

## ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΟΥ ΓΑΥΡΟΥ ΣΕ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

Γ. Νικολουδάκης<sup>1</sup>, Α. Μαχιάς<sup>1</sup>, Σ. Σωμαράκης<sup>1,3</sup>,  
Κ. Κουτσικόπουλος<sup>1</sup>, & Ν. Τσιμενίδης<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης (ΙΘΑΒΙΚ), Τ.Θ. 2214, 710 03 Ηράκλειο, Κρήτη

<sup>2</sup> Πανεπιστήμιο Πάτρας, Τμήμα Βιολογίας, 26500 Πάτρα.

<sup>3</sup> Παν/μιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, ΤΘ 2208, 71409 Ηράκλειο, Κρήτη

### ABSTRACT

**G. Nikoloudakis, A. Machias, S. Somarakis, C. Koutsikopoulos & N. Tsimenides. • Comparison of growth in two anchovy stocks.**

A comparison of the growth curves of the Black Sea and the Mediterranean anchovy stocks were performed based on samples from the Aegean Sea and the Ionian Sea respectively. The samples were collected with a pelagic trawl in summer 1995, 1996, 1998 and 1999. An analysis of the residual sum of squares was used to compare the differences between the Von Bertalanffy growth curves. The results revealed no differences between the two stocks suggesting that the environmental differences were more important for anchovy growth than the specific genetic differences.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο γαύρος είναι ίσως το σημαντικότερο μικρό πελαγικό ψάρι στη Μεσόγειο όσον αφορά την εμπορική του αξία και ένα από τα εντονότερα αλιευόμενα είδη. Μαζί με τη σαρδέλα συνιστούν τον κύριο όγκο των πελαγικών αποθεμάτων στη χώρα μας και στη Μεσόγειο γενικότερα. Παρ' όλη τη σημασία του, η γνώση μας για τα αποθέματα και την αλιευτική βιολογία του είδους στην Ανατολική Μεσόγειο και τις Ελληνικές θάλασσες ειδικότερα είναι πολύ περιορισμένη.

Πρόσφατες γενετικές μελέτες [1] έχουν δείξει ότι ο γαύρος του Β. Αιγαίου έχει διαφορετική γενετική σύσταση από το γαύρο της υπολοίπου Μεσογείου. Το απόθεμα του Β. Αιγαίου ομοιάζει με αυτό της Μαύρης Θάλασσας (απόθεμα "τύπου Μαύρης Θάλασσας") και εκτείνεται σε ολόκληρο το Β. Αιγαίο, έως και το Β. Ευβοϊκό Κόλπο. Αντίθετα, το απόθεμα του Ιονίου ομοιάζει με αυτό της υπολοίπου Μεσογείου (απόθεμα "τύπου Μεσογείου"). Ο Ν. Ευβοϊκός και ο Σαρωνικός Κόλπος αποτελούν μια ενδιάμεση περιοχή. Κατά τα έτη 1998 και 1999 η γενετική ανάλυση του γαύρου στο Σαρωνικό και το Ν. Ευβοϊκό κόλπο έδειξε ότι ανήκουν στο απόθεμα της Μαύρης Θάλασσας.

Ένα ερώτημα που προκύπτει και είναι σημαντικό για τη διαχείριση του είδους είναι αν τα δύο αυτά αποθέματα παρουσιάζουν διαφορετικούς ρυθμούς αύξησης και αν αυτό θα πρέπει να αποδοθεί σε γενετικούς ή περιβαλλοντικούς παράγοντες. Για να διερευνηθεί το ερώτημα αυτό συγκρίθηκε η αύξηση του γαύρου στο Β. Αιγαίο (τύπος Μαύρης Θά-

λασσας) με αυτήν του γαύρου του Ιονίου (τύπος Μεσογείου). Ο τελευταίος αν και αποτελεί ουσιαστικά το ανατολικό όριο του αποθέματος τύπου Μεσογείου δεν έχει ερευνηθεί μέχρι σήμερα.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα δείγματα συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια τεσσάρων ερευνητικών ταξιδιών στο Βόρειο και Κεντρικό Αιγαίο και το Ιόνιο. Συγκεκριμένα τα δείγματα στο Β. Αιγαίο συλλέχθηκαν κατά το 1995 και 1996, ενώ στον κεντρικό Αιγαίο (Β. και Ν. Ευβοϊκός, Σαρωνικός) και Ιόνιο τα δείγματα συλλέχθηκαν κατά το 1998 και 1999. Όλα τα δείγματα συλλέχθηκαν τον Ιούνιο των αντίστοιχων ετών, εκτός από το 1998 που η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο. Στη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν επίσης και μηνιαία δείγματα που είχαν συλλεχτεί πριν και μετά την δειγματοληψία.

Τα δείγματα συλλέχθηκαν από το Ε/Σ ΦΙΛΙΑ με πελαγική τράτα (10 mm άνοιγμα ματιού) στα σημεία που είχαν ανιχνευθεί με υδρακουστικά οι πυκνότερες συγκεντρώσεις γαύρου. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν δείγματα από 57 σύρσεις εκ των οποίων οι μισές τουλάχιστον έγιναν κατά τη διάρκεια της νύκτας.

## Επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων

Στα άτομα που συλλέχθηκαν από κάθε καλάδα μετρήθηκε το ολικό μήκος (L), βρέθηκε το φύλο και εξάχθηκαν οι ωτόλιθοι. Από τους ωτόλιθους έγινε η ανάγνωση της ηλικίας των ψαριών σε διοπτικό στερεοσκόπιο. Η ανάγνωση της ηλικίας έγινε σε 4.500 άτομα, περίπου 1000 για κάθε χρονιά.

Σύμφωνα με τα δεδομένα της γενετικής ανάλυσης τα δείγματα του Β. Αιγαίου, του Ευβοϊκού Κόλπου και του Σαρωνικού ανήκαν στον “τύπο Μαύρης Θάλασσας”, ενώ του Κορινθιακού κόλπου και του Ιονίου στον “τύπο Μεσογείου”. Με βάση τα ανωτέρω εκτιμήθηκε η εξίσωση αύξησης Von Bertalanffy [2], για κάθε έτος και για κάθε περιοχή:  $L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$ , όπου  $L_t$  = το ολικό μήκος του ψαριού για την ηλικία  $t$ ,  $L_\infty$  = το ασυμπτωτικό ολικό μήκος,  $k$  = ο ρυθμός με τον οποίο το ψάρι πλησιάζει το  $L_\infty$ , και  $t_0$  = η θεωρητική ηλικία σε μήκος μηδέν. Χρησιμοποιήθηκαν μέσες τιμές  $L$  έτσι ώστε όλες οι ηλικίες να είναι ισοσταθμισμένες κατά την εκτίμηση των εξισώσεων. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τιμές μόνο εφόσον τα άτομα ήταν περισσότερα από πέντε [2]. Για την εκτίμηση των καμπυλών αύξησης χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά FISAT και STATGRAPHICS. Ως ημερομηνία γέννησης των ψαριών θεωρήθηκε η 1η Ιουλίου.

Στη συνέχεια οι εξισώσεις αύξησης Von Bertalanffy συγκρίθηκαν μεταξύ τους με βάση τη μηδενική υπόθεση ότι δε διαφέρουν, σύμφωνα με την ανάλυση του αθροίσματος τετραγώνων των υπολοίπων (ARSS) ως ακολούθως: (1) υπολογίστηκαν το υπολειπόμενο άθροισμα τετραγώνων (RSS) και οι αντίστοιχοι βαθμοί ελευθερίας (DF) για κάθε εξίσωση αύξησης von Bertalanffy, (2) τα αποτελέσματα RSS και DF για τις εξισώσεις που ε-

πρόκειτο να συγκριθούν προστέθηκαν και έδωσαν ως αποτέλεσμα τα  $RSS_s$  και  $DF_s$ , (3) τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των δύο εξισώσεων ενώθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του αθροίσματος τετραγώνων υπολοίπων ( $RSS_p$ ) και βαθμών ελευθερίας ( $DF_p$ ) μιας ολικής καμπύλης αύξησης von Bertalanffy και (4) υπολογίστηκε η τιμή στατιστικού ελέγχου  $F$  ως ακολούθως:

$$F = \frac{\frac{RSS_p - RSS_s}{DF_p - DF_s}}{\frac{RSS_s}{DF_s}}$$

Η τιμή  $F$  που υπολογίστηκε συγκρίθηκε με την τιμή  $F$ , που αντιστοιχεί σε  $|DF_p - DF_s|$  βαθμούς ελευθερίας για τον αριθμητή και  $DF_s$  για τον παρονομαστή [2]. Συγκρίθηκαν τα δείγματα για κάθε περιοχή και για κάθε έτος: (α) για τα θηλυκά άτομα (β) για τα αρσενικά άτομα και (γ) για όλα τα άτομα μαζί.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι γενικές εξισώσεις αύξησης για τα δύο αποθέματα “τύπος Μαύρης Θάλασσας” και “τύπος Μεσογείου” παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Οι παράμετροι της εξίσωσης Von Bertalanffy με το τυπικό τους σφάλμα και ο συντελεστής καθορισμού ( $R^2$ ) για τα δύο αποθέματα.

		$L_{\infty}$ (cm)	k	$t_0$	$R^2$
Τύπος Μαύρης Θάλασσας	Σύνολο	14.8±1.4	0.487±0.232	-1.500±0.649	0.815
	Αρσενικά	13.6±1.8	0.776±0.335	-1.019±0.756	0.676
	Θηλυκά	15.3±5.5	0.347±0.296	-2.540±1.851	0.691
Τύπος Μεσογείου	Σύνολο	14.3±0.3	0.341±0.154	-2.822±1.31	0.878
	Αρσενικά	12.3±0.2	0.715±0.347	-1.676±0.850	0.899
	Θηλυκά	14.2±0.5	0.561±0.252	-1.339±0.746	0.891

Τα αποτελέσματα από τις κύριες συγκρίσεις μεταξύ των δύο αποθεμάτων φαίνονται στον Πίνακα 2. Δεν παρατηρήθηκε καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τις καμπύλες αύξησης μεταξύ των δύο διαφορετικών αποθεμάτων. Ωστόσο οι διαφορές στα  $L_{\infty}$  των δύο περιοχών συμφωνεί με την γενική εντύπωση ότι στο Β. Αιγαίο ο γαύρος είναι μεγαλύτερος από ό,τι στο Ιόνιο. Η εντύπωση αυτή δεν επιβεβαιώθηκε από τη στατιστική σύγκριση και πρέπει να αποδοθεί στο γεγονός ότι στο Β. Αιγαίο αλιεύτηκαν περισσότερα ψάρια μεγαλύτερων ηλικιών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι λεπτομερέστερη ανάλυση υποπεριοχών, έδειξε μία μόνο διαφορά που αφορούσε δύο υποπεριοχές του ίδιου αποθέματος. Συγκεκριμένα η καμπύλη αύξησης του γαύρου στο Β. Ευβοϊκό το 1998 παρουσία-

Συγκρίσεις	F	DF	p
M.Θ.9596-M.Θ.9899	1.09	4/19	0.392
M.Θ.9596-M.9899	4.10	1/11	0.679
M.Θ.98-M.Θ.99	0.38	1/12	0.551
M.Θ.98-M.98	0.41	1/13	0.536
M.Θ.99-M.99	0.22	1/6	0.654
M.Θ.9899-M.9899	1.19	1/20	0.289
M.Θ.-M.	0.60	7/21	0.750
M.98-M.99	0.83	1/9	0.387
<b>Θηλυκά</b>			
M.Θ.9596-M.Θ.9899	3.17	1/12	0.100
M.Θ.9596-M.9899	1.09	3/10	0.397
M.Θ.98-M.Θ.99	0.052	1/9	0.825
M.Θ.98-M.98	0.98	2/10	0.409
M.Θ.99-M.99	3.71	1/4	0.126
M.Θ.9899-M.9899	0.96	5/18	0.469
M.Θ.9899-M.9899	0.63	4/16	0.651
M.98-M.99	2.21	1/5	0.197
<b>Αρσενικά</b>			
M.Θ.9596-M.Θ.9899	0.98	3/15	0.427
M.Θ.9596-M.9899	1.06	3/11	0.404
M.Θ.98-M.Θ.99	0.26	1/9	0.619
M.Θ.98-M.98	0.94	3/12	0.452
M.Θ.99-M.99	1.03	2/6	0.377
M.Θ.9899-M.9899	0.97	5/18	0.457
M.98-M.99	1.22	3/9	0.358

## Πίνακας 2.

Σύγκριση των καμπυλών αύξησης για τα δύο αποθέματα γαύρου. F= η τιμή F, DF= οι βαθμοί ελευθερίας για τον αριθμητή και τον παρονομαστή, p= η εκτιμώμενη πιθανότητα. M.Θ.= απόθεμα Μαύρης Θάλασσας, M.= απόθεμα Μεσογείου, 95, 96, 98, 99 = έτη 1995, 1996, 1998, 1999 αντίστοιχα.

Ανατολικής Μεσογείου. Η απουσία διαφορών στο ρυθμό αύξησης μεταξύ των πληθυσμών του γαύρου στο Αιγαίο και το Ιόνιο, σε περιοχές δηλαδή με παραπλήσιες περιβαλ-

σε οριακή διαφορά ( $p=0.047$ ) από τη καμπύλη αύξησης του στο Β. Αιγαίο για τα έτη 1995-1996. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με τη μεγαλύτερη διακύμανση που δείχνουν οι τιμές στις καμπύλες αύξησης για το απόθεμα τύπου Μαύρης Θάλασσας.

Τα παραπάνω αποτελέσματα θα πρέπει να θεωρηθούν ως προκαταρκτικά και οι τιμές των παραμέτρων θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν με προσοχή δεδομένου ότι ο αριθμός των μεγάλων ατόμων που συλλέχθηκαν κατά τη δειγματοληψία είναι περιορισμένος (π.χ. 17 άτομα > 15 cm στο Ιόνιο). Το γεγονός αυτό δεν αναιρεί το αποτέλεσμα των συγκρίσεων αλλά πιθανόν επηρεάζει τις εκτιμήσεις των παραμέτρων αύξησης.

Ο γαύρος του Ιονίου έχει ερευνηθεί ελάχιστα μέχρι σήμερα, αν και αποτελεί το ανατολικό όριο της κατανομής του αποθέματος τύπου Μεσογείου. Ως εκ τούτου οι πληθυσμοί που ζούν στο Ιόνιο είναι οι πλέον κατάλληλοι να συγκριθούν με το γειτονικό απόθεμα τύπου Μαύρης Θάλασσας για να ανιχνευθούν τυχόν διαφορές στην αύξηση. Με βάση τα ανωτέρω αποτελέσματα η γενετική διαφοροποίηση των δύο αποθεμάτων δε φαίνεται ότι επιδρά στους ρυθμούς αύξησής.

Οι υπάρχουσες δημοσιευμένες καμπύλες αύξησης για το γαύρο στον Ατλαντικό και την Δυτική Μεσόγειο ( $L_{\infty} \approx 20\text{cm}$ ) [3, 4], δημιουργούν έντονα την εντύπωση διαφέρουν από αυτές της

λοντικές συνθήκες οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι τυχόν διαφορές μεταξύ πληθυσμών των δύο αποθεμάτων, οφείλονται κυρίως στις διατροφικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και όχι σε γενετικές διαφοροποιήσεις.

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι διαφορές που παρατηρούνται στο μέγεθος των ατόμων του γαύρου στα δύο αποθέματα του τύπου Μαύρης Θάλασσας και του τύπου Μεσογείου δεν οφείλονται στη γενετική διαφοροποίησή τους. Διαφορές είναι δυνατόν να ανιχνευθούν αλλά οφείλονται και κυρίως στις διατροφικές και περιβαλλοντικές συνθήκες τόσο των διαφόρων περιοχών (Ανατολική - Δυτική Μεσόγειος) όσο και σε διαφορετικές συνθήκες αύξησης διαφορετικών ετησίων κλάσεων.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] MAGOULAS, A., TSIMENIDES, N. & ZOUROS, E., 1996. Mitochondrial DNA phylogeny and the reconstruction of the population history of a species: the case of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Molecular Biology and Evolution* 13(1): 178-190.
- [2] CHEN, Y., JACKSON D.A. & HARVEY, H.H., 1992. A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 49, 1228-1235.
- [3] CENTRERO, O., CORT, J.L. & CARDENAS, E., 1981. Revision de algunos datos sobre de la biologia de la anchoa *Engraulis encrasicolus* (L) del mar Cantabio. *Boln Inst esp. Oceanogr.* 6: 117-124.
- [4] MORALES NIN, B. & PERTIERA, J.P., 1990. Growth rates of the anchovy *Engraulis encrasicolus* and the sardine *Sardina pilchardus* in the north western Mediterranean Sea. *Mar Biol.* 107: 349-356.