.5	15	Δημητριακά, τσάι, όσπρια, καρύδια.	Αποτελεί συστατικό κάποιων ενζύμων.
Μολυβδαίνιο (Mo)	0.15	?	Νεφρά, λαχανικά, δημητριακά.	Απαραίτητο για την ενεργοποίηση ενζύμων.
Σελήνιο (Se)	0.2	25	Κρέας, ψάρια, δημητριακά.	Συστατικών μερικών ενζύμων. Απαραίτητο για την ενεργοποίηση της βιτ. Ε

Ανόργανα Συστατικά

Ασβέστιο (Ca)

- 99% βρίσκεται στο σκελετό (οστά, δόντια)
- 1% βρίσκεται στους μαλακούς ιστούς
- Στο σώμα εμφανίζεται ως $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (φωσφορικό ασβέστιο) ή $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (υδροξυαπατίτης) !

Οι σημαντικότερες λειτουργίες του ασβεστίου είναι:

1. Σχηματισμός οστών-δοντιών
2. Σύσπαση του καρδιακού μυ
3. Ρύθμιση της ενεργοποίηση των νευρικών ινών νευρικών κέντρων
4. Σημαντικό για την ενεργοποίηση των ενζύμων
5. Ρύθμιση της διαπερατότητας των αιμοφόρων αγγείων

Ανόργανα Συστατικά

Ασβέστιο (Ca)

Ισοζύγιο Ca

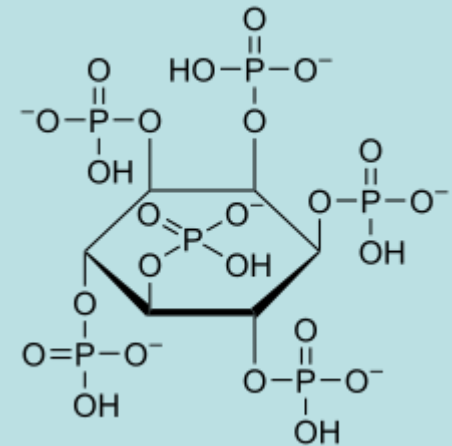
διαφορά μεταξύ εισερχομένου Ca και εκείνου που εκκρίνεται στα ούρα ιδρώτα

***πρέπει να είναι θετικό

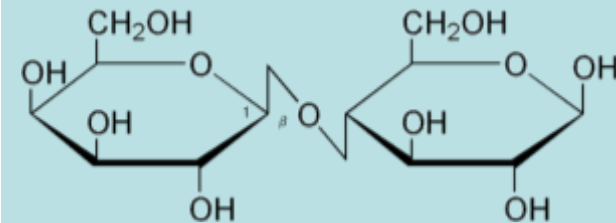
Απορρόφηση Ca

Παράγοντες που επιδρούν στην απορρόφηση του Ca από τις τροφές είναι:

1. Βιταμίνη D (βοηθάει)
2. Φυτικό οξύ και φωσφορικά άλατα (εμποδίζουν)
3. Πρωτεΐνες (βοηθούν)
4. Λακτόζη (βοηθάει)



Φυτικό οξύ: Ca ↓



Λακτόζη: Ca ↑

Ανόργανα Συστατικά

Ασβέστιο (Ca)

Έλλειψη Ca προκαλεί:

Σε νεαρά ζώα και παιδιά:

1. Ελάττωση του ρυθμού ανάπτυξης
2. Αρνητικό ισοζύγιο Ca
3. Υπερπλασία των παραθυρεοειδών αδένων
4. Ανάπτυξη ραχίτιδας
5. Ανάπτυξη οστεοπόρωσης
6. Υπερευαισθησία νεύρων και τετανία

Σε ενήλικες:

1. Οστεοπόρωση
2. Οστεομαλακία



Σπασμός καρπού
κατά την τετανία

Πηγές Ca στη διατροφή:
Δημητριακά, ηλιόσποροι,
ψάρια, γαλακτοκομικά
προϊόντα, «σκληρό»
νερό, πράσινα φυλλώδη
λαχανικά



Ανόργανα Συστατικά

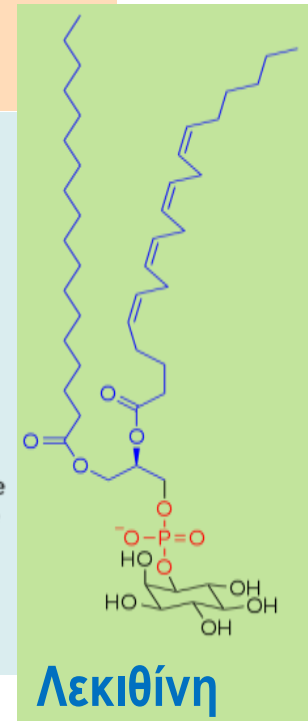
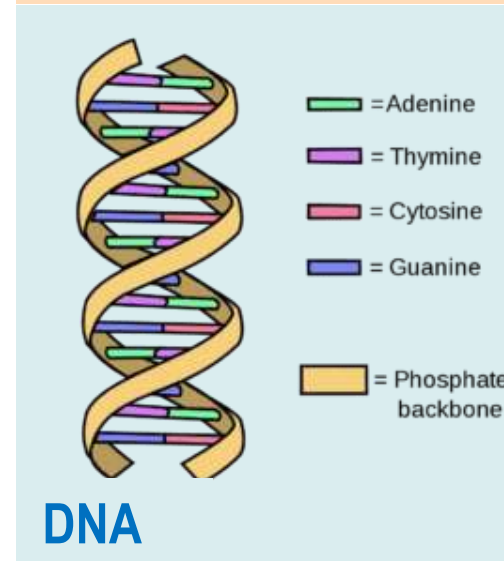
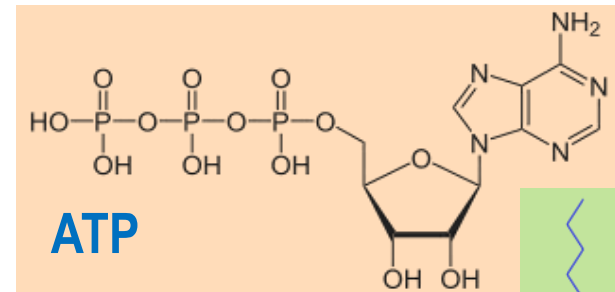


Φωσφόρος (P)

- Κυρίως σε οστά-δόντια, (λιγότερο σε κύτταρα και ιστούς)
- 400-700 g του P υπό μορφή ανόργανων αλάτων [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, H_3PO_4 , Na_3PO_4] ή σε συνδυασμό με οργανικές ουσίες

Λειτουργίες του P:

1. Σχηματισμός οστών-δοντιών
2. Παρόν στα νουκλεϊνικά οξέα
3. Παρόν στην φωσφορική αδενοσίνη (ATP, ADP)
4. Συστατικό συνενζύμων
5. Σχηματισμός λεκιθίνης-κεφαλίνης
6. Παρόν στο αίμα (διατηρεί το pH=7,4)



Ανόργανα Συστατικά

Φωσφόρος (P)

Απορρόφηση P

- ❖ Απορροφάται υπό μορφή **ανόργανων** φωσφορικών αλάτων.
- ❖ Αν βρίσκεται σε συνδυασμό με οργανικές ουσίες θα πρέπει να υδρολυθεί σε φωσφορικά.
- ❖ Η έκκριση του λαμβάνει χώρα στα νεφρά
- ❖ Η κατακράτηση του P εξαρτάται από:
 - 1) Ca στη δίαιτα,
 - 2) Μορφή που βρίσκεται και
 - 3) Πρόσληψη βιταμίνης D

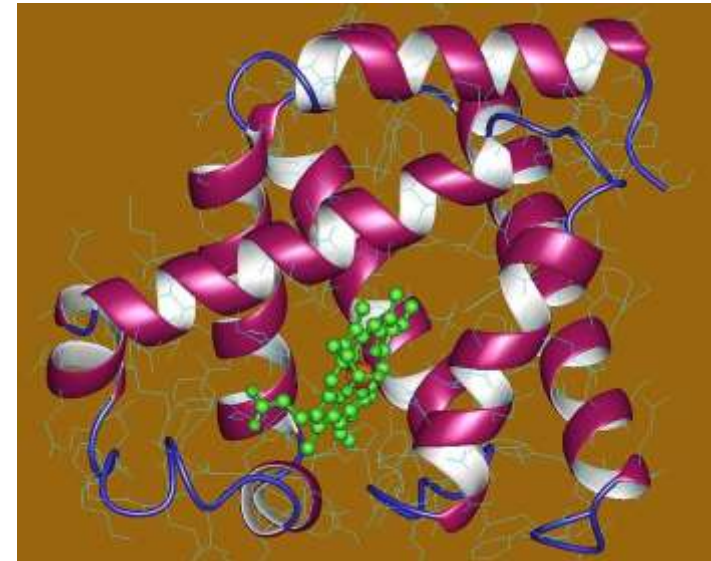
Πηγές του P

- Γάλα, αυγά, κρέας, ψάρια, ψωμί, αλεύρι, λαχανικά, δημητριακά, καρύδια ηλιόσπορους και όσπρια.
- **Εγκέφαλος & νευρικό σύστημα:** πλούσια σε P



Σίδηρος (Fe)

- 1% των ανόργανων συστατικών του σώματος
- 50% του Fe βρίσκεται στα ερυθρά αιμοσφαίρια ως αιμογλοβίνη
- Μικρό ποσοστό σε μυογλοβίνη μυών ή ενζύμων (κυτοχρώματα)



Δομή ανθρώπινης
μυοσφαιρίνης

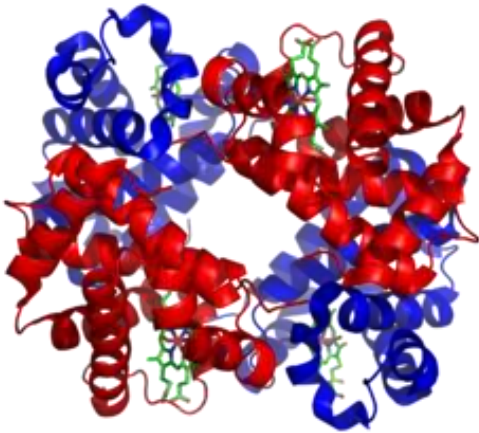
Αποθήκες Fe στο σώμα:

- συκώτι, σπλήνας, μυελός οστών ως:
 - ✓ φερριτίνη (σύμπλοκο με φωσφορικά & πρωτεΐνη)
 - ✓ αιμοσιδηρίνη (Άμορφη αιμοσφαιρινογενής χρωστική, πιθανότατα οξείδιο του Fe, χαλαρά ενωμένο με πρωτεΐνη σε κολλοειδή μορφή)

Ανόργανα Συστατικά

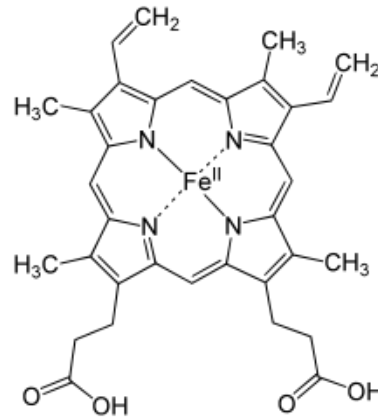
Σίδηρος (Fe)

Μοντέλο αιμογλοβίνης και συντακτικοί τύποι αίμης

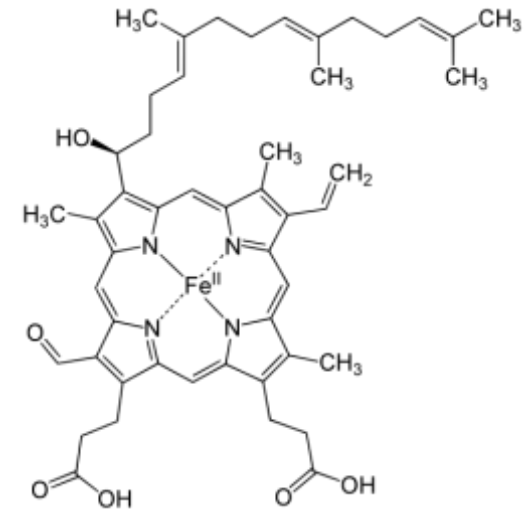


Δομή ανθρώπινης αιμοσφαιρίνης

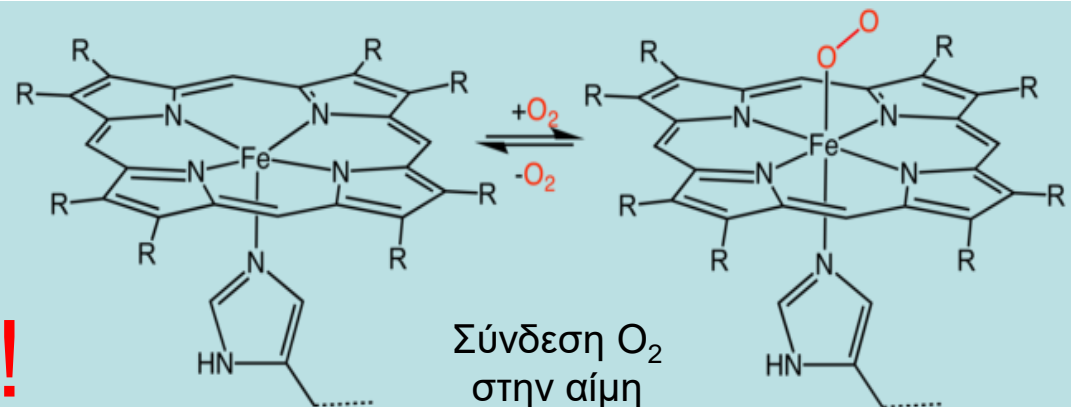
(4 πολυπεπτιδικές αλυσίδες ανά 2 όμοιες και 4 μόρια αίμης, τα οποία είναι ενωμένα ανά 1 σε κάθε αλυσίδα)



Υπομονάδα Fe-πορφυρίνης της αίμης Β



Υπομονάδα Fe-πορφυρίνης της αίμης Α



Ανόργανα Συστατικά

Σίδηρος (Fe)

Λειτουργίες του Fe

- Στην αιμογλοβίνη χρησιμοποιείται για τη μεταφορά οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς.
- Τα ερυθρά αιμοσφαίρια ζουν 4 μήνες αλλά ο Fe χρησιμοποιείται για να σχηματίσει ερυθρά βλαστοκύτταρα στο μυελό των οστών.

Απορρόφηση Fe

- Οι ενήλικες χρειάζονται **ημερησίως 11,3-14,3 mg**, εκ των οποίων απορροφάται το 15%
- Ο Fe απορροφάται στο λεπτό έντερο **ως δισθενής (Fe²⁺)**
- Ο οργανικός Fe (ειδικά ο Fe της αίμης) απορροφάται ευκολότερα

Παράγοντες που επιδρούν στην απορρόφηση Fe:

- Βιταμίνη C (βοηθά στην αναγωγή Fe³⁺ προς Fe²⁺)
- Ca (**εμποδίζει**)
- Φωσφορικά και φυτικά ανιόντα (**εμποδίζουν**)
- Τσάι (σχηματισμός αλάτων τανίνης) (**εμποδίζει**)
- Οξαλικά ανιόντα (**εμποδίζουν**)

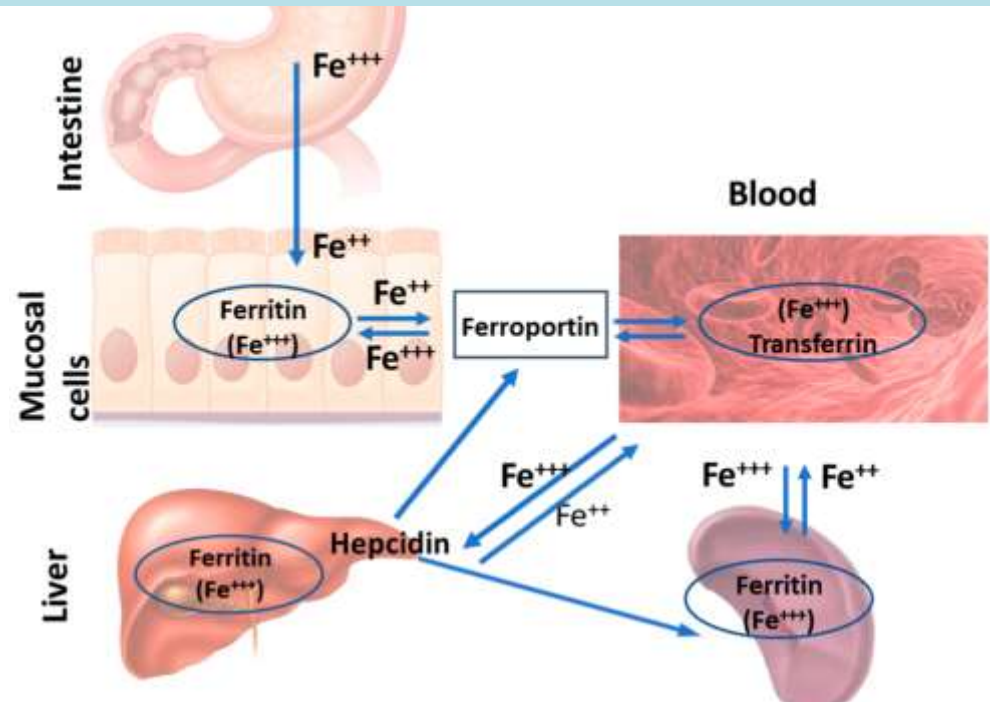
!

Ανόργανα Συστατικά

Σίδηρος (Fe)

Έλλειψη Fe προκαλεί:

- **Αναιμία** (κούραση, λαχάνιασμα, ζάλη, ωχρότητα) !
- **Θεραπεία:** χορήγηση FeSO_4 και κιτρικό αμμωνιακό άλας σιδήρου



Τροφές που περιέχουν σίδηρο:

- κρέας, ψωμί, δημητριακά, πατάτες
- λαχανικά

Οι κύριοι ιστοί που εμπλέκονται στη ρύθμιση του μεταβολισμού του Fe. Τα εντεροκύτταρα του δωδεκαδακτύλου είναι υπεύθυνα για την απορρόφηση του Fe από τη διατροφή. Κατά την απορρόφηση, ο Fe κυκλοφορεί στο σώμα συνδεδεμένος με την πρωτεΐνη **τρανσφερρίνη** και προσλαμβάνεται από διαφορετικούς ιστούς. Το σύστημα, που περιλαμβάνει τα σπληνικά μακροφάγα, ανακυκλώνει τον Fe από τα γηρασμένα ερυθροκύτταρα. Μεταξύ άλλων λειτουργιών, το συκώτι παράγει την ορμόνη **επιδίνη**. Η επιδίνη ελέγχει την απελευθέρωση Fe από τα εντεροκύτταρα και τα μακροφάγα στην κυκλοφορία και θεωρείται ως ο κύριος ρυθμιστής του συστηματικού μεταβολισμού του Fe.

Ανόργανα Συστατικά

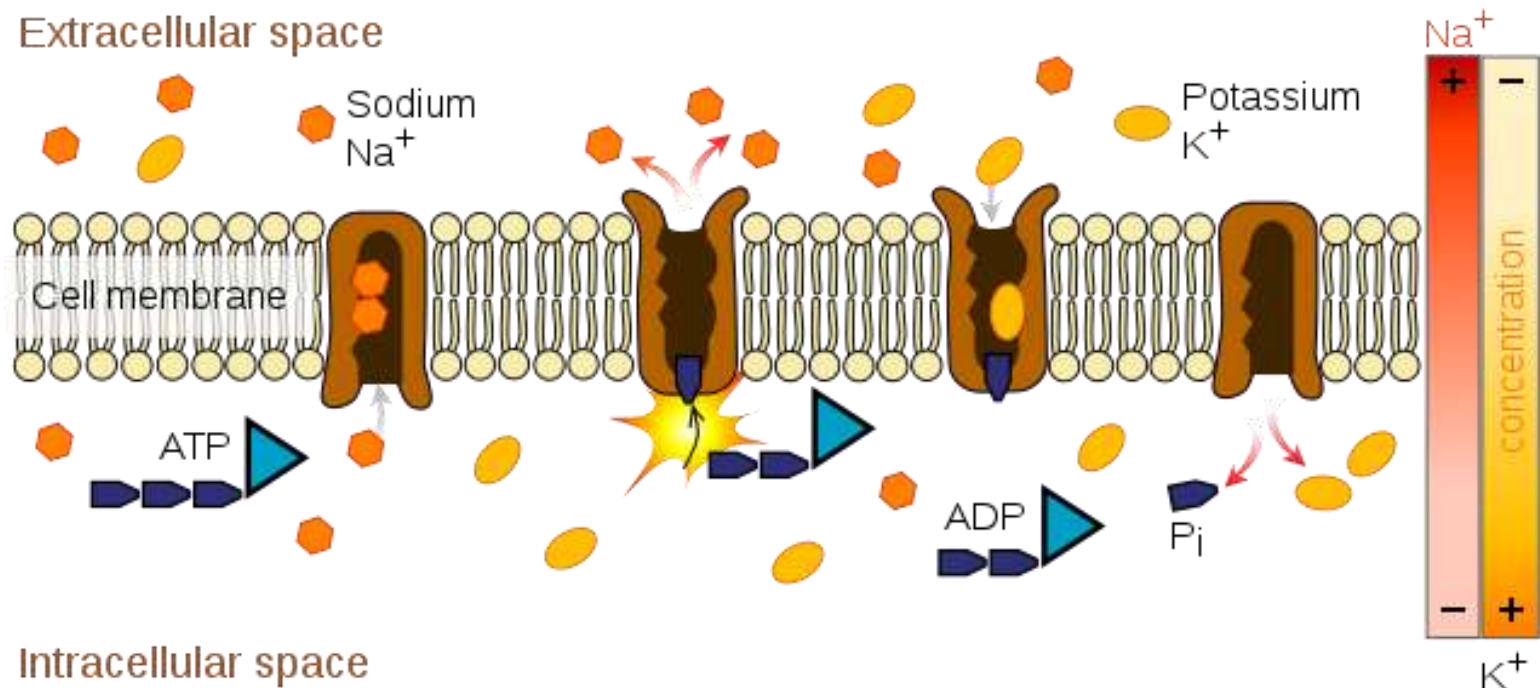


Νάτριο (Na) και Κάλιο (K)

100 g Na⁺
250 g K⁺

Βρίσκονται στους μαλακούς ιστούς και στα υγρά του σώματος
→ Το Na βρίσκεται στα εξωκυτταρικά υγρά, το K στα κύτταρα

Αντλία Na/K: Παράδειγμα πρωτογενούς ενεργού μεταφοράς, όπου η ενέργεια από την υδρόλυση του ATP συνδέεται άμεσα με την κίνηση μιας συγκεκριμένης ουσίας σε μια μεμβράνη ανεξάρτητη από οποιοδήποτε άλλο είδος.



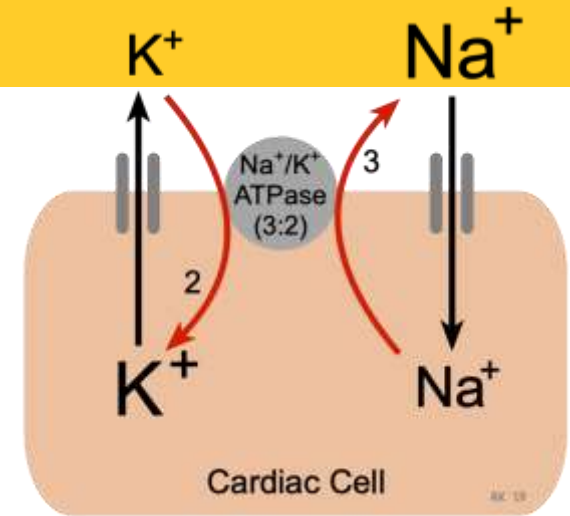
Ανόργανα Συστατικά



Νάτριο (Na) και Κάλιο (K)

Λειτουργίες των Na & K

1. Μετάδοση νευρικών σημάτων
2. Σύσπαση μυών
3. Μεταβολισμός σακχάρων & πρωτεϊνών
(φωσφορυλιώσεις-αποφωσφορυλιώσεις)



<https://www.cvphysiology.com/Arrhythmias/A007b>

Na

1. Διατήρηση στο σώμα της ισορροπίας οξέων-βάσεων
2. Διατήρηση της ωσμωτικής πίεσης υγρών του σώματος
3. Διατήρηση του καρδιακού παλμού

K

1. Διατήρηση του pH των κυττάρων
2. Διατήρηση της ωσμωτικής πίεσης στα κύτταρα
3. Αυξάνει την χαλάρωση στον καρδιακό μυ

Ανόργανα Συστατικά

Νάτριο (Na) και Κάλιο (K)

Έλλειψη και υπερβολή σε Na, K:

- ➔ Απορροφούνται εύκολα
- ➔ Εκκρίνονται στα ούρα και στον ιδρώτα
- ➔ Σε λιμό → χαμηλή έκκριση ούρων
- ➔ Σε αυξημένη λήψη NaCl → υψηλή πίεση → ανάπτυξη στεφανιαίας νόσου

Πηγές Na & K

- ➔ Τρόφιμα στη φυσική τους κατάσταση → εξαιρετικά χαμηλή περιεκτικότητα Na
- ➔ Επεξεργασμένα τρόφιμα → υψηλή συγκέντρωση NaCl

 Avocados 485 mg Potassium	 Pumpkins 340 mg Potassium	 Pomegranate 236 mg Potassium	 Banana 358 mg Potassium
 Lentils 369 mg Potassium	 Mushrooms 318 mg Potassium	 Coconut Water 250 mg Potassium	 Peas 244 mg Potassium
 Watermelon 112 mg Potassium	 Spinach 540 mg Potassium	 Potatoes 515 mg Potassium	 Cucumbers 147 mg Potassium
 Sodium content 20mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 140mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 8mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 1mg <small>per 100 grams</small>
 Sodium content 7mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 1mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 10mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 2mg <small>per 100 grams</small>
 Sodium content 1mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 3mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 1mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 0mg <small>per 100 grams</small>
 Sodium content 38758mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 124mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 44mg <small>per 100 grams</small>	 Sodium content 1208mg <small>per 100 grams</small>

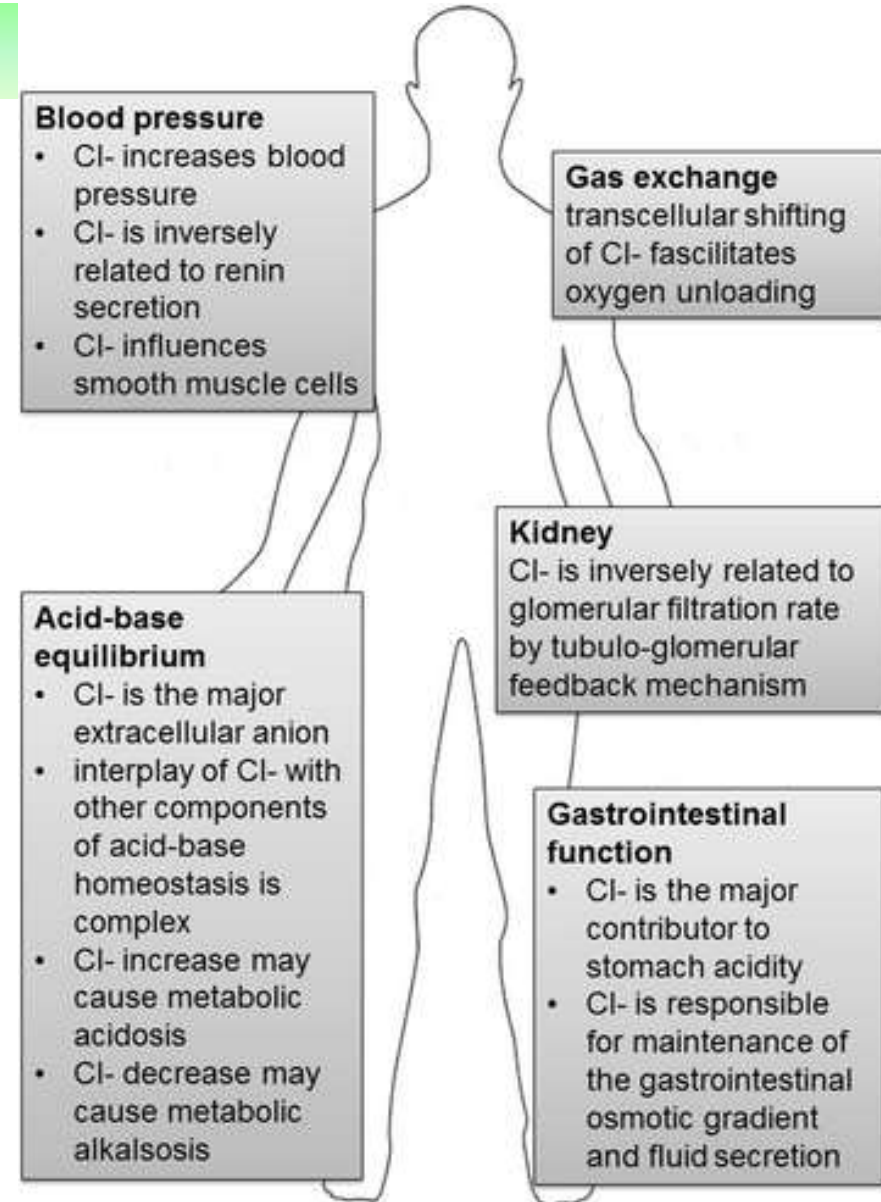
Ανόργανα Συστατικά

Χλώριο (Cl)

- Βρίσκεται κυρίως στα εξωκυτταρικά υγρά, ενωμένο κυρίως με Na
- Μόνο 15% βρίσκεται ενδοκυτταρικά
- Δεν υπάρχει πρόβλημα κάλυψης αναγκών σε Cl (πολύ διαδεδομένο στις τροφές)

Λειτουργίες του Cl

1. Παραγωγή γαστρικού υγρού (HCl)
2. Ενεργοποίηση ενζύμων (π.χ. αμυλάση σιέλου) !
3. Διατήρηση ισορροπίας ηλεκτρολυτών και pH των εξωκυτταρικών υγρών



Ανόργανα Συστατικά

Μαγνήσιο (Mg)

- 25 g στο ανθρώπινο σώμα (50% σε οστά, σε μαλακούς ιστούς για χρήση ενέργειας)

Λειτουργίες του Mg

- Συστατικό πολλών ενζύμων για ενεργοποίηση βιοχημικών διεργασιών (καρβοξυλιώσεις, φωσφορυλιώσεις, π.χ. αλκαλική φωσφατάση, κ.α.) !

Μεταβολισμός Mg

- Απαιτούμενη ημερήσια πρόσληψη = 300 - 400 mg/day
- 40% ανά ημέρα δεν απορροφάται

Τρόφιμα όπου περιέχεται Mg

- Κρέας, ψωμί, δημητριακά, πατάτες, λαχανικά

Ανόργανα Συστατικά

Μαγνήσιο (Mg)

Enzyme function

Enzyme substrate (ATPmg, GTPmg)

Kinases B
Hexokinase
Creatine kinase
Protein kinase

ATPases or

GTPases - Na⁺,K⁺-ATPase
Ca⁺, ATPase

Cyclases - Adenylate cyclase
Guanylate cyclase

Direct enzyme activation

Phosphofructokinase
Creatine kinase
5-phosphoribosyl-pyrophosphate synthetase
Adenylate cyclase
Na⁺,K⁺-ATPase

Membrane function

Cell adhesion
Transmembrane electrolyte flux

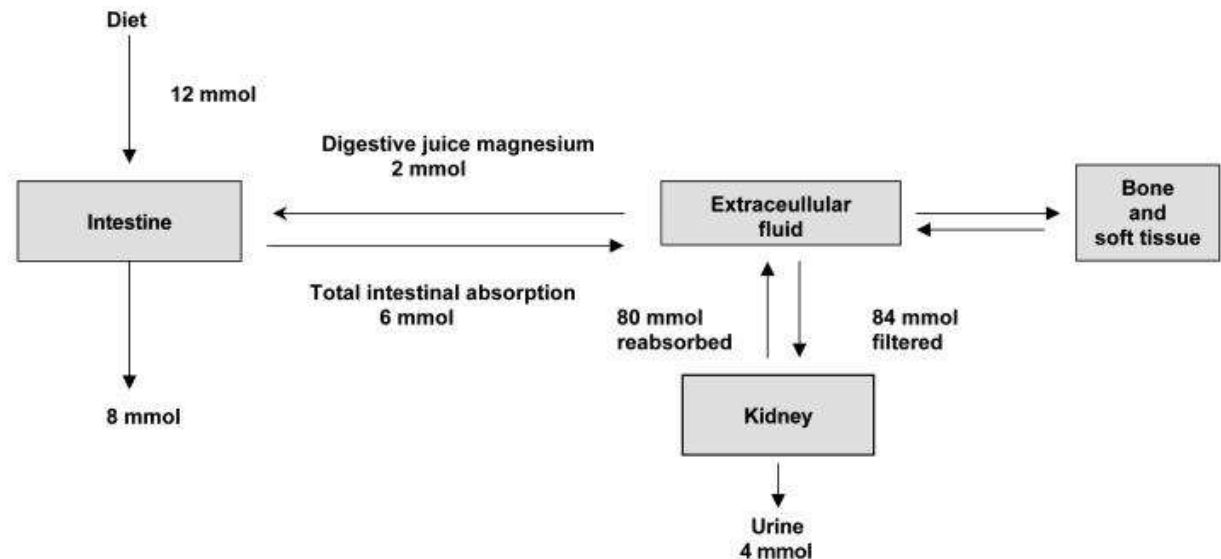
Calcium antagonist

Muscle contraction/relaxation
Neurotransmitter release
Action potential conduction in nodal tissue

Structural function

Protein
Polyribosomes
Nucleic acids
Multiple enzyme complexes
Mitochondri

Πίνακας. Φυσιολογικές λειτουργίες του Mg



Σχήμα. Κατανομή του Mg στο σώμα.

Ανόργανα Συστατικά

Ψευδάργυρος (Zn)

1,4 – 2,3 g σε **όλους τους ιστούς** του ανθρώπινου σώματος (κυρίως σε οστά-δόντια πάγκρεας)

Λειτουργίες του Zn

- Συστατικό της **καρβονικής ανυδράσης** (βοηθά στην απελευθέρωση CO₂ από τα πνευμόνια)
- Συστατικό της **αλκαλικής φωσφατάσης** (βοηθά στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών)
- Συστατικό της **ινσουλίνης** (ορμόνη παραγόμενη στο πάγκρεας, που βοηθά στην πρόσληψη της **γλυκόζης** από τα **κύτταρα**)

Έλλειψη Zn

- 10-15 mg/day (απαιτούμενη ποσότητα για ενήλικες), το 30% απορροφάται
- Έλλειψη Zn οδηγεί σε **καθυστέρηση** φυσικής και πνευματικής ανάπτυξης

Πηγές Zn

- Αυγά, κρέας, προϊόντα κρέατος, γάλα, ψωμί, δημητριακά

Ανόργανα Συστατικά

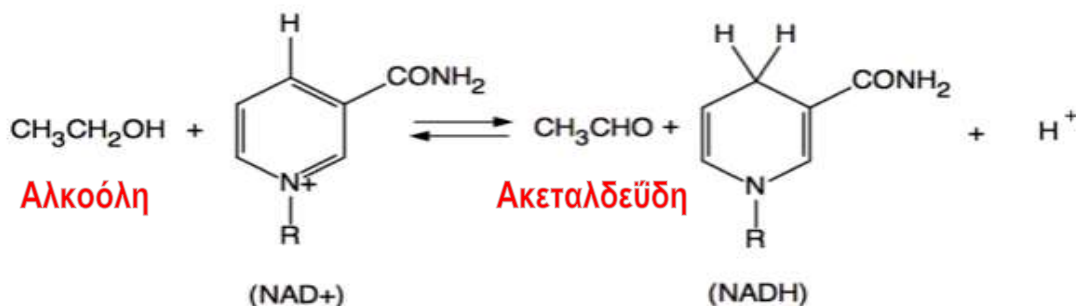
Ψευδάργυρος (Zn)



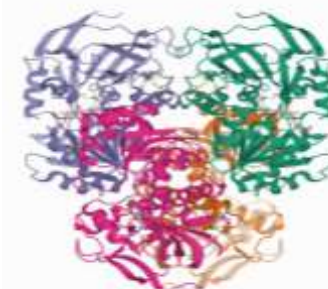
Καρβονική ανυδράση
ανθρώπου με Zn^{2+}
στο κέντρο

Πίνακας. Αντιπροσωπευτικές βιολογικές δράσεις του Zn και ένζυμα που περιέχουν Zn (DOI:10.1039/b617121b).

Zinc protein	Biological function
Alcohol dehydrogenase (ADH)	Oxidoreductase, alcohol breakdown
Farnesyl transferase (FT)	Transferase, signal transduction
Carboxypeptidase A (CPA)	Hydrolase, peptide cleavage
Carbonic anhydrase (CA)	Lyase, activation of small molecules
Phosphomannose isomerase (PMI)	Isomerase, isomerization of fructose-6-phosphate
DNA ligase III	Ligase, DNA repair
Zinc Fingers (ZF)	DNA transcription, DNA repair
Zinc $^{2+}$	Growth, neurotransmission



ΑΛΚΟΟΛΙΚΗ ΔΕΪΔΡΟΓΟΝΑΣΗ (alcohol dehydrogenase; ADH1; EC 1.1.1.1)
[συνένζυμο: NAD⁺ + Zn⁺²]



<https://www.rcsb.org/structure/4w6z> (τετραμερές)

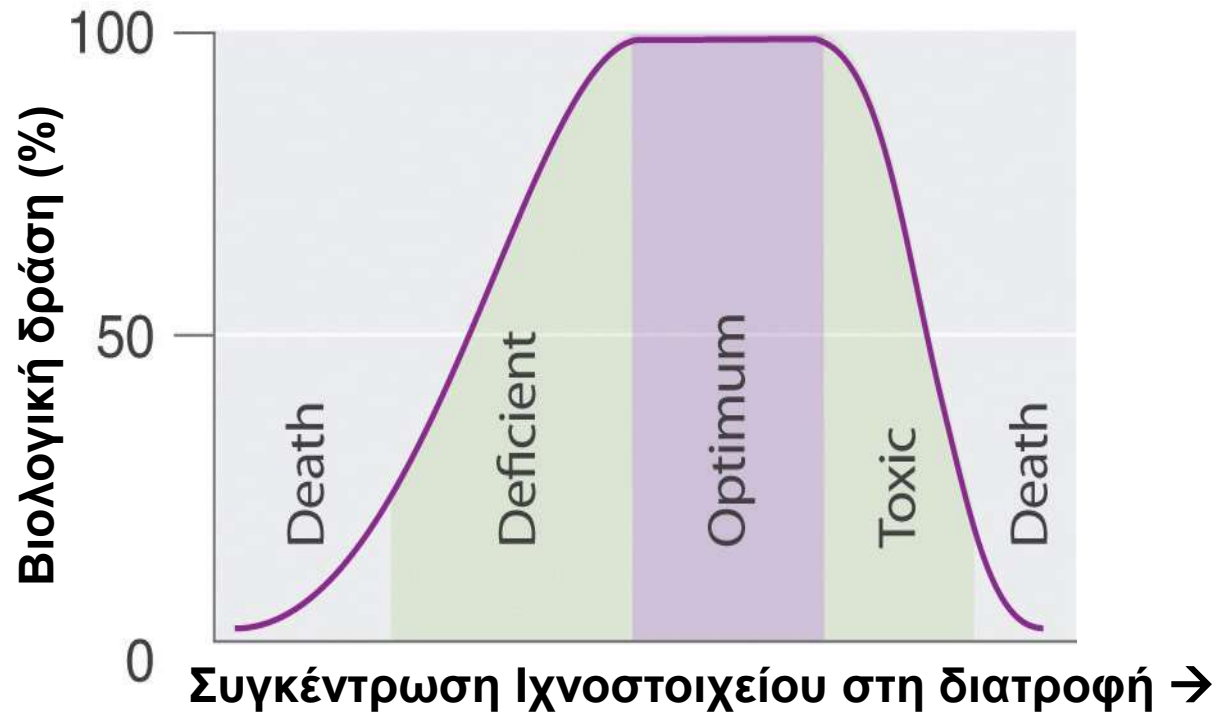
Ιχνοστοιχεία

Κύριες λειτουργίες των Ιχνοστοιχείων

- Πολύτιμα και απαραίτητα για τους ανθρώπους που αναδεικνύεται διαρκώς λόγω:
 - Χρήσης όλο και πιο σύγχρονων αναλυτικών μεθόδων
 - Παρασκευής νέων ενώσεων
 - Ανάπτυξης ευρύτερης γνώσης σε Χημεία-Βιολογία-Ιατρική
- Βρίσκονται **στην ενεργή περιοχή** ενώσεων σημαντικών για την ύπαρξη της ζωής
- Χρησιμοποιούνται για να **διατηρούν** και να **ενεργοποιούν** άλλα σπουδαία άτομα.
- Έτσι, συμμετέχουν σε πολλές **χημικές αντιδράσεις** που δεν θα μπορούσαν να λάβουν χώρα στο σώμα (χαμηλή θερμοκρασία, pH).

Ανόργανα Συστατικά

Ιχνοστοιχεία



- α. Σοβαρή έλλειψη (θάνατος)
- β. Περιορισμένη έλλειψη (κακή διατροφή)
- γ. Κανονική ποσότητα (φυσιολογική λειτουργία)
- δ. Ελαφρά αυξημένη συγκέντρωση (τοξικότητα)
- ε. Υψηλή συγκέντρωση (υψηλή τοξικότητα)

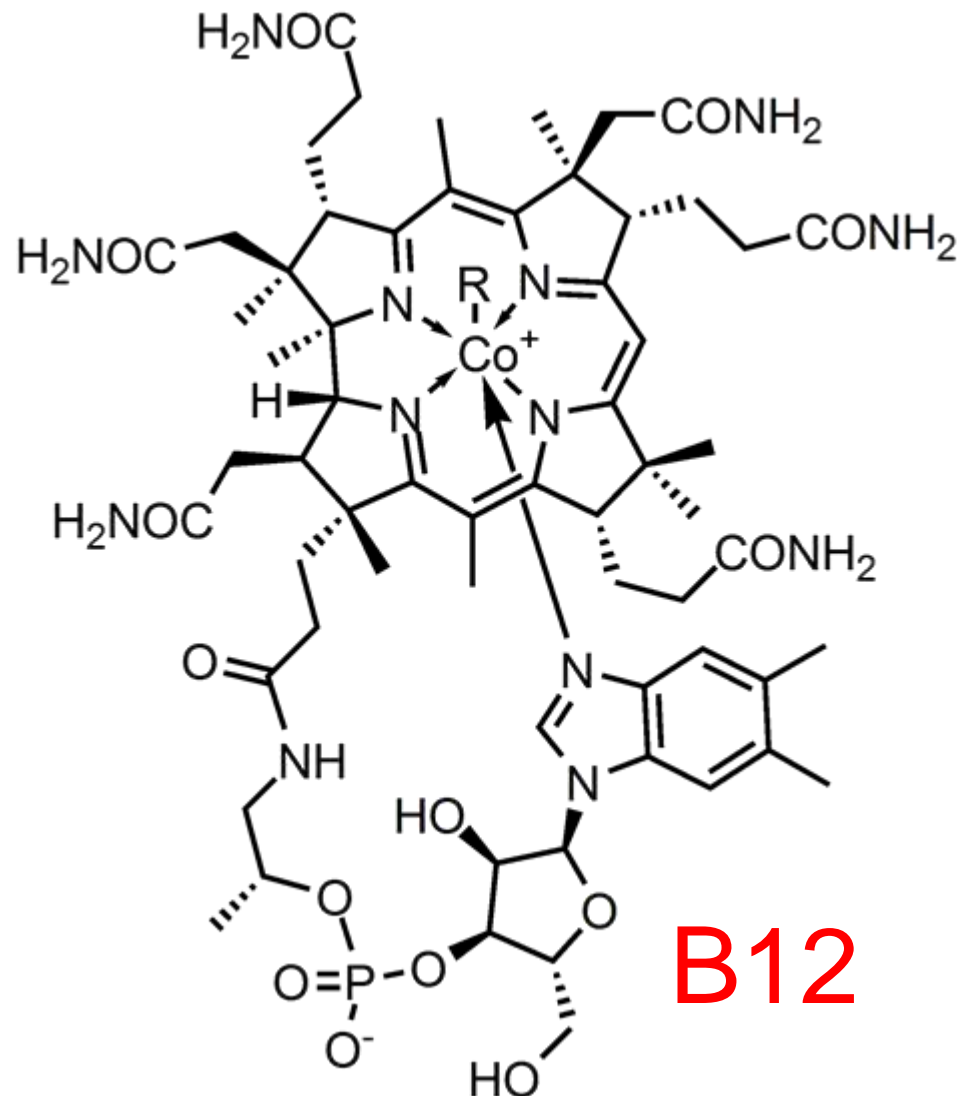
Ανόργανα Συστατικά

Κοβάλτιο (Co)

- ❖ Το ανθρώπινο σώμα περιέχει 1-2 mg Co κυρίως στο συκώτι, στα νεφρά και στη βιταμίνη B₁₂. !

Έλλειψη Co

- ❖ Δεν έχει παρατηρηθεί σε ανθρώπους αλλά σε ζώα. (Coast disease σε αυστραλιανά πρόβατα).
- ❖ Το Co απορροφάται μέχρι και 70-80%.



Ανόργανα Συστατικά

Φθόριο (F)

- ➡ Παρόν υπό μορφή φθοριδίων σε οστά, δόντια
- ➡ Προστατεύει τα δόντια από την **τερηδόνα** και κάνει πιο **!** σκληρό το **σμάλτο** των δοντιών [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, φθοριοαπατίτης].
- ➡ Το φυσικό νερό είναι η κύρια πηγή του F (βρίσκεται υπό αμφισβήτηση η φθορίωση του πόσιμου νερού)

- ➡ **Dental fluorosis (Πενταφθορίωση;** διαταραχή, που χαρακτηρίζεται από υπομεταλλοποίηση του σμάλτου των δοντιών λόγω κατάποσης υπερβολικού F κατά τη διάρκεια του σχηματισμού της αδαμαντίνης). Μπορεί να συμβεί σε συγκεντρώσεις F ακόμα και 2 ppm!



[https://en.wikipedia.org/wiki/Dental_fluorosis#/media/File:Dental_fluorosis_\(mild\).png](https://en.wikipedia.org/wiki/Dental_fluorosis#/media/File:Dental_fluorosis_(mild).png)

Ανόργανα Συστατικά

Ιώδιο (I)

- ✓ Απορροφάται στον θυρεοειδή αδένα για τη βιοσύνθεση ορμονών **θυροξίνης (T4), τριιωδοθυρονίνης (T3)** (απαραίτητων για το βασικό μεταβολισμό)

Έλλειψη I προκαλεί

- ☞ Βρογχοκήλη σε ενήλικες, και
- ☞ Κρετινισμό σε παιδιά
- ❖ Παρόν σε πολλές τροφές και ιδιαίτερα σε: Γάλα, αυγά και κυρίως θαλασσινά
- ❖ Σε χώρες ανεπαρκείς σε I προστίθενται 100 μg I ανά 1-10 g κοινού αλατιού υπό μορφή KIO_3



Ανόργανα Συστατικά

Χρώμιο (Cr)

- Η ημερήσια πρόσληψη στα τρόφιμα = 5 - 200 μg
- Παρόν σε αίμα, μαλλιά, δέρμα, μύες, συν-παράγοντας της ινσουλίνης
- Το Cr βοηθά: Ρύθμιση της γλυκόζης στο αίμα !

Παρόν σε:

Κρέας, ζύμες, μήλα, μπανάνες, πορτοκάλια, κόκκινα φασόλια

- Οι πιο κοινές οξειδωτικές καταστάσεις Cr είναι οι Cr^{+6} , Cr^{+3} & Cr^{+2}
- Το **εξασθενές ιόν (Cr^{6+}) είναι επιβλαβές!**



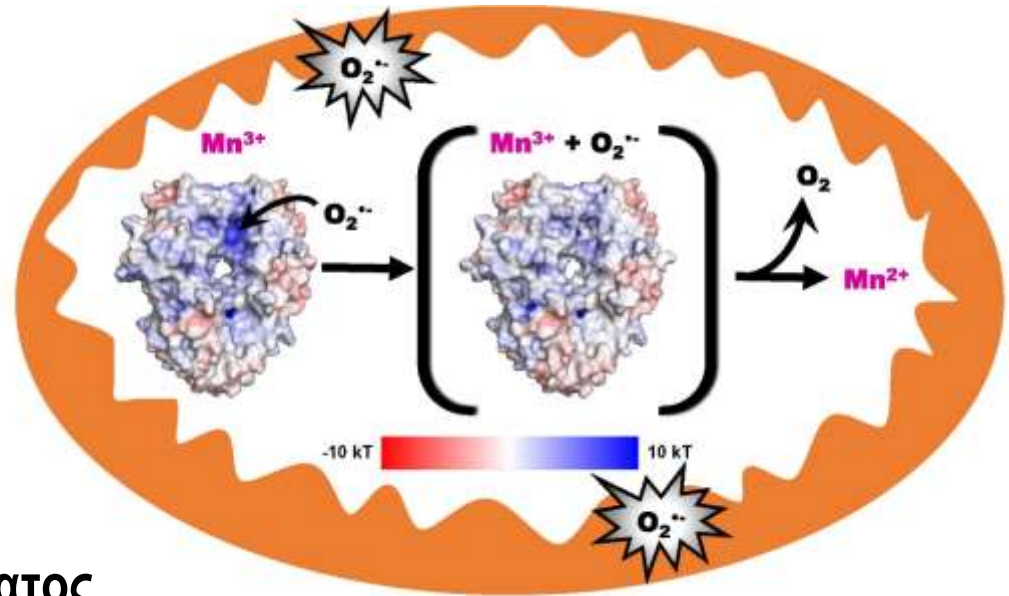
Ανόργανα Συστατικά

Μαγγάνιο (Mn)

- Παρόν στον ανθρώπινο σκελετό, συκώτι, νεφρά, καρδιά και συστατικό κάποιων ενζύμων

Το Mn βοηθά:

- 1) Στη ρύθμιση της ανάπτυξης του σώματος !
- 2) Στη ρύθμιση του νευρικού συστήματος
- 3) Στη χρήση των βιταμινών A, B, C and E



Human Manganese Superoxide Dismutase
<https://www.mdpi.com/2076-3921/7/2/25>

Σε έλλειψη Mn παρατηρούνται:

- Μειωμένη ανάπτυξη, σκελετικές ανωμαλίες και αναπαραγωγική διαδικασία σε καταστολή
- Ψωμί, καρύδια, αμύγδαλα, ελιές και σπανάκι είναι πλούσια σε Mn

Ανόργανα Συστατικά

Σελήνιο (Se)

Είναι παρόν κυρίως σε συκώτι και νεφρά

⇒ Το Se βοηθά: !

- 1) Εξουδετερώνει **ελεύθερες ρίζες** και **οξειδωτικές ουσίες** στο αίμα
- 2) Βοηθά την βιταμίνη E (Το Se λειτουργεί σε όλο το κύτταρο εξουδετερώνοντας υπεροξειδία. Αυτό εξηγεί γιατί διορθώνει ορισμένα συμπτώματα ανεπάρκειας βιταμίνης E και όχι άλλων βιταμινών.



Τα βραζιλιάνικα καρύδια
περιέχουν
120 μg Se/καρύδι

Είναι παρόν σε:

Πόσιμο νερό (σε μικρές ποσότητες), κρέας, γάλα, ψάρια, δημητριακά, όσπρια και καρύδια

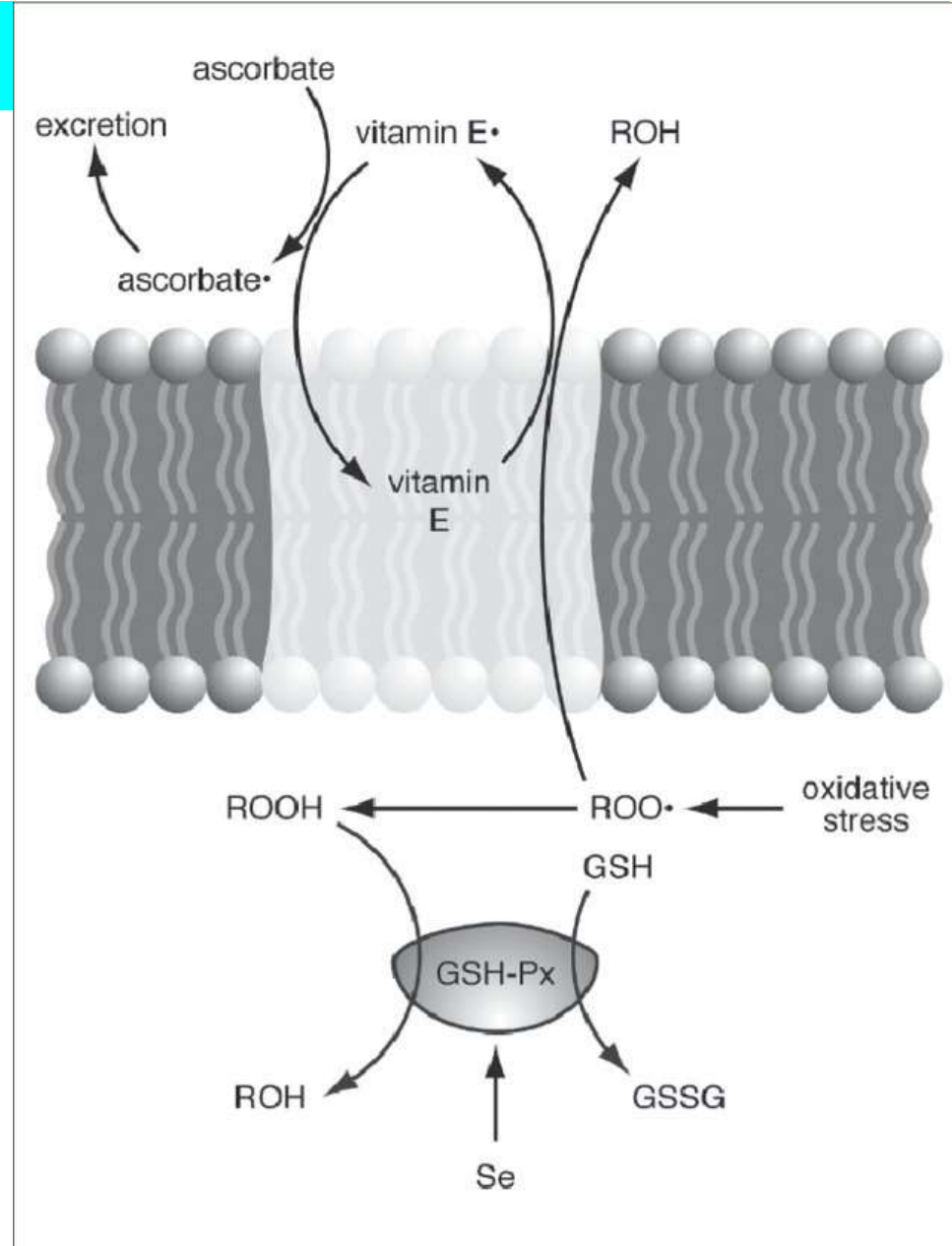
Ανόργανα Συστατικά

Σελήνιο (Se)

Εικόνα:

Αλληλεπίδραση Se, βιταμίνης E και βιταμίνης C για την προστασία των μεμβρανών από την οξειδωτική βλάβη.

- **ROOH**, Υδροϋπεροξειδίο λιπιδίων
- **ROO•**, Υπεροξειδική ρίζα
- **GSH**, γλουταθειόνη (τριπεπτίδιο, το κύριο αντιοξειδωτικό του οργανισμού)
- **GSSG**, δισουλφιδική γλουταθειώνη
- **GSH-Px**, υπεροξειδάση της γλουταθειόνης



Ανόργανα Συστατικά

Μολυβδαίνιο (Mo)

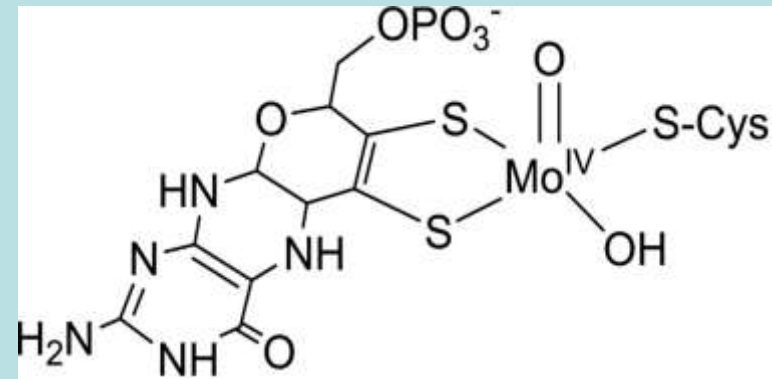
Βρίσκεται κυρίως στο συκώτι και το αίμα

→ Το Mo βοηθά:

- 1) Στην προστασία των δοντιών από την τερηδόνα
- 2) Στην ενεργοποίηση πολλών ενζύμων (οξειδοορεδοκτάση ξανθίνης, οξειδάση αλδεΐδης, και τα μιτοχονδριακές αναγωγάσες αμιδοξίμης-*mARC*)).
- 3) Στον μεταβολισμό των Cu & Fe

Είναι παρόν σε:

Σπορέλαιο, φασόλια, συκώτι, αυγά, κακάο



Ενεργή θέση (συνένζυμο) του *mARC* στη μορφή του Mo(IV) (το συνολικό φορτίο συμπλόκου ιόντων δεν φαίνεται).

<https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/molybdenum-enzymes>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1388248117302771>

Ανόργανα Συστατικά

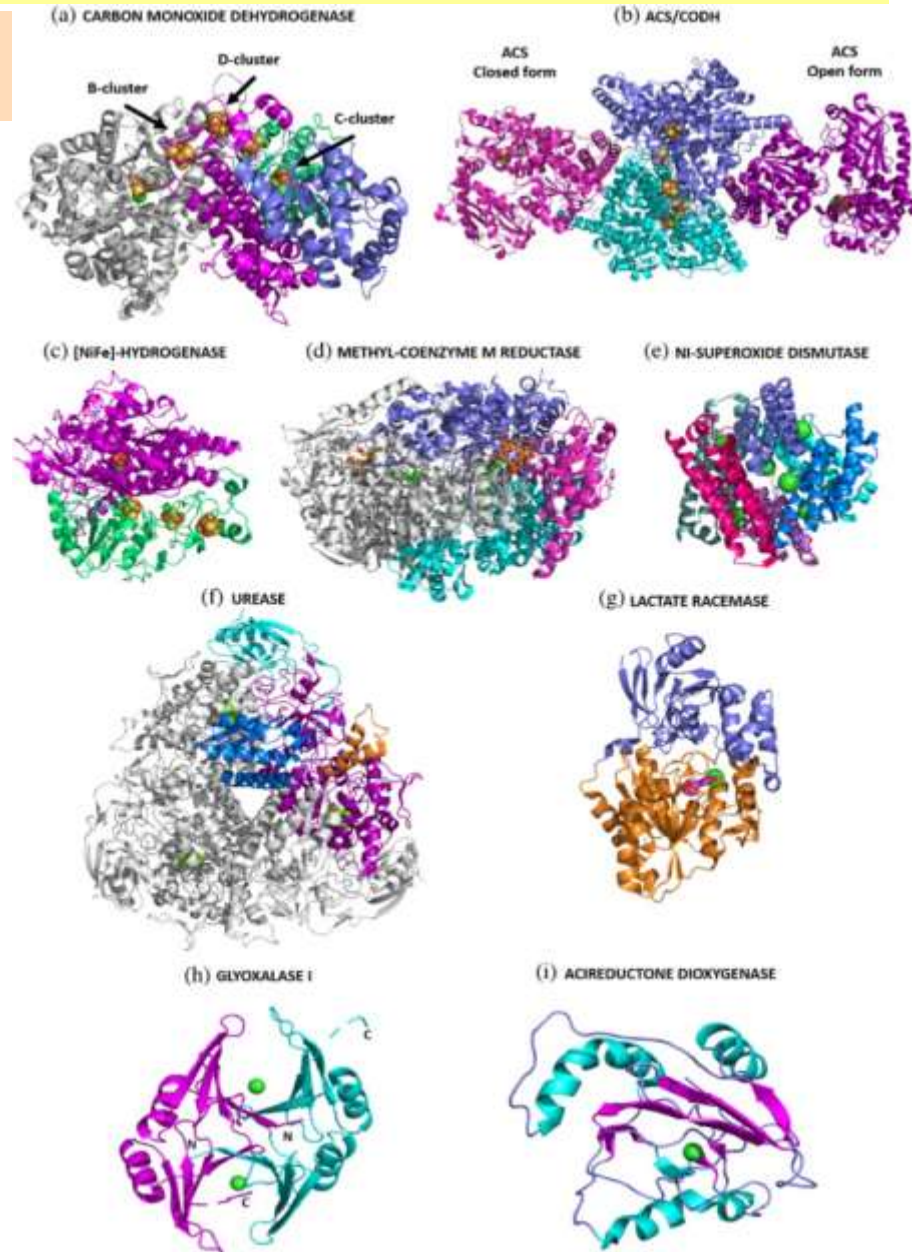
Νικέλιο (Ni)

Βρίσκεται κυρίως σε συκώτι και πάγκρεας

- Η ημερήσια πρόσληψη στα τρόφιμα = 150 - 700 μg
- Η ημερήσια απαίτηση σε Ni εκτιμάται στα 35 - 500 μg

Το Ni εμπλέκεται:

- 1) Στην ενεργοποίηση πολλών ενζύμων σε μικροοργανισμούς
(ref: doi: 10.1021/cr4004488, doi: 10.1002/pro.3836)
- 2) Στην δραστικότητα της ινσουλίνης
(ref: doi: 10.1093/ije/dyu200, doi: 10.1007/s12403-021-00413-9)



Ανόργανα Συστατικά

Τι να γνωρίζω....

1. Ποια είναι τα κύρια ανόργανα συστατικά που περιέχονται στα τρόφιμα;
2. Ποια ανόργανα συστατικά είναι απαραίτητα για τη ζωή;
3. Ποιες οι κύριες λειτουργίες των ιχνοστοιχείων στον άνθρωπο;
4. Ποιες είναι οι σημαντικότερες λειτουργίες του Zn ή Fe, κ.λπ. στον ανθρώπινο οργανισμό; (δες !)
5. Ποιοι είναι παράγοντες που επιδρούν στην απορρόφηση του Ca (...) από τις τροφές; (δες !)
6. Ποιες οι επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό από την έλλειψη Ca (...); (δες !)