

ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *SARDA SARDA* ΑΠΟ ΤΟ ΑΙΓΑΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΙΟΝΙΟ ΠΕΛΑΓΟΣ

Κοτσιρή Μ.¹, Μπατζάκας Ι.², Μεγαλοφώνου Π.¹

¹ Τομέας Ζωολογίας-Θαλάσσιας βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, madokot@yahoo.gr, pmegalo@biol.uoa.gr

² Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, jbatzakas@marine.aegean.gr

Περίληψη

Η παλαμίδα (*Sarda sarda*, Bloch 1793) είναι εμπορικό είδος με ευρεία εξάπλωση στην Μεσόγειο και τον Ατλαντικό. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι ωτόλιθοι από 300 άτομα τα οποία αλιεύτηκαν στο Αιγαίο και στο Ιόνιο πέλαγος με γρι-γρι και καρτέρια την χρονική περίοδο 1997-2010 προκειμένου να εκτιμηθεί η ηλικία και η αύξηση του είδους. Το μεσουραίο μήκος (FL) των δειγμάτων κυμαινόταν από 12,3 έως 70,4 cm ενώ το ολικό βάρος (TW) από 22 έως 4889 g. Οι ακέραιοι ωτόλιθοι ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,1 mg και μετρήθηκε το μέγιστο μήκος, το πλάτος, η επιφάνεια και η περίμετρος τους σε στερεοσκόπιο με σύστημα Ανάλυσης εικόνας (Image pro plus). Οι σχέσεις μεταξύ των μετρήσεων των ωτολίθων και του μήκους των ψαριών βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές. Οι ηλικίες εκτιμήθηκαν με την καταμέτρηση των ετήσιων δακτυλίων σε εγκάρσιες λεπτές τομές που έγιναν στην περιοχή του πυρήνα των ωτολίθων. Η ηλικία των ατόμων κυμάνθηκε από 0 έως 7 έτη. Οι παράμετροι αύξησης von Bertalanffy που προσδιορίστηκαν ήταν $L_{\infty} = 79,4$ cm, $k = 0,285$, $t_0 = -1,428$ έτη.

Λέξεις κλειδιά: ηλικία, αύξηση, ωτόλιθοι, παλαμίδα, Μεσόγειος

AGE AND GROWTH OF *SARDA SARDA* FROM THE AEGEAN AND IONIAN SEA

Kotsiri M.¹, Batjakas I.², Megalofonou P.¹

¹ Department of Zoology - Marine Biology, Faculty of Biology, University of Athens, madokot@yahoo.gr, pmegalo@biol.uoa.gr

² Marine sciences, University of Aegean, jbatzakas@marine.aegean.gr

Abstract

The Atlantic bonito (*Sarda sarda*, Bloch 1793) is a commercial species with a wide distribution in the Mediterranean Sea and the Atlantic Ocean. In the present study the otoliths (sagittae) of 300 specimens, which were caught in the Aegean and Ionian Seas with purse seines and traps during the period 1997-2010, were examined to estimate the age and growth of the species. The fork length of the specimens ranged from 12,3 to 70,4 cm, while the total weight from 22 to 4889 g. The intact otoliths were weighed to the nearest 0.1 mg and their maximum length, width, area and perimeter were measured using a stereoscope equipped with image analysis system (Software Image Pro-Plus). The relationships between otoliths measurements and fish length were statistically significant. The ages were estimated by counting the annual rings from the transversal thin sections near the nucleus of otoliths. The estimated ages ranged from 0 to 7 years and the von Bertalanffy growth parameters were determined ($L_{\infty} = 79,4$ cm, $k = 0,285$, and $t_0 = -1,428$ years).

Keywords: age and growth, otoliths, Atlantic bonito, Mediterranean Sea

1. Εισαγωγή

Η παλαμίδα (*Sarda sarda*, Bloch 1793) είναι ένα επιπελαγικό είδος της οικογένειας Scombridae, που σχηματίζει κοπάδια και απαντάται κυρίως σε παράκτιες περιοχές της Μεσογείου και του Ατλαντικού. Εμφανίζει σημαντικό οικονομικό ενδιαφέρον ιδιαίτερα στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου όπου κάθε χρόνο αλιεύεται συστηματικά σε μεγάλες ποσότητες. Παρά την εμπορική αξία του είδους, λίγες μελέτες υπάρχουν για τα βιολογικά χαρακτηριστικά και τη δυναμική των πληθυσμών του στις Ελληνικές θάλασσες (Zaboukas *et al.*, 2006, Zaboukas & Megalofonou, 2007).

Η ηλικία και η αύξηση των ψαριών είναι απαραίτητη γνώση για την αλιευτική έρευνα και τη διαχείριση των αποθεμάτων τους. Μικρές διαφορές στις εκτιμήσεις του ρυθμού αύξησης μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην πληθυσμιακή ανάλυση, με αποτέλεσμα πολλές φορές την μη ορθή διαχείριση της αλιείας των ψαριών. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις στις οποίες η λάθος εκτίμηση της ηλικίας και του ρυθμού αύξησης έχει οδηγήσει στη υπερεκμετάλλευση ενός πληθυσμού ή ενός είδους (Smith *et al.*, 1995, Chilton & Beamish, 1982, Campana *et al.*, 2001).

Μέχρι σήμερα, έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετές μέθοδοι και τεχνικές για την εκτίμηση της ηλικίας της παλαμίδας σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές. Οι Rey *et al.* (1986) εξέτασαν τους ετήσιους δακτυλίους τόσο στις ακτίνες του ραχιαίου πτερυγίου όσο στους σπόνδυλους και τα λέπια ατόμων από περιοχές του Ατλαντικού αλλά και της Μεσογείου, γύρω από το Γιβραλτάρ. Οι Santamaria *et al.* (1998) εξέτασαν τους δακτυλίους στους σπονδύλους και στις ακτίνες του ραχιαίου πτερυγίου από άτομα στο Βόρειο Ιόνιο, οι Ates *et al.* (2008) χρησιμοποίησαν τους ωτολίθους ατόμων από τη Μαύρη θάλασσα, ενώ στις περιοχές του Νότιου Ιονίου και στο Αιγαίο οι Zaboukas & Megalofonou (2007) για τον προσδιορισμό της ηλικίας χρησιμοποίησαν τομές σε ακτίνες του ραχιαίου πτερυγίου. Η μέθοδος των τομών σε ακτίνες πτερυγίων αν και παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα ωστόσο εμφανίζει το πρόβλημα της απόκρυψης των δύο πρώτων δακτυλίων λόγω της αγγείωσης που δημιουργείται στην περιοχή του πυρήνα, σε άτομα μεγάλης ηλικίας (Zaboukas & Megalofonou, 2007).

Η μελέτη των ωτολίθων της παλαμίδας από το Αιγαίο και το Ιόνιο πέλαγος αλλά και γενικότερα από την περιοχή της Μεσογείου επιχειρείται για πρώτη φορά. Στην παρούσα εργασία έγινε η εκτίμηση της ηλικίας και της αύξησης του είδους μελετώντας τους ετήσιους δακτυλίους σε λεπτές τομές ωτολίθων. Επίσης, υπολογίσθηκαν οι σχέσεις που συνδέουν τις μετρήσεις μορφομετρίας και το βάρος των ωτολίθων με το μήκος και το βάρος των ατόμων.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη συλλέχθηκε κατά τη διάρκεια των ετών 1997-2010. Συνολικά μελετήθηκαν 300 δείγματα, 178 ολόκληρα άτομα και 122 κεφαλές, που αλιεύτηκαν με γρι-γρι και καρτέρια, κυρίως στην θαλάσσια περιοχή της Χίου, της Λέσβου και του Πατραϊκού κόλπου.

Από κάθε άτομο μετρήθηκε το μεσουραίο μήκος (FL) με ακρίβεια mm, το ολικό βάρος (TW) με ακρίβεια g, και καταγράφηκε το αλιευτικό εργαλείο, η περιοχή και η ημερομηνία αλίευσής του. Το φύλλο προσδιορίστηκε συνολικά σε 184 άτομα με μακροσκοπική παρατήρηση του γονάδων (Nikolsky, 1963, Rey *et al.*, 1984).

2.2 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ ΩΤΟΛΙΘΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΗΛΙΚΙΑΣ

Από κάθε άτομο αφαιρέθηκαν οι ωτόλιθοι, καθαρίστηκαν από τυχόν υπολείμματα ιστών και τοποθετήθηκαν σε πλαστικές θήκες Crystal-grade Polystyrene με τον κωδικό του ψαριού. Πριν την έναρξη της διαδικασίας έγκλισης, οι ωτόλιθοι ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας τρίτου δεκαδικού (0,001 g) και παρατηρήθηκαν στο στερεοσκόπιο σε μαύρο υπόβαθρο και με προσπίπτοντα φωτισμό για να προσδιοριστεί η θέση του πυρήνα. Ακολούθως, έγινε λήψη ψηφιακών φωτογραφιών με τη χρήση του λογισμικού ανάλυσης εικόνας, Image-Pro-Plus. Στις ψηφιακές φωτογραφίες των ωτολίθων με τη βοήθεια του ίδιου λογισμικού πραγματοποιήθηκαν επίσης οι εξής μετρήσεις μορφολογικών χαρακτηριστικών: το μέγιστο μήκος ωτολίθου (L_1), το μέγιστο πλάτος ωτολίθου (L_2), η επιφάνεια ωτολίθου (Ao) και η περίμετρος ωτολίθου (To).

Ο εγκλεισμός των ωτολίθων έγινε σε διαφανή πολυεστερική ρητίνη μέσα σε ειδικά καλούπια σιλικόνης και ακολούθησε η δημιουργία λεπτών τομών, πάχους 75 μm , με τη χρήση οργάνου κοπής χαμηλής ταχύτητας (Isomet). Οι τομές των ωτόλιθων αφού πρώτα λειάνθηκαν σε ειδική ηλεκτροκίνητη συσκευή λείανσης (Metaserv) με τη χρήση λειαντικών φύλλων με επικάλυψη οξειδίου αλουμινίου 0,3 μm , επικολλήθηκαν σε αντικειμενοφόρους πλάκες και φωτογραφήθηκαν μέσω του συστήματος ανάλυσης εικόνας. Για την εκτίμηση της ηλικίας οι τομές παρατηρήθηκαν στο στερεοσκόπιο σε μαύρο υπόβαθρο. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν δύο επαναληπτικές αναγνώσεις από τον κύριο αναγνώστη. Στην περίπτωση μη συμφωνίας στην εκτίμηση της ηλικίας πραγματοποιήθηκε τρίτη επαναληπτική ανάγνωση με τη βοήθεια δεύτερου έμπειρου αναγνώστη. Στις περιπτώσεις που δεν επιτεύχθηκε συμφωνία μεταξύ των δύο αναγνωστών, η ηλικία του ατόμου δεν συμπεριλήφθηκε στην ανάλυση. Για να περιγραφεί η αύξηση της παλαμίδας χρησιμοποιήθηκε η καμπύλη von Bertalanffy (Ricker, 1975). Συγκεκριμένα, με βάση τα δεδομένα ηλικίας-μεσουραίου μήκους υπολογίστηκαν οι παράμετροι της εξίσωσης von Bertalanffy χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα STATGRAPHICS (μη γραμμική παλινδρόμηση).

3. Αποτελέσματα

3.1 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ ΩΤΟΛΙΘΩΝ

Εξετάστηκαν οι ωτόλιθοι από 300 άτομα παλαμίδας, 87 αρσενικά και 97 θηλυκά, των οποίων το μεσουραίο μήκος κυμαινόταν μεταξύ ενός ελαχίστου 12,3 cm και ενός μεγίστου 70,4 cm (Εικόνα 1) ενώ το ολικό βάρος τους κυμαινόταν από 22 έως 4889 g .

Οι μετρήσεις μορφομετρίας έγιναν μόνο στους ωτολίθους που ήταν ακέραιοι. Ο αριθμός των ωτολίθων που μετρήθηκαν καθώς επίσης η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των μετρήσεων μορφομετρίας και του βάρους των ωτολίθων δίδονται στον πίνακα 1. Μεγαλύτερη συσχέτιση με το μέγεθος του ψαριού εμφάνισαν το μήκος και το βάρος του ωτολίθου ενώ τη μικρότερη το πλάτος του ωτολίθου (Πίνακας 2).

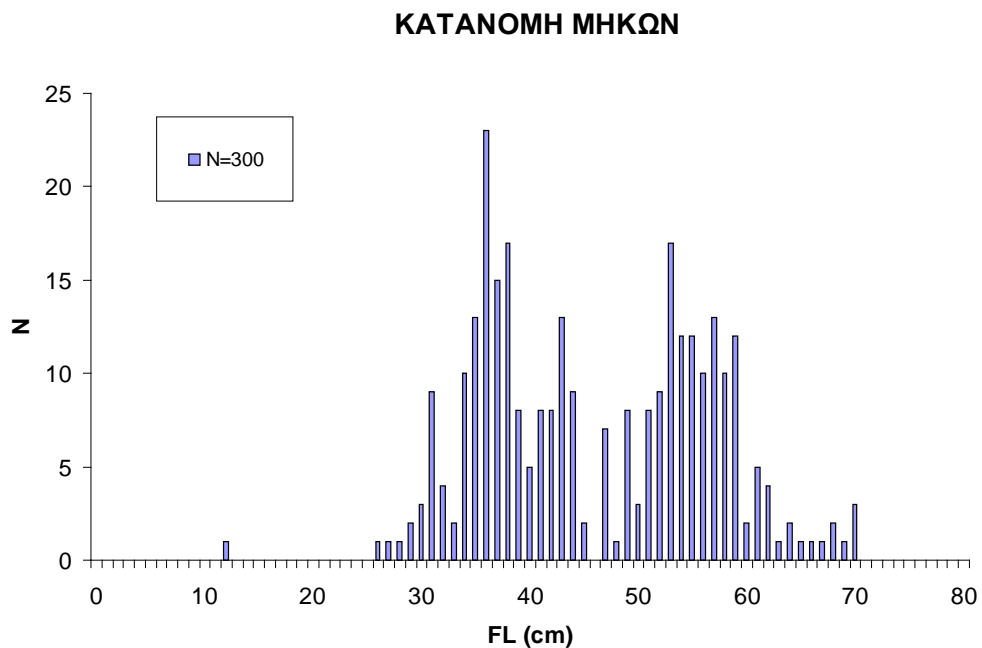
Πίνακας 1: Μέση τιμή, τυπική απόκλιση, ελάχιστη και μέγιστη τιμή των μετρήσεων μορφομετρίας (L1 μήκος ωτολίθων, L2 πλάτος ωτολίθων, Ao επιφάνεια ωτολίθων, To περίμετρος ωτολίθων) και βάρους των ωτολίθων (Wo), ατόμων του είδους *Sarda sarda* από το Αιγαίο και το Ιόνιο πέλαγος

Μέτρηση	Αριθμός (N)	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
L ₁ (mm)	137	5,9	1,4	3,1	9,7
L ₂ (mm)	136	2,1	0,4	1,3	3,3
A _o (mm ²)	135	7,9	3,3	2,7	17,8
T _o (mm)	136	15,9	3,9	8,9	26,6
W _o (mg)	173	4,5	2,1	6,0	11,3

Σύμφωνα με την ανάλυση παλινδρόμησης η σχέση μεταξύ του μεγίστου μήκους του ωτολίθου και του μήκους του ψαριού είναι θετικά αλλομετρική ($b > 1$, t-test $P < 0.05$) όπως και η σχέση μεταξύ της επιφάνειας και της περιμέτρου του ωτολίθου και του μήκους του ψαριού. Αντίθετα είναι αρνητικά αλλομετρική η σχέση μεταξύ του βάρους του ωτολίθου και του βάρους του ψαριού ($b < 1$, t-test $P < 0.05$).

Πίνακας 2: Αποτελέσματα των συσχετίσεων των μορφομετρικών χαρακτηριστικών και του βάρους των ωτολίθων με το μήκος και το βάρος ατόμων του είδους *Sarda sarda* από το Αιγαίο και το Ιόνιο πέλαγος

X	Y	N	a	b	R ²
FL	L ₁	134	0,097	1,244	0,59
FL	L ₂	133	0,027	0,790	0,51
FL	A _o	133	0,220	2,560	0,52
FL	T _o	134	0,260	3,355	0,57
TW	W _o	160	0,0000016	0,001383	0,81



Εικόνα 1: Κατανομή των μεσουραίων μηκών (FL) 300 ατόμων του είδους *Sarda sarda* από το Αιγαίο και το Ιόνιο πέλαγος

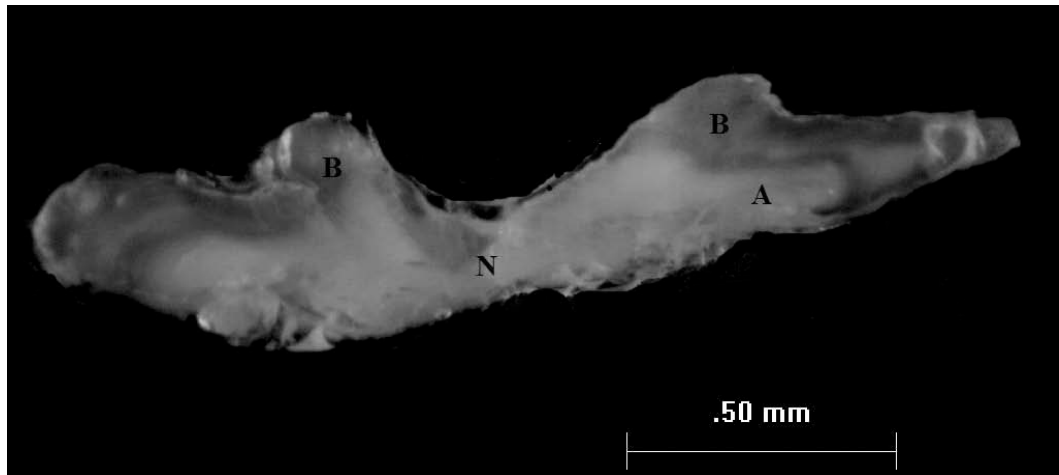
3.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΗΛΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗΣ

Μελετώντας τις εγκάρσιες τομές των ωτολίθων (Εικόνα 2) παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Ο πυρήνας του ωτολίθου βρίσκεται στο πιο λεπτό σημείο (N) της τομής ανάμεσα σε δύο βραχίονες (B).
- Στους μεγαλύτερους ωτολίθους, δηλαδή όσο μεγαλύτερο σε ηλικία είναι το ψάρι, οι βραχίονες μεγαλώνουν και τα άκρα τους γυρίζουν προς την ίδια κατεύθυνση.
- Οι ετήσιοι δακτύλιοι φαίνονται σαν σκοτεινές γραμμές πάνω στους δύο βραχίονες.
- Οι ετήσιοι δακτύλιοι διαβάζονται ευκολότερα στο μεγαλύτερο βραχίονα της τομής.
- Οι ετήσιοι δακτύλιοι φαίνονται πιο καθαρά στις τομές των ωτολίθων των μεγαλύτερων σε ηλικία ψαριών.
- Οι πρώτοι δύο δακτύλιοι είναι συχνά παχύτεροι και λιγότερο ευδιάκριτοι από τους επόμενους.

Οι ηλικίες των ατόμων που εκτιμήθηκαν με την ανάγνωση των ωτολίθων κυμαίνονταν από 0 έως 7 έτη (Πίνακας 3). Από τη στατιστική επεξεργασία με την χρήση *Student's t test* διαφορετικών διακυμάνσεων δεν εντοπίστηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών ατόμων όσο αναφορά το μέσο μήκος ανά ηλικία.

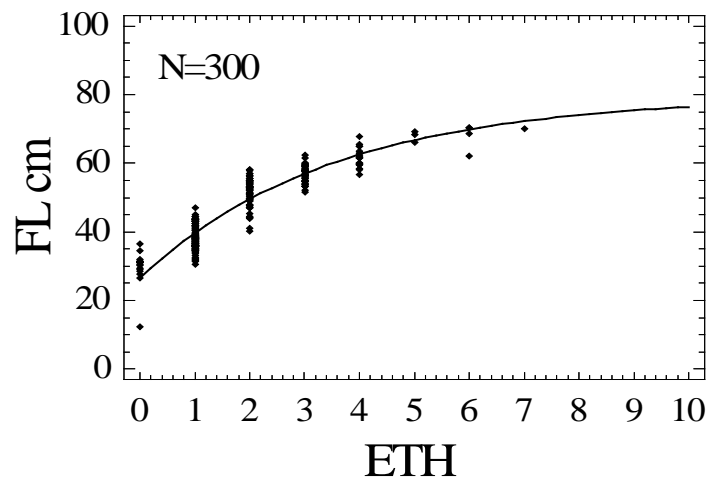
Με βάση τα στοιχεία μήκους-ηλικίας όλων των ατόμων της παλαμίδας προσδιορίστηκαν οι παράμετροι και η καμπύλη von Bertalanffy ($L_{\infty} = 79,4$ cm, $k = 0,285$, $t_0 = -1,428$ έτη), (Εικόνα 3).



Εικόνα 2: Τομή ωτολίθου αρσενικού ατόμου παλαμίδας, *Sarda sarda*, μήκους 54 cm. N: πυρήνας, B: βραχίονες ωτολίθου, A: ο μεγαλύτερος βραχίονας της τομής

Πίνακας 3: Συχνότητα των ατόμων του είδους *Sarda sarda* ανά κλάση ηλικίας και μήκους στο δείγμα που αναλύθηκε

FL(cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	N
10,1-15	1								1
15,1-20									
20,1-25									
25,1-30	5								5
30,1-35	11	20							31
35,1-40	1	72							73
40,1-45		38	6						44
45,1-50		1	17						18
50,1-55			39	13					52
55,1-60			11	36	7				54
60,1-65				2	10		1		13
65,1-70					2	3	1	1	7
70,1-75							2		2
SUM	18	131	73	51	19	3	4	1	300
MEAN	29,8	38,3	51,6	56,9	61,6	67,8	67,9	70,0	46,1
s.d.	4,9	3,4	3,9	2,4	2,8	1,5	4,0		



Εικόνα 3: Μεσοραίο μήκος σώματος σε σχέση με την ηλικία και καμπύλη von Bertalanffy για το είδος *Sarda sarda* από το Αιγαίο και το Ιόνιο πέλαγος

4. Συζήτηση

Η εκτίμηση της ηλικίας της παλαμίδας έχει απασχολήσει στο παρελθόν αρκετούς ερευνητές, οι οποίοι στις μελέτες τους χρησιμοποίησαν ως επί το πλείστον ακτίνες του πρώτου ραχιαίου πτερυγίου (Zaboukas & Megalofonou, 2007).

Με την παρούσα εργασία εκτιμήθηκε η ηλικία της παλαμίδας για πρώτη φορά στην περιοχή του Αιγαίου και του Ιονίου χρησιμοποιώντας λεπτές τομές ωτολίθων. Επίσης, περιγράφηκε για πρώτη φορά η μορφομετρία των ωτολίθων και μελετήθηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ των μετρήσεων των ωτολίθων και του μήκους και του βάρους των ψαριών.

Οι ωτόλιθοι της παλαμίδας είναι σχετικά μικροί σε μέγεθος, λεπτοί και εύθραστοι γεγονός που έκανε αρκετά χρονοβόρα και δύσκολη τη διαδικασία προετοιμασίας των εγκάρσιων, λεπτών τομών τους.

Τα αποτελέσματα της εκτίμησης ηλικίας με τομές ωτολίθων ήταν σε γενικές γραμμές συγκρίσιμα με τα αποτελέσματα της εκτίμησης της ηλικίας με τομές ακτίνων (Zaboukas & Megalofonou, 2007). Επίσης, οι παράμετροι αύξησης von Bertalanffy, ιδιαίτερα όσο αφορά το L_{∞} , ήταν αρκετά όμοιες με αυτές που υπολογίστηκαν με την μέθοδο των σκληρών ακτίνων (Santamaria *et al.*, 1998, Zaboukas & Megalofonou, 2007). Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι η εκτίμηση της ηλικίας της παλαμίδας με τη μέθοδο των ακτίνων του πρώτου ραχιαίου πτερυγίου είναι μια πιο εύκολη και, αποτελεσματική μέθοδος σε σύγκριση με τη μέθοδο των ωτολίθων. Ωστόσο, σε αντίθεση με τους ωτολίθους, στις ακτίνες υπάρχουν άλλου είδους προβλήματα που σχετίζονται κυρίως με την αγγείωση του πυρήνα τους στα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας.

Η μελέτη της μορφομετρίας των ωτολίθων της παλαμίδας έδειξε ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ όλων των μορφολογικών χαρακτηριστικών του ωτολίθου με το μήκος του ψαριού. Επίσης, πολύ υψηλή συσχέτιση παρουσίασε η σχέση μεταξύ του βάρους του ωτολίθου και του βάρους του ψαριού. Καθώς, το μέγεθος των ωτολίθων φαίνεται να συνδέεται στενά με το μέγεθος των ψαριών θα μπορούσε να ειπωθεί ότι οι μετρήσεις που σχετίζονται με τη μορφολογία και το βάρος των ωτολίθων, πιθανά κατόπιν μιας πιο στοχευμένης έρευνας, να μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και στην εκτίμηση της ηλικίας του είδους. Εξάλλου, αρκετοί ερευνητές τα τελευταία χρόνια δέχονται ότι το βάρος των ωτολίθων μπορεί να αποτελέσει μια έγκυρη εναλλακτική λύση στην εκτίμηση της ηλικίας κάποιων ειδών (Cardinale *et al.*, 2000, Araya *et al.*, 2001, Megalofonou, 2006).

5. Βιβλιογραφικές αναφορές

- Araya, M., Cubillos, L.A., Guzman, M., Peailillo, J. & Sepulveda, A., 2001. Evidence of a relationship between age and otolith weight in the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols). Fisheries Research, 51: 17-26.
- Ates, E.C., Deval, C. & Bo`k T., 2008. Age and growth of Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793) in the Sea of Marmara and Black Sea, Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 24: 546-550.
- Campana, S.E., 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. Journal of Fish Biology, 59: 197-242.
- Cardinale, M., Arrhenius, F., Johnsson, B., 2000. Potential use of otolith weight for the determination of age-structure of Baltic cod (*Gadus morhua*) and plaice (*Pleuronectes platessa*). Fisheries Research, 45: 239-252.
- Chilton, D.E. & Beamish, R.J., 1982. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science, 60: 102.
- Megalofonou P., 2006. Comparison of otolith growth and morphology with somatic growth and age in young-of-the-year bluefin tuna. Journal of Fish Biology, 68: 1867-1878.
- NIKOLSKY, G.V., 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, 26: 352.
- Rey, J.C., Alot, E. & Ramos A., 1984. Sinopsis biológica del bonito, *Sarda sarda* (Bloch), del Mediterráneo y Atlántico Este. ICCAT, Scientific Papers, 20(2): 469-502.
- Rey, J.C., Alot, E. & Ramos, A., 1986. Growth of the Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793) in the Atlantic and Mediterranean area of the Strait of Gibraltar. Investigaciones Pesqueras, 50(2): 179-185.
- Ricker, W.E., 1975. Computation und interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191: 382.
- Santamaria, N., Sion, L., Cacucci, M. & De Metrio, G., 1998. Età ed accrescimento di *Sarda sarda* (Bloch, 1793) (Pisces, Scombridae) nello Ionio Settentrionale. Biologia Marina Mediterranea, 5: 721-725
- Smith, D.C., Fenton, G.E., Robertson, S.G. & Short, S.A., 1995. Age determination and growth of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*): a comparison of annulus counts with radiometric ageing. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52: 391-401.
- Zaboucas, N., Miliou, H., Megalofonou, P. & Moraitou-Apostolopoulou, M. (2006). Biochemical composition of the Atlantic bonito, *Sarda sarda*, from the Aegean Sea (Eastern Mediterranean) in different stages of sexual maturity. Journal of fish Biology, 69: 347-362.
- Zaboukas, N. & Megalofonou, P. , 2007. Age estimation of the Atlantic bonito in the eastern Mediterranean Sea using dorsal spines and validation of the method. Scientia Marina, 71(4): 691-69.