

## Ηλικία και αύξηση εκτρεφόμενων ατόμων ερυθρού τόννου, *Thunnus thynnus* (Linnaeus 1758), στην Ανατολική Μεσόγειο

Νίκη Μιλάτου, Περσεφόνη Μεγαλοφώνου

Επίκουρος Δοκτοράς και Ουδέτερη Βαθμιαία, Τμήμα Βιολογίας, Πάντειο & Κοινωνικών & Παιδείας και Ο Αθήνας  
Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, Αύγουστος 1978\*, e-mail: nmilatau@egeionn.com

### ABSTRACT

**Nicky Milatou, Persefoni Megalofonou: Age and growth of farmed bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (Linnaeus 1758), in the Eastern Mediterranean.**

Within a particular species-specific genetic component, growth rate is a highly plastic character depending on various environmental factors such as the water temperature, food supply, population density and microhabitats. The aim of this study was to estimate the age and growth of farmed bluefin tuna using dorsal fin spines and to reveal possible differences in growth between farmed and wild specimens in the eastern Mediterranean Sea. A total of 233 specimens were sampled from the Greek Bluefin Tuna farms, in the Ionian Sea, between January 2007 and January 2008. Their fork length and round weight ranged from 102 to 278 cm and from 43 to 475 kg, respectively. The length-weight relationship revealed a positive allometric growth and the estimated ages ranged from 3 to 18 years. Mean lengths at age and the precision of the ageing method were calculated.

**Keywords:** Bluefin tuna, age, growth, dorsal fin spines, aquaculture, Mediterranean

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ερυθρός τόννος, *Thunnus thynnus*, (Linnaeus 1758) της οικογένειας Thunnidae είναι ένα μεγάλο πελαγικό ψάρι, που σχηματίζει κοπάδια και πραγματοποιεί μακρινές μεταναστεύσεις. Η γεωγραφική του εξάπλωση είναι ευρύτατη στον Αιαντικό και τη Μεσόγειο, ωστόσο λόγω της μεγάλης εμπορικής του αξίας και της αυξανόμενης ζήτησής του στις αγορές της Ιαπωνίας, της Αμερικής και της Ευρώπης τις δύο τελευταίες δεκαετίες η υπεραλίευση των αποθεμάτων του παράλληλα με την έντονη δραστηριότητα της πέλαγσης έχουν οδηγήσει σε σημαντική κίτριση των πληθυσμών του προκαλώντας απεισινικά στην ευσημερινή κοινότητα (FAO/GFCM/ICCAT 2005).

Στην Ελλάδα η μόνη ετήσια αλιευτική παραγωγή του ερυθρού τόννου ανέρχεται περίπου στους 300 τόννους (ICCAT 2009). Εκτός της αλιευτικής παραγωγής, από το 2003 λειτουργεί μια μονάδα πέλαγσης όριουσις ατόμων (Bluefin Tuna Hellas A.E) στις Νήσους Β. Εγγύδας του Ιονίου. Η δυναμικότητα της μονάδας ανέρχεται στους 1000 τόννους και το μέσο βήμα των ψαριών που εκτρέφονται κάθε χρόνο κυμαίνεται μεταξύ 140 και 150 kg. Η εκτροφή διαρκεί από 6 έως 7 μήνες και η αύξηση που επιτυγχάνεται σε αυτό το χρονικό διάστημα μπορεί να φτάσει μέχρι και το 39% του βάρους των ψαριών (FAO/GFCM/ICCAT 2005).

Ο ρυθμός αύξησης είναι ένας ιδιαίτερα αβέβαιος χαρακτήρας στα διάφορα είδη των ψαριών και εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα της τροφής και η πυκνότητα του πληθυσμού. Αρχικά, πολλές έχουν εκτιμήσει την ηλικία και την αύξηση άγριων ατόμων ερυθρού τόννου χρησιμοποιώντας σκληρές, σεξτατικές δομές (Ruitimeas-Maitin *et al.* 2007, Santamaria *et al.* 2009) όμως, καθώς δεν έχει εκτιμήσει αυτά τα βιολογικά χαρακτηριστικά σε εκτρεφόμενα άτομα. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν η εκτίμηση της ηλικίας και ο προσδιορισμός της σχέσης μήκους-βάρους εκτρεφόμενων ατόμων ερυθρού τόννου στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου με σκοπό τον έλεγχο της βιομассής διαθέσιμης και τέλος να τα εκτρεφόμενα άτομα προσπαθούν μεγαλύτερη αύξηση από τα άγρια αφού οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά το διάστημα της εκτροφής τους σε κλωβούς είναι πιθανά ευνοϊότερες για την αύξηση τους.

## ΥΔΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι δοκιμαστικής πραγματοποιήθηκαν στη μονάδα πάχυνσης Βιολίν Τουρ Ηellas Α.Ε., από τον Ιανουάριο του 2007 έως τον Ιανουάριο του 2008. Από 233 άτομα ερυθρόπυλινου συλλέχθηκε η κριτική εκτίμησή σχετικά (ή ακριβώς) του πρώτου ραχιαίου κεραιότυπου και μετρήθηκε το μεσομορφό μήκος (FL) και αλφειότερο επί και το ολικό βάρος (RW) στο πλησιέστερο kg. Για την περιγραφή της σχέσης μπορούσαν μήκους-ολικού βάρους χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση  $RW=a^{b}FL^c$ .

Στη βάση κάθε άκας, κομμά στην κοιλία, έγιναν τρεις έως τέσσερις τομές μήκους 1 cm (Ruizfueez-Marin *et al.* 2007) χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρικό όργανο κοπής ISOMBT, χαμηλής ταχύτητας. Σε μια τομή άκας δύο τύποι δακτύλων αναμετρήθηκαν οι οποίες αναλύονται: ένας διαφανής (ή μια ομάδα στενά συνδεδεμένων διαφανών δακτύλων) και ένας αδιαφανής δακτύλος. Κάθε ζεύγος αδιαφανών διαφανών δακτύλων αντιστοιχούσε σε ένα στενό δακτύλο. Οι διαφανείς δακτύλοι είναι ενδεικτικοί της αρχής αύξησης ενώ οι αδιαφανείς δακτύλοι της γρήγορης αύξησης (Ruizfueez-Marin *et al.* 2007).

Η εκτίμηση της ηλικίας έγινε με την ανάλυση των ετήσιων αζιτικών δακτύλων στις τομές. Η ταξινόμηση των τομών και η μέτρηση των ακτίνων των ετήσιων δακτύλων έγινε με διορθωμένο στερεοσκόπιο εξοπλισμένο με σύστημα ανάλυσης εικόνας (Παράρτημα Ανάλυσης Προ Ρας 3.1.) και με διαγνώσιμο σποισμ. Σε κάθε τομή, υπολογίστηκαν οι ακτίνες των δακτύλων υπό την εξίσωση  $R_i = D_i / 2$ , όπου  $R_i$  η ακτίνα του  $i$  δακτύλου,  $D_i$  η διάμετρος της τομής της άκας και  $D$ , η απόσταση από το κεντρικό περιθώριο του  $i$  δακτύλου και της άκας της αντίθετης πλευράς της τομής (Megalofonou & De Vitein 2000). Επίσης, υπολογίστηκε η σχέση ακτίνων τομής άκας με μεσομορφό μήκος με ανάλογη γραμμική μεταμόρφωση.

Στο νεαρό άτομα, ηλικίας τριών ετών, ήταν δύσκολο να εντοπισθούν όλοι οι ετήσιοι δακτύλοι. Αντίθετα, σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, οι ετήσιοι δακτύλοι στην κεντρική περιοχή της τομής της άκας είχαν υποχωρήσει με αποτέλεσμα να μην είναι εμφανείς. Για την εκτίμηση της όσας και του αριθμού των αρχικών ετήσιων δακτύλων, που δεν ήταν εμφανείς χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές των  $R_i$  για ηλικία έως και 3 ετών, υπό σχετική μελέτη εκτίμησης ηλικίας νεαρών ατόμων στη Μεσογεία (Megalofonou & De Vitein 2000).

Συνολικά, έγιναν τρεις αναγνώσεις των τομών των ακτίνων και αναμετρήθηκαν οι επαναληπτικότητα της μεθόδου χρησιμοποιώντας το Μέσο Ποσοστιαίο Σφάλμα και το Συνολική Μεταβλητότητα (Casselman 2001). Το Μέσο Ποσοστιαίο Σφάλμα (ΔΠ%) και ο Συνολικός Μεταβλητότητα (CV) υπολογίστηκαν από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$\Delta P_i = 100\% \times \frac{1}{R} \sum_{j=1}^R |x_j - x_i| \quad (1)$$

$$CV_i = 100\% \times \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^R \frac{(x_j - x_i)^2}{R-1}}}{x_i} \quad (2)$$

Όπου  $x_j$  είναι η  $j^{\text{th}}$  εκτίμηση της ηλικίας του  $j^{\text{th}}$  φαινο,  $x_i$  η μέση εκτιμώμενη ηλικία του  $j^{\text{th}}$  φαινο και  $R$  ο αριθμός των αναγνώσεων.

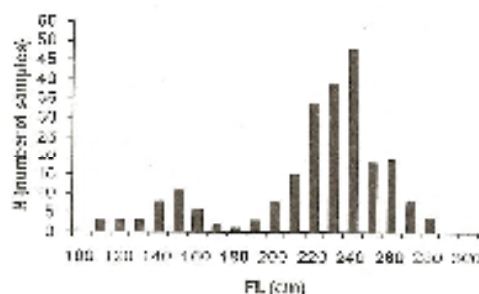
Τέλος, υπολογίστηκαν τα μέσα τιμές των ηλικιών και συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα αντίστοιχων εργασιών για άλλα άτομα ερυθρόπυλινου.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το μεσομορφό μήκος (FL) και το ολικό βάρος (RW) των ατόμων ερυθρόπυλινου κριμάνθηκε από 102 έως 278 cm και από 43 έως 475 kg, αντίστοιχα. Η έλλειψη νεαρών ατόμων με μήκος μικρότερο από 102 cm οφείλεται στο γεγονός ότι στις μονάδες πάχυνσης το ελάχιστο επιτρεπόμενο βάρος των ατόμων είναι οι 30 kg. Μικρή σχετικότητα ατόμων οφείλεται οι



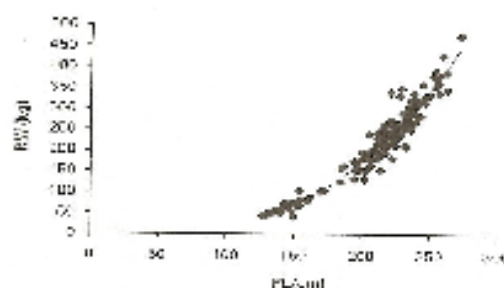
κλάσης μεσορραίου μήκους μεταξύ 100 και 130 cm και η κλάση 170-180 cm. Αντίθετα, η κλάση 230-240 cm, εμφάνισε τη μεγαλύτερη συχνότητα ατόμων που άρρασε το 20,6% (Εικ. 1).



Εικ. 1: Κατανομή συχνότητας μήκους εκτρεφόμενων ατόμων αμύρου τόνου στην Ανατολική Μεσόγειο (n=233).

Fig. 1: Fork length distribution of farmed bluefin tuna in the Eastern Mediterranean Sea (n=233).

Μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών του μήκους και του ολικού βάρους βρέθηκε μία υψηλή συσχέτιση ( $R^2 = 0.96$ ) ενώ η υπολογισθείσα εξίσωση ήταν η  $RW = 1.33 \cdot 10^{-5} FL^{3.29}$ ,  $n=233$  (Εικ. 2). Η τιμή της κλίσης, b ήταν μεγαλύτερη του β δεικνύοντας θετική ασύμμετρη αύξηση. Συγκεκριμένα από τη δοκιμή σημαντικότητας t-test, εξαχθήκαμε η μηδενική υπόθεση ( $H_0: b=0$ ) για επίπεδο σημαντικότητας 5%, γεγονός που καθιστάται ότι τα εκτρεφόμενα άτομα στην περιοχή μελέτης εμφανίζουν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης του βάρους τους από αυτό του μήκους τους. Αντίθετα, τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών στη Μεσόγειο (El-Tawil *et al.* 2004, Sannararia *et al.* 2009) έχουν δείξει ότι τα άγρια άτομα ερυθρού τόνου χαρακτηρίζονται από αρνητική ασύμμετρη αύξηση ( $b < 0$ ).



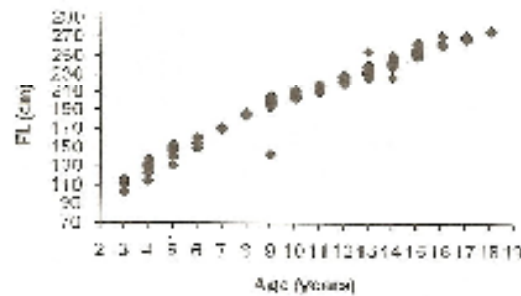
Εικ. 2: Σχέση μεσορραίου μήκους (FL) και ολικού βάρους (RW) εκτρεφόμενων ατόμων αμύρου τόνου στην Ανατολική Μεσόγειο (n=233).

Fig. 2: Relationship between fork length (FL) and total weight (RW) of farmed bluefin tuna in the Eastern Mediterranean Sea (n=233).

Η μελέτη της σχέσης μεταξύ του μεσορραίου μήκους (FL) και της ακτίνας (R) της ιαχής της άκρας του πρώτου ραχίου πτερυγίου έδειξε ότι μεταξύ των δύο μεταβλητών υπάρχει μία υψηλή συσχέτιση ( $R^2 = 0.89$ ) ενώ η υπολογισθείσα γραμμική εξίσωση που συνδέει τις δύο μεταβλητές ήταν η  $FL = 34.93 + 31.39 \cdot R$ ,  $n=233$ .

Το εύρος των υποπάρμενων ηλικιών ήταν από 3 έως 18 ετών με μέση μεσορραία μήκη 107 cm και 278 kg, αντίστοιχα. Τα άτομα ηλικίας 13 ετών εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συχνότητα (21.89%), ενώ τη μικρότερη συχνότητα ατόμων (0.43%) την εμφάνισαν τα άτομα ηλικίας 18 ετών (Εικ. 3).

Η ελαστικότητα της μεθόδου εκτίμησης ηλικίας ήταν σχετικά υψηλή. Το Μέσο Ποσοστιαίο Σφάλμα (APE) και ο Συντελεστής Μεταβλητότητας (CV) ήταν 2,46% και 3,19%, αντίστοιχα. Οι υπολογισμοί της τιμής των μέτρων που εκτελέστηκαν στην παρούσα εργασία βρίσκονται εντός των επιτρεπόμενων ορίων (0,5-10%) που ορίζει η διεθνής βιβλιογραφία (Castro 2001, Rodríguez-Marín *et al.* 2007).



Εικ. 3: Σχέση μισσοραφίου μήκους (FL) και ηλικίας (Age) εκτραφόμενων ατόμων σπυρνού τόννου στην Ανατολική Μεσόγειο (n=233).

Fig. 3: Relationship between fork length (FL) and age of farmed bluefin tuna in the Eastern Mediterranean Sea (n=233).

Μία πρώτη σύγκριση των αποτελεσμάτων μας με αντίστοιχα προηγούμενων μελετών (Rodríguez-Marín *et al.* 2007, Santamaría *et al.* 2009) έδειξε ότι τα εκτραφόμενα άτομα ως επί το πλείστον προσεγγίζουν μεγαλύτερα μήκη ανά ηλικία. Οι διαφορές μεταξύ εκτραφόμενων και άγριων ατόμων ήταν περισσότερο εμφανείς στα μέλη βαρή ανά ηλικία επιβιωθέντων την αρχική μεθόδου εργασίας. Προσέτι, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και ιδιαίτερα η ποιότητα και η ποσότητα της παρεχόμενης τροφής στη μονάδα πέχνησης, όπως και για ένα μικρό χρονικό διάστημα λόγω μνησών, επδρούν σημαντικά στην γρήγορη αύξηση του σπυρού.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Castro 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.
- El-Tawal M., N. El-Kebbi, J.M. Ortiz de Urbina, J. Valcárces & B. Abad. 2004. Length-weight relationships for bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) caught from the Libyan trap fishery in 1999-2002. *ICCAT, Collective Volume of Scientific Papers*, 56(3): 1192-1195.
- FAO/GFCM/ICCAT, 2005. Report of the third meeting of the Working Group on Sustainable Bluefin Tuna Farming/Fattening Practices in the Mediterranean. Rome, 16-18 March 2005. *FAO Fisheries Report*, p.108.
- ICCAT, 2009. Statistical Bulletin (1950-2007). Spain, July 2009. *ICCAT, Collective Volume of Scientific Papers*, 38: 52-53.
- Megalofonou P. & G. De Marinis, 2000. Age estimation and annulus-formation in dorsal spines of juvenile bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the Mediterranean Sea. *Journal of Marine Biological Association*, 80: 753-754.
- Rodríguez-Marín E., N. Cleat, J.L. Cort, P. Megalofonou, J.D. Neilson, M. Neves dos Santos, D. Olafsdottir, C. Rodríguez-Cabello, M. Ruiz & J. Valcárces, 2007. REPORT OF THE 2006 ICCAT WORKSHOP FOR BLUEFIN TUNA DIRECT AGING. *ICCAT, Collective Volume of Scientific Papers*, 60(4): 1349-1392.
- Santamaría N., G. Bello, A. Corrión, M. Delloro, R. Vassalo Agius, I. Bök & G. De Marinis, 2009. Age and growth of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 38-45.