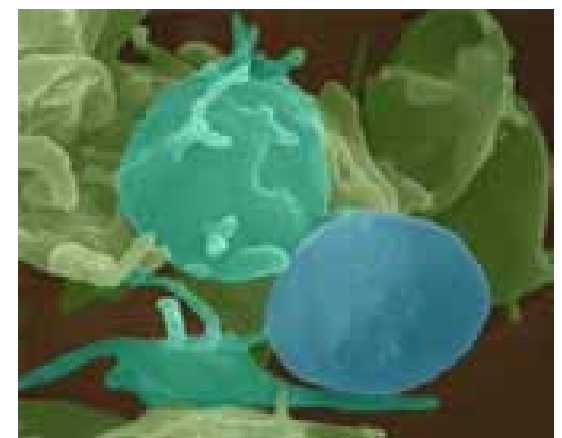
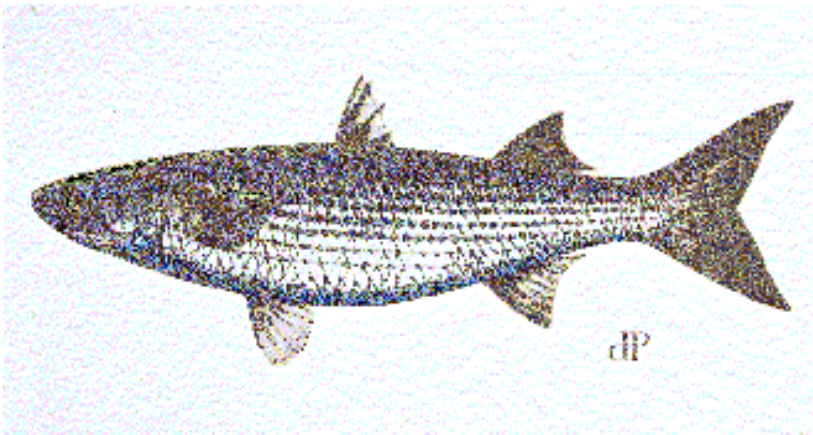


Σύσταση και Αντιαιμοπεταλιακή Δράση Παραδοσιακού Αυγοτάραχου

Τ. Νομικός, Ν. Καλογερόπουλος, Α. Χίου, Ε. Φραγκοπούλου, Σ. Αντωνοπούλου



Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας-Διατροφής
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο



Προϊόντα από αυγά θαλάσσιων οργανισμών



Οξύρρυγχος



Χαβιάρι



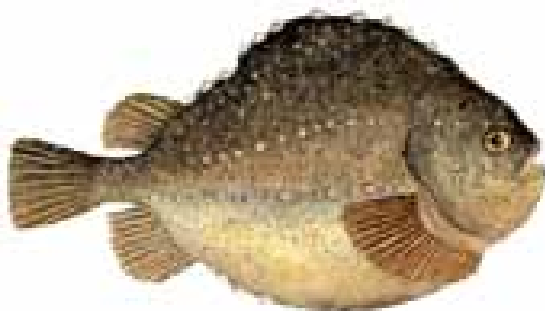
Σολωμός



Red Caviar (Ikura)



Sujiko



Lumpfish



Lumpfish caviar

Προϊόντα από αυγά θαλάσσιων οργανισμών



Flying fish



Tobiko



Ρέγγα



Kazunoko



Αχινός



Αυγά αχινού (Uni)

Προϊόντα από αυγά κεφάλου (striped mullet, *Mugil cephalus*)



**Κarasumi
(Ιαπωνία)**



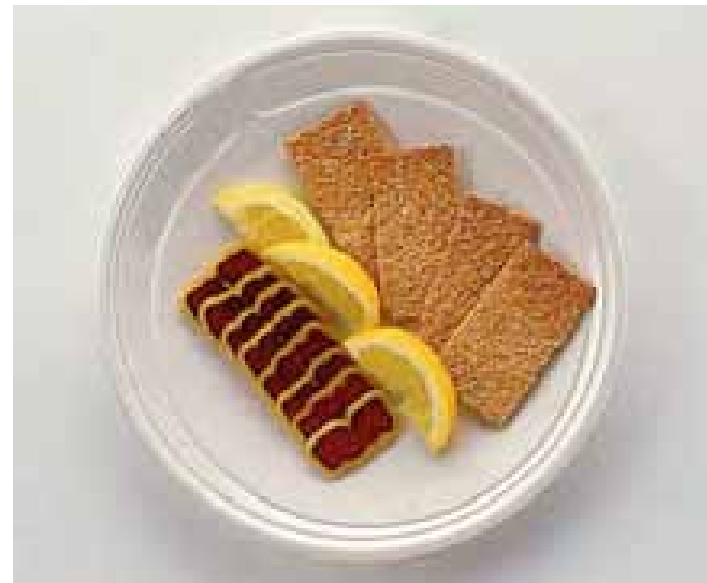
**Botargo
(Ιταλία)**



**Αυγοτάραχο
(Ελλάδα)**

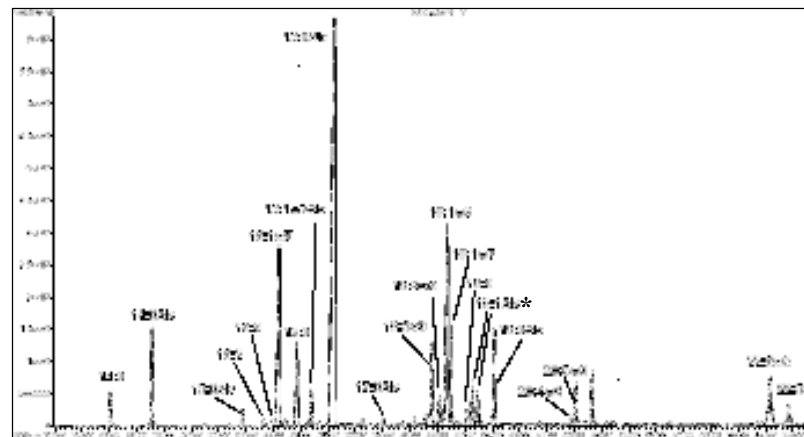
Αυγοτάραχο

- Υψηλής αξίας «γκουρμέ» προϊόν
- Παρασκευάζεται παραδοσιακά από τις ωοθήκες θηλυκών ατόμων κεφάλου (*Mugil cephalus*) με ήπια κατεργασία (αλάτισμα, ελαφρά ξήρανση σε αέρα)
- Συντηρείται με εμφάπτιση σε λιωμένο κερί

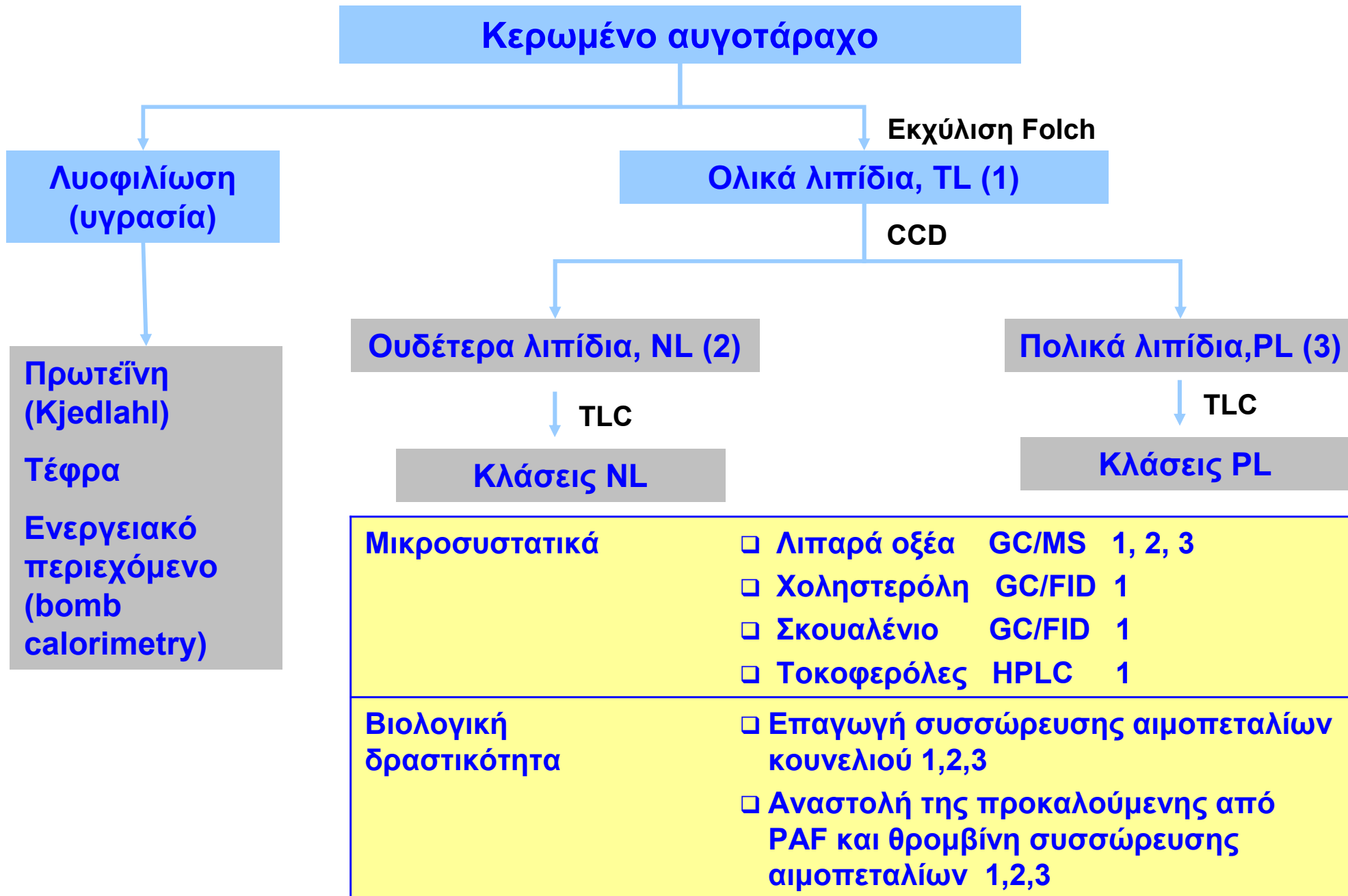


Σκοπός

- Μελέτη της σύστασης του παραδοσιακού αυγοτάραχου σε :
 - Κύρια μακροθρεπτικά συστατικά
 - Αντιοξειδωτικές βιταμίνες (βιταμίνη C, E)
 - Φυτοστερόλες και σκουαλένιο
 - Του λίπους στα επιμέρους λιπίδια και λιπαρά οξέα
- Μελέτη της *in vitro* αντιαιμοπεταλιάκης δράσης λιπιδικών κλασμάτων
- Διατροφική αξιολόγηση τελικού προϊόντος



Μεθοδολογία



Κύρια συστατικά – Ενεργειακό περιεχόμενο

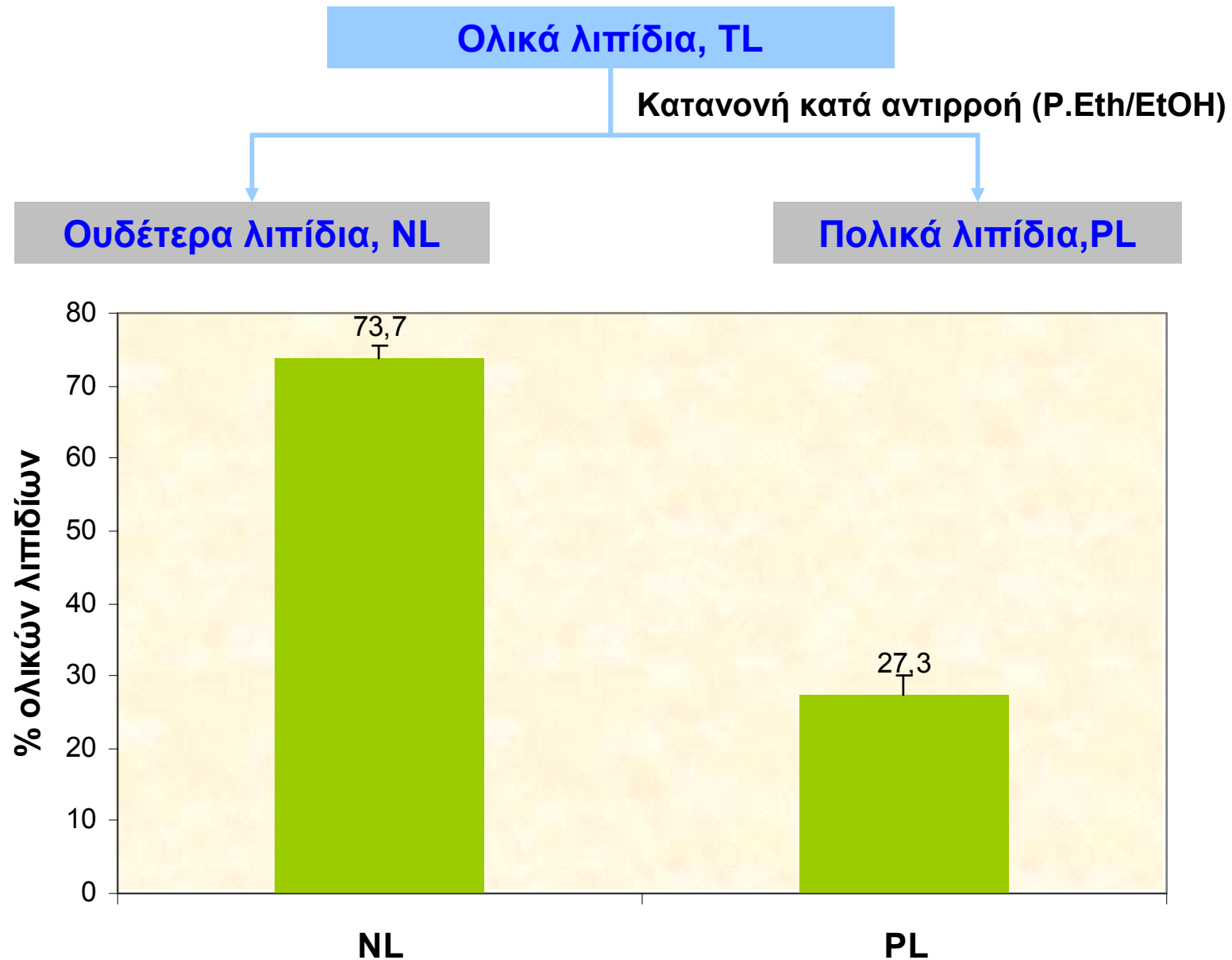
	Ελλάδα ¹	Florida ²	Nagasaki ³	Taiwan ³	Italy ³
Υγρασία (%)	45.1 ± 3.5	30.5	23.4	25.2	25.2
Ολικό Λίπος (% fw)	17.7 ± 1.5	25.7	33.1	26.2	29.7
Πρωτεΐνη (% fw)	33.6 ± 2.2	35.5	38.7	44.2	42.8
Τέφρα (% fw)	3.0 ± 0.3	5.4	4.4	2.5	2.7
Λίπος/ πρωτεΐνη	0.53 ± 0.0	0.72	0.86	0.59	0.69
Ενέργεια (kcal/100 g)	313.3 ± 18.2	373.3	452.7	412.6	438.5

¹ Παρούσα εργασία

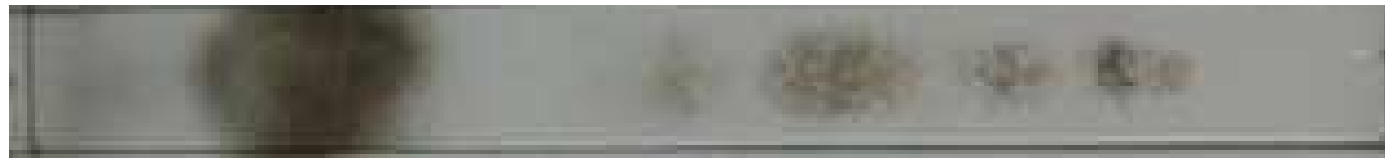
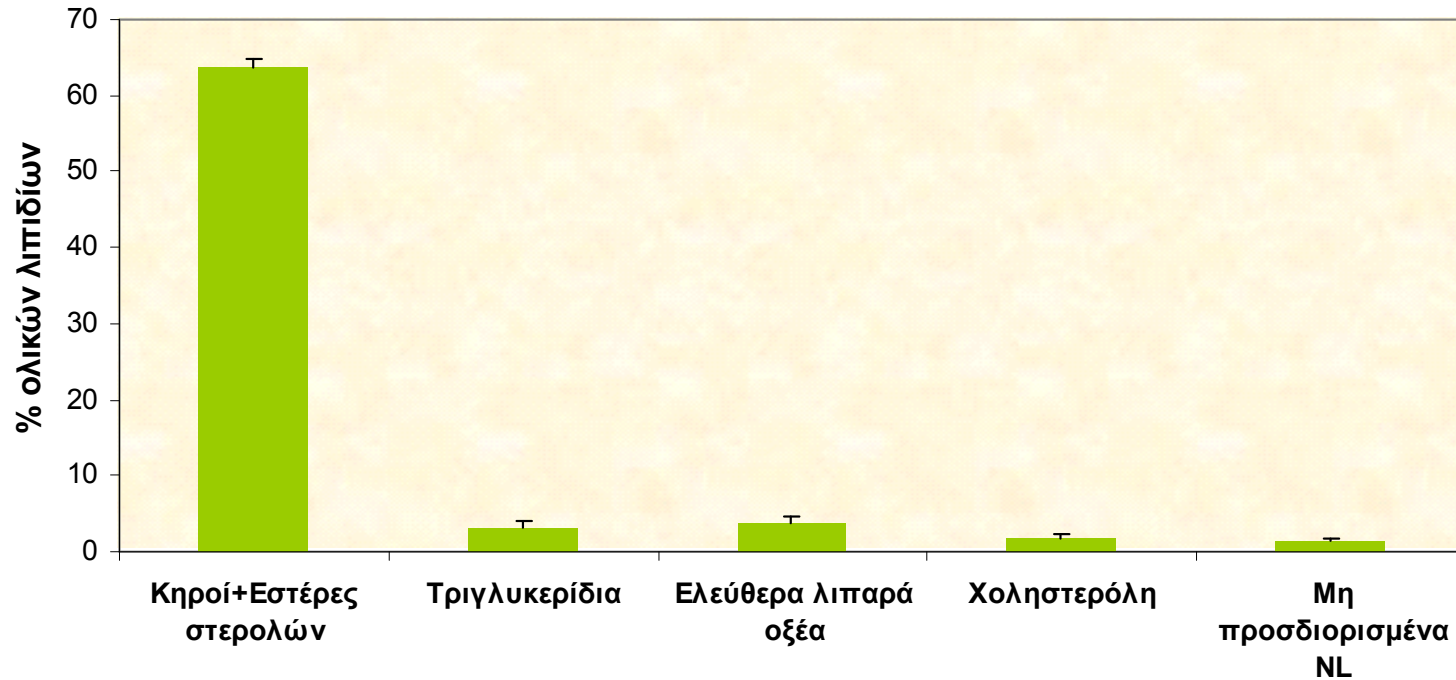
² Lu JY, J Food Sci, 1979

³ Itoh K, Nippon Suisan Gakk, 2006

Σύσταση λίπους (1)



Σύσταση ουδετέρων λιπιδίων

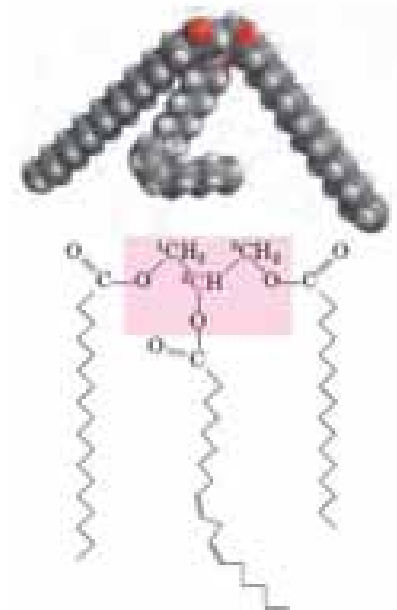
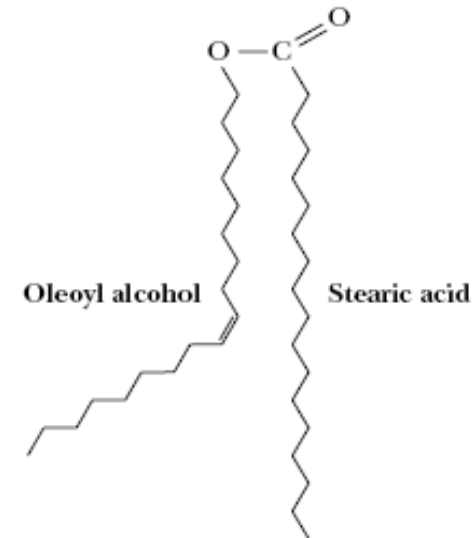


↓ Κηροί
↓ Μη προσδιορισμένα NL
↓ Τριγλυκερίδια
↓ Λιπαρά οξέα
↓ Χοληστερόλη

Κηροί - Τριγλυκερίδια

□ Κηροί

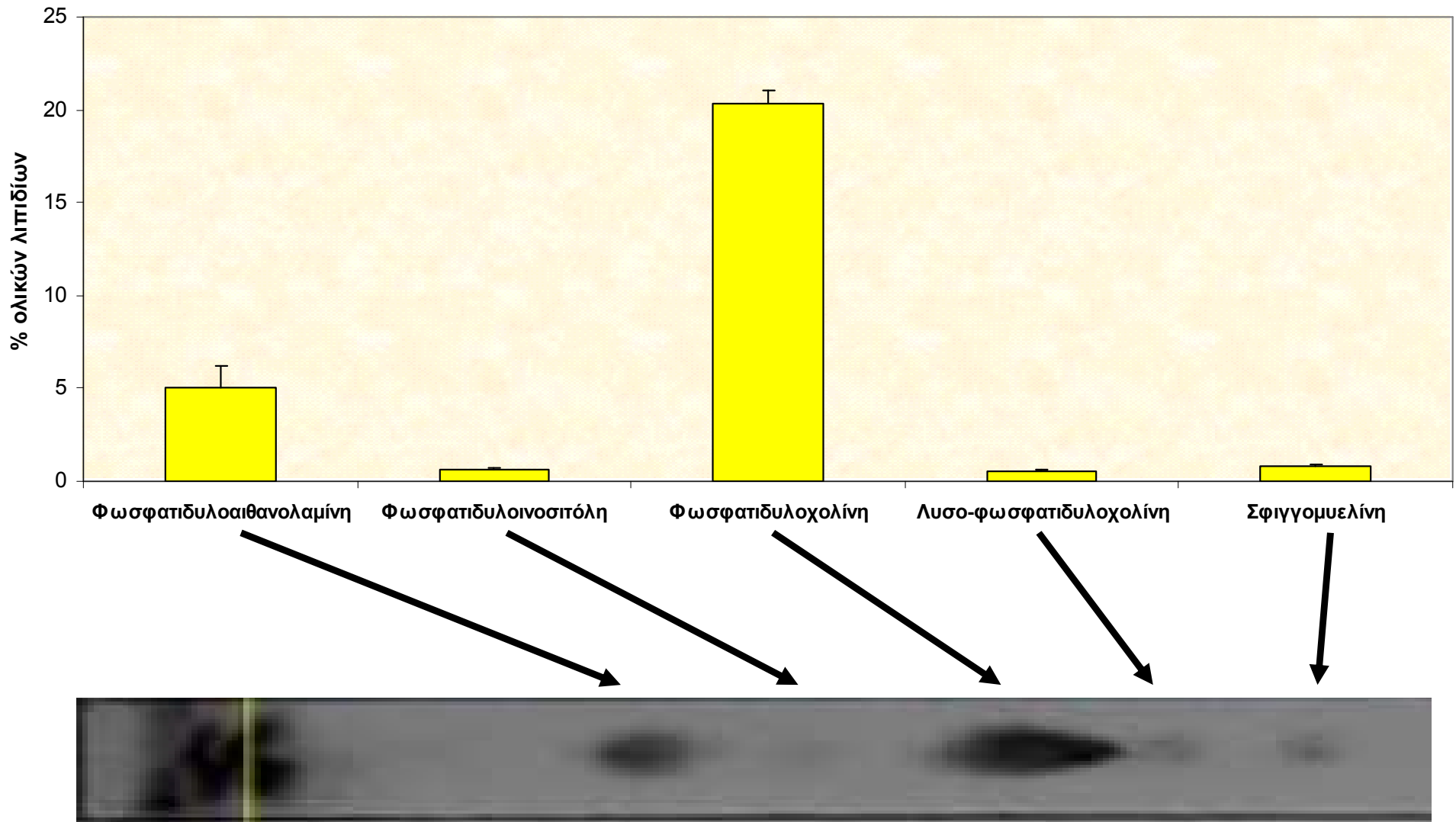
- Εστέρες λιπαρών οξέων με λιπαρές αλκοόλες
- Μονωτικό υλικό (στις επιφάνειες φρούτων, λαχανικών, δέρμα, φτερά)
- Στα ψάρια:
 - Αποθήκη ενέργειας
 - Ρυθμίζουν πλευστότητα
 - Μόνωση και αδιαβροχότητα
 - Αποθήκη λιπαρών οξέων



□ Τριγλυκερίδια

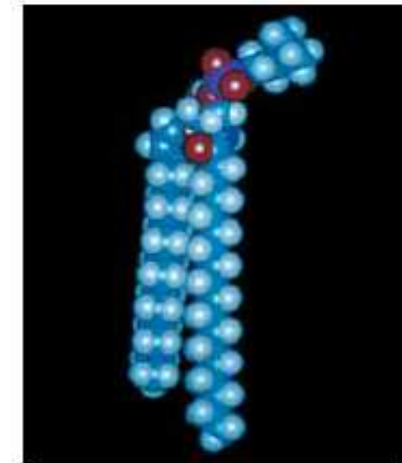
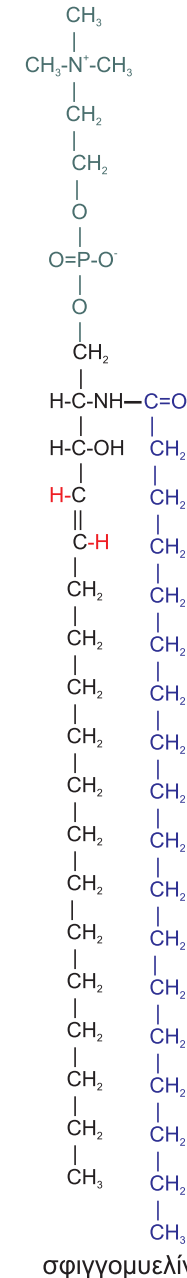
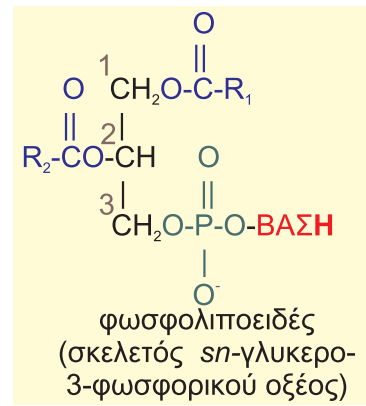
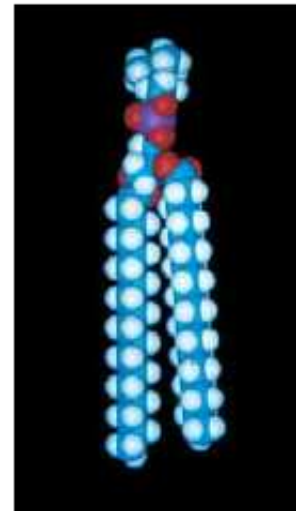
- Εστέρες γλυκερόλης με τρία λιπαρά οξέα
- Αποθηκευτική μορφή λίπους στα θηλαστικά

Σύσταση πολικών λιπιδίων



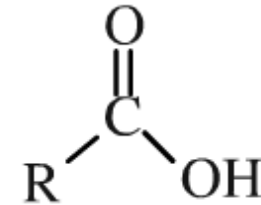
Πολικά λιπίδια

ΦΩΣΦΑΤΙΔΙΚΟ ΟΞΥ	ΒΑΣΗ	ΦΩΣΦΟΛΙΠΟΕΙΔΕΣ
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2\text{O}-\text{C}-\text{R}_1 \\ \\ \text{R}_2-\text{CO}-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2\text{O}-\text{P}-\text{OH} \\ \\ \text{O}^- \end{array} $	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ χολίνη	φωσφατιδυλο χολίνη (λεκιθίνη)
	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3^+$ αιθανολαμίνη	φωσφατιδυλο αιθανολαμίνη (κεφαλίνη)
	$-\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_3^+)\text{COO}^-$ σερίνη	φωσφατιδυλο σερίνη
	$-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ γλυκερόλη	φωσφατιδυλο γλυκερόλη
$-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{CH}_2$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\text{O} \parallel \text{CH}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_3$ </div> <div style="text-align: center;"> $\text{O} \parallel \text{R}_4-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2$ </div> </div> φωσφατιδυλο- γλυκερόλη		δι φωσφατιδυλογλυκερόλη (καρδιολιπίνη)
$ \begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{HO} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{HO} \end{array} $ μιο-ινοσίτης (μιο-ινοσιτόλη)		φωσφατιδυλο ινοσίτης



Λιπαρά οξέα (1)

- Μονοκαρβονικά οργανικά οξέα
- Σχεδόν πάντα άρτιος ο αριθμός C
- Οι διπλοι δεσμοί είναι -cis-
- Ανάλογα τη δομή τους διακρίνονται σε :



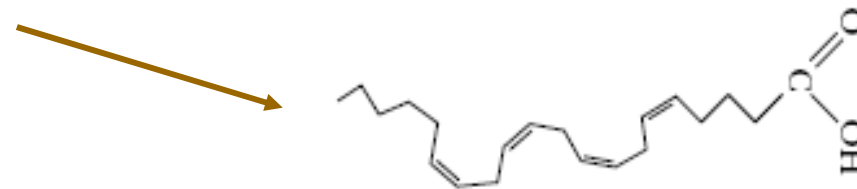
□ Κορεσμένα (SFA)



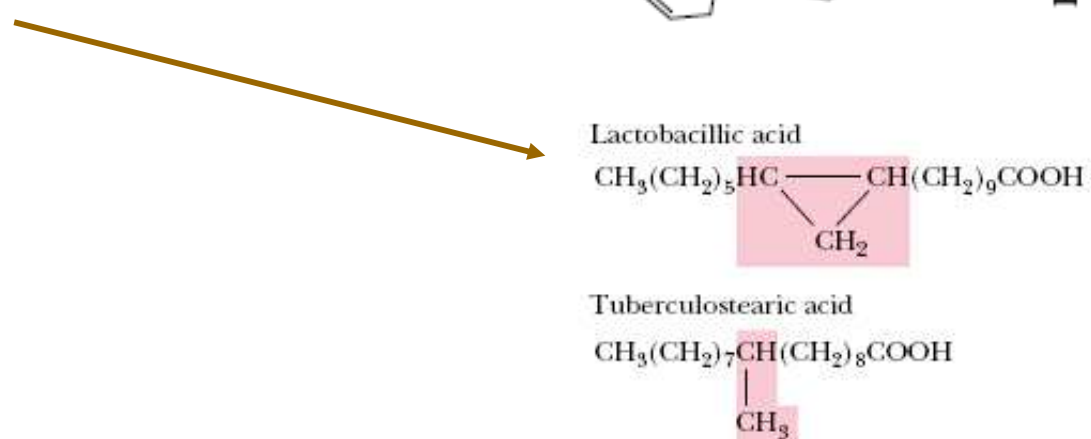
□ Μονοακόρεστα (MUFA)



□ Πολυακόρεστα (PUFA)



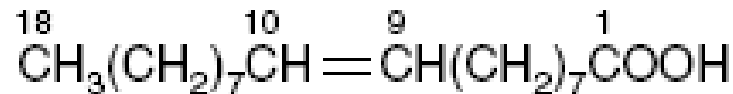
□ Διακλαδισμένα



Λιπαρά οξέα (2)

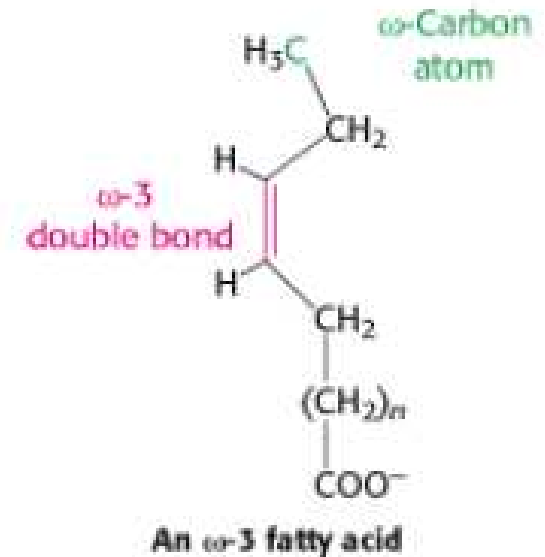
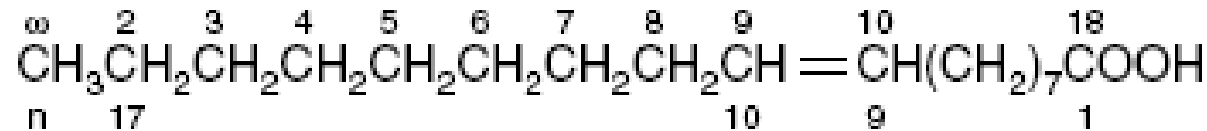
□ Συστήματα αρίθμησης των λιπαρών οξέων

18:1;9 or Δ^9 18:1



or

ω 9,C18:1 or n-9, 18:1



Τα λιπαρά οξέα του αυγοτάραχου (1)

Λιπαρό οξύ	Ελληνικό αυγοτάραχο			Florida
	TL ¹	NL ¹	PL ¹	TL ^{1,2}
14:0	2.8	3.0	1.5	5.6
16:0	14.7	11.7	19.1	11.6
16:1 (ω7)	13.6	15.0	5.1	18.1
18:0	3.6	1.5	9.1	4.4
18:1 (ω9)	16.3	18.0	8.1	18.3
18:1 (ω7)	6.6	7.1	4.1	
20:4 (ω6)	1.7	0.9	3.4	1.6
20:5 (ω3)	4.9	4.2	8.1	6.4
22:5 (ω-3)	3.1	3.2	3.5	5.0
22:6 (ω-3)	11.1	8.9	21.3	8.4

¹ Ποσοστό λιπαρών οξέων (% wt του συνόλου των λιπαρών οξέων) στα λιπιδικά κλάσματα του κερωμένου αυγοτάραχου

² Lu JY, J Food Sci, 1979

Τα λιπαρά οξέα του αυγοτάραχου (2)

Κατηγορία ΛΟ	Ελληνικό αυγοτάραχο			Florida
	TL ¹	NL ¹	PL ¹	TL ^{1,2}
SFA	22.1	18.1	31.3	27.9
MUFA	44.6	48.7	22.1	36.4
PUFA	31.1	28.4	42.8	30.9
ω3	25.5	23.4	36.1	23.2
ω6	5.6	5.1	6.7	7.7
ω3/ω6	4.6	4.6	5.4	3.0
EPA/DHA	0.4	0.5	0.4	0.8
Odd	1.5	1.2	1.1	6.3

¹ Ποσοστό λιπαρών οξέων (% wt του συνόλου των λιπαρών οξέων) στα λιπιδικά κλάσματα του κερωμένου αυγοτάραχου

² Lu JY, J Food Sci, 1979

Τα λιπαρά οξέα των κηρών του αυγοτάραχου

Λιπαρό οξύ	Αυγοτάραχο (Ελλάδα)	Botargo (Ιταλία) ¹	Νωπά αυγά (Mexico Gulf) ²	Νωπά αυγά (Mexico Gulf) ³
SFA	13.2	12.9	6.4	6.7
MUFA	53.0	27.4	38.3	36.0
PUFA	32.7	43.3	33.8	47.2
ω3	27.6	38.8	21.3	30.4
ω6	4.8	4.2	10.3	14.2
ω3/ω6	6.1	9.2	2.1	2.1
EPA/DHA	0.5	0.4	1.5	0.8



¹ Bernasconi R, LWT Food Sci. Technol., 2007

² Iyengar R, Biochemistry, 1967

³ Spener F, Comp Biochem Physiol, 1970

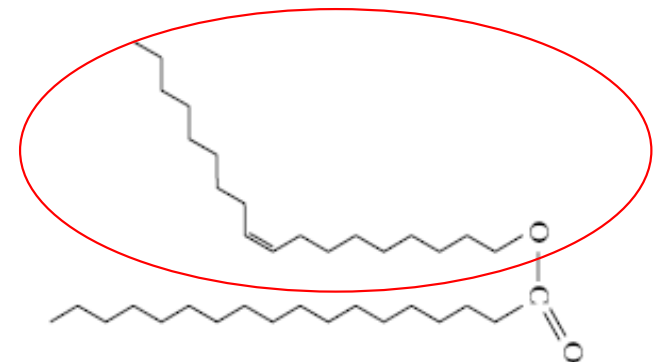
Οι λιπαρές αλκοόλες των κηρών του αυγοτάραχου

Λιπαρή αλκοόλη	Αυγοτάραχο (Ελλάδα)	Botargo (Ιταλία) ¹	Νωπά αυγά (Mexico Gulf) ²	Νωπά αυγά (Mexico Gulf) ³
14:0	10.5		12.4	9.9-21.7
16:0	65.5	13.7	46.8	42.0-54.3
16:1	5.1	66.2	12.9	6.5-14.4
18:0	7.6	0.8	5.3	2.8-6.4
18:1	7.0	14.0	5.6	3.3-5.3
Κορεσμένες	85.6	14.5	74.2	78.7-86.9
Μονοακόρεστες	13.2	81.6	20.3	13.1-21.1

¹ Bernasconi R, LWT Food Sci. Technol., 2007

² Iyengar R, Biochemistry, 1967

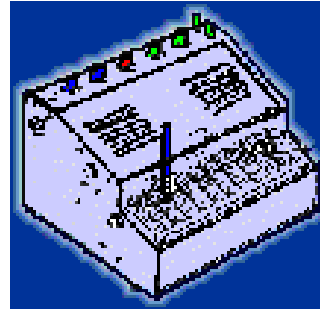
³ Spener F, Comp Biochem Physiol, 1970



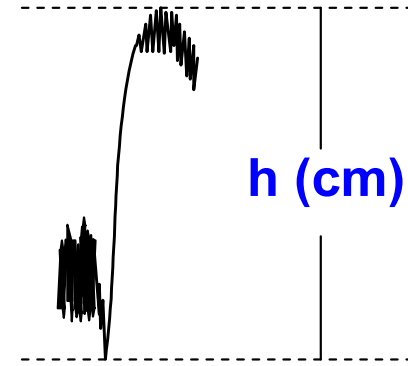
Μικροθρεπτικά συστατικά του αυγοτάραχου

	Ελληνικό αυγοτάραχο (mg/100g fw)
Τοκοφερόλες (Vit.E)	4.1 ± 0.84
Ασκορβικό οξύ (Vit.C)	26.0 ± 3.1
Σκουαλένιο	5.4 ± 0.70
Χοληστερόλη	387.5 ± 10.8
Καμπεστερόλη	5.1 ± 1.5
Στιγμαστερόλη	5.4 ± 1.6
β-σιτοστερόλη	6.7 ± 1.1
Δ ⁵ -αβεναστερόλη	4.5 ± 0.69

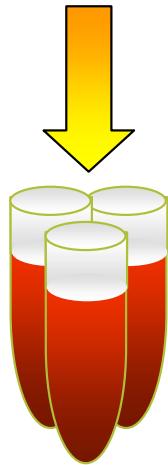
Δοκιμασία συσώρευσης πλυμένων αιμοπεταλίων κουνελιού



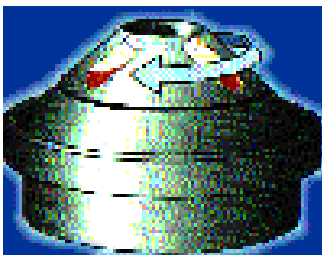
aggregometer



EC_{50} , IC_{50}

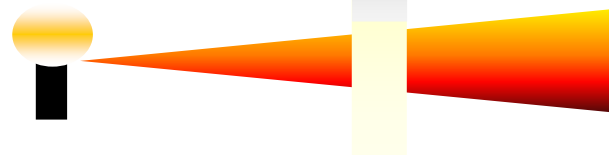


citrated plasma



PAF

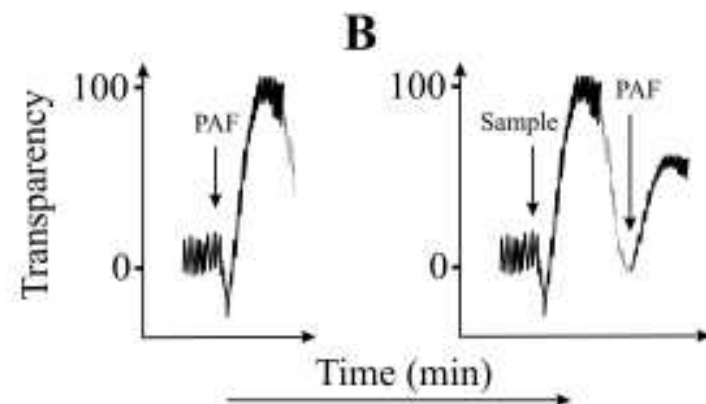
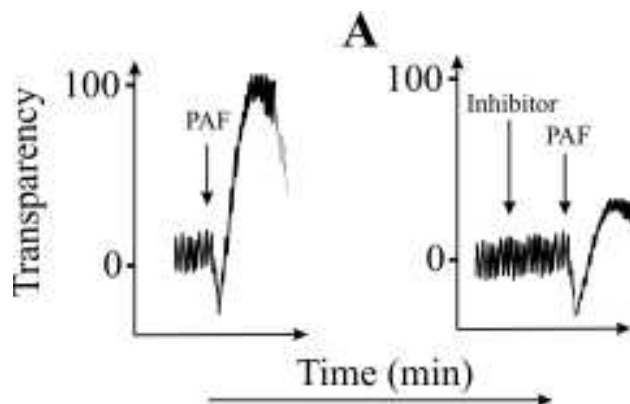
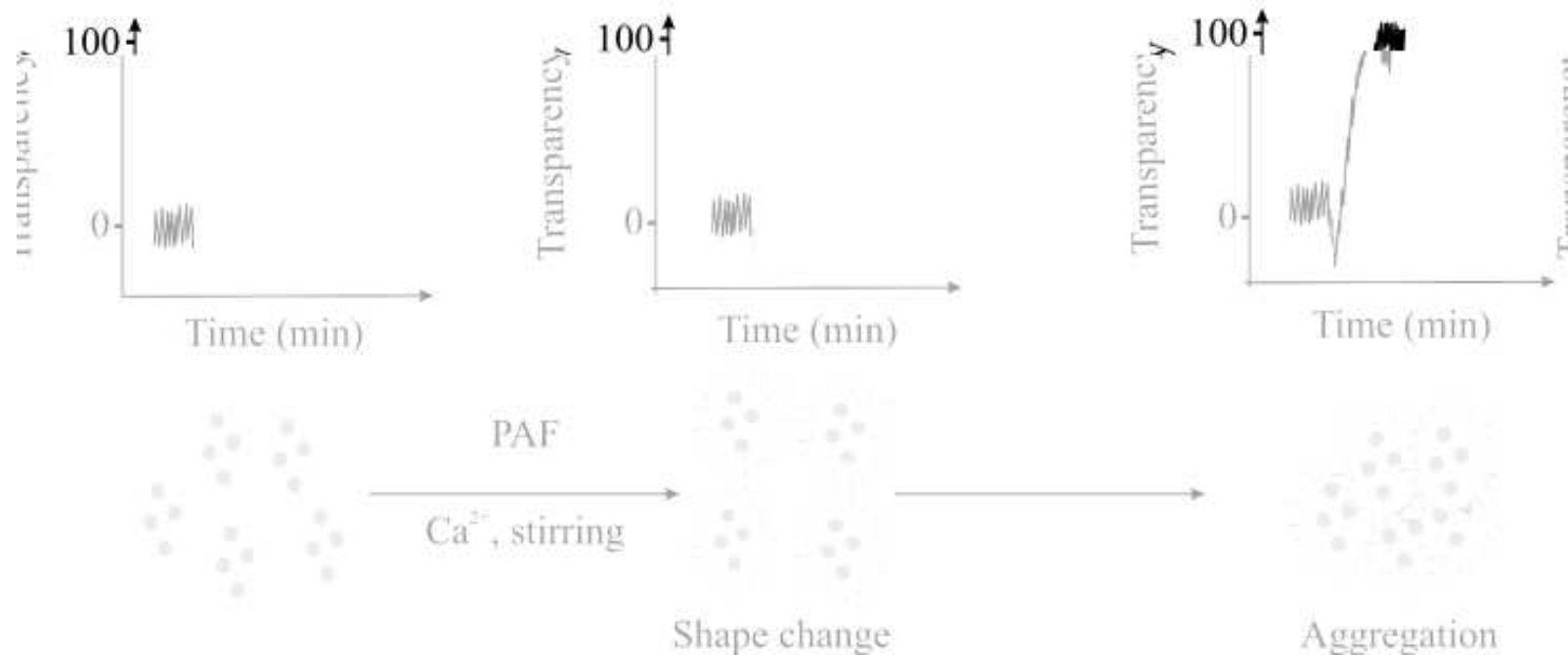
thrombin



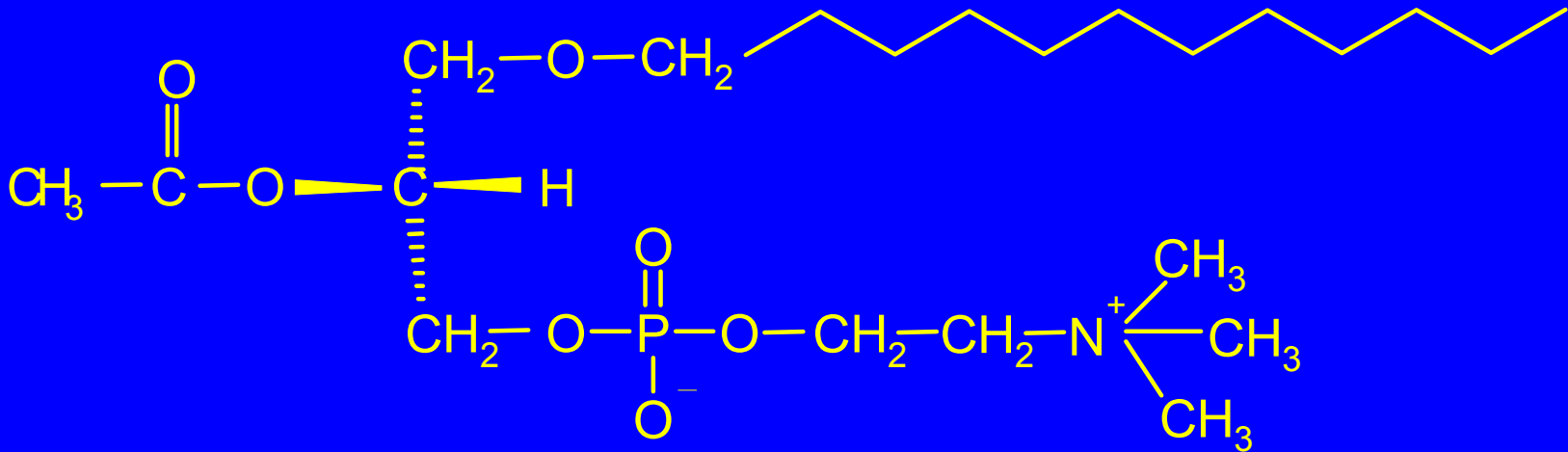
Platelet suspension



Δοκιμασία συσσώρευσης πλυμένων αιμοπεταλίων κουνελιού



Platelet Activating Factor (PAF)



Κυτταρικές πηγές PAF

- Έμμορφα αίματος
- Ενδοθηλιακά κύτταρα
- Νευρικά κύτταρα
- Μυικά κύτταρα
- Νεφρικά κύτταρα
- Σπερματοζωάρια
- Φυτικά κύτταρα
- Πρωτόζωα
- Μύκητες



Αρχέγονος
λιποειδικός
μεσολαβητής

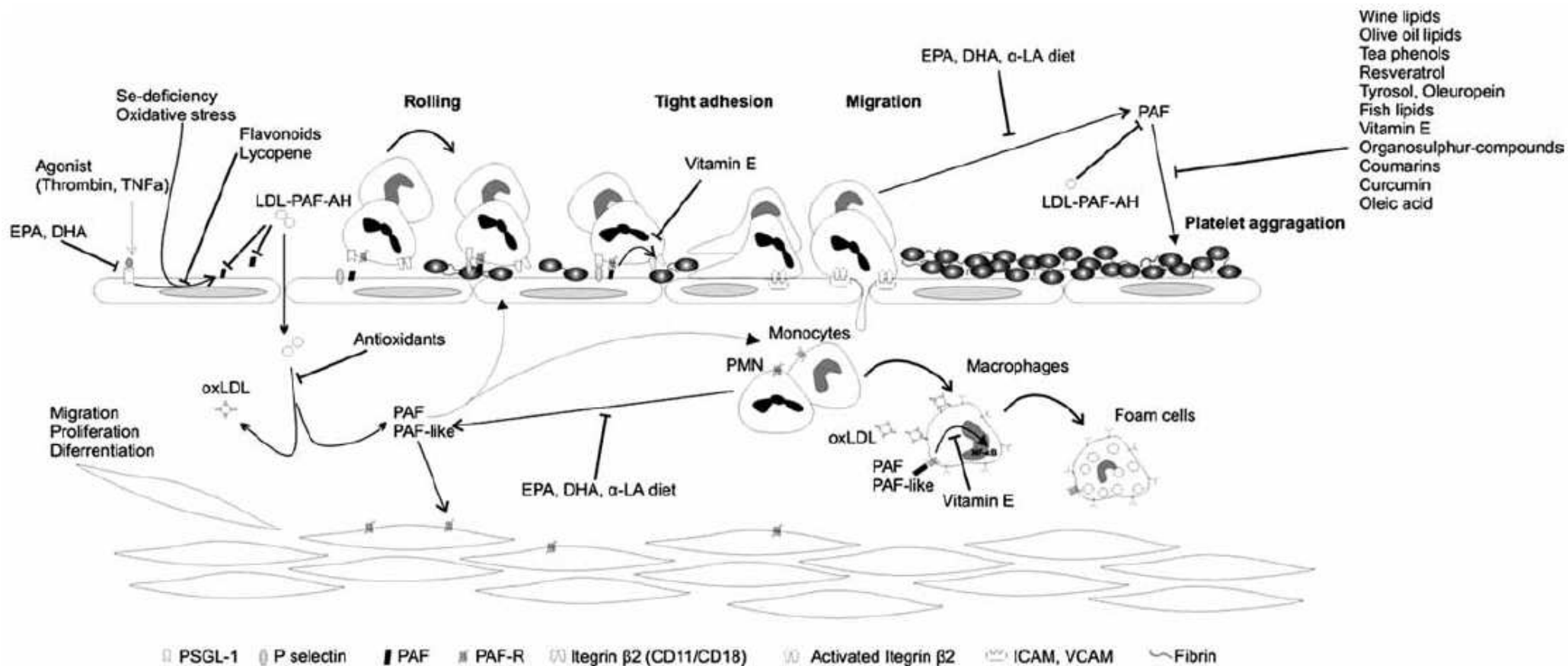
Δράσεις PAF

Θρομβοπενία, ουδετεροπενία, βασεοφιλοπενία	
Σηψαιμικό σοκ	
Αναφυλακτικές αντιδράσεις	Βρογχόσπασμος, αύξηση πνευμονικών αντιστάσεων, μεσολαβητής άσθματος
Επίδραση στο καρδιαγγειακό σύστημα	Υποτασική δράση, μείωση περιφερειακών αντιστάσεων, καρδιακή ισχαιμία, αθηρογεννετικός παράγοντας
Επίδραση στο πεπτικό σύστημα	Συμμετοχή στην παθογένεια έλκους και παγκρεατίτιδας
Επίδραση στο σύστημα αναπαραγωγής	Κινητοποίηση σπέρματος, ωορρηξία, εμφύτευση ωαρίου στην μήτρα
Επίδραση στην εγκεφαλική λειτουργία	Εγκεφαλική ισχαιμία, ενεργοποίηση άξονα υποθαλάμου-υπόφυσης, ρύθμιση επιπέδων νευροπεπτιδίων, συμμετέχει στους μηχανισμούς μνήμης
Επίδραση στο ανοσολογικό σύστημα	Ρύθμιση επιπέδων λεμφοκυττάρων, παραγωγή κυτταροκινών, μεσολάβητής της οξείας απόρριψης μοσχεύματος

PAF και αθηροσκλήρωση

Eur. J. Lipid Sci. Technol. 105 (2003) 705–716 DOI 10.1002/ejlt.200300845

Constantinos A. Demopoulos^a, Haralabos C. Karantonis^a,
Smaragdi Antonopoulou^b **Platelet activating factor - a molecular link
between atherosclerosis theories***



Αναστολείς του PAF σε τρόφιμα της ΜΔ

Current Nutrition & Food Science, 2007, 3, 255-276

Food Ingredients and Lipid Mediators

Tzortzis Nomikos, Elizabeth Fragopoulou, and Smaragdi Antonopoulou*

Bioactive compound	Origin	References
1-alkenyl-2-acetyl-3-acyl glycerolipids, polyhydroxy-sterols	Honey, wax	[191]
Lipids extract	Milk and yoghurt	[192]
Lipid extract (total, polar, neutral)	Olive oils, seed oils	[193, 194]
1- alkyl-2-sn-acetyl-glycerol-glyco-lipid	Olive oil	[194]
1- alkyl -2-sn-acetyl-glycerol-glyco-lipid	Corn oil	[195]
1-alkyl-sn2-methoxy-glycerol, O-acetyl derivative of ganglioside	S.Scombrus	[196]
Lipid extracts (total, polar, neutral) raw or fried samples	Rainbow trout, golden trout, sea bass, herring, coley, plaice, cod	[197, 198]
Lipid extract (total, polar, neutral)	Red and white wine/must	[199-202]
1-alkyl-2-sn-acetyl-glycerol-glyco-lipid, 1-acyl-2-sn-acetyl-glycerol-glyco-lipid	Red / white wine	[199, 201]
1-alkyl-2-acyl-glycerol-phospho-glyco-lipid	White must	[201]
Lipids extract (total, polar, neutral)	Greek meals and fast food meals	[204, 205]

Αντιαιμοπεταλιακή δράση λιπιδικών κλασμάτων αυγοτάραχου

Δείγμα	Λιποειδικό κλάσμα	Δράση	Περιοχή συσσώρευσης (ng/μL)	IC ₅₀ (PAF) (ng/μL)	IC ₅₀ (thr) (ng/μL)
Νωπό αυγοτάραχο	TL	Αναστολή	-	39.9 ± 11.3	56.7 ± 12.8
	NL	Αναστολή	-	40.2 ± 15.4	95.3 ± 20.7
	PL	Αναστολή/ συσσώρευση	95-300	20.2 ± 6.8	75.3 ± 18.9
Τελικό προϊόν	TL	Αναστολή	-	11.4 ± 7.3	138.2 ± 35.8
	NL	Αναστολή	-	109.3 ± 21.5	123.6 ± 32.3
	PL	Αναστολή/ συσσώρευση	140-300	31.7 ± 9.4	14.8 ± 7.1

Βιολογική δράση λιπιδικών κλασμάτων νωπών ψαριών

Biological activity (aggregation of washed rabbit platelets or inhibition of PAF-induced platelet aggregation) of total lipids (TL), polar lipid (PL) and neutral lipid (NL) fractions of raw and fried fish species

Fish species	Processing	Lipid fraction	Action	EC ₅₀ (μg) ^a	IC ₅₀ (μg) ^b
Golden trout	Raw	TL	Aggregation	2.03 ± 0.672	
		PL	Aggregation	0.282 ± 0.101	
		NL	Aggregation	18.1 ± 2.4	
	Fried	TL	Aggregation	5.29 ± 1.22	
		PL	Aggregation	0.456 ± 0.134	
		NL	Aggregation	119 ± 23.2	
Coley	Raw	TL	Inhibition		122 ± 32
		PL	Inhibition		84.5 ± 7.89
		NL	Inhibition		1.60 ± 0.459
	Fried	TL	Aggregation	152 ± 34.2	
		PL	Inhibition		152 ± 38
		NL	–	180 ± 35.3	
Sea bass	Raw	TL	Aggregation	0.119 ± 0.054	
		PL	Aggregation	0.557 ± 0.139	
		NL	Aggregation	8.08 ± 1.06	
	Fried	TL	Aggregation	0.169 ± 0.098	
		PL	Aggregation	0.122 ± 0.061	
		NL	Aggregation	10.9 ± 2.85	
Plaice	Raw	TL	Aggregation/inhibition	0.298 ± 0.120	7.93 ± 1.02
		PL	Aggregation	0.295 ± 0.134	
		NL	Inhibition		33.3 ± 2.57
	Fried	TL	Aggregation/inhibition	2.15 ± 0.753	18.2 ± 3.21
		PL	Aggregation	2.03 ± 0.867	
		NL	Inhibition		148 ± 19.8
Haddock	Raw	TL	Inhibition		200 ± 43.2
		PL	Inhibition		40.1 ± 5.32
		NL	Inhibition		18.9 ± 1.95
	Fried	TL	Inhibition/aggregation	286 ± 43	0.0172 ± 0.0098
		PL	Inhibition		154 ± 52
		NL	Aggregation	216 ± 28	
Rainbow trout	Raw	TL	Aggregation	1.29 ± 0.233	
		PL	Aggregation	0.722 ± 0.194	
		NL	Aggregation	76.9 ± 8.28	
	Fried	TL	Aggregation	0.654 ± 0.117	
		PL	Aggregation	1.04 ± 0.143	
		NL	Aggregation	106 ± 21	

Διατροφική αξιολόγηση (1)

Συστατικό	Περιεκτικότητα σε 100 g AT	Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (%)	Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη	Πηγή
Πρωτεΐνη (g)	33.7	37	91	USDA
Συνολικό λίπος (g)	17.7	27	65	USDA
Ενέργεια (kcal)	313.3	16	2000	USDA
SFA (g)	2.9	17	17	USDA
MUFA (g)	6.1	25	24	USDA
PUFA (g)	4.0	20	20	USDA
ω3 HUFA (g)	2.0	110-180	1.1-1.8	Canada
		950	0.21	UK
Χοληστερόλη (mg)	387.5	168	230	USDA
α-τοκοφερόλη (mg)	4.1	27	15	IOM-USA
Ασκορβικό οξύ (mg)	26.0	33-39	66-80	IOM-USA
Φυτοστερόλες (mg)	21.7	9	250	Law, BMJ
Σκουαλένιο (mg)		13	30	Smith, EOID
PC (g)	3.8	122	> 0.80	Kidd, AMR
Κηροί (g)	8.3	-	-	-

Διατροφική αξιολόγηση (2)

Τρόφιμο	Δείκτης αθηρωμάτωσης ¹	Δείκτης Θρομβογένεσης ²	Αναφορά
Αυγοτάραχο νωπό	0.21	0.20	Παρούσα εργασία
Αυγοτάραχο κατεργασμένο	0.26	0.25	Παρούσα εργασία
Ψάρια Μεσογείου νωπά	0.48-1.2	0.15-0.59	Kalogeropoulos et al (2004)
Ψάρια Μεσογείου τηγανητά	0.23-0.34	0.24-0.42	Kalogeropoulos et al (2004)
Τυριά, βούτυρα	2.0	2.1	Ulbricht & Southgate (1991)
Σκουμπρί νωπό	0.28	0.16	Ulbricht & Southgate (1991)
Κρέας	0.72-1.0	0.8-1.6	Ulbricht & Southgate (1991)
Ελαιόλαδο	0.14	0.32	Ulbricht & Southgate (1991)

1: Atherogenic index (AI), όπου $AI = (12:0 + 14:0 + 16:0) / (\omega 3 \text{ PUFA} + \omega 6 \text{ PUFA} + \text{MUFA})$,

2: Thrombogenic index (TI), όπου $TI = (14:0 + 16:0 + 18:0) / (0.5 \times \text{MUFA} + 0.5 \times \omega 6 \text{ PUFA} + 3 \times \omega 3 \text{ PUFA} + \omega 3 \text{ PUFA} / \omega 6 \text{ PUFA})$.

Για τους υπολογισμούς οι συγκεντρώσεις των λιπαρών οξέων εκφράσθηκαν σε g/kg ολικών λιπαρών οξέων

- Kalogeropoulos N, Chassapidou M and Andrikopoulos NK. *J Sci Food Agric*, **84**: 1750-1758 (2004)
- Ulbricht TLV and Southgate DAT, *Lancet*, **338**:985-992 (1991).

Συμπεράσματα

- ❑ Η επικάλυψη του ΑΤ με κερύ οδηγεί σε προϊόν με υψηλότερη υγρασία και λιγότερο ποσοστό πρωτεΐνης, λίπους και θερμιδικού περιεχομένου σε σχέση με παρόμοια προϊόντα (Karasumi, Botargo)
- ❑ Το ελληνικό ΑΤ αποτελεί τρόφιμο υψηλής ποιότητας και διατροφικής αξίας αφού η κατανάλωση του :
 - Προσδίδει σημαντικά ποσά πρωτεΐνης και καλού λίπους (εξαιρουμένης της χοληστερόλης)
 - Υδατοδιαλύτων (βιταμίνης C) και λιποδιαλυτών (βιταμίνη E) αντιοξειδωτικών βιταμινών
- ❑ Η υψηλή περιεκτικότητα του σε κηρούς μπορεί να ευνοεί την βιοδιαθεσιμότητα των ω-3 ΛΟ
- ❑ Εμφανίζει δυνητική αντιθρομβωτική δράση αφού:
 - Η σύσταση του λίπους του (υψηλή περιεκτικότητα σε ω-3, MUFA και τοκοφερόλη) του προσδίδει πολύ χαμηλό θρομβωτικό και αθηρογενετικό δυναμικό
 - Τα λιπιδικά του κλάσματα εμφανίζουν ισχυρή αντιαιμοπεταλιακή δράση

Ευχαριστίες



ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΟΣ



Θρομβώσεις
Αντιαιμοπεταλιακή δράση αυγοτάραχου

15 - 16 ΜΑΡΤΗ 2008 - ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ - ΑΙΤΩΛΙΚΟ