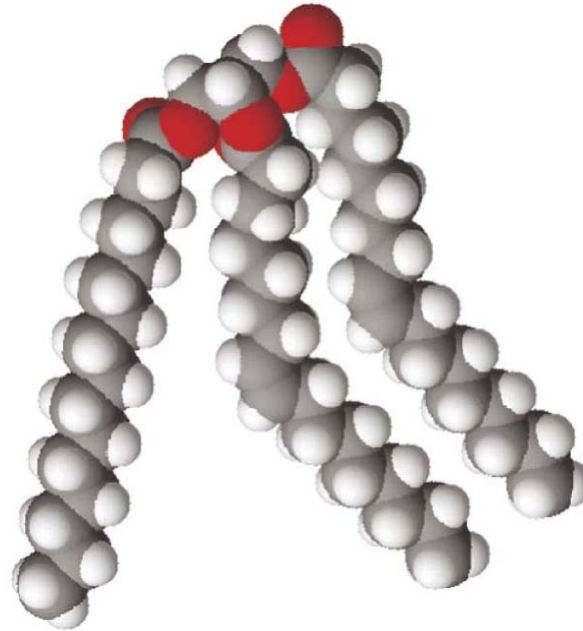


# ΛΙΠΙΔΙΑ

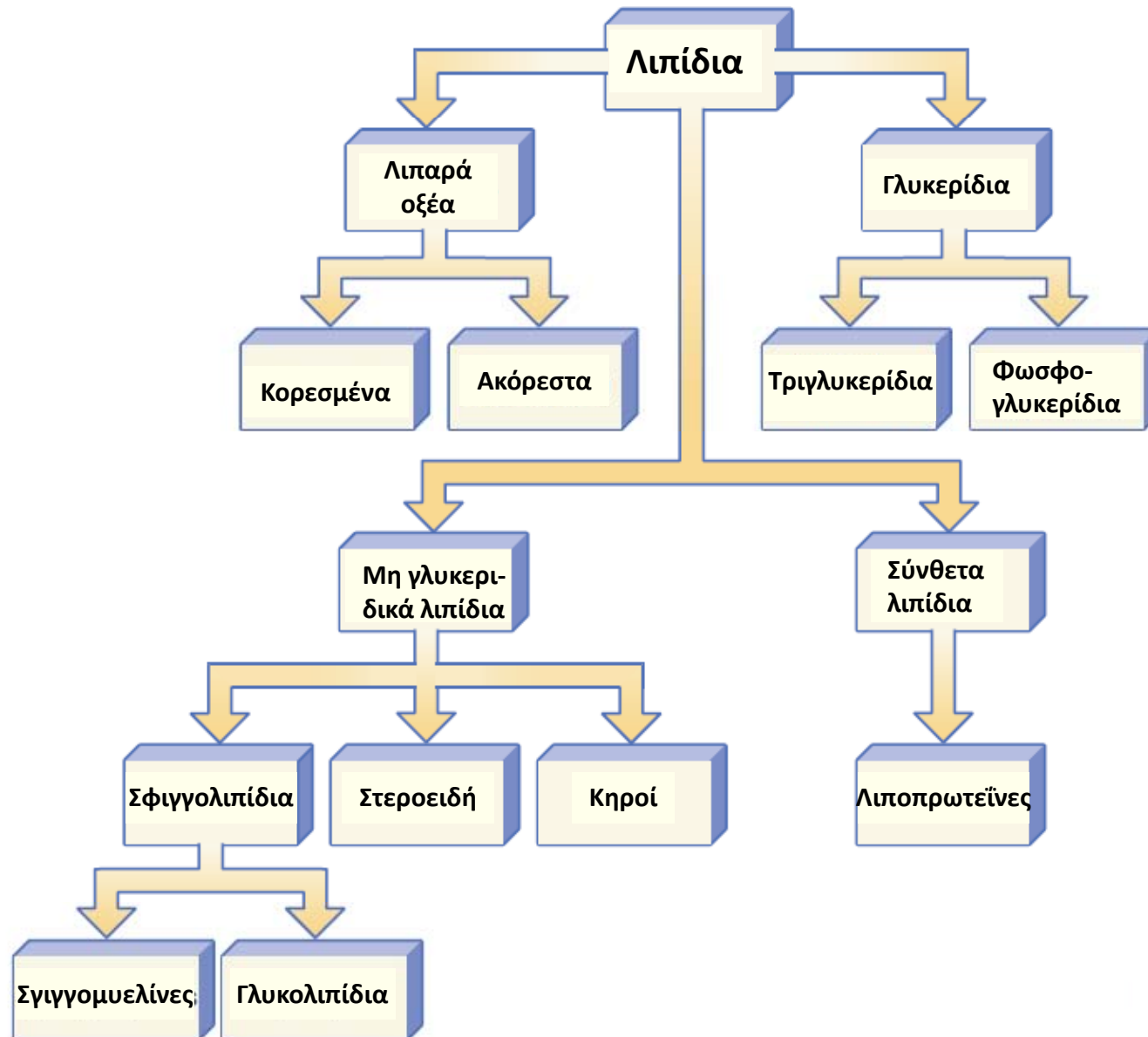


**Δ. Καλαϊτζάκης**

**Εισαγωγή στη Χημεία Τροφίμων  
2012-2013**

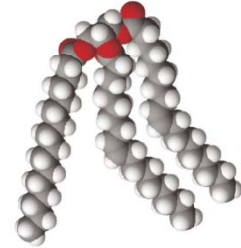
# Λιπίδια

Λιπίδια στα τρόφιμα είναι οι ενώσεις που διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες



# Λιπίδια

## Ρόλος των λιπιδίων

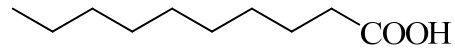


- Πηγή ενέργειας
- Δομικά συστατικά όλων των κυττάρων
- Σηματοδοτικά μόρια
- Διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος
- Απορρόφηση και μεταφορά λιποδιαλυτών βιταμινών
- Ενίσχυση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της τροφής
- Πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων

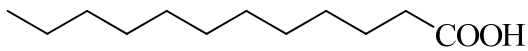
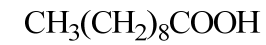
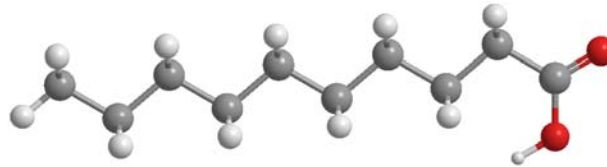
# Λιπαρά οξέα

## Λιπαρά οξέα

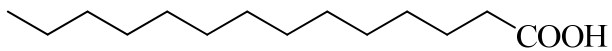
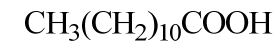
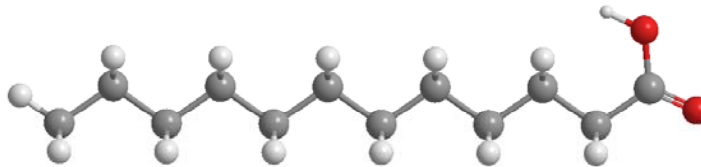
## Κορεσμένα



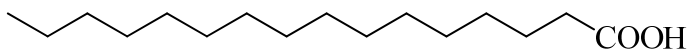
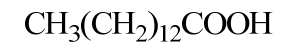
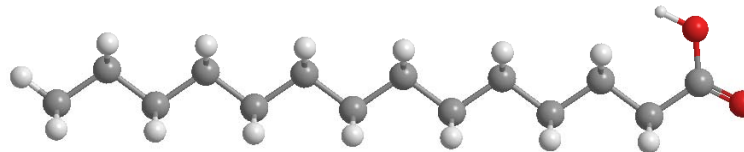
Καπρικό οξύ, Δεκανοϊκό οξύ



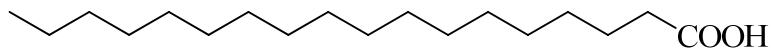
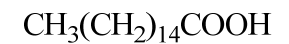
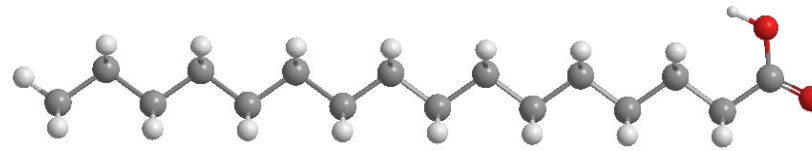
Δαφνικό οξύ, Δωδεκανοϊκό οξύ



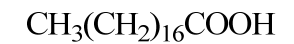
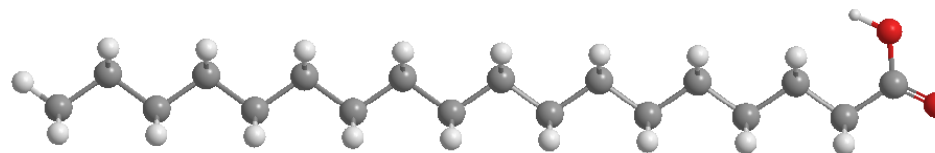
Μυριστικό οξύ, Δεκατετρανοϊκό οξύ



Παλμιτικό οξύ, Δεκαεξανοϊκό οξύ

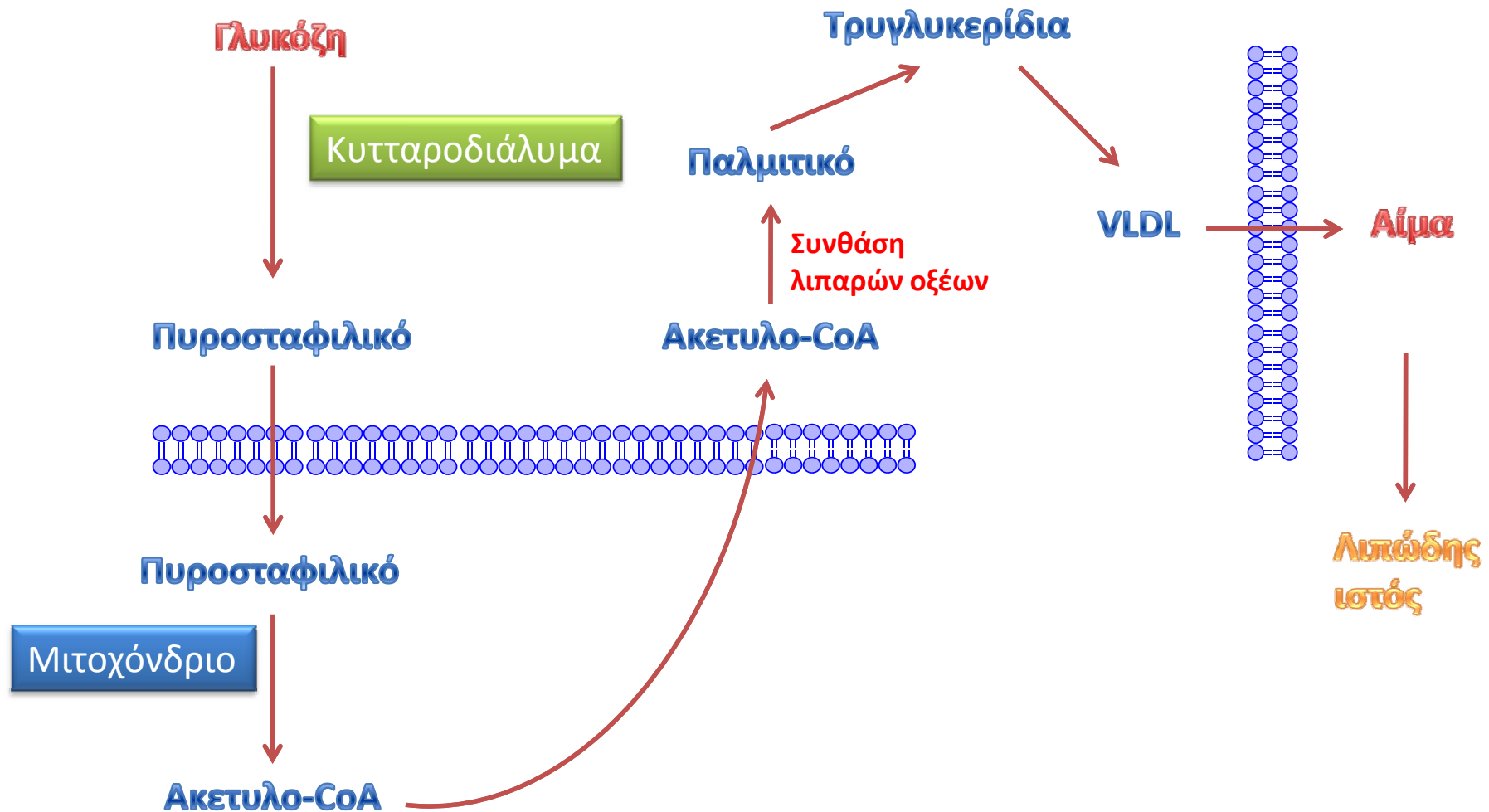


Στεατικό οξύ, Δεκαοκτανοϊκό οξύ



# Λιπαρά οξέα

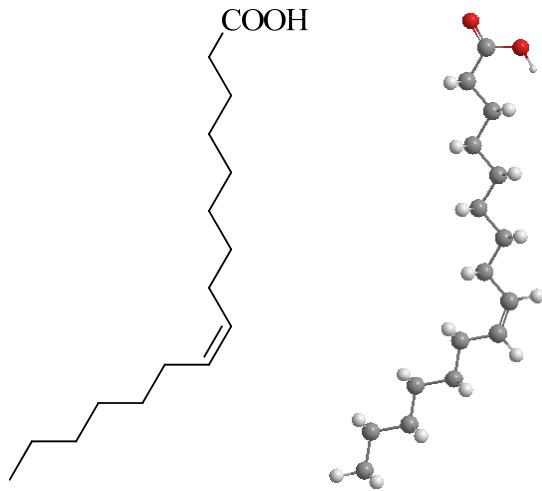
Η Βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων στον άνθρωπο πραγματοποιείται στο ήπαρ



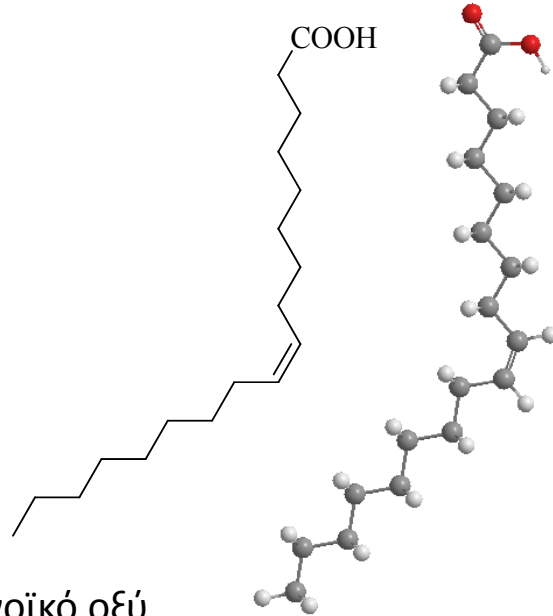
# Λιπαρά οξέα

**Ακόρεστα λιπαρά οξέα:** Οι διπλοί δεσμοί σε όλα σχεδόν τα ακόρεστα λιπαρά οξέα που απαντούν στη φύση έχουν cis διαμόρφωση

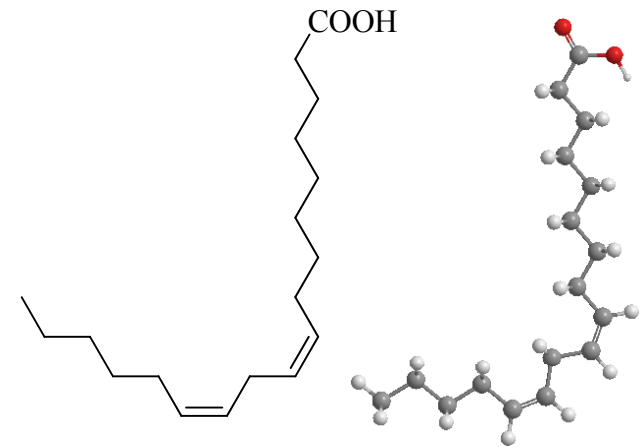
Παλμιτελαϊκό οξύ  
cis-9-δεκαεξενοϊκό οξύ



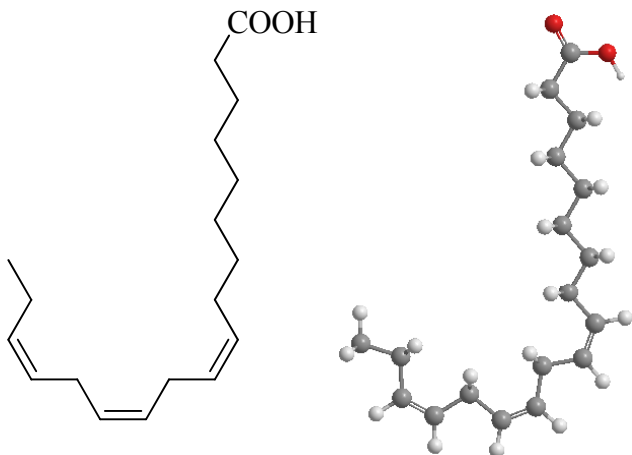
Ελαϊκό οξύ  
cis-9-δεκαοκτενοϊκό οξύ



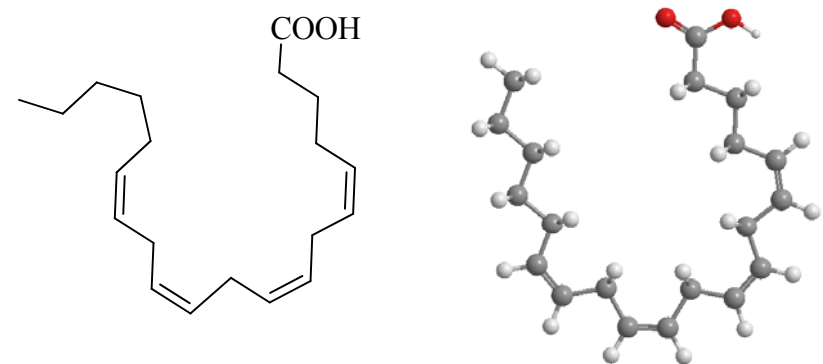
Λινελαϊκό οξύ  
cis,cis-9,12-δεκαοκταδιενοϊκό οξύ



Λινολενικό οξύ  
Όλοι cis-9,12,15-δεκαοκτατριενοϊκό οξύ

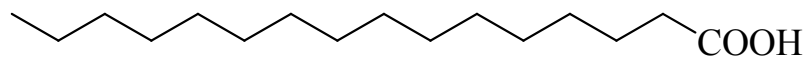


Αραχιδονικό οξύ  
Όλοι cis-5,8,11,14-εικοσατετραενοϊκό οξύ

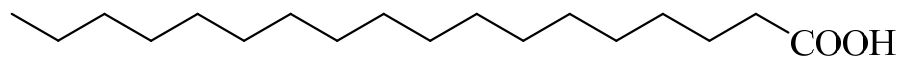


# Λιπαρά οξέα

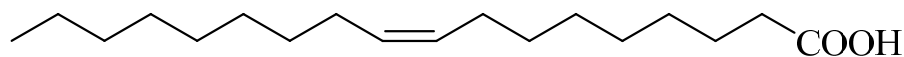
- ❖ Το σημείο τήξεως των κορεσμένων λιπαρών οξέων αυξάνεται παράλληλα με το μήκος της ανθρακικής αλυσίδας.
- ❖ Το σημείο τήξεως ενός κορεσμένου λιπαρού οξέος είναι μεγαλύτερο από εκείνο ενός ακόρεστου με τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα.
- ❖ Μεταξύ δύο ακόρεστων λιπαρών οξέων με τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα, μικρότερο σημείο τήξεως έχει εκείνο με τον μεγαλύτερο βαθμό ακορεστότητας.



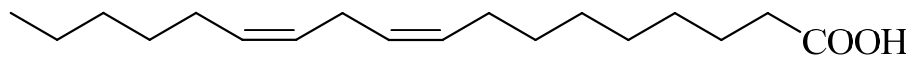
Παλμιτικό, δεκαεξανοϊκό οξύ: **Σ.τ. = 63°C**



Στεατικό, δεκαοκτανοϊκό οξύ: **Σ.τ. = 70°C**



Ελαϊκό, cis-9-δεκαοκτενοϊκό οξύ: **Σ.τ. = 16°C**



Λινελαϊκό, cis,cis-9,12-δεκαοκταδιενοϊκό οξύ: **Σ.τ. = 5°C**

---

# Λιπαρά οξέα

Το **ζωικό λίπος** είναι στερεό διότι αποτελείται κυρίων από λίπος με κορεσμένα λιπαρά οξέα. Τα **φυτικά έλαια** είναι υγρά διότι αποτελούνται κυρίως από ακόρεστα λιπαρά οξέα. Με την υδρογόνωση των φυτικών ελαίων, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα μετατρέπονται σε κορεσμένα. Τα υδρογονωμένα φυτικά έλαια βρίσκονται σε στερεή κατάσταση (μαργαρίνη).

Η μαργαρίνη σήμερα στερεοποιείται σε μικρότερο βαθμό με υδρογόνωση. Και αυτό διότι κατά τη διαδικασία της υδρογόνωσης δημιουργούνται και **trans λιπαρά οξέα**.

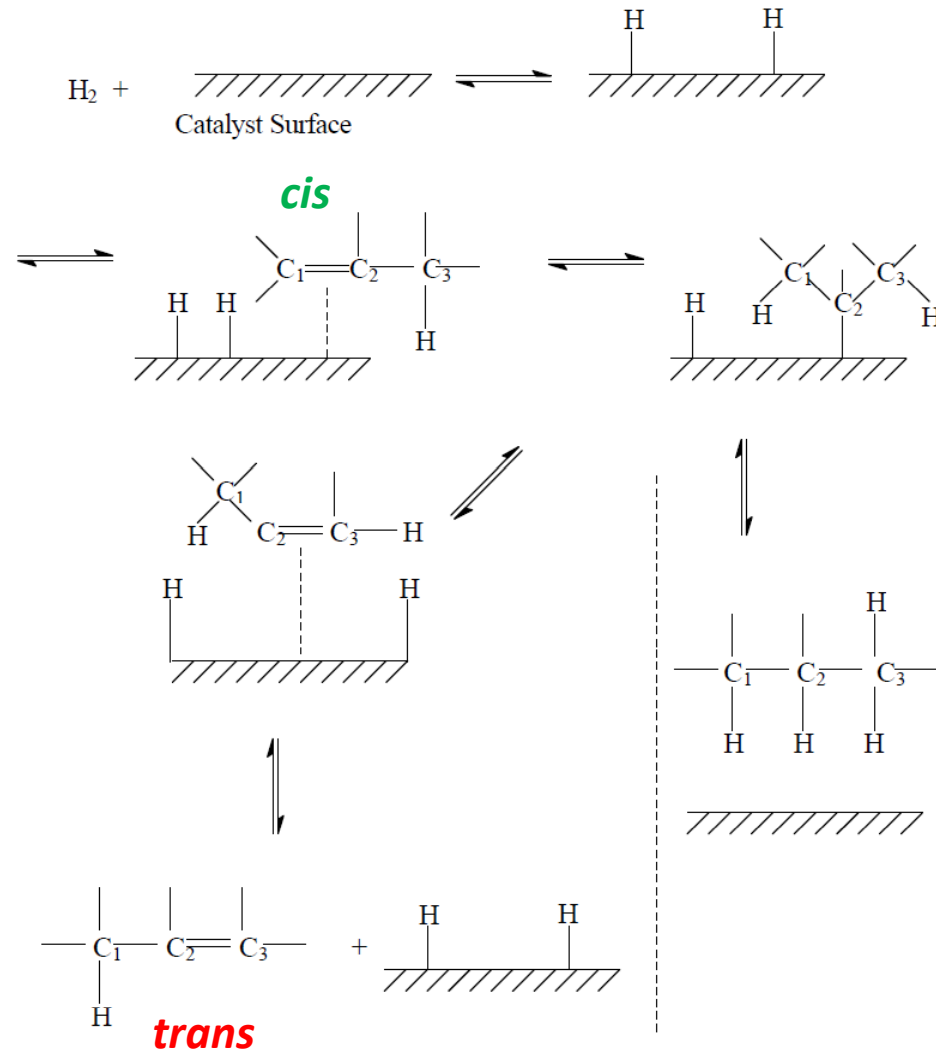
**Αποφύγετε τα προϊόντα που αναγράφουν στην ετικέτα ότι περιέχουν «μερικώς υδρογονωμένα έλαια»!!**





# Λιπίδια

## Υδρογόνωση των Λιπιδίων

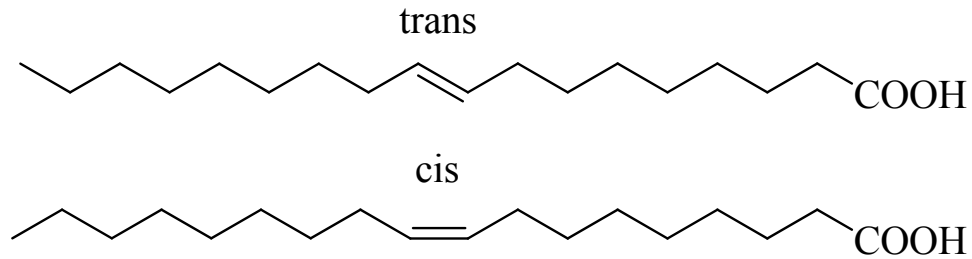


# Λιπίδια



Η μαργαρίνη πλέον παρασκευάζεται με φυτικά έλαια, όπως αραβοσιτέλαιο, ηλιέλαιο, σογιέλαιο και άλλα σε συνδυασμούς τους, ή μόνα τους. Με την ανάδειξη των ευεργετικών ιδιοτήτων του ελαιολάδου στη διατροφή τα τελευταία χρόνια παράγεται μαργαρίνη με προσθήκη ελαιολάδου που δεν ξεπερνά το 30% επί του συνόλου των φυτικών λιπών. Η βασική διαδικασία παραγωγής επιτυγχάνεται με την γαλακτοματοποίηση των φυτικών ελαίων με σκοπό να αποκτήσουν μικρότερη ρευστότητα. Η υδρογόνωση ως διαδικασία είναι πλέον λιγότερο συχνή, λόγω των trans λιπαρών που δημιουργεί. Επίσης πολλές «λειτουργικές» μαργαρίνες είναι εμπλουτισμένες με φυτοστερόλες, φυτικά συστατικά που εμποδίζουν την απορρόφηση της χοληστερίνης από τον οργανισμό.

# Λιπαρά οξέα



Τα **trans λιπαρά οξέα** δημιουργούνται κατά την υδρογόνωση των φυτικών ελαίων ή κατά το μαγείρεμα σε υψηλή θερμοκρασία.

**Τα τηγανιτά είναι η μεγαλύτερη πηγή trans λιπαρών οξέων**



# Λιπαρά οξέα

## Trans λιπαρά οξέα

Ο κύριος κίνδυνος υγείας που έχει αναγνωριστεί από την κατανάλωση trans λιπαρών είναι ο **αυξημένος κίνδυνος καρδιαγγειακών παθήσεων**. Σε μια περίληψη που δημοσιεύτηκε το 2006 στο New England Journal of Medicine, αποδεικνύεται πως η κατανάλωση trans λιπαρών ακόμη και σε πολύ μικρές ποσότητες (1-3% της ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας) επηρεάζει όσο κανένα άλλο μακροθρεπτικό συστατικό τον κίνδυνο ανάπτυξης καρδιαγγειακών παθήσεων. Η ισχυρότερη απόδειξη προέρχεται από τη Μελέτη των Νοσηλευτριών (Nurse's Health Study) όπου για κάθε 2% αύξηση των θερμίδων από trans λιπαρά, διπλασιαζόταν ο κίνδυνος καρδιαγγειακών παθήσεων.

Τα trans λιπαρά αυξάνουν την LDL («κακή χοληστερίνη»), ενώ ταυτόχρονα μειώνουν την HDL («καλή χοληστερίνη»).

Τα trans λιπαρά αυξάνουν τα τριγλυκερίδια στο αίμα.

Επίσης αυξάνουν την λιποπρωτεΐνη A στο αίμα η οποία σε συνδιασμό με την LDL αυξάνει την πιθανότητα αθηροσκλήρωσης.

Τα trans λιπαρά βλάπτουν τα κύτταρα που επενδύουν τα αιμοφόρα αγγεία, οδηγώντας σε φλεγμονή και σχηματισμού θρόμβου.

# Λιπαρά οξέα

## Trans λιπαρά οξέα

Πώς να αποφεύγονται τα trans λιπαρά

Να αφαιρείτε το εμφανές λίπος από τα κόκκινα κρέατα.

Να καταναλώνετε γαλακτοκομικά χαμηλά σε λιπαρά.

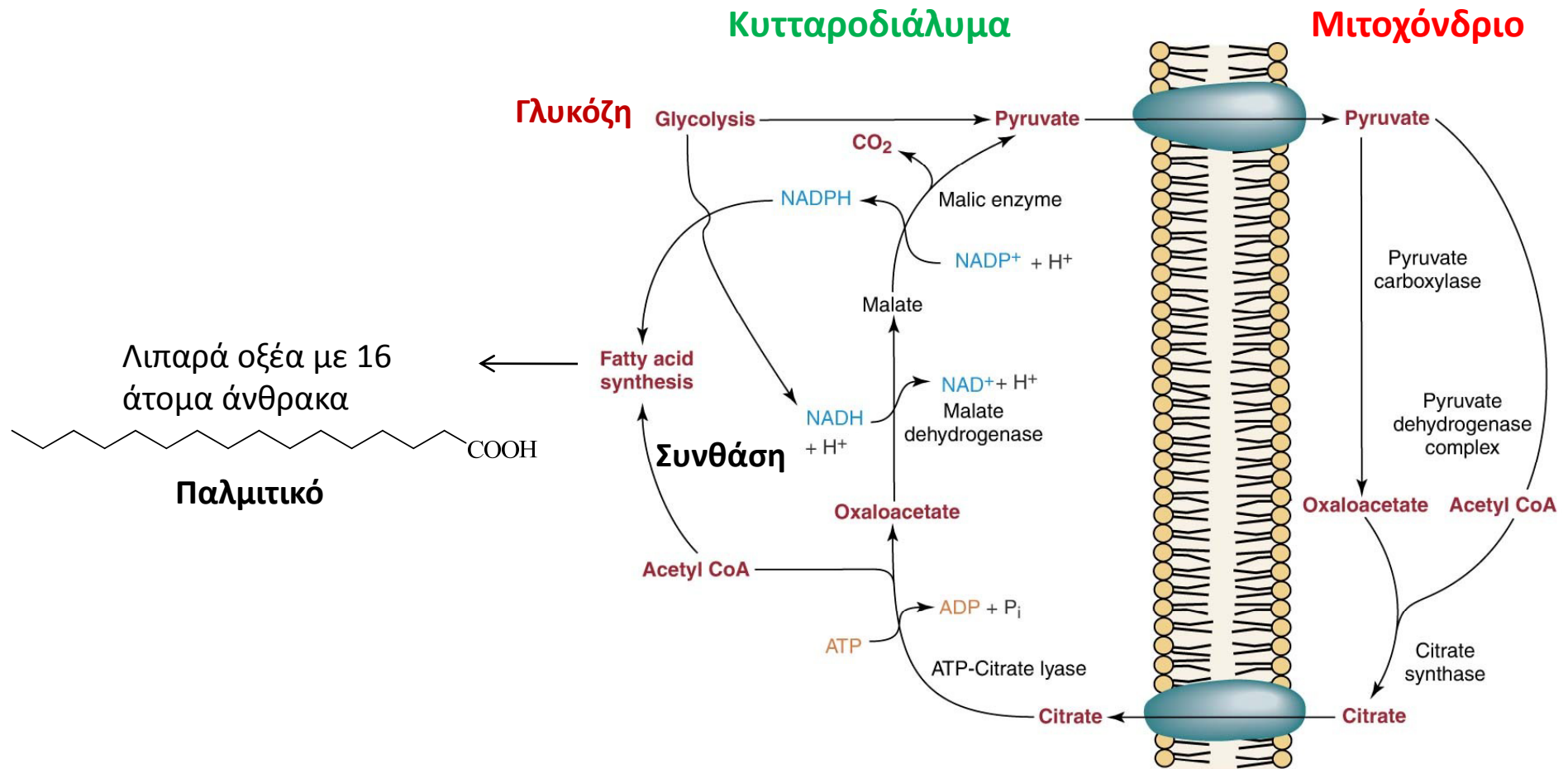
Να ελέγχετε τις ετικέτες των προϊόντων και να επιλέγετε αυτά που δεν περιέχουν trans λιπαρά.

Να ελέγχετε τα συστατικά των προϊόντων και να επιλέγετε αυτά που δεν περιέχουν υδρογονωμένα ή μερικώς υδρογονωμένα λιπαρά.

Να αποφεύγετε τα εμπορικά ψημένα προϊόντα – όπως τα μπισκότα, τα κράκερ και τα κέικ.

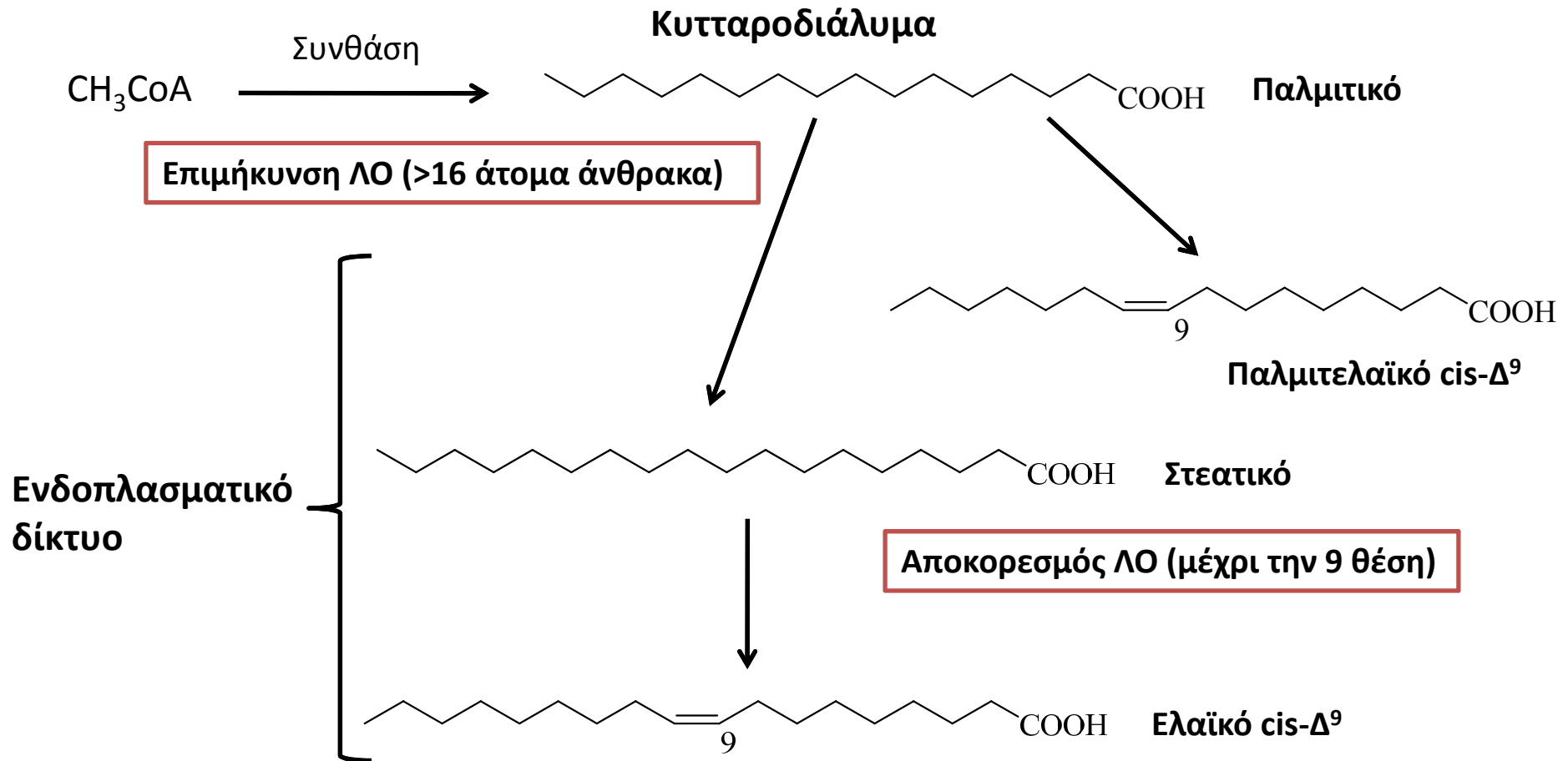
Να αποφεύγετε τα τηγανητά προϊόντα και τις υψηλές θερμοκρασίες τηγανίσματος.

# Λιπαρά οξέα



Από το ένζυμο συνθάση παράγονται λιπαρά οξέα μέχρι 16 άτομα άνθρακα.

# Λιπαρά οξέα

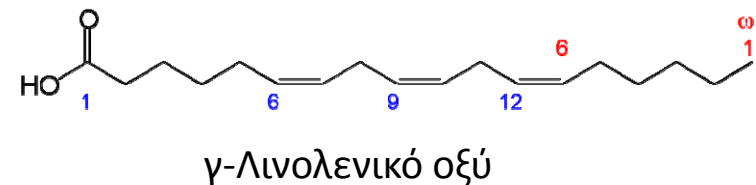
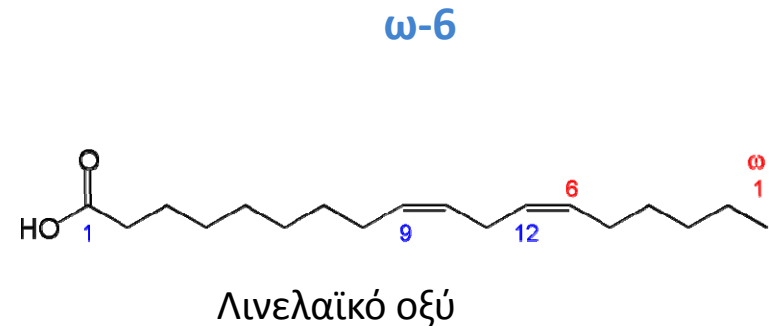
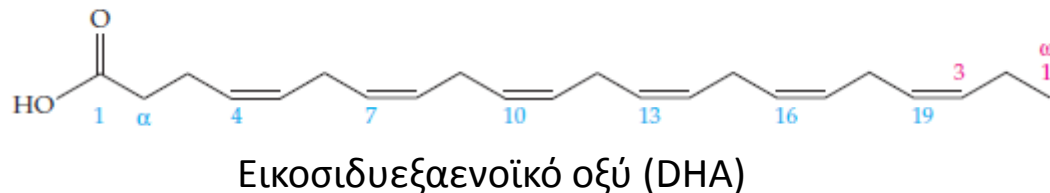
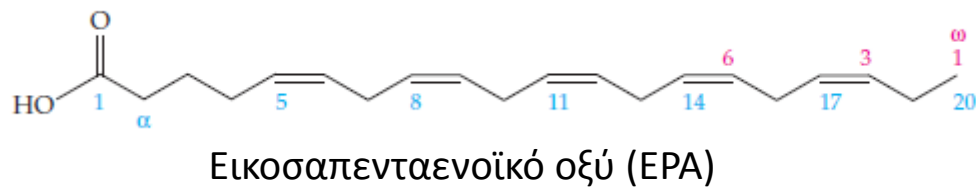
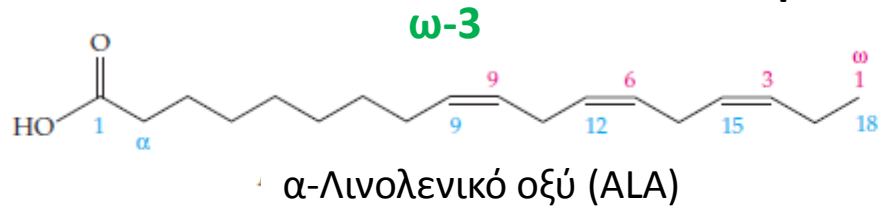


Η βιοσύνθεση λιπαρών οξέων με περισσότερα από 16 άτομα άνθρακα και ακόρεστα λιπαρά οξέα παράγονται από το παλμιτικό στο ενδοπλασματικό δίκτυο. Ο άνθρωπος δεν έχει ένζυμο για την εισαγωγή διπλών δεσμών πέρα από τη θέση 9.

# Λιπαρά οξέα

Ο άνθρωπος δεν έχει ένζυμα για την εισαγωγή διπλών δεσμών πέρα από τη θέση 9. Τα λιπαρά οξέα που έχουν διπλούς δεσμούς μετά από τη θέση 9 λέγονται **απαραίτητα λιπαρά οξέα** (α-Λινολενικό οξύ και Λινελαϊκό οξύ)

## Απαραίτητα λιπαρά οξέα



Τα απαραίτητα λιπαρά οξέα πρέπει να λαμβάνονται μέσω της διατροφής διότι δεν μπορούν να παραχθούν από το ανθρώπινο σώμα. Τα απαραίτητα λιπαρά οξέα είναι πολυακόρεστα λίπη που εντοπίζονται σε μερικά φυτά (**ελιά, σπανάκι, καρύδια**) και στα ψάρια.

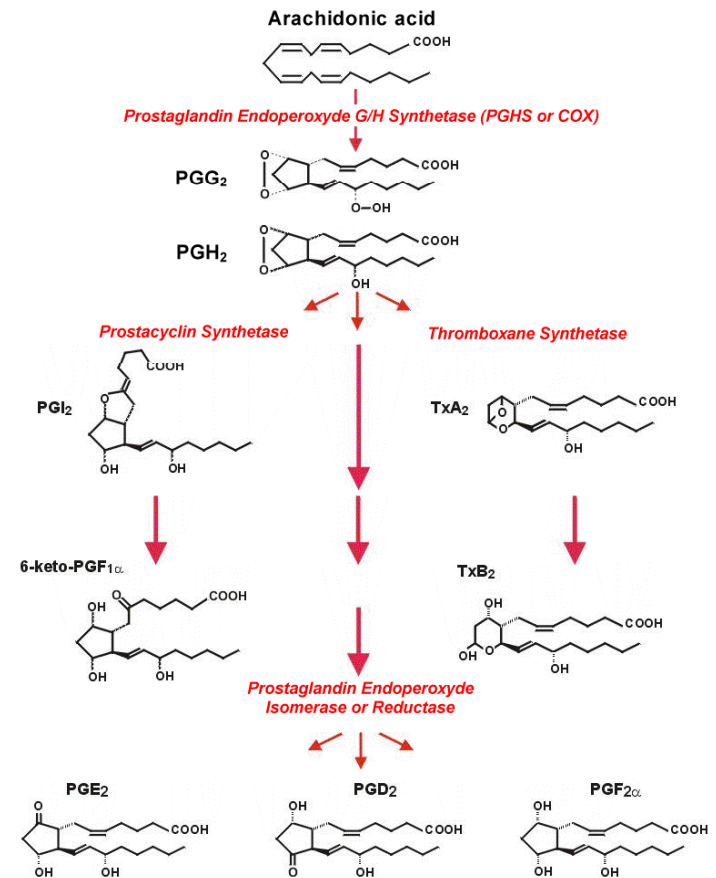
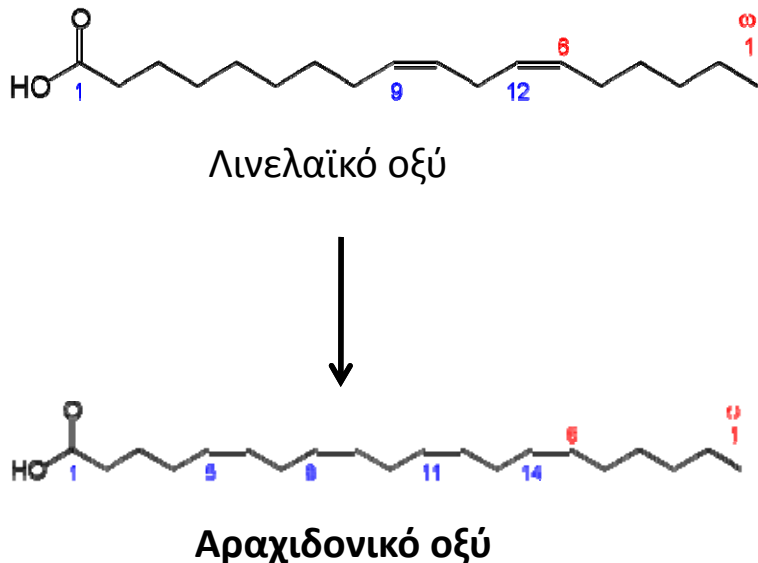




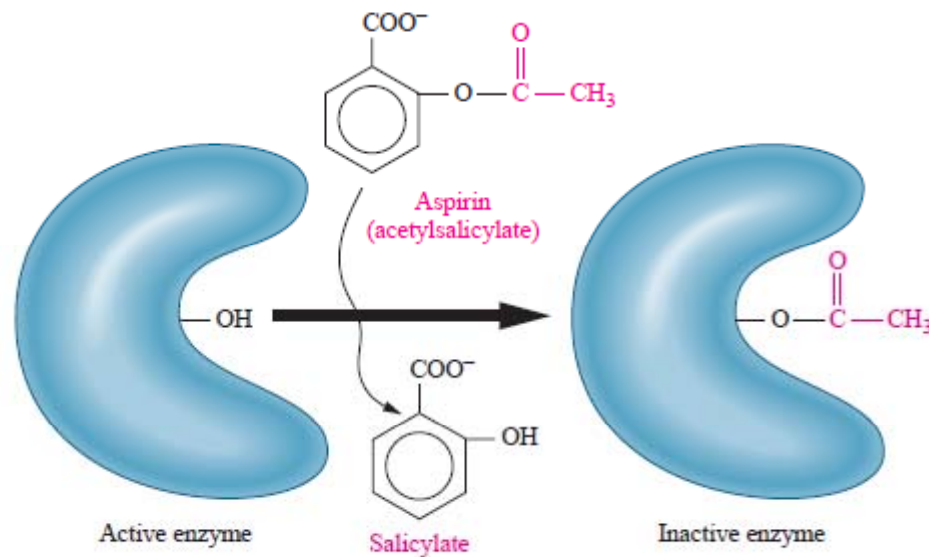
# Λιπαρά οξέα

Τα πολυακόρεστα λίπη είναι σημαντικά για την ανθρώπινη υγεία διότι εμπλέκονται στη δομή των **κυτταρικών μεμβρανών**, συμβάλουν στην **ελάττωση των τριγλυκεριδίων** στο αίμα, **ελαττώνουν την πίεση** του αίματος, **αποτρέπουν φαινόμενα θρόμβωσης** και **μειώνουν σημαντικά την πιθανότητα εμφάνισης καρδιακών παθήσεων**. Επίσης προμηθεύουν «πρώτη ύλη» για την παραγωγή **προσταγλανδινών**.

Οι **προσταγλανδίνες** παίζουν σημαντικό ρόλο σε πολλές βιοχημικές διεργασίες. Εμπλέκονται στην σύνθεση ορμονών, στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, στην ρύθμιση του πόνου, στην φλεγμονή, αλλά και στις λειτουργίες τόσο της καρδιάς όσο και των πνευμόνων.



# Λιπαρά οξέα

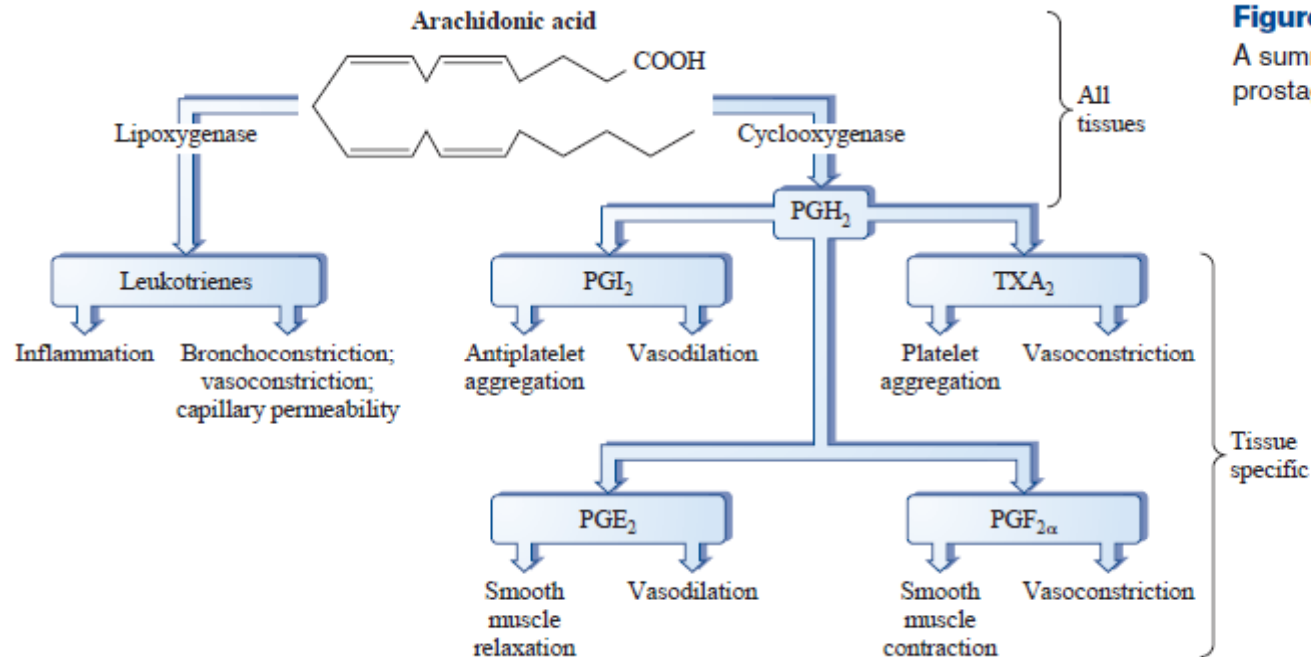


**Figure 17.5**

Aspirin inhibits the synthesis of prostaglandins by acetylating the enzyme cyclooxygenase. The acetylated enzyme is no longer functional.

**aspirin,  
ibuprofen, and  
naproxen**

**αντιφλεγμονώδη**



**Figure 17.6**

A summary of the synthesis of several prostaglandins from arachidonic acid.

# Λιπαρά οξέα

## Τα ω3 έχουν ως κύρια πηγή

Τα λιπαρά ψάρια όπως ρέγκα, σολομός, σκουμπρί, κολιός, γαύρος, τόνος  
Θαλασσινά αστακός καβούρια,, μύδια, καλαμάρια, γαρίδες  
Φυτικές πηγές όπως το σπανάκι και στη σόγια

## Τα ω6 έχουν ως κύρια πηγή

Τα φυτικά έλαια όπως καλαμποκέλαιο, καρδαμέλαιο, ηλιέλαιο, βαμβακέλαιο και έλαιο του αραβοσίτου  
Φυτικές πηγές όπως καρύδια, αμύγδαλα ηλιόσποροι και φιστίκια.

**Πολύ σημαντικό είναι να παίρνουμε την σωστή αναλογία ω-3 προς ω-6 λιπαρών οξέων , η οποία είναι 1:4 - 1:1,5**

Το ελαιόλαδο έχει τέλεια αναλογία ω3:ω6 λιπαρών οξέων

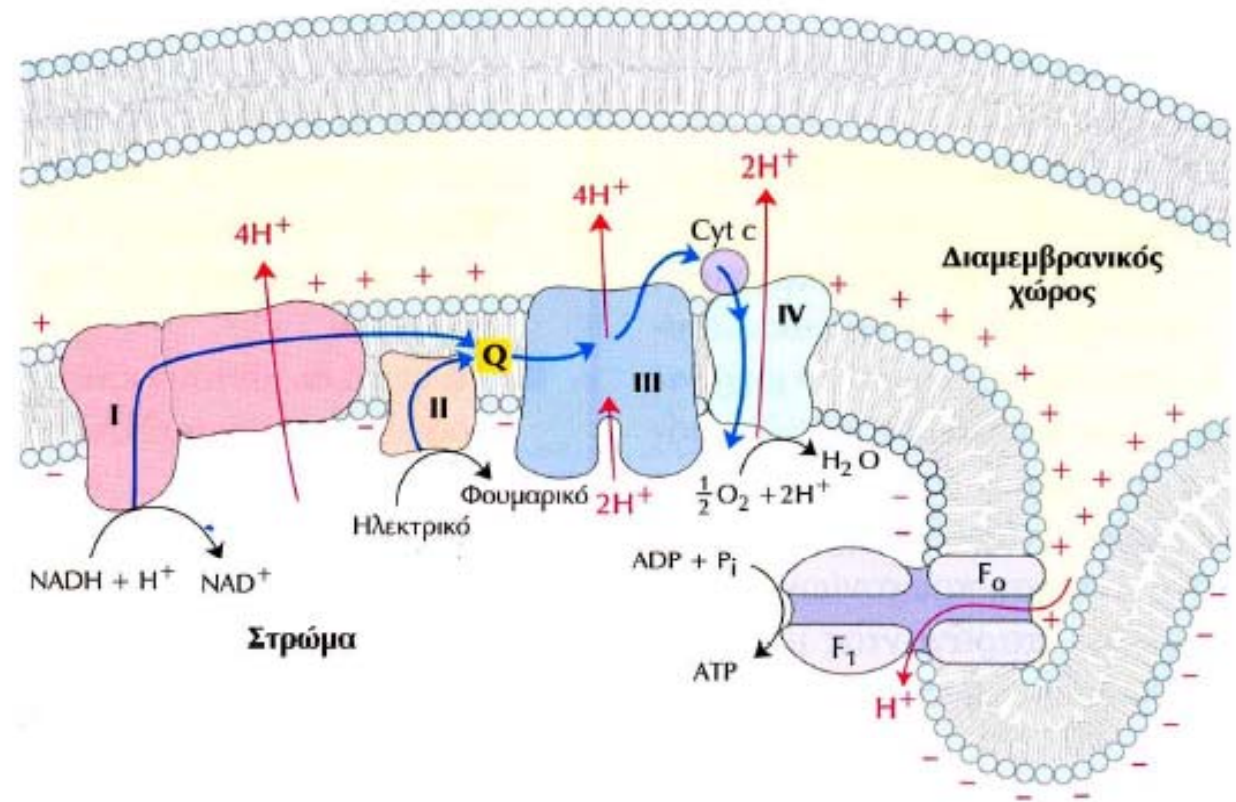
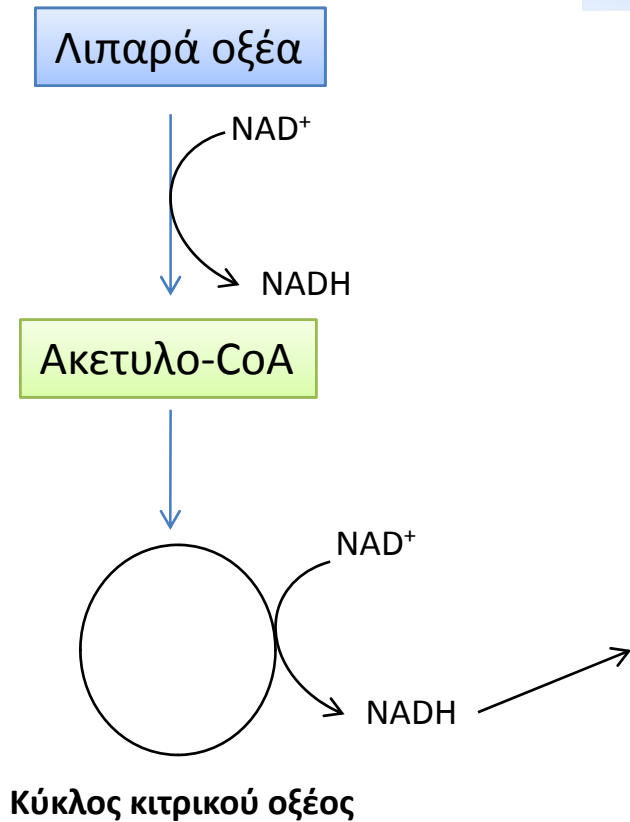
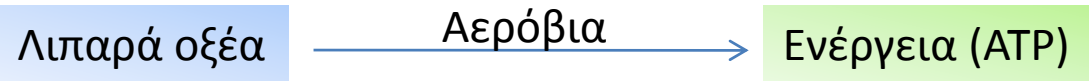
# Λιπαρά οξέα

Ενεργειακή απόδοση λιπαρών οξέων: **9 kcal/g**

Ενεργειακή απόδοση υδατανθράκων: **4 kcal/g**

Τα λιπαρά οξέα έχουν μεγαλύτερη θερμιδική απόδοση από τους υδατάνθρακες διότι:

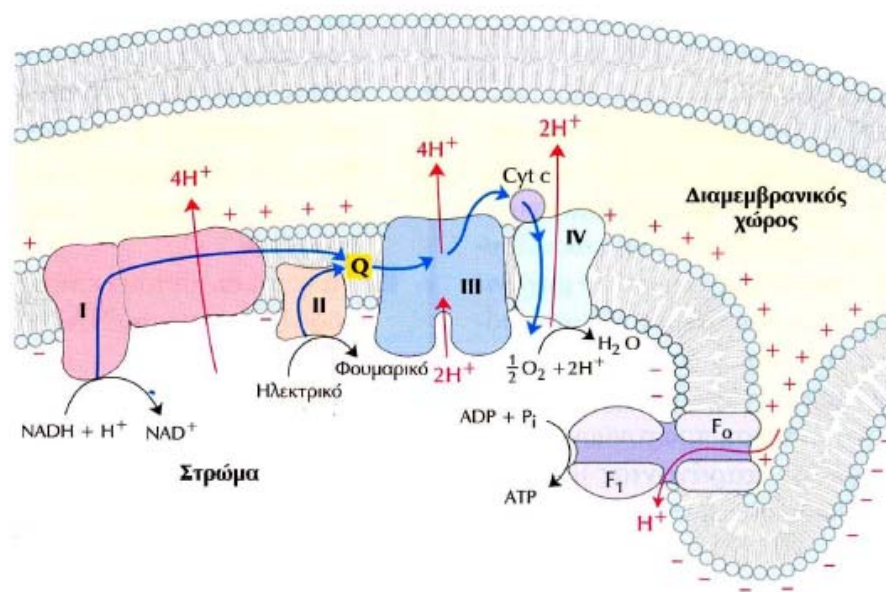
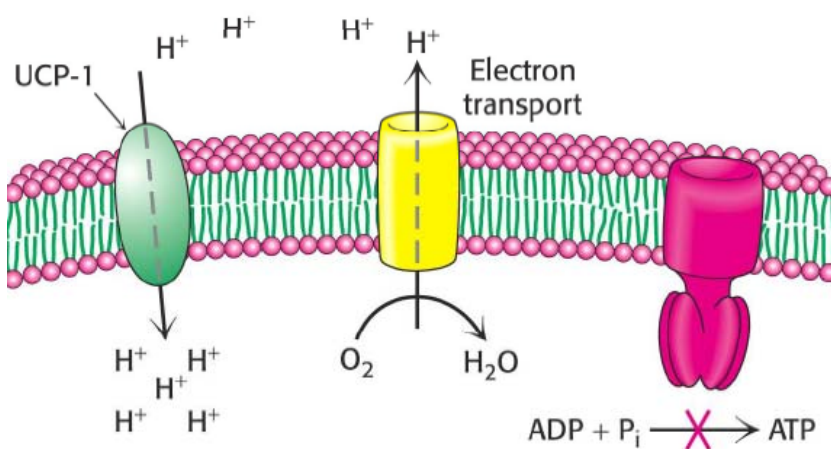
- Είναι υδρόφοβες ενώσεις και αποθηκεύονται σε άνυδρη μορφή.
- Είναι πιο ανηγμένα.



# Λιπαρά οξέα

## Αποσυζευκτές

Θερμογενίνη ως αποσυζευκτής

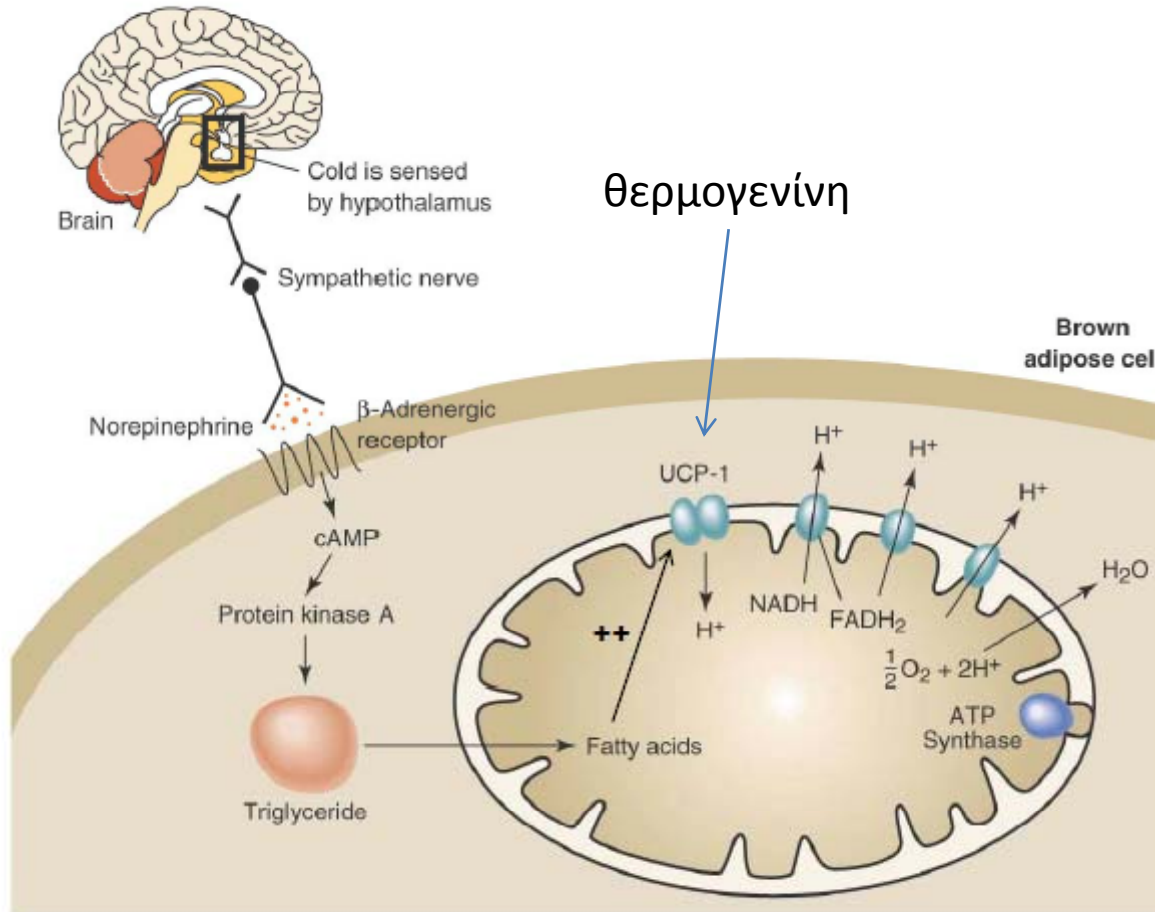


Η θερμογενίνη παράγεται από ζώα τα οποία αισθάνονται κρύο.



# Λιπαρά οξέα

Ενεργοποίηση θερμογενίνης από το κρύο

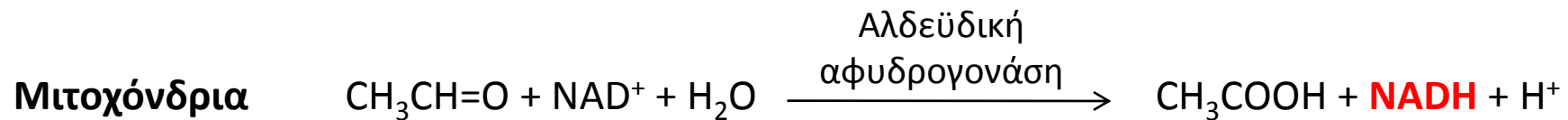
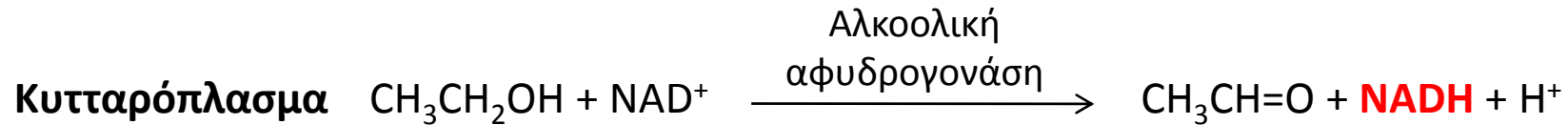


Στον άνθρωπο η θερμογενίνη παράγεται στον καφέ λιπώδη ιστό. Ενεργοποιείται από την ορμόνη νορεπινεφρίνη η οποία εκκρίνεται όταν ο εγκέφαλος αισθανθεί κρύο. Το αποτέλεσμα είναι η καύση λίπους για παραγωγή αποκλειστικά θερμικής ενέργειας.

Τελευταίες έρευνες γίνονται για την ενεργοποίηση του καφέ λιπώδη ιστού σε ανθρώπους που δεν χρησιμοποιείται. Έτσι θα γίνεται καύση λίπους χωρίς να γίνεται καμία άσκηση!!!

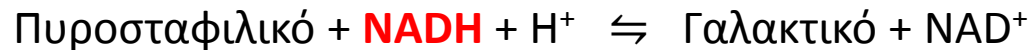
# Αιθανόλη

Η αιθανόλη μεταβολίζεται στο ήπαρ σε δυο στάδια



Η μεγάλη παραγωγή **NADH** στο ήπαρ έχει τις παρακάτω συνέπειες:

- ✓ Ενεργοποίηση βιοσύνθεσης λιπαρών οξέων και τριγλυκεριδίων
- ✓ Αναστολή γλυκονεογένεσης με αποτέλεσμα υπογλυκαιμία.
- ✓ Πτώση pH λόγω παραγωγής γαλακτικού οξέος



- Το **οξικό οξύ** μεταβολίζεται στα μιτοχόνδρια σε ακετυλο-CoA το οποίο όμως δεν μπορεί να εισέλθει στον κύκλο του κιτρικού οξέος εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας NADH. Το αποτέλεσμα είναι η μετατροπή του σε κετονοσώματα τα οποία συμβάλουν στην περεταίρω πτώση του pH.
- Η ακεταλδεϋδη η οποία παράγεται είναι τοξική για τα κύτταρα καθώς δεσμεύεται ομοιοπολικά με τις πρωτεΐνες.

# Αιθανόλη

## Βλάβη στο ήπαρ

Τρία στάδια

1. Λιπαρό ήπαρ
2. Αλκοολική ηπατίτιδα: τα κύτταρα πεθαίνουν κατά ομάδες και εμφανίζεται φλεγμονή.
3. Κίρρωση: δημιουργούνται ινώδεις δομές και ουλώδης ιστός γύρω από τα νεκρά κύτταρα. Το κίρρωτικό ήπαρ δεν μπορεί να μετατρέψει την αμμωνία σε ουρία, με αποτέλεσμα αύξηση της αμμωνίας στο αίμα. Η αμμωνία είναι τοξική για το νευρικό σύστημα και μπορεί να προκαλέσει κώμα και θάνατο.



# Αιθανόλη

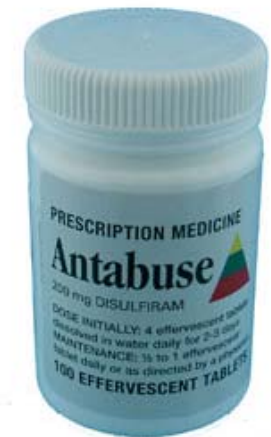
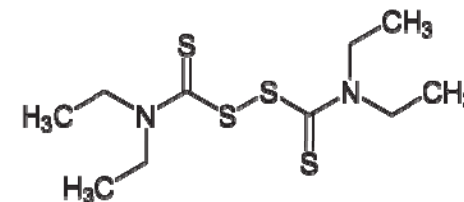
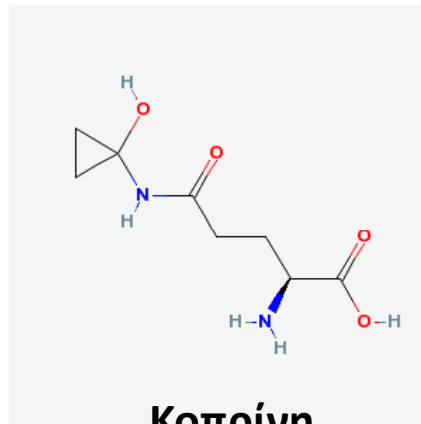
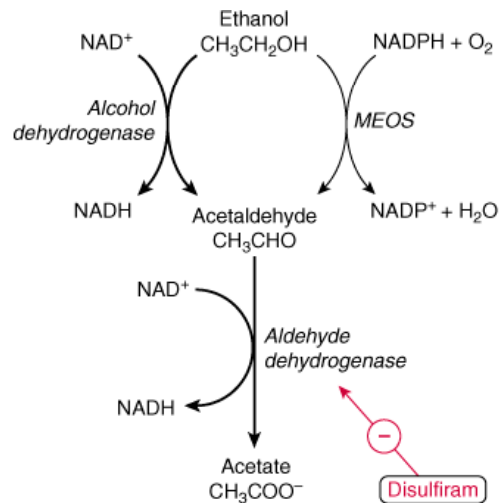


## ΚΛΙΝΙΚΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ 10.9

### Μανιτάρια και Μεταβολισμός του Αλκοόλ

Η κοπρίνη, μια τοξίνη που παράγεται από το μανιτάρι *Coprinus atramentarius*, σχηματίζει έναν ομοιοπολικό δεσμό με την αλδεϋδική δεϋδρογονάση, ένα ένζυμο που εμπλέκεται στο μεταβολισμό της αλκοόλης. Η κοπρίνη δεν είναι συνήθως πολύ τοξική, με εξαίρεση τους ανθρώπους που καταναλώνουν ένα αλκοολούχο ποτό ενώ τρώνε μανιτάρια. Το άτομο θα υποστεί μια τοξική αντίδραση στη συσσωρευμένη ακεταλδεϋδη, που σχηματίστηκε κατά την οξείδωση της αιθανόλης. Η δισουλφιράμη, ένα φάρμακο που χρησιμοποιείται για να αποτρέψει την κατα-

χρηστική κατανάλωση αλκοόλ, πωλείται με την επωνυμία Antabuse, που είναι επίσης ένας ομοιοπολικός αναστολέας της αλδεϋδικής δεϋδρογονάσης. Το φάρμακο καθιστά τον ασθενή άρρωστο, αν καταναλώσει αλκοόλ. Η δισουλφιράμη χρησιμοποιήθηκε αρχικά ως αντιοξειδωτικό στη βιομηχανία ελαστικών, όπου παρατηρήθηκε ότι οι εργάτες ασθενούσαν, όταν έπιναν ένα ποτό μετά τη δουλειά. Ο αναστολέας δεν διαχωρίζεται από το ένζυμο, και ο μόνος τρόπος να αποκατασταθεί η δραστηριότητα είναι με τη βιοσύνθεση νέου ενζύμου στους ιστούς.



**FAT**

**Mouth and salivary glands**

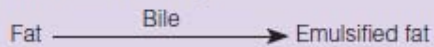
Some hard fats begin to melt as they reach body temperature. The sublingual salivary gland in the base of the tongue secretes lingual lipase.

**Stomach**

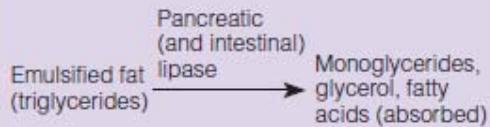
The acid-stable lingual lipase initiates lipid digestion by hydrolyzing one bond of triglycerides to produce diglycerides and fatty acids. The degree of hydrolysis by lingual lipase is slight for most fats but may be appreciable for milk fats. The stomach's churning action mixes fat with water and acid. A gastric lipase accesses and hydrolyzes (only a very small amount of) fat.

**Small intestine**

Bile flows in from the gallbladder (via the common bile duct):



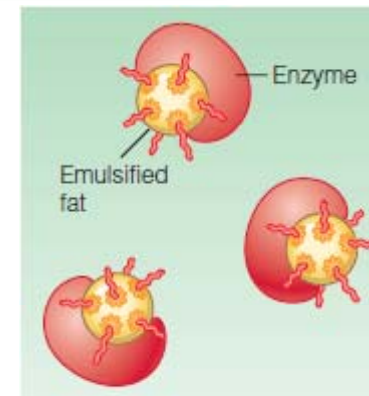
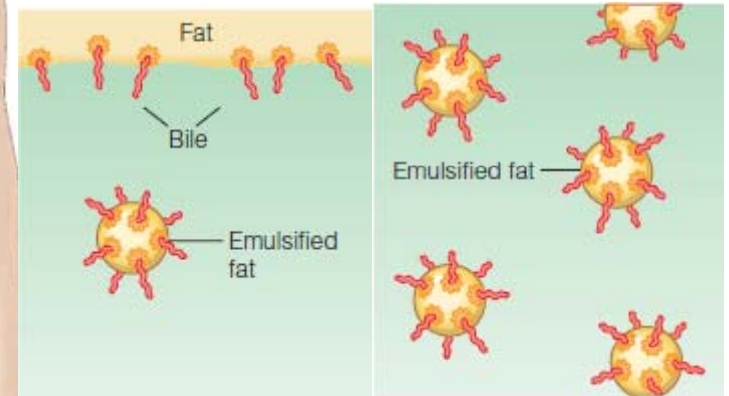
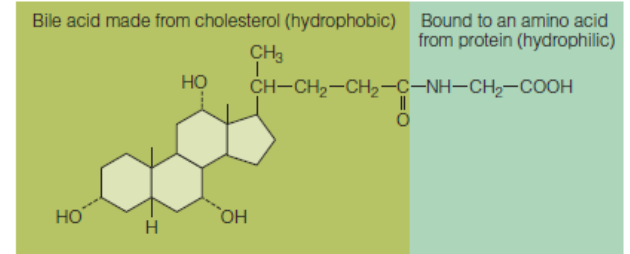
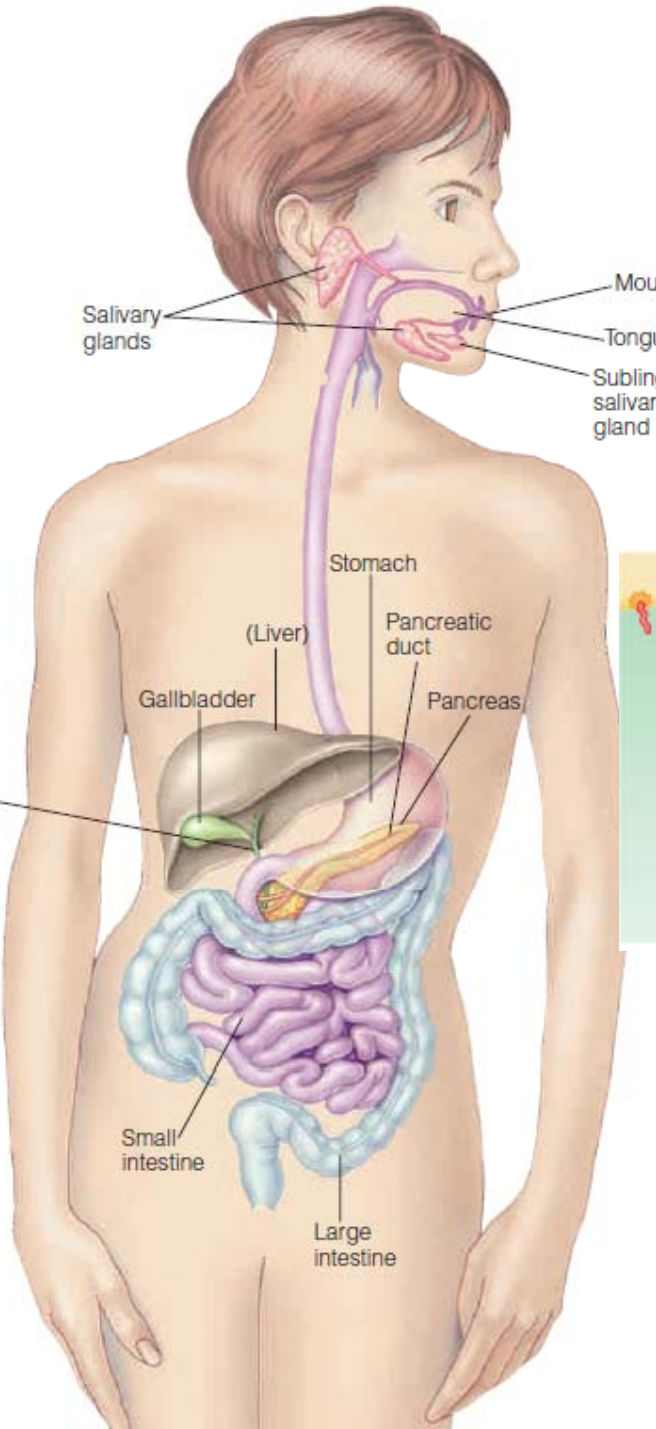
Pancreatic lipase flows in from the pancreas (via the pancreatic duct):



**Large intestine**

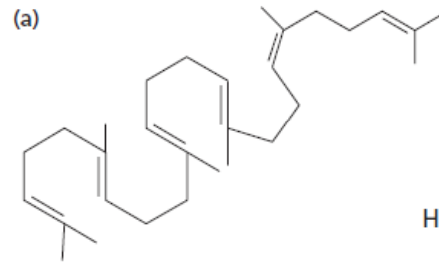
Some fat and cholesterol, trapped in fiber, exit in feces.

# Πέψη και απορρόφηση

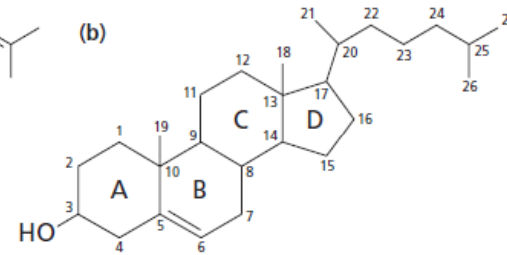


# Λιπίδια

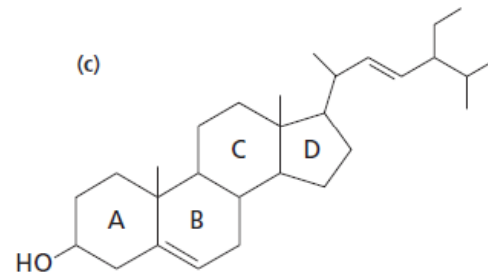
## Στεροειδή



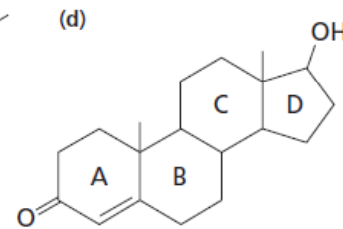
Σκουαλένιο



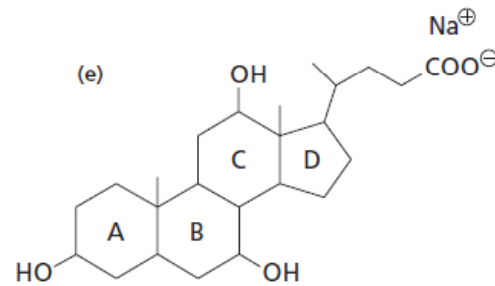
Χοληστερόλη



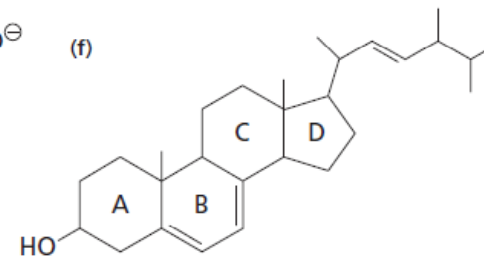
Στιγμαστερόλη  
(φυτική στερόλη)



Τεστοστερόνη  
(στεροειδής ορμόνη)



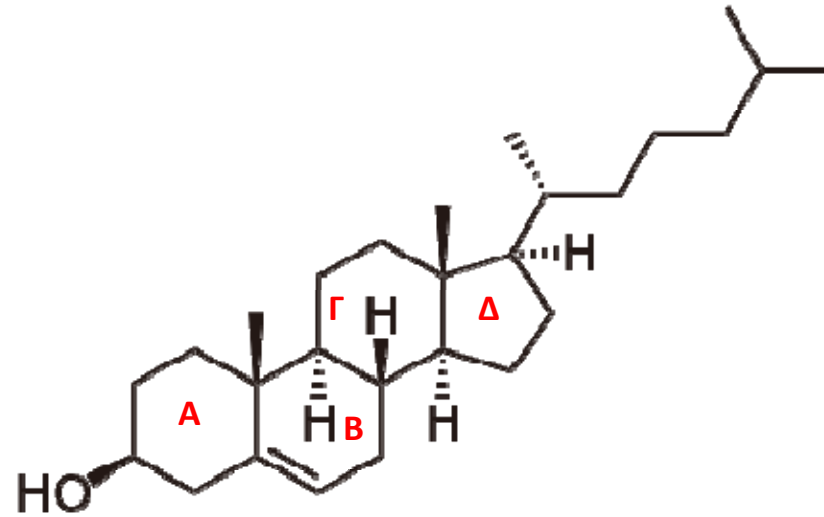
Χολικό νάτριο  
(χολικό άλας)



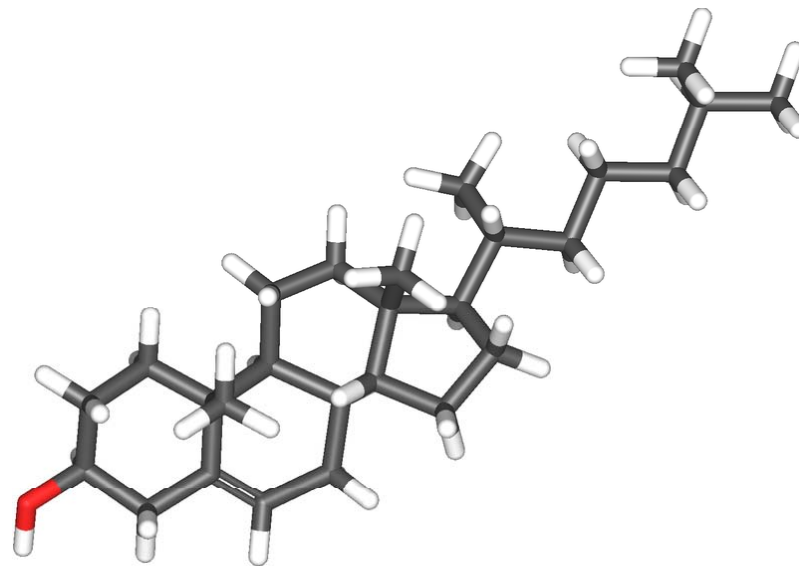
Εργοστερόλη  
(στερόλη μύκητα)

# Λιπίδια

## Χοληστερόλη



Οι δακτύλιοι Β, Γ και Γ, Δ  
είναι **trans** μεταξύ τους



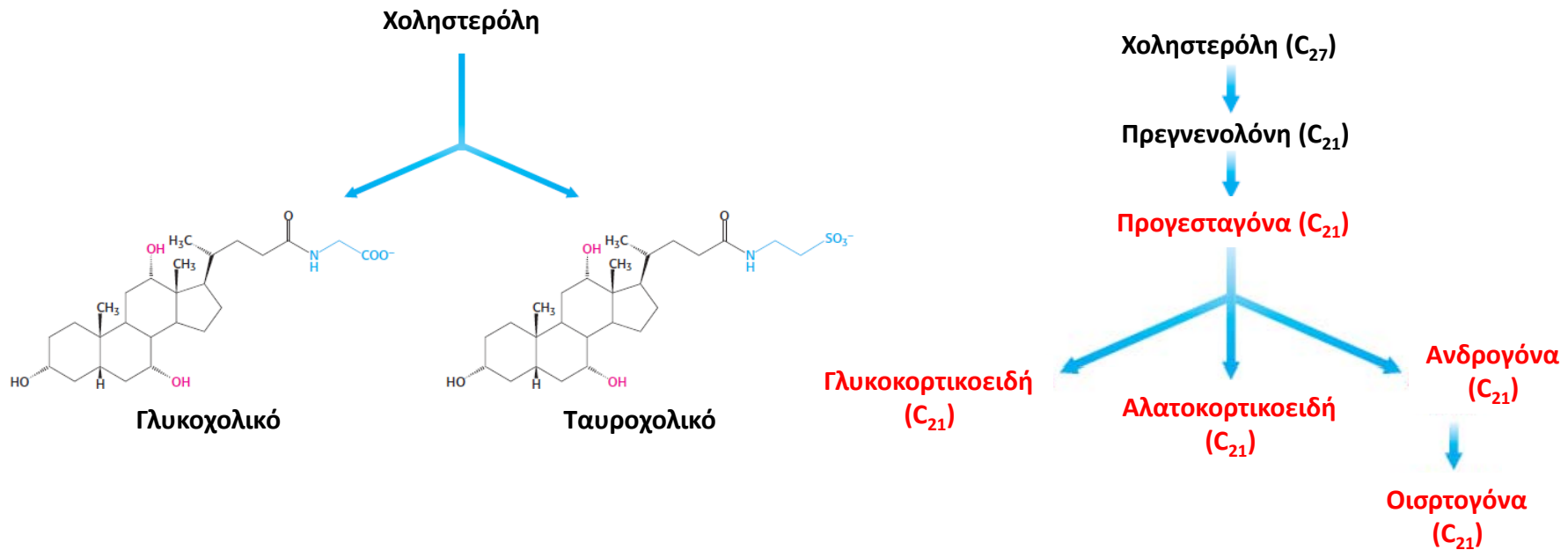
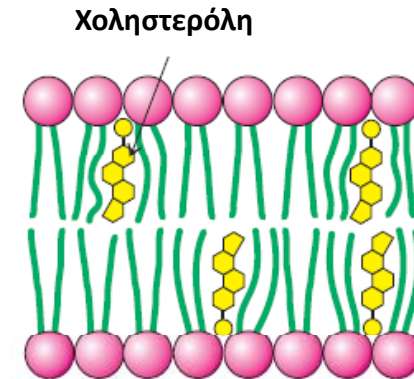


# Λιπίδια

## Χοληστερόλη

### Ρόλοι χοληστερόλης στον άνθρωπο.

- Ρύθμιση ρευστότητας μεμβρανών
- Βιοσύνθεση στεροειδών ορμονών
- Βιοσύνθεση προβιταμίνης D
- Βιοσύνθεση χολικών αλάτων

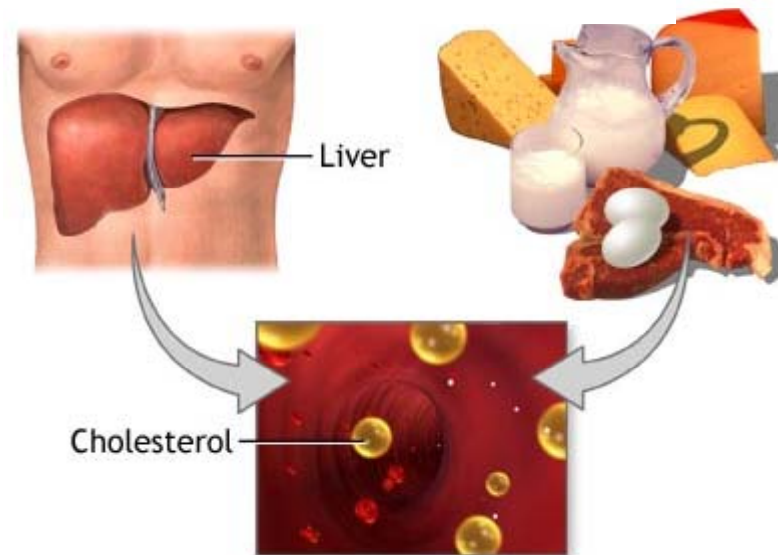


# Λιπίδια

## Χοληστερόλη

Η χοληστερόλη χρησιμοποιείται κυρίως σε ζωικούς οργανισμούς και όχι σε φυτικούς.

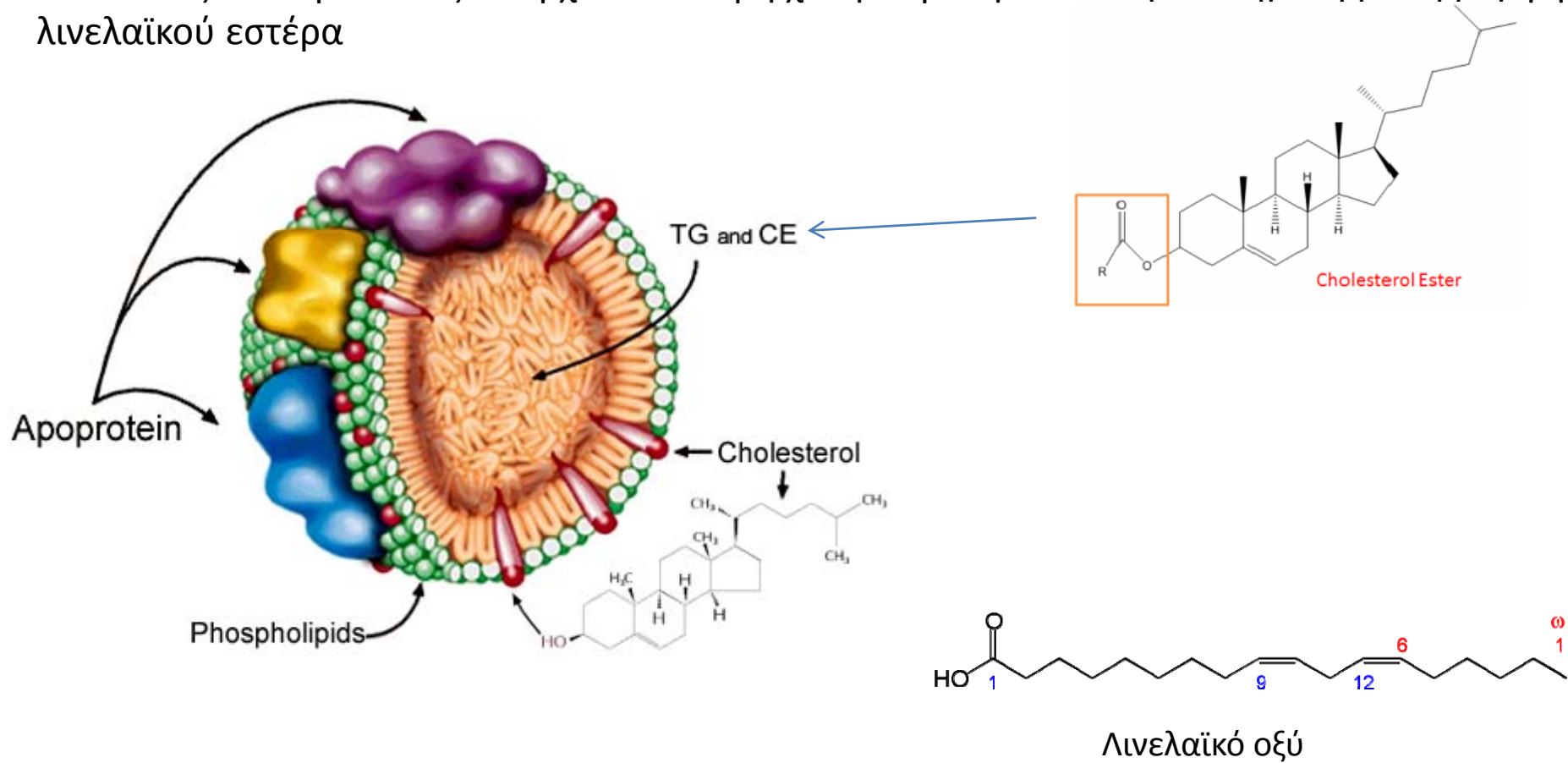
**Πηγές χοληστερόλης**  
Βιοσύνθεση από Ακετυλο-CoA  
Από λιπαρές τροφές.





# Λιπίδια

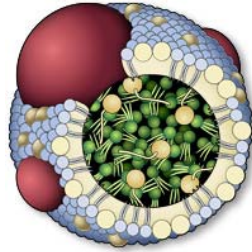
Η χοληστερόλη δεν είναι υδατοδιαλυτή. Στο αίμα μεταφέρεται με τις λιποπρωτεΐνες. Μέσα στις λιποπρωτεΐνες υπάρχει ελεύθερη χοληστερόλη και εστεροποιημένη με τη μορφή λινελαϊκού εστέρα.





# Λιπίδια

## Λιποπρωτεΐνες



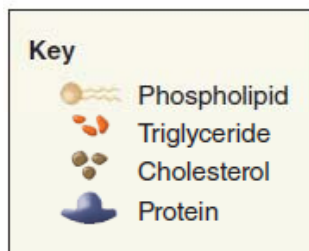
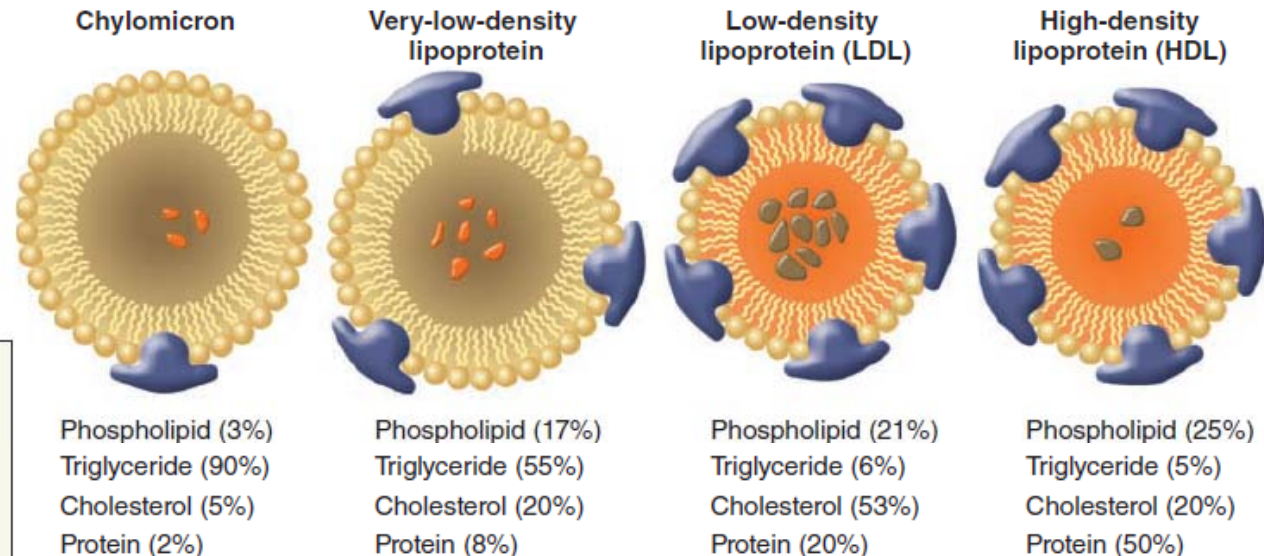
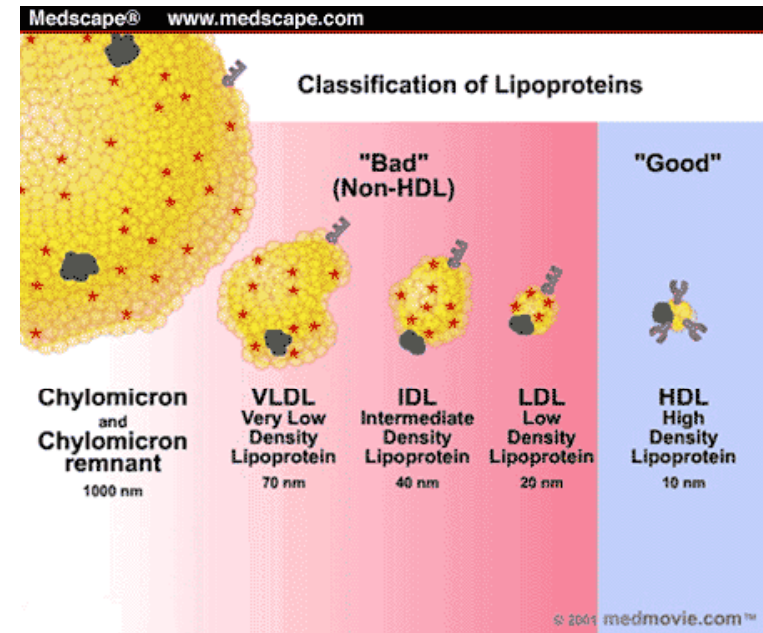
Χιλομικρά

Λιποπρωτεΐνες πολύ χαμηλής πυκνότητας (VLDL)

Λιποπρωτεΐνες ενδιάμεσης πυκνότητας (IDL)

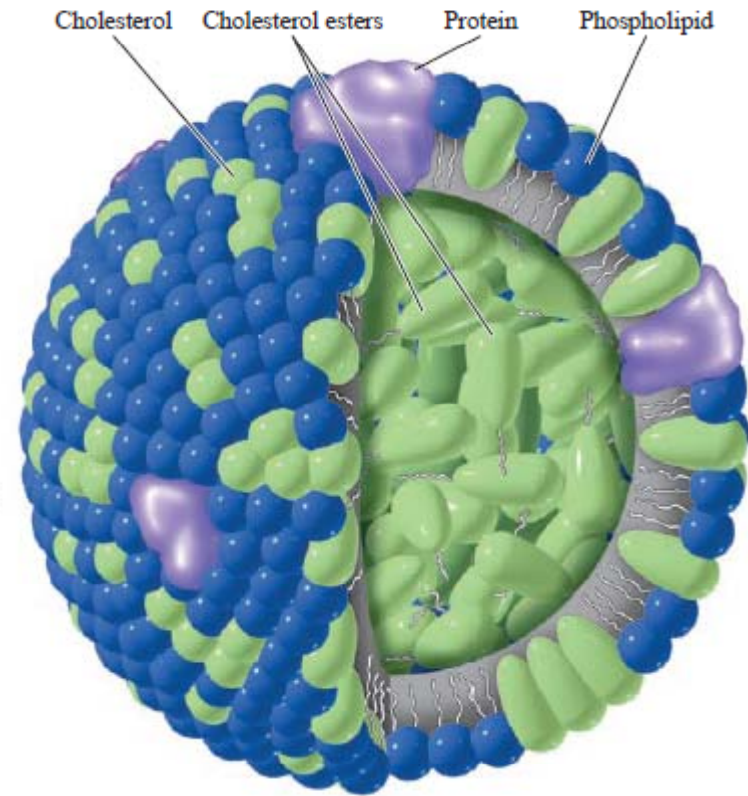
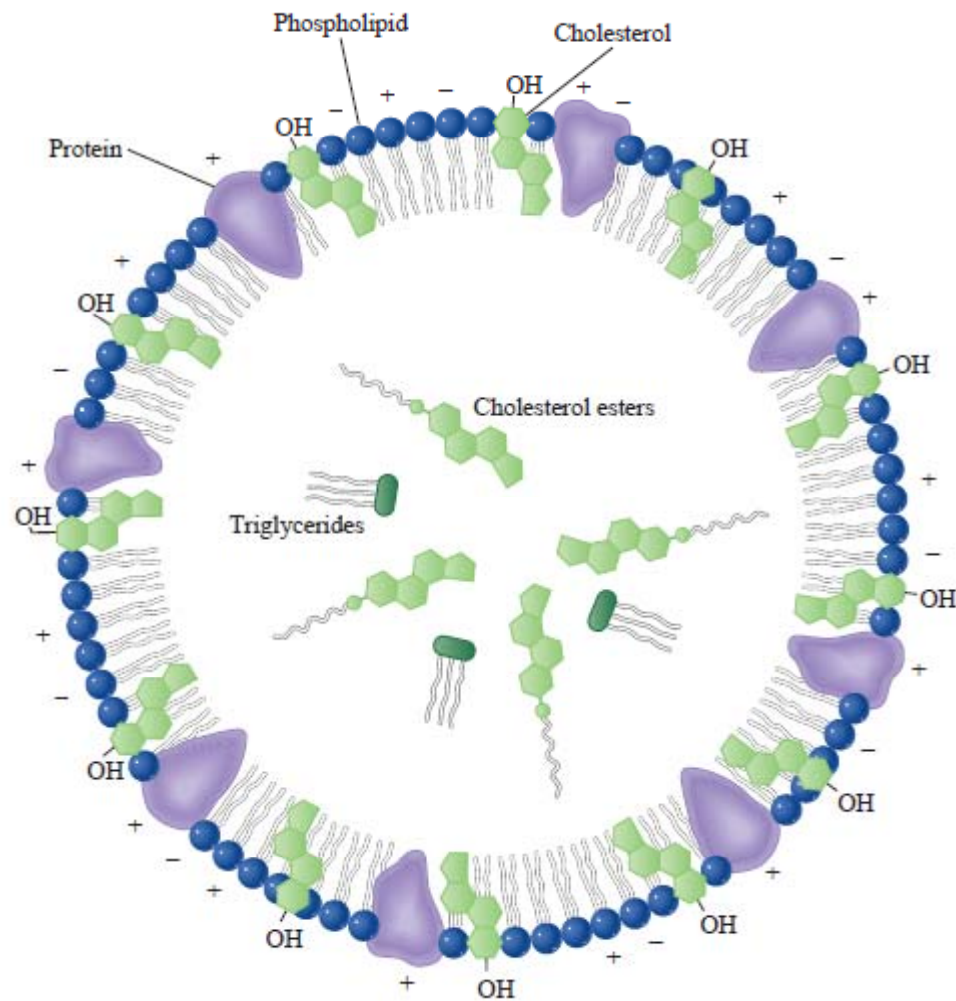
Λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας (LDL)

Λιποπρωτεΐνες υψηλής πυκνότητας (HDL)



# Λιπίδια

## Λιποπρωτεΐνες



# Λιπίδια

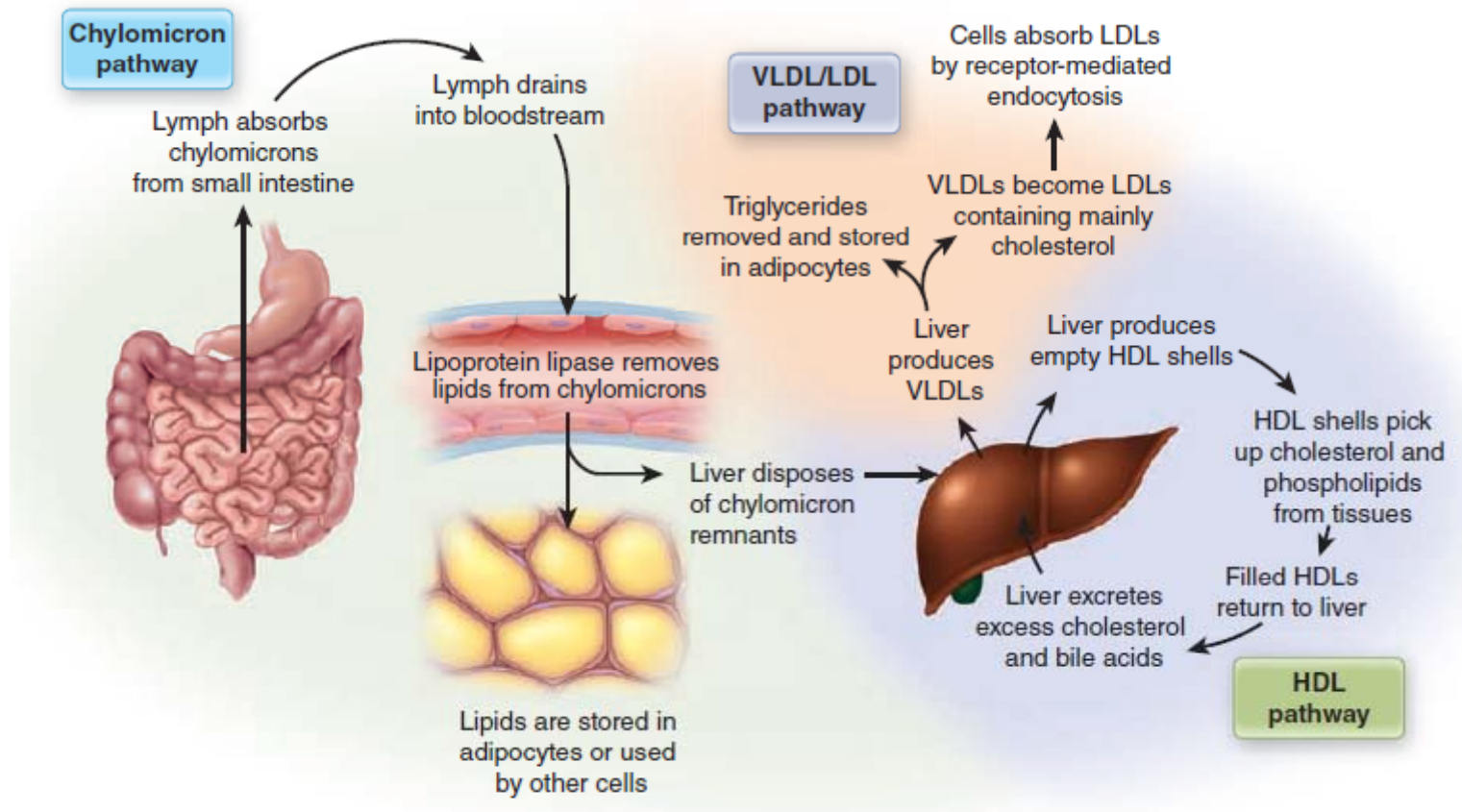
Χιλομικρά περιέχουν χοληστερόλη από τροφή και προέρχονται από εντερικά κύτταρα

Λιπορωτεΐνες πολύ χαμηλής πυκνότητα (VLDL), παράγονται από το ήπαρ

Λιποπρωτεΐνες ενδιάμεσης πυκνότητας (IDL), προκύπτουν στο αίμα από τις VLDL

Λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας (LDL), προκύπτουν στο αίμα από τις IDL

Λιποπρωτεΐνες υψηλής πυκνότητας (HDL), ξεκινά στο ήπαρ και ολοκληρώνεται στο αίμα.

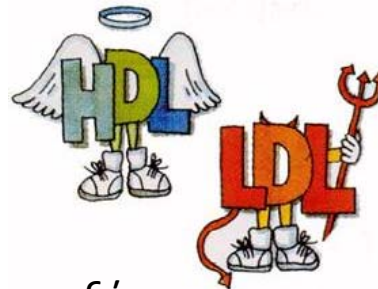




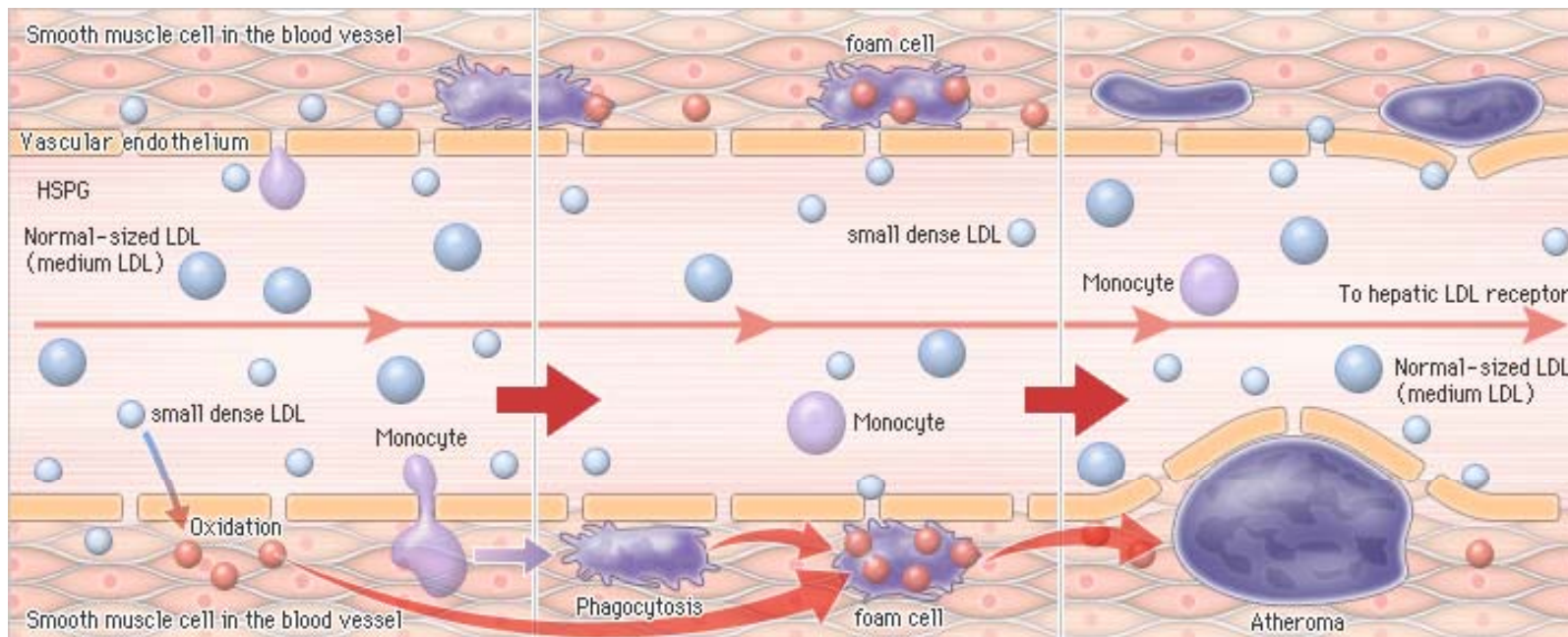
# Λιπίδια

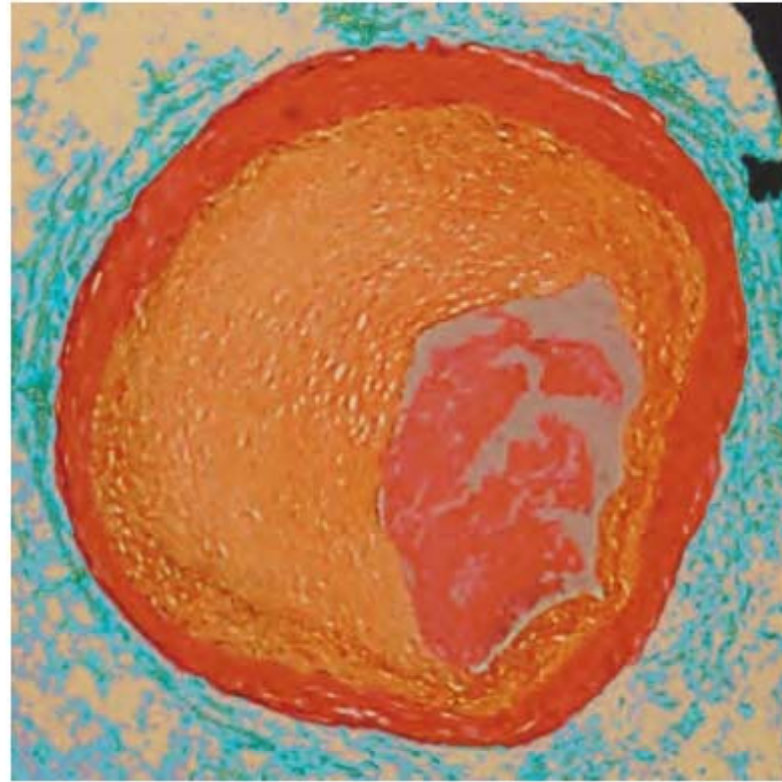
## Λιποπρωτεΐνες

**HDL**, Καλή χοληστερόλη  
**LDL**, Κακή χοληστερόλη

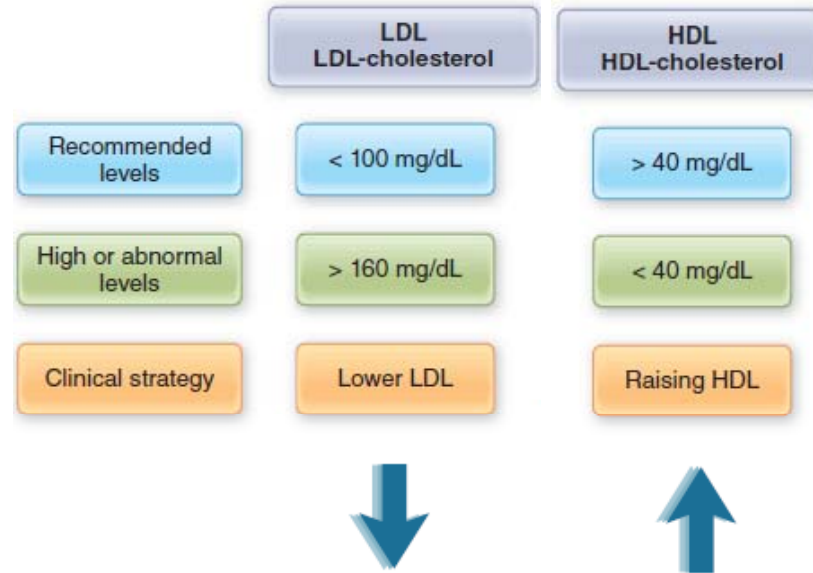


Αύξηση των επιπέδων LDL στο αίμα αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα για τη δημιουργία αθηρωματικής πλάκας. Όταν οι LDL βρίσκονται για μεγάλο χρονικό διάστημα στο αίμα τότε οξειδώνονται. Οι οξειδωμένες LDL δεσμεύονται από τα μακροφάγα κύτταρα όπου μετατρέπονται σε αφρώδη, ενεργοποιώντας το μηχανισμό για τη δημιουργία αθηρωματικής πλάκας. Η HDL αποτρέπουν τη δημιουργία πλάκας είτε καθαρίζοντας το αίμα από την χοληστερόλη είτε εμποδίζοντας την οξείδωση των LDL.





# Λιπίδια



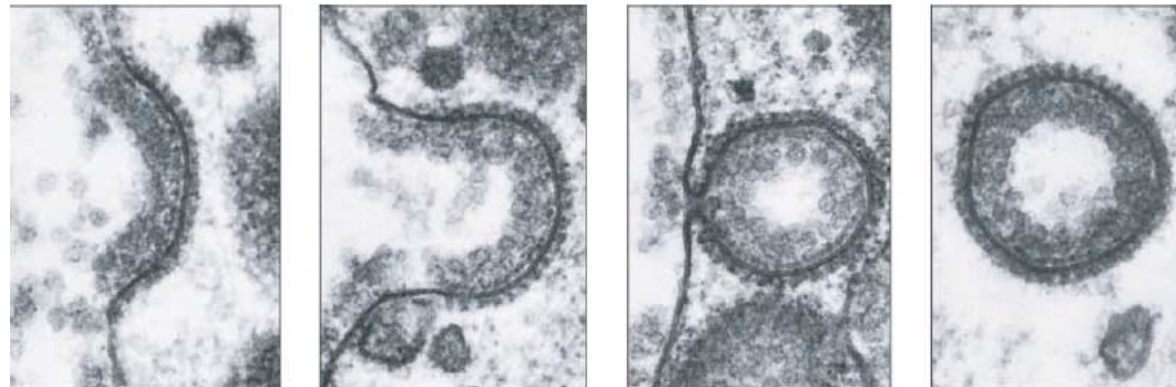
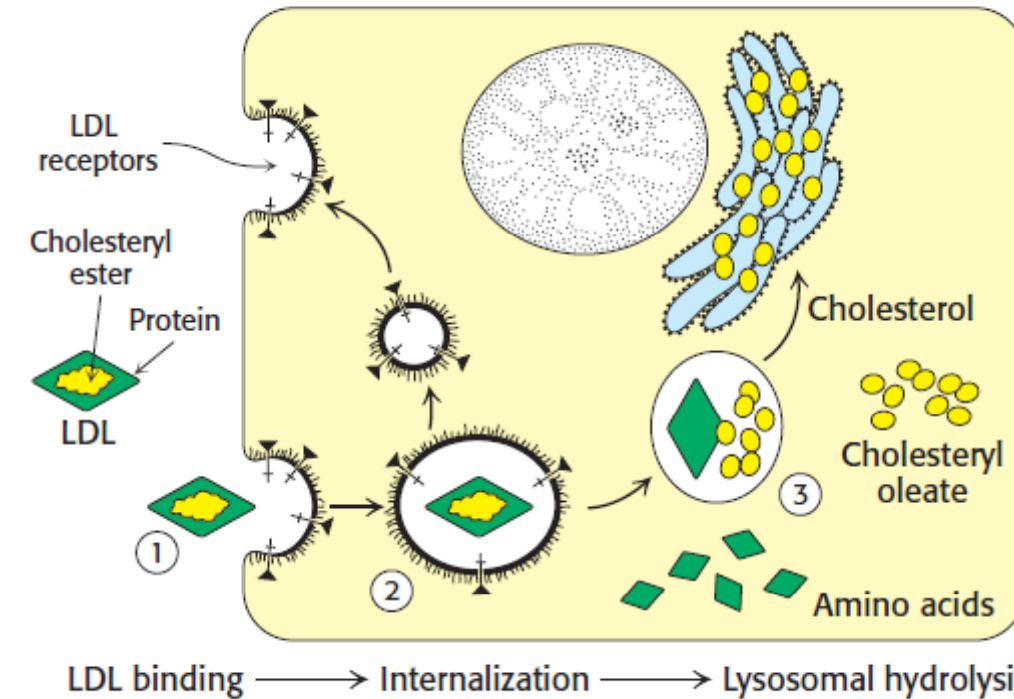
**Στόχος LDL/HDL < 3,5**

Δίαιτα με λιπαρές ύλες	Επίδραση στις λιποπρωτεΐνες	Τρόφιμα
Κορεσμένες	Αύξηση LDL – Μικρή αύξηση HDL	Ζωικής προελεύσεως, μαργαρίνες
Trans-	Αύξηση LDL – Μείωση HDL	Ζωικής προελεύσεως, μαργαρίνες
Μονοακόρεστες	Σταθερή LDL – Αύξηση HDL	Ελαιόλαδα
Πολυακόρεστες (ω-3, ω-6)	Μείωση LDL – Μικρή αύξηση HDL	Ψάρι, θαλασσινά, σπορέλαια

**Η σωματική άσκηση αυξάνει σημαντικά τα επίπεδα HDL και μειώνει την LDL!!**

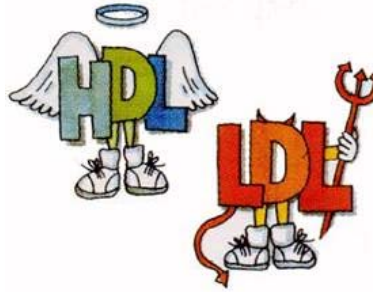
# Λιπίδια

Οι LDL εισέρχονται στα κύτταρα με ενδοκυττάρωση. Μετάλλαξη στους υποδοχείς που εισάγουν τις LDL στα κύτταρα οδηγεί στην οικογενή υπερχοληστερολαιμία. Οι άνθρωποι με αυτή την ασθένεια έχουν πολύ αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών προβλημάτων.

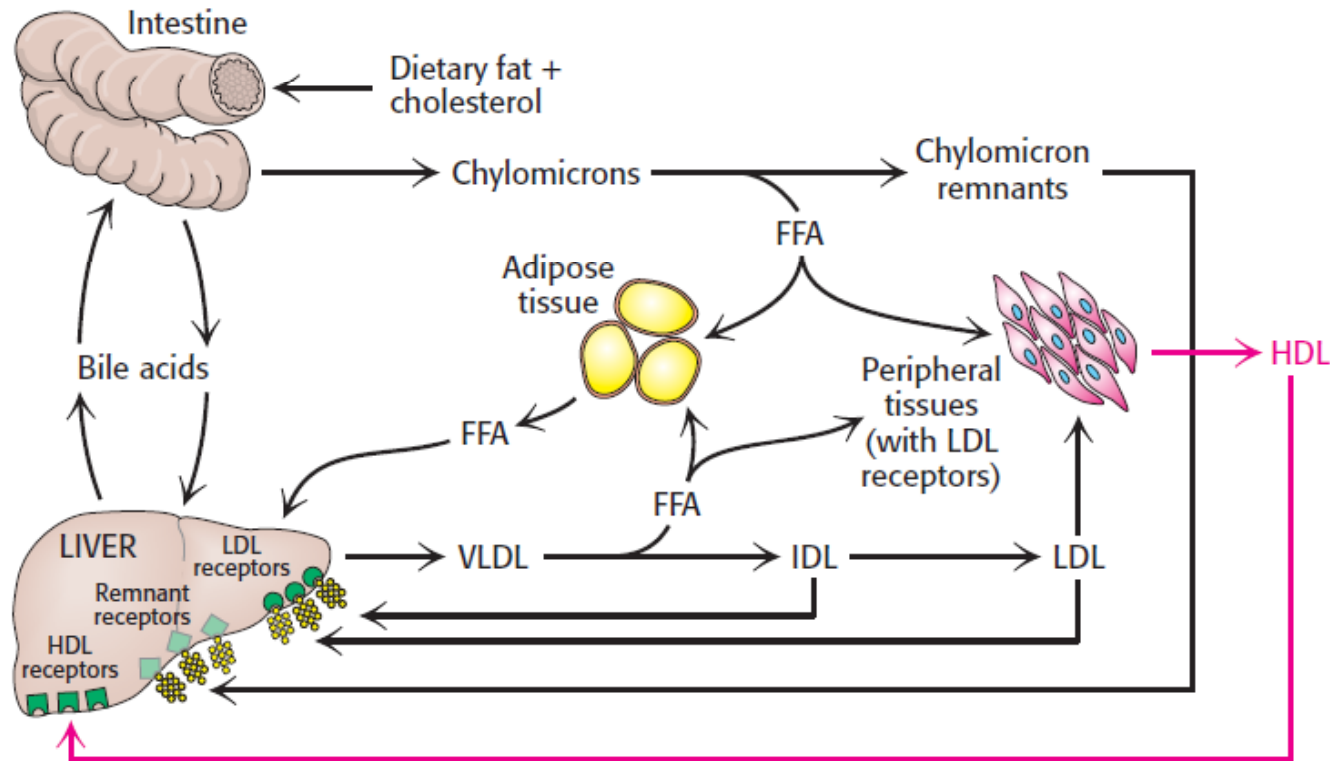




**HDL**, Καλή χοληστερόλη  
**LDL**, Κακή χοληστερόλη



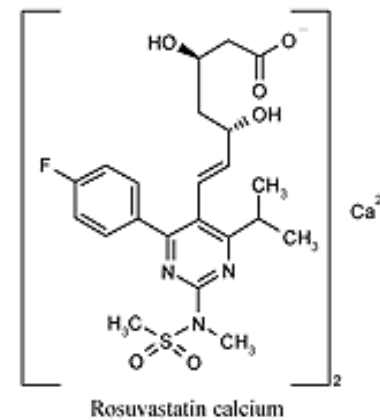
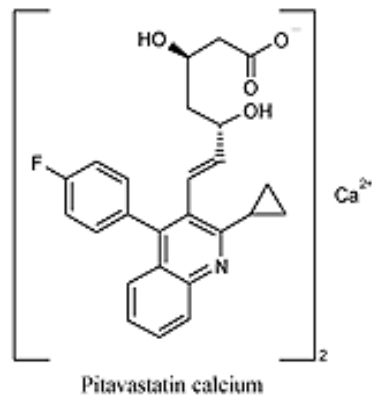
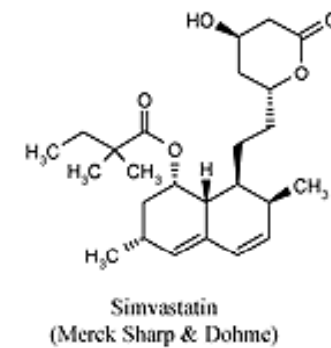
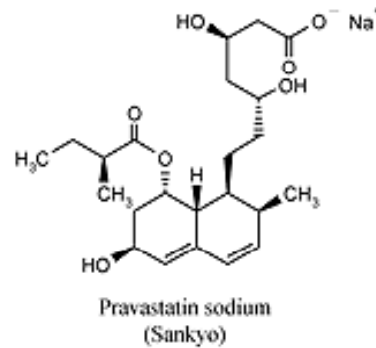
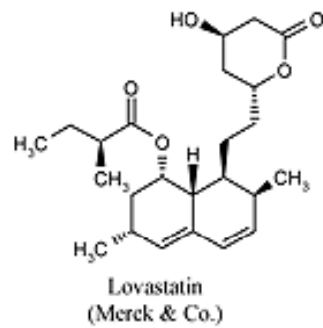
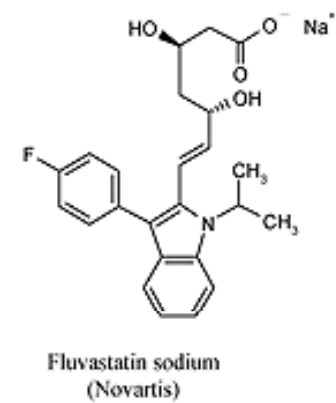
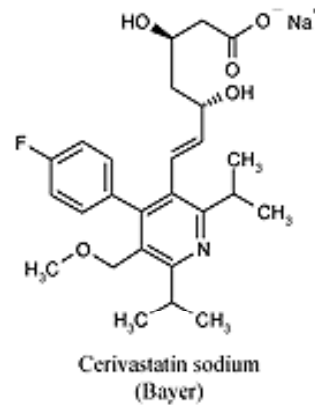
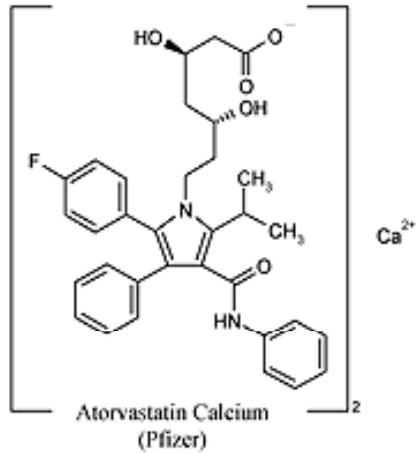
Οι λιποπρωτεΐνες υψηλής πυκνότητας (HDL) δεσμεύουν, εστεροποιούν και μεταφέρουν την χοληστερόλη από τα μακροφάγα και τους περιφερειακούς ιστούς σε ιστούς που την έχουν ανάγκη για βιοσύνθεση ορμονών ή χολικών αλάτων (ήπαρ) όπου και εκκρίνεται. Οι διαδικασίες αυτές μειώνουν τα επίπεδα της χοληστερόλης και αποτρέπουν το σχηματισμό αθηρωματικής πλάκας. Επίσης οι HDL εμποδίζουν την οξείδωση των LDL αυξάνοντας την αντιαθηρωματική τους δράση.





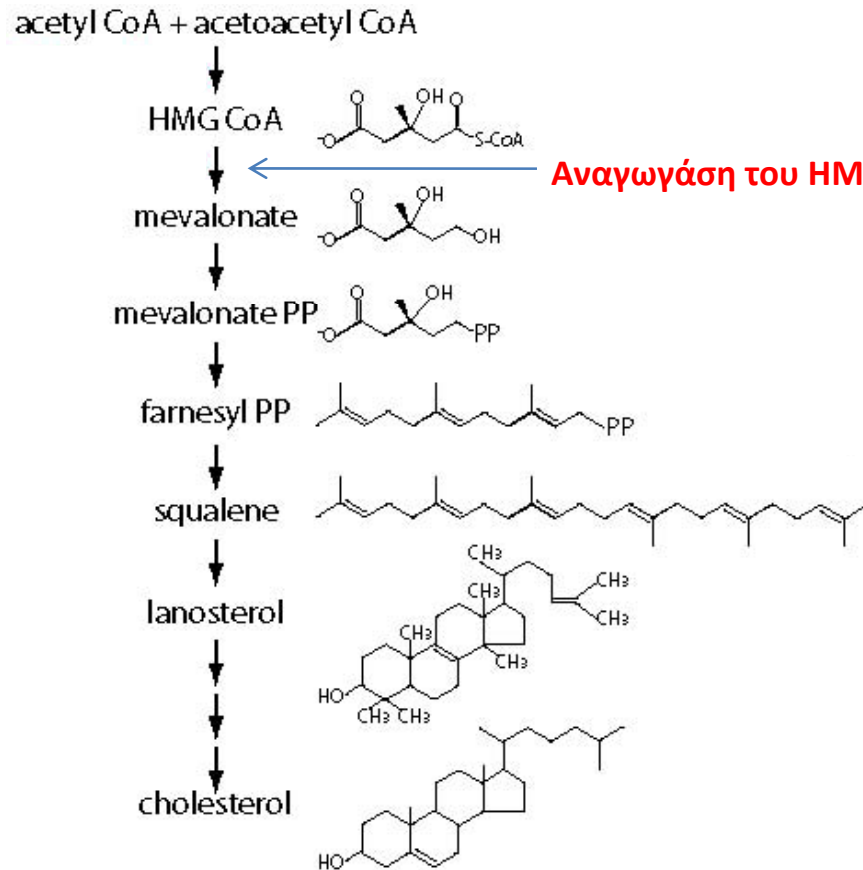
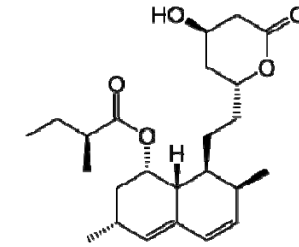
# Λιπίδια

## Στατίνες



# Λιπίδια

## Βιοσύνθεση της χοληστερόλης



Αναγωγή του HMG-CoA

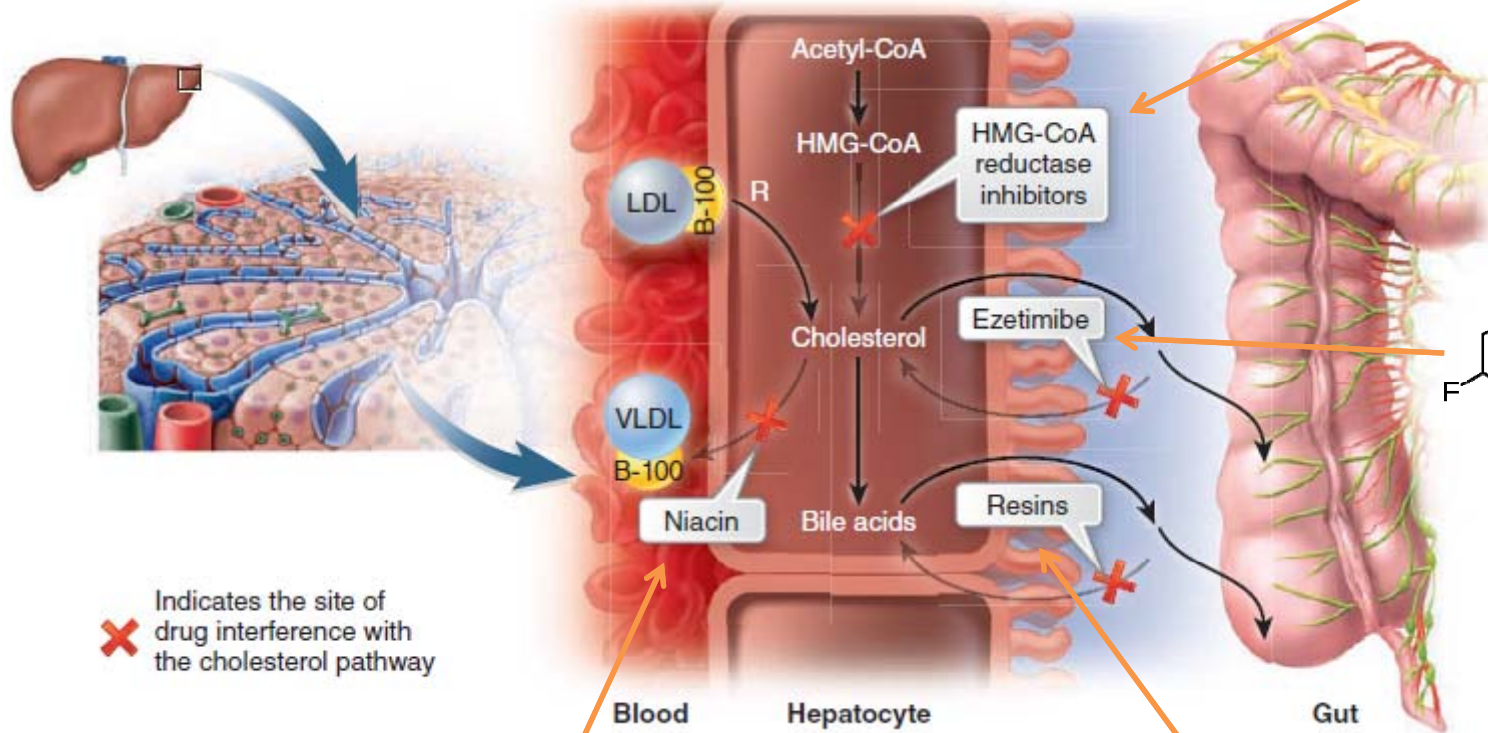
Οι στατίνες αναστέλλουν το ένζυμο αναγωγή του HMG-CoA. Έτσι ο οργανισμός δεν μπορεί να βιοσυνθέσει χοληστερόλη αναγκάζοντας τα κύτταρα να την έχουν ανάγκη. Κάτω από αυτές τις συνθήκες ενεργοποιείται η βιοσύνθεση περισσότερων υποδοχέων για τις LDL ελαττώνοντας με αυτόν τον τρόπο τη συγκέντρωσή τους στο αίμα.

Οι στατίνες ρίχνουν τη χοληστερόλη αλλά έχουν μια σειρά από παρενέργειες, όπως δυσλειτουργία στο συκώτι, ζημιά στα νεφρά, μυϊκή αδυναμία και καταρράκτη στα μάτια.

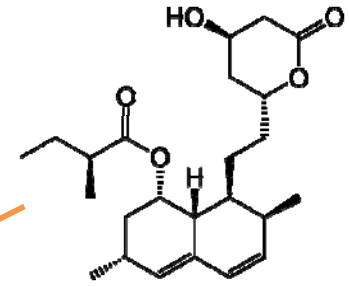
Μπλοκάρουν το συνένζυμο Q10 (CoQ10) το οποίο συμμετέχει στη διαδικασία παραγωγής ενέργειας στα μιτοχόνδρια των κυττάρων. Η καρδιά έχει πολλά μιτοχόνδρια γιατί δουλεύει συνεχώς και αν η παραγωγή της ενέργειας μειωθεί, χάνει τη δύναμη να σπρώχνει αποτελεσματικά το αίμα, μια κατάσταση ονομάζεται καρδιακή ανεπάρκεια.

# Λιπίδια

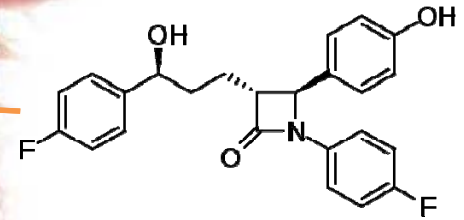
Υπολιπιδαιμικά φάρμακα



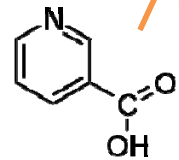
**X** Indicates the site of drug interference with the cholesterol pathway



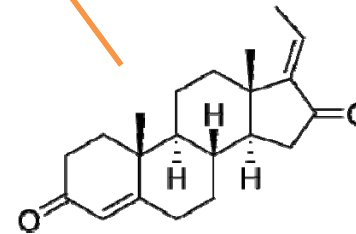
Στατίνες



Εζετιμίμπη











Νιασίνη



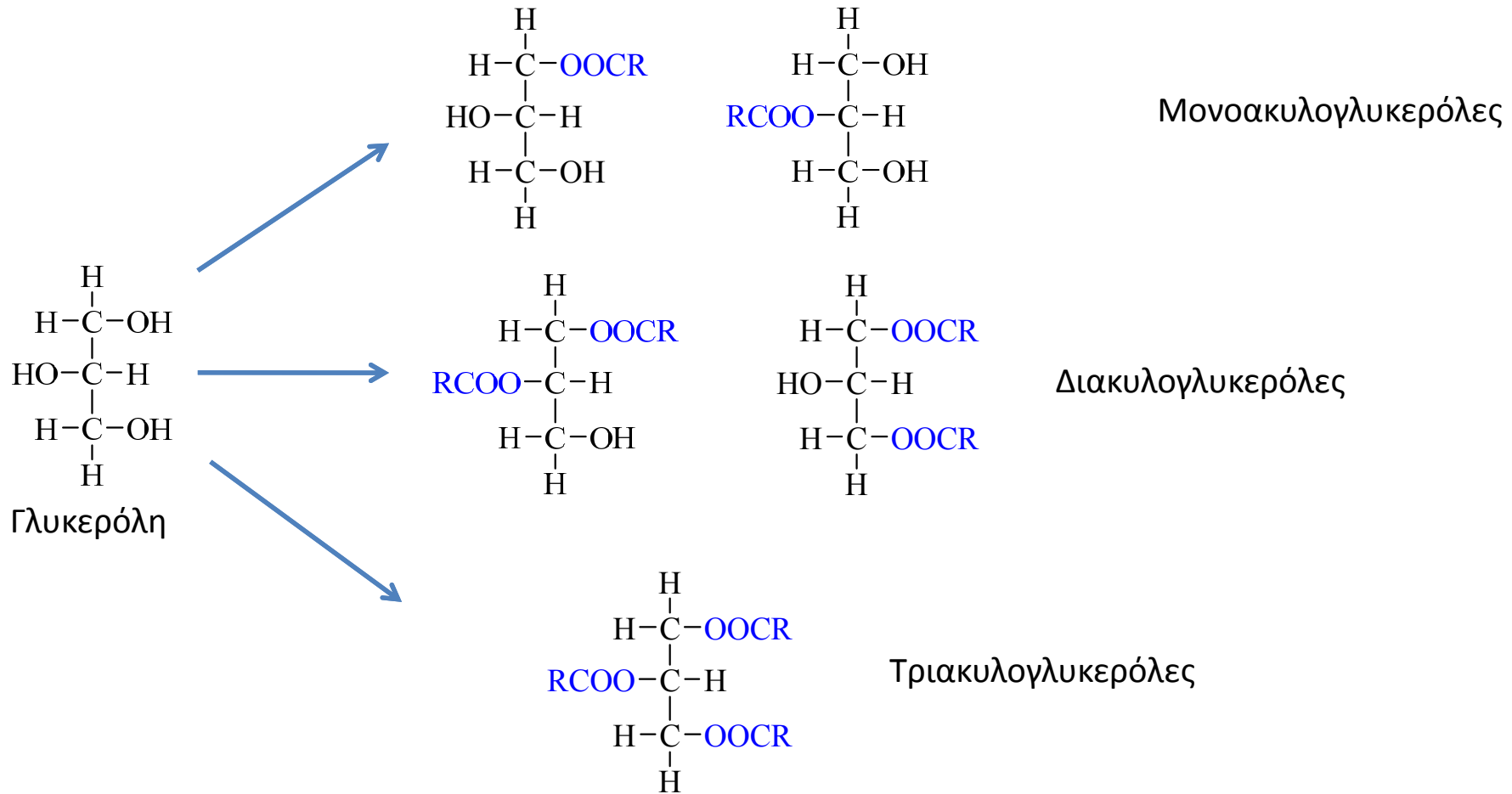
Ρεσίνι

## Υπολιπιδαιμική Δίαιτα

ΤΡΟΦΙΜΑ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΑ	ΜΕ ΜΕΤΡΟ	ΑΠΑΓΟΡΕΥΜΕΝΑ
<b>ΨΑΡΙΑ - ΚΡΕΑΤΑ</b> 	Ψάρια, Κουνέλι, κοτόπουλο, αρνάκι γάλακτος, γαλοπούλα χωρίς πέτσα.	Θαλασσινά (μύδια, αστακός, караβίδες), σολωμός. Άπαχο κρέας, μοσχάρι και χοιρινό αφού βγάλετε το λίπος, άπαχο ζαμπόν, λουκάνικα από μοσχάρι ή κοτόπουλο.	Γαρίδες, καλαμάρια, αυγοτάραχο, καβούρια. Συκώτι, λουκάνικα από χοιρινό, μπέικον, σαλάμια. Χήνα, πάπια, κρεατόπιτες, πέτσα πουλερικών.
<b>ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ</b> 	Γάλα 0% ή 1% λιπαρά. Γιαούρτι 0% ή 1% λιπαρά. Τυριά: μυζήθρα νωπή ή κίτρινο τυρί με λιγότερο από 10% λιπαρά, ασπράδι αυγού.	Γάλα 2% λιπαρά. Γιαούρτι 2% λιπαρά. Τυριά: κίτρινο τυρί με λιγότερο από 20% λιπαρά. Αυγά μέχρι 2 την εβδομάδα.	Βούτυρο. Γάλα 4% λιπαρά, κρέμα γάλακτος, γιαούρτι 4% ή παραπάνω λιπαρά, σκληρά τυριά (γαβιέρα), μαλακά τυριά (τυρί κρέμα, κασέρι).
<b>ΟΣΠΡΙΑ ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ ΨΩΜΙΑ ΚΑΙ ΣΙΤΗΡΑ</b> 	Ψωμί ολικής αλέσεως, φρυγανιές. Όλα τα δημητριακά, κόρν φλέικς, κουάκερ. Φασόλια, φακές, ρεβύθια, κουκιά, καλαμπόκι, φάβα.	Μακαρόνια, βραστές πατάτες, ρύζι, Ποπ κορν.	Τηγανητές πατάτες. Τσιπς.
<b>ΛΙΠΗ - ΕΛΑΙΑ</b> 	Ελαιόλαδο.	Έλαια πλούσια σε μονοακόρεστα.	Βούτυρο. Μαργαρίνη με στερεά υδρογονωμένα έλαια. Λίπος ψητού, ξύγγι, λαρδί.
<b>ΓΛΥΚΑ - ΖΑΧΑΡΩΔΗ</b> 	Κομπόστες χωρίς ζάχαρη. Φρουτασαλάτα. Αποξηραμένα φρούτα.	Κέικ με άπαχο γάλα και 2 κρόκους αυγών. Χαλβάς. (Κουλουράκια φτιαγμένα με λάδι, λουκούμια, γλυκά κουταλιού)	Πάστες, τούρτες, κρουασάν. Τσουρέκι, μπισκότα. Παγωτό, σοκολάτα. Γλυκά με καρύδα. Καραμέλες βουτύρου.
<b>ΞΗΡΟΙ ΚΑΡΠΟΙ</b> 	Σε πολύ μικρές ποσότητες καρύδια, αμύγδαλα, κάστανα.	(Φυστίκια, φυστίκια Αιγίνης)	Αλατισμένοι ξηροί καρποί.
<b>ΡΟΦΗΜΑΤΑ</b> 	Καφές ή τσάι (2-3 ποτήρια την ημέρα). Αναψυκτικά light.	Φρουτοχυμοί. Οινοπνευματώδη (Κρασί ή μπύρα 1-2 ποτήρια την ημέρα)**	Σοκολατούχα ροφήματα. Ποτά, που περιέχουν βύνη. Αεριούχα ποτά.
<b>ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ</b> 	Όλα τα λαχανικά και όλα τα φρούτα.	Μπανάνες, σύκα, σταφύλια	Λαχανικά μαγειρεμένα σε ακατάλληλο λάδι ή λίπος. Αλατισμένα λαχανικά σε κονσέρβα.

# Λιπίδια

## Γλυκερίδια

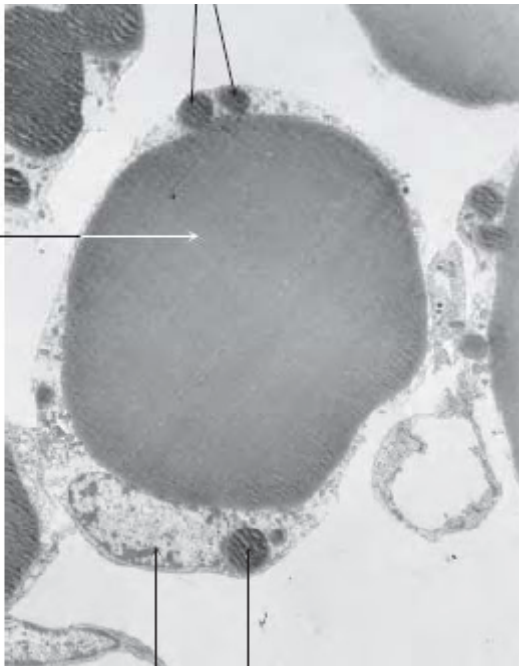




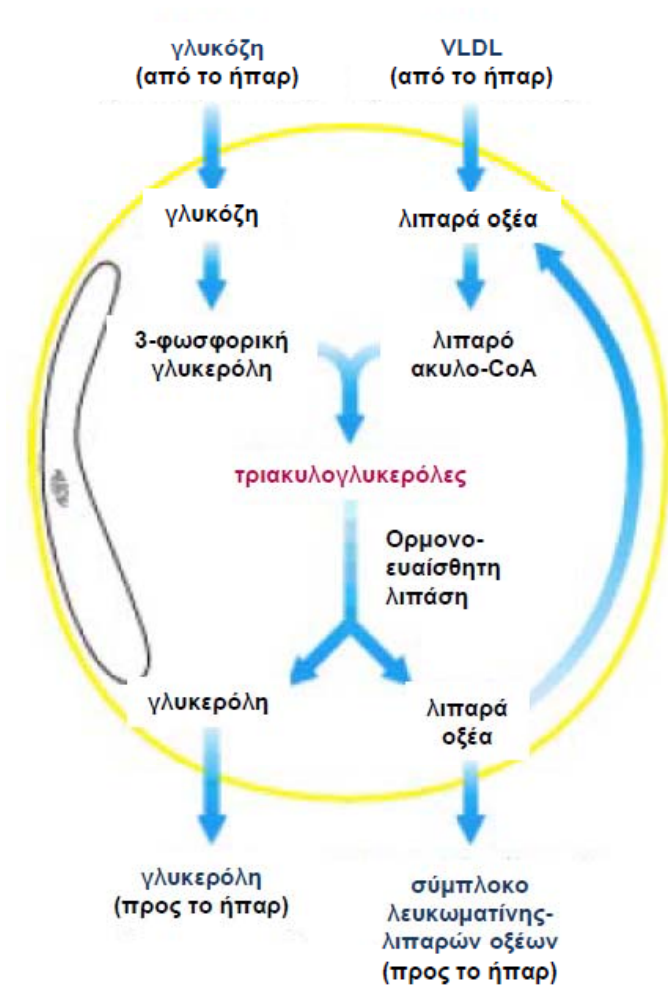
# Λιπίδια

Οι τριακυλογλυκερόλες που αποθηκεύονται στον λιπώδη ιστό είναι μία τεράστια δεξαμενή μεταβολικών καυσίμων. Ο λιπώδης ιστός εξειδικεύεται στην εστεροποίηση των λιπαρών οξέων και στην απελευθέρωσή τους από τις τριακυλογλυκερόλες. Τα λιπώδη κύτταρα χρειάζονται γλυκόζη για τη σύνθεση τριακυλογλυκερών. Το επίπεδο γλυκόζης μέσα στα λιπώδη κύτταρα είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει πότε απελευθερώνονται λιπαρά οξέα στο αίμα.

**Σταγόνα  
λίπους**



Λιποκύτταρο

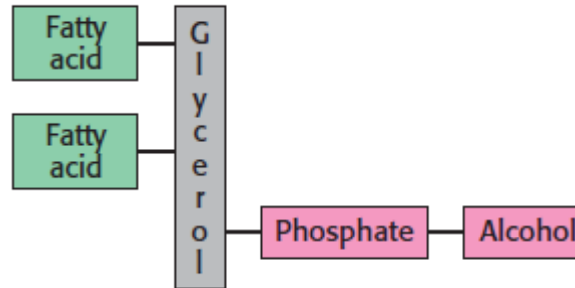


# Λιπίδια

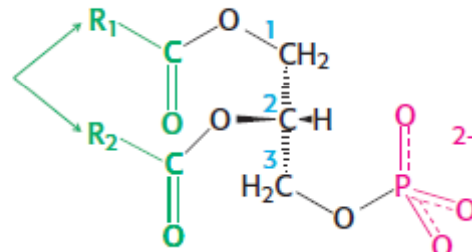
## Φωσφογλυκερίδια

Ρόλοι:

Δομικές μονάδες μεμβρανών  
Σηματοδοτικά μόρια



Υδρογονανθρακικές  
Αλυσίδες λιπαρών οξέων



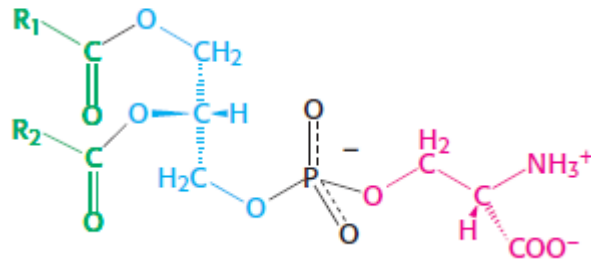
Φωσφατιδικό

Το απλούστερο φωσφογλυκερίδιο

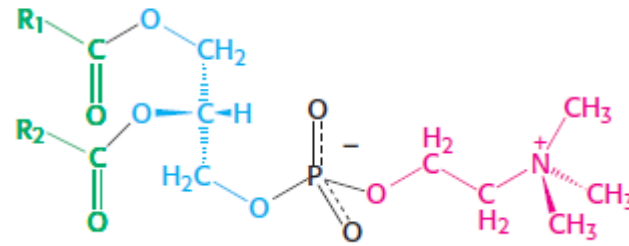


# Λιπίδια

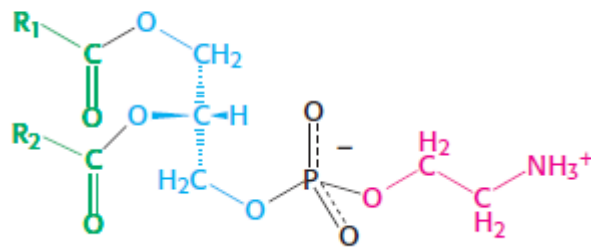
## Φωσφογλυκερίδια



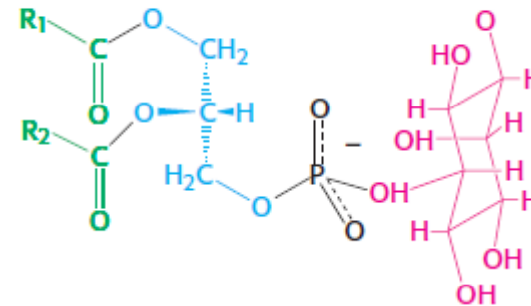
φωσφατιδυλο**σερίνη**



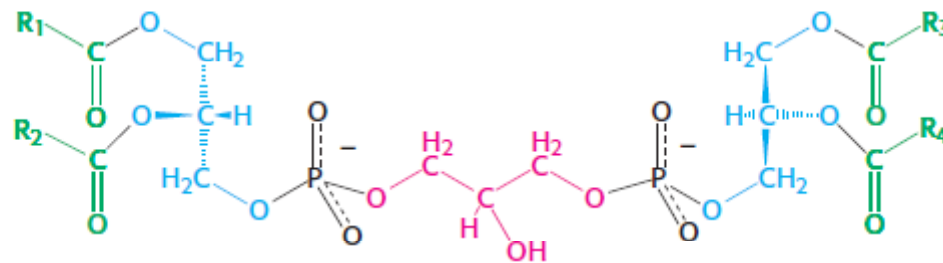
φωσφατιδυλο**χολίνη**



φωσφατιδυλο**αιθανολαμίνη**



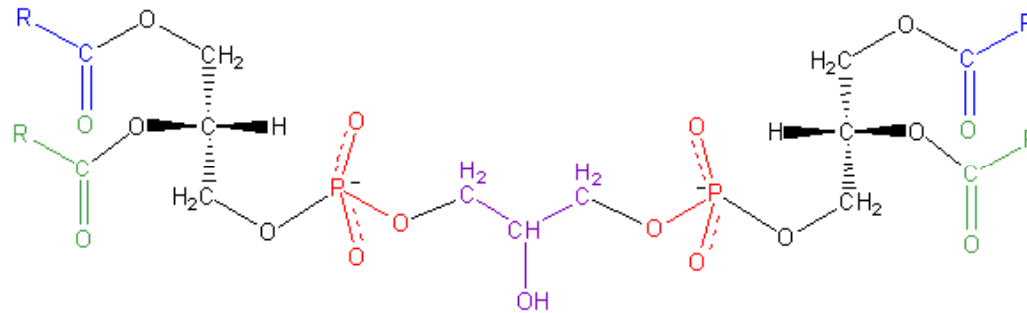
φωσφατιδυλο**ινοσιλόλη**



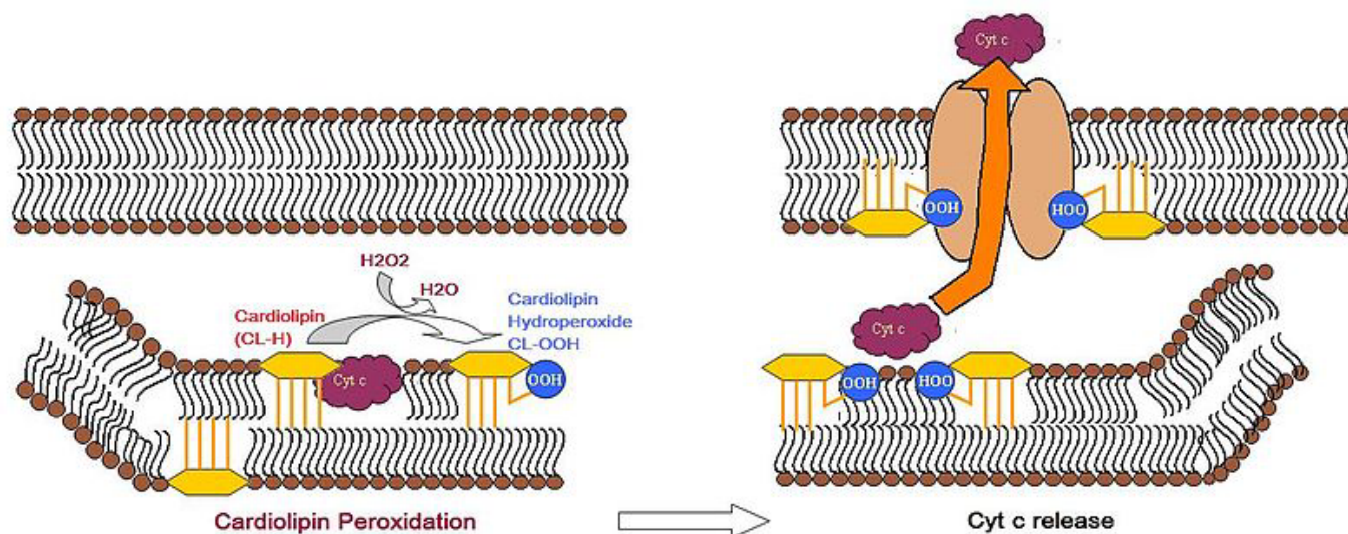
Διφωσφατιδυλο**γλυκερόλη** (καρδιολιπίνη)

# Λιπίδια

## Διφωσφατιδυλογλυκερόλη (καρδιολιπίνη)

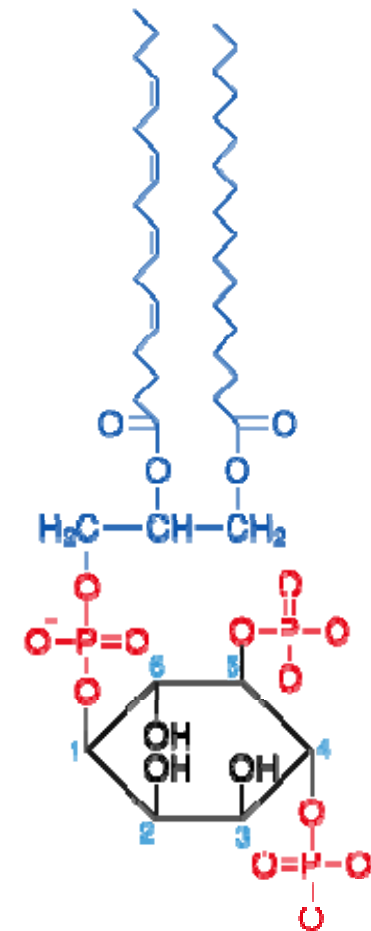
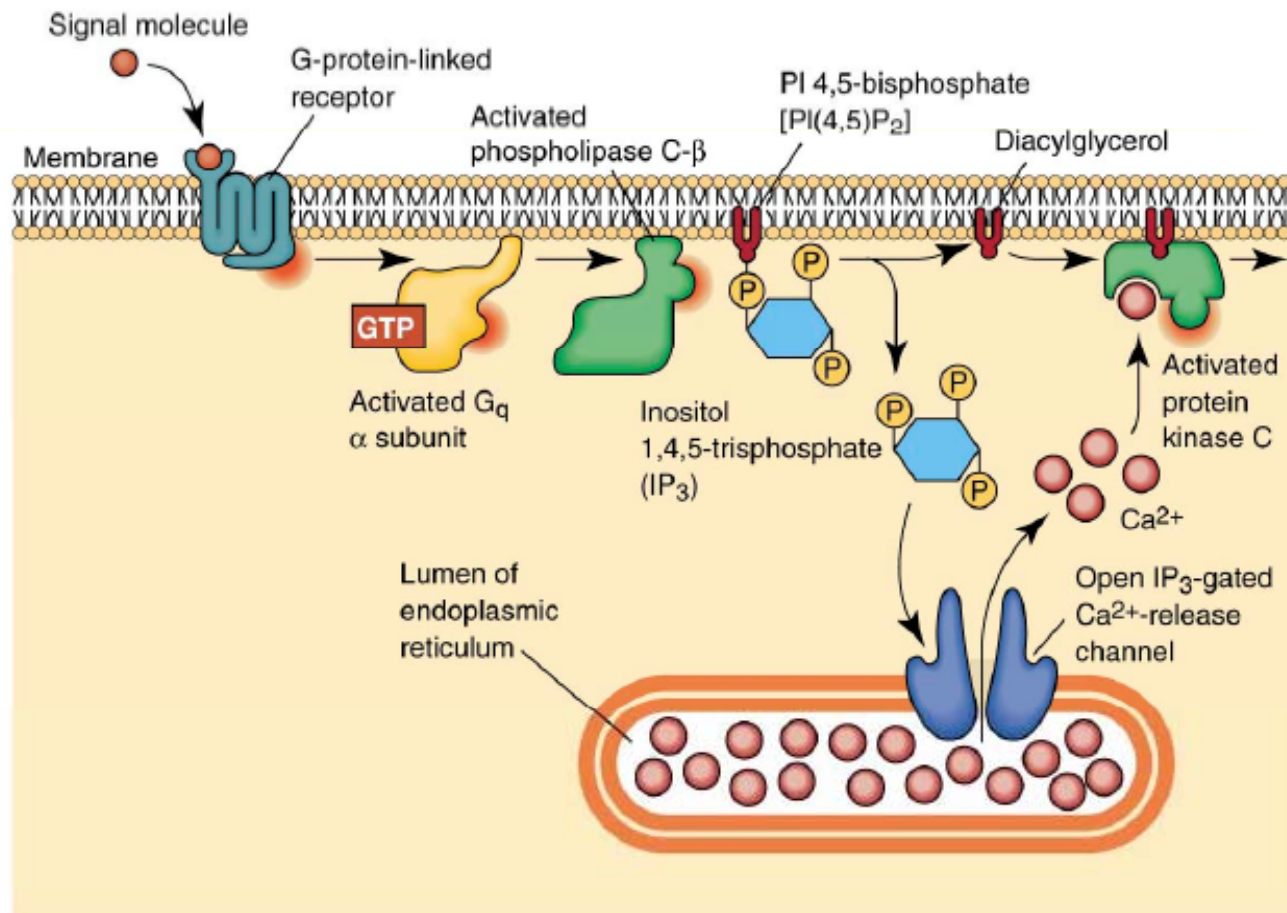


Η καρδιολιπίνη είναι ένα σημαντικό συστατικό της εσωτερικής μεμβράνης των μιτοχονδρίων στον άνθρωπο. Επίσης υπάρχει στη μεμβράνη πολλών βακτηρίων. Συμμετέχει στο μηχανισμό που επάγει την απόπτωση στα κύτταρα επιτρέποντας την εξαγωγή του κυτοχρώματος C από τα μιτοχόνδρια.

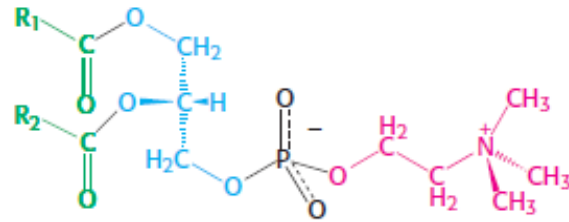


# Λιπίδια

Η 4,5-διφωσφορική φωσφατιδυλοϊνσιτόλη ( $PIP_2$ ) έχει σηματοδοτικό ρόλο σε ένα κύτταρο. Από αυτήν δημιουργούνται οι δεύτεροι αγγελιοφόροι 1,4,5-τριφωσφορική ινσιτόλη ( $IP_3$ ) και η διακυλογλυκερόλη (DAG).



# Λιπίδια

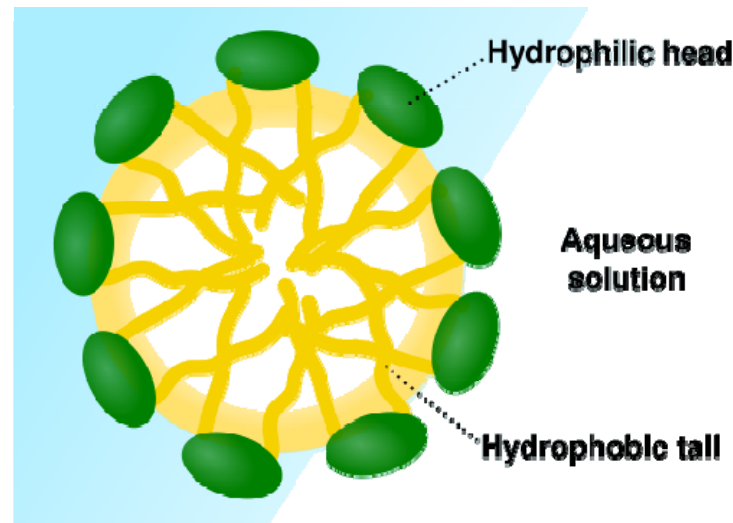


Φωσφατιδυλο**χολίνη** (λεκιθίνη)

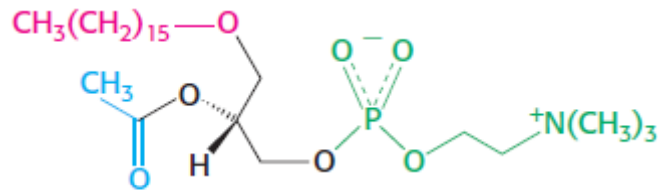
Η λεκιθίνη είναι ένα πρόσθετο τροφίμων το οποίο χρησιμοποιείται σαν γαλακτωματοποιητής. Τα μόρια λεκιθίνης μέσα σε ένα υδατικό διάλυμα σχηματίζουν μικκύλια. Αυτά εγκλωβίζουν το λίπος και έτσι συμβάλουν στη διασπορά του σε όλη την έκταση του τροφίμου. Έχει εφαρμογή στη ζαχαροπλαστική.



## Μικκύλιο



# Λιπίδια



## Παράγοντας ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων (PAF)

- Επάγει τη συγκόλληση των αιμοπεταλίων (σχηματισμός θρόμβου)
- Ενεργοποιεί τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος (φλεγμονή)

Η παρουσία μιας ακετυλικής ομάδας αντί μιας ακυλικής ομάδας με μακριά αλειφατική αλυσίδα στον C-2 αυξάνει την υδατοδιαλυτότητα του λιπιδίου αυτού και διευκολύνει τη δράση του στο υδάτινο περιβάλλον του αίματος.

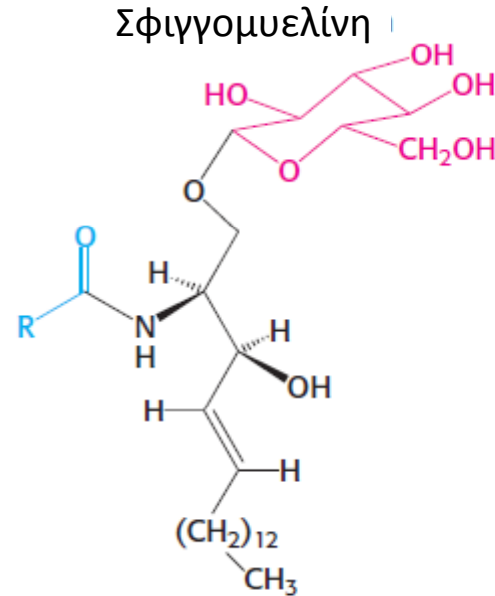
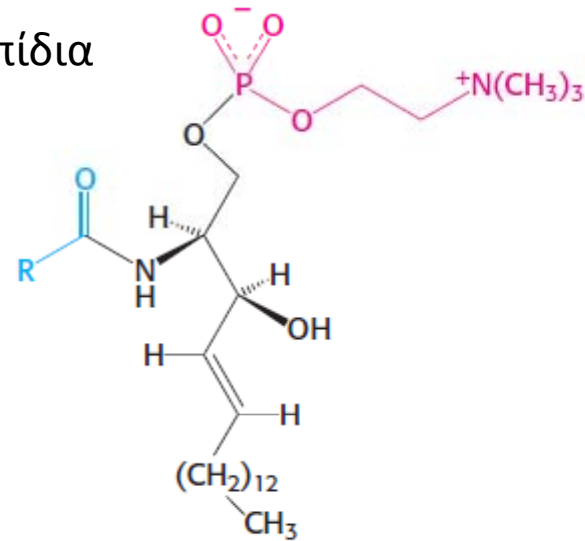
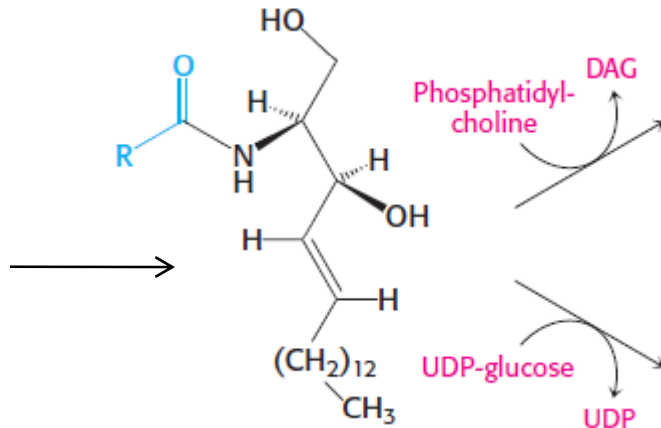
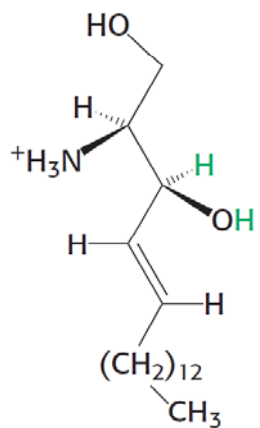
Η κατανάλωση **ω-3 λιπαρών οξέων** μεταβάλλει τη σύσταση των λιποειδών των μεμβρανών των κυττάρων που αποτελούν τις πρόδρομες ουσίες για τη βιοσύνθεση του **Παράγοντα Ενεργοποίησης Αιμοπεταλίων (PAF)**, επηρεάζοντας αρνητικά την παραγωγή του. Έτσι ο οργανισμός προστατεύεται από τον ισχυρότατο αυτό φλεγμονώδη παράγοντα που σχετίζεται άμεσα με χρόνιες ασθένειες φθοράς αλλά και καρδιαγγειακές ασθένειες





# Λιπίδια

Σφιγγολιπίδια



Γλυκολιπίδια

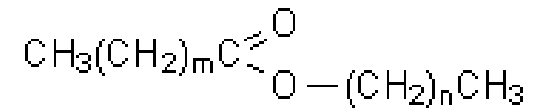
Γαγγλιοζίτες



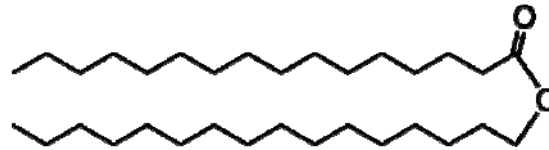


# Λιπίδια

## Κηροί

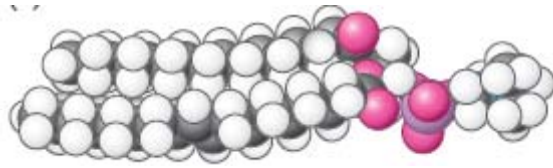


Οι κηροί είναι εστέρες λιπαρών οξέων με αλκοόλες μεγάλου μοριακού βάρους. Βρίσκονται στα ιχθυέλαια και ορισμένα φυτικά έλαια όπως το πυρηνέλαιο, το αραβοσιτέλαιο, το σογιέλαιο και το ρυζέλαιο.



# Λιπίδια

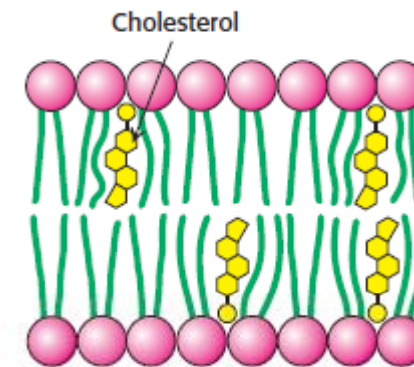
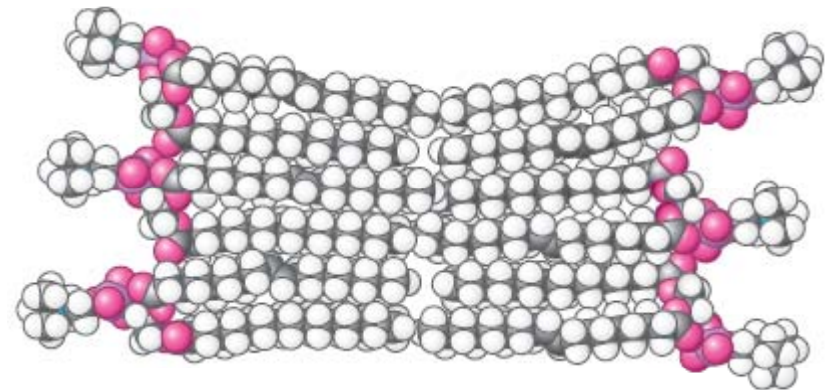
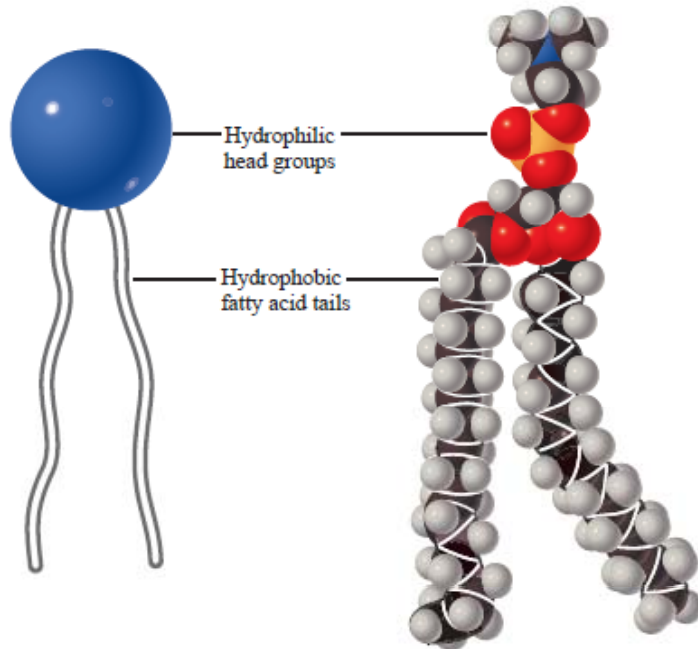
Φωσφολιπίδια



φωσφογλυκερίδιο

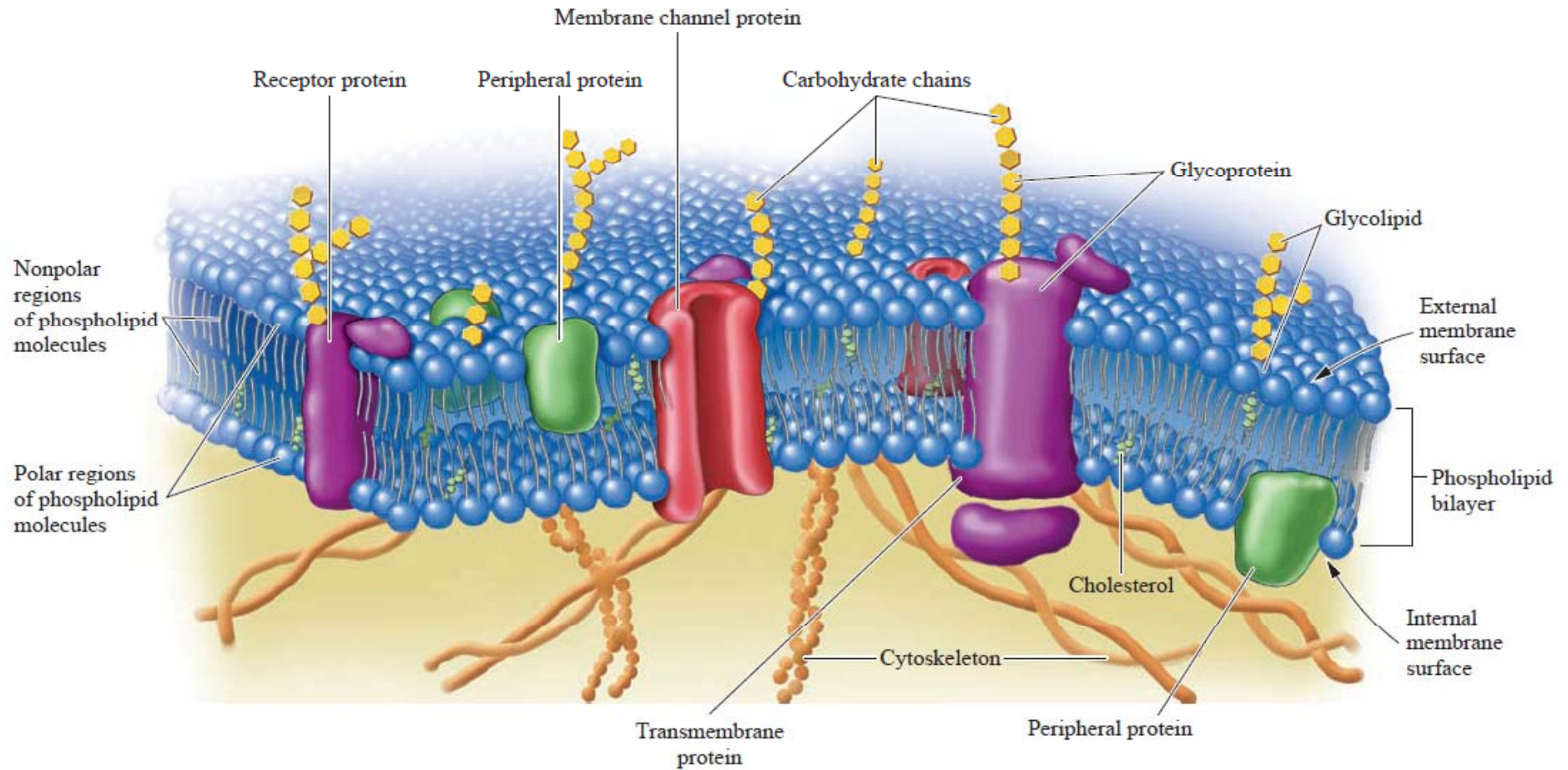


σφιγγολιπίδιο



# Λιπίδια

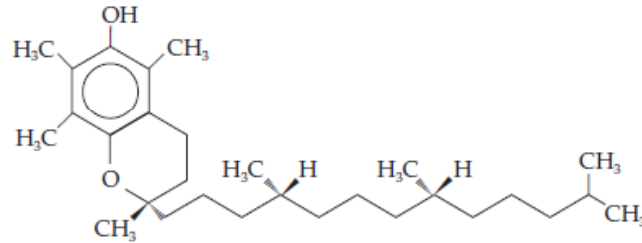
## Κυτταρική μεμβράνη



# Λιπίδια

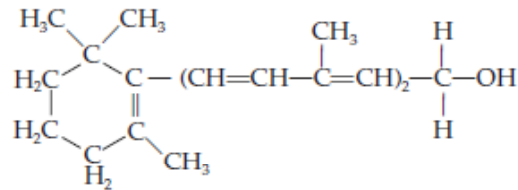
## Λιποδιαλυτές βιταμίνες

Βιταμίνη E  
Τοκοφερόλη



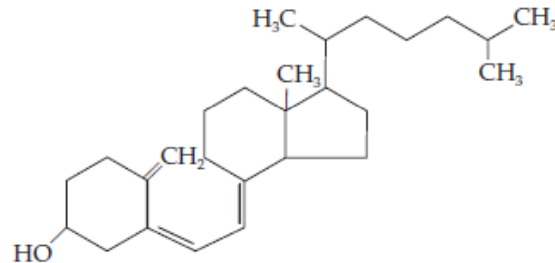
Βρίσκεται σε σχεδόν όλες τις λιπαρές ύλες

Βιταμίνη A



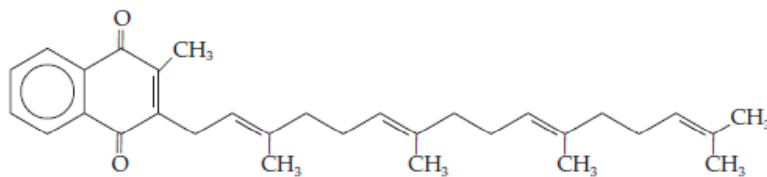
Βρίσκεται στο ηπατέλαιο, σε κρόκο αυγού, πράσινα και κίτρινα λαχανικά και φρούτα

Βιταμίνη D



Βρίσκεται στο ηπατέλαιο και γάλα. Παράγεται επίσης και στο δέρμα υπό την επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας

Βιταμίνη K



Βρίσκεται στο ήπαρ χοίρου, γάλα, αυγά και λαχανικά. Παράγεται επίσης και στο έντερο από τα εντερικά βακτήρια.

# Λιπίδια

## Φυσικές Ιδιότητες Λιπιδίων

### ➤ Σημείο τήξεως

- ❖ Λαμβάνεται η θερμοκρασία της τελείας διαύγασης του λίπους.

### ➤ Πολυμορφισμός

- ❖ Οι πολυμορφικές δομές είναι κρυσταλλικές φάσεις της ίδιας χημικής σύστασης που διαφέρουν μεταξύ τους στη δομή αλλά παράγουν την ίδια υγρή φάση κατά την τήξη. Η μορφή της δομής εξαρτάται από τον τρόπο κρυστάλλωσης (γρήγορη ή αργή ψύξη).

### ➤ Διαστολή

- ❖ Δείκτης στερεού λίπους (διαστολόμετρο) → Ειδικό όγκο → διαφορά πυκνότητας ανάμεσα σε υγρό και στερεό
- ❖ Ειδικός όγκος είναι μια ιδιότητα των υλικών που ορίζεται ως ο όγκος (σε κυβικά μέτρα) που καταλαμβάνει ένα κιλό της συγκεκριμένης ουσίας. Η μονάδα μέτρησης είναι ( $m^3/kg$ ).

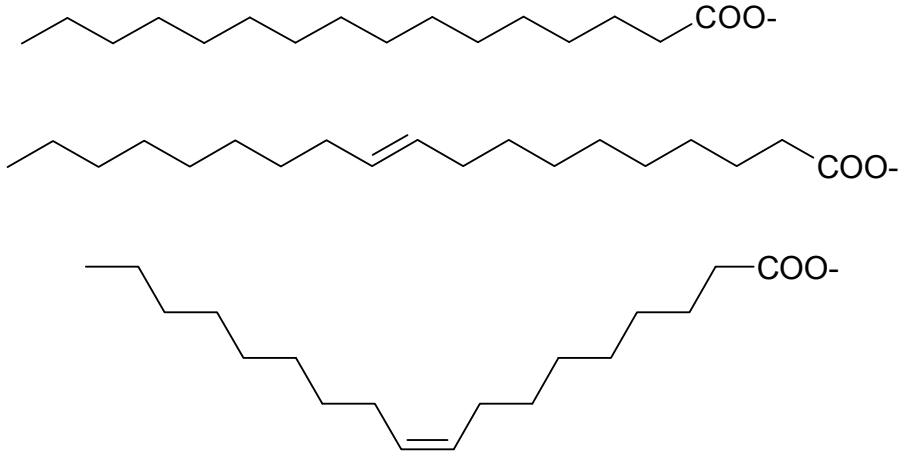


# Λιπίδια

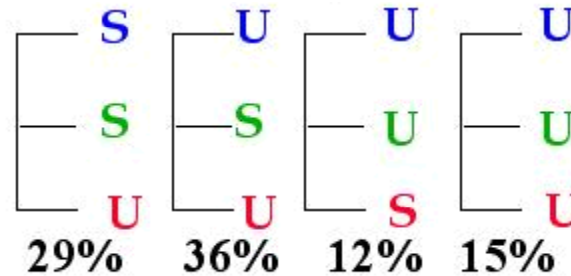
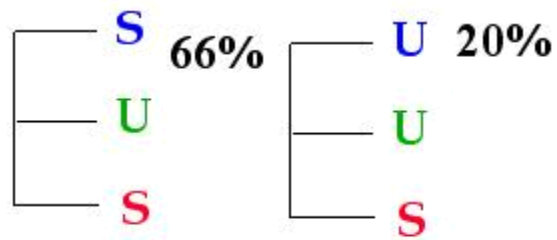
## Τήξη/Κρυστάλλωση Λιπιδίων

### Επίδραση αλυσίδας λιπαρού οξέος

$$\sigma.τ._{\text{κορ.}} \geq \sigma.τ._{\text{ακ, trans}} > \sigma.τ._{\text{ακ, cis}}$$



### Επίδραση σύστασης τριγλυκεριδίων

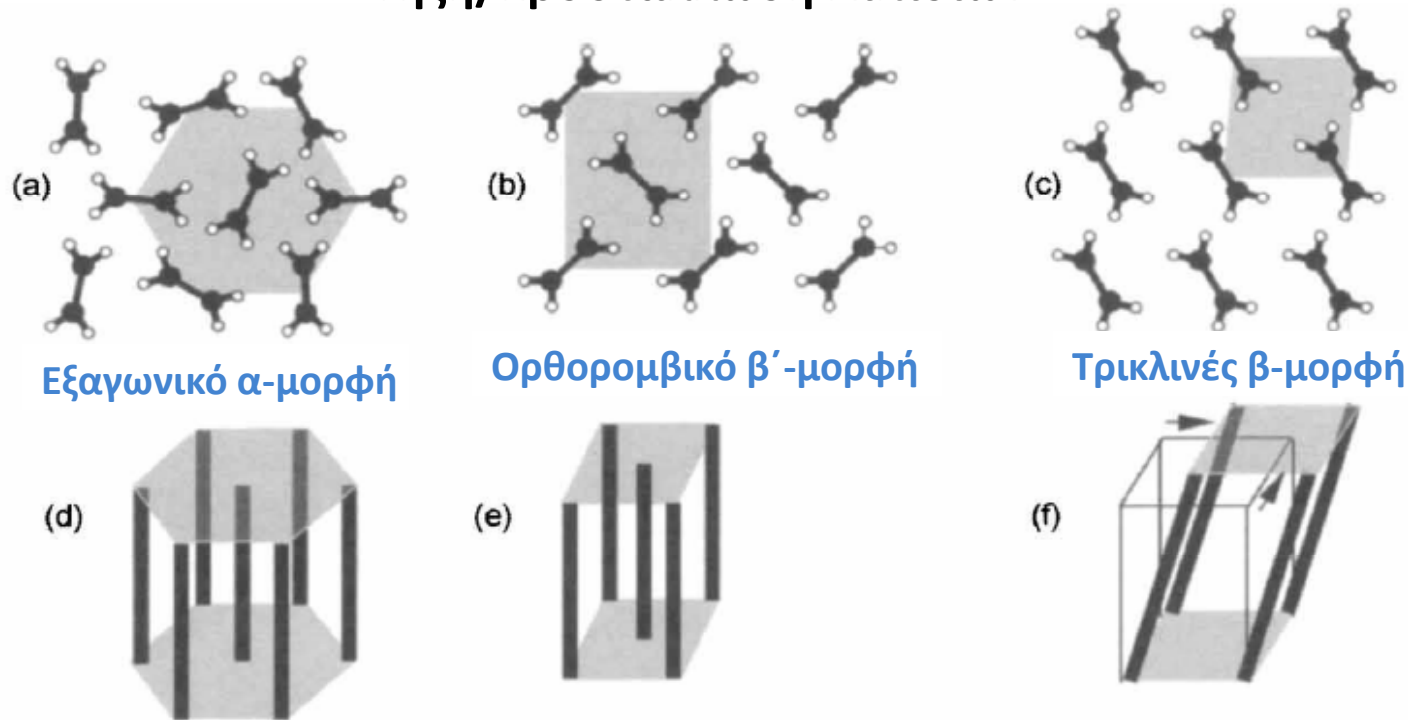


Βούτυρο κακάο: Τήκεται σε στενή περιοχή θερμοκρασιών (T σώματος)

Λαρδί: Μίγμα στερεού/υγρού σε ευρεία περιοχή θερμοκρασιών

# Λιπίδια

## Τήξη/Κρυστάλλωση Λιπιδίων



Από τις μορφές αυτές σταθερότερη είναι η β, ενώ οι ασταθείς α και β' μεταβάλλονται σε σταθερή μορφή β με την πάροδο του χρόνου. Με ταχεία ψύξη ρευστών γλυκεριδίων λαμβάνεται η ασταθής μορφή α και β', ενώ με βραδεία ψύξη λαμβάνεται η σταθερή β μορφή.

Η β μορφή έχει το υψηλότερο σημείο τήξεως και η α μορφή το χαμηλότερο.

Η διαφοροποίηση στην κρυσταλλική δομή επηρεάζεται από την καθαρότητα, τη θερμοκρασία, το ρυθμό ψύξης, την παρουσία πυρηνών κρυστάλλωσης, τους διαλύτες, την κατανομή λιπαρών οξέων και την ακορεστότητα.

# Λιπίδια

## Φυσικές Ιδιότητες Λιπιδίων (συνέχεια)

### ➤ Δείκτης διάθλασης

- ❖ Επιβεβαίωση ταυτότητας μιας λιπαρής ύλης
- ❖ κλίμακα 1,42-1,49/αριθμοί βουτυροδιαθλασόμετρου
- ❖ Ο δείκτης διάθλασης των λιπαρών σωμάτων αυξάνει με την αύξηση του μήκους της αλυσίδας των λιπαρών οξέων στα τριγλυκερίδια και με την αύξηση της ακορεστότητας.

### ➤ Ιξώδες

- ❖ Αυξάνεται όσο μεγαλώνει ο αριθμός ατόμων της αλυσίδας και μειώνεται όσο αυξάνεται ο ακόρεστος χαρακτήρας

# Λιπίδια

## Χημικές Ιδιότητες Λιπιδίων

### ➤ Αριθμός σαπωνοποίησης

- ❖ Είναι ο αριθμός των mg καυστικού καλίου που απαιτούνται για την πλήρη σαπωνοποίηση 1 g αυτής. Ο αριθμός σαπωνοποίησης είναι τόσο μεγαλύτερος, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του λιπαρού σώματος σε λιπαρά οξέα μικρού μοριακού βάρους και γι' αυτό αποτελεί ένα δείκτη του μέσου μοριακού βάρους των λιπαρών οξέων.

### ➤ Αριθμός Ιωδίου

- ❖ Είναι το % ποσοστό αλογόνου υπολογισμένο σε ιώδιο που μπορεί να απορροφηθεί από μια λιπαρή ύλη κάτω από ειδικές συνθήκες. Αποτελεί μέτρο του ακόρεστου χαρακτήρα ενός ελαίου.

### ➤ Αριθμοί Reichert-Meissl, Polenske, Kirschner

- ❖ Δίνουν το μέτρο της περιεκτικότητας μιας λιπαρής ύλης σε κατώτερα λιπαρά οξέα που είναι πτητικά.

### ➤ Αριθμός οξύτητας

- ❖ Είναι τα mg καυστικού καλίου που απαιτούνται για την εξουδετέρωση 1 g λιπαρής ύλης.

### ➤ Σταθερότητα

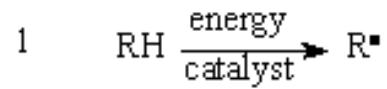
- ❖ Χρόνος παραμονής στο ράφι χωρίς να αλλοιωθούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

# Λιπίδια

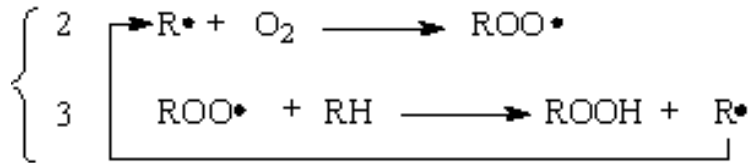
## Οξείδωση των Λιπιδίων

### Μηχανισμός

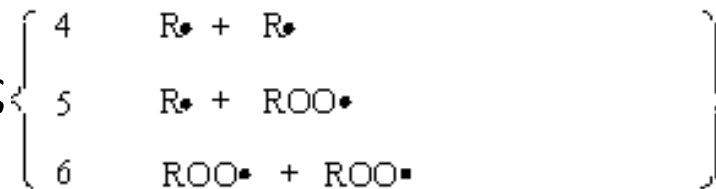
Έναρξη



Διάδοση

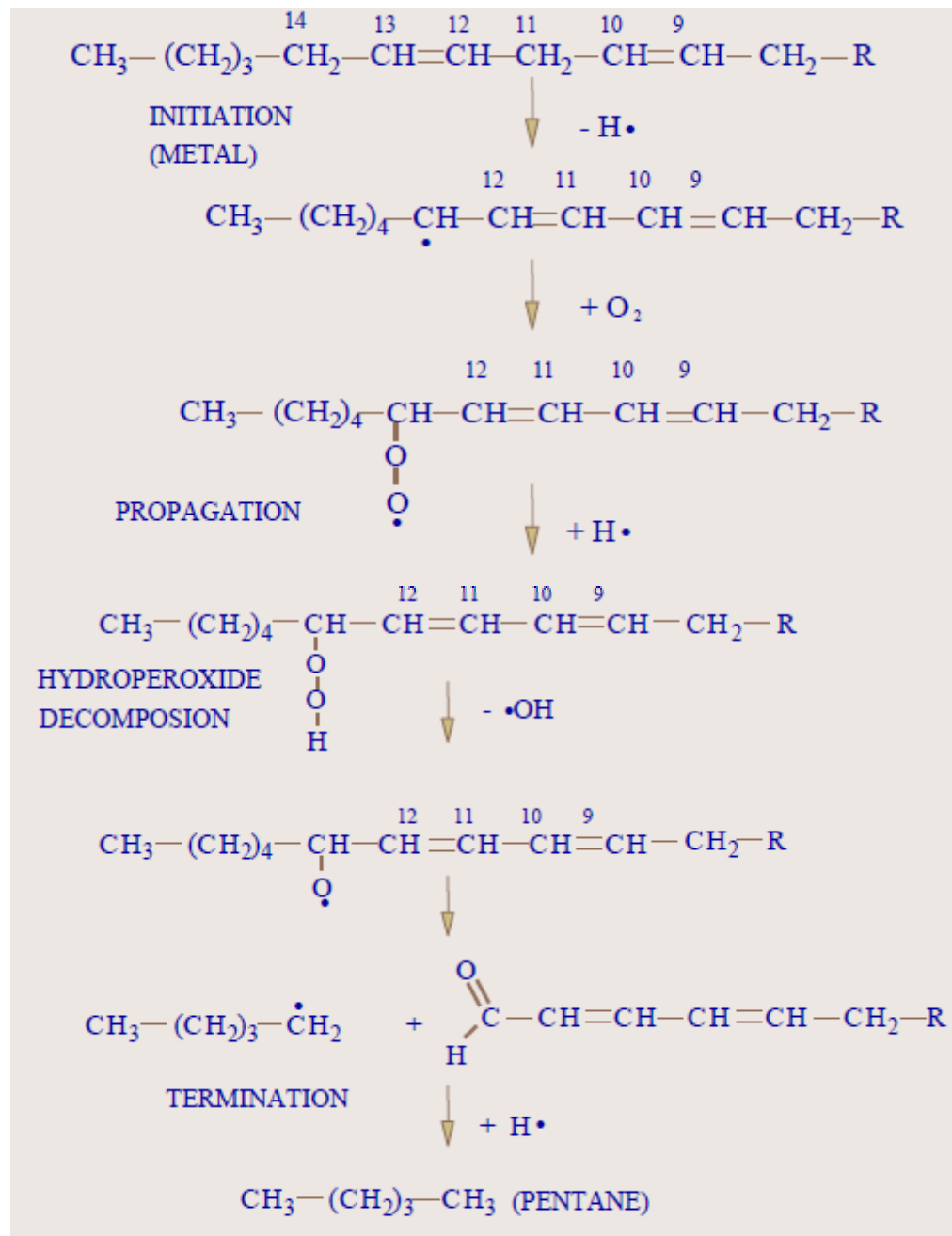


Τερματισμός



### Οξειδωτική τάγγιση

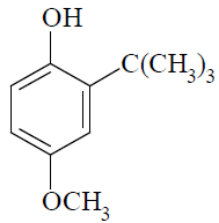
## Οξείδωση των Λιπιδίων



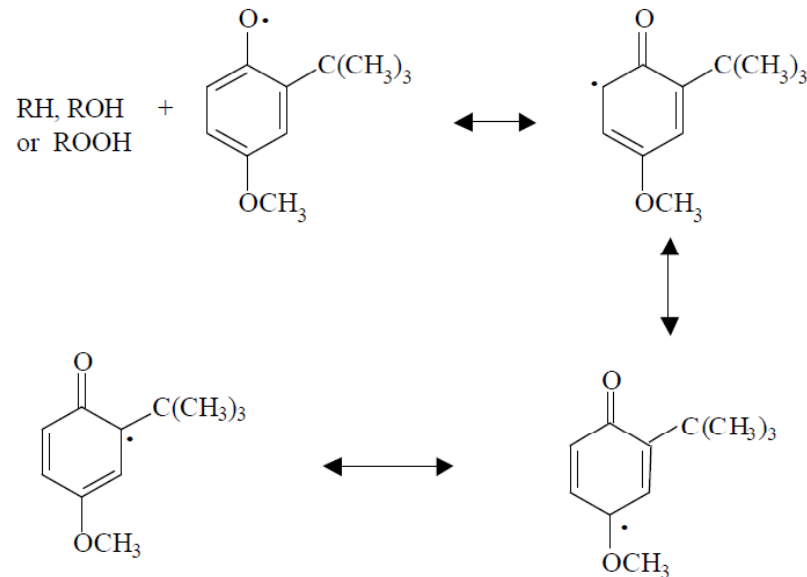
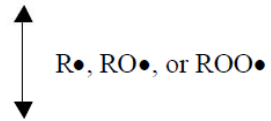


# Λιπίδια

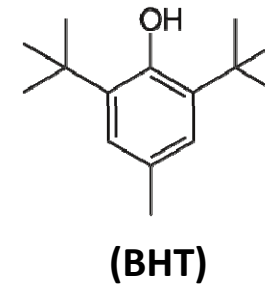
## Δράση αντιοξειδωτικών



Butylated  
Hydroxyanisole

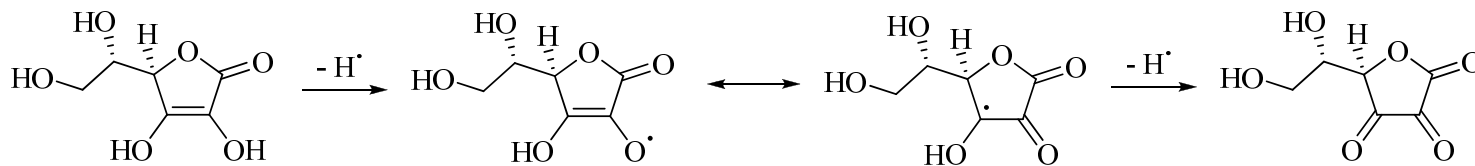
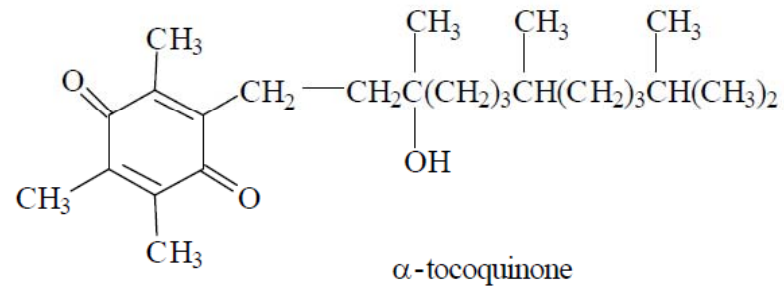
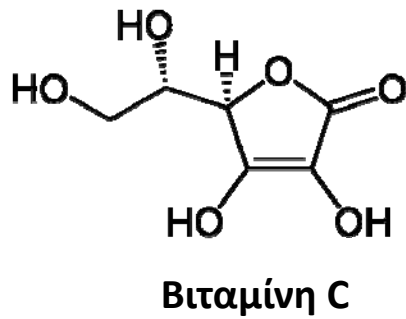
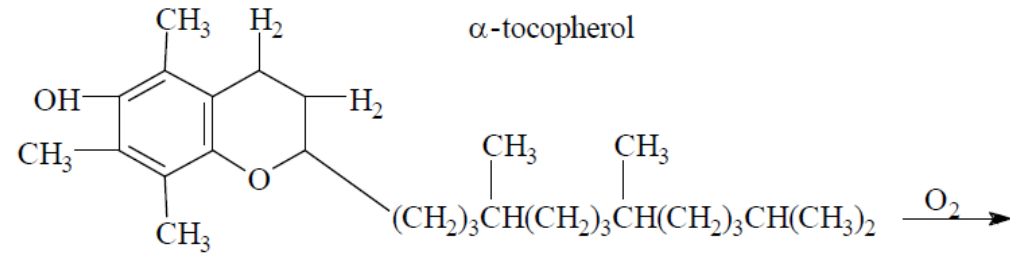
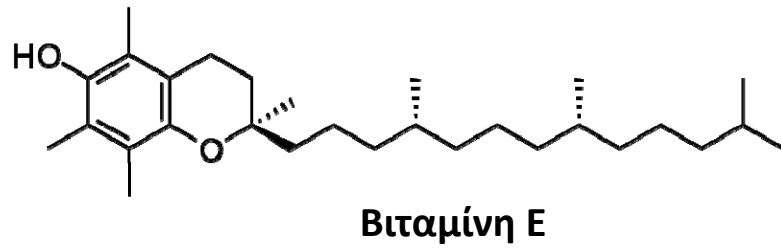


## Αντιοξειδωτικά



# Λίπδια

## Δράση αντιοξειδωτικών



# Λιπίδια

## Άλλες χημικές ιδιότητες

### ➤ Αναστροφή

- ❖ Ανάπτυξη δυσάρεστης οσμής και γεύσης πριν αυξηθεί σημαντικά ο αριθμός των υπεροξειδίων.
- ❖ Υπεύθυνο το λινολενικό οξύ (3Δ)

### ➤ Λιπόλυση

- ❖ Υδρόλυση του γλυκεριδίου προς ελεύθερα οξέα και γλυκερόλη
  - Με νερό (αργή διαδικασία εξαρτώμενη από pH και θερμοκρασία)
  - Με λιπάσες (γρήγορη διαδικασία σε ουδέτερο pH) → Λιπολυτική τάγγιση (ευνοείται σε χαμηλές θερμοκρασίας λόγω ενζυμικής σταθερότητας)

### ➤ Πολυμερισμός ( για ακόρεστα λιπαρά οξέα)

- ❖ Ευνοείται σε υψηλή θερμοκρασία (π.χ. τηγάνισμα)
- ❖ Ελάττωση της διατροφικής αξίας

# Λιπίδια

## Τεχνολογία Λιπών και Ελαίων Φυτικά λίπη και έλαια

### ➤ Παραλαβή

φυτικοί σπόροι → καθαρισμός (απομάκρυνση ξένων υλών όπως φύλλα, χώμα, πέτρες κ.α.) → αποφλοιώση και θραύση → θέρμανση και έκθλιψη σε πρέσες → εκροή λαδιού.

### ➤ Εξευγενισμός (το έλαιο γίνεται εδώδιμο)

- ❖ Καθίζηση και αποκομμίωση (Απομάκρυνση αιωρούμενων συστατικών πρωτεϊνικής φύσεως, υδατανθράκων, φωσφατιδίων)
- ❖ Εξουδετέρωση (με NaOH ή Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) → απαιτείται απομάκρυνση του σάπωνα
- ❖ Αποχρωματισμός (αποχρωστικός άνθρακας ή αποχρωστικές γαίες)
- ❖ Απόσμηση (θέρμανση σε υψηλό κενό)
- ❖ Απομαργαρίωση (απομάκρυνση συστατικών με υψηλό σ.τ. γίνεται με ψυξη, κρυστάλλωση και διήθηση)

### ➤ Υδρογόνωση - γαλακτοματοποίηση

- ❖ Παραγωγή στερεού προϊόντος