

# ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ

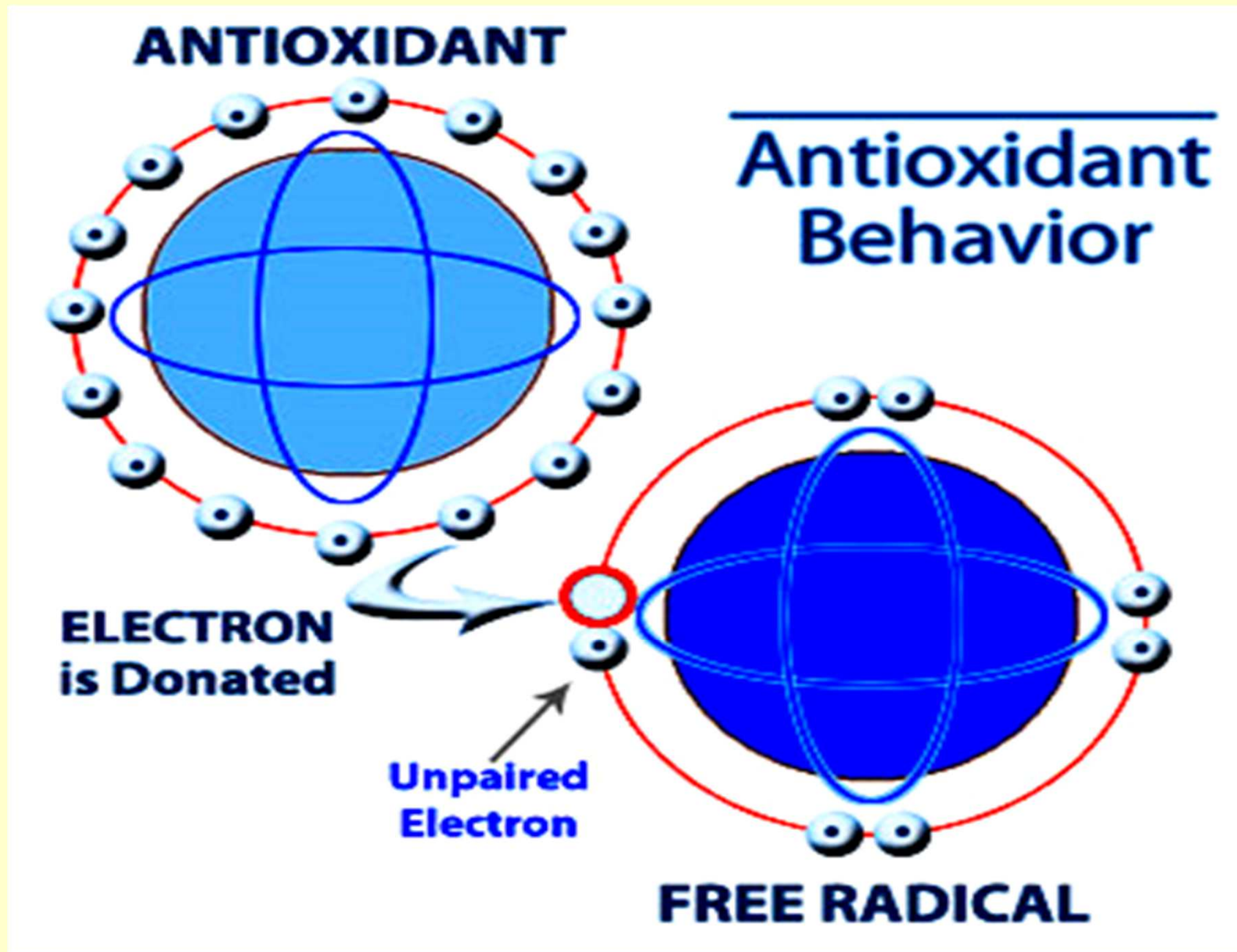
ΑΣΚΗΣΗ ΠΡΑΞΗΣ 3η

**Ελεύθερες ρίζες και  
Αντιοξειδωτικά**

## Τι είναι ελεύθερες ρίζες;

- Άτομα ή μόρια που έχουν ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια.
- Έχουν την τάση να ισορροπούν , «αρπάζοντας» ένα ηλεκτρόνιο από γειτονικό μόριο.
- Η ανακάλυψη του ρόλου των ελεύθερων ριζών στις χρόνιες εκφυλιστικές ασθένειες, είναι όσο σημαντική η ανακάλυψη του ρόλου των μικροοργανισμών στις μολυσματικές ασθένειες.

# Μηχανισμός αντιδράσεων ελευθέρων ριζών



## ROS (Ενεργές ρίζες οξυγόνου)

### Είναι οι πλέον επικίνδυνες

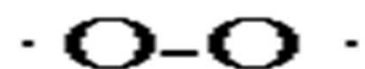
#### Ελεύθερες ρίζες

- Υπεροξειδίο,  $O_2^{\cdot -}$
- Ρίζα υδροξυλίου  $OH^{\cdot}$ 
  - $ROO^{\cdot}$
  - $RO^{\cdot}$
  - $HO_2^{\cdot}$

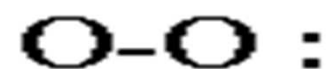
#### Δραστικά μόρια

- Υπεροξειδίο του υδρογόνου ( $H_2O_2$ )
- Υποχλωριώδες οξύ ( $HClO$ )
- Ozone,  $O_3$

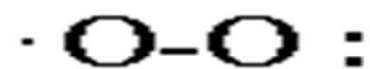
**Triplet Oxygen  
(ground state)**



**Singlet Oxygen**



**Superoxide**



**Perhydroxyl Radical**



**Hydrogen Peroxide**



**Hydroxyl Radical**



**Hydroxyl Ion**



**Water**



## Ενεργές ρίζες αζώτου

### Ελεύθερες ρίζες

- Οξειδίο Αζώτου  
(II),  $\text{NO} \cdot$
- Οξειδίο Αζώτου  
(IV),  $\text{NO}_2 \cdot$

### Δραστικά μόρια

- Νιτροσύλιο,  $\text{NO}^+$
- Νιτρικό οξύ,  $\text{HONO}$
- Οξειδίο του Αζώτου  
(III),  $\text{N}_2\text{O}_3$
- Υπεροξυνιτρίδιο,  
 $\text{ONOO}^-$
- Αλκυλοπεροξυνιτρίδιο,  
 $\text{ROONO} \cdot$

# ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

## Θέσεις παραγωγής ελευθέρων ριζών:

- Τα μιτοχόνδρια,
- Τα υπεροξεισωμάτια,
- Το λείο ενδοπλασματικό δίκτυο (P450),
- Κυτταρική μεμβράνη,
- Ειδικά κύτταρα.
- 

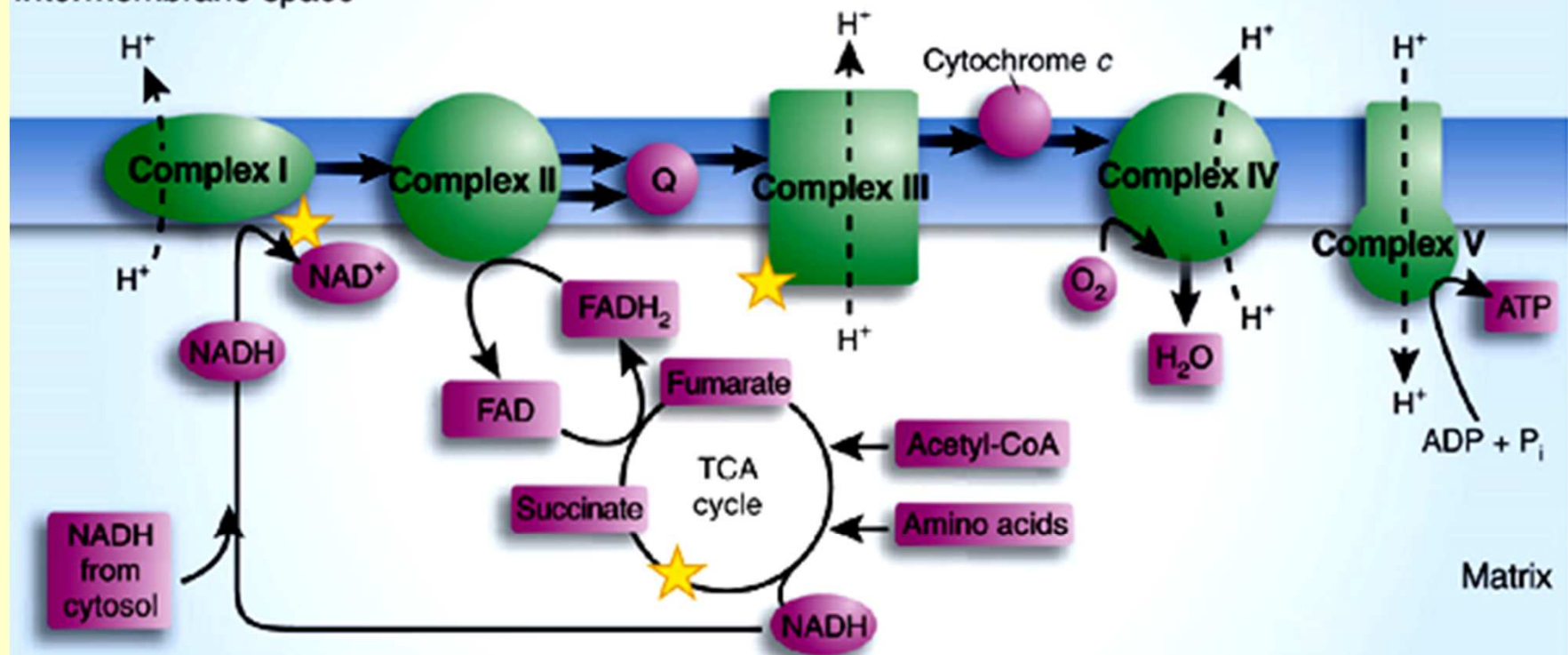
## Παράγοντες ενίσχυσης της βλαπτικής τους επίδρασης:

- Εξωγενείς παράγοντες όπως η ιονίζουσα και η υπεριώδης ακτινοβολία,
- Φαρμακευτικά σκευάσματα που ενεργοποιούν το κυτόχρωμα P450.

Cytosol

Outer membrane

Intermembrane space

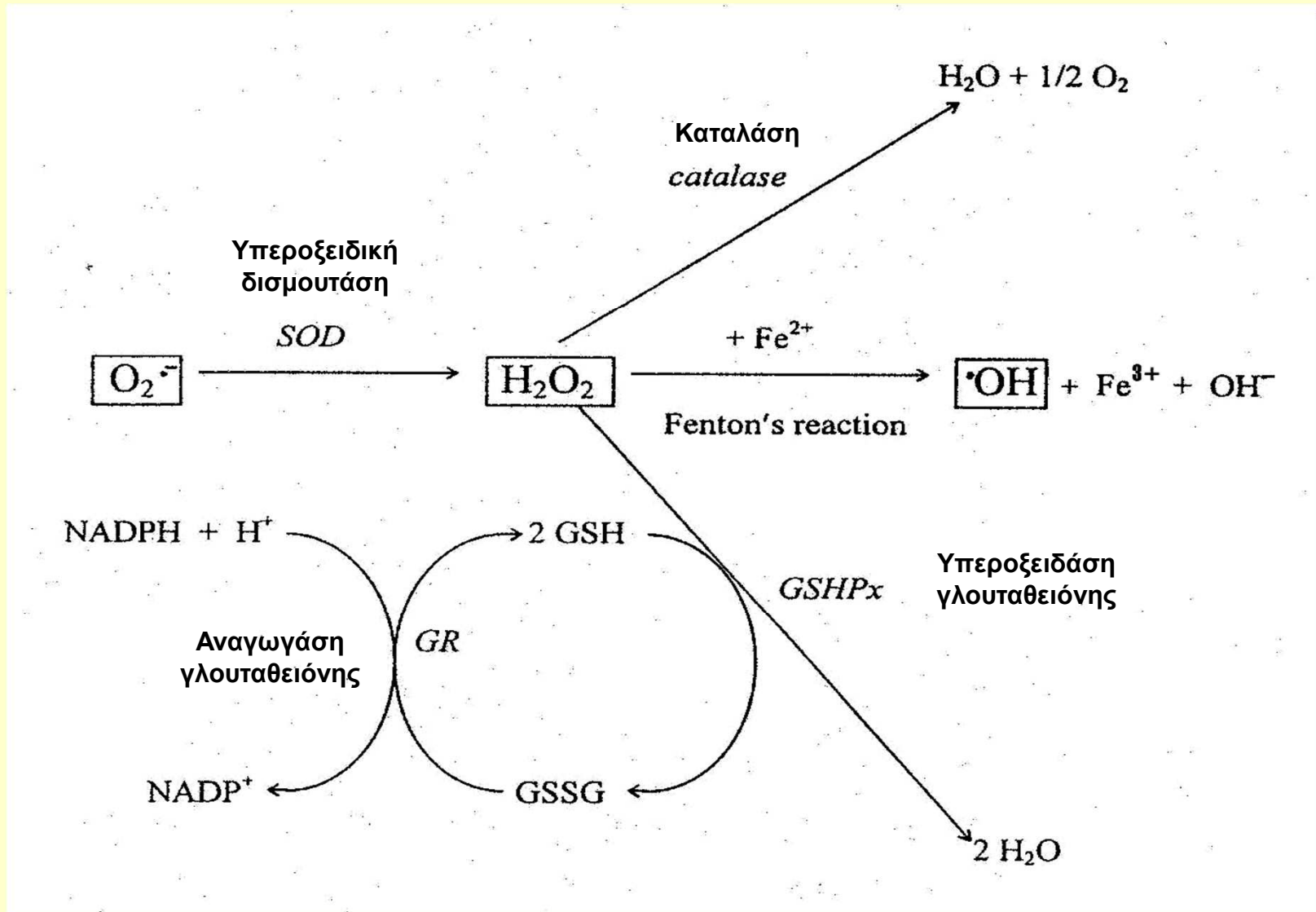


★ Sites of O<sub>2</sub> generation in mitochondria matrix

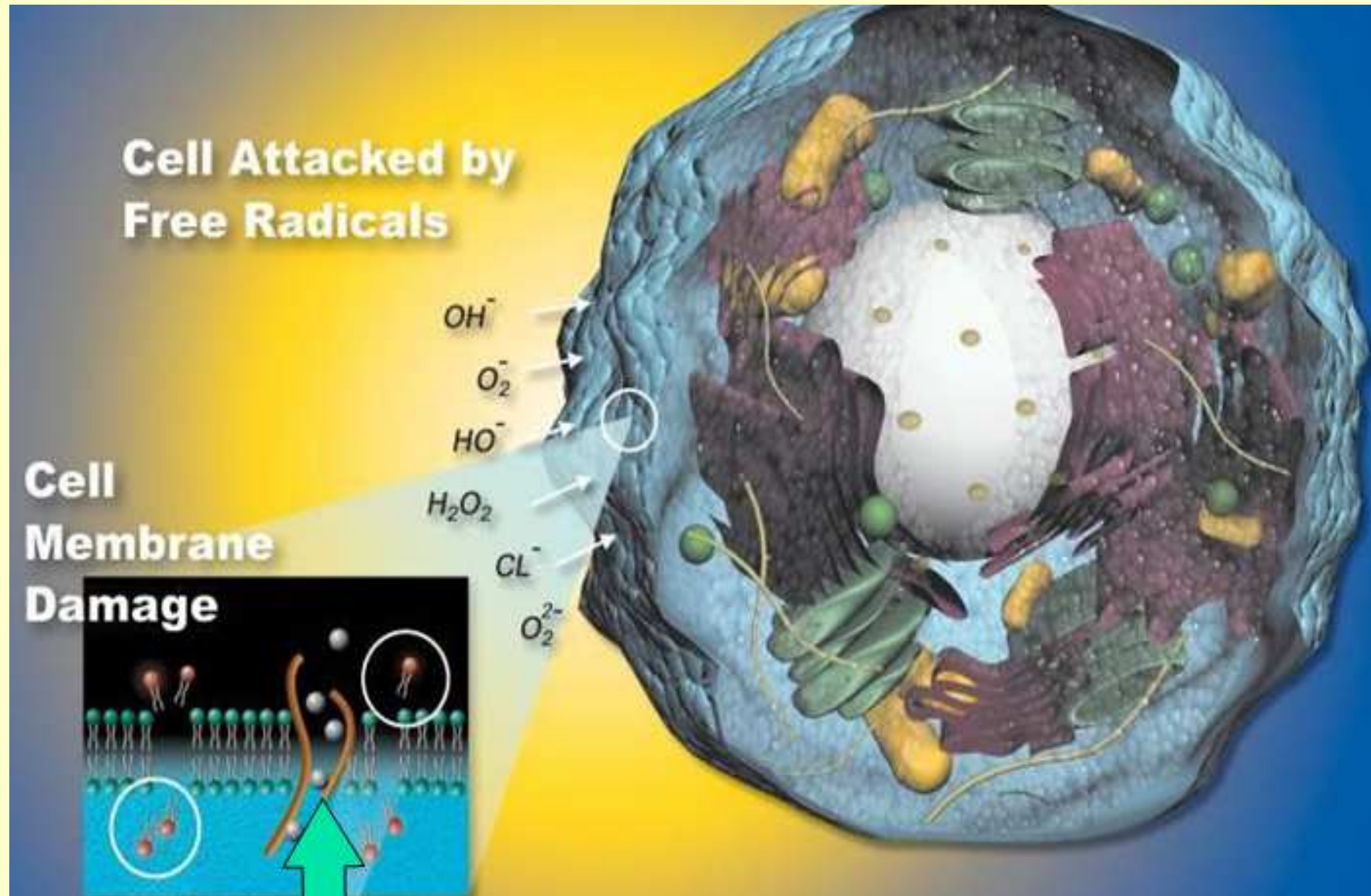




# Βασικά συστήματα άμυνας έναντι των ελευθέρων ριζών, η σημασία των δισθενών μετάλλων



# Οξειδωτική καταπόνηση



# Οξειδωτική καταπόνηση

## Οξειδωτική καταπόνηση και καρδιαγγειακά νοσήματα

### Επίδραση των ελευθέρων ριζών στο μυοκάρδιο

- ✓ Απώλεια κυτταρικού καλίου,
- ✓ Ελάττωση των πηγών ενέργειας,
- ✓ Μείωση της συστολικής ικανότητας,
- ✓ Υψηλή κυτταροπλασματική συγκέντρωση ασβεστίου και διαταραχή των μεταβολικών μηχανισμών.

Χρόνια αύξηση των επιπέδων ελευθέρων ριζών σχετίζεται με μιτοχονδριακή βλάβη και δυσλειτουργία

# Οξειδωτική καταπόνηση

## Οι ελεύθερες ρίζες επιδρούν στη καρδιαγγειακή

### Λειτουργία με μια σειρά παθογενειών:

- Οι ρίζες έχουν άμεση βλαπτική δράση στις κυτταρικές μεμβράνες και στους πυρήνες των κυττάρων,
- Οι δραστικές ρίζες οξυγόνου επιδρούν στη διεργασία της αθηρογένεσης,
- Οι δραστικές ρίζες οξυγόνου προκαλούν υπεροξείδωση των λιπιδίων οδηγώντας στο σχηματισμό οξειδωμένων λιποπρωτεϊνών LDL.

## Οξειδωτική καταπόνηση

### Οξειδωτική καταπόνηση και καρδιαγγειακά

Τα μιτοχόνδρια έχουν θεμελιώδη ρόλο στον έλεγχο του κυτταρικού θανάτου μέσω τριών κυρίως μηχανισμών:

- 1) Διακοπή της αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων, της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης και της παραγωγής ATP,
- 2) Απελευθέρωση πρωτεϊνών που ενεργοποιούν τις κασπάσες (μετέχουν στον κυτταρικό θάνατο),
- 3) Αλλοίωση του οξειδοαναγωγικού δυναμικού, το οποίο οδηγεί στην παραγωγή ROS.

# Οξειδωτική καταπόνηση

## Οξειδωτική καταπόνηση και νευροεκφυλισμός

Η οξειδωτική καταπόνηση διαδραματίζει ρόλο:

- Στην παθογένεια της νόσου του Parkinson,
- στη νόσο του Alzheimer,
- τη νόσο του κινητικού νευρώνα,
- στη χορεία του Huntington.

Οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου επομένως, σύμφωνα με πρόσφατα δεδομένα διαδραματίζουν εξαιρετικά σημαντικό ρόλο τόσο στην απόπτωση όσο και στη νέκρωση των νευρικών κυττάρων.

# Οξειδωτική καταπόνηση

## Οξειδωτική καταπόνηση και γήρας (γερατειά)

Η γήρανση προσδιορίζεται από:

- ❖ Είναι η τελική περίοδος της ζωής,
- ❖ Παρατηρείται σε κάθε είδος,
- ❖ Είναι εξελικτική,
- ❖ Προκαλεί αλλοιώσεις και έκπτωση αδένων.

Οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου και αζώτου επιδρούν βλαπτικά επί της τελομεράσης ευνοώντας τη γονιδιακή αστάθεια , ενώ η παραγωγή  $H_2O_2$  ευνοεί την κυτταρική απόπτωση. Η οξείδωση πρωτεϊνών , λιπιδίων και DNA επιταχύνουν τη γήρανση.

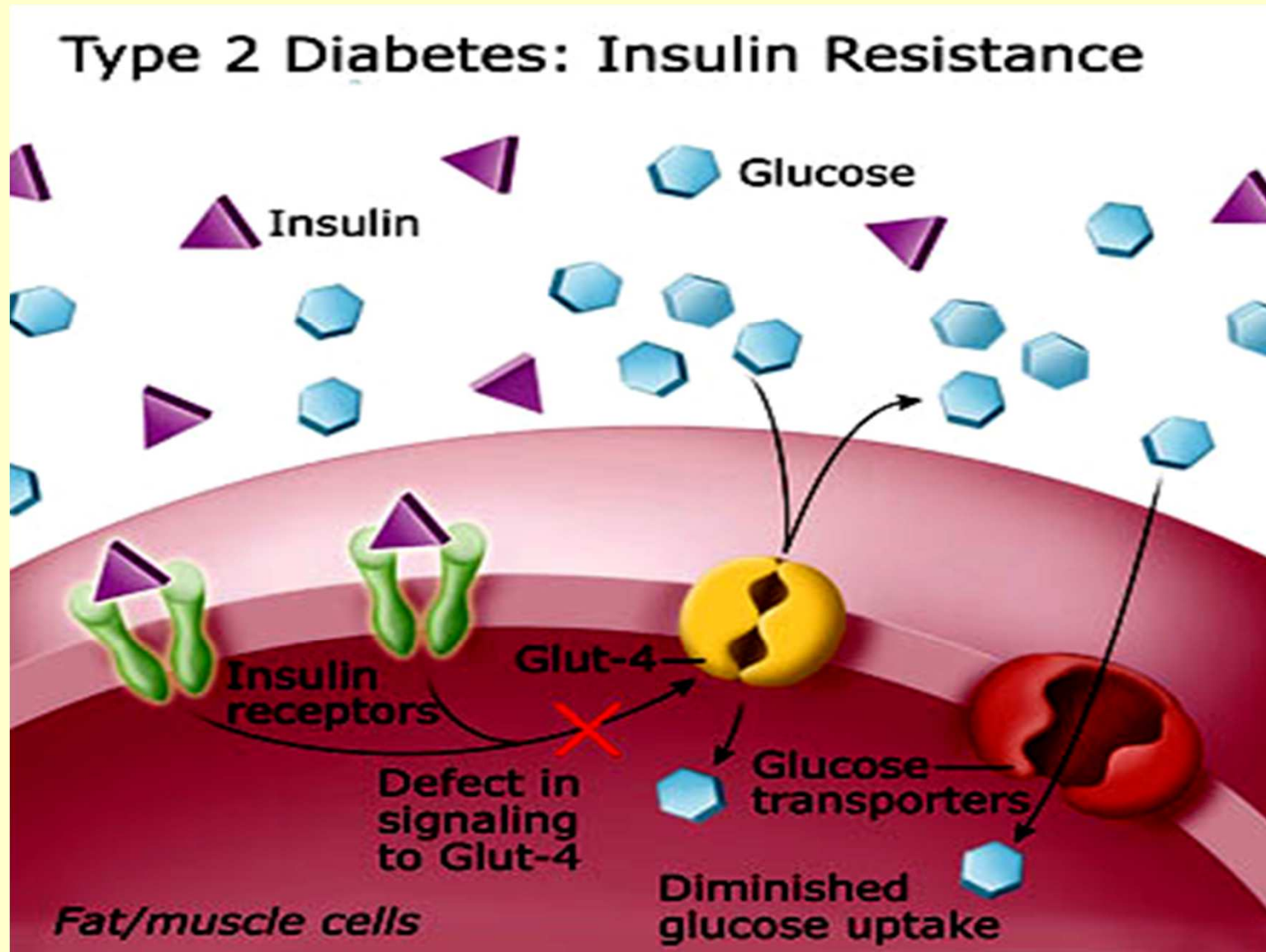
# Οξειδωτική καταπόνηση

## Οξειδωτική καταπόνηση και διαβήτης

- Οι οξειδωτικοί παράγοντες επηρεάζουν την ευαισθησία των υποδοχέων ινσουλίνης, με αποτέλεσμα την **ανάπτυξη αντίστασης και ως εκ τούτου σακχαρώδη διαβήτη II**.
- Επίσης, οδηγούν σε αυξημένη ενεργοποίηση των ενδοκυττάρων κινασών, που συνδέονται με την ανάπτυξη αντίστασης στην ινσουλίνη.



# Αντίσταση στην ινσουλίνη



# Οξειδωτική καταπόνηση

## Μεταβολικό σύνδρομο

Βασικές διαταραχές του μεταβολικού συνδρόμου είναι η παχυσαρκία (κυρίως κεντρικού τύπου), η δυσλιπιδαιμία, η υπέρταση και ο σακχαρώδης διαβήτης. Η οξειδωτική καταπόνηση συνδέεται με οξείδωση των LDL και αντίσταση στην ινσουλίνη, βασικά χαρακτηριστικά του ΜΣ.

## Οξειδωτική καταπόνηση & Ρευματοειδής Αρθρίτιδα

# The Metabolic Syndrome

## FOR MEN:

- Waist Circumference  $\geq$  40 Inches
- Triglycerides  $\geq$  150 mg/dL
- HDL Cholesterol  $<$  40 mg/dL
- Blood Pressure  $\geq$  130/85 mm Hg
- Fasting Glucose  $\geq$  100 mg/dL

## FOR WOMEN:

- Waist Circumference  $>$  35 Inches
- Triglycerides  $>$  150 mg/dL
- HDL Cholesterol  $<$  50 mg/dL
- Blood Pressure  $>$  130/85 mm Hg
- Fasting Glucose  $>$  100 mg/dL



# Οξειδωτική καταπόνηση

## Οξειδωτική καταπόνηση και καρκίνος

Η οξείδωση του DNA από τις ελεύθερες ρίζες είναι δυνατό να επιφέρει μεταβολές στην έκφραση των ογκογονιδίων και των ογκοκατασταλτικών γονιδίων και την επαγωγή της καρκινογένεσης. Από μια σειρά πειραματικών και κλινικών μελετών, ενισχύεται η συσχέτιση της θειορεδοξίνης, μορίου με αντιοξειδωτική δράση με την καρκινογένεση :

1. Αυξημένα επίπεδα θειορεδοξίνης έχουν αναφερθεί σε μεγάλο αριθμό κακοήθων όγκων, συμπεριλαμβανομένων του αδενοκαρκινώματος του τραχήλου, του ηπατοκυτταρικού καρκινώματος, των καρκινωμάτων του πνεύμονα και του παχέος εντέρου,
2. Πολλά καρκινικά κύτταρα εκκρίνουν θειορεδοξίνη,
3. Υπερέκφραση της θειορεδοξίνης φαίνεται να προστατεύει τα καρκινικά κύτταρα από την επαγόμενη από το οξειδωτικό stress απόπτωση,
4. Αυξημένα επίπεδα θειορεδοξίνης σε κακοήθεις όγκους προκαλούν αντίσταση στη χημειοθεραπεία.

## Αντιοξειδωτικά

- Το αμυντικό αντιοξειδωτικό σύστημα. Το σύνολο των μηχανισμών που δρουν προασπιστικά επί των βιομορίων έναντι της βλαπτικής επίδρασης των ελεύθερων ριζών συνιστούν το αντιοξειδωτικό αμυντικό σύστημα κάθε ζώντος οργανισμού. Η αντιοξειδωτική άμυνα διακρίνεται σε :  
  
Πρωτογενή και δευτερογενή.

# Αντιοξειδωτικά

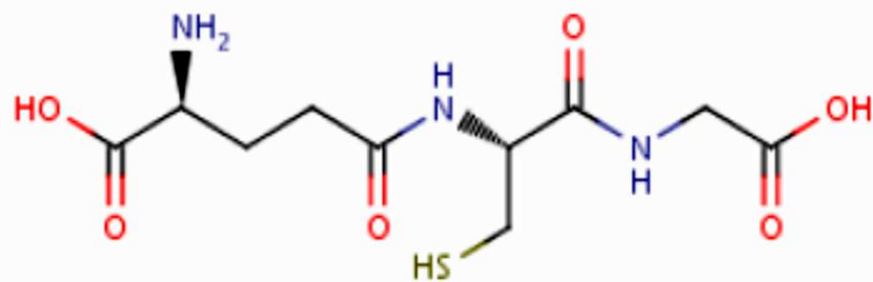
## Αντιοξειδωτικοί παράγοντες

Είναι ενδογενή ή εξωγενή μόρια τα οποία έχουν την ικανότητα να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου και αζώτου. Λειτουργούν ως δότες ηλεκτρονίων και χαρακτηρίζονται ως αναγωγικές ουσίες. Τα κριτήρια για την βέλτιστη αντιοξειδωτική δράση είναι:

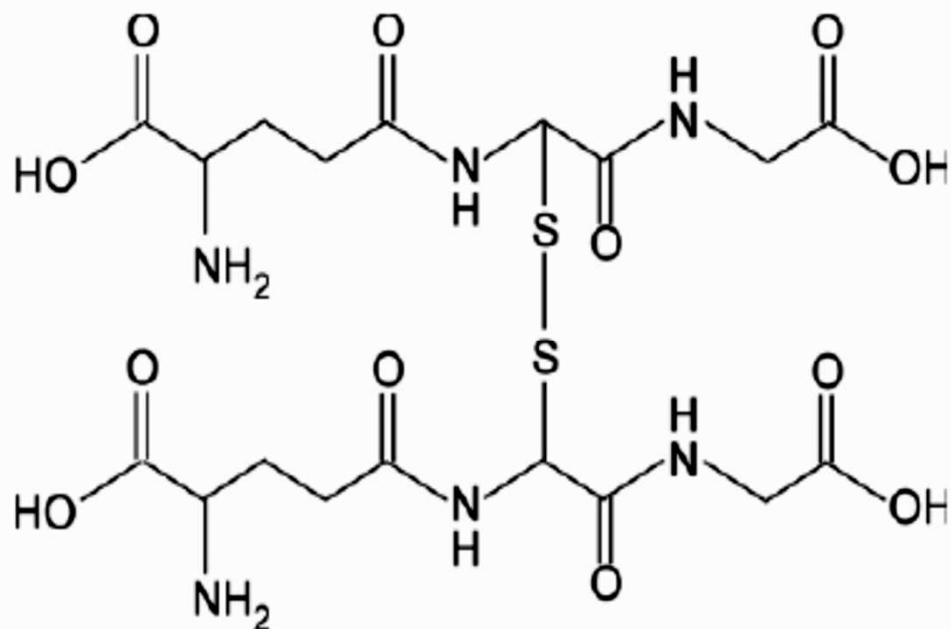
- 1. Εξειδίκευση στη σάρωση των ελευθέρων ριζών,*
- 2. Επίτευξη ικανοποιητικής συγκέντρωσης στον επιθυμητό τόπο δράσης,*
- 3. Δυνατότητα σχηματισμού συμπλόκων με μέταλλα  $Fe^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ , τα οποία ευνοούν τον σχηματισμό ελευθέρων ριζών,*
- 4. Συνεργικά δράση με άλλα αντιοξειδωτικά,*
- 5. Σταθερότητα της ρίζας που παράγεται από την δράση του αντιοξειδωτικού παράγοντα,*
- 6. Ικανοποιητική απορρόφηση, βιοδιαθεσιμότητα και απουσία τοξικότητας.*

## Αντιοξειδωτικά στο αίμα

<u>Antioxidant metabolite</u>	<u>Solubility</u>	<u>Concentration in human serum (μM)</u>	<u>Concentration in liver tissue (μmol/kg)</u>
<u>Ascorbic acid</u> (vitamin C)	Water	50 – 60	260 (human)
<u>Glutathione</u>	Water	4	6,400 (human)
<u>Lipoic acid</u>	Water	0.1 – 0.7	4 – 5 (rat)
<u>Uric acid</u>	Water	200 – 400	1,600 (human)
<u>Carotenes</u>	Lipid	<u>β-carotene</u> : 0.5 – 1 <u>retinol</u> (vitamin A): 1 – 3	5 (human, total carotenoids)
<u>α-Tocopherol</u> (vitamin E)	Lipid	10 – 40	50 (human)
<u>Ubiquinol</u> (coenzyme Q)	Lipid	5	200 (human)



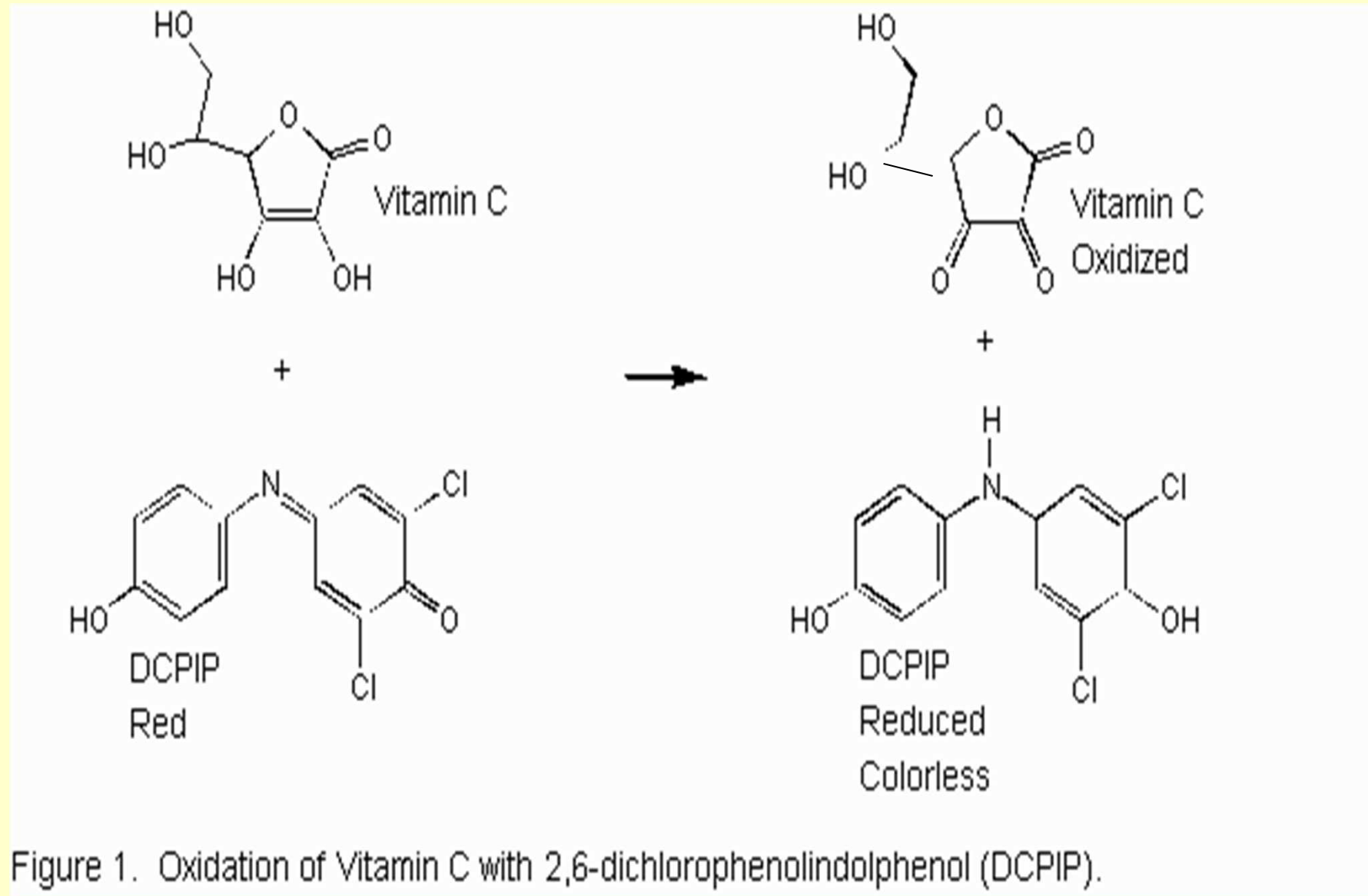
**ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ  
ΔΡΑΣΗ**



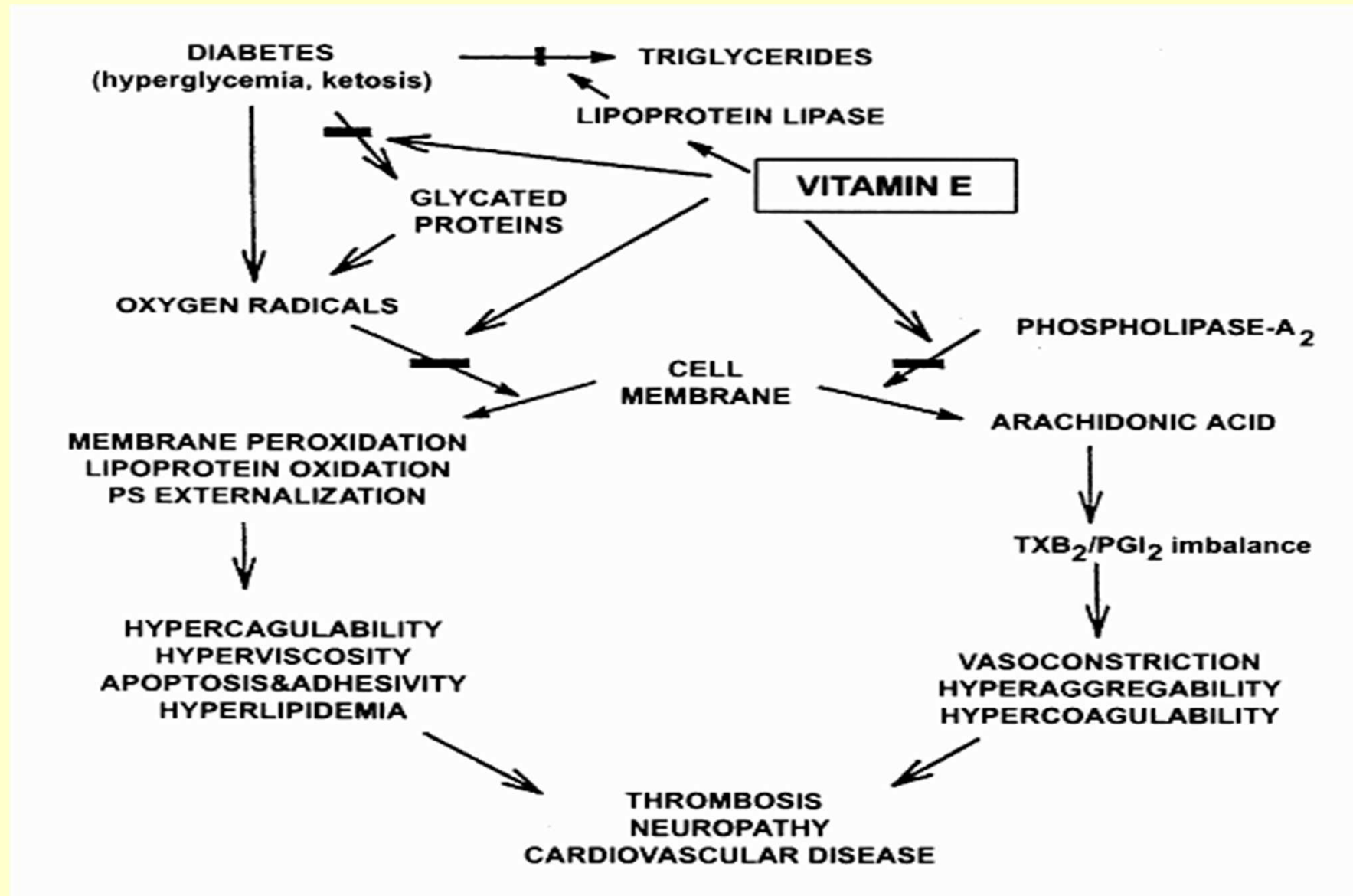
**Εικόνα 15:** Η ανηγμένη (GSH)(πάνω και η οξειδωμένη (GSSG) μορφή (κάτω) της γλουταθειόνης



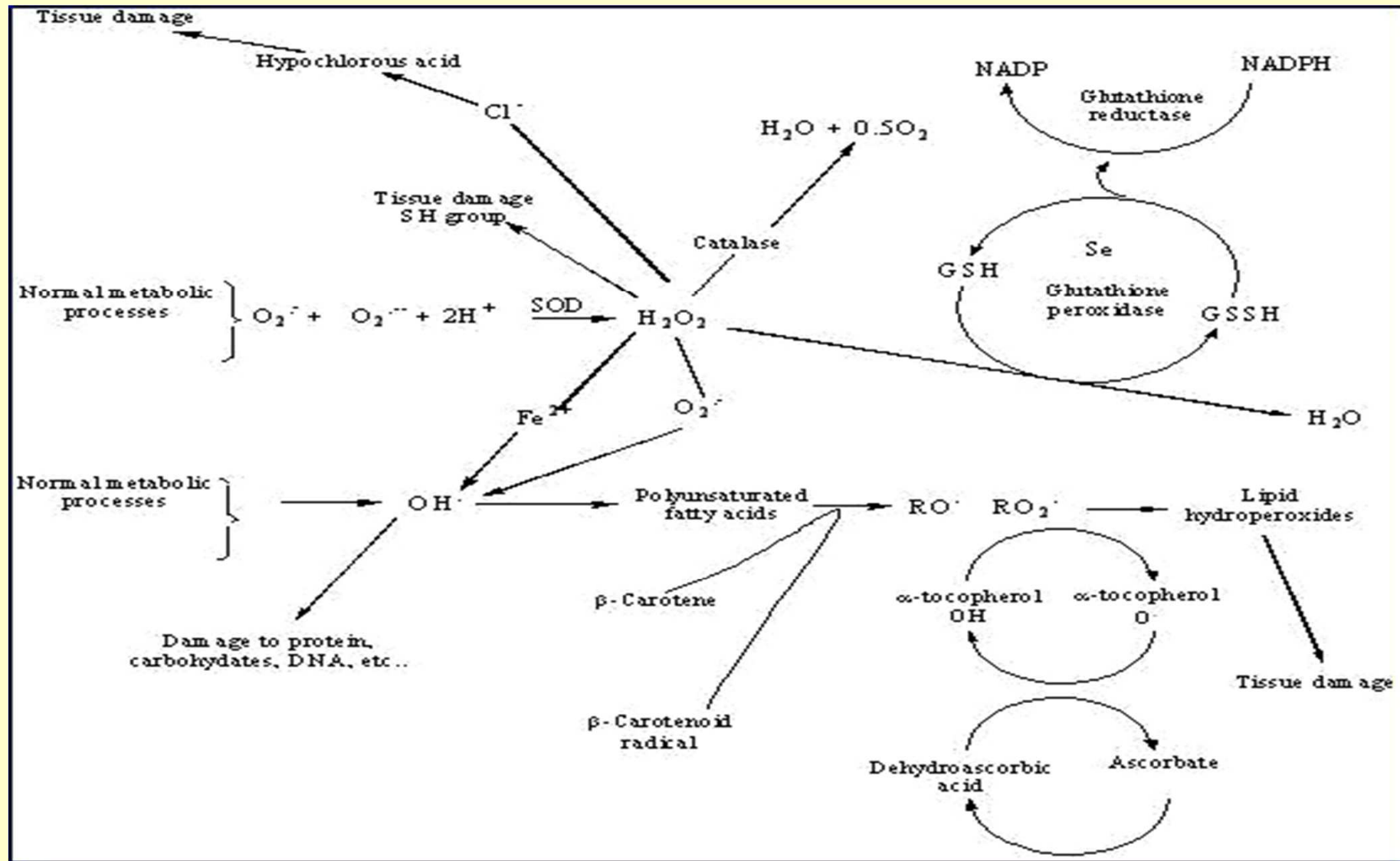
# Ο ρόλος της βιταμίνης C



# Ο ρόλος της Βιταμίνης Ε



# Σχέση μεταξύ ελεύθερων ριζών και αντιοξειδωτικών συστημάτων



# Αντιοξειδωτικά

## Το αμυντικό αντιοξειδωτικό σύστημα

Βάσει του τρόπου δράσης τους οι αντιοξειδωτικοί παράγοντες διακρίνονται σε :

### 1. «Αναχαιτιστές» των οξειδωτικών

Τρανσφερίνη

Λακτοφερίνη

Απποσφαιρίνη

Λευκωματίνη

Σερουλοπλασμίνη

### 2. Στους «εκκαθαριστές» των ελευθέρων ριζών

Καροτενοειδή

Υπεροξειδική  
δισμουτάση

Καταλάσες

Γλουταθειονικές  
υπεροξειδάσες

Γλουταθειονική  
τρανσφεράση

### 3. Στους «επισκευαστικούς» παράγοντες του αμυντικού οξειδωτικού συστήματος ανήκουν διάφορα ένζυμα

Λιπάσες

Πρωτεάσες

Τρανσφεράσες

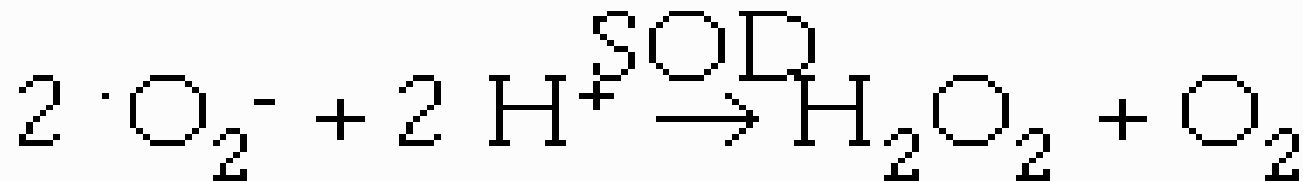
Ένζυμα  
επισκευής του DNA

# Αντιοξειδωτικά

## Υπεροξειδική δισμουτάση

Η οικογένεια της υπεροξειδικής δισμουτάσης περιλαμβάνει μια σειρά μεταλλοπρωτεϊνών που καταλύουν την αντίδραση μετατροπής των ριζών του οξυγόνου σε υπεροξείδιο του υδρογόνου, διαδραματίζοντας ουσιώδη ρόλο στην αντιοξειδωτική άμυνα του οργανισμού. Ισοένζυμα της δισμουτάσης:

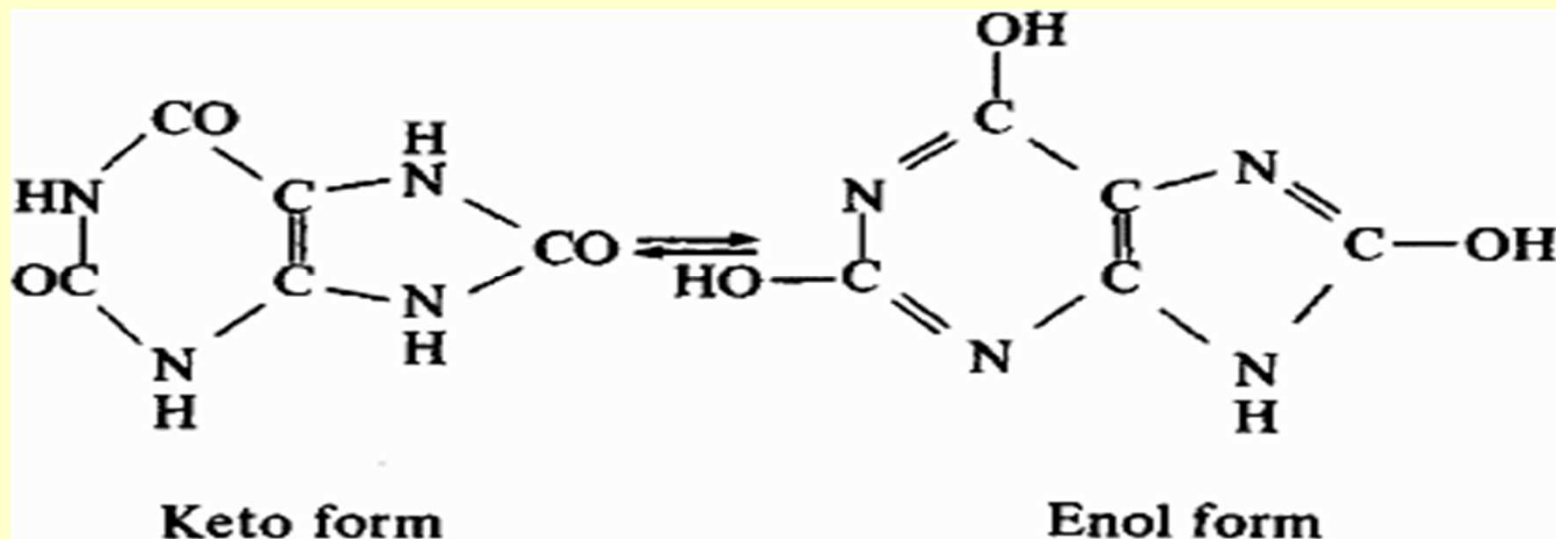
1. Η υπεροξειδική δισμουτάση η οποία εξαρτάται από χαλκό και ψευδάργυρο και βρίσκεται κυρίως στο κυτταρόπλασμα (SOD-1),
2. Η υπεροξειδική δισμουτάση η οποία εξαρτάται από το μαγγάνιο και βρίσκεται συγκεντρωμένη κυρίως στα μιτοχόνδρια (SOD-2),
3. Η υπεροξειδική δισμουτάση η οποία εξαρτάται από τον χαλκό και τον ψευδάργυρο και βρίσκεται κυρίως εξωκυτταρίως (SOD-3).



# Αντιοξειδωτικά

## Ουρικό οξύ

Αποτελεί δείκτη της οξειδωτικής καταπόνησης και διαδραματίζει ρόλο στην αντιοξειδωτική άμυνα. Παράλληλα μπορεί να δράσει και ως προοξειδωτικός παράγοντας, όταν βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. **Στον άνθρωπο το 50 % της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος οφείλεται στο ουρικό οξύ.**



# Αντιοξειδωτικά

## Αντιοξειδωτικά πρωτεολυτικά και λιπολυτικά ένζυμα

Τα πρωτεολυτικά και λιπολυτικά ένζυμα είναι δυνατόν να δράσουν ως αντιοξειδωτικοί παράγοντες, καθώς διασπούν πρωτεΐνες και λιπαρά οξέα που έχουν υποστεί την βλαπτική επίδραση της οξειδωτικής καταπόνησης.

## Τα συστήματα επιδιόρθωσης του DNA

Είναι το σύνολο των μηχανισμών που προσδίδουν στο κύτταρο την ικανότητα να αναγνωρίζει πιθανές βλάβες του γενετικού υλικού και να τις επιδιορθώνει .

## Η μελατονίνη

- Ρύθμιση των κιρκάδιων ρυθμών
- Προστασία του πυρηνικού και μιτοχονδριακού DNA από την οξειδωτική καταπόνηση.

# Αντιοξειδωτικά

## Αντιοξειδωτικοί παράγοντες και διατροφή

Βιταμίνες:

- Βιταμίνη Α
- Βιταμίνη C
- Βιταμίνη E

Συμπαραγοντες των βιταμινών και ιχνοστοιχεία :

- Συνένζυμο Q10
- Μαγγάνιο
- Ιώδιο

Ορμόνες , καροτενοειδή & τερπενοειδή :

Μελατονίνη

A- καροτένη

Ασταξανθίνη

B- καροτένη

Λουτεΐνη

Λυκοπένη

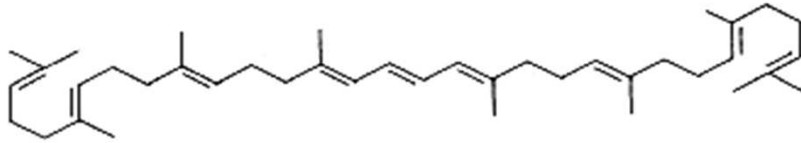
Ζεαξανθίνη

Κανθαξανθίνη

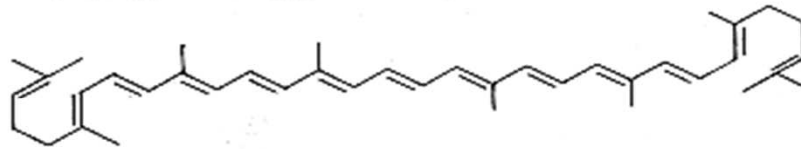


# Καροτενοειδή

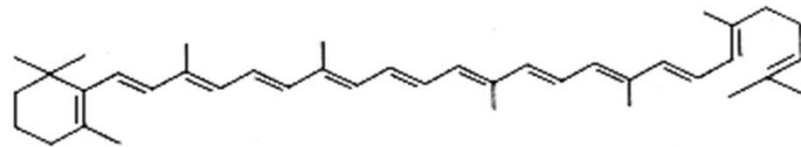
*phytoene* (C<sub>40</sub>H<sub>64</sub>; colorless;  $\lambda_{\max}$ , 285 nm)



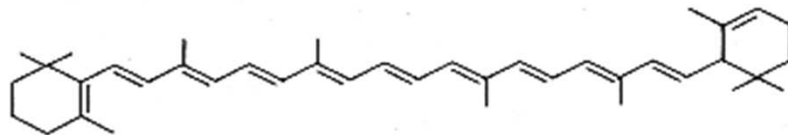
*lycopene* (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>; red;  $\lambda_{\max}$ , 476 nm)



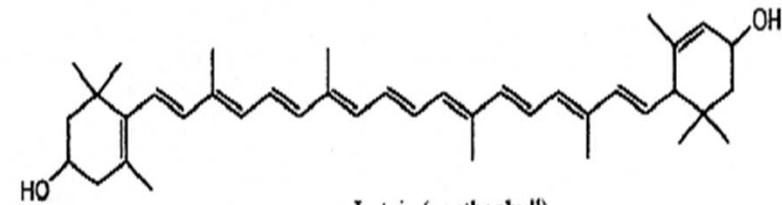
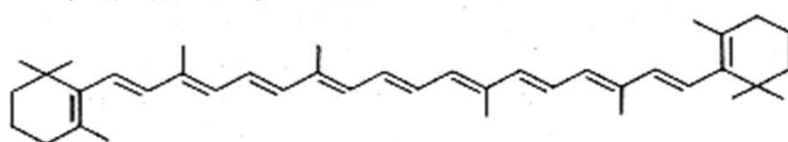
$\gamma$ -*carotene* (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>; orange;  $\lambda_{\max}$ , 460 nm)



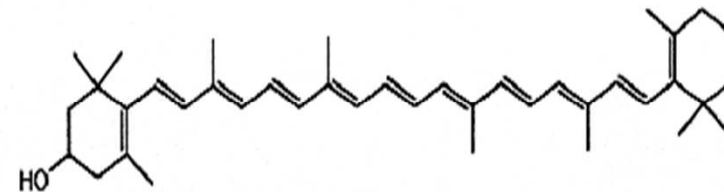
$\alpha$ -*carotene* (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>; orange;  $\lambda_{\max}$ , 456 nm)



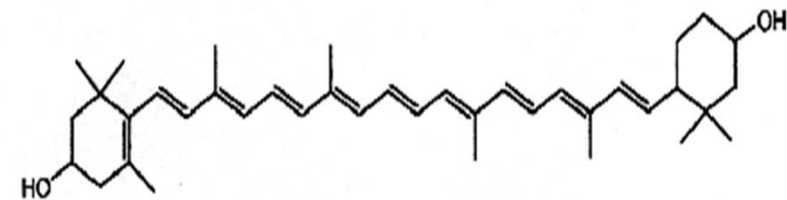
$\beta$ -*carotene* (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>; orange;  $\lambda_{\max}$ , 463 nm)



Lutein (xanthophyll)



Cryptoxanthin



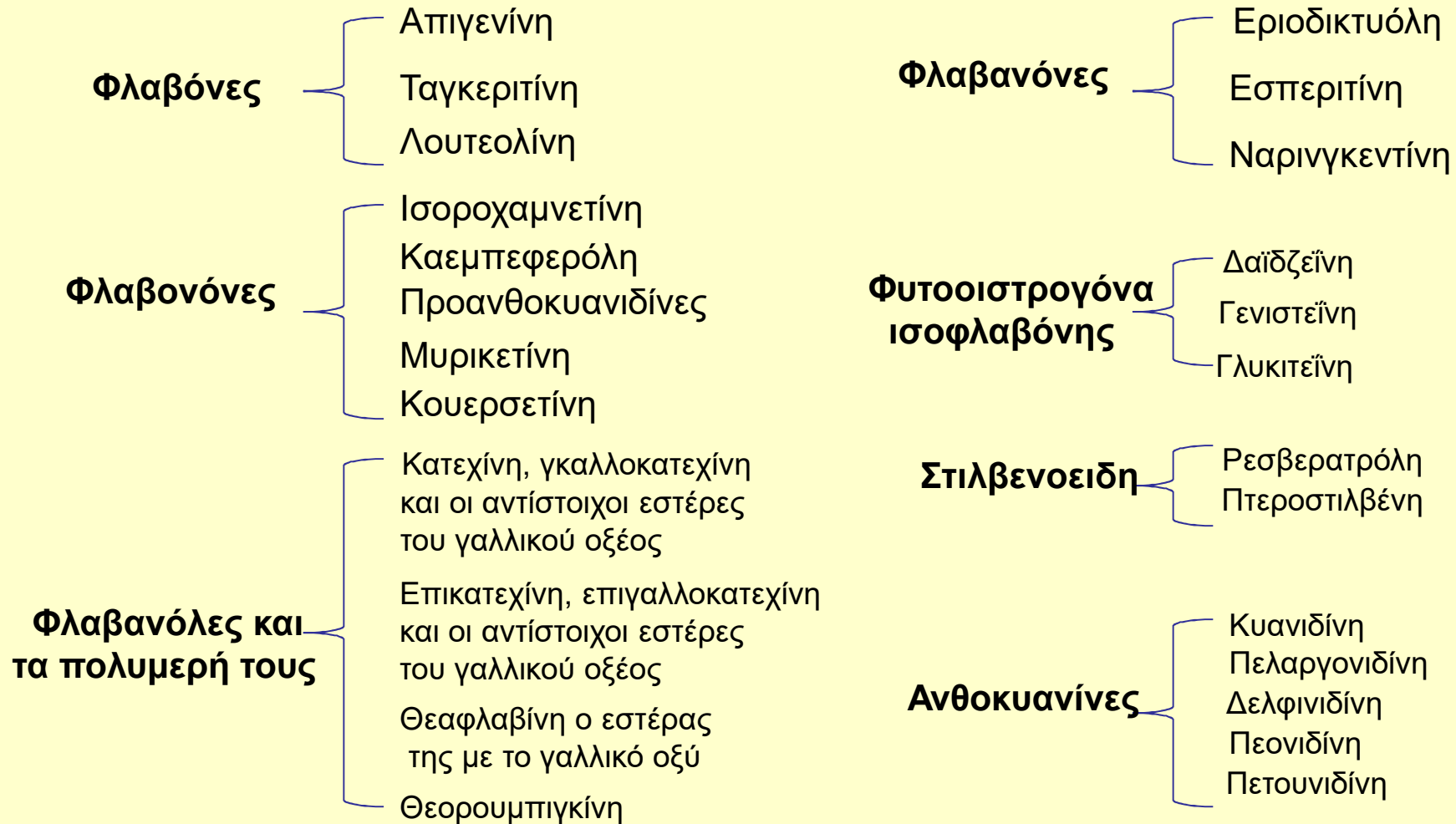
Zeaxanthin



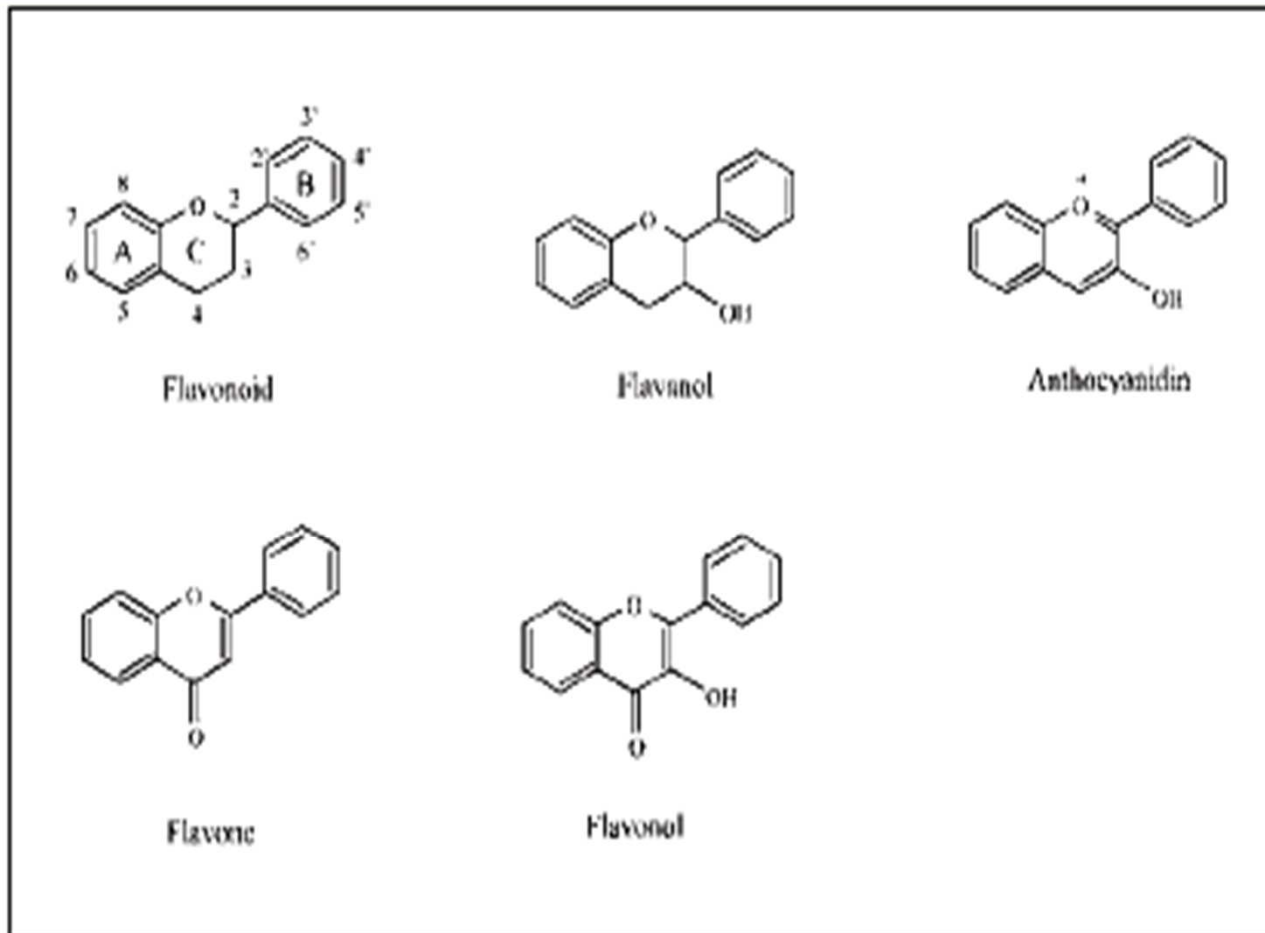
# Αντιοξειδωτικά

## Αντιοξειδωτικοί παράγοντες και διατροφή

### Πολυφαινολικά φλαβονοειδή :

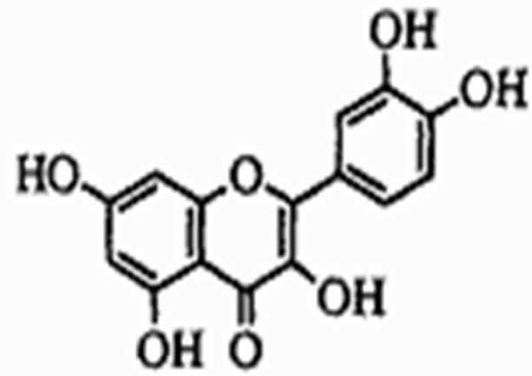


# Φλαβονοειδή

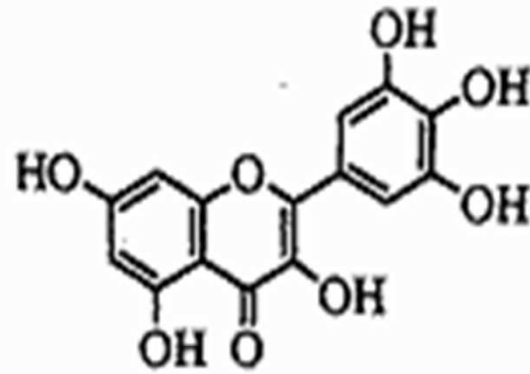


*Fig. 1.—Flavonoids. Basic structure and groups.*

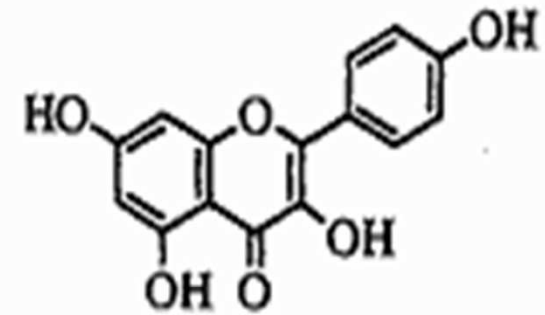
# Φλαβόνες - Φλαβονόνες



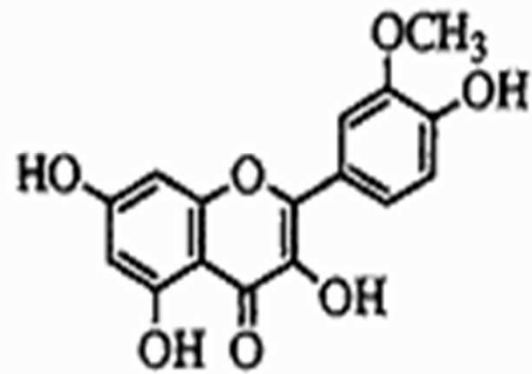
Quercetin



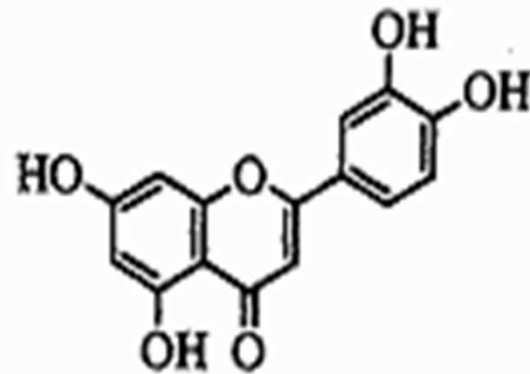
Myricetin



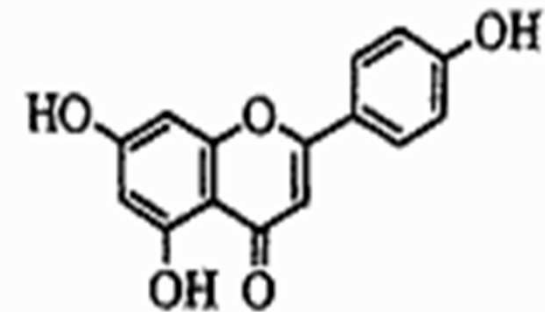
Kaempferol



Isorhamnetin



Luteolin



Apigenin

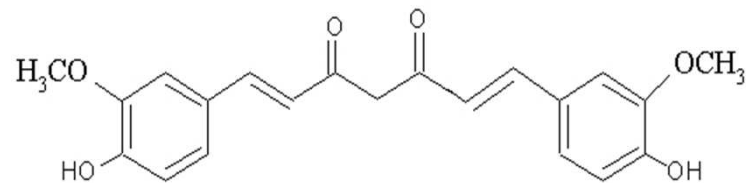
# Αντιοξειδωτικά

## Αντιοξειδωτικοί παράγοντες και διατροφή

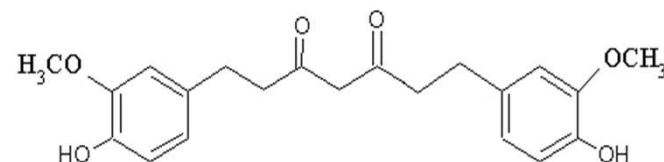
### Πολυφαινολικά φλαβονοειδή :

#### **Φαινολικό οξύ και εστέρες**

Κικορικό οξύ  
Χλωρογενικό οξύ  
Κιτρικό οξύ και τα παράγωγά του  
Ελλαγικό οξύ  
Ελλαγιτανίνες  
Γαλλικό οξύ  
Γαλλοτανίνες  
Ροσμαρινικό οξύ  
Σαλικυλικό οξύ



Structure of curcumin



Structure of tetrahydrocurcumin

### Λοιπά μη φλαβονοειδικά φαινολικά

- Κουρκουμίνη
- Μόρια σύνδεσης των φλαβονοειδών
- Ξανθόνες
- Ευγενόλη

### Λοιπά οργανικά αντιοξειδωτικά συστατικά

- Χολερυθρίνη
- Κιτρικό οξύ, οξαλικό οξύ και φυτικό οξύ
- Ουρικό οξύ
- Ν-ακετυλοκυστεΐνη
- R-α-λιποϊκό οξύ

# Αντιοξειδωτικά

## Διατροφικές πηγές

Πλούσιες σε αντιοξειδωτικά βάσει βαθμονόμησης κατά ORAC (ORAC = Oxygen Radical Absorbance Capacity unit, ORAC value, ORAC score).

## Πηγές αντιοξειδωτικών

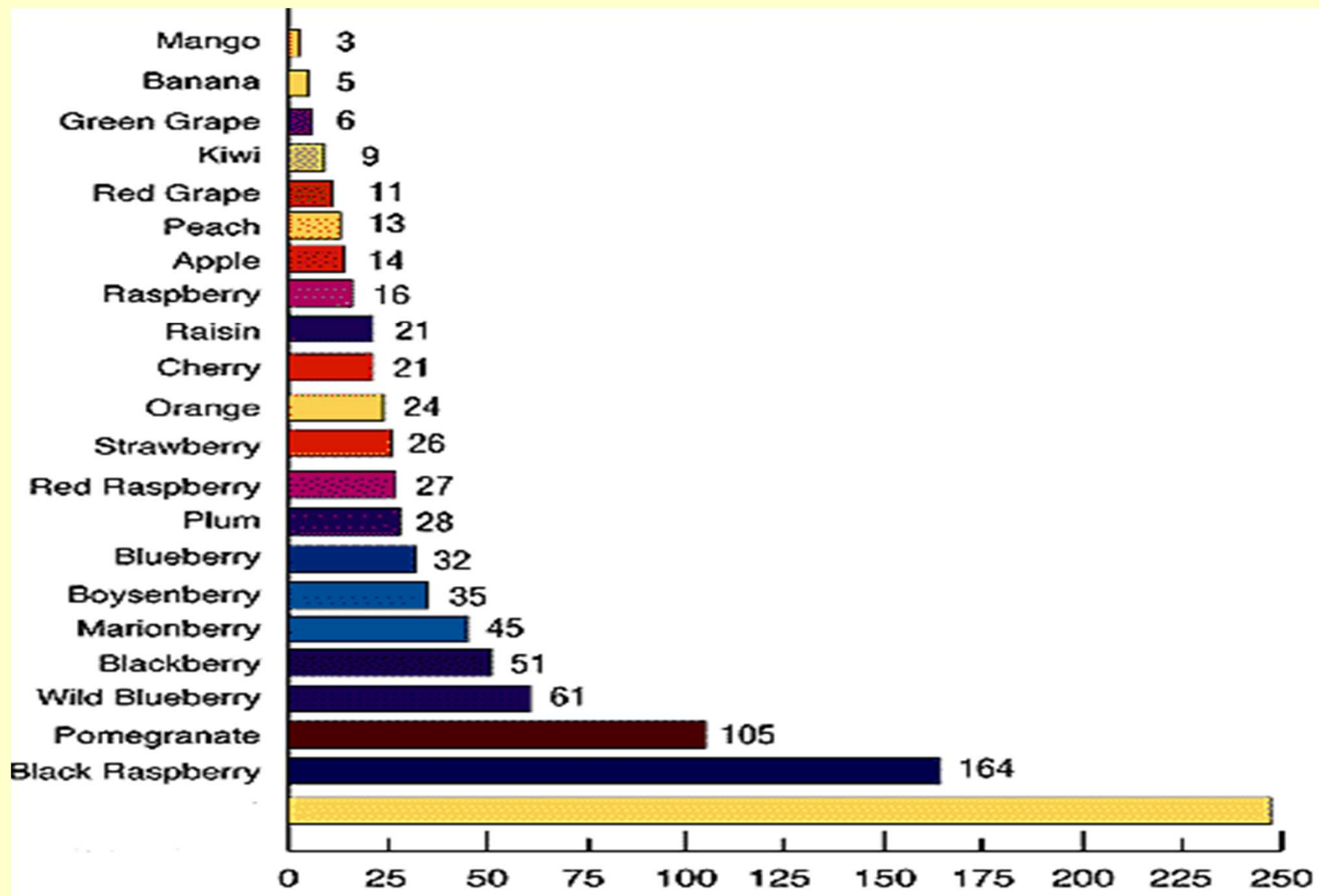
- Μπαχαρικά , βότανα , αιθέρια έλαια και κακάο,
- Φρέσκα και αποξηραμένα φρούτα,
- Λαχανικά {ωμά και βρασμένα},
- Ξηροί καρποί,
- Δημητριακά,
- Κόκκινο κρασί.

# Τιμές ORAC Trolox Equivalents (TE) ανά 100 grams

## ORAC scores of selected foods

Blueberries	6,552 umol TE/100g	Concord Grape Juice	2,377 umol TE/100g
Plums	6,259 umol TE/100g	Baked Sweet Potato	2,115 umol TE/100g
Blackberries	5,347 umol TE/100g	Avocados	1,933 umol TE/100g
<b>Almonds</b>	<b>4,454 umol TE/100g</b>	Raw Broccoli	1,362 umol TE/100g
Sweet Cherries	3,365 umol TE/100g	Green Tea	1,253 umol TE/100g





**ORAC Value (umole TE/g)** \*Values based on limited sample size and fresh weight



# Το ρόδι (pomegranate)



# Το δενδρολίβανο (rosemary)

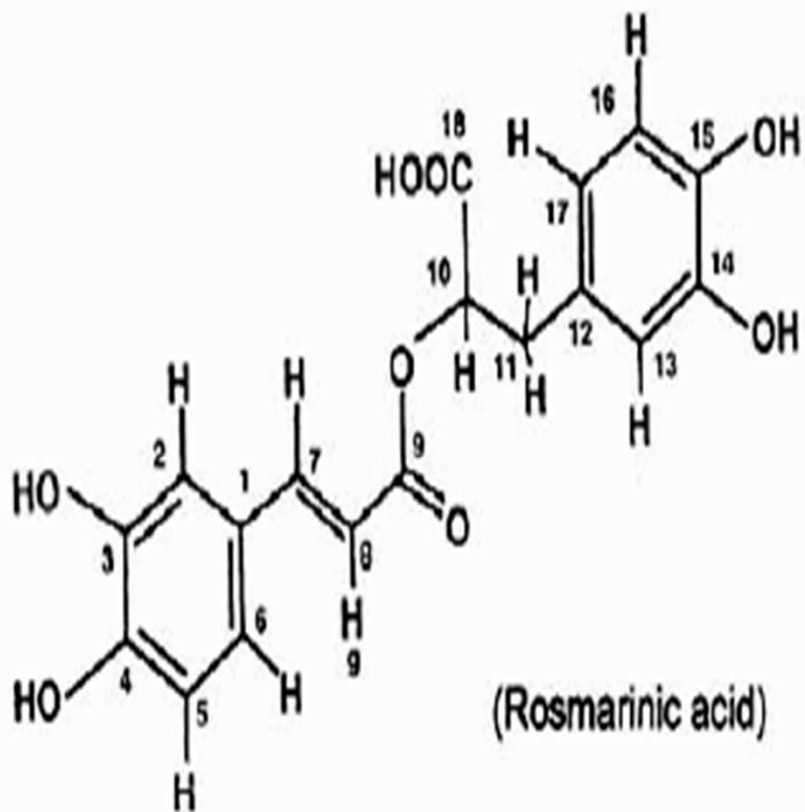


Figure 1. Chemical structure of rosmarinic acid (13).



## Η προασπιστική δράση των αντιοξειδωτικών παραγόντων

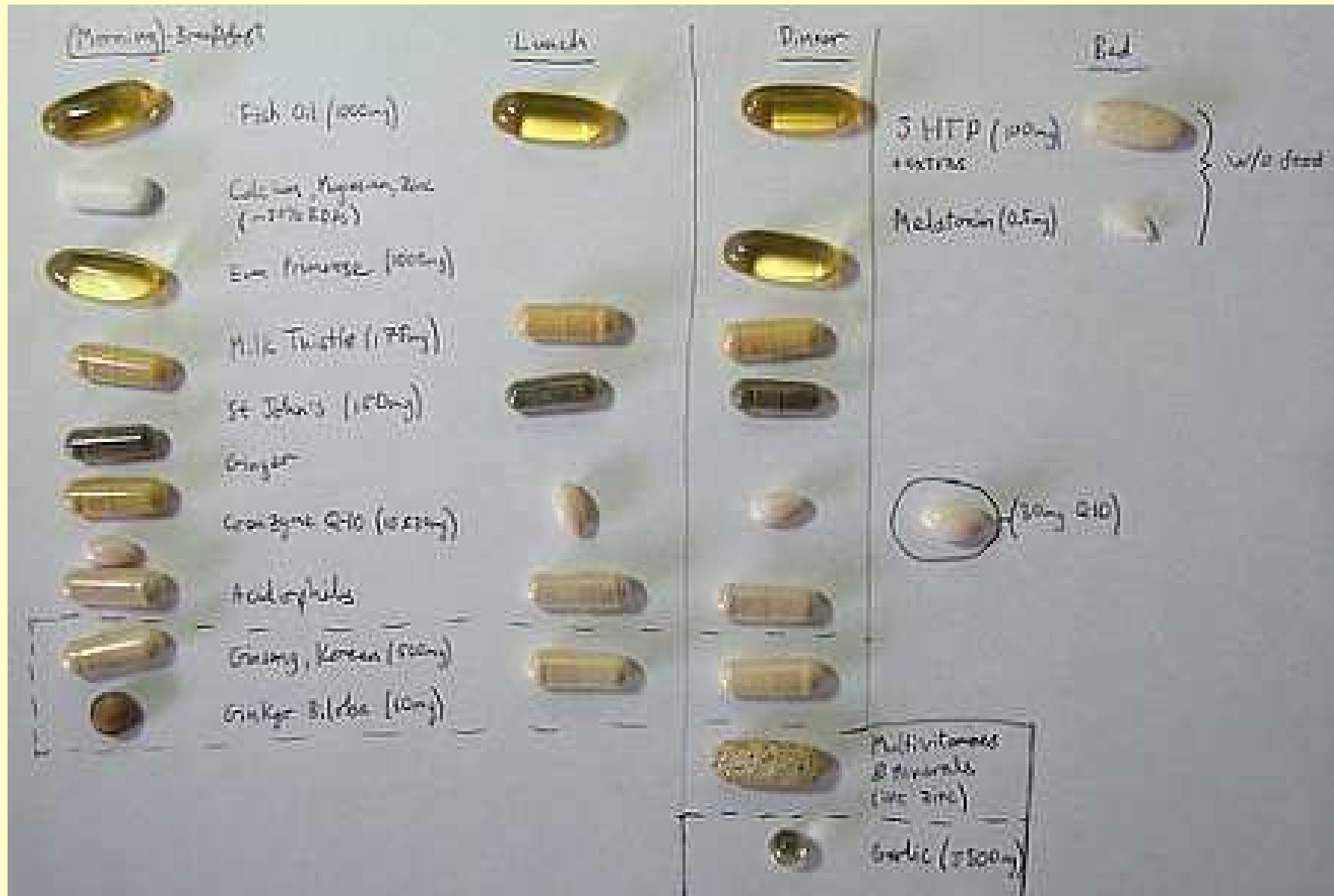
### Αντιοξειδωτικά και σακχαρώδης διαβήτης

Ο συνδυασμός βιταμίνης C και ινσουλινοθεραπείας συμβάλλει στην πρόληψη διαβητικών επιπλοκών όπως η διαβητική νεφροπάθεια , η αμφιβληστροειδοπάθεια και η νευροπάθεια .

### Αντιοξειδωτικά και ρευματοειδής αρθρίτιδα

Τα πολυφαινολικά συστατικά του τσαγιού εμφανίζουν προστατευτική δράση έναντι της βλάβης του κολλαγόνου στην αρθρίτιδα . Η χορήγηση των βιταμινών A , E και C σχετίζεται με αύξηση των επιπέδων των αντιοξειδωτικών στο αίμα και μείωση της μαλονυλ-διαλδεύδης, βελτιώνοντας έτσι τον πόνο. Σε πρόσφατη έρευνα ανακαλύφθηκε η σχέση μεταξύ της λήψης καροτενοειδών και της μείωσης του κινδύνου εμφάνισης αρθρίτιδας.

# Τα όρια της χρήσης των συμπληρωμάτων



Η φαρμακευτική βιομηχανία αναζητεί πελάτες

# ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟΙ ΠΑΡΆΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

- **Beta-Carotene Supplements Confirmed as Harmful to Those at Risk for Lung Cancer**
- **Summary**
- People who took dietary supplements of the nutrient beta-carotene while enrolled in a large cancer prevention trial continued to have increased rates of lung cancer six years after the trial was stopped early and the supplements discontinued, long-term follow-up of trial participants has shown.
- The results add to earlier evidence from this study and a second large prevention trial that, contrary to earlier expectations, not only do beta-carotene supplements *not* prevent lung cancer in people at high risk for the disease, they appear to increase rates of the disease, particularly among smokers.
- **Source**
- Journal of the National Cancer Institute, December 1, 2004; 96 (23): 1743-50.

## Πηγές αντιοξειδωτικών

<b>Βιταμίνη Α</b>	Αυγό, βούτυρο, γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα, συκώτι, ιχθυέλαια .
<b>Βιταμίνη C</b>	Φρούτα, κυρίως εσπεριδοειδή, (πορτοκάλια, μανταρίνια), φραγκοστάφυλα, φράουλες, ακτινίδια, κεράσια, μούρα, πεπόνι, ντομάτα, λάχανο, πράσινη πιπεριά, πράσινα φυλλώδη λαχανικά (μαρούλι, σπανάκι), σταυρανθή (μπρόκολο, κουνουπίδι, λαχανάκια Βρυξελλών).
<b>Β-καρο-τένιο</b>	Φρούτα κυρίως εσπεριδοειδή, (πορτοκάλια, μανταρίνια), λαχανικά πράσινου, κίτρινου και πορτοκαλί χρώματος, ντομάτες, και επίσης (σε μικρότερες ποσότητες) βερίκοκα, γλυκοπατάτες, καρπούζι, κολοκύθα.
<b>Βιταμίνη E</b>	Φυτικά έλαια, (ελαιόλαδο, ηλιέλαιο, αραβοσιτέλαιο, βαμβακέλαιο), δημητριακά ανεπεξέργαστα, σόγια, αμύγδαλα, καρύδια, φουντούκια, λαχανικά σκούρα πράσινα, λαχανικά φυλλώδη, φύτρα σταριού, αυγά.

<p><b>Σελήνιο</b></p>	<p>Κρέας, συκώτι, θαλασσινά, αβοκάντο, ελιές, ξηροί καρποί, δημητριακά, σπόροι, φρούτα και λαχανικά που φυτρώνουν στο έδαφος.</p>
<p><b>Φλαβο- νοειδή</b></p>	<p>Αρακάς, βατόμουρα, εσπεριδοειδή, κόκκινο κρασί, κουμ κουάτ, κρεμμύδια, μέλι, μήλα, μπρόκολο, πικρή σοκολάτα, σόγια, σταφύλια, τσάι πράσινο και μαύρο, φασολάκια πράσινα και επίσης στους ανθούς λαχανικών και λουλουδιών και στα φύκια.</p>
<p><b>Ψευδ- άργυρος</b></p>	<p>Δημητριακά, συκώτι, όσπρια, θαλασσινά, σπόροι σιταριού, μαγιά μύρας, αυγά.</p>
<p><b>Ανθο- κυανίνες</b></p>	<p>Γογγύλια, κάρδαμο, κεράσια, κουνουπίδι, κραμβολάχανο, λάχανο κατσαρό, μούρα, μπρόκολο, σπαράγγια, σταφύλια, φράουλες.</p>

<b>Ελλαγικό οξύ</b>	<b>Βατόμουρα, κεράσια, σταφύλια, φράουλες.</b>
<b>Λυκοπένιο</b>	<b>Ντομάτες (φρέσκες, λιαστές και επεξεργασμένα προϊόντα ντομάτας) και επίσης (λιγότερο) γκρέιπφρουτ, καρπούζι και πιπεριές.</b>
<b>Φαινόλες</b>	<b>Ελαιόλαδο, ελιές, εσπεριδοειδή, κακάο, κρασί, λιναρόσπορος, μπρόκολο, σκόρδο, σοκολάτα πικρή, τσάι πράσινο.</b>
<b>Συνένζυμο Q10</b>	<b>Σαρδέλα, σκουμπρί, σόγια.</b>