

Διακυμάνσεις της υγρασίας, της τέφρας και των λιπιδίων στο λευκό και στον κόκκινο μυ της παλαμίδας, *Sarda sarda* (Bloch, 1793), σε σχέση με το φύλο και την εποχή στις ελληνικές θάλασσες

Νίκος Ζαμπούκας, Ελένη Μήλιου, Περσεφόνη Μεγαλοφώνου, Μαρία Αποστολοπούλου

Τομέας Ζωολογίας-Θαλάσσιες Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, Ιλίσια, 157 84, Αθήνα, e-mail: zaboukas@biol.uoa.gr

ABSTRACT

Nikos Zaboukas, Helen Miliou, Persefoni Megalofonou, Maria Apostolopoulou:
Fluctuations in moisture, ash and lipids in the white and red muscle of the Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793), in relation to sex and season in the Greek seas

The content (% wet weight) in moisture, ash and lipids in the white and red muscles was determined for 231 samples of the Atlantic bonito, *Sarda sarda*, from Aegean and Ionian Sea. Their total lipid content ranged from 3 to 12.7% in the white muscle and from 5.2 to 22.2% in the red muscle throughout the year, generally higher compared to other scombroid species, reaching high levels during winter. There was a strong reverse relationship between water and lipids percentage in both muscles. The fluctuation in ash percentage was less intense. The role of reproduction and migration in the biochemical composition of the white and red muscles is discussed.

Keywords: Atlantic bonito, *Sarda sarda*, lipids, biochemical composition

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παλαμίδα, *Sarda sarda* (Bloch, 1793), ανήκει στην οικογένεια Scombridae. Είναι είδος πελαγικό, νηρητικό, μεταναστευτικό με ευρεία γεωγραφική εξάπλωση στον Ατλαντικό, τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα. Αναπαράγεται από το Μάιο μέχρι τον Ιούνιο και ωριμάζει γεννητικά στο τέλος του πρώτου ή του δεύτερου χρόνου της ζωής του. Σχηματίζει κοπάδια και αλιεύεται σε όλη τη διάρκεια του έτους μαζί με άλλα τονοειδή με μια ποικιλία αλιευτικών εργαλείων. Παρά τη μεγάλη εμπορική του αξία, τα στοιχεία που αφορούν τη βιοχημική του σύσταση είναι πολύ περιορισμένα (Tanakol *et al.* 1999).

Στην παρούσα εργασία, η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια εκπόνησης διδακτορικής διατριβής, παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα για τη βιοχημική σύσταση της παλαμίδας στις ελληνικές θάλασσες. Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί η βιοχημική σύσταση των εδωδιμων ιστών και να διερευνηθούν πιθανές διαφοροποιήσεις σε σχέση με το φύλο και την εποχή.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα δείγματα συγκεντρώθηκαν από περιοχές του Βόρειου και Κεντρικού Αιγαίου, του Πατραϊκού και του Αργοσαρωνικού. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν επί σκάφους ή κατά την εκφόρτωση αλιευμάτων επαγγελματικών αλιευτικών σκαφών κατά τα έτη 1998 ως 2002. Από κάθε άτομο μετρήθηκε το μεσουραίο μήκος (FL) με ακρίβεια 0,5 του χιλιοστού, το ολικό βάρος (RW) με ακρίβεια γραμμαρίου και καταγράφηκε η περιοχή και η ημερομηνία σύλληψής του. Το φύλο προσδιορίστηκε με μακροσκοπική εξέταση των γονάδων. Κρατήθηκε δείγμα από λευκό και ερυθρό μυ. Μέχρι τη βιοχημική τους ανάλυση τα δείγματα φυλάχτηκαν σε καταψύκτη στους -80°C.

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας έγινε ξήρανση για 24 ώρες στους 180 οC σε κλίβανο. Για τον προσδιορισμό της τέφρας έγινε αποτέφρωση στους 400°C για 24 ώρες. Η μέτρηση του ολικού λίπους έγινε με τη μέθοδο των Folch *et al.* (1957). Όλα τα βάρη υπολογίστηκαν με ακρί-

βεια 0,0001 του γραμμαρίου. Σε όλα τα δείγματα και σε όλες τις αναλύσεις έγιναν τρεις επαναλήψεις. Η σύγκριση των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε με ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία LSD ή με *Student's t-test*.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

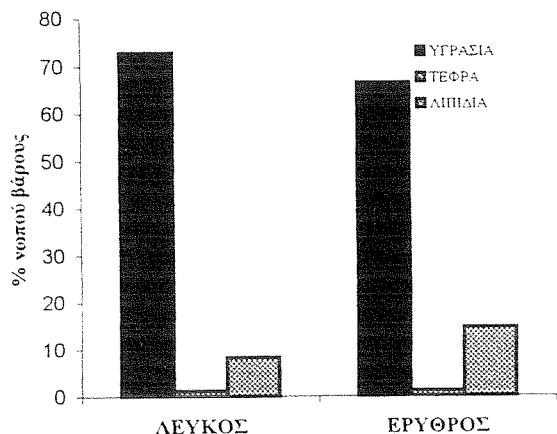
Συνολικά αναλύθηκαν 231 άτομα με μεσουραία μήκη από 7,2 ως 61,7 cm και βάρη από 2 ως 3800 gr από τα οποία τα 156 ήταν νεαρά, τα 30 θηλυκά και τα 45 αρσενικά. Το t-test έδειξε ότι το ποσοστό του λίπους στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά σε κανένα από τους δύο ιστούς (λευκός $p=0.511$, ερυθρός $p=0.535$).

Πίνακας I. Μέση τιμή, τυπική απόκλιση, μέγιστο και ελάχιστο επίπεδο του περιεχομένου (% νωπού βάρους) σε υγρασία, τέφρα και λιπίδια στο λευκό και κόκκινο μυ αρσενικών, θηλυκών και νεαρών *S. sarda* (n=231)

Table I. Mean value, standard deviation, maximum and minimum level of the content (% wet weight) in moisture, ash and lipids in the white and red muscle of males, females and juveniles *S.sarda* (n=231)

ΙΣΤΟΣ		% ΥΓΡΑΣΙΑ					% ΤΕΦΡΑ					% ΛΙΠΙΔΙΑ				
		No	Mean	SD	Min	Max	No	Mean	SD	Min	Max	No	Mean	SD	Min	Max
ΛΕΥΚΟΣ	♂	30	73,31	1,98	68,36	76,56	30	1,077	0,169	0,772	1,342	30	7,58	2,14	4,10	12,70
	♀	45	73,78	2,72	69,29	77,90	45	1,037	0,149	0,785	1,381	45	7,18	2,83	3,03	11,66
	νεαρά	156	72,39	1,48	68,49	76,01	156	1,047	0,113	0,761	1,344	156	8,56	1,50	4,83	12,49
ΕΡΥΘΡΟΣ	♂	30	67,50	3,67	58,85	73,54	30	1,091	0,175	0,786	1,376	30	13,40	3,80	7,08	22,17
	♀	45	68,22	4,94	59,13	75,70	45	1,051	0,148	0,813	1,399	45	12,70	5,05	5,23	21,75
	νεαρά	156	65,72	2,68	58,86	72,53	156	1,063	0,114	0,770	1,373	156	15,2	2,70	8,23	22,10

Όπως φαίνεται στον Πίνακα I και στην Εικ. 1 οι τιμές της τέφρας και στους δύο ιστούς κυμάνθηκαν γύρω στο 1%. Ο Clay (1988) μέτρησε τη τέφρα στο λευκό μυ του κόκκινου τόνου, *Thunnus thynnus*, και βρήκε ότι κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα. Γενικά το ποσοστό του λίπους είναι αρκετά υψηλό και στους δύο ιστούς. Άλλωστε το είδος αυτό χαρακτηρίζεται ως "είδος υψηλού λίπους" από τους Tanakol *et al.* (1999), οι οποίοι μέτρησαν το λίπος από τον εδωδιμο μυ μιας παλαμίδας από τη θάλασσα του Μαριμαρά και το συνέκριναν με άλλα είδη ψαριών της ίδιας περιοχής. Οι γενικά ψηλές τιμές λίπους στους ιστούς της παλαμίδας ίσως οφείλεται στη διατροφή της με μικρά πελαγικά ψάρια πλούσια σε λίπος όπως σαοδέλες, σαυρίδια, γάβροι κ.λπ. (Demir 1963).



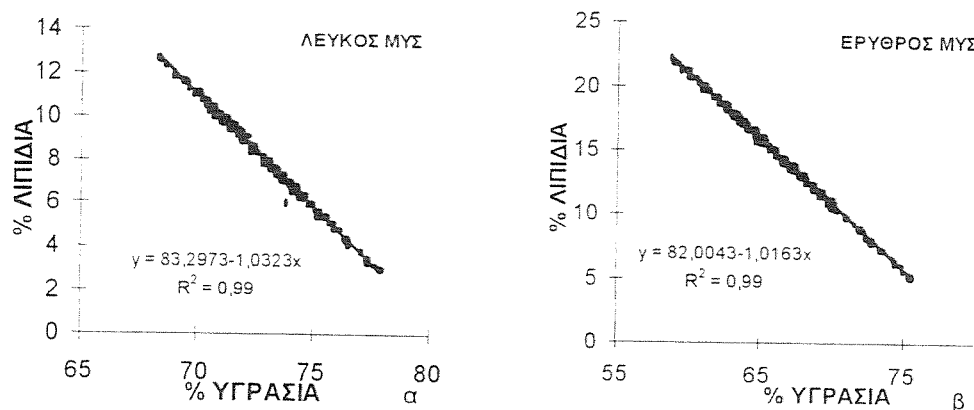
Εικ. 1: Περιεκτικότητα (% νωπού βάρους) σε υγρασία, τέφρα και λιπίδια (μέσοι όροι) στο λευκό και στον ερυθρό μυ των 231 ατόμων *S. sarda*

Fig. 1: Content (% wet weight) in moisture, ash and lipids (means) in the white and red muscle of the 231 specimens of *S. sarda*

Τα ποσοστά του λίπους έχουν μετρηθεί επίσης σε πολλά ψάρια της ίδιας οικογένειας όπως στα είδη *Thunnus albacares* (Saito *et al.* 1996, Sunarya *et al.* 1995), *Thunnus alalunga* (Murase & Saito 1996), *T. thynnus* (Clay 1988), *T. thynnus orientalis* (Murai *et al.* 1982), *Euthynnus affinis* και *Sarda orientalis* (Saito *et al.* 1999). Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ποσοστά του λίπους και στους δύο μυς κυμαίνονται σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτά της παλαμίδας.

Το περιεχόμενο σε λίπος ήταν υψηλότερο στον ερυθρό μυ ενώ το περιεχόμενο σε υγρασία στο λευκό. Στην Εικ. 2 παρουσιάζεται η ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ του ποσοστού του λίπους και της υγρασίας στο λευκό και στον ερυθρό μυ των δειγμάτων. Αποδεικνύεται ότι υπάρχει μια ισχυρή

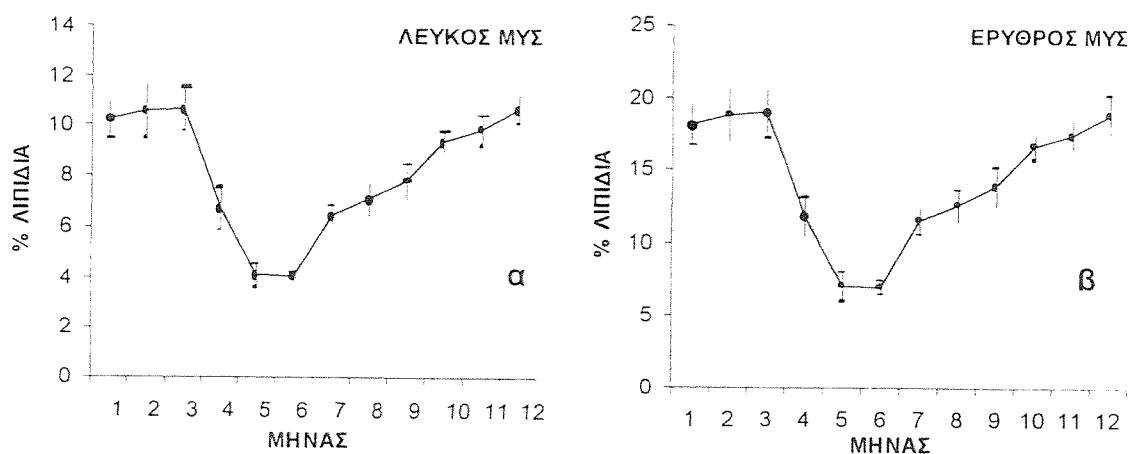
γραμμική συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών ποσοστών. Η αύξηση δηλαδή του λίπους γίνεται σε βάρος της υγρασίας, κάτι που έχει παρατηρηθεί και σε άλλα είδη, όπως στη θρέγκα (Iles & Wood 1965, Hodder *et al.* 1973). Οι τελευταίοι αναφέρουν ότι τα λιπαρά ψάρια χρησιμοποιούν το μυϊκό τους ιστό ως αποθήκη λίπους. Άλλωστε, ο Love (1970) αναφέρει ότι στα λιπαρά ψάρια η σχέση λίπους-υγρασίας είναι γραμμική και ότι το άθροισμά τους είναι σχεδόν πάντα σταθερό.



Εικ. 2: Ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ του εκατοστιαίου ποσοστού της υγρασίας (x) και των λιπιδίων (y) στο λευκό (α) και στον ερυθρό (β) μυ των 231 ατόμων *S. sarda* από το Αιγαίο και το Ιόνιο Πέλαγος

Fig. 2: Regression analysis of the percentage in lipids (x) on the percentage in moisture (y) in the white (a) and red (b) muscle of the 231 individuals of *S. sarda* from Aegean and Ionian Sea

Ο Clay (1988) κατέληξε σε παρόμοια συμπεράσματα στο λευκό μυ του κόκκινου τόνου, *T. thynnus*. Συγκεκριμένα βρήκε τη σχέση: % λιπίδια = 86,0479 – 1,0953 % υγρασία με R²=0,96. Η παραπάνω συσχέτιση είναι όμοια με αυτές της Εικ. 2.



Εικ. 3: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της περιεκτικότητας (% νεπού βάρους) σε λιπίδια ανά μήνα στο λευκό (α) και στον ερυθρό (β) μυ των 231 ατόμων *S. sarda* από το Αιγαίο και το Ιόνιο Πέλαγος

Fig. 3: Mean value and standard deviation of the content (% wet weight) in lipids each month in the white (a) and red (b) muscle of the 231 individuals of *S. sarda* from Aegean and Ionian Sea

Όπως φαίνεται στην Εικ. 3, το περιεχόμενο σε λίπος και στους δύο ιστούς ήταν ιδιαίτερα αυξημένο στους χειμερινούς μήνες και ελαττώθηκε από την άνοιξη μέχρι το τέλος του καλοκαιριού οπότε αρχισε πάλι να αυξάνεται. Η ANOVA έδειξε ότι οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές ($p=0$). Αυτό ίσως οφείλεται στην αναπαραγωγή που λαμβάνει χώρα στις αρχές του καλοκαιριού. Η μείωση αυτή του λίπους ίσως υποδηλώνει εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων για την ωρίμανση των γονάδων, για τη μετακίνηση στις περιοχές αναπαραγωγής και πιθανή κινητοποίηση ορισμένων λιπαρών οξέων από τους μύς στις γονάδες. Η μείωση του

λίπους στους ιστούς με ταυτόχρονη αύξηση του λίπους στις γονάδες έχει παρατηρηθεί στο Ευρωπαϊκό χέλι, *Anguilla anguilla* (Lewander *et al.* 1974) και στο ενδημικό είδος της λίμνης Βαϊκάλης *Cottocomephorus inermis* (Kozlova 1997). Εποχιακές διακυμάνσεις στο ποσοστό του λίπους έχουν παρατηρηθεί και σε άλλα τονοειδή όπως στον κιτρινόπτερο τόνο, *T. albacares* (Sunaraya *et al.* 1995). Η βιοχημική ανάλυση και άλλων ιστών όπως το ήπαρ και οι γονάδες αλλά και η ανάλυση της σύστασης σε λιπαρά οξέα θα μας δώσουν καλύτερες πληροφορίες για τη δυναμική των λιπιδίων στην παλαμίδα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερώς ευχαριστίες στο Ίδρυμα "Προποντίς" για τη χορήγηση υποτροφίας στον υποψήφιο διδάκτορα Νίκο Ζαμπούκα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Clay D., 1988. Fat, water, protein and ash composition on bluefin tuna collected in the Gulf of St. Lawrence. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 28: 196-202
- Demir M., 1963 Synopsis of biological data on bonito *Sarda sarda* (Bloch, 1793). *FAO Fisheries Report* 6(2): 101-129
- Folch J. M., M. Lees & G. H. Sloane-Stanley, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 226(A): 497-509
- Hodder V.M., L.S. Parsons, G.H. Winters & K. Spencer, 1973. Fat and water content of herring in Newfoundland and adjacent waters, 1966-1971. *Fisheries Research Board Canada*, Technical Report, 365: 49 p.
- Iles T.D. & R.J. Wood, 1965. The fat/water relationship in North Sea herring (*Clupea harengus*), and its possible significance. *Journal of Marine Biology Association U.K.*, 45: 353-366
- Kozlova T. A., 1977. Seasonal cycles in total chemical composition of the two Lake Baikal benthic-pelagic sculpins (*Cottocomephorus*, Cottoidei). *Journal of Fish Biology*, 50: 734-743
- Lewander K., G. Dave, M.L. Johanson, A. Larson & U. Lidman, 1974. Metabolic and hematological studies on the yellow and silver phases of the European eel, *Anguilla anguilla* L.-I. Carbohydrate, lipid, protein and inorganic ion metabolism. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 47B: 571-581
- Love R. M., 1970. *The chemical biology of fishes*. London. Academic Press, 547 p.
- Murai T., Y. Hirasawa, T. Akiyama & T. Nose, 1982. Free ninhydrin reactive substances in the white muscle, dark muscle, and liver of cultured and wild bluefin tuna juvenile *Thunnus thynnus orientalis*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 48(11): 1633-1637
- Murase T. & H. Saito, 1996. The docosahexaenoic acid content in the lipid of albacore *Thunnus alalunga* caught in two separate localities. *Fisheries Science*, 62(4): 634-638
- Saito H., R. Yamashiro, K. Ishihara & X. Changhu, 1999. Lipids of three highly migratory fishes: *Euthynnus affinis*, *Sarda orientalis* and *Elagatis bipinnulata*. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 63(11): 2028-2030
- Saito H., K. Ishihara & T. Murase, (1996) Effect of prey fish lipids on the docosahexaenoic acid content of total fatty acids in the lipid of *Thunnus albacares* yellowfin tuna. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*. 60(6): 962-965
- Sunarya, M. Fitriati & H. Mulyani, 1995. The effect of season on fat content and fatty acid profile especially N-3 of yellowfin tuna. *FAO Fisheries Report*, 514 suppl.: 205-209
- Tanakol R., Y. Zeliha, S. Erdal & S. Ergin, 1999. Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids*. 34(3): 291-297