



# ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ

Τρασανίδου Λευκοθέα, Χημικός MSc

ΔΙΕΚ ΣΙΝΔΟΥ

26/4/23 ΚΑΙ 3/5/2023

# ΛΙΠΙΔΙΑ

- ❖ Χημική Σύσταση
- ❖ Γλυκερίδια- φωσφολιπίδια
- ❖ Λίπη και Έλαια
- ❖ Διάσπαση Λιπών
- ❖ Σύνθεση λιπαρών οξέων
- ❖ Τερπένια - τερπενοειδή
- ❖ Χοληστερόλη



## Χημική Σύσταση Λιπιδίων

Τα λιπίδια, είναι χημικές ενώσεις-βιομόρια που συναντώνται στους οργανισμούς και έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό ότι **είναι αδιάλυτα στο νερό**, ενώ διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες (αιθέρας, βενζόλιο κ.α).

## Ρόλος Λιπιδίων

Ποιος είναι ο **ρόλος των λιπιδίων** στον οργανισμό μας;

- Ως δομικά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών
- Λιπαποθήκες σακχάρων (ενεργειακές αποθήκες)- πηγή ενέργειας στον άνθρωπο
- Συμμετέχουν στα προστατευτικά περιβλήματα οργάνων (προστατευτικός μανδύας)
- Παίρνουν μέρος στους μηχανισμούς της ανοσίας
- Βιταμίνες A,D,E,K, και διάφορες ορμόνες ανήκουν στα λιπίδια
- Λιποπρωτεΐνες (έλεγχος διαπερατότητας ουσιών δια μέσου μεμβρανών) και Γλυκολιπίδια

# Ταξινόμηση λιπιδίων

## Απλά

- Λίπη
- Έλαια
- Κήροι (κεριά)

Εστέρες λιπαρών οξέων και αλκοολών

Σε θερμοκρασία δωματίου:

- Τα **έλαια** είναι σε **υγρή μορφή** (υγρά λιπίδια)
- Τα **λίπη** είναι σε **στερεά μορφή** (στερεά λιπίδια)

## Σύνθετα

- Φωσfolιπίδια (λιπίδιο με φωσφορική ομάδα)
- Γλυκολιπίδια (σάκχαρα με λιπίδια)
- Λιποπρωτεΐνες (λιπίδια με πρωτεΐνες)

Εστέρες λιπαρών οξέων που έχουν στο μόριό τους επιπλέον και κάποια άλλη ομάδα.

# ΛΙΠΗ & ΕΛΑΙΑ

Ανάλογα με την προέλευση τους οι λιπαρές ουσίες διακρίνονται σε :

## Φυτικά λίπη/έλαια

- Φυτικά λίπη (βούτυρο κακάο)
- Φυτικά έλαια (ελαιόλαδο, βαμβακέλαιο)

Τα φυτικά λίπη και έλαια περιέχονται σε σημαντικές ποσότητες σε ορισμένους φυτικούς σπόρους και καρπούς, από τους οποίους εξάγονται με έκθλιψη ή με εκχύλιση με τη βοήθεια οργανικών διαλυτών.

## Ζωϊκά λίπη/ έλαια

- Ζωϊκά λίπη (βούτυρο γάλακτος)
- Έλαια ψαριών (ιχθυέλαια)

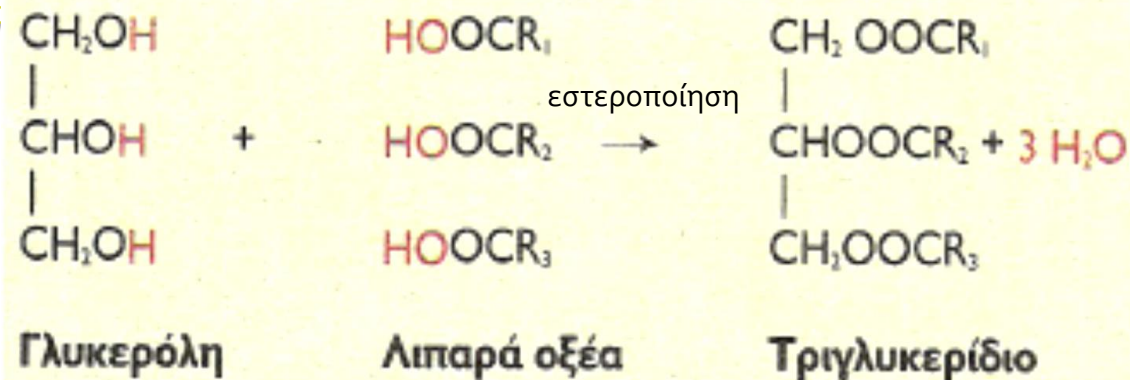
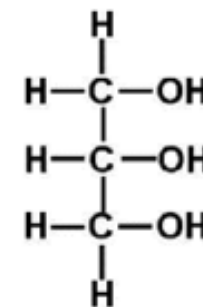
Τα ζωϊκά λίπη και έλαια περιέχονται σε όλους σχεδόν τους ζωϊκούς ιστούς και όργανα, κυρίως εντός του μυελού των οστών καθώς και σε στρώματα κάτω από την επιδερμίδα από όπου και εξάγονται κυρίως με τήξη.

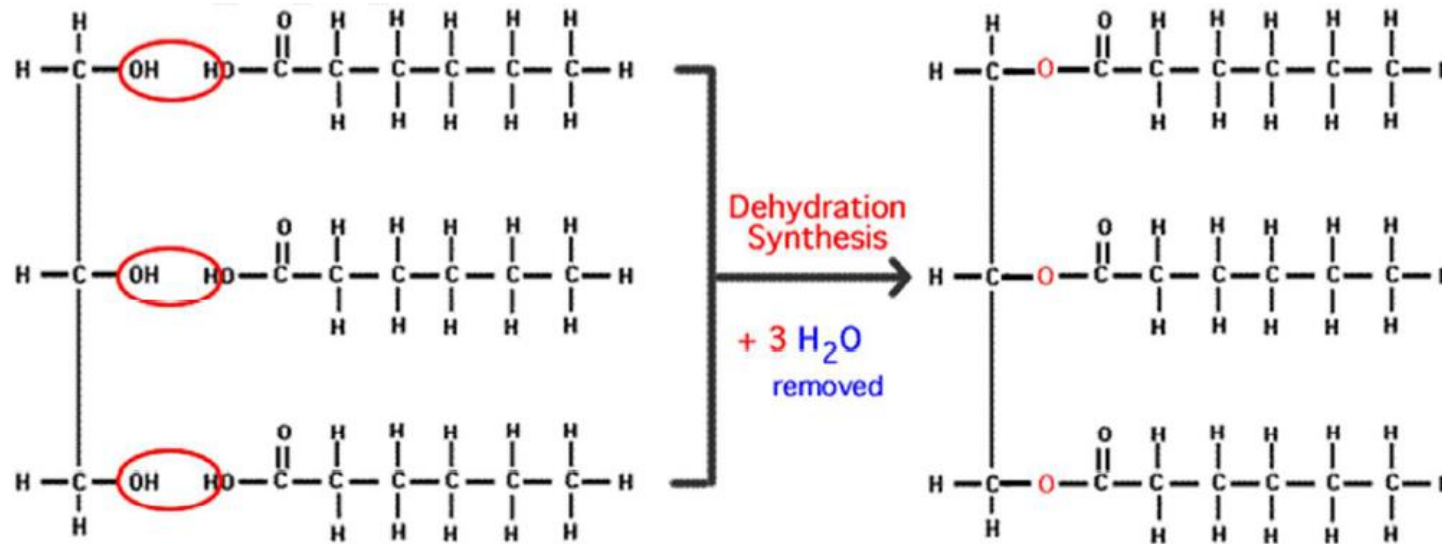
## Χημική Δομή των λιπών

Πώς σχηματίζονται  
οι εστέρες;

Τα λίπη από άποψη χημικής δομής ανήκουν στους **εστέρες**, και συγκεκριμένα είναι εστέρες της γλυκερόλης (γλυκερίνη) με διάφορα λιπαρά οξέα.

Η **γλυκερόλη (γλυκερίνη)** ως τρισθενής αλκοόλη (βλ. σχήμα) μπορεί να εστεροποιήσει ένα, δύο ή και τα τρία υδροξύλια σχηματίζοντας μονοεστέρες, διεστέρες ή τριεστέρες αντίστοιχα. Οι ενώσεις που προκύπτουν είναι γνωστές ως μονογλυκερίδια, διγλυκερίδια και τριγλυκερίδια ή ουδέτερα λίπη.





Γλυκερόλη




Λιπαρά οξέα

Τριγλυκερίδιο

- Το είδος των λιπαρών οξέων που συνδέονται στο μόριο της γλυκερόλης έχει μεγάλη σημασία για την ποιότητα των λιπών και των ελαίων.
- Σε ένα τριγλυκερίδιο τα λιπαρά οξέα μπορεί να είναι όμοια, μπορεί όμως να είναι και διαφορετικά (πιο σύνηθες).
- Για παράδειγμα το ελαιόλαδο αποτελείται από τριγλυκερίδια που προκύπτουν από το ελαϊκό οξύ, το παλμιτικό οξύ, το στεατικό οξύ, το λινελαϊκό οξύ.

# ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

- Αποτελούν τους δομικούς λίθους των λιπιδίων.
- Είναι μονοκαρβοξυλικά οξέα (-COOH) με μακριά ανθρακική αλυσίδα με άρτιο αριθμό ατόμων C.
- Μπορεί να είναι **κορεσμένα ή ακόρεστα (μονοακόρεστα και πολυακόρεστα)**
- Αποτελούν το 35-40% της ενέργειας που λαμβάνεται από την διατροφή.

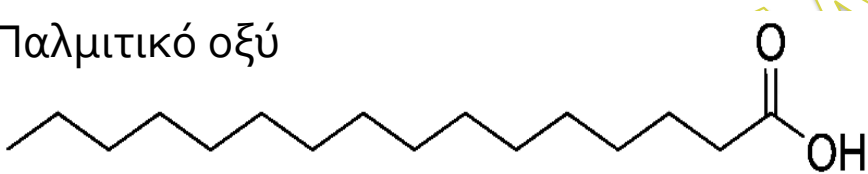
ΤΥΠΟΙ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ (ανάλογα με τον αριθμό των διπλών δεσμών)	
	Κορεσμένο (κανένας δεσμός)
	Μονοακόρεστο (1 δεσμός)
	Πολυακόρεστο (>1 δεσμού)



## Κορεσμένα Λιπαρά οξέα

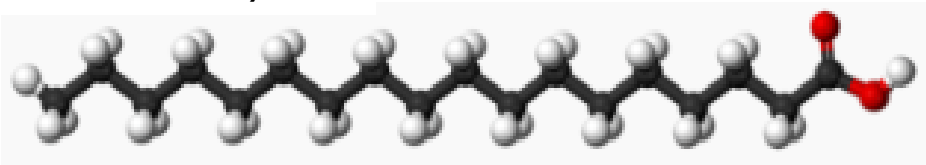
- Αποτελούνται μόνο από απλούς δεσμούς στην ανθρακική αλυσίδα.
- Κυριότερα κορεσμένα λιπαρά οξέα: Βουτυρικό (C<sub>4</sub>), λαυρικό ή δαφνικό (C<sub>12</sub>), μυριστικό (C<sub>14</sub>), παλμιτικό (C<sub>16</sub>) και στεατικό (C<sub>18</sub>).

Παλμιτικό οξύ



Συναντάται στα περισσότερα ζωικά και φυτικά λίπη. Αποτελεί ένα από τα κύρια λιπαρά οξέα του φοινικέλαιου, περιέχεται στο κερύ των μελισσών, στο λίπος της φάλαινας, στο γάλα κ.α

Στεατικό οξύ

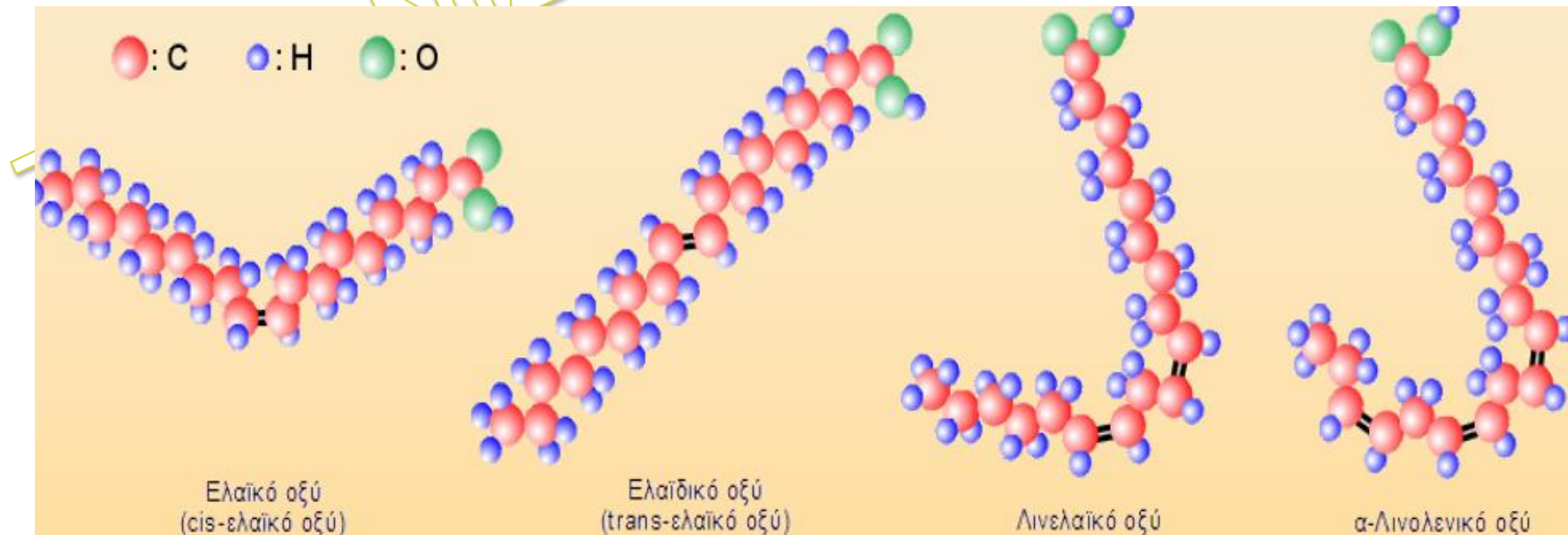


Το όνομα του προέρχεται από την ελληνική λέξη "στέαρ" που σημαίνει λίπος.

Χρήση του στεατικού οξέος ως επιφανειοδραστικός παράγοντας στα καλλυγτικά

## Ακόρεστα Λιπαρά οξέα

- Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα εμφανίζουν και διπλό δεσμό στο μόριό τους. Λόγω του διπλού δεσμού που περιέχουν **σχηματίζουν γωνίες στον χώρο**. (βλ. «κάμψη» στην εικόνα).
- Εάν σχηματίζεται ένας διπλός δεσμός μεταξύ δύο ατόμων άνθρακα στην αλυσίδα, το οξύ λέγεται **μονοακόρεστο**.
- Εάν στο μόριο του οξέος υπάρχουν δύο ή περισσότεροι διπλοί δεσμοί, το οξύ λέγεται **πολυακόρεστο**.



## Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα

### ΜΟΝΟΑΚΟΡΕΣΤΑ

Μυριστελαϊκό	14	9	Βούτυρο, ζωικά λίπη, ιχθυέλαια
Παλμιτελαϊκό	16	9	Σε όλες σχεδόν τις λιπαρές ύλες
Ελαϊκό	18	9 (cis)	Σε όλες τις λιπαρές ύλες
Ελαϊδικό	18	9 (trans)	Βούτυρο, ζωϊκά, υδρογονωμένα
Βαξενικό	18	11 (trans)	Ζωϊκά, υδρογονωμένα
Πετροσελινικό	18	9	Πετροσέλινο
Γαδελαϊκό	20	6	Υδρογονωμένα, ιχθυέλαια
Ερουκικό	22	13 (cis)	Κραμβέλαιο, <b>Έλαια</b> του ερουκικού οξέος ( <b>έλαιο</b> του <b>κολτσά</b> , σιναπέλαιο)

## Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

### ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΑ

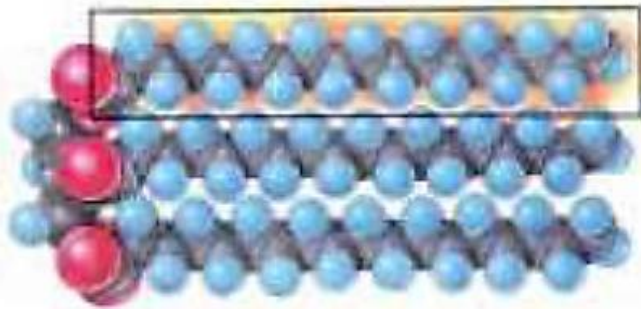
Λινελαϊκό	18	9, 12 (cis-cis)	Σε όλες τις λιπαρές ύλες
Λινελαϊδικό	18	9, 12 (cis-trans)	Υδρογονωμένα
Λινολενικό	18	9, 12 (όλοι cis)	Σε όλες τις λιπαρές ύλες
Ελαιοστεατικό	18	7, 9, 11 συζυγείς	Τουγκέλαιο (tung oil)
Αραχιδονικό	20	5, 8, 11, 14	Λιπίδια οργάνων (συκώτι, καρδιά, κ.λπ.)



## Γιατί τα λίπη είναι στερεά και τα έλαια υγρά σε θερμοκρασία δωματίου;

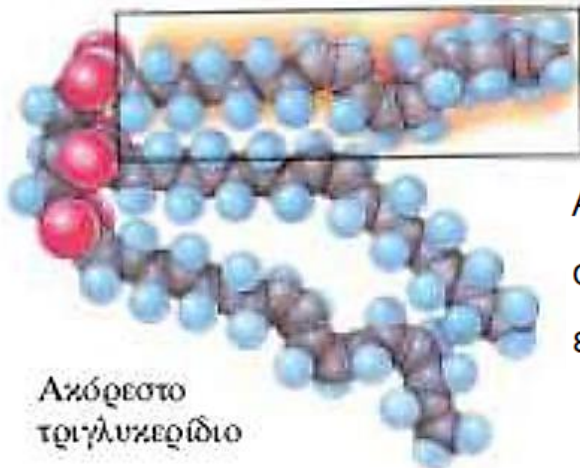
Φυσική κατάσταση  
λιπαρών οξέων

Ο βαθμός ακορεστότητας των λιπαρών οξέων επηρεάζει τη θερμοκρασία στην οποία λιώνει μια λιπαρή ουσία (σημείο τήξης): όσο πιο πολλούς διπλούς δεσμούς έχει ένα λιπαρό οξύ τόσο πιο ρευστή είναι η λιπαρή ύλη σε θερμοκρασία δωματίου.



Οι αλυσίδες των κορεσμένων λιπαρών οξέων στοιβάζονται η μια πολύ κοντά στην άλλη, με αποτέλεσμα το «πακετάρισμα» των μορίων να είναι πολύ σφιχτό και τα κορεσμένα λίπη να είναι στερεά σε συνηθισμένες συνθήκες.

ΤΡΑΣΑΝΙΣ  
ΛΕΥΚΟΘΕΑ



Αντίθετα οι διπλοί δεσμοί των ακόρεστων λιπαρών οξέων προκαλούν κάμψεις στις ανθρακικές αλυσίδες, με αποτέλεσμα το «πακετάρισμα» των μορίων να είναι πιο χαλαρό και τα ακόρεστα λίπη να είναι υγρά σε συνηθισμένες συνθήκες.

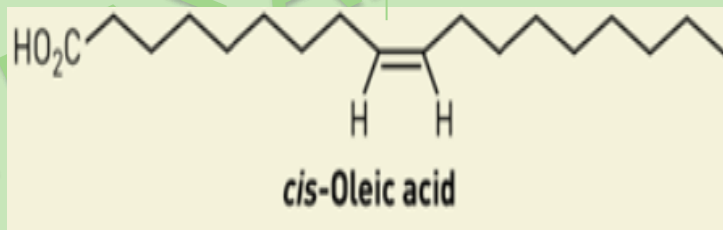
Ακόρεστο  
τριγλυκερίδιο

# Cis και trans ισομερή των ακόρεστων λιπαρών οξέων

Ανάλογα με τη γεωμετρία του διπλού δεσμού, έχουμε:

## Cis – ισομερές

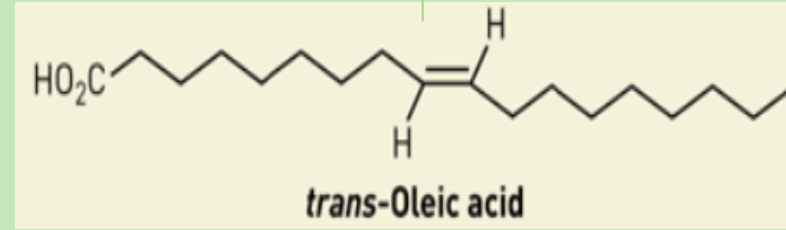
Τα άτομα του H  
βρίσκονται στην ίδια  
πλευρά του διπλού  
δεσμού



Τα cis λιπαρά οξέα είναι φυσικής προέλευσης π.χ ελαιόλαδο

## Trans – ισομερές

Τα άτομα του H  
βρίσκονται σε  
αντίθετες πλευρές  
του διπλού δεσμού

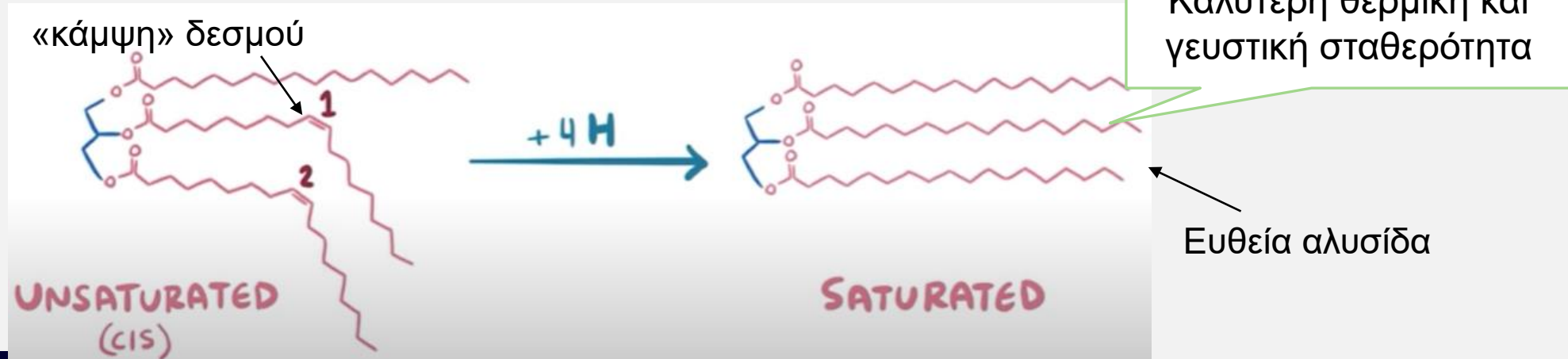


Τα trans λιπαρά οξέα προκύπτουν κατά την επεξεργασία των τροφών.

# Υδρογόνωση (μετατροπή cis → trans)



Προσθήκη υδρογόνου στους διπλούς δεσμούς (ακόρεστα) και μετατροπή τους σε απλούς δεσμούς (κορεσμένα).



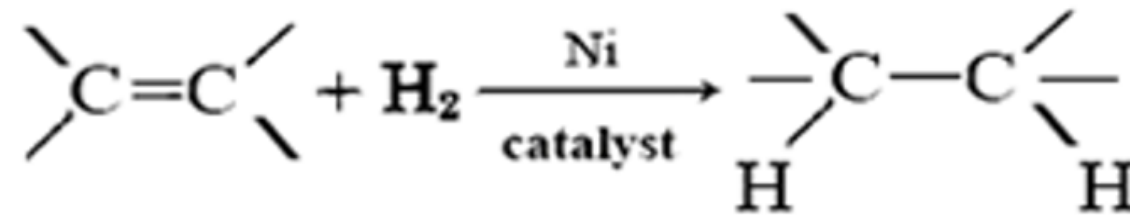
Μετατροπή φυτικών ελαίων σε μαργαρίνες

## Προσοχή!

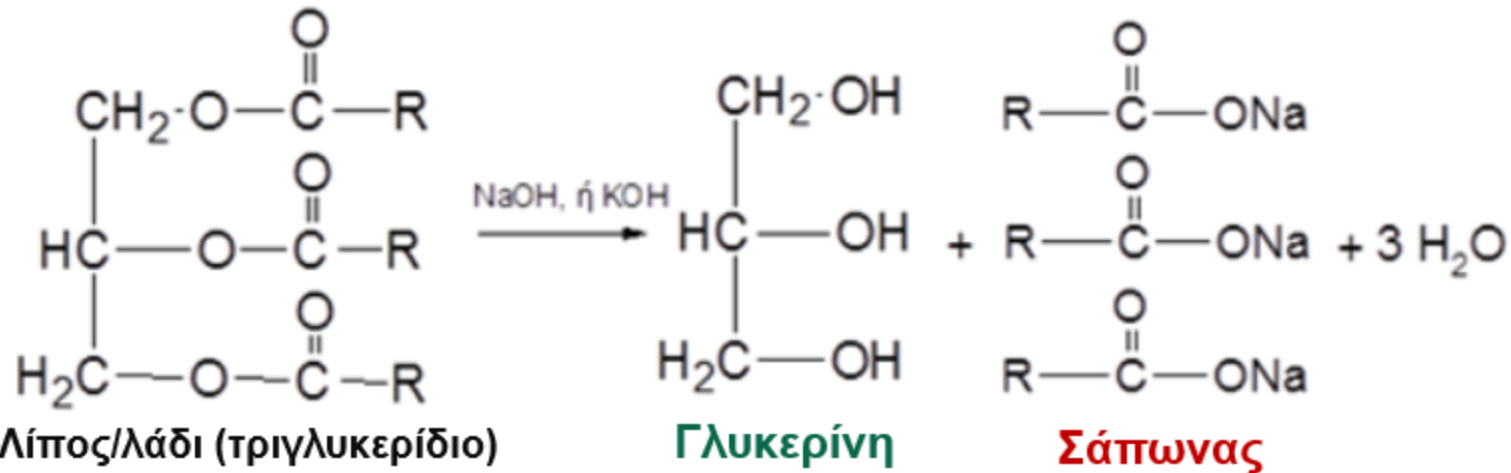
Κατά την υδρογόνωση παράγονται ~40% trans λιπαρά.

Επιστημονικές μελέτες έχουν αποδείξει πως τα τρανς λιπαρά έχουν κακή επίδραση στον οργανισμό και πρέπει να αποφεύγονται!

- Η υδρογόνωση έχει χρησιμοποιηθεί τον τελευταίο αιώνα **κυρίως στην παραγωγή μαργαρίνης** και παραμένει ακόμα και σήμερα μια σημαντική διαδικασία για την τροποποίηση των βρώσιμων ελαίων, παρά τις ανησυχίες για τις ανεπιθύμητες ιδιότητες των trans λιπαρών οξέων στον ανθρώπινο οργανισμό.
- Μια αντίδραση υδρογόνωσης παρουσία καταλύτη, αρχικά αντιδρά με τον διπλό δεσμό και τον κάνει κορεσμένο όπως φαίνεται και στην αντίδραση



## Αντίδραση Σαπωνοποίησης (Υδρόλυσης)





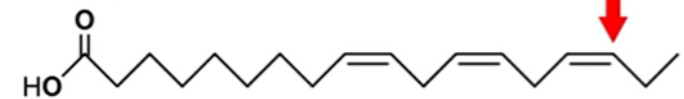
## ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

- Δεν τα συνθέτει ο οργανισμός, οπότε πρέπει να λαμβάνονται μέσω της τροφής.
- Είναι πολυακόρεστα λιπαρά οξέα φυσικής προέλευσης.
- Έχουν καθοριστικό ρόλο για πολλές σημαντικές λειτουργίες του οργανισμού (αρτηριακή πίεση, κυτταρικές λειτουργίες, όραση, νευρολογική εξέλιξη κ.α)



### $\omega$ -3 λιπαρά οξέα:

Ο 3<sup>ος</sup> C από το τέλος της αλυσίδας συμμετέχει σε διπλό δεσμό



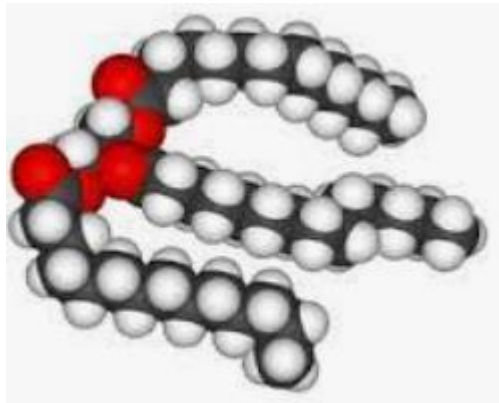
Γενικά, τα λιπαρά που λαμβάνονται μέσα από τη διατροφή αποτελούν την πιο συμπυκνωμένη πηγή ενέργειας για τον οργανισμό.

Αποτελούν θρεπτικές ύλες υψηλής ενεργειακής αξίας, περιέχουν λιποδιαλυτές βιταμίνες και απαραίτητα λιπαρά οξέα. Καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών αναγκών του οργανισμού, παρέχοντας περίπου 2.5 φορές μεγαλύτερη ενέργεια από τις πρωτεΐνες ή τους υδατάνθρακες.

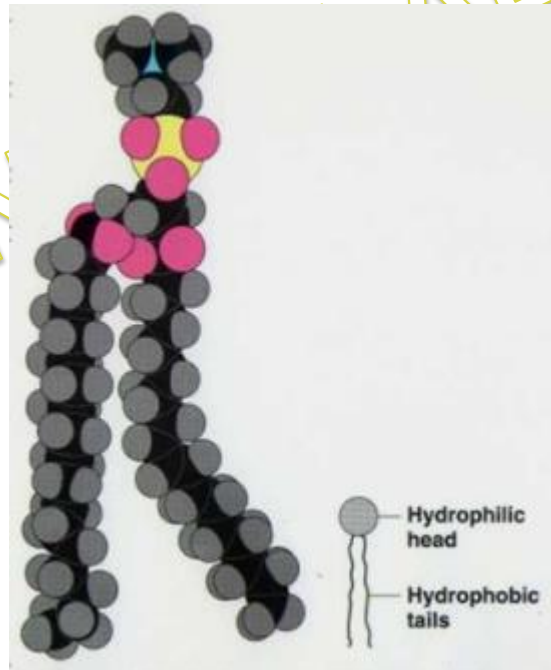


Βασικότερες κατηγορίες λιπιδίων:

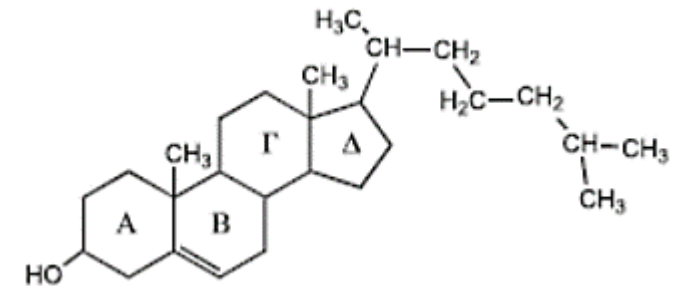
- Ουδέτερα λίπη (τριγλυκερίδια)
- Φωσfolιπίδια
- Στεροειδή



τριγλυκερίδιο



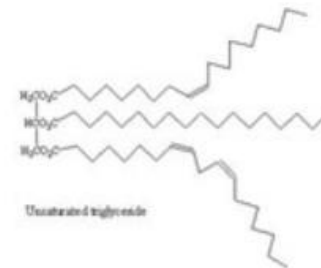
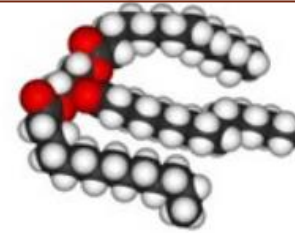
φωσfolιπίδιο



Στεροειδές -  
χοληστερόλη

# Ουδέτερα λίπη (τριγλυκερίδια)

- Αποτελούνται από:
  - 1 μόριο γλυκερόλης
  - 3 μόρια λιπαρών οξέων
- Μπορεί να είναι:
  - Κορεσμένα (μόνο απλοί δεσμοί)
  - Ακόρεστα (και διπλοί δεσμοί)
- Προέλευση:
  - Φυτικά (συνήθως υγρά)
  - Ζωικά (συνήθως στερεά)



Πρόκειται για αποθήκη λίπους για τους οργανισμούς → πηγή ενέργειας.

# Φωσφολιπίδια

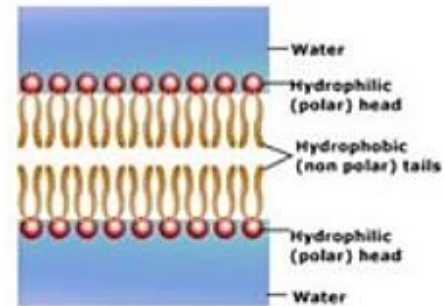
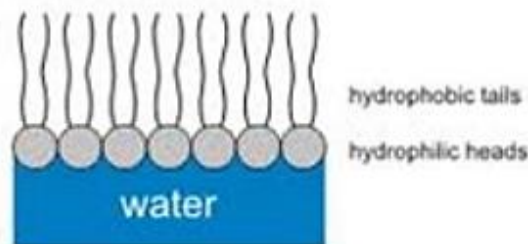
- Αποτελούνται από:
  - 1 μόριο γλυκερόλης
  - 2 μόρια λιπαρών οξέων
  - 1 μόριο φωσφορικού οξέος
  - 1 μικρότερο πολικό μόριο

} Υδρόφοβη ουρά  
} Υδρόφιλη κεφαλή

Το μόριο του φωσφορικού οξέος φέρει στο ένα άκρο του την μικρή πολική ομάδα.

- Βασικό χαρ/κο για συγκρότηση μεμβρανών (διπλοστοιβάδα )

Phospholipid monolayer

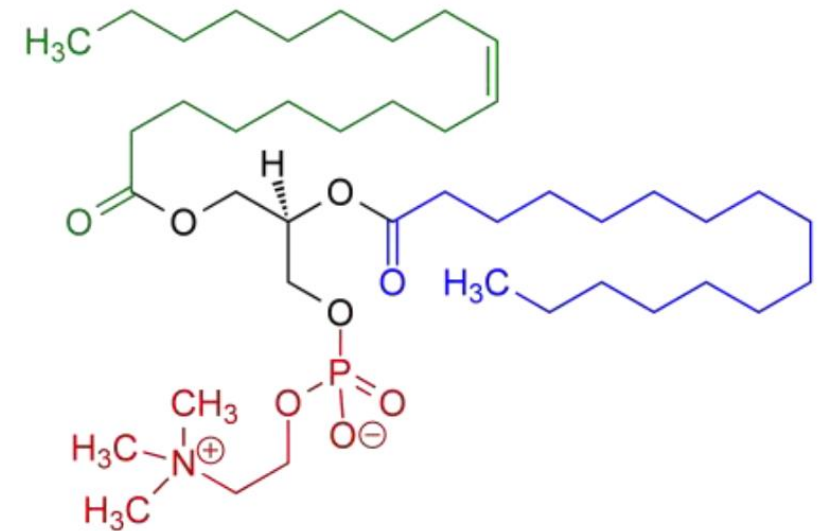


## Φωσφολιπίδια

Τα φωσφολιπίδια βρίσκονται σε ακατέργαστα λίπη και έλαια και λαμβάνονται στη βιομηχανία σχεδόν αποκλειστικά από τα παραπροϊόντα εξευγενισμού των ακατέργαστων ελαίων, διαχωριζόμενα κατά τη διεργασία της απορτηνίωσης (αποκομμίωσης). Η απομάκρυνσή τους επιδιώκεται, γιατί υποβαθμίζουν την ποιότητα των ελαίων, σχηματίζοντας γαλακτώματα ή προκαλώντας οξείδωσή τους. Τα ακατέργαστα φωσφολιπίδια, μετά από εξευγενισμό τους, χρησιμοποιούνται για διάφορες εφαρμογές στα τρόφιμα.

Μεγάλη σημασία στην τεχνολογία τροφίμων και καλλυντικών λόγω των επιφανειακών ιδιοτήτων τους :

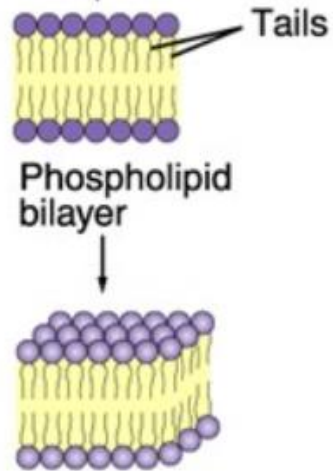
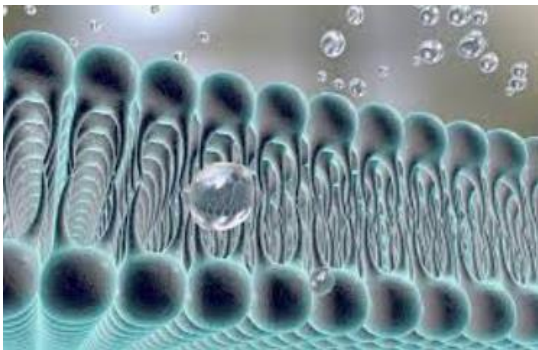
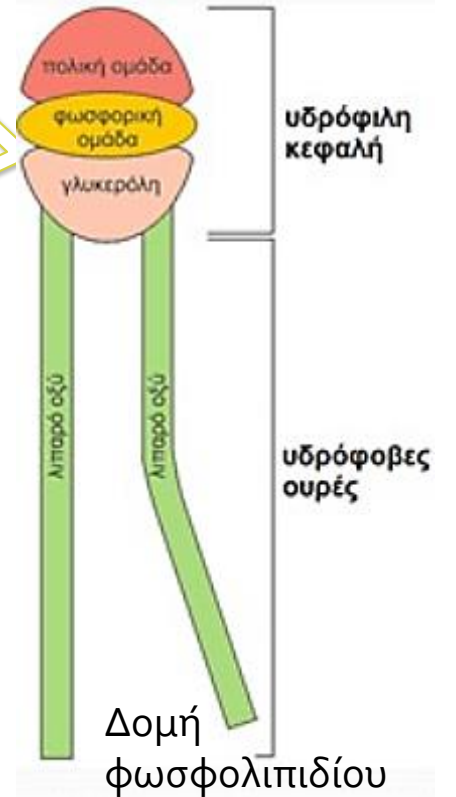
- δράση ως γαλακτοματοποιητές (π.χ λεκιθίνη)
- Σταθεροποιητές των γαλακτωμάτων
- Διευκολύνουν τη διασπορά των στερεών μορίων στην υδατική φάση
- Βελτιώνουν τη σύσταση των πολυφασικών τροφίμων



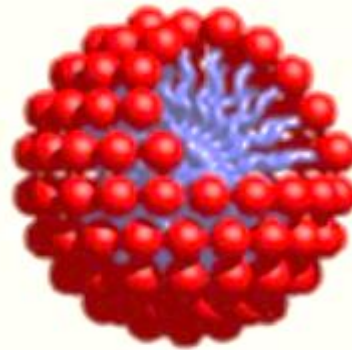
Σχήμα 5: Δομή λεκιθίνης (φωσφατιδυλοχολίνη)

Τα φωσfolιπίδια συνδυάζουν στο μόριό τους:  
Υδρόφοβες ομάδες (ανθρακικές αλυσίδες λιπαρών οξέων) και  
Υδρόφιλες ομάδες (γλυκερόλη, φωσφορική και πολική ομάδα) →  
**διπλή φύση φωσfolιπιδίων ή αλλιώς αμφίφιλα μόρια**

Έτσι, όταν αυτά βρεθούν σε επαφή με το νερό έχουν μια ιδιότυπη συμπεριφορά: Παραμένουν στην επιφάνειά του και σχηματίζουν μια **λεπτή στοιβάδα**, όπου οι υδρόφιλες ομάδες βυθίζονται στο νερό, ενώ οι υδρόφοβες προβάλλουν έξω από την επιφάνειά του. Μέσα στο νερό σχηματίζουν σφαιρικές δομές, όπως είναι τα **μικκύλια**.

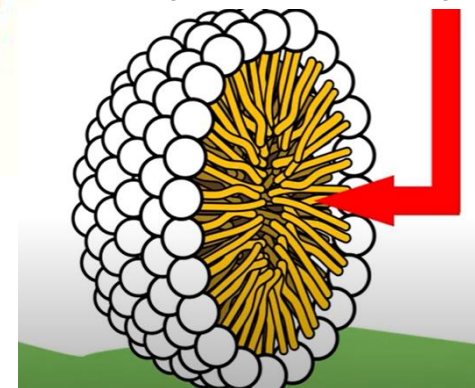


Λιπιδική  
διπλοστοιβάδα

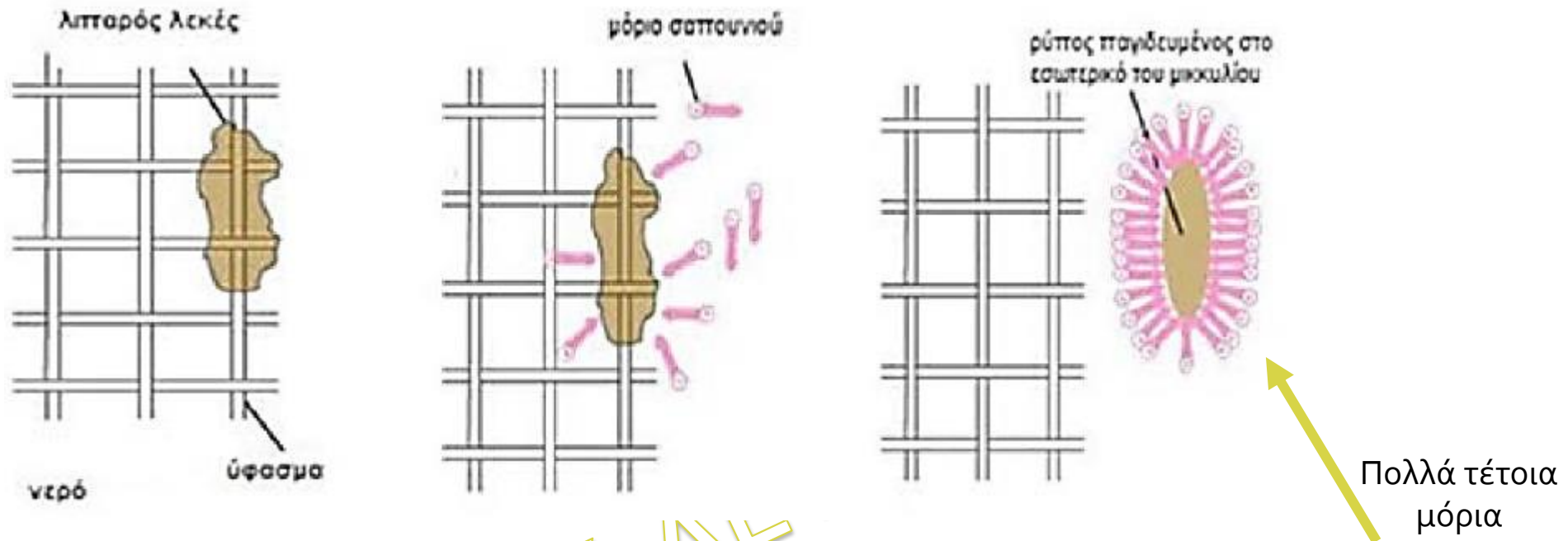


μικκύλιο

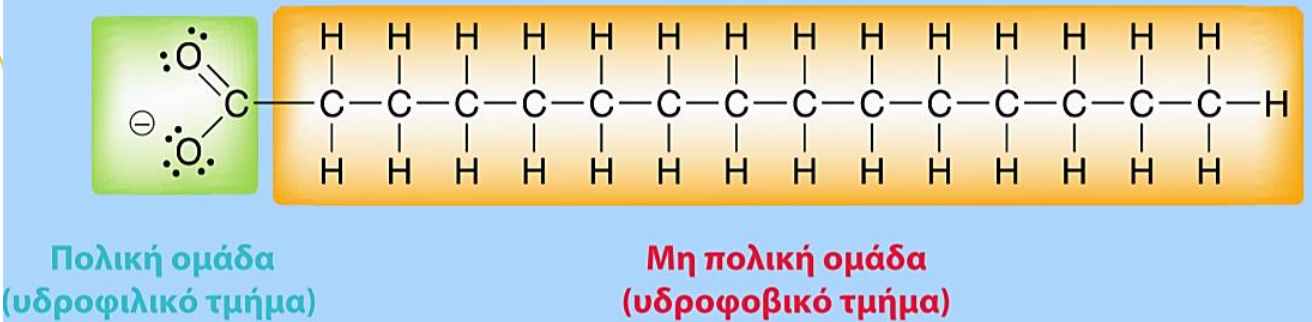
Παγιδεύονται οι ρύποι



# Δράση απορρυπαντικού – σαπουνιού

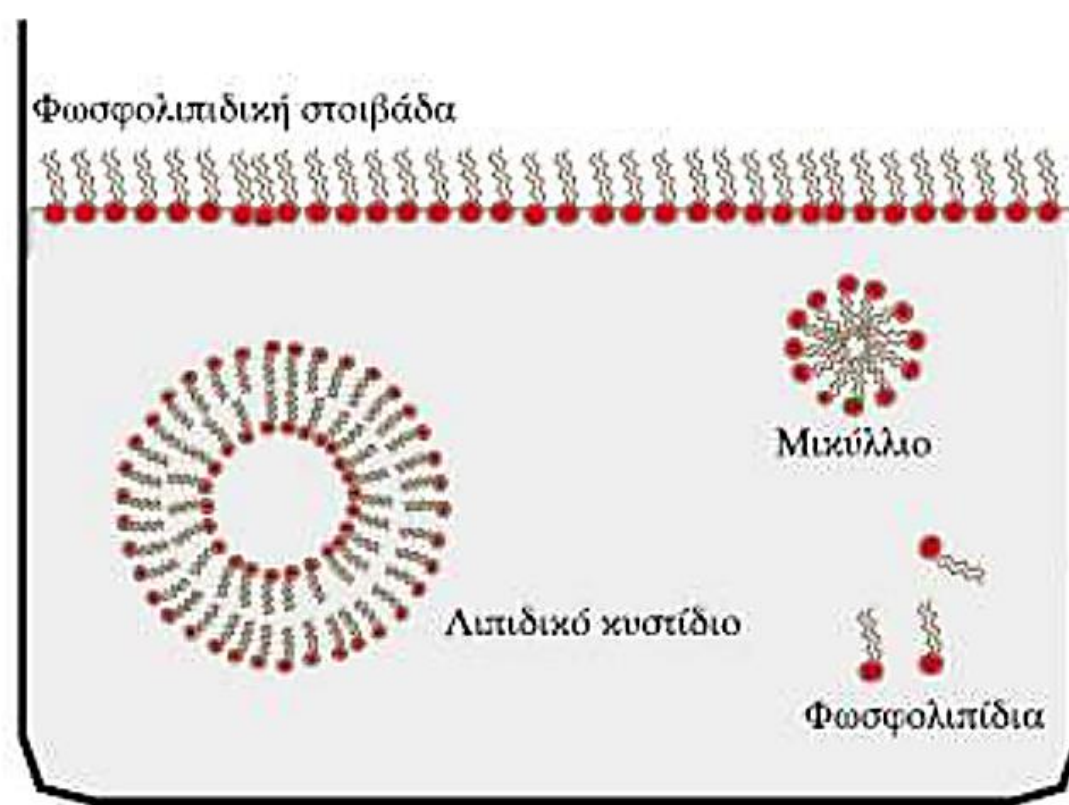


Τα μόρια του σαπουνιού οργανώνονται στο νερό σε μικκύλια, τα οποία «παγιδεύουν» την ελαιώδη ακαθαρσία και την παρασύρουν.



ΤΡΑΣΑΝΙΔΩΝ





Συμπεριφορά φωσφολιπιδίων σε υδατικό περιβάλλον

Εδώ ανήκουν οι  
στερόλες, οιστρογόνα,  
ανδρογόνες ορμόνες κλπ.

## Στεροειδή

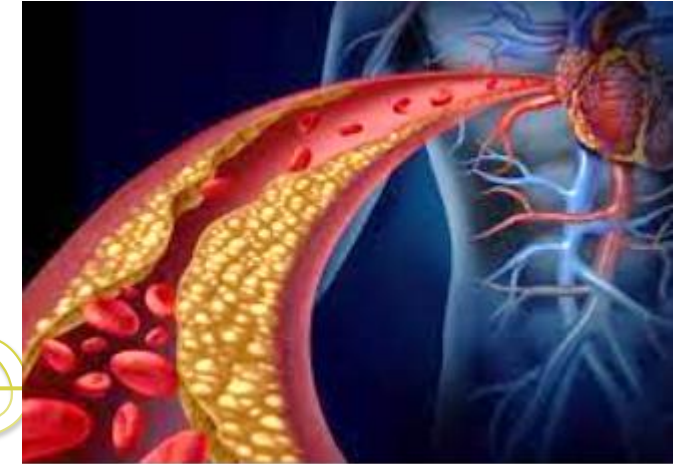
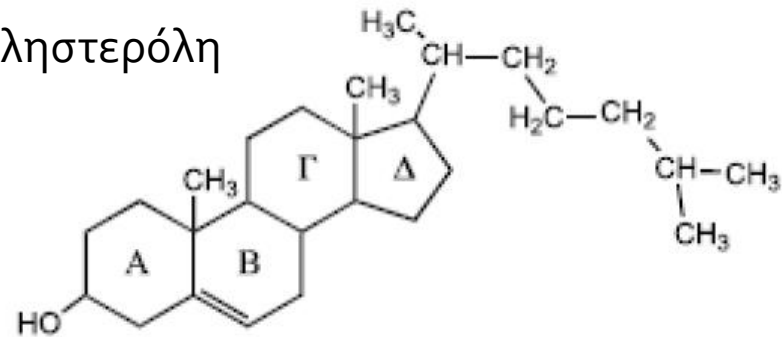
- Διαφορετική δομή από τις άλλες δύο κατηγορίες
- *Χοληστερόλη*
  - Συστατικό μεμβρανών ζωικών κυττάρων
  - Συσσώρευση → αρτηριοσκλήρυνση

- Δεν περιέχουν λιπαρά οξέα
- Διαμορφώνονται σε 4 δακτυλίους → Στεροειδείς δακτύλιοι
- Στους ζωικούς οργανισμούς, το πιο άφθονο στεροειδές είναι η **χοληστερόλη**.



ΤΡΑΣΑΝΙΔΟΥ ΛΕΥΚΟΘΕΑ

Χοληστερόλη



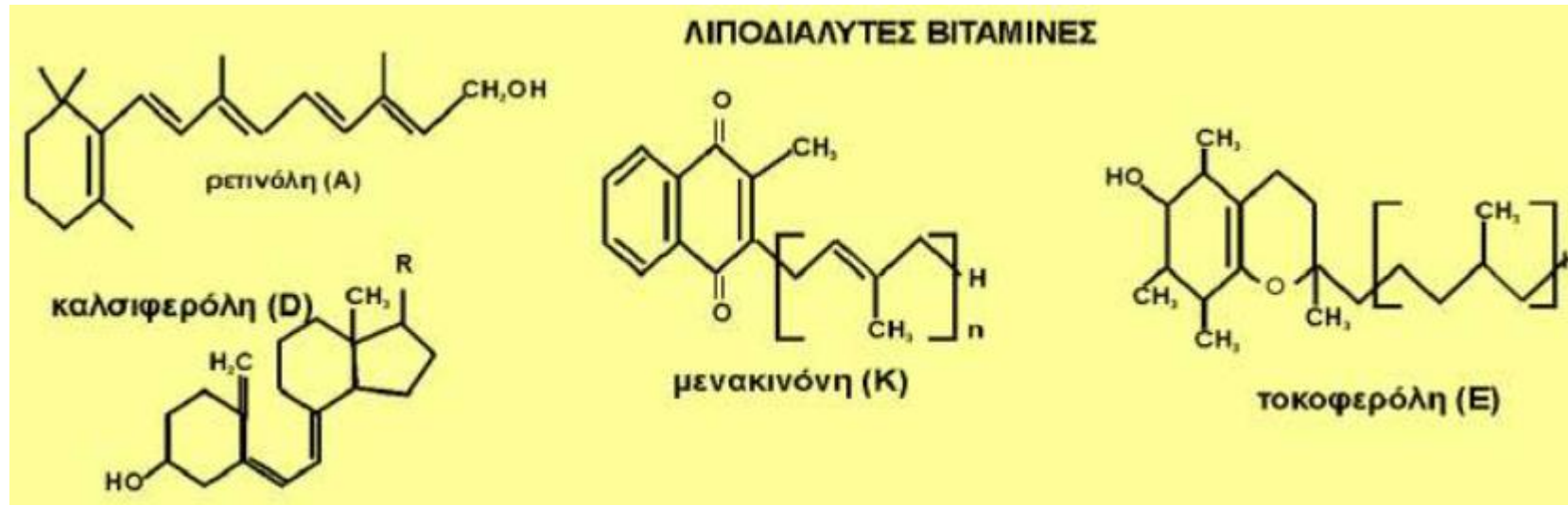
### Χοληστερόλη (ή χοληστερίνη)

- Συστατικό της κυτταρικής μεμβράνης και πρόδρομη ένωση όλων των στεροειδών ορμονών.
- Συναντάται: σε όλα τα ζωικά κύτταρα και κυρίως στον νευρικό ιστό, στη χολή, στο αίμα, στα λίπη του αίματος, στον κρόκο αυγού και στο συκώτι.
- Σύνθεση της χοληστερίνης: κυρίως στο συκώτι
- Η χοληστερόλη μεταφέρεται στο αίμα με τις λιποπρωτεΐνες

### Χοληστερόλη και διατροφή

- Σχετίζεται με την αθηρωμάτωση των αγγείων και την εκδήλωση στεφανιαίας νόσου, όταν αυξάνεται αρκετά η ποσότητά της στο αίμα: Τα μόρια της χοληστερίνης μαζί με τις πρωτεΐνες του πλάσματος εναποτίθενται στα τοιχώματα των αγγείων (βλ. εικόνα) με αποτέλεσμα τη στένωση → τα αγγεία φράσσουν.
- Αντιμετώπιση: διατροφή με τροφές πλούσιες σε «καλά» λιπαρά (ακόρεστα, πολυακόρεστα, ω-3)

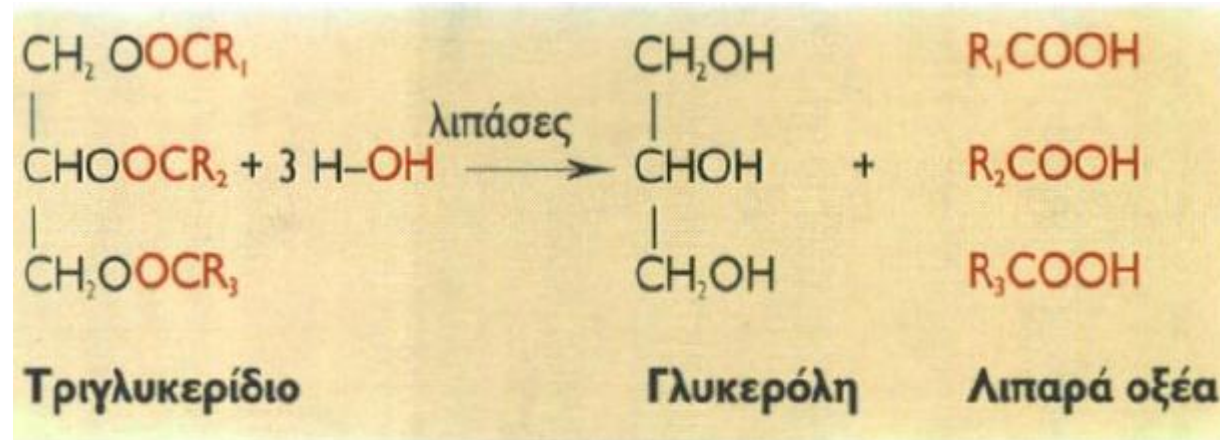
Τέλος, άλλες ομάδες ενώσεων που ανήκουν στα λιπίδια είναι κάποιες κατηγορίες βιταμινών (A, K, E) καθώς και οι κηροί. Οι **κηροί** είναι εστέρες (δηλαδή ενώσεις) λιπαρών οξέων με αλκοόλες. Οι κηροί παράγονται από τις μέλισσες (κηρύθρες) ενώ υπάρχουν και στα ζώα ως συστατικά των τριχών (**λινολίνη**).



Οι βιταμίνες, οι οποίες συναντώνται σε αξιόλογες ποσότητες στα λιπίδια είναι οι A, D, E και σε μικρότερες ποσότητες, η βιταμίνη K. Οι βιταμίνες δεν αποτελούν πηγή ενέργειας, ούτε δομικές μονάδες για τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά είναι θρεπτικά συστατικά, έχουν ποικίλες λειτουργίες στα κύτταρα και τους ιστούς και καθορίζουν την ανάπτυξη και την υγεία των ανθρώπων.

## Διάσπαση Λιπών

- Η πρώτη αντίδραση στη χρήση του λίπους ως πηγή ενέργειας είναι η **Υδρόλυση των τριγλυκεριδίων**.



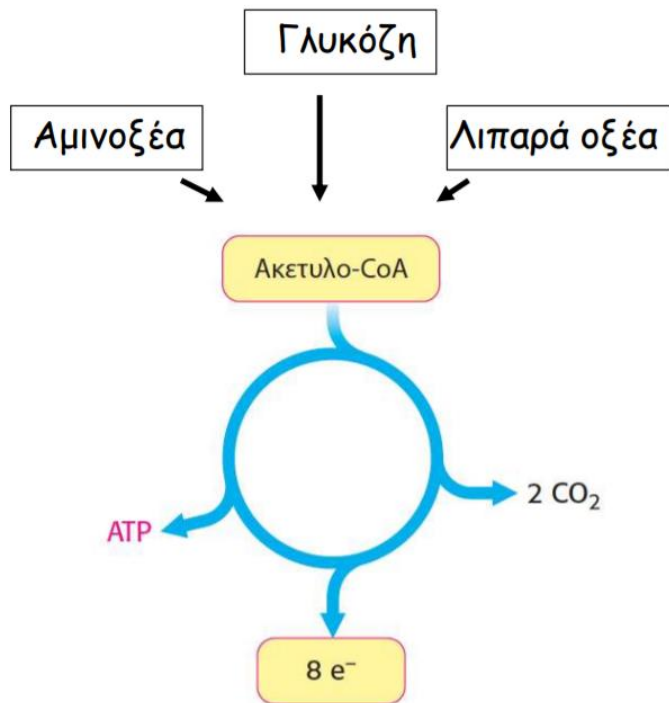
-Με τη βοήθεια ενζύμων, τις λιπάσες!

-Επί της ουσίας απελευθερώνονται τα λιπαρά οξέα από τα τριγλυκερίδια.

- Η γλυκερόλη που προκύπτει μετατρέπεται στο ήπαρ με τη βοήθεια ενζύμων σε γλυκόζη ή σε ουσίες που χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση άλλων βιομορίων, ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού.
- Τα λιπαρά οξέα που προκύπτουν, προκειμένου να διασπαστούν ενεργοποιούνται στο κυτταρόπλασμα με την προσθήκη ενός **συνενζύμου** (συνένζυμο Α) και μεταφέρονται μέσα στο μιτοχόνδριο.
- Εκεί **οξειδώνονται** μέσω επαναλαμβανόμενων αντιδράσεων και τα σχηματιζόμενα μόρια ακετυλο -CoA διασπώνται πλήρως μέσω του κύκλου κιτρικού οξέος.

Προμηθεύει το κύτταρο με μεγάλα ποσά ενέργειας που αξιοποιούνται από τον οργανισμό.

- Η λήψη μεγαλύτερης ποσότητας τροφής από αυτήν που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών του οργανισμού οδηγεί στη μετατροπή της περίσσειας των τροφικών μορίων σε λίπος.
- Τα λιπαρά οξέα συντίθενται στο κυτταρόπλασμα με τη βοήθεια του πολυενζυμικού συμπλέγματος της συνθετάσης των λιπαρών οξέων.



### Κύκλος κιτρικού οξέος (Krebs)



Μια σειρά χημικών αντιδράσεων στο κύτταρο, που διασπά τα μόρια των τροφών (λιπαρά οξέα, γλυκόζη, αμινοξέα) σε CO<sub>2</sub>, νερό και ενέργεια

Λαμβάνει χώρα στα  
μιτοχόνδρια

# Βιβλιογραφικές Πηγές

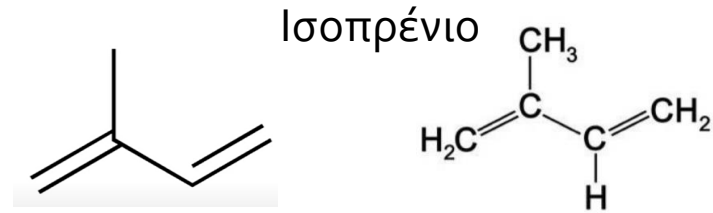
- Χ. Κατερινόπουλος, «Χημεία Βιομορίων», Σημειώσεις μαθήματος, Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Κρήτης
- L.Strayer, J. Berg, J. Tymoczko, « Βιοχημεία», 7<sup>η</sup> έκδοση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Ι. Γράψας , Σ. Πάγκαλος, «Χημεία και ζωντανοί οργανισμοί», Εγχειρίδιο ΕΠΑΛ, Αθήνα 2015.
- Γ. Διαμαντίδης, «Σημειώσεις Βιοχημείας», Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ
- Μ. Κούσκουρα, «Οδηγός προετοιμασίας για τις εξετάσεις πιστοποίησης», Ειδικότητα βοηθών φαρμακείου, Πατάκης, Αθήνα 2018.
- <https://www.sciencelab.gr/2017/12/16/oliveoil/>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=69-eGO7XDfU> (ΒΊΝΤΕΟ ΛΙΠΙΔΙΑ)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=kNDh1Ba0U9k> (βίντεο)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=BVxeeiR7JB0> (βίντεο)

# Τερπένια - Τερπενοειδή

❑ **Τερπένια:** Φυσικά προϊόντα - Πολυμερή που φτιάχνονται από συνεχόμενες ομάδες ισοπρενίου.

❑ **Τερπενοειδή:** όμοια με τα τερπένια αλλά περιέχουν επιπλέον άτομα Ο (οξυγόνου).

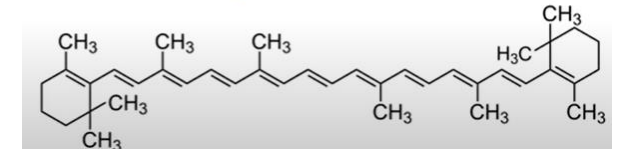
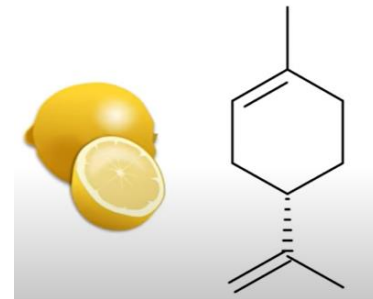
❑ Παράγονται από τους οργανισμούς και χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση βιομορίων, όπως καροτενοειδή, βιταμίνες, χοληστερόλη κ.α



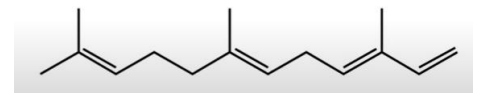
β- καροτένιο  
**beta-carotene**  
(found in plants and fruits)



Λιμονένιο  
**limonene**  
(found in lemons)

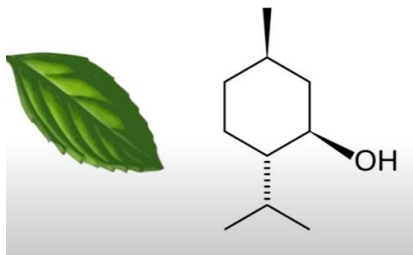


Φαρνεσόλη  
**farnesene**  
(found in apples)



**menthol**

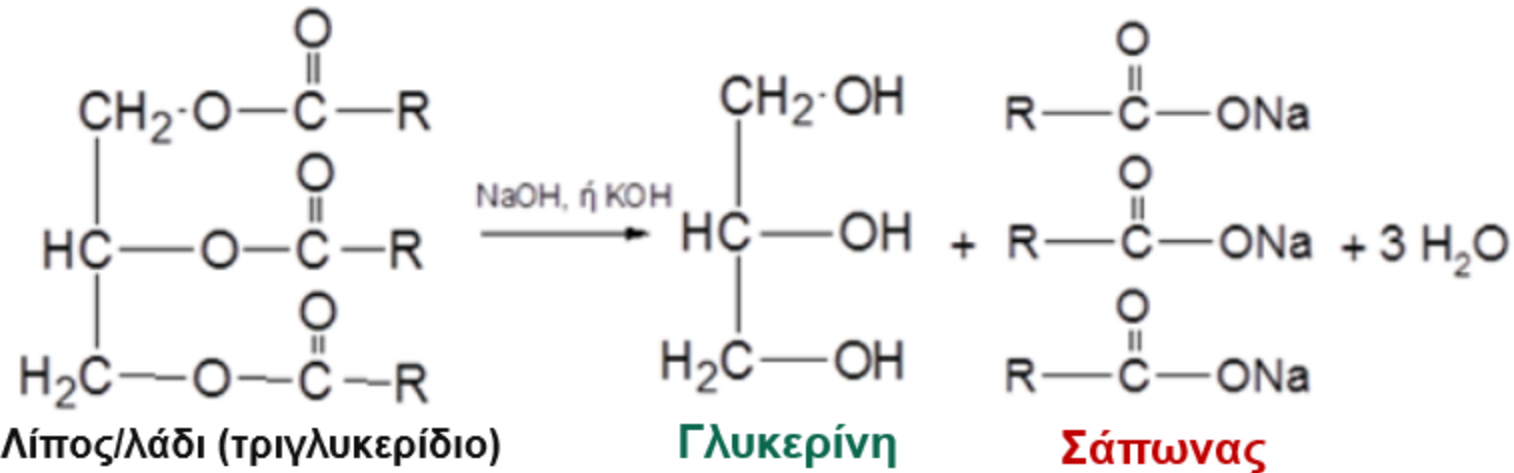
(found in peppermint)



Τερπενοειδές



## Αντίδραση Σαπωνοποίησης (Υδρόλυσης)



# Βιβλιογραφικές Πηγές

- Χ. Κατερινόπουλος, «Χημεία Βιομορίων», Σημειώσεις μαθήματος, Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Κρήτης
- L.Strayer, J. Berg, J. Tymoczko, « Βιοχημεία», 7<sup>η</sup> έκδοση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Ι. Γράψας , Σ. Πάγκαλος, «Χημεία και ζωντανοί οργανισμοί», Εγχειρίδιο ΕΠΑΛ, Αθήνα 2015.
- Γ. Διαμαντίδης, «Σημειώσεις Βιοχημείας», Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ
- Μ. Κούσκουρα, «Οδηγός προετοιμασίας για τις εξετάσεις πιστοποίησης», Ειδικότητα βοηθών φαρμακείου, Πατάκης, Αθήνα 2018.
- <https://www.sciencelab.gr/2017/12/16/oliveoil/>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=69-eGO7XDfU> (ΒΊΝΤΕΟ ΛΙΠΙΔΙΑ)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=kNDh1Ba0U9k> (βίντεο)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=BVxeeiR7JB0> (βίντεο)