



Διαιτητική αξία αλιευμάτων

Ναυσικά Καρακατσούλη

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Εργ. Εφαρμοσμένης Υδροβιολογίας

Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

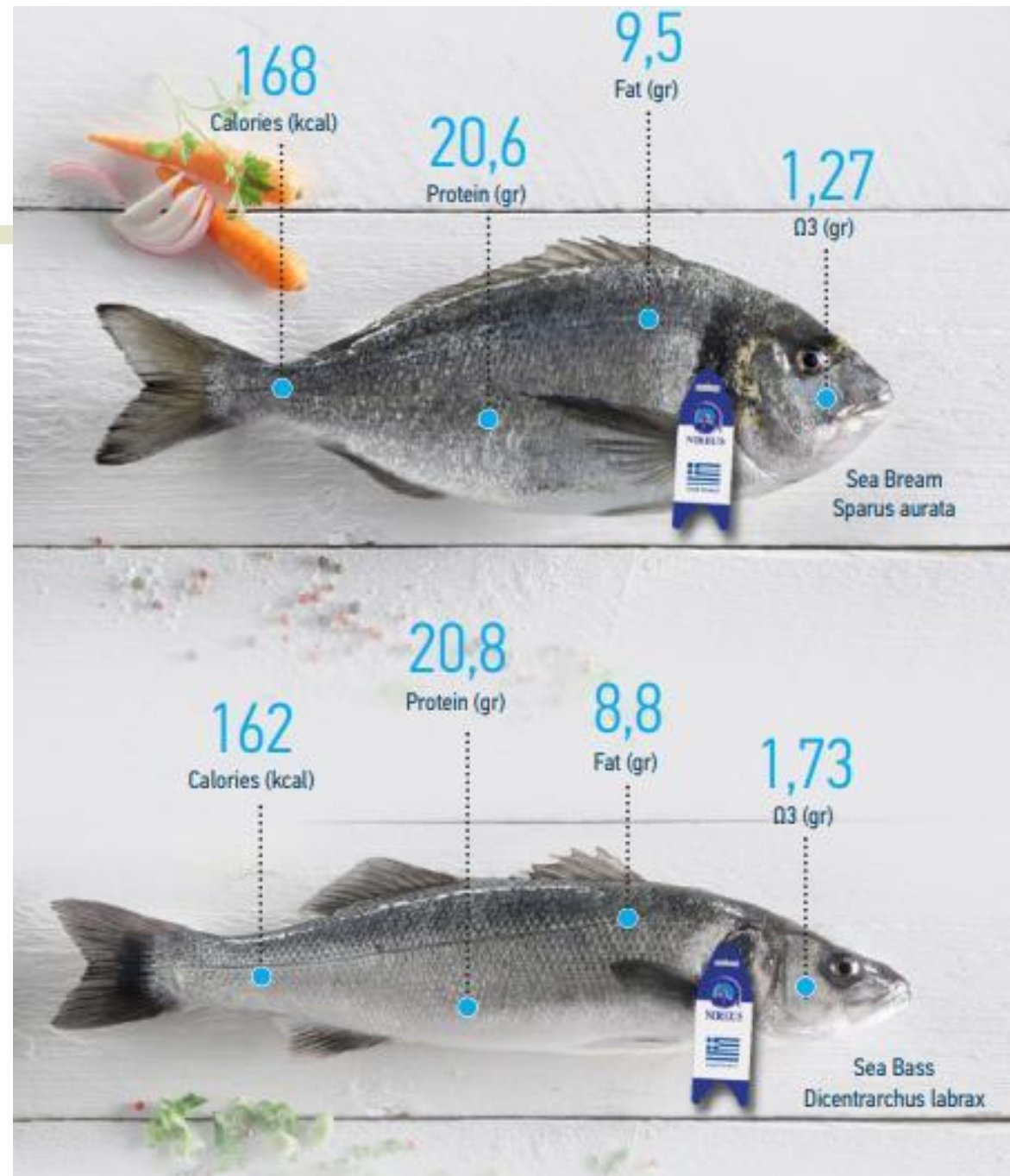
[Διαιτητική αξία (δ.α.)]

- Ο όρος αναφέρεται κυρίως στα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται στο προσφερόμενο στον καταναλωτή προϊόν. Η σύσταση αυτή, συγκρινόμενες με τις ημερήσιες ανάγκες του καταναλωτή σε αυτά τα θρεπτικά χαρακτηριστικά, καθορίζει την υψηλή ή χαμηλή διαιτητική αξία του προϊόντος.
- Η δ.α. περιλαμβάνει τη βασική χημική σύσταση του προϊόντος (δηλαδή περιεκτικότητα σε νερό, πρωτεΐνες, λίπη), αλλά και την περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες. Ειδικά για το λίπος, ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα ω3 λιπαρά οξέα.

[Διαιτητική αξία (δ.α.)

Ψάρι = ένα πολύτιμο τρόφιμο για μία υγιεινή-ισορροπημένη διατροφή

- Πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας (100 g \Rightarrow > 50 % ΣΗΠ)
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε θερμίδες
- Πλούσια σε πολυακόρεστα ω 3 λιπαρά οξέα, κυρίως EPA και DHA
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα
- Κύρια πηγή βιταμίνης D
- Πηγή βιταμίνης A, E
- Πηγή ασβεστίου, σεληνίου, ψευδαργύρου & φωσφόρου

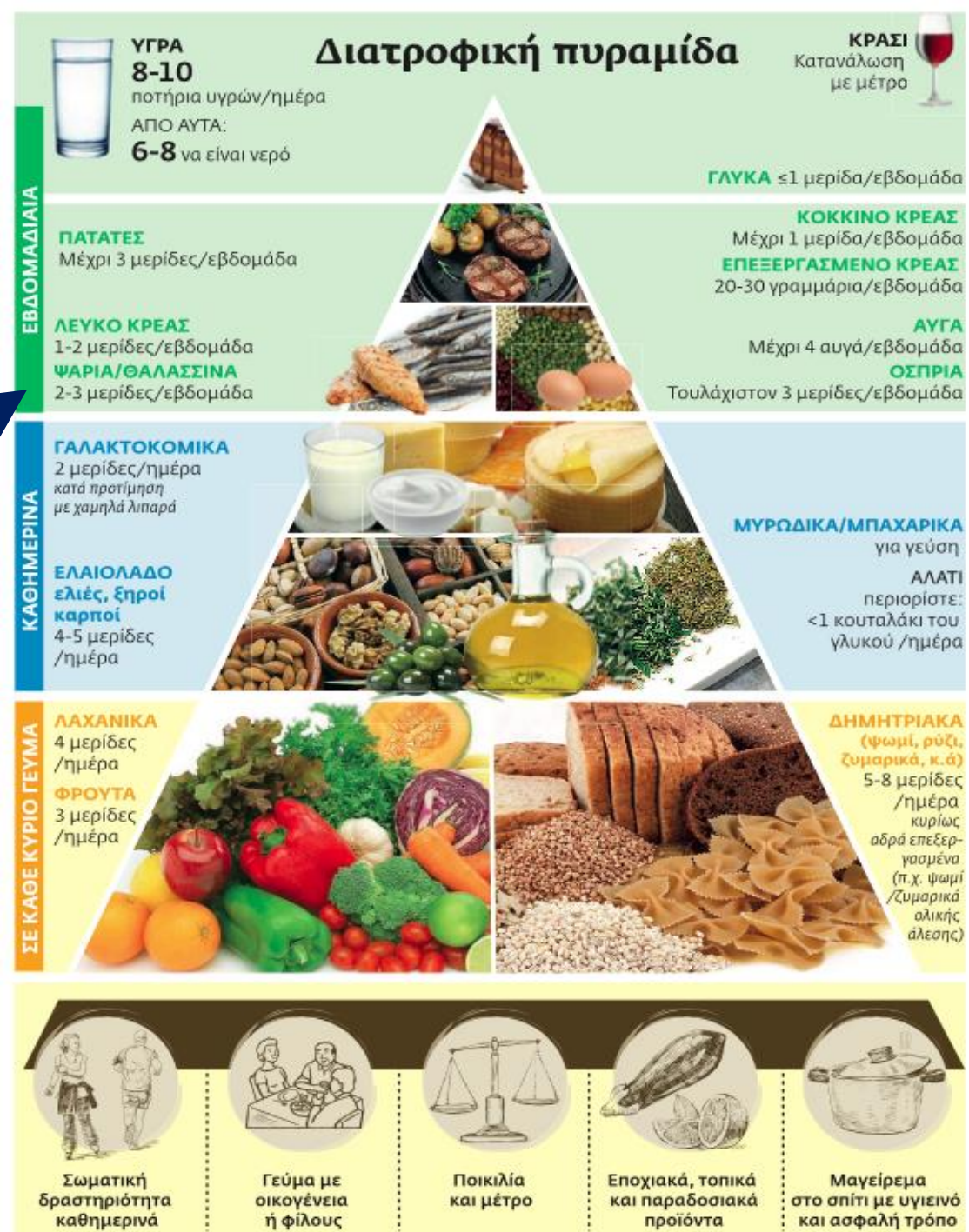


Διαιτητική αξία (δ.α.)

Συστάσεις κατανάλωσης ψαριού για υγιή ενήλικο πληθυσμό

2-3 μερίδες / εβδομάδα

1 μερίδα = 150g μαγειρεμένο ψάρι





Χημική σύσταση ιχθύων

Μπορεί να αναφέρεται σε ολόκληρο τον ιχθύ ή μόνο στο φιλέτο (εδώδιμο μέρος)

Αδρά χημική σύσταση (gross carcass proximate composition):

- Υγρασία (Moisture)
- Ολικές πρωτεΐνες (Total protein)
- Ολικά λίπη (Total fat)
- Τέφρα (ανόργανα συστατικά) (Ash)

Παράμετρος	Μέθοδος προσδιορισμού
Υγρασία	105 °C για 24 h
Ολικές πρωτεΐνες	Προσδιορισμός ολικού αζώτου (μέθοδος Kjeldahl)
Ολικά λίπη	Υδρόλυση – Εκχύλιση (μέθοδος Soxhlet)
Τέφρα	550 °C για 12 h

Αδρά χημική σύσταση (gross carcass proximate composition):

- Τα αποτελέσματα μπορούν να εκφραστούν ως ποσοστό (%) επί του νωπού βάρους (NB) ή επί του ξηρού βάρους (ΞΒ)
- Επειδή στους ιχθύς δεν υπάρχουν σημαντικές ποσότητες ινωδών ουσιών, το άθροισμα των επιμέρους συστατικών, και ανάλογα αν είναι % NB ή % ΞΒ., είναι 100.

Αδρά χημική σύσταση (gross carcass proximate composition):

■ Παράδειγμα:

	Νωπό Βάρος (NB)	Ξηρό Βάρος (ΞΒ)
	% Νωπού Βάρους - % NB (% wet weight ή % w.wt)	% Ξηρού Βάρους - % ΞΒ (% dry weight ή % d.wt)
	<ul style="list-style-type: none">• Υγρασία, %: 65• Ολ. Πρωτεΐνες, % NB: 19• Ολ. Λίπη, % NB: 13• Τέφρα, % NB: 3	<ul style="list-style-type: none">• Ολ. Πρωτεΐνες, % ΞΒ: 55• Ολ. Λίπη, % ΞΒ: 36• Τέφρα, % ΞΒ: 9
Άθροισμα	100	100

Αδρά χημική σύσταση (gross carcass proximate composition):

- Όταν αναφερόμαστε στη διαιτητική αξία ενός ιχθύος, η καταλληλότερη έκφραση είναι % ΝΒ, αφού έτσι θα φτάσει ο ιχθύς στο πιάτο του καταναλωτή!
- Η έκφραση % ΞΒ είναι η καταλληλότερη όταν ένας ιχθύς αναλύεται για να αποτελέσει πρώτη ύλη ενός μίγματος διατροφής για εκτρεφόμενους ιχθύς (π.χ. για ένα ιχθυάλευρο, ως ζωοτροφή, η χημική του σύσταση πρέπει να αναφερθεί ως % ΞΒ)

Προσδιορισμός ολικού αζώτου (μέθοδος Kjeldahl)

- Περιεκτικότητα πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης σε άζωτο $\approx 16\%$
- Συντελεστής μετατροπής αζώτου σε πρωτεΐνες = $6,25 (=100/16)$
- Υπολογισμός ολικών πρωτεϊνών = $[N] \times 6,25$, όπου $[N]$ η περιεκτικότητα σε άζωτο όπως προσδιορίζεται με τη μέθοδο Kjeldahl

Σημείωση:

- Ουσιαστικά υπολογίζονται ολικές αζωτούχες ουσίες, αφού προσδιορίζεται και το άζωτο μη πρωτεϊνικής φύσεως αζωτούχων ουσιών (π.χ. άλλες αζωτούχες ενώσεις κ.α.)

Προσδιορισμός ολικού αζώτου (μέθοδος Kjeldahl)

- Μέθοδος Kjeldahl: Βασίζεται στην μετατροπή του αζώτου σε αμμωνία και η διαδικασία προσδιορισμού αποτελείται από τρία στάδια: Υδρόλυση – Απόσταξη – Τιτλοδότηση



Προσδιορισμός ολικών λιπών

- Ο προσδιορισμός βασίζεται στην εκχύλιση των ολικών λιπαρών ουσιών με πετρελαϊκό αιθέρα και περιλαμβάνει δύο στάδια: Υδρόλυση – Εκχύλιση (μέθοδος Soxhlet)

Υδρόλυση:

- Υλικά ζωικής προέλευσης (π.χ. ιχθύες) απαιτούν, πριν την εκχύλιση, υδρόλυση για να διασπαστούν οι κυτταρικές μεμβράνες και να αποδεσμευτούν οι ενσωματωμένες πολύπλοκες ενώσεις των λιπαρών ουσιών

Εκχύλιση (Soxhlet):

- Το υδρολυμένο δείγμα υποβάλλεται σε εκχύλιση με πετρελαϊκό αιθέρα

Προσδιορισμός ολικών λιπών

Υδρόλυση



Εκχύλιση

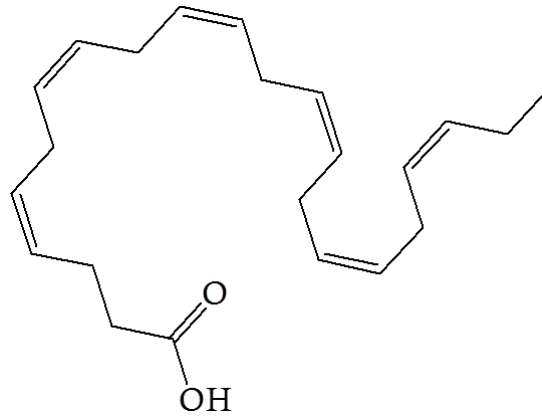
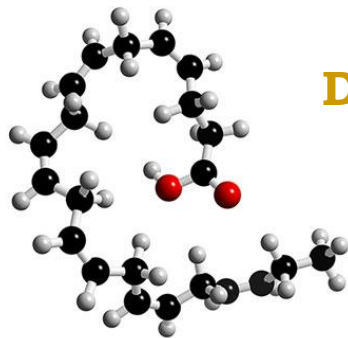


Λιπαρά οξέα

DHA

22:6 n3

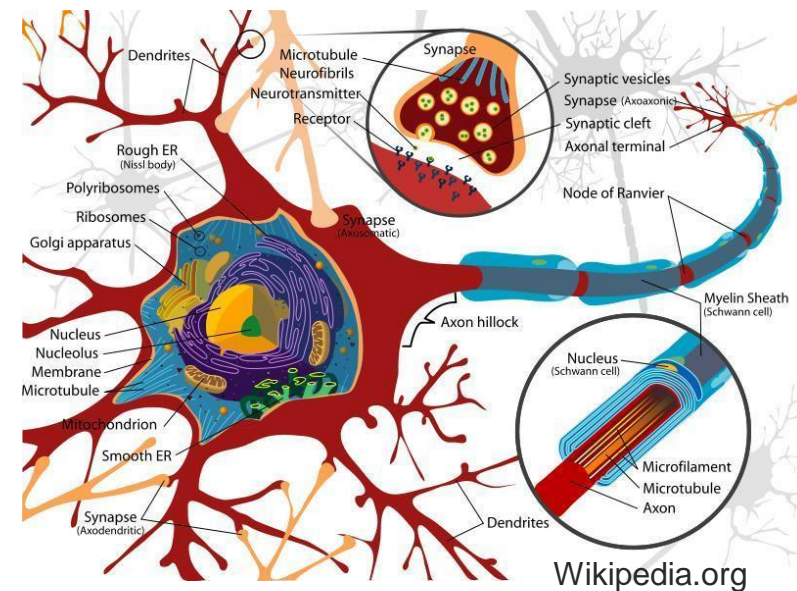
22:6 ω3



Docosahexaenoic acid



all-cis-docosa-4,7,10,13,16,19-hexa-enoic acid



Wikipedia.org

[Σημασία λιπαρών οξέων (λ.ο.)]

Για το ψάρι

- Πηγή ενέργειας
- Βασικά συστατικά βιολογικών μεμβρανών
- Πρόδρομες ουσίες άλλων, σημαντικών βιολογικά, ουσιών (εικοσανοϊκά)

Για τον άνθρωπο - καταναλωτή

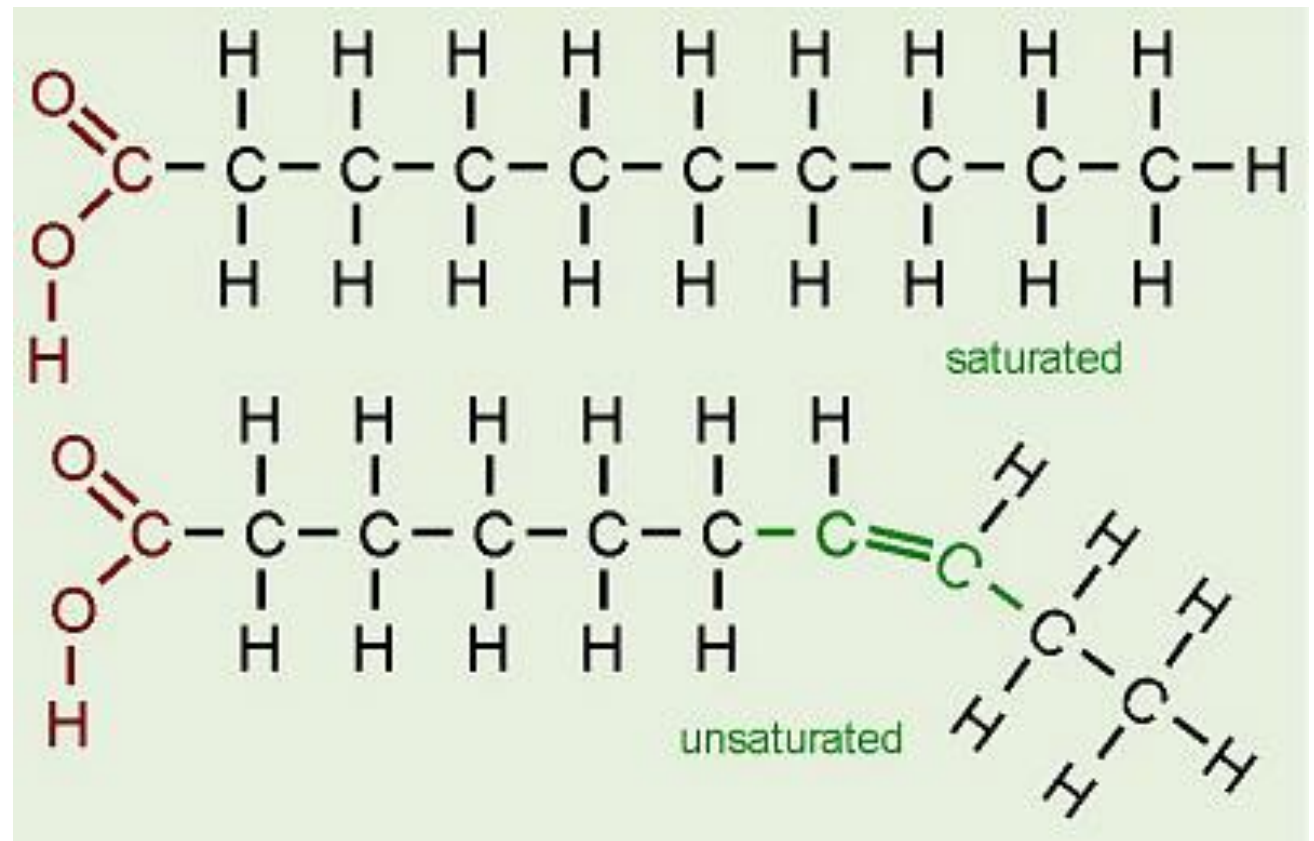
- $\omega 3$ λ.ο. vs καρδιαγγειακές παθήσεις

[Δομή-Ονοματολογία]

- Αλυσίδα ατόμων άνθρακα
- Χαρακτηριστική ομάδα: καρβοξύλιο -COOH

- **Κορεσμένα λ.ο.:** χωρίς διπλό δεσμό
- **Ακόρεστα λ.ο.:** έχουν έναν ή περισσότερους διπλούς δεσμούς

Λιπαρά οξέα (λ.ο.): Fatty acids (FA)



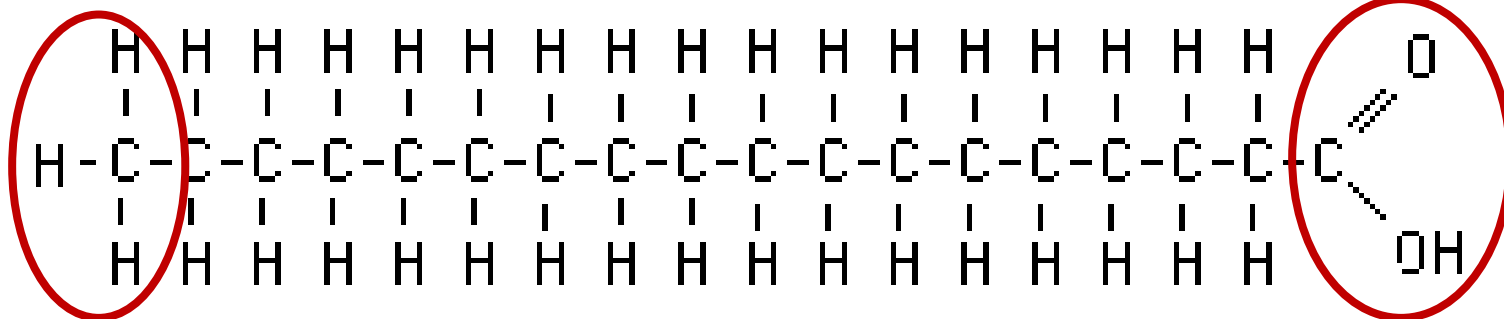
Δομή-Ονοματολογία

Αριθμός ατόμων άνθρακα

Αριθμός διπλών δεσμών (=0, δηλ. κορεσμένο)

18:0

Μεθυλομάδα



Καρβοξυλομάδα

Δομή-Ονοματολογία

Κορεσμένα λ.ο. (Saturated FA)

	Όνομα λ.ο.	
14:0	Myristic (tetradecanoic) acid	Μυριστικό
16:0	Palmitic (hexadecanoic) acid	Παλμιτικό
17:0	Margaric (heptadecanoic) acid	Μαργαρικό
18:0	Stearic (octadecanoic) acid	Στεαρικό
20:0	Arachidic (eicosanoic) acid	Αραχιδικό

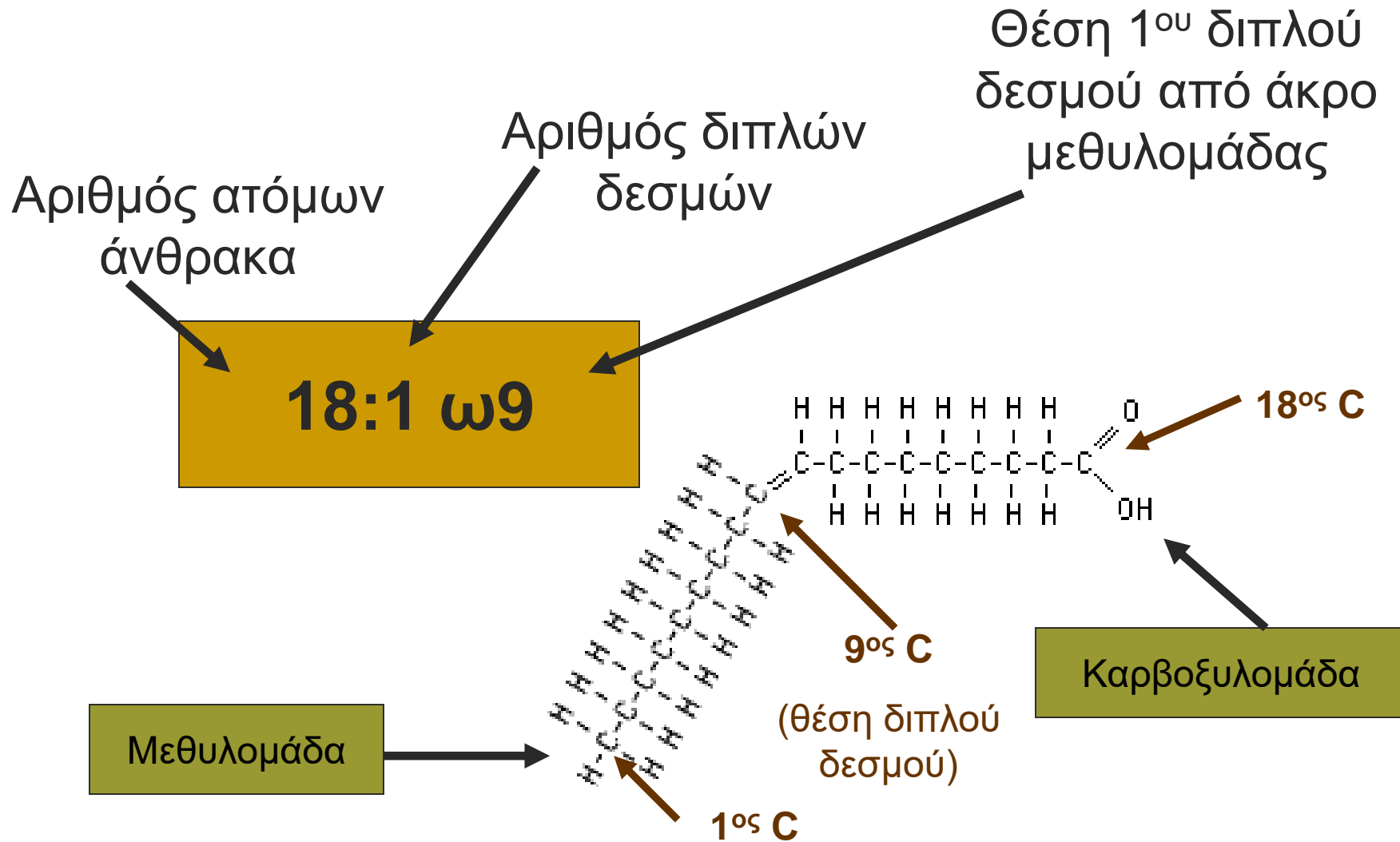


Palm tree

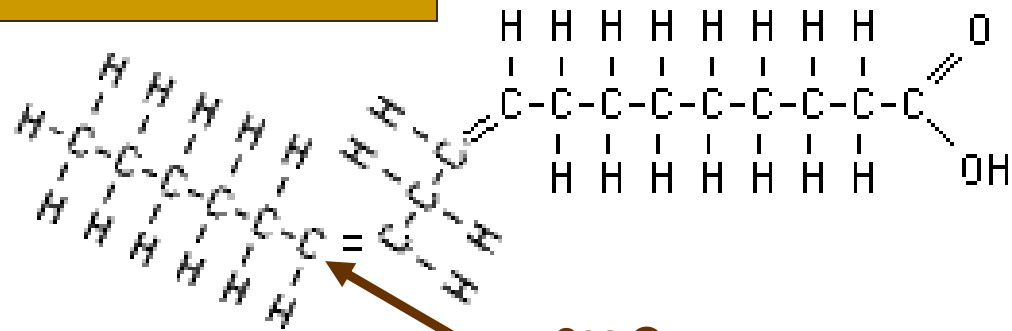
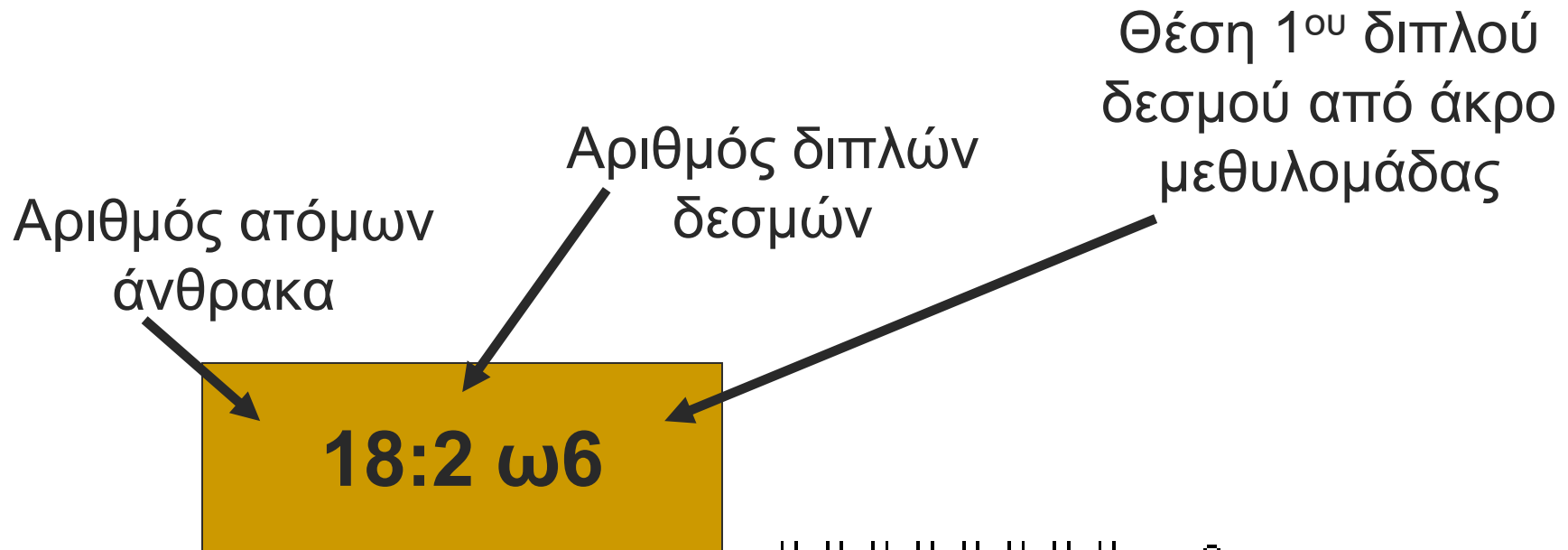
Peanut
(αραχίδα)



Δομή-Ονοματολογία



Δομή-Ονοματολογία

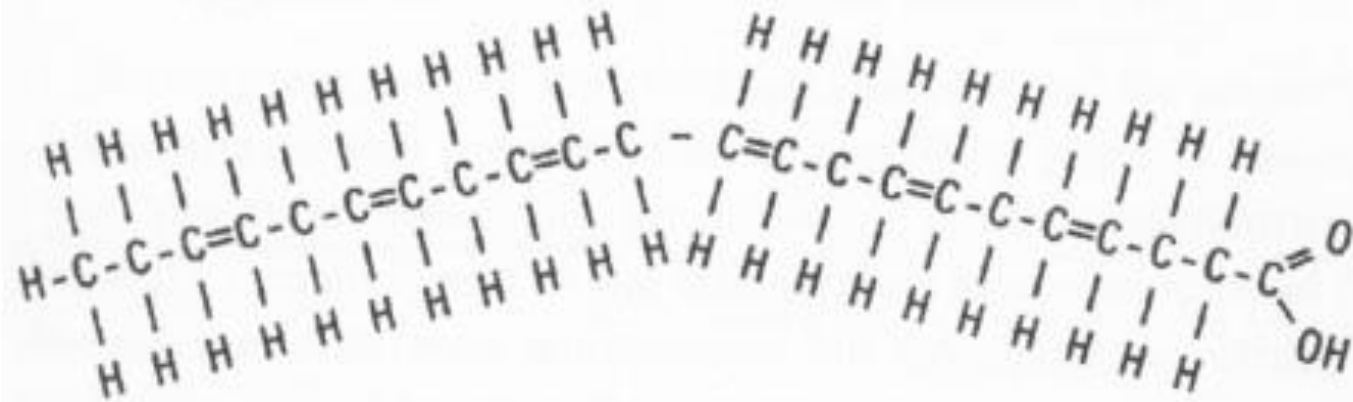


6^{ος} C

(θέση 1^{ου} διπλού δεσμού)

Δομή-Ονοματολογία

22:6 ω3 - DHA



Δομή-Ονοματολογία

Ακόρεστα λ.ο. (Unsaturated FA) με 1 δ.δ. Μονοακόρεστα
λ.ο., mono-unsaturated FA – MUFA

	Όνομα λ.ο.	
C16:1ω7	Palmitoleic acid	
C18:1ω7	Vaccenic acid	
C18:1ω9	Oleic acid	Ολεϊκό
C20:1ω9	Eicosenoic acid	
C22:1ω9	Erucic (13c-docosenoic) acid	
C24:1ω9	Nervonic acid	



Olive oil (oleic)
Ελιά

Rapeseed oil (erucic)
Ελαιοκράμβη



Δομή-Ονοματολογία

Ακόρεστα λ.ο. (Unsaturated FA) με ≥ 2 δ.δ.
Πολυακόρεστα λ.ο., poly-unsaturated FA – PUFA

	Όνομα λ.ο.	
C18:2ω6	Linoleic acid	Λινολεϊκό
C18:3ω3	α -linolenic acid	Λινολενικό
C18:4ω3	6,9,12,14 –octadecatetraenoic acid	
C20:4ω6	Arachidonic acid	Αραχιδονικό
C20:5ω3	5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid	EPA
C22:5ω3	7,10,13,16,19-docosapentaenoic acid	DPA
C22:6ω3	4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid	DHA

Δομή-Ονοματολογία

Υψηλά πολυακόρεστα λ.ο. (≥ 5 δ.δ.)
Highly-Unsaturated FA – HUFA

	Όνομα λ.ο.	
C20:5ω3	5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid	EPA
C22:5ω3	7,10,13,16,19-docosapentaenoic acid	DPA
C22:6ω3	4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid	DHA

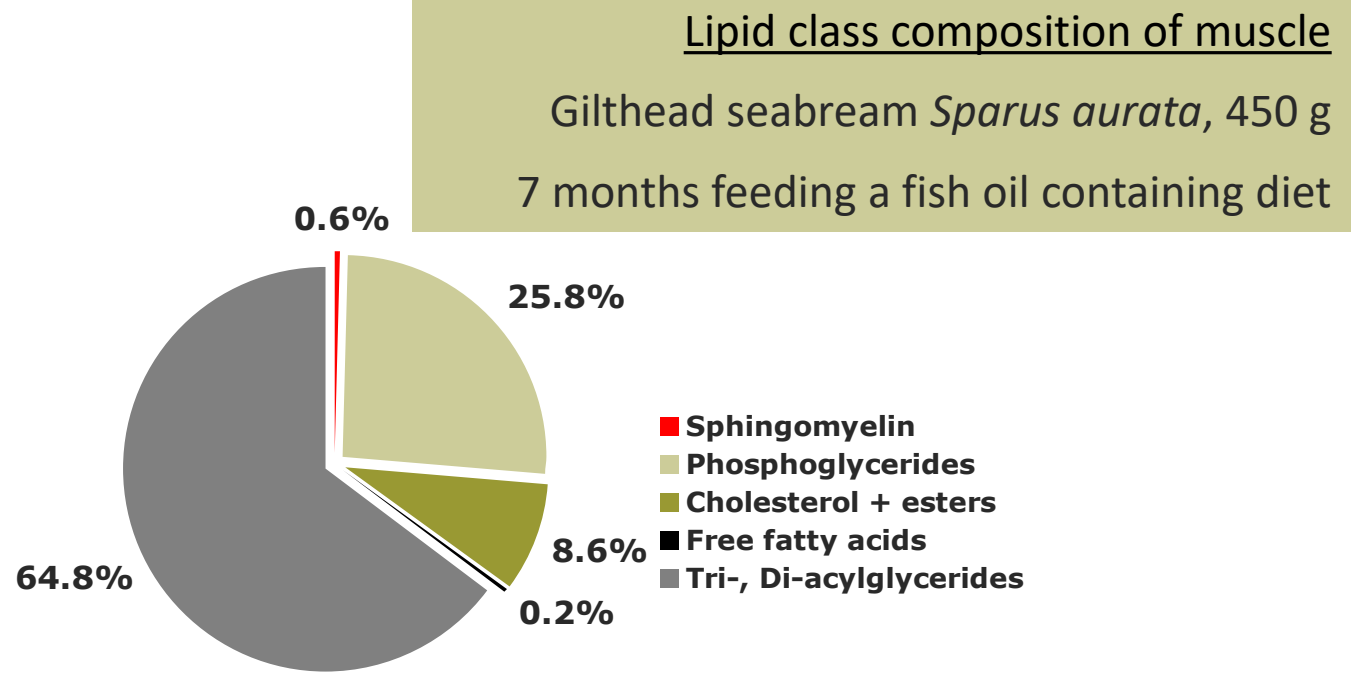
Κύρια προέλευσή τους: Ιχθυέλαιο

Λιπίδια ιχθύων

- Τριακυλγλυκερίδια (διακυλ-, μονακυλ-, γλυκερίδια)
- Φωσφογλυκερίδια
- Σφινγκολιπίδια
- Χοληστερόλη
- Εστέρες της χοληστερόλης
- Ελεύθερα λιπαρά οξέα
- (Κήροι-Wax esters)

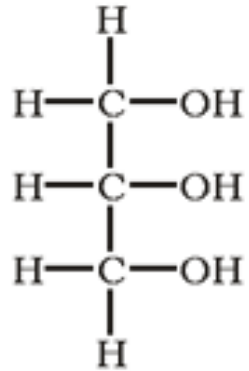
Μόνο η χοληστερόλη δεν περιέχει λιπαρά οξέα (λ.ο.)

Ολικά λ.ο. (% ολικού λίπους φιλέτου ή σώματος): 27 – 82 %

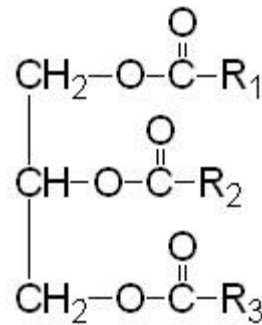


Τριακυλγλυκερίδια

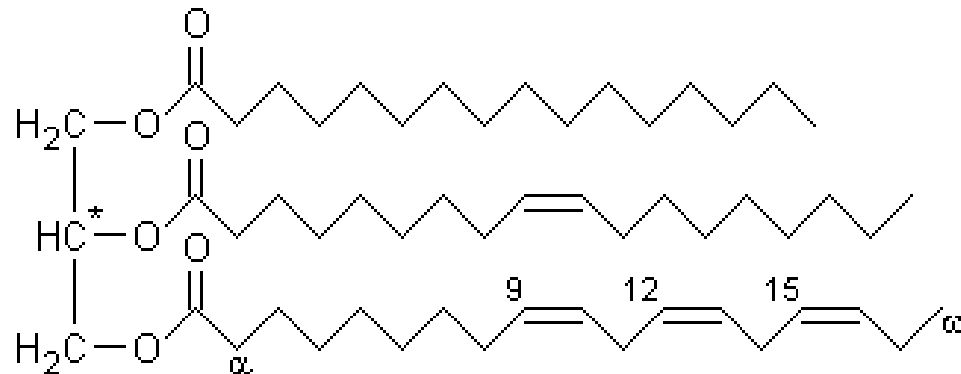
Γλυκερόλη



Τριακυλγλυκερίδια: Εστέρες της γλυκερόλης με λ.ο.



Ανήκουν στα
ουδέτερα λίπη
(neutral lipids)



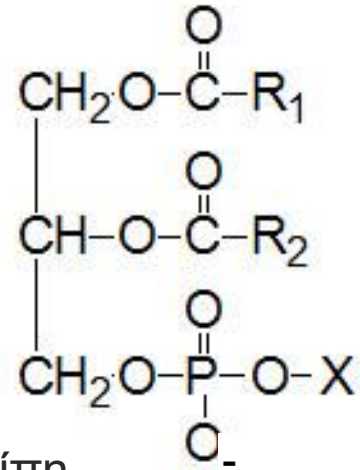
16:0

18:1 ω 9

18:3 ω 3

Φωσφογλυκερίδια

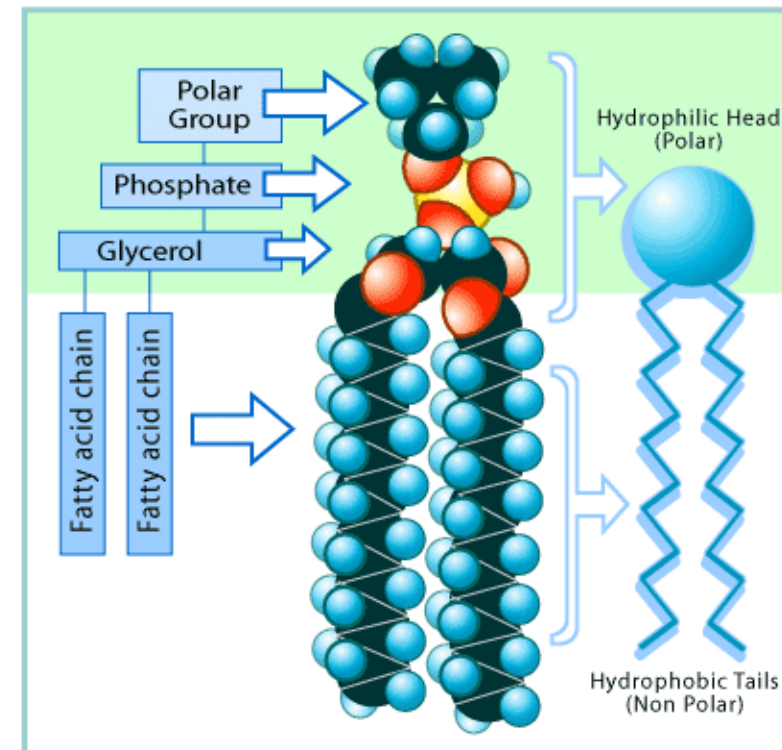
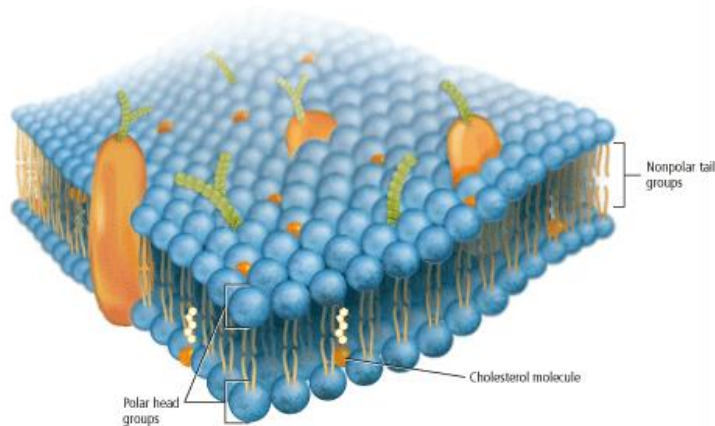
Η τρίτη θέση της γλυκερόλης είναι εστεροποιημένη με φωσφορικό οξύ



Ανήκουν στα πολικά λίπη (polar lipids)

R₁, R₂: λιπαρά οξέα

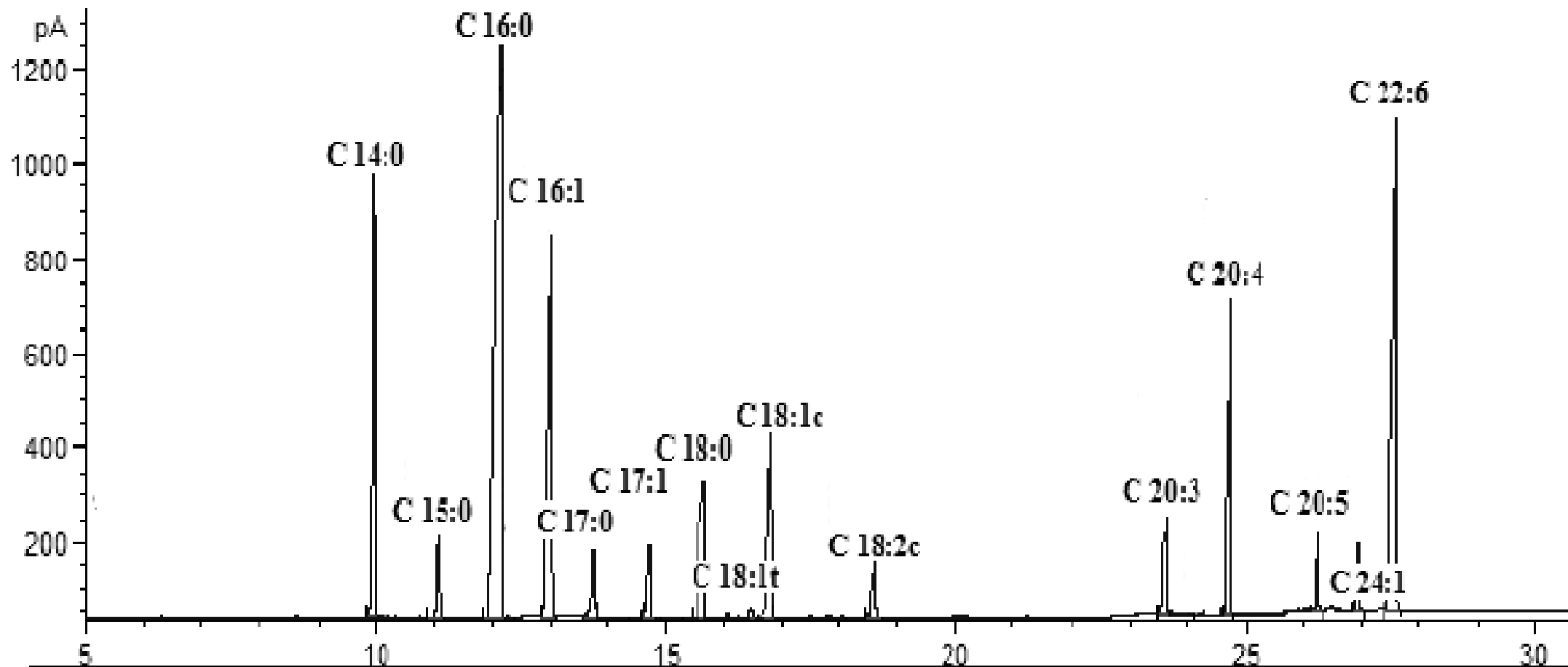
X: αζωτούχος βάση (χολίνη, σερίνη, αιθανολαμίνη κ.α.)



[Προσδιορισμός λ.ο.]

- Δειγματοληψία και συντήρηση ιστού
- Εκχύλιση λίπους
 - ⌘ Ποσοτικός προσδιορισμός περιεκτικότητας ιστού σε λίπος
 - ⌘ Διαχωρισμός λίπους σε ουδέτερα και πολικά λίπη
- Εστεροποίηση λ.ο.
- Αέριος χρωματογραφία (ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός)

Τυπικό χρωματογράφημα λ.ο.

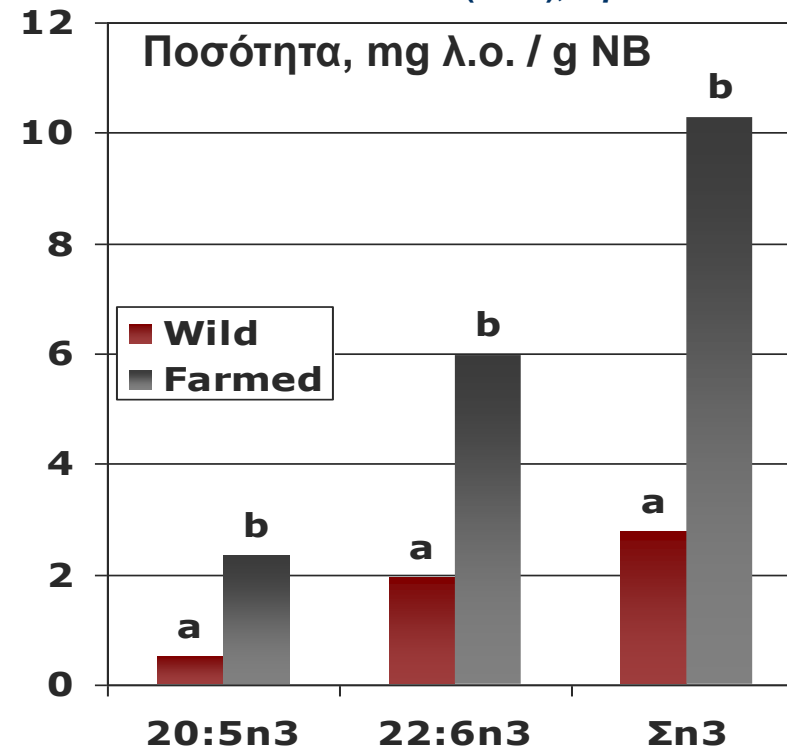
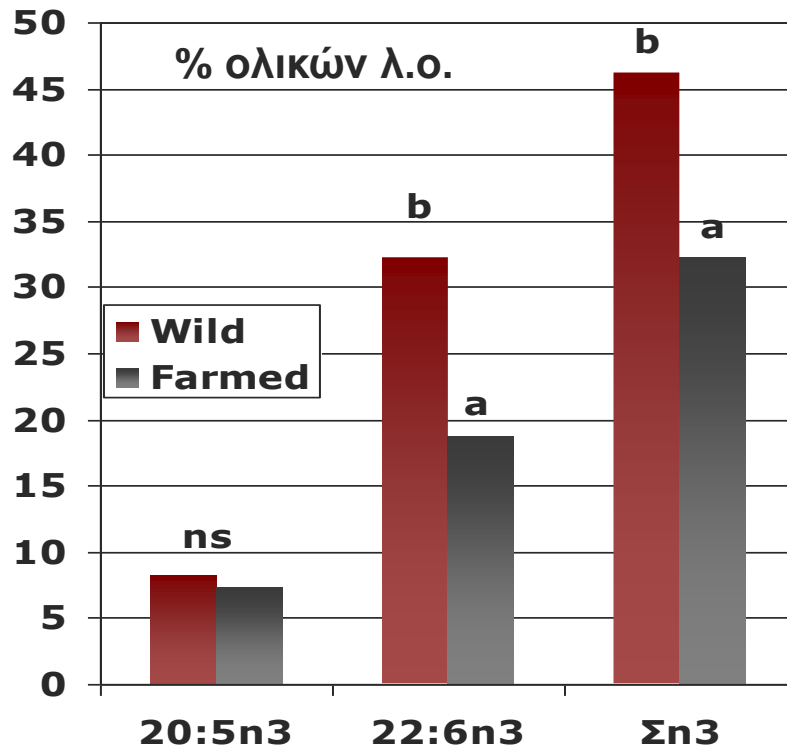


Λιπαρά οξέα: Αναφορά αποτελεσμάτων

- Συνήθως τα αποτελέσματα αναφέρονται ως εκατοστιαία αναλογία επί του συνόλου των λ.ο.
- Επειδή όμως το ποσοστό δεν τρώγεται (!) ούτε μόνο τα λ.ο. από έναν ιχθύ, όταν γίνεται αναφορά στη διαιτητική αξία ενός ιχθύος, τα αποτελέσματα πρέπει να αναφερθούν ως ποσότητα ανά μονάδα βάρους φιλέτου (mg λ.ο./g φιλέτου).
- Για να γίνει αυτό, εκτός από την εκατοστιαία αναλογία, απαιτείται και η περιεκτικότητα του ιστού (π.χ. φιλέτου) σε ολικά λίπη.

Λιπαρά οξέα: Αναφορά αποτελεσμάτων

Ιριδίζουσα πέστροφα, *Oncorhynchus mykiss*; Σύγκριση ελεύθερου vs εκτρεφόμενου ιχθυός; Ανάλυση λ.ο. στο φιλέτο,
Blanchet et al. (2005), *Lipids* 40:529-531



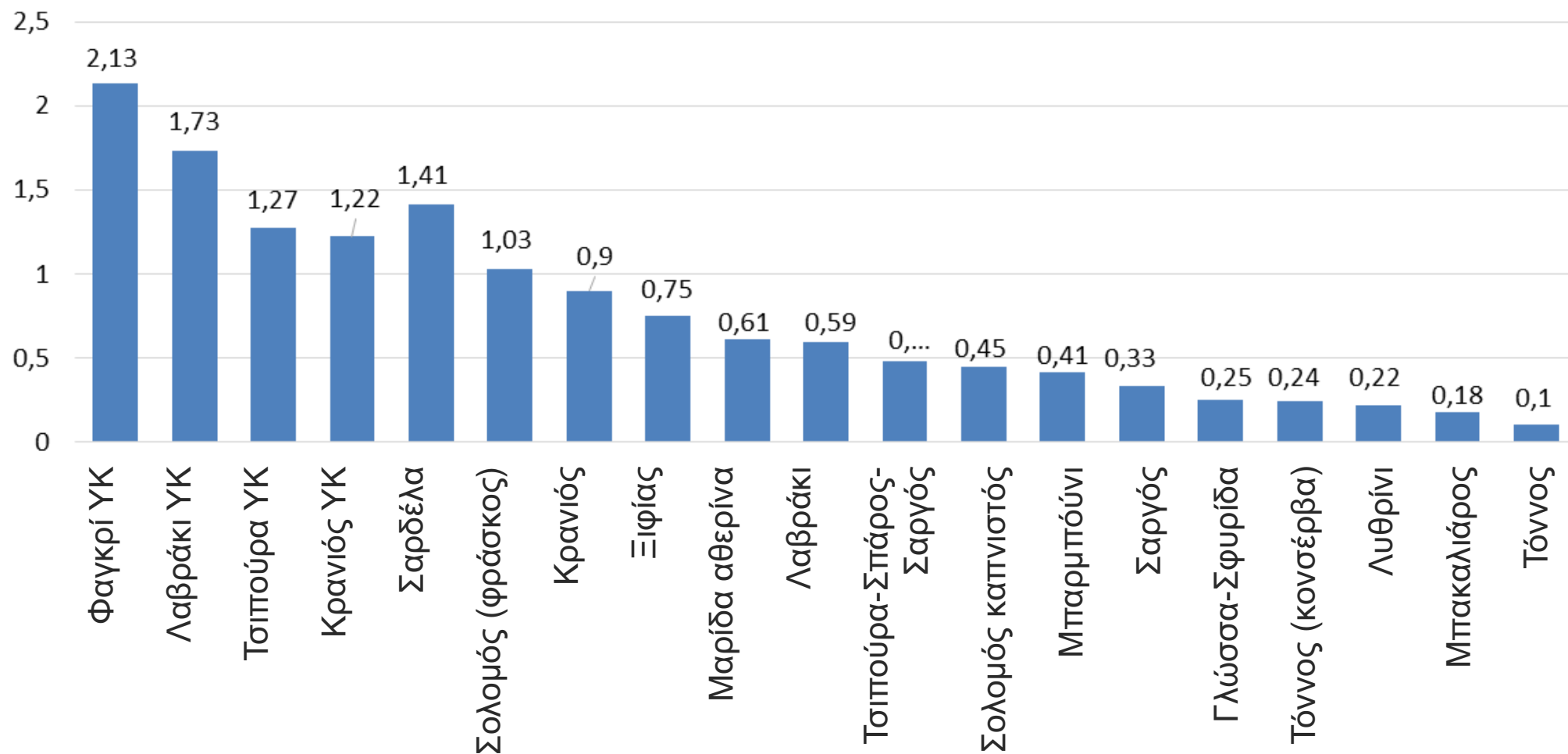
	Ελεύθερο	Εκτρεφόμενο	P
Ολικά λίπη φιλέτου (g / 100 g NB)	1.0 ± 0.4 a	5.6 ± 3.5 b	<0.0001
Ολικά λ.ο. φιλέτου (g / 100 g NB)	0.6 ± 0.2 a	3.2 ± 1.7 b	<0.0001

Λιπαρά οξέα: Αναφορά αποτελεσμάτων

- Έτσι, ανάλογα με τον τρόπο αναφοράς των λ.ο. υπάρχει η πιθανότητα διαφοροποίησης συμπερασμάτων.
- Αυτό γίνεται ιδιαίτερα εμφανές στο παράδειγμα που προηγήθηκε, όπου γίνεται σύγκριση της διαιτητικής αξίας του φιλέτου εκτρεφόμενης και ελεύθερης διαβίωσης πέστροφας, αναφορικά με τα λ.ο.
- Αν μείνει κανείς στην έκφραση των λ.ο. ως % του συνόλου των λ.ο. (αριστερό σχήμα) θα συναχθεί το παραπλανητικό συμπέρασμα ότι τα ελεύθερης διαβίωσης άτομα είναι ανώτερης διαιτητικής αξίας από τα εκτρεφόμενα, αφού περιέχουν μεγαλύτερα ποσοστά των σημαντικών για τον άνθρωπο ω3 λ.ο.
- Ωστόσο, όταν ληφθεί υπόψη η περιεκτικότητα σε ολικά λίπη (δεξιό σχήμα), τότε γίνεται εμφανές ότι η διαιτητική αξία του εκτρεφόμενου ιχθύος είναι σαφώς ανώτερη, αφού η κατανάλωση του προσφέρει περισσότερα, ποσοτικά, ω3 λ.ο.

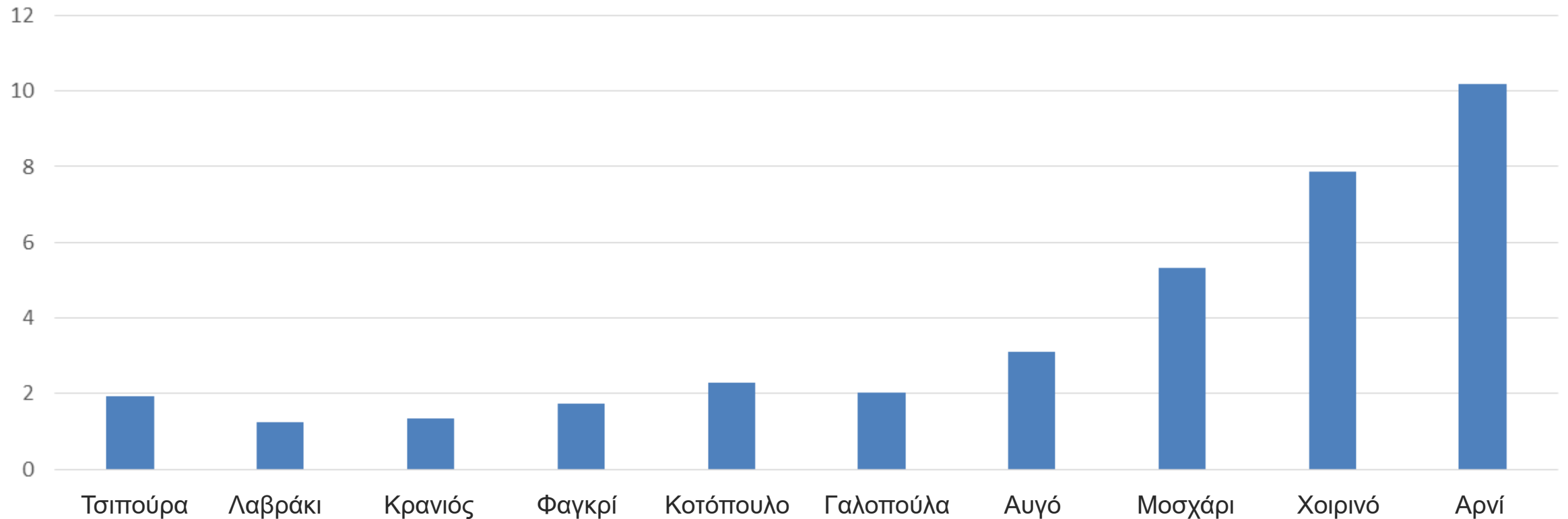
Σύγκριση ω3 λ.ο. ψαριών υδατοκαλλιέργειας (ΥΚ) και ψαριών αλιείας

ω3 λ.ο. (g / 100 g νωπού ψαριού)



Σύγκριση κορεσμένων λ.ο. ψαριών υδατοκαλλιέργειας (ΥΚ) κρέατος-ζωικών προϊόντων

Κορεσμένα λ.ο. (g / 100 g νωπού ψαριού/κρέατος/προϊόντος)



ΕΡΑ + ΔΗΑ

Διαιτητική αξία (δ.α.)

Η τσιπούρα και το λαβράκι ιχθυοκαλλιέργειας αναγνωρίστηκαν από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Ασφάλειας Τροφίμων (EFSA, ΕΕ 1924/2006) ως πλούσιες πηγές ω3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων

ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ Ω-3 ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ

1,6 g για τους άντρες και 1,1 g για τις γυναίκες (Institute of Medicine, 2005)
0,25 g ΕΡΑ + ΔΗΑ (FAO/WHO, 2008)

2 φορές / εβδομάδα κατανάλωση ψαριού ΥΚ =
κάλυψη εβδομαδιαίας συνιστώμενης κατανάλωσης

EPA + DHA

Διαιτητική αξία (δ.α.)

GOED OMEGA-3 DAILY INTAKE RECOMMENDATIONS

Based on the current body of scientific evidence, GOED has established the following intake recommendations:



500 MG

For the general healthy adult population, in order to lower the risk of coronary heart disease (CHD)¹



700-1000 MG

For pregnancy / lactation: 200 additional mg/day of DHA over recommendation for healthy adults²

For secondary prevention of CHD: 1000 mg/day EPA + DHA³



> 1 G

Higher intakes are supported for a range of additional health conditions (e.g. blood pressure⁴, triglycerides⁵)



IMPORTANT REMINDERS REGARDING INTAKE

Some governments recommend higher intakes than those listed above⁶

Intakes can be increased significantly without concern for adverse health effects, according to reports from Spherix⁷, EFSA⁸, and Norway's VKM⁹.

EPA and DHA omega-3s are only part of the composition of omega-3 rich oils (e.g. fish, krill, algal, etc). If you are shopping for an omega-3 supplement, look at the EPA+DHA content.

Omega-3 Fatty Acids	300 mg
EPA (eicosapentaenoic acid)	180 mg
DHA (docosahexaenoic acid)	120 mg

Most government in the world recommend 250mg of EPA and DHA per day, regardless of your lifestage

Recommended Intakes of EPA and DHA in the Top Economies of the World

1300mg Russia

500mg France

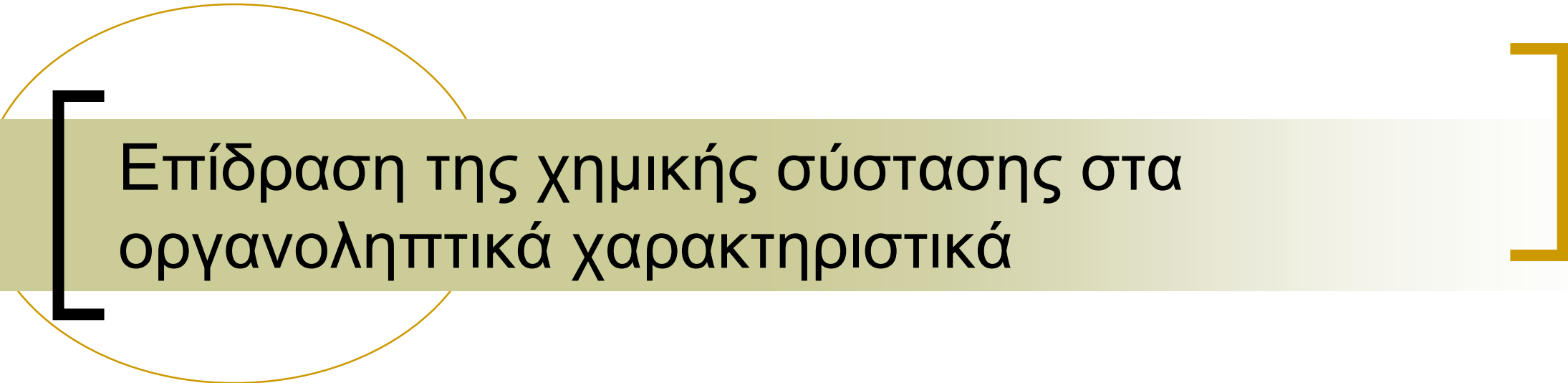
450mg Norway

250mg Austria, Belgium, China, Czech Republic, Denmark, Finland, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom

160mg Australia, New Zealand

None Yet Canada, India, Japan, Israel, Singapore, South Korea, United States

Source: GOED, International Monetary Fund



Επίδραση της χημικής σύστασης στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Η χημική σύσταση μπορεί να επηρεάσει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά των παραγόμενων προϊόντων μετά τη θανάτωση

Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά: οσμή, γεύση, χρώμα, υφή κ.ά. χαρακτηριστικά αντιληπτά με τις αισθήσεις μας

[Επίδραση της χημικής σύστασης]

- Η περιεκτικότητα του γλυκογόνου των μυών των ιχθύων καθορίζεται από τη διατροφική τους κατάσταση ή την κατάσταση stress που μπορεί να βρίσκονται. Το γλυκογόνο κινητοποιείται άμεσα για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών, ενώ οδηγεί στην παραγωγή γαλακτικού οξέος το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει την τιμή του pH του φιλέτου, μετά τη θανάτωση.
- Τόσο η περιεκτικότητα σε ελεύθερα αμινοξέα όσο και σε λίπος, σχετίζονται με οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως η γεύση, η ευχυμία, κ.α.

Επίδραση του γλυκογόνου των μυών

Περιεκτικότητα των μυών σε γλυκογόνο (πριν τη θανάτωση)

Συσσώρευση γαλακτικού οξέος

Τελική τιμή του pH στο φιλέτο (μετά τη θανάτωση) (σταδιακή μείωση)

Κακή διατροφική κατάσταση ή ιχθύες σε κατάσταση stress

Μικρή περιεκτικότητα σε γλυκογόνο

↑ ↑ pH (>7)

- Βακτήρια αλλοίωσης φιλέτου
- Διαχωρισμός μυομερών ?
- «Σκληρό» φιλέτο

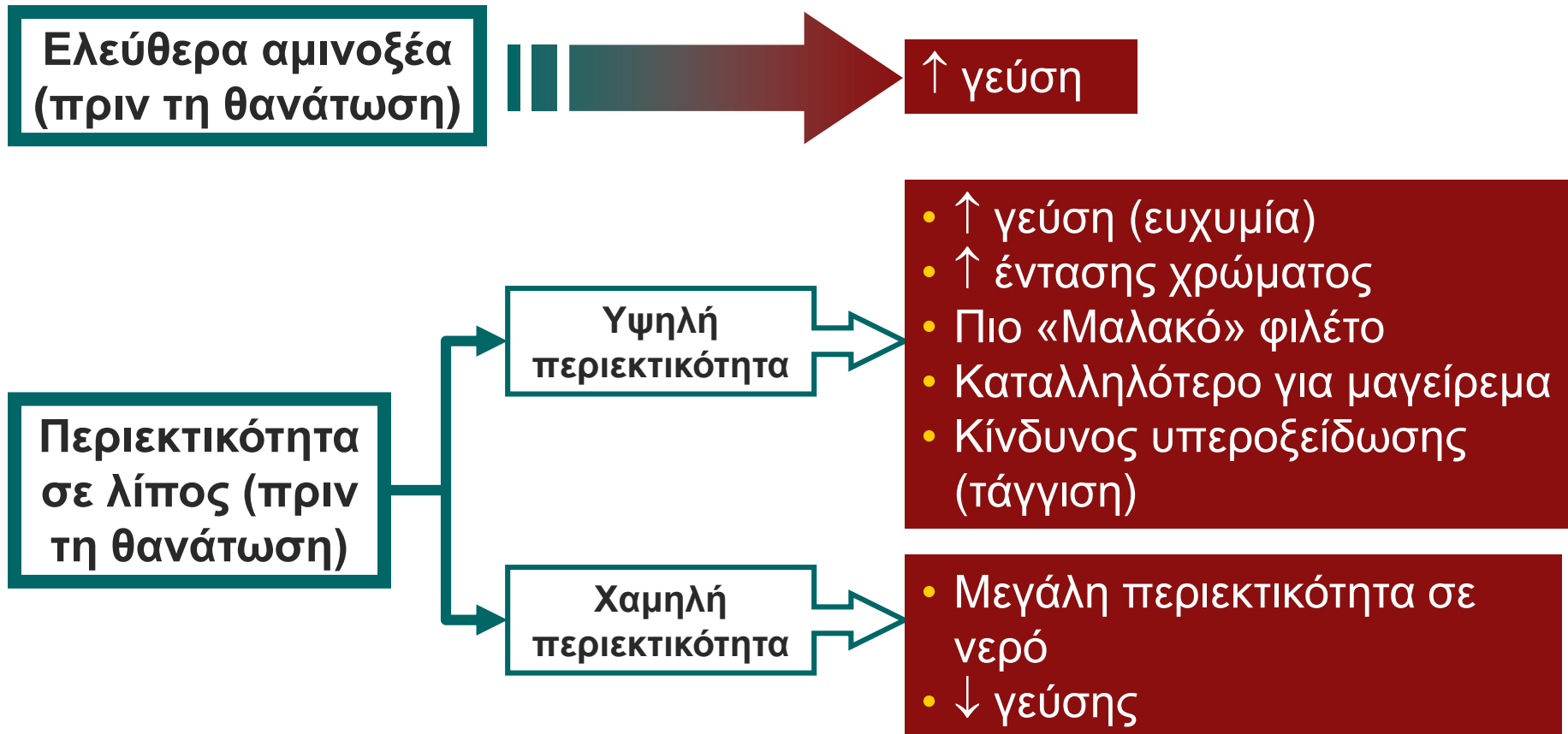
Καλή διατροφική κατάσταση

Μεγάλη περιεκτικότητα σε γλυκογόνο

Αργή μείωση pH (διατήρηση σε 6-6,5)

- Διατήρηση της φρεσκότητας και της ποιότητας

Επίδραση των αμινοξέων και του λίπους



Περισσότερες πληροφορίες

Διαιτητική αξία διαφόρων αλιευμάτων:

- https://www.nutritionvalue.org/Fish%2C_raw%2C_mixed_species%2C_sea_bass_nutritional_value.html
- <https://www.fda.gov/search?s=fish+nutritional+value>
- <http://takamas.tripod.com/nutritio.htm>
- <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>