

ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ *ALLOTEUTHIS MEDIA* (CEPHALOPODA: LOLIGINIDAE) ΣΤΟ ΘΕΡΜΑΪΚΟ ΚΟΛΠΟ

Αλιδρομίτη Κ.¹, Λευκαδίτου Ε.¹, Κατσανεβάκης Σ.¹, Βερροϊόπουλος Γ.²

¹Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, kleo@ath.hcmr.gr; teuthis@ath.hcmr.gr; skatsan@ath.hcmr.gr

²Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, gverriop@biol.uoa.gr

Περίληψη

Το είδος *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758) είναι από τα πιο άφθονα Τευθοειδή των ελληνικών θαλασσών. Η μελέτη της ηλικίας και του ρυθμού αύξησής του πραγματοποιήθηκε πρώτη φορά και βασίστηκε σε δείγματα που συγκεντρώθηκαν από εποχικές δειγματοληψίες του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.) με τράτα βυθού από το καλοκαίρι 1992 έως το χειμώνα 1993 στο Θερμαϊκό κόλπο. Ο προσδιορισμός της ηλικίας έγινε σε 119 άτομα με μήκος μανδύα μεταξύ 27 και 99 mm, με ανάγνωση των αυξητικών δακτυλίων σε στατολίθους, έπειτα από λείανση και των 2 πλευρών τους και με τη χρήση συστήματος ανάλυσης ψηφιακών εικόνων (IMAGE-PRO plus). Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας, η ηλικία των θηλυκών ατόμων δεν ξεπέρασε τους 11 μήνες, ενώ αυτή των αρσενικών έφτασε έως τους 9 μήνες. Το απλό πολλαπλασιαστικό μοντέλο ($ML = at^b$), αποδείχθηκε, σύμφωνα με το κριτήριο του AICc, το πιο κατάλληλο για τη συσχέτιση της αύξησής του μήκους του μανδύα (ML) με την ηλικία. Το φύλο διαπιστώθηκε ότι επηρεάζει σημαντικά την αύξηση του μανδύα, με τα θηλυκά άτομα να παρουσιάζουν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησής από τα αρσενικά. Στην αύξηση του στατολίθου αντίθετα δε βρέθηκε φυλετική διαφοροποίηση.

Λέξεις κλειδιά: κεφαλόποδα, Τευθοειδή, στατόλιθος, ρυθμός αύξησής, Βόρειο Αιγαίο.

AGE AND GROWTH OF *ALLOTEUTHIS MEDIA* (CEPHALOPODA: LOLIGINIDAE) IN THERMAIKOS GULF

Alidromiti C.¹, Lefkaditou E.¹, Katsanevakis, S.¹, Verriopoulos, G.

¹Institute of Marine Biological Resources, Hellenic Centre for Marine Research, kleo@ath.hcmr.gr; teuthis@ath.hcmr.gr; skatsan@ath.hcmr.gr

²Department of Biology, National and Kapodistrian, University of Athens, gverriop@biol.uoa.gr

Abstract

Alloteuthis media (Linnaeus 1758) is a very common squid (Teuthoidea: Loliginidae) in the Greek Sea. The study of age and growth rate was investigated for the first time, based on samples that were collected during seasonal trawl surveys that took place in Thermaikos Gulf, from the summer of 1992 until the winter of 1993 from the Hellenic Centre of Marine Research (H.C.M.R.). Age was determined through the enumeration of daily increments on statoliths of 199 specimens that had mantle lengths ranging from 27 to 99 mm. Enumeration was succeeded after a grinding process that took place on both sides of the statolith and using digital pictures obtained using an image analysis software (IMAGE-PRO plus). According to our results, age of the females did not exceed 11 months, while that of males reached the age of 9 months. The simple multiplicative model ($Y = ax^b$) has been shown to describe better the somatic growth at age, through the AICc criterion. Sex seemed to have an influence on the somatic growth of the individuals, with the females exhibiting greater growth rates than the males. Regarding statolith growth, there was no sexual differentiation.

Keywords: cephalopoda, Teuthoidea, statolith, growth rate, N. Aegean.

1. Εισαγωγή

Το *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758) ανήκει στην οικογένεια Loliginidae (Κεφαλόποδα: Τευθοειδή) και απαντάται στο ΒΑ Ατλαντικό ωκεανό (μεταξύ 21^ο και 60^ο) και στη Μεσόγειο Θάλασσα, κυρίως σε βάθη μέχρι τα 350 m. Τόσο στο Αιγαίο όσο και στο ανατολικό Ιόνιο Πέλαγος υπάρχει σε μεγάλη αφθονία. Αλιεύεται από μηχανότρατες και συνήθως απορρίπτεται (Katsaneva-

kis *et al.*, 2008). Η ηλικία και ο ρυθμός αύξησης για τα άλλα δύο είδη του γένους *Alloteuthis* (*Alloteuthis africana* και *Alloteuthis subulata*) έχουν μελετηθεί από τους Arkhipkin & Nekludova (1993), ενώ δεν υπάρχει προηγούμενη μελέτη των παραπάνω παραμέτρων για το είδος *A. media*. Η Mangold-Wirz (1963) βασισόμενη στις εποχιακές κατά μήκος συνθέσεις του είδους αυτού, υπέθεσε ότι η διάρκεια ζωής του *A. Media* στη Μεσόγειο φτάνει τους 12 και 18 μήνες για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα, αντιστοίχως. Ο πρωταρχικός σκοπός της εργασίας αυτής είναι η εκτίμηση της διάρκειας ζωής και του ρυθμού αύξησης του είδους *A. media* στο Θερμαϊκό κόλπο με βάση τις μετρήσεις των αυξητικών δακτυλίων του στατολίθου.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

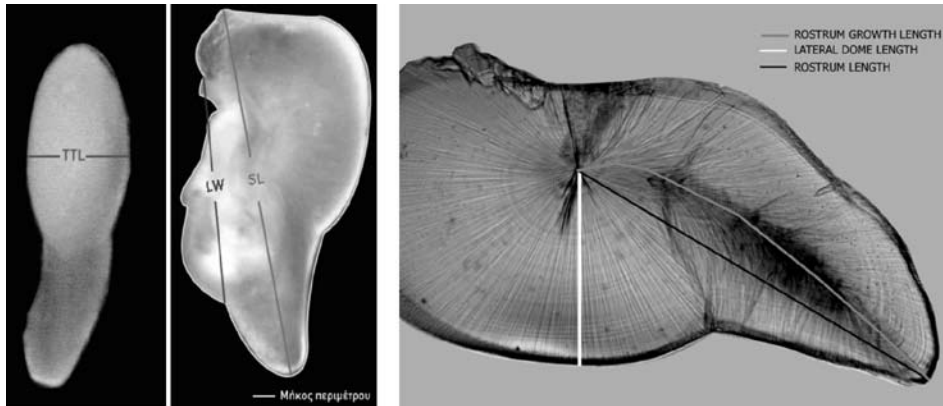
Η παρούσα μελέτη βασίζεται σε δείγματα του είδους *Alloteuthis media*, τα οποία συγκεντρώθηκαν από εποχιακές δειγματοληψίες του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.) με τράτα βυθού από το φθινόπωρο του 1992 μέχρι το καλοκαίρι του 1993 στο Θερμαϊκό κόλπο. Η επιλογή των ατόμων για λήψη των στατολίων τους έγινε έτσι, ώστε να αντιπροσωπεύεται όλο το εύρος του μήκους του μανδύα των ατόμων (29-99 mm) και για τα δύο φύλα.

2.2 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ ΣΤΑΤΟΛΙΘΩΝ

Για τη μελέτη της μορφής και της αύξησης των στατολίων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν τόσο την εξωτερική μορφολογία του στατολίου όσο και την εσωτερική του δομή. Συγκεκριμένα πριν από τη λείανση του στατολίου μετρήθηκαν: α) το μέγιστο μήκος στατολίου (SL), το οποίο αποτελεί τη μεγαλύτερη διάσταση του στατολίου, β) το μήκος του περυγίου (LW), γ) το πάχος του στατολίου (TTL), δ) το εμβαδόν και ε) το μήκος περιμέτρου (Εικ.1Α), ενώ, όταν έγινε εφικτή η διάκριση της θέσης του πυρήνα και του σχηματισμού των αυξητικών δακτυλίων, μετά από τη λείανση του στατολίου, μετρήθηκαν: α) η ακτίνα αύξησης του ρόστρου (NRL) β) η ακτίνα αύξησης του πλευρικού θόλου (LdL), και γ) την καμπύλη μέγιστης αύξησης ρόστρου (RGAL) (Εικ.1Β). Οι παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού ανάλυσης ψηφιακών εικόνων IMAGE-PRO Plus και τη χρήση ψηφιακών εικόνων.

2.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΛΕΙΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΑΥΞΗΤΙΚΩΝ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΤΟΛΙΘΟΥΣ

Οι στατόλιθοι τοποθετήθηκαν αρχικά σε αντικειμενοφόρο πλάκα και εγκλίσθηκαν σε θερμοπλαστική ρητίνη (Crystal Bond) για 2 τουλάχιστον ώρες, ώστε να στερεοποιηθεί η ρητίνη. Για τη λείανση τους χρησιμοποιήθηκαν τρία, διαφορετικά σε πάχος, λειαντικά φύλλα (ντουκόχαρτα) (30, 12 και 1 μm). Η λείανση ξεκίνησε από την κοίλη πλευρά του στατολίου σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία για τη λείανση των στατολίων ειδών της οικογένειας Loliginidae (Dawe & Natsukari 1991, Guerra *et al.*, 1993). Η ανάγνωση των αυξητικών δακτυλίων έγινε με τη χρήση διαδοχικών εικόνων του ρόστρου του στατολίου που λήφθηκαν από το μικροσκόπιο σε μεγέθυνση (40X) και τη σημείωση των αυξητικών δακτυλίων με τη βοήθεια του λογισμικού ανάλυσης εικόνας (IMAGE-PRO Plus). Η καταμέτρηση των αυξητικών δακτυλίων ξεκινούσε μετά το δακτύλιο εκκόλαψης, ακολουθώντας την καμπύλη μέγιστης αύξησης κατά μήκος του ρόστρου.



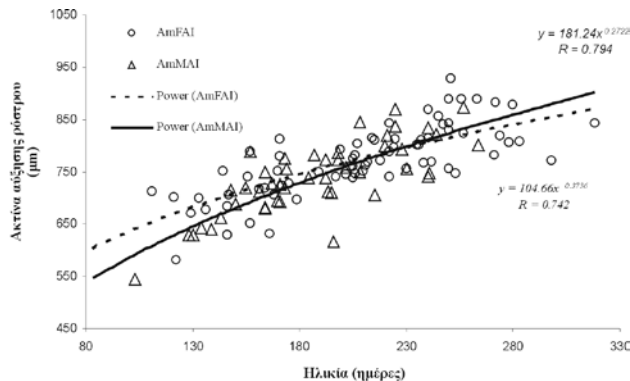
Εικ. 1. Α: Πλευρική (αριστερά) και κοίλη (δεξιά) απεικόνιση των μορφομετρικών διαστάσεων σε μη-επεξεργασμένο στατόλιθο. (SL: μέγιστο μήκος στατόλιθου, LW: περίγιο, TTL: πάχος στατόλιθου). Οι συντομογραφίες όπως αναφέρονται από την διεθνή βιβλιογραφία.. **Β:** Απεικόνιση επεξεργασμένου στατόλιθου σε εικόνα μικροσκοπίου υποδεικνύοντας τη μικροδομή και τις παραμέτρους: NRL, LdL και RGAL.

2.4 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΑΤΟΛΙΘΟΥ

Για τη μελέτη της μορφομετρίας και αύξησης του στατόλιθου, οι παραπάνω μορφομετρικές παράμετροι συγκρίθηκαν με την ακτίνα αύξησης του ρόστρου (NRL). Οι συγκρίσεις πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο ανάλυσης της παλινδρόμησης, όπου υπολογίστηκε ο βαθμός αλλομετρίας, από το αλλομετρικό μοντέλο: $Y = aX^b$. Η διερεύνηση τυχόν φυλετικών διακυμάνσεων επιτεύχθηκε με τη σύγκριση των παλινδρομήσεων των μορφομετρικών παραμέτρων του στατόλιθου, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ανάλυσης της συνδιακύμανσης (ANCOVA). Η μέθοδος ανάλυσης της παλινδρόμησης, όπως και της συνδιακύμανσης διεκπεραιώθηκαν μέσω του στατιστικού λογισμικού προγράμματος STATGRAPHICS Plus.

2.5 ΡΥΘΜΟΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΜΑΝΔΥΑ

Για τη συσχέτιση της ηλικίας (t) με το μήκος μανδύα (ML) δοκιμάστηκαν 4 μη γραμμικά μοντέλα ξεχωριστά για κάθε φύλο: α) Το πολλαπλασιαστικό: $ML = at^b$, β) το πολλαπλασιαστικό με σταθερά (c): $ML = at^b + c$, γ) το Λογιστικό (Ricker, 1975): $ML = \frac{ML_{inf}}{1 + e^{-k(t-t_0)}}$ και δ) η εξίσωση του Von Bertalanffy: $ML_{inf} * (1 - \exp(-k * (t - t_0)))$. Η διερεύνηση του καλύτερου μαθηματικού μοντέλου πραγματοποιήθηκε με το κριτήριο AIC_c (Hurvich & Tsai 1989, Shono 2000), μιας διορθωμένης έκδοσης του AIC (Akaike, 1973) για μικρό δείγμα: AICc: $AIC + (2k(k+1))/(n-k-1)$, όπου σύμφωνα με τη χαμηλότερη τιμή του AICc, επιλέγεται το καταλληλότερο μαθηματικό μοντέλο. Για τη σύγκριση των δύο φύλων δοκιμάστηκαν 2 συσχετίσεις. Η μια υπέθετε κοινές και η άλλη διαφορετικές παραμέτρους για τα 2 φύλα. Η επιλογή του βέλτιστου μοντέλου έγινε ξανά με βάση το κριτήριο AICc. Ο ημερήσιος ρυθμός αύξησης (DGR σε mm ανά ημέρα) του μήκους του μανδύα και ο στιγμιαίος ρυθμός αύξησης (G: % αύξηση ανά ημέρα) στηρίχθηκε στο μοντέλο αύξησης που επιλέχθηκε σύμφωνα με το AICc και υπολογίστηκε από τις εξισώσεις του Ricker (1958): $DGR = (TL_2 - TL_1)/T$ και $G = [(\ln TL_2 - \ln TL_1)/T] \times 100$, όπου TL_2 και TL_1 : τέλος και αρχή κάθε χρονικής περιόδου T και T: 30 ημέρες.



Εικ. 2: Αύξηση στατολίθου για τα θηλυκά (AmFAI) και αρσενικά άτομα (AmMAI).

3. Αποτελέσματα

3.1 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΑΤΟΛΙΘΟΥ

Η συσχέτιση της ακτίνας αύξησης του ρόστρου με τις υπόλοιπες μορφομετρικές παραμέτρους (Πίν. 1) ήταν στατιστικά σημαντική ($R > 0.7$). Το ρόστρο σε σχέση με τις άλλες διαστάσεις του στατολίθου αυξανόταν περισσότερο, όπως φαίνεται από τις τιμές του αλλομετρικού εκθέτη ($b < 1$ για τα μήκη και $b < 2$ για το εμβαδόν). Για τη σύγκριση των δύο φύλων η ανάλυση της συνδιακύμανσης (ANCOVA) έδειξε ότι δεν υπήρχαν διαφορές στην αύξηση των διαφόρων διαστάσεων του στατολίθου σε σχέση με την ακτίνα του ρόστρου ($P_b > 0.05$). Η αύξηση του ρόστρου με την ηλικία (Εικ. 2) επίσης δεν παρουσίασε φυλετικές διαφορές σύμφωνα με την ανάλυση της συνδιακύμανσης ($P_b > 0.05$).

3.2 ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΝΔΥΑ

Η ηλικία των θηλυκών ατόμων δεν ξεπέρασε τους 11 μήνες, ενώ αυτή των αρσενικών έφτασε έως τους 9 μήνες. Το εύρος ηλικιών των ατόμων που εξετάστηκαν ήταν 103-264 ημέρες για τα αρσενικά και 111-318 ημέρες για τα θηλυκά άτομα.

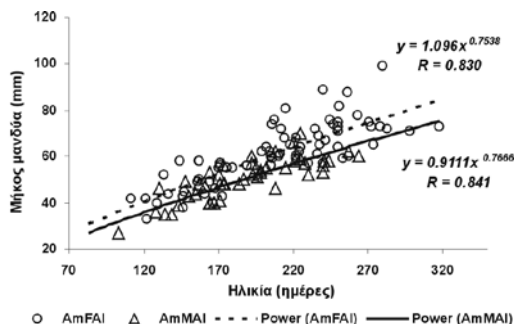
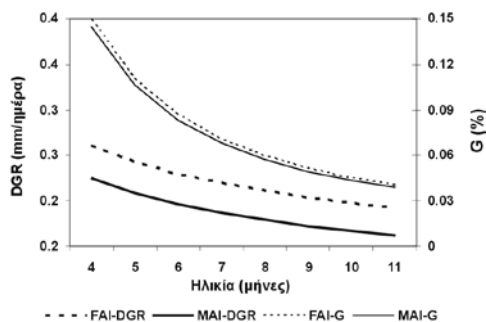
Πίνακας 1: Αποτελέσματα αλλομετρικών συσχετίσεων ($Y = aX^b$) των διαφορετικών διαστάσεων του στατολίθου με την ακτίνα αύξησης του ρόστρου (Y : εξαρτημένη μεταβλητή, X : NRL , N : αριθμός ατόμων, a : αλλομετρικός συντελεστής, b : αλλομετρικός εκθέτης, R : συντελεστής συσχέτισης, SE : τυπικό σφάλμα).

Y	a	b	N	R	SE
Ακτίνα αύξησης πλευρικού θόλου (LdL)	3.0	0.722	219	0.822	0.055
Μέγιστο μήκος στατολίθου (SL)	3.4	0.887	228	1.243	0.047
Πτερύγιο (LW)	2.0	0.896	228	0.847	0.061
Πάχος στατολίθου (TTL)	0.8	0.932	224	0.773	0.082
Εμβαδόν	8.2	1.689	228	0.863	0.107
Μήκος Περιμέτρου	8.1	0.903	228	0.881	0.052

Πίνακας 2: Αποτελέσματα των τιμών του AICc για τα θηλυκά (AmFAI) και αρσενικά άτομα (AmMAI).

ΟΜΑΔΑ	ΜΟΝΤΕΛΟ	RSS	N	K	AIC	AICc
AmFAI	Λογιστικό	145864	73	4	248.9456	249.5
AmFAI	Πολλαπλασιαστικό	147149	73	3	247.2237	247.5
AmFAI	Πολλαπλασιαστικό με σταθερά (c)	147033	73	4	249.1987	249.7
AmFAI	Von Bertalanffy	146319	73	4	249.0444	249.6
AmMAI	Λογιστικό	82040	46	4	157.5583	158.5
AmMAI	Πολλαπλασιαστικό	85519	46	3	156.3882	156.9
AmMAI	Πολλαπλασιαστικό με σταθερά (c)	85136	46	4	158.2984	159.2
AmMAI	Von Bertalanffy	81417	46	4	157.4062	158.3

Σύμφωνα με το κριτήριο του AICc, το καταλληλότερο μαθηματικό μοντέλο για τη συσχέτιση του μήκους μανδύα με την ηλικία ήταν το πολλαπλασιαστικό: $Y=aX^b$ (Πίνακας 2). Η αύξηση του μανδύα με την ηλικία παρουσιάζει σημαντικές φυλετικές διαφορές σύμφωνα με τα αποτελέσματα του AICc ($\Delta > 10$) και είναι μεγαλύτερη στα θηλυκά άτομα (Εικ. 3). Ο ημερήσιος (DGR) και ο στιγμιαίος (G) ρυθμός αύξησης του (G) μήκους του μανδύα και για τα δύο φύλα, μειώνεται με την ηλικία (Εικ. 4).

**Εικ. 3:** Σωματική αύξηση για τα θηλυκά (AmFAI) και αρσενικά άτομα (AmMAI).**Εικ. 4:** Ημερήσιος και στιγμιαίος ρυθμός αύξησης του μήκους μανδύα ανά φύλο.

4. Συζήτηση

Οι αυξητικοί δακτύλιοι που παρατηρήθηκαν μετά τη λείανση των στατολίθων ήταν γενικά λεπτοί και ομοιόμορφοι σε όλη την επιφάνεια των στατολίθων, εκτός από τη ζώνη γύρω από το δακτύλιο εκκόλαψης, όπου οι δακτύλιοι ήταν σχετικά λεπτότεροι. Ανάλογο πρότυπο σχηματισμού των αυξητικών δακτυλίων έχει παρατηρηθεί και για άλλα είδη των γενών *Loligo* (Λευκαδίτου, 2006) και *Alloteuthis* (Arkhipkin & Nekludova, 1993). Οι τιμές του αλλομετρικού εκθέτη ($b < 1$) στη σχέση της ακτίνας ρόστρου του στατολίθου με την ηλικία δείχνει ότι η αύξηση του στατολίθου του *Alloteuthis media* επιβραδύνεται με την ηλικία. Ανάλογα αποτελέσματα έχουν βρεθεί και για τα είδη *Alloteuthis africana* και *Alloteuthis subulata* (Arkhipkin & Nekludova, 1993). Η διάρκεια ζωής του *Alloteuthis media* στην περιοχή έρευνας εκτιμήθηκε σε 11 μήνες για τα θηλυκά και 9 μήνες

για τα αρσενικά άτομα. Ανάλογη διάρκεια ζωής έχει εκτιμηθεί για το συμπατρικό είδος *Alloteuthis subulata* στον Β. Ατλαντικό με τη μέθοδο ανάλυσης μηνιαίων κατά μήκος συνθέσεων (Rodhouse *et al.*, 1988) ενώ συγκριτικά μικρότερη διάρκεια ζωής (<8 μήνες) εκτιμήθηκε από τους Arkhipkin & Nekludova (1993), για τα είδη *Alloteuthis africana* και *Alloteuthis subulata* στην υφαλοκρηπίδα της δυτικής Αφρικής.

Η αύξηση του μήκους μανδύα του *Alloteuthis media* με την ηλικία εκφράζεται από το μη-ασυμπτωτικό πολλαπλασιαστικό μοντέλο, γεγονός που επιβεβαιώνει την άποψη και άλλων ερευνητών για την μη-ασυμπτωτική αύξηση των Τευθοειδών της οικογένειας Loliginidae (Jackson & Forsythe, 2002; Jackson & Moltschaniwskyj, 2002). Ο ρυθμός αύξησης των θηλυκών ήταν μεγαλύτερος, συγκριτικά με αυτόν των αρσενικών, φανερώνοντας το φυλετικό διμορφισμό αυτού του είδους. Ο διμορφισμός αυτός φαίνεται να είναι χαρακτηριστικός στο είδος *Alloteuthis media*, σε αντίθεση με άλλα είδη της οικογένειας Loliginidae στα οποία συνήθως παρατηρείται μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης στα αρσενικά άτομα (Λευκαδίτου, 2006; Jackson & Forsythe, 2002). Μελετώντας τον στιγμιαίο ρυθμό αύξησης του μήκους μανδύα, παρατηρήθηκε ότι μειώνεται με την ηλικία, όπως έχει γενικότερα παρατηρηθεί σε Τευθοειδή (Villanueva 1992, Arkhipkin & Nekludova, 1993; Λευκαδίτου, 2006).

5. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Akaike, H., 1973. Information theory as an extension of the maximum likelihood principle. In: Petrov, B.N., Csaki, F. (Eds.), *Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory*. Akademiai Kiado, Budapest, 267- 281pp.
- Arkhipkin, A. & Nekludova, N., 1993. Age, growth & maturation of the loliginid squids *Alloteuthis africana* and *A. subulata* on the West African shelf. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 73(4): 949-961.
- Dawe, E.G. & Natsukari, Y., 1991. Light microscopy. In *Squid age determination using statoliths*. Jereb, P., Ragonese, S., Bolezky, S. V. (eds.), *Proceedings of the International Workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato (ITTP-CNR)*, Mazara del Vallo, Italy, 9-14 October 1989. N.T.P.-I.T.P.P. Special Publications, 1: 83-95.
- Guerra, A., Rocha, F. & CASTRO, B.G., 1993. Statolith workshop report. Vigo, Spain, 10pp.
- Hurvich, C.M. & Tsai, C.L., 1989. Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika* 76: 297-307.
- Jackson, G.D. & Forsythe, J.W., 2002. Statolith age validation and growth of *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) in the north-west gulf of Mexico during Spring/Summer. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: 677-678.
- Jackson, G.D. & Moltschaniwskyj, N.A., 2002. Spatial and temporal variation in growth rates and maturity in the Indo-Pacific squid *Sepioteuthis lessoniana* (Cephalopoda: Loliginidae) *Marine Biology*, 140: 747-754.
- Katsanevakis, S., Lefkaditou, E., Galinou-Mitsoudi, S., Koutsoubas, D. & Zenetos, A., 2008. Molluscan diversity and conservation: species of minor commercial interest in Hellenic Seas. *Mediterranean Marine Science*, 9(1): 77-118.
- Λευκαδίτου, E., 2006. Συστηματική και βιολογία των Κεφαλόποδων στο Β. Αιγαίο. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ελλάδα.
- Mangold- Wirtz K., 1963. Biologie des Cephalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie Millieu*, Supl. 13: 285.
- Ricker, W.E., 1958. Handbook of computation for biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fishery Research Board of Canada*, 119:1-300.
- Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fishery Research Board of Canada*, 191: 1-382.
- Rodhouse, P.G., Swinfen, R.C. & Murray, A.W.A., 1988. Life cycle, demography and reproductive investment in the myopsid squid *Alloteuthis subulata*, *Marine Ecology Progress Series*, 45 (3): 245-253.
- Shono, H., 2000. Efficiency of the finite correction of Akaike's information criteria. *Fisheries Science*. 66, 608-610.
- Villanueva, R., 1992. Interannual growth differences in the oceanic squid *Todarodes angolensis* Adam in the northern Benguela upwelling system, based on statolith growth increment analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 159: 157-177.