

ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΩΤΟΛΙΘΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΝΕΑΡΩΝ ΣΚΟΜΒΡΟΕΙΔΩΝ, *Auxis rochei*, ΑΠΟ ΤΟ ΑΙΓΑΙΟ

Μεγαλοφώνου Π., Πλατής Κ., Γιαννόπουλος Κ.

Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, e-mail: yannmega@biol.uoa.gr

ABSTRACT

P.Megalofonou, K. Platis, K.Yannopoulos: Otolith microstructure in age estimation of juvenile scombrids, *Auxis rochei*, from the Aegean Sea.

Otolith microstructure of bullet tuna, *Auxis rochei*, from the Aegean Sea were examined in an attempt to estimate the age of juveniles during recruitment. The fish collected from commercial purse seines was between 145 and 216 mm in fork length. Thin transverse sections of the sagittae showed an extremely clear succession of daily-like increments along the dorsal and ventral axis. The estimated ages ranged from 36 to 105 days and the mean growth was 2.7 ± 0.73 mm/day in length and 0.971 ± 0.339 g/day in weight. Back calculated birth dates were distributed from the end of April till July with the peak of occurrence in May.

Key words – Λέξεις κλειδιά: *Auxis rochei*, Age, Growth, Otolith, Mediterranean

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το τουνάκι ή ορκίνι, *Auxis rochei*, είναι εμπορικό είδος ευρέως διαδεδομένο στη Μεσόγειο. Σχηματίζει κοπάδια και η αλιεία του πραγματοποιείται με παρασυρόμενα και κυκλικά δίχτυα κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι. Αν και θεωρείται από τα πιο άφθονα είδη σκομβροειδών ωστόσο ελάχιστες είναι οι πληροφορίες για τη βιολογία και την κατανομή του στη Μεσόγειο (Santamaria et al., 1996). Στην εργασία αυτή, η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος (Megalofonou et al., 2000), παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα από την εκτίμηση της ηλικίας νεαρών ατόμων που εισέρχονται στην αλιευτική φάση. Για το σκοπό αυτό μελετήθηκε η μικροδομή των ωτολίθων ατόμων που ψαρεύονται παρεμπιπτόντως με κυκλικά δίχτυα για μικρά πελαγικά ψάρια στο Αιγαίο. Οι ωτόλιθοι των ιχθύων περιέχουν πληροφορίες για την ηλικία και την αύξηση τους τόσο σε ετήσιο όσο και σε ημερήσιο επίπεδο. Η ανάλυση της μικροδομής των ωτολίθων σε ημερήσιο επίπεδο είναι ένα ισχυρό εργαλείο σε μελέτες στρατολόγησης ιχθύων στην αλιευτική φάση διότι προσφέρει πληροφορίες για την κατανομή των ημερών γέννησης τους και για την αύξηση τους κατά το προνυμφικό και κατά το στάδιο μεταμόρφωσης σε νεαρά άτομα (Campana, 1992).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα άτομα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη αυτή συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια δειγματοληψιών στο Κεντρικό Αιγαίο, βορείως της νήσου Εύβοιας, με επαγγελματικά αλιευτικά σκάφη γρι-γρι από τον Ιούλιο του 1997 έως τον Νοέμβριο του 1998. Οι δειγματοληψίες έγιναν την νύχτα με ρομπότ και κυκλικά δίχτυα που είχαν άνοιγμα ματιού στο σάκο 8 χιλιοστά. Τα δείγματα φυλάχτηκαν στην κατάψυξη με τα στοιχεία της ημερομηνίας και της περιοχής δειγματοληψίας. Από κάθε άτομο μετρήθηκε το μεσουραίο (FL) και το ολικό μήκος (TL) σε χιλιοστά, το ολικό βάρος (RW) σε γραμμάρια. Εξήχθησαν οι ωτόλιθοι, καθαρίστηκαν από τους ιστούς που τους περιέβαλαν. Μεταξύ των τριών ζευγών ωτολίθων που βρέθηκαν (sagitta, lapillus, asteriscus) σε κάθε άτομο οι sagittae χρησιμοποιήθηκαν διότι είχαν το μεγαλύτερο μέγεθος και χρησιμοποιούνται ευρέως για την εκτίμηση της ηλικίας ψαριών. Κάθε ωτόλιθος εγκλείστηκε σε ρητίνη και προσδιορίστηκε το κέντρο του πριν την τομή. Έγιναν εγκάρσιες λεπτές τομές με ένα εργαλείο κοπής χαμηλής ταχύτητας ISOMET στις δύο πλευρές του κέντρου του ωτολίθου. Οι τομές που προέκυψαν κολλήθηκαν με θερμοπλαστική κόλλα (CrystalBond) σε αντικειμενοφόρους πλάκες. Ακολούθησε τρίψιμο των επιφανειών (με γυαλόχαρτο 400, 600, 800) και λείανση (με σκόνη αλουμίνας 0.3 μm) σε σύστημα METASERV 2000 μέχρι να φανεί ο πυρήνας του οτολίθου.

Η ηλικία κάθε ατόμου εκτιμήθηκε από τη μέτρηση των ημερήσιων αυξητικών δακτυλίων στις λεπτές τομές των ωτολίθων σε οπτικό μικροσκόπιο (μεγέθυνση X 600) με σύστημα ανάλυσης εικόνας (ImagePro). Η ανάγνωση των ωτολίθων έγινε ανεξάρτητα δύο φορές από δύο άτομα. Σε περίπτωση σημαντικών διαφορών στο αποτέλεσμα (>5%) ακολουθούσε τρίτη ανάγνωση που γινόταν παράλληλα από τα δύο άτομα.

Οι συσχετίσεις μεταξύ του μεγέθους των ατόμων και της ηλικίας που εκτιμήθηκε έγινε με ανάλυση παλινδρόμησης και υπολογίστηκαν η μέση ημερήσια αύξηση σε χιλιοστά (mm) και γραμμάρια (g).

Μία προσπάθεια επαλήθευσης των ηλικιών που εκτιμήθηκαν έγινε με τον ανάδρομο υπολογισμό των ημερομηνιών γέννησης και σύγκρισης αυτών με τα στοιχεία που υπάρχουν για την περίοδο αναπαραγωγής του είδους στην ευρύτερη περιοχή. Οι ημερομηνίες γέννησης εκτιμήθηκαν ως η διαφορά μεταξύ της ημερομηνίας σύλληψής του ψαριού και της ηλικίας του.

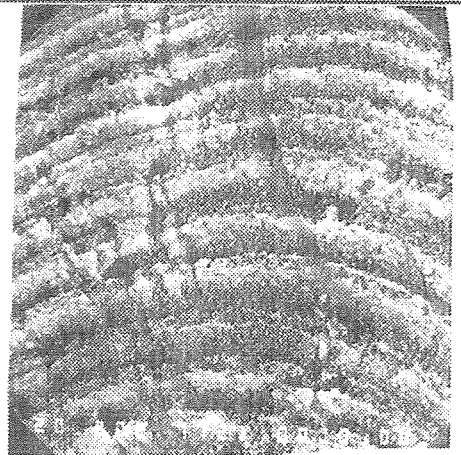
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η προετοιμασία των ωτολίθων για ανάγνωση ήταν μία επίπονος και χρονοβόρος διαδικασία. Αν και ο εντοπισμός του πυρήνα ήταν εύκολος, προσεκτική λείανση χρειαζόταν ώστε να προσεγγισθεί και να φανούν οι λεπτοί αυξητικοί δακτύλιοι που τον περιβάλλουν.

Σε όλους τους ωτολίθους που χρησιμοποιήθηκαν για εκτίμηση της ηλικίας, παρατηρήθηκαν ξεχωριστές ζώνες που οι αυξητικοί δακτύλιοι είχαν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Σε αυτές τις ζώνες, μεταξύ του πυρήνα και του άκρου του ωτολίθου κατά μήκος του άξονα ανάγνωσης στην ραχιαία πλευρά, οι αυξητικοί δακτύλιοι διέφεραν σε πάχος, εμφάνιση και δυνατότητα ανάγνωσης (Εικόνα 1). Στην πρώτη ζώνη, μετά τον πυρήνα και το δακτύλιο εκκόλαψης, οι δακτύλιοι είναι λεπτοί, περίπου 1μm, και ο αριθμός τους κυμαίνεται από 4-6. Στην δεύτερη ζώνη οι δακτύλιοι ομοιάζουν με αυτούς της πρώτης ζώνης είναι όμως παχύτεροι και πιο ευδιάκριτοι. Στην τρίτη ζώνη (III), την οποία θεωρήσαμε ως την ζώνη με την έντονη αύξηση, οι δακτύλιοι είναι παχύς και παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερο πρότυπο αφού στο οπτικό μικροσκόπιο φαίνονται ως διπλοί. Η τελευταία ζώνη (IV) που ακολουθούσε παρατηρήθηκαν δακτύλιοι με μικρότερο, κυμαινόμενο όμως πάχος. Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στο πάχος των δακτυλίων κατά μήκος του άξονα ανάπτυξής τους αποδόθηκαν σε διαφορές στην ημερήσια αύξηση των ωτολίθων στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των ψαριών. Οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν από το 25 έως τον 35 δακτύλιο όπου το μέσο πάχος των δακτυλίων ανερχόταν σε 4.9 μm. Μετά την περιοχή αυτή, η γενική τάση που διαπιστώθηκε ήταν μία σταδιακή μείωση του πάχους των δακτυλίων με την ηλικία..



Εικόνα 1. Λεπτή εγκάρσια τομή ωτολίθου νεαρού ατόμου *Auxis rochei* με οπτικό μικροσκόπιο (X 600). Φαίνεται λεπτομέρεια του πυρήνα και η διαδοχή των αυξητικών δακτυλίων.



Εικόνα 2. Διαδοχή αυξητικών δακτυλίων ωτολίθου νεαρού ατόμου *Auxis rochei* με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης.

Από ένα σύνολο 82 ατόμων που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη αυτή σε 75 άτομα έγινε η ανάγνωση των ηλικιών ως αποτέλεσμα απώλειας του πυρήνα κατά την λείανση (8.5%). Το μεσοουραίο μήκος των ατόμων κυμαινόταν μεταξύ 145 και 216 mm και το βάρος τους από 31 έως 120 g. Η ηλικία τους εκτιμήθηκε από 36 έως 105 ημέρες. Η μέση ημερήσια αύξηση σε μήκος και βάρος υπολογίστηκε σε 2.7 mm/ημέρα και 0.991 g/ημέρα αντίστοιχα (Πίνακας 1).

Η ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ του μήκους των ατόμων και της εκτιμώμενης ηλικίας καθώς επίσης του βάρους τους και της ηλικίας έδωσε στατιστικά σημαντική γραμμική συσχέτιση όμως με χαμηλή τιμή συντελεστή συσχέτισης (Πίνακας 2). Ο χαμηλός συντελεστής συσχέτισης αποδόθηκε

κυρίως στο μικρό εύρος στα μεγέθη των ατόμων που εξετάστηκαν και στη μεγάλη διακύμανση της αύξησης κατά την πρώτη περίοδο της ζωής τους. Ο ρυθμός αύξησης εξαρτάται τόσο από ενδογενείς όσο και από εξωγενείς παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα τροφής. Οι διακυμάνσεις του ρυθμού αύξησης μπορούν να μελετηθούν εξετάζοντας την μικροδομή των ωτολίθων. Από την κατανομή των τιμών αύξησης στους διάφορους μήνες ανάλογα με την ημερομηνία γέννησης φάνηκε ότι η μικρότερη αύξηση παρατηρείται στα άτομα που φαίνεται ότι γεννήθηκαν κατά τον μήνα Απρίλιο ενώ οι τιμές αυξάνονται προχωρώντας έως τον μήνα Ιούλιο. Στην Εικόνα 3 φαίνεται ότι τα άτομα που γεννήθηκαν τον Απρίλιο και Μάιο παρουσιάζουν αύξηση μικρότερη των 3 mm/ημέρα ενώ αυτά που γεννήθηκαν τον Ιούνιο και Ιούλιο μεγαλύτερη. Πάντως και ο Cefali (1981) αναλύοντας τις κατανομές των μηκών του είδους *Auxis tazard* στο Ιόνιο υποστηρίζει ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην μέση μηνιαία αύξηση των ατόμων που γεννήθηκαν στην αρχή και το τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου. (1.6 cm έως 8.9 cm) και

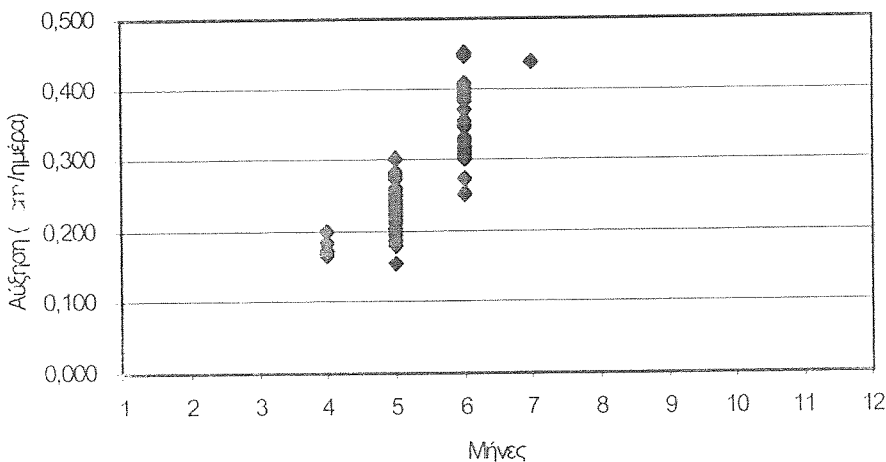
Πίνακας 1. Μέση ημερήσια αύξηση σε μήκος (FL) και βάρος (RW) του *Auxis rochei* στο Αιγαίο.

	No	Μέση τιμή	S.D.	Min	Max
FL(cm)	75	0,270	0,073	0,155	0,451
RW (g)	75	0,971	0,339	0,127	1,980

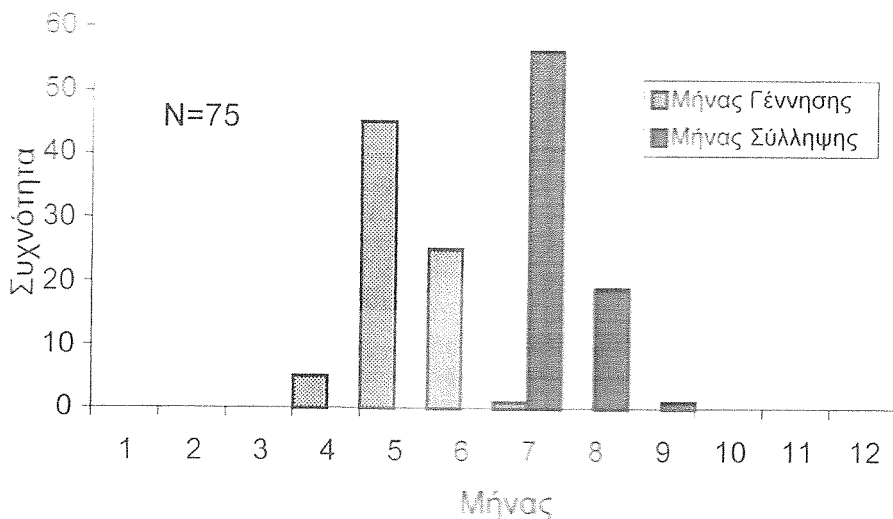
Πίνακας 2. Αριθμός δειγμάτων, σταθερές και συντελεστής συσχέτισης από την ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ μήκους-ηλικίας και βάρους-ηλικίας για το είδος *Auxis rochei* στο Αιγαίο.

No	a	b	r	Εξίσωση
74	14,883	0,036	0,379	FL = 14,883 + 0,036 * Ηλικία
74	37,204	0,393	0,319	RW = 37,204 + 0,393 * Ηλικία

Ο αναδρομικός υπολογισμός των ημερομηνιών γέννησης των ατόμων με βάση την ηλικία και την ημερομηνία σύλληψης έδειξε ότι αυτές κατανέμονται σε μία περίοδο τεσσάρων μηνών από τον μήνα Απρίλιο έως και τον μήνα Ιούλιο. Ωστόσο η πλειοψηφία των ατόμων φαίνεται να γεννήθηκε κατά τους μήνες του Μαΐου και Ιουνίου (Εικόνα 4). Οι παρατηρήσεις αυτές συμφωνούν με ήδη υπάρχοντα στοιχεία για την περίοδο αναπαραγωγής του *Auxis rochei* στο Αιγαίο και στον Κόλπο του Τάραντα (Μεγαλοβλουσιού et al., 2000; Santamaria et al., 1996). Σύμφωνα με τους ανωτέρω συγγραφείς η περίοδος αναπαραγωγής του ορκινιού στο Αιγαίο ξεκινά τον Μάιο και τελειώνει τον Αύγουστο ενώ στον κόλπο του Τάραντα, ο γοναδοσωματικός δείκτης αρσενικών και θηλυκών τόμων παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές κατά τον μήνα Ιούνιο. Είναι επομένως φανερό ότι η αρχική υπόθεση, ότι οι δομές που παρατηρούνται στους ωτολίθους του είδους *Auxis rochei* είναι ημερήσιοι αυξητικοί δακτύλιοι, υποστηρίζεται από την ανάλυση των ημερομηνιών γέννησης.



Εικόνα 3. Σχέση της αύξησης σε μήκος (cm/ημέρα) με τον μήνα γέννησης των ατόμων *Auxis rochei*



Εικόνα 4. Συχνότητα των ατόμων ανά μήνα σύμφωνα με τις ημερομηνίες σύλληψης και γέννησης βάσει του ανάδρομου υπολογισμού των

Οι Brothers et al. (1983) απέδειξαν πειραματικά ότι η ημερήσιοι δακτύλιοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ακριβή εκτίμηση της ηλικίας και της αύξησης και άλλων σκομβροειδών. Πάντως η ταχεία αύξηση που παρατηρήθηκε κατά τους πρώτους μήνες ζωής των ατόμων που μελετήσαμε με βάση τους ωτολίθους στο Αιγαίο έχει επιβεβαιωθεί και με άλλες μεθόδους για το γένος *Auxis*. Οι μέσες τιμές που υπολογίσθηκαν για την αύξηση των ατόμων ανά μήνα (8.1 cm) συμφωνούν απόλυτα με τα αποτελέσματα των πειραμάτων με τεχνητή γονιμοποίηση των (Harada et al. , 1973). Η διατήρηση ατόμων έως και 58 ημέρες σε δεξαμενές έδειξε ότι η μέση αύξηση αυτών ανέρχεται σε 7.1 cm/ μήνα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Brothers E.E., Prince E. D., Lee D (1983). Age and growth of young-of the year bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from otolith microstructure. NOAA Tech Rep.NMFS, 8: 49-59.
- Campana, S.L. 1992. Measurement and interpretation of the microstructure of fish otoliths. In Stevenson, D.K., Campana, S.E. (Eds.) Otolith Microstructure Examination and Analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117: 59-71.
- Cefali A. (1981). Stadi giovanili di *Auxis tazard* (Lacepede, 1801), analisi dell'accrescimento in peso ed in lunghezza. Mem. Biol. Mar.Ocean., XI(VI):249-261.
- Harada T., Murata O., Furutani H. (1973). On the artificial fertilization and rearing of larvae in marusoda, *Auxis parvipinnata*. Mem. Fasc. Agric. Kinki Univ.6:113-116.
- Megalofonou P., Damalas D., Yannopoulos C., De Metrio G., DeFlorio M., Santamaria N., Dela Serna J. M., Ortiz de Urbina J. M^a. (2000). "Incidence of the Clupeoids Purse Seines on Small Tunas and Tunas". By-catch quantification in the Mediterranean, biology and dynamics of their early life. Final Report of the 96/993 project(CUM-DG XIV/ C1) pp 272.
- Santamaria N., Sion L., Cacucci M., Megalofonou P. 1996. Note preliminari di biologia e pesca del tombarello *Auxis Rochei* (Risso, 1810), nel Golfo di Taranto. Biol. Mar. Medit. 3, 573-575.