

K4

ΛΙΠΙΔΙΑ, ΛΙΠΗ ΚΑΙ ΕΛΑΙΑ

Σπύρος Κωνσταντίνος
Τάκης Ιωάννης



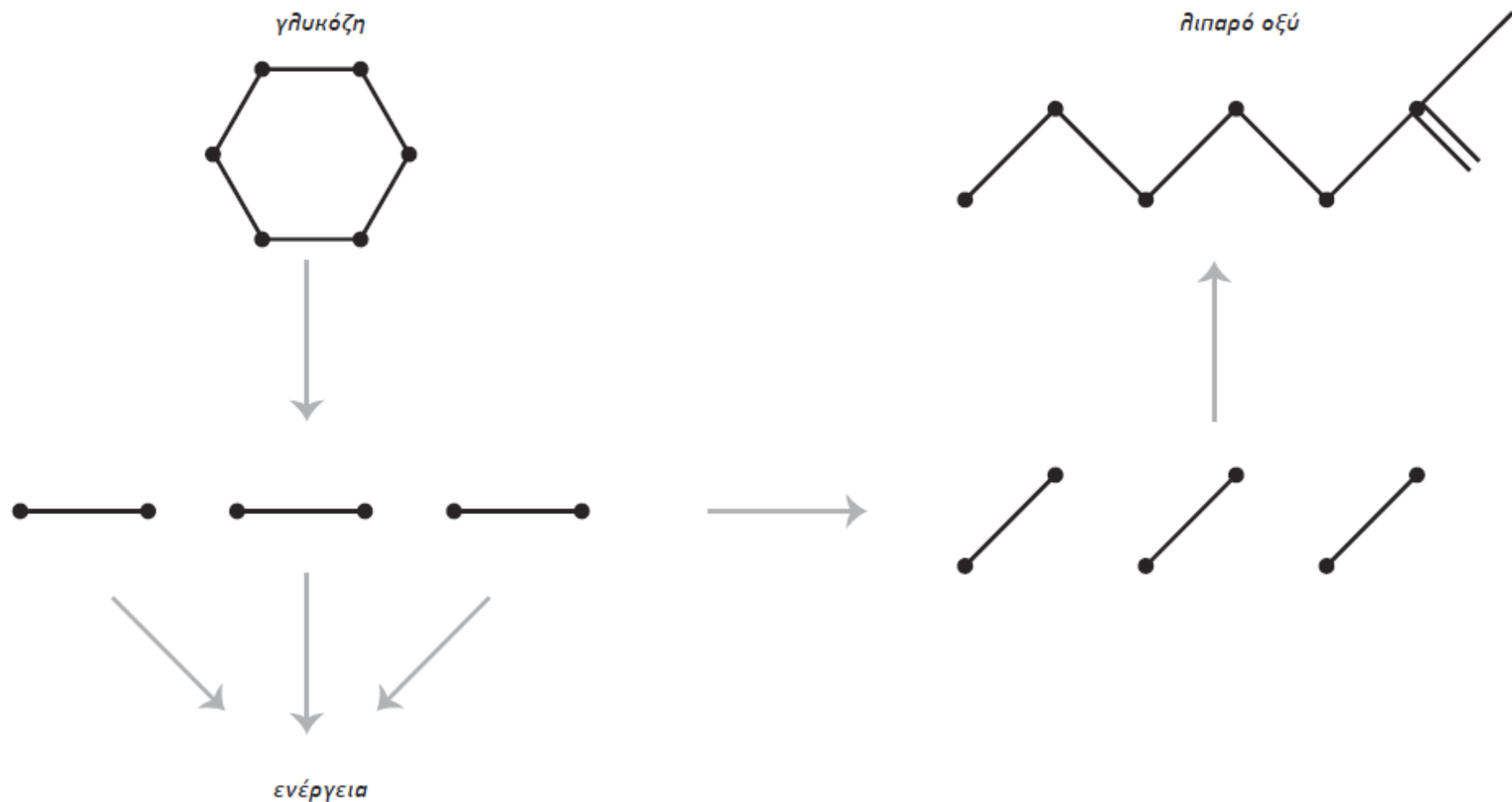
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

80	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΛΙΠΙΔΙΑ, ΛΙΠΗ ΚΑΙ ΕΛΑΙΑ
82	4.1. Γενικά περί λιπιδίων
83	4.2. Η χημεία των λιπών και των ελαίων
89	4.3. Τα λίπη από τεχνολογική άποψη
89	4.3.1. Υδρόλυση γλυκεριδίων
90	4.3.2. Οξείδωση γλυκεριδίων
91	4.3.3. Υδρογόνωση ακόρεστων οξέων και των γλυκεριδίων τους
92	4.3.4. Πολυμερισμός
93	4.4. Τα λίπη στη διατροφή μας
99	4.4.1. Εμπλουτισμός λιπαρών υλών με στερόλες, στανόλες και ακόρεστα λιπαρά οξέα
100	4.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ (® Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη)

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο αυτό, ο αναγνώστης θα πρέπει να είναι σε θέση να απαντά σε ερωτήσεις και ζητήματα, τα οποία αναφέρονται σε:

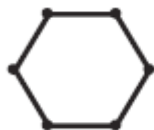
- Γενικά περί λιπιδίων
- Η χημεία των λιπών και των ελαίων
- Τα λίπη από τεχνολογική άποψη
- Υδροlyση γλυκεριδίων
- Οξείδωση γλυκεριδίων
- Υδρογόνωση ακόρεστων οξέων και των γλυκεριδίων τους
- Πολυμερισμός
- Τα λίπη στη διατροφή μας
- Εμπλουτισμός λιπαρών υλών με στερόλες, στανόλες και ακόρεστα λιπαρά οξέα

Σχήμα 4.1. η γλυκόζη κατά τον μεταβολισμό της μπορεί να αποδώσει ενέργεια ή να μετατραπεί σε λίπος



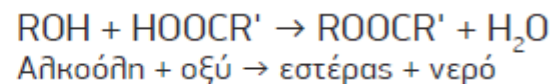
Σχήμα 4.2. Μετατροπή γλυκόζης σε λίπος

γλυκόζη
↓
προϊόντα διάσπασης
↓
λιπαρό οξύ
↓
τριγλυκερίδια
↓
λίπος



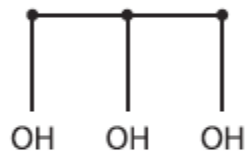
§ Όταν στα τρόφιμα εμφανίζονται *trans* λιπαρά οξέα, τότε δημιουργείται σοβαρό θέμα τοξικότητας

Γενικά έχουμε:



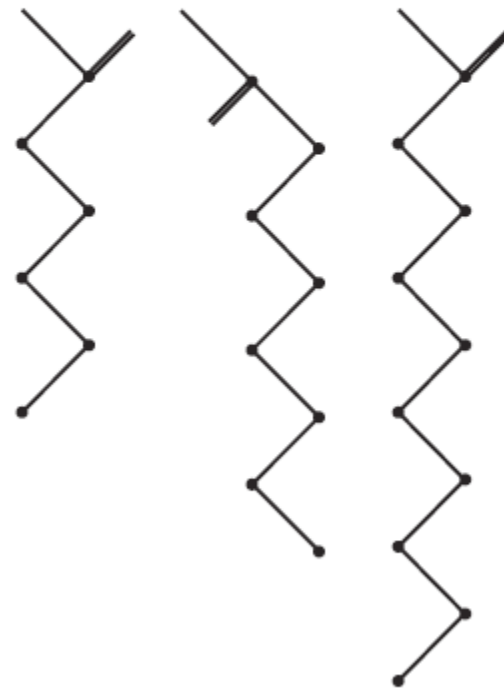
Σχηματισμός τριγλυκεριδίων από γλυκερόλη

γλυκερόλη



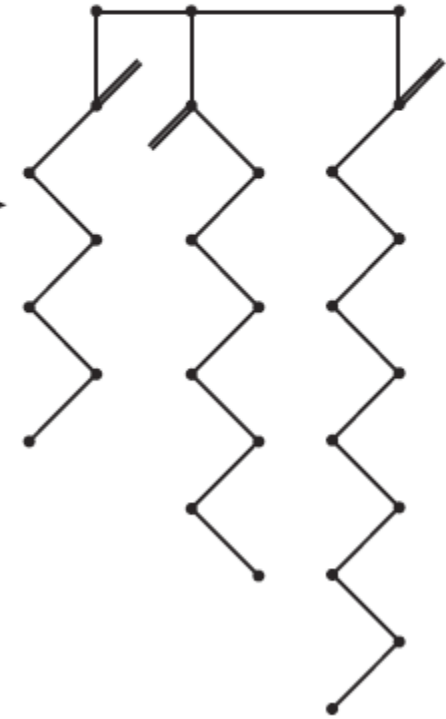
+

λιποϊκά οξέα



→

τριγλυκερίδια



Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, που απαντώνται συχνά στα τρόφιμα

Είδη	Συντακτικός Τύπος	Συστηματική Ονομασία	Εμπειρική Ονομασία	Πηγές
C14:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	<i>cis</i> -9- δεκατετραενοϊκό	Μυριστελαϊκό	Βακτήρια-Φυτά
C16:1 (ω -7)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	<i>cis</i> -9-δεκαεξενοϊκό	Παλμιτελαϊκό	Βακτήρια-Φυτά
C18:1 (ω -9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	<i>cis</i> -9- δεκαοκτενοϊκό	Ελαιϊκό	Βακτήρια-Φυτά (κυρίως ελιές) -Ζώα
C18:1 (ω -7)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$	<i>cis</i> -11- δεκαοκτενοϊκό	<i>cis</i> -Βακενικό	Βακτήρια
C20:1 (ω -9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$	<i>cis</i> -11-εικοσενοϊκό		Μαϊλάκια
C22:1 (ω -9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$	<i>cis</i> -13-εικοσιδυενοϊκό	Ερουκικό	Φυτά
C24:1 (ω -9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$	<i>cis</i> -15-εικοσιτετραενοϊκό	Νευρονικό	Ζώα

Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, που απαντώνται συχνά στα τρόφιμα

Είδη	Συντακτικός Τύπος	Συστηματική Ονομασία	Εμπειρική Ονομασία
C18:2 (ω-6)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_2-(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	<i>cis,cis</i> -9,12-δεκαοκταδιενικό	α-Λινελαϊκό
C18:2 (ω-9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_2-(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	<i>cis,cis</i> -6,9- δεκαοκταδιενικό	γ- Λινελαϊκό
C18:3 (ω-3)	$\text{CH}_3\text{CH}_2[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_3-(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	<i>all-cis</i> -9,12,15- δεκαοκτατριενικό	α-Λινοϋενικό
C18:3 (ω-6)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_3-(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	<i>all-cis</i> -6,9,12- δεκαοκτατριενικό	γ-Λινοϋενικό
C20:4 (ω-6)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_4-(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	<i>all-cis</i> -5,8,11,14- εικοσιτετρενοϊκό	Αραχιδονικό
C20:5 (ω-3)	$\text{CH}_3\text{CH}_2[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_5-(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	<i>all-cis</i> -5,8,11,14,17- εικοσιπεντενοϊκό	EPA
C22:6 (ω-3)	$\text{CH}_3\text{CH}_2[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_6-\text{CH}_2\text{COOH}$	<i>all-cis</i> -4,7,10,13,16,19- εικοσιδυοεξενοϊκό	DHA

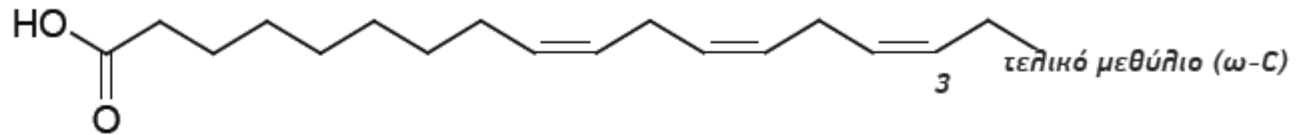
Σημείο τήξεως κορεσμένων λιπαρών οξέων

Οξέα	Γενικός τύπος	σημείο τήξης
Λαυρικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44°C
Παλμιτικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63°C
Στεατικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	70°C

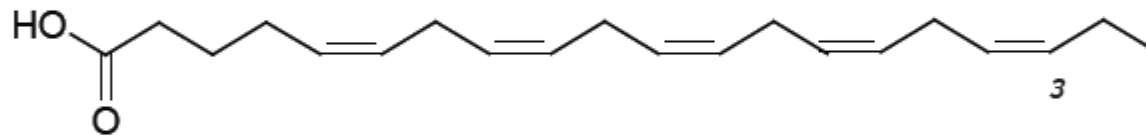
Μερικά αλειφατικά λιπαρά οξέα

Γενικός Τύπος	Κανονικά Οξέα	<i>Iso</i> - Οξέα	<i>Anteiso</i> - Οξέα
$C_4H_8O_2$	Βουτυρικό (Βουτανικό)	Ισοβουτανικό	
$C_{12}H_{24}O_2$	Λαυρικό (Δωδεκανοϊκό)	10-μεθυλο-εντεκανοϊκό	9- μεθυλο-εντεκανοϊκό
$C_{14}H_{28}O_2$	Μυριστικό (Δεκατεσσερανοϊκό)	12- μεθυλο-δεκατριανοϊκό	11- μεθυλο-δεκατριανοϊκό
$C_{16}H_{32}O_2$	Παλμιτικό (Δεκαεξανοϊκό)	14- μεθυλο-δεκαπεντανοϊκό	13- μεθυλο-δεκαπεντανοϊκό
$C_{17}H_{34}O_2$	Μαργαρινικό (Δεκαεπτανοϊκό)	15- μεθυλο-δεκαεξανοϊκό	14- μεθυλο-δεκαεξανοϊκό
$C_{18}H_{36}O_2$	Στεατικό (Δεκαοκτανοϊκό)	16- μεθυλο-δεκαεπτανοϊκό	15- μεθυλο-δεκαεπτανοϊκό
$C_{20}H_{40}O_2$	Αραχιδονικό (Εικοσανοϊκό)	18- μεθυλο-δεκαεννεανοϊκό	17- μεθυλο-δεκαεννεανοϊκό
$C_{22}H_{44}O_2$	Βεχενικό (Εικοσιδυανοϊκό)	20- μεθυλο-εικοσιενοϊκό	19- μεθυλο-εικοσιενοϊκό
$C_{24}H_{48}O_2$	Λιγνοκερικό (Εικοσιτετρανοϊκό)	22- μεθυλο-εικοσιτριενοϊκό	21- μεθυλο-εικοσιτριενοϊκό

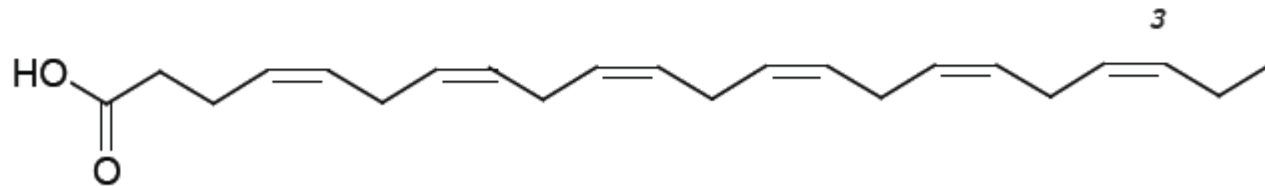
ω-3 ακόρεστα λιπαρά οξέα τα οποία περιέχονται σε αρκετά τρόφιμα



α-λινοληϊκό οξύ (ALA, C18:3, ω-3)

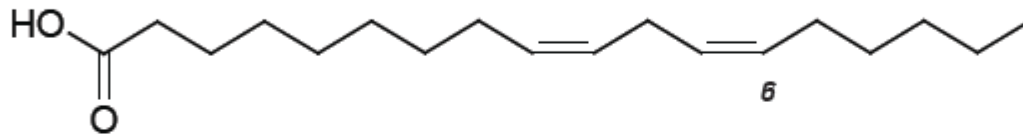


Εικοσιπεντενοϊκό οξύ (EPA, C20:5, ω-3)

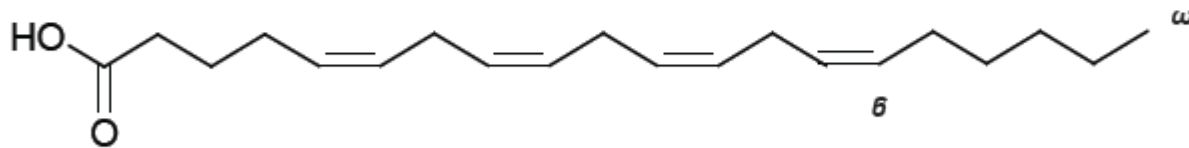


Εικοσιδυο- ή δοκοσα -εξενοϊκό οξύ (DHA, C22:6, ω-3)

ω-6 ακόρεστα λιπαρά οξέα τα οποία περιέχονται σε αρκετά τρόφιμα

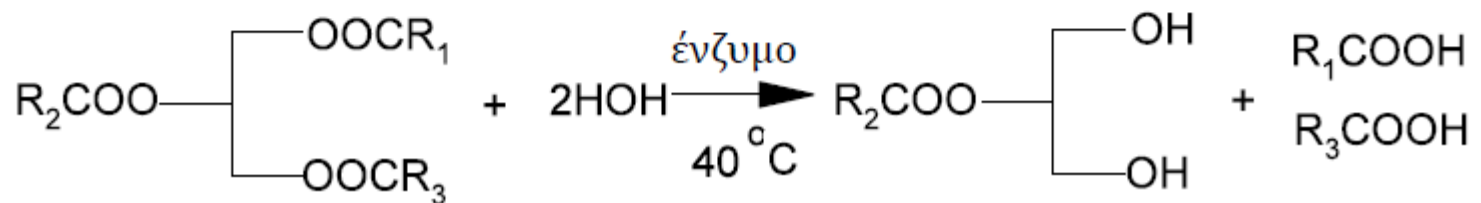
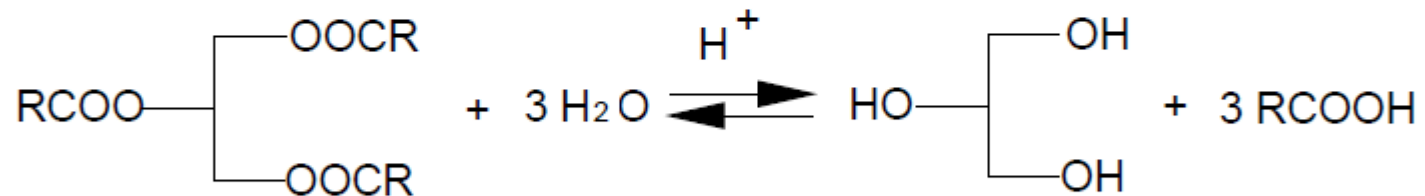
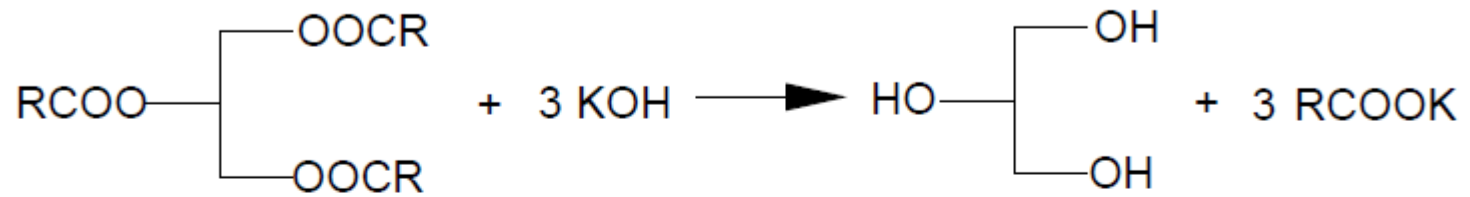


Λινελαϊκό οξύ (LA, C18:2, ω-6)



Αραχιδονικό οξύ (AA, C20:4, ω-6)

Αλκαλική υδρόλυση ή σαπωνοποίηση - Όξινη υδρόλυση - Ενζυμική υδρόλυση





Κατά την παρουσία πολυακορέστων λιπαρών οξέων (PUFA) στη διατροφή μας και τη συμμετοχή τους στα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα (καρδιαγγειακά κλπ), επιβάλλεται να ελέγχονται τα εξής:

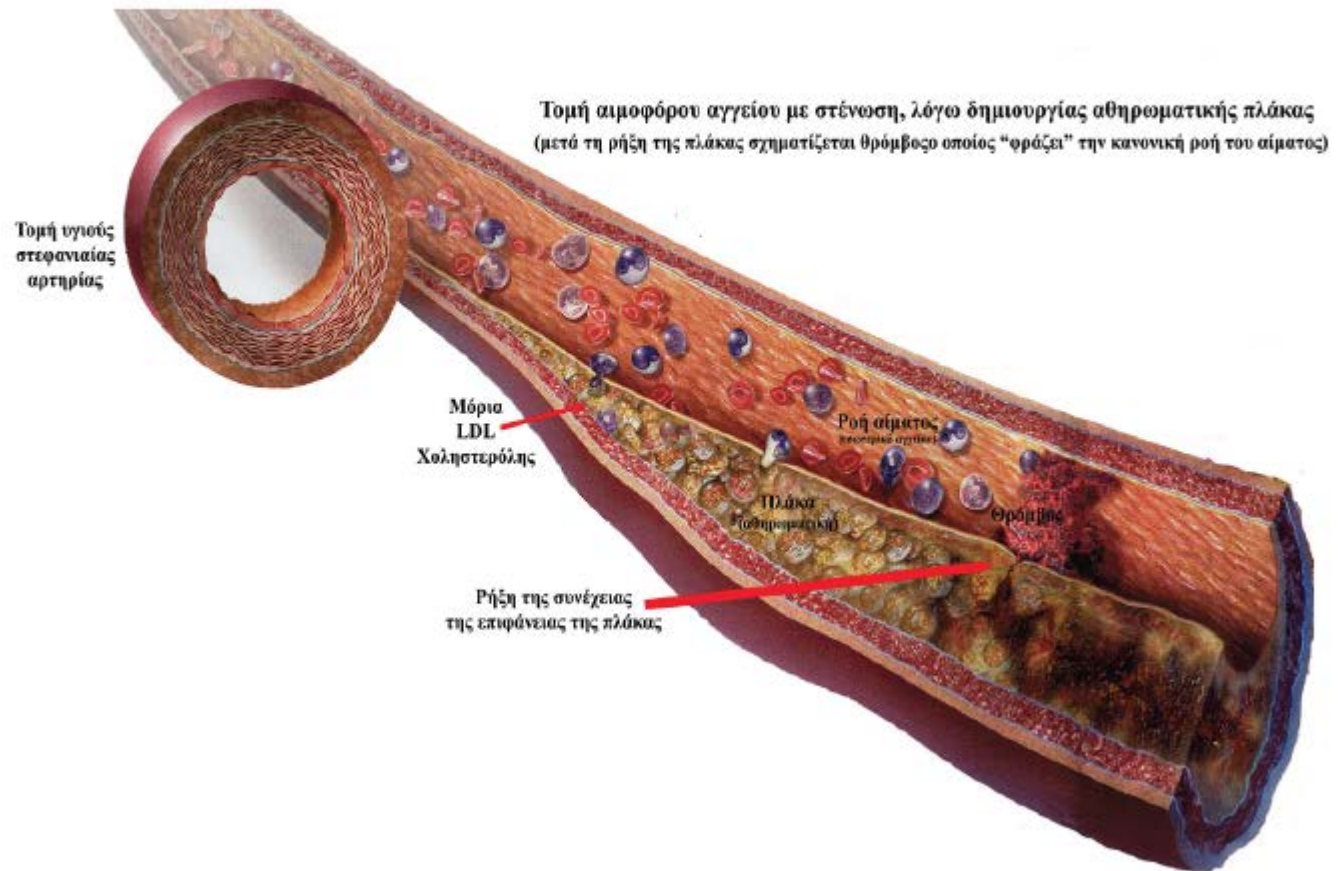
α) ο λόγος (ω-3)/(ω-6) ακόρεστων, πρέπει να τείνει στο 1, αντί του 1/10 που είναι σήμερα με βάση ένα τυπικό ευρωπαϊκό διαιτολόγιο. Οι 2 αυτές κατηγορίες ακόρεστων λιπαρών οξέων παρουσιάζουν αντίθετες δράσεις, όσον αφορά τα καρδιαγγειακά νοσήματα (τα ω-3 υπάρχουν κυρίως στα ψάρια, ενώ τα ω-6 σε σπόρους/σπορέλαια),

β) η υδρογόνωση των PUFA, που προέρχονται κυρίως από σπορέλαια κατά την παρασκευή μαργαρινών, εκτός από την αύξηση του ποσοστού των κορεσμένων λιπαρών υλών έχει και ως αποτέλεσμα την ισομερίωση των απομερόντων *cis* - διπλών δεσμών των φυσικών λιπαρών οξέων σε *trans*. Τα *trans* λιπαρά οξέα (TFA) αυξάνουν τα επίπεδα της χοληστερόλης στο αίμα. Γενικά, ενοχοποιούνται όχι μόνο για καρδιοπάθειες αλλά και για διάφορες μορφές καρκίνου,

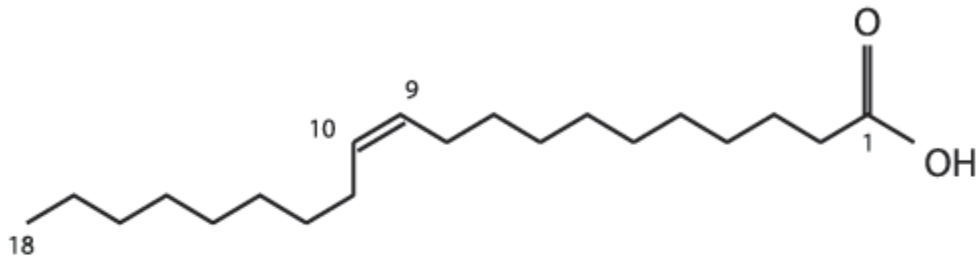
γ) οι υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. τηγάνισμα) υποβαθμίζουν σημαντικά τα PUFA λόγω οξειδωτικών αντιδράσεων, υπεροξειδίων, προϊόντων διάσπασης κλπ. Έτσι το ελαιόλαδο με 85% μονοακόρεστα (ελαιϊκό οξύ) και μόνο 5% PUFA (λιγνελαιϊκό) θεωρείται καλύτερο (και για τηγάνισμα) από ορισμένα σπορέλαια όπως το καλαμποκέλαιο και το ηλιέλαιο που περιέχουν PUFA > 60%.

Λόγω σχηματισμού των ανεπιθύμητων TFA, η διαδικασία της υδρογόνωσης σπορελαίων, τείνει να αντικατασταθεί από άλλες μεθόδους και προϊόντα

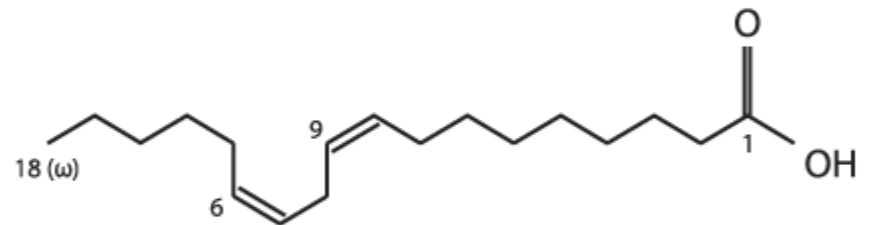
Απεικόνιση της δημιουργίας και της συμπεριφοράς της αθηρωματικής πλάκας



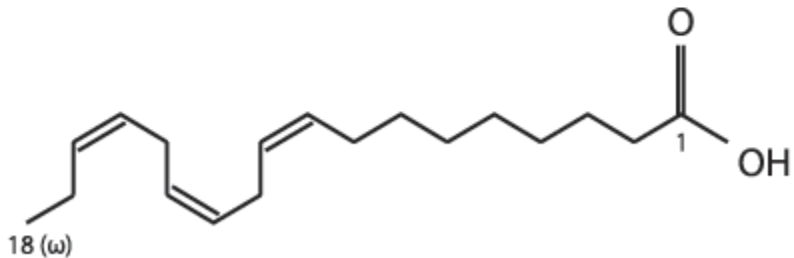
Μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα



Μονοακόρεστο ελαιϊκό οξύ (*cis*, ω -9)
σ.τ. 16°C

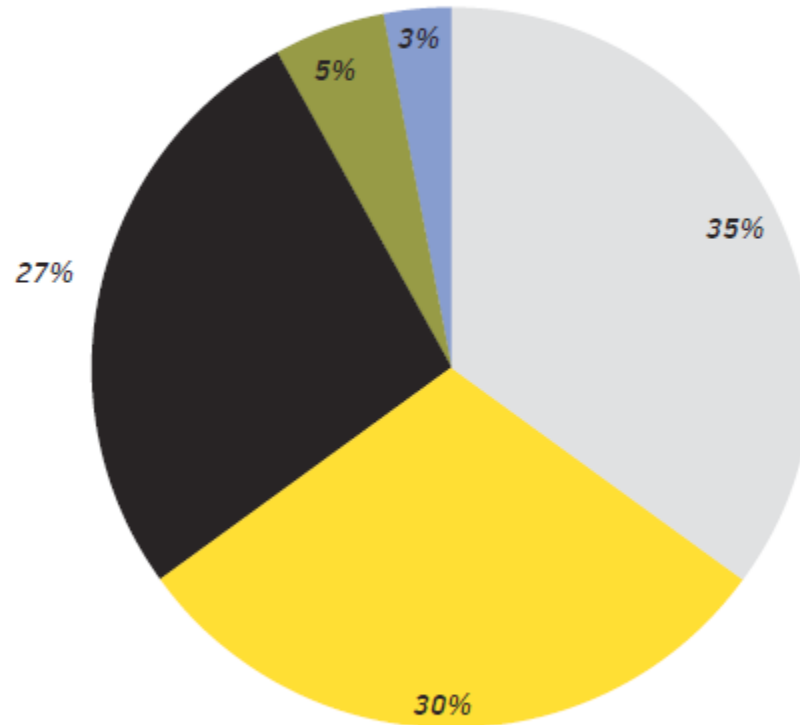


Πολυακόρεστο λινολενικό οξύ (*cis*,
 ω -3, αλλά και *cis*, ω -6 και *cis*, ω -9,)



Διακόρεστο λινολενικό οξύ (*cis*,
 ω -3, αλλά και *cis*, ω -6 και *cis*, ω -9) σ.τ. -5°C

Ποσοτώσεις πολυακόρεστων λιπαρών οξέων της δίαιτας των Εσκιμώνων



Λινοληϊκό οξύ

α-Λινοληϊνικό οξύ

αραχιδονικό οξύ

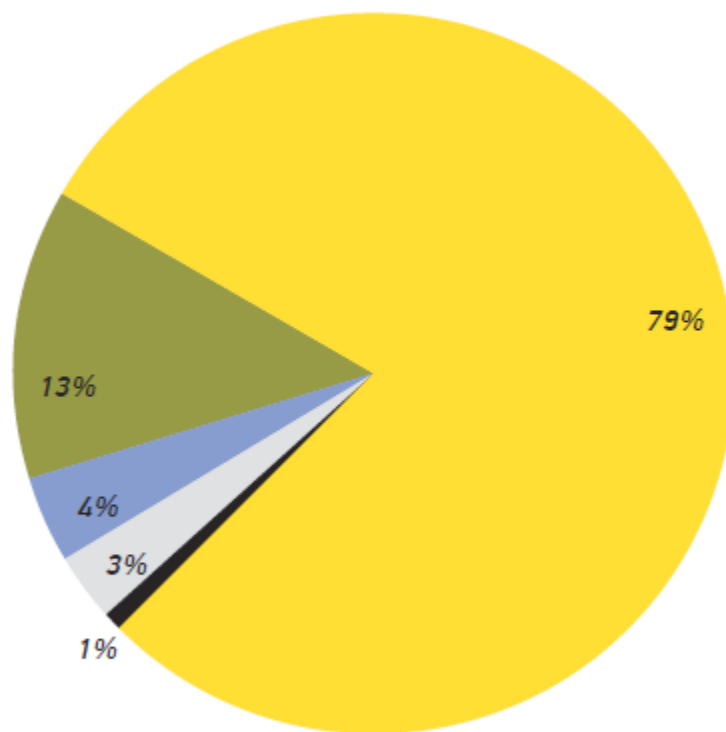
εικοσιδυοεξενοϊκό οξύ

εικοσαπεντενοϊκό οξύ

Χρήσιμες υπενθυμίσεις

- Τα λιπαρά οξέα της διατροφής μας κατανέμονται σε δύο κατηγορίες λιπών στον οργανισμό: σε αποθηκευτικό λίπος, που εντοπίζεται στο λιπώδη ιστό και σε δομικό λίπος (βιολογικές μεμβράνες).
- Οι λιποπρωτεΐνες αποτελούνται από διαφορετικά ποσοστά: πρωτεϊνών, τριγλυκεριδίων, χοληστερόλης και φωσφολιπιδίων. Χρησιμοποιούνται ως «φορείς» της χοληστερόλης στο αίμα (υδατικό μέσο) δεδομένου ότι η χοληστερόλη -ως λιπίδιο- δεν είναι υδατοδιαλυτή.
- Η χοληστερόλη δεν είναι διαλυτή σε υδατικά διαλύματα. Οι λιποπρωτεΐνες όμως, είναι.
- Τα περισσότερα λίπη που εισέρχονται στον οργανισμό μας με τα τρόφιμα, είναι ζωικής προέλευσης.
- Το ελαιικό οξύ του ελαιολάδου είναι ανθεκτικό στην αυτοξείδωση.

Ποσοτώσεις πολυακόρεστων λιπαρών οξέων της δυτικής δίαιτας



Λινολεϊκό
οξύ



α-Λινοληνικό
οξύ



αραχιδονικό
οξύ



εικοσιδυοεξανοϊκό
οξύ

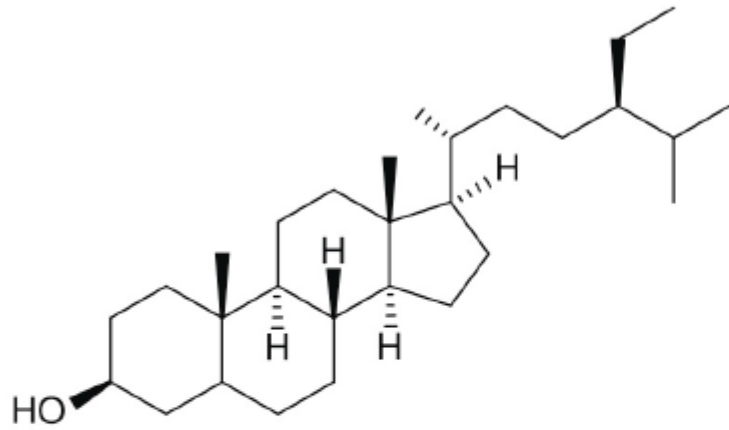


εικοσαπεντενοϊκό οξύ

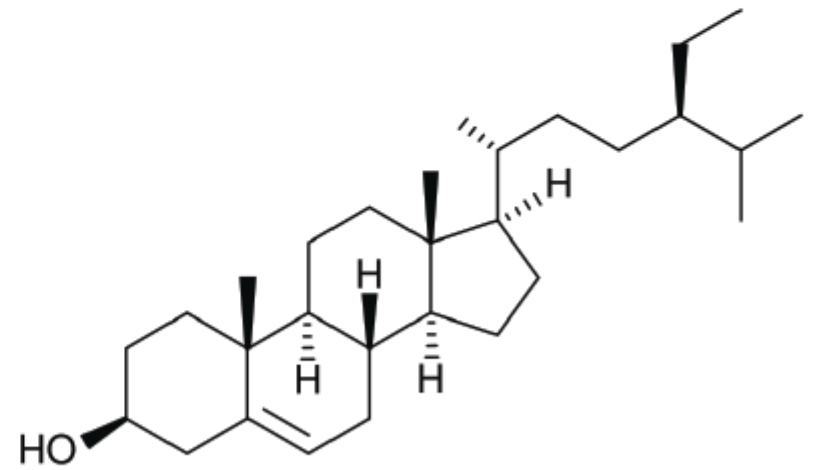
Κύκλος του Krebs - κιτρικού οξέος

- Στα λιπίδια ή λιποειδή κατατάσσονται, εκτός από τα γλυκερίδια (λίπη/ έλαια): τα λιπαρά οξέα και οι εστέρες τους, τα φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια, σουλφολιπίδια, αρκετοί υδρογονάνθρακες μακριάς αλυσίδας, διάφορες αλκοόλες και αλδεΐδες, όπως οι βιταμίνες A, D, E, K, τα καροτενοειδή, οι στερόλες και οι εστέρες τους. Κοινό τους χαρακτηριστικό: η διαλυτότητα σε μη πολικούς οργανικούς διαλύτες (υδρόφοβες).
- Οι διατροφικές αναφορές-επισημάνσεις στις συσκευασίες των τροφίμων και γενικά, οι προτεινόμενες καταναλώσεις συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών, υπολογίζονται με βάση ημερήσιες προσλήψεις, ενεργειακού περιεχομένου της τάξης των 2000 θερμίδων (για κανονικά, υγιή και ενήλικα άτομα).
- Λόγω σχηματισμού των ανεπιθύμητων TFA, η διαδικασία της υδρογόνωσης σπορελαίων, τείνει να αντικατασταθεί από άλλες μεθόδους και προϊόντα.

Στανόλες



στικοσανόλη



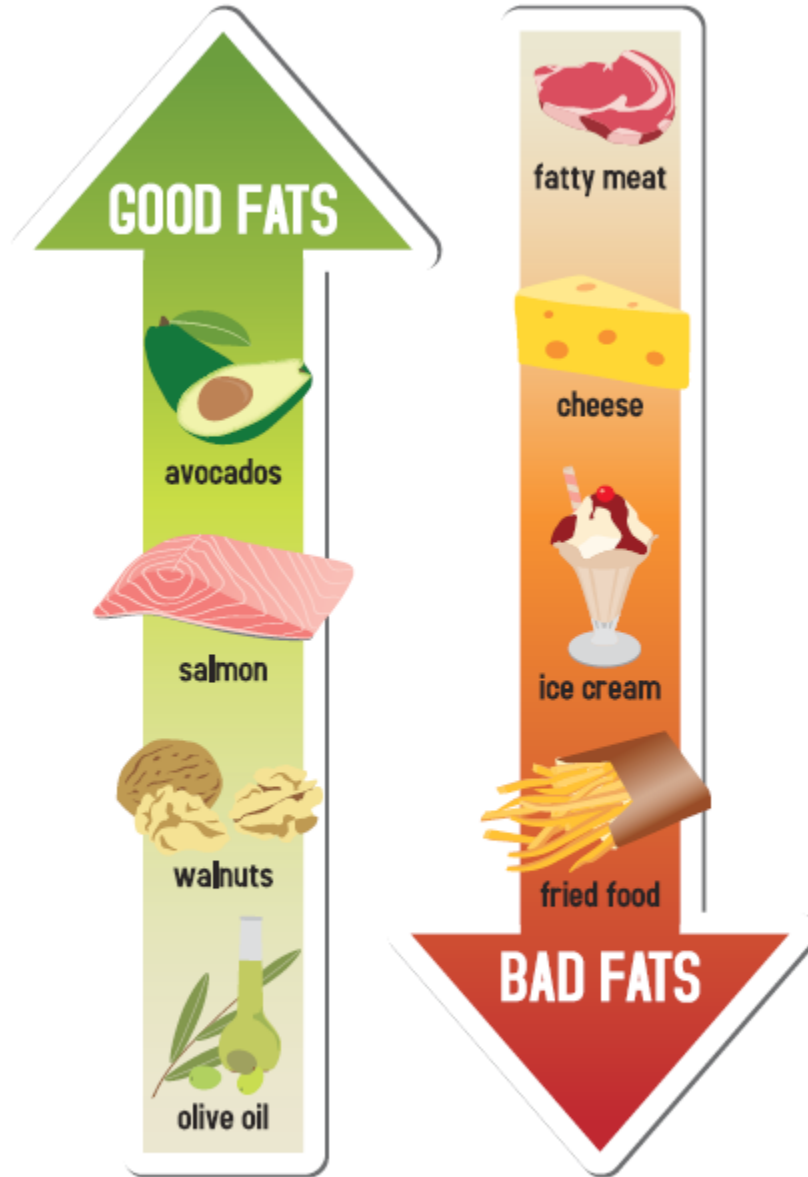
στικοστερόλη

Χρήσιμες υπενθυμίσεις

- Κοινό χαρακτηριστικό των λιπιδίων είναι η διαλυτότητα σε μη πολικούς οργανικούς διαλύτες.
- Τα γλυκερίδια είναι εστέρες της γλυκερόλης με λιπαρά οξέα.
- Σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος τα έλαια είναι συνήθως υγρά.
- Η υδρογόνωση λιπών και ελαίων για παρασκευή μαργαρινών, πρέπει να αποφεύγεται.
- Όταν στα τρόφιμα εμφανίζονται trans λιπαρά οξέα, τότε δημιουργείται σοβαρό θέμα τοξικότητας.
- Στα τριγλυκερίδια, παρατηρείται οξειδωτικό τάγγισμα, όταν αυτά εκτεθούν στον αέρα (οξυγόνο), παρουσία ενζύμων

Χρήσιμες υπενθυμίσεις

- Οι δράσεις και αντιδράσεις ελευθέρων ριζών και ηλεκτρονίων εξηγούν και εμπλέκονται σε πάρα πολλά χημικά φαινόμενα που συνοδεύουν, όχι μόνο την τροφική αλυσίδα αλλά το σύνολο - σχεδόν - των βιοχημικών κύκλων της ζωής.
- Χαρακτηριστικά παραδείγματα αλληλεπιδράσεων ελευθέρων ριζών και ηλεκτρονίων αποτελούν η εμπλοκή τους στις οξειδώσεις που συνοδεύουν τα φαινόμενα γήρανσης (κυττάρων και οργανισμού), ιδιαίτερα με την προαγωγή των ελευθέρων ριζών μέσω της υπερϊώδους ηλιακής ακτινοβολίας και η ενοχοποίησή τους για καρκινογενέσεις.
- Οι HDL παρεμποδίζουν την είσοδο των LDL στα κύτταρα και μεταφέρουν την περίσσεια της χοληστερόλης από τα κύτταρα στο συκώτι, όπου αυτή μεταβολίζεται. Βοηθούν έτσι στη μείωση της χοληστερόλης στον οργανισμό.



GOOD FATS vs. BAD FATS