

## ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ ΤΗΣ ΑΘΕΡΙΝΑΣ (*ATHERINA BOYERI* RISSO, 1810) ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ

Στουμπούδη Μ.Θ., Ψαρράς Θ. και Μπαρμπιέρη-Τσελίκη Ρ.

Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΚΘΕ), Αγ. Κοσμάς, Ελληνικόν, 166 04 Αθήνα

### ABSTRACT

Authors: Stoumboudi M.Th., Psarras Th. and Barbieri-Tseliki R. Reproductive cycles of atherina (*Atherina boyeri* Risso, 1810) from Trichonis Lake (Greece).

A landlocked population of *Atherina boyeri* from Lake Trichonis, that supports a commercially important purse-seine fishery, was studied during the years 1988-1990, in order to supply information both general and about the reproduction of this fish species in the lake. All specimens were measured, weighted and sexed, and the relationships between total length - total body weight and total length - fork length, as well as sex-ratio, gonadosomatic indices and dressing rates were calculated. Additionally, in 175 adult females, the total number of oocytes, the total number of vitellogenic oocytes and their diameters were recorded. The reproductive period appeared to be quite prolonged, extending from the end of March until the beginning of October. According to both the gonadosomatic indices and the percentage of vitellogenic oocytes in the ovaries of adult specimens, the peak of the breeding season took place in April and May, while a second much lower peak occurred in September. The mean diameter of vitellogenic oocytes was increasing from January to May and decreasing from June to December. The reproduction of *A. boyeri* from Lake Trichonis is compared to that of other *A. boyeri* populations from different geographical regions.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αθερίνα (*Atherina boyeri* Risso, 1810) είναι ένα μικρό, ευρύφαγο (κυρίως ζωοπλαγκτοφάγο), εξαιρετικά ευρύαλο είδος, το οποίο απαντάται στα παράκτια νερά της Μεσογείου (Boscolo 1970, Kohler 1976, Castel *et al.* 1977, Fernandez-Delgado & Hernando 1982, Gon & Ben-Tuvia 1983) και του Ατλαντικού, από τη Βόρεια Ευρώπη έως και τα Βρετανικά Νησιά (Kiener & Spillmann 1972, Palmer *et al.* 1979, Palmer & Culley 1983, Creech 1992). Πληθυσμοί αθερίνας έχουν καταγραφεί επίσης σε εκβολές ποταμών, καθώς και σε αποκλειστικά εσωτερικά νερά (Στεφανίδης 1939, Moretti *et al.* 1959, Tortonese 1985).

Ένας απομονωμένος πληθυσμός αθερίνας απαντάται και στη Λίμνη Τριχωνίδα, ο οποίος ειδικά φαίνεται ότι προήλθε από την άνοδο θαλασσίων ατόμων στη λίμνη διαμέσου του Αχελώου ποταμού. Η παρούσα εργασία στοχεύει στη διερεύνηση των αναπαραγωγικών κύκλων της αθερίνας στην Τριχωνίδα, καθώς το είδος αυτό αποτελεί το βασικό αλιεύμα και το κύριο βιοποριστικό μέσο των ψαράδων της περιοχής..

### ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΙ

Κατά τα έτη 1988-1990 αλιεύτηκαν στην Τριχωνίδα με βιτζότρωτα 2575 άτομα αθερίνας. Σε κάθε άτομο μετρήθηκαν: Ολικό μήκος (TL) σε mm, μεσοουραίο μήκος (FL) σε mm, ολικό βάρος σώματος (TW) σε g, καθαρό βάρος σώματος (NW) σε g και βάρος γονάδων (GW) σε g.

Η σχέση μεταξύ ολικού μήκους και ολικού βάρους σώματος υπολογίστηκε με βάση το εκθετικό μοντέλο  $TW = a(TL)^b$ , το οποίο ισχύει για τα περισσότερα είδη ψαριών (Tesch 1968). Η σχέση ολικού μήκους και μεσοουραίου μήκους υπολογίστηκε από το γραμμικό μοντέλο  $FL = b(TL) + a$ .

Ο ρυθμός επένδυσης (dressing rate, DR) (Stoumboudi *et al.* 1992) και ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) υπολογίστηκαν αντίστοιχα ως  $DR = NW \times 100 / TW$  και  $GSI = GW \times 100 / TW$ , ξεχωριστά για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα.

Σε 175 ενήλικα θηλυκά (μεγαλύτερα από 60 mm σε ολικό μήκος) μετρήθηκε ο ολικός αριθμός των ωοκυττάρων και ο αριθμός των λεκιθικών ωοκυττάρων, με τη βοήθεια προσοφθαλμίου μικρομετρικού φακού. Στη συνέχεια πάρωθηκε ένα τυχαίο δείγμα από τις ωοθήκες των ατόμων αυτών και μετρήθηκαν οι διάμετροι 250 λεκιθικών ωοκυττάρων.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

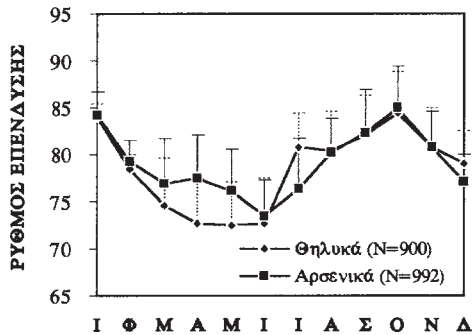
Η σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους υπολογίστηκε και για τα δυο φύλα και ήταν:  $TW = 3.10 \cdot 6 \times (TL)^{3.21}$ ,  $R^2 = 0.969$  ( $N = 2543$ ). Ο εκθέτης  $b$  βρέθηκε μεγαλύτερος του 3 γεγονός που υποδεικνύει ελαφρά αλλομετρική αύξηση.

Η σχέση μεσοουραίου μήκους - ολικού μήκους υπολογίστηκε από το σύνολο του δείγματος και ήταν:  $FL = 0.915 (TL) + 0.823$ ,  $R^2 = 0.989$  ( $N = 2575$ ).

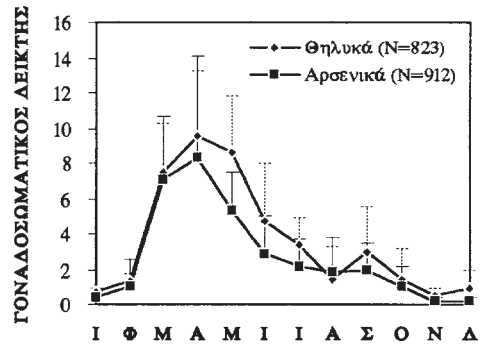
Το φύλο αναγνωρίστηκε σε 2513 άτομα συνολικά και η αναλογία του φύλου βρέθηκε να είναι 1 θηλυκό : 1.021 αρσενικά.

Ο ρυθμός επένδυσης στα θηλυκά και αρσενικά άτομα του δείγματος παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Γενικά και στα δυο φύλα οι ρυθμοί επένδυσης ελαττώνονταν κατά την περίοδο της ωρίμασης των γονάδων και της κύριας αναπαραγωγικής περιόδου (Μάρτιος - Ιούνιος) και άρχιζαν πάλι να αυξάνονται μετά τον Ιούνιο. Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους ρυθμούς επένδυσης μεταξύ των δυο φύλων.

Κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου δεν βρέθηκαν ώριμα άτομα αθερίνας με ολικό μήκος μικρότερο των 60 mm. Έτσι ο γοναδοσωματικός δείκτης υπολογίστηκε από άτομα μεγαλύτερα από 60 mm σε ολικό μήκος και



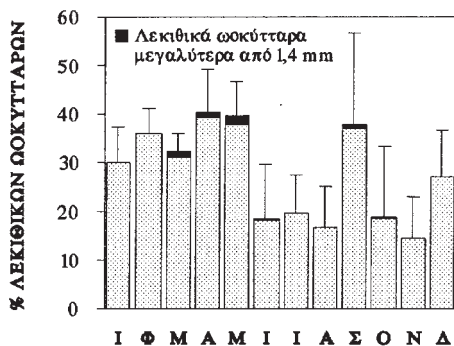
Εικ. 1: Μηνιαίοι ρυθμοί επένδυσης θηλυκών και αρσενικών ατόμων αθερίνας, από την Τριγωνίδα. Στήλη σφάλματος: Τυπική απόκλιση



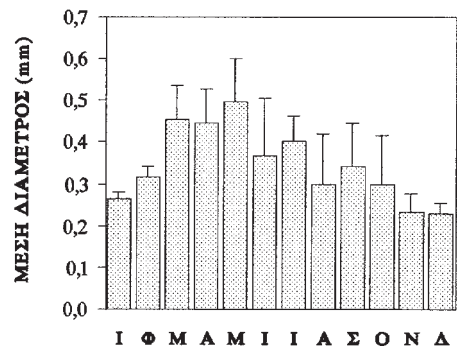
Εικ. 2: Μηνιαίος γοναδοσωματικός δείκτης ενήλικων θηλυκών και αρσενικών (μεγαλύτερων από 60 mm TL). Στήλη σφάλματος: Τυπική απόκλιση

παρουσιάζεται στην Εικόνα 2. Και στα δυο φύλα της αθερίνας οι γονάδες αρχίζουν να αναπτύσσονται το Μάρτιο και ωριμάζουν στην πλειοψηφία τους τον Απρίλιο, οπότε εμφανίζεται και ο υψηλότερος γοναδοσωματικός δείκτης. Από το Μάιο μέχρι τον Αύγουστο ο γοναδοσωματικός δείκτης παρουσιάζει σταθερή πτώση, το Σεπτέμβριο εμφανίζει μικρή άνοδο και Οκτώβριο με Δεκέμβριο κάμπτεται και φθάνει στην ελάχιστη τιμή του. Τα αρσενικά γενικά εμφανίζουν ελαφρά χαμηλότερο δείκτη από τα θηλυκά.

Το ποσοστό των λεκιθικών ωοκυττάρων (στις ωθηήκες των ατόμων που ήταν μεγαλύτερα από 60 mm ολικό μήκος) άρχισε να αυξάνεται το Δεκέμβριο και έφθασε το μέγιστο τον Απρίλιο - Μάιο (Εικόνα 3). Στη συνέχεια, κατά τον



Εικ. 3: Μηνιαίο ποσοστό όλων και των  $\geq 1,4$  mm λεκιθικών ωοκυττάρων, επί του συνόλου των ωοκυττάρων, στις ωθηήκες ενήλικων θηλυκών (N=175). Στήλη σφάλματος: Τυπική απόκλιση



Εικ. 4: Μηνιαίες μέσες διαμέτρους των λεκιθικών ωοκυττάρων, στις ωθηήκες ενήλικων θηλυκών (N=175). Στήλη σφάλματος: Τυπική απόκλιση

Ιούνιο - Αύγουστο, παρουσίασε πτώση, ενώ εμφάνισε μια δεύτερη έξαρση το Σεπτέμβριο και νέα κάμψη τους επόμενους δυο μήνες. Μεγάλα λεκιθικά ωοκύτταρα ( $\bar{x}$  1,4 mm), των οποίων η απόθεση αναμενόταν να συμβεί σύντομα, παρατηρήθηκαν τους μήνες Μάρτιο - Ιούνιο και Σεπτέμβριο - Οκτώβριο (Εικόνα 3).

Στην ίδια ομάδα ενήλικων ψαριών υπολογίστηκε και η μέση διάμετρος των λεκιθικών ωοκυττάρων, η οποία παρουσίασε σχεδόν κανονική κατανομή κατά τη διάρκεια του έτους, αυξανόμενη από τον Ιανουάριο έως το Μάιο και μειούμενη από τον Ιούνιο έως το Δεκέμβριο (Εικόνα 4).

Το ποσοστό των λεκιθικών ωοκυττάρων και η μέση διάμετρος τους παρουσίασαν ταυτόχρονα τις μέγιστες τιμές κατά τη διάρκεια των μηνών Απριλίου και Μαΐου. Το Σεπτέμβριο όμως, ενώ το ποσοστό των λεκιθικών ωοκυττάρων ήταν σχεδόν τόσο υψηλό όσο και τον Απρίλιο - Μάιο, η μέση διάμετρος τους ήταν χαμηλότερη από ότι την Άνοιξη.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η αναπαραγωγική περίοδος της αθερίνας στην Τριγωνίδα εμφανίζεται παρατεταμένη. Με βάση τους γοναδοσωματικούς δείκτες που καταγράφηκαν, η αναπαραγωγική δραστηριότητα φαίνεται να αρχίζει προς το τέλος Μαρτίου και να κορυφώνεται τον Απρίλιο - Μάιο. Μια δεύτερη πολύ μικρότερη κορύφωση εμφανίζεται στους γοναδοσωματικούς δείκτες το Σεπτέμβριο, η οποία υποδεικνύει ότι αναπτύσσεται μια μικρή αναπαραγωγική δραστηριότητα και κατά τους μήνες αυτούς. Το ποσοστό των λεκιθικών ωοκυττάρων και η μέση διάμετρος τους παρουσίασαν ταυτόχρονα μέγιστες τιμές κατά τη διάρκεια των μηνών Απριλίου και Μαΐου. Το Σεπτέμβριο όμως, ενώ το ποσοστό των λεκιθικών ωοκυττάρων ήταν σχεδόν τόσο υψηλό όσο και τον Απρίλιο - Μάιο, η μέση διάμετρος τους ήταν χαμηλότερη από ό,τι την άνοιξη. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στα χαμηλότερα στάδια ανάπτυξης στα οποία βρίσκεται η πλειοψηφία των λεκιθικών ωοκυττάρων το Σεπτέμβριο και δείχνει ότι κατά την περίοδο αυτή τα θηλυκά ωοαποθέτουν πιθανώς λιγότερα αυγά από ό,τι στην κύρια αναπαραγωγική περίοδο. Τα παραπάνω δεδομένα, καθώς και η εμφάνιση των μεγάλων λεκιθικών ωοκυττάρων την άνοιξη και το φθινόπωρο αντίστοιχα, συμφωνούν με τις παρατηρήσεις στο πεδίο δειγματοληψίας κατά τις οποίες βρέθηκαν λάρβες αθερίνας σε αφθονία τον Απρίλιο - Μάιο και σε πολύ μικρότερες ποσότητες το Σεπτέμβριο (Daoulas *et al.* 1996).

Στις εκβολές του ποταμού Guadalquivir (Ισπανία), η κορύφωση της αναπαραγωγής της αθερίνας αναφέρεται επίσης κατά την άνοιξη (Μάιο - Απρίλιο), αλλά ο πληθυσμός αυτός δεν φαίνεται να έχει αναπαραγωγική δραστηριότητα το φθινόπωρο (Fernandez-Delgado *et al.* 1988). Παρατεταμένη αναπαραγωγική περίοδος με μια κορύφωση αναφέρεται και για άλλους πληθυσμούς αθερίνας που βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικά περιοχές όπως η Αδριατική Θάλασσα (Boscolo 1970), η λιμνοθάλασσα του Bardawil στη Μεσογειακή ακτή του Σινά (Gon & Ben-Tuvia 1983), το Gloucesterhire της Αγγλίας (Palmer & Culley 1983) και η λιμνοθάλασσα Aberthaw στη Νότια Ουαλία (Creech 1992). Η αθερίνα όμως από τα υφάλινα νερά της λιμνοθάλασσας της λεκάνης του Arcachon (Ισπανία) παρουσιάζει σχεδόν ταυτόσημη αναπαραγωγική περίοδο με τον πληθυσμό της Τριγωνίδας. Στον πληθυσμό του Arcachon η ωρίμαση των γονάδων γίνεται επίσης τον Μάρτιο και η αναπαραγωγή διαρκεί από τον Απρίλιο έως το τέλος Ιουνίου, ενώ μια δεύτερη περίοδος αναπαραγωγικής δραστηριότητας αναφέρεται να υπάρχει το Σεπτέμβριο (Castel *et al.* 1977).

Η ποικιλότητα που αφορά μεριστικούς και μορφομετρικούς χαρακτήρες, παραμέτρους της φυσικής ιστορίας και τη γενετική δομή εμφανίζεται πολύ εκτεταμένη μεταξύ φυσικών πληθυσμών της *A. boyeri* οι οποίοι διαβιούν σε διαφορετικές περιοχές και υπάρχουν ενδείξεις ότι η γενετική αρχιτεκτονική των πληθυσμών αυτών αποκλίνει ταχέως (Berrebi & Britton-Davidian 1980, Henderson & Bamber 1987, Creech 1991). Η αναπαραγωγική δραστηριότητα αποτελεί μια σημαντική παράμετρο της φυσικής ιστορίας ενός είδους. Έτσι, είναι πολύ πιθανό σε ορισμένες περιοχές η αθερίνα να «ωθείται» σε μια πιο παρατεταμένη αναπαραγωγική δραστηριότητα, η οποία συνδέεται με την καταλληλότητα των περιβαλλοντικών συνθηκών για την επιβίωση των λαβρών (Houde 1989, Armstrong & Shelton 1990), ή / και με την πίεση που δέχονται οι γεννήτορες για τη μεγιστοποίηση της ετήσιας αναπαραγωγικής προσπάθειας (Clarke 1987, Paine 1990).

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε την κ. Κ. Αναστασοπούλου για τη βοήθειά της στην επεξεργασία των δειγμάτων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

AMSTRONG, M.J. & SHELTON, P.A. (1990): Clupeoid life-history styles in variable environments. *Envir. Biol. Fishes* 28, 77-85.  
 BERREBI, P. & BRITTON-DAVIDIAN, J. (1980): Enzymatic survey of four populations of *Atherina boyeri* based on electrophore-

- sis and the occurrence of a microsporidiosis. *J. Fish Biol.* 16, 149-157.
- BOSCOLO, L. (1970): Osservazioni sulla biologia e sulla pesca dell' *Atherina boyeri* Risso 1810 (Osteichthyes, Atherinidae) vivente nelle acque dell'alto Adriatico. *Boll. Pes., Piscicol. Idrobiol.* 25, 61-79.
- CASTEL, J., CASSIFOUR, P. & LABOURG, P.J. (1977): Croissance et modifications du regime alimentaire d'un teleosteen mugili-forme: *Atherina boyeri* Risso, 1810 dans les etangs saumâtres du Bassin d'Arcachon. *Vie Mil.* 27, 385-410.
- CLARKE, T.A. (1987): Fecundity and spawning frequency of the Hawaiian anchovy or nehu, *Engrasicholina purpurea*. *Fish. Bull.* (U.S.) 87, 593-600.
- CREECH, S. (1991): An electrophoretic investigation of populations of *Atherina boyeri* Risso, 1810 and *A. presbyter* Cuvier, 1829 (Teleostei: Atherinidae): genetic evidence in support of the two species. *J. Fish Biol.* 39, 807-816.
- CREECH, S. (1992): A study of the population biology of *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Aberthaw Lagoon, on the Bristol Channel, in South Wales. *J. Fish Biol.* 41, 277-286.
- DAOULAS C., ECONOMOU A., STOUMBOUDI M.TH., PSARRAS T. & BARBIERI-TSELIKI R. (in press): The development of larvae of a landlocked population of *Atherina boyeri* in lake Trichonis (Greece). *Israel J. Zool.*
- FERNANDEZ-DELGADO, C. & HERNANDO, J.A. (1982): Relaciones morfométricas de *Atherina boyeri* Risso (Pisces: Atherinidae) de la laguna de Zonar (Cordoba, Espanol). *Don. Acta Vert.* 9, 13-25.
- FERNANDEZ-DELGADO, C., HERNANDO, J.A., HERRERA, M. & BELLIDO, M. (1988): Life history patterns of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in the estuary of the Guadalquivir River, Spain. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 27, 697-706.
- GABE, M. (1976). *Histological Techniques*. Eds. Masson, Paris, pp. 1106.
- GON, O. & BEN-TUVIA, A. (1983): The biology of Boyer's sand smelt, *Atherina boyeri* Risso in the Bardawil Lagoon on the Mediterranean coast of Sinai. *J. Fish Biol.* 22, 537-547.
- HENDERSON, P.A. & BAMBER, R.N. (1987): On the reproductive biology of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso (Pisces: Atherinidae) and its evolutionary potential. *Biol. J. Linn. Soc.* 32, 395-415.
- HOUDE, E.D. (1989): Comparative growth, mortality, and energetics of marine fish larvae: temperature and implied latitudinal effects. *Fish. Bull.* (U.S.) 87, 471-495.
- KIENER, A. & SPILLMANN, C.J. (1972). Note complementaire a l'etude systematique et ecologique d' *Atherina boyeri* Risso (Poisons, Cyprinidae) dans sa zone de dispersion actuelle. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.* 55, 563-580.
- KOHLER, A. (1976): Observations biologiques et biometriques sur *Atherina boyeri* Risso, dans l'etang du Prevost a Palavas (Herault). *Vie Mil.* 16, 157-174.
- MORETTI, G., GIANOTTI, F.S. & GIGANTI, A. (1959): Il 'latterino' (*Atherina mochon* Cuv.) nel Trasimeno (biometria, regime dietica, pesca e parassitismo). *Riv. Biol.* 51, 3-38.
- PALMER, C.J. & CULLEY, M.B. (1983): Aspects of the biology of the sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Teleostei: Atherinidae) at Oldbury-upon-Severn, Gloucestershire, England. *Estuar. Coas. Shelf Sci.* 16, 163-172.
- PAINE, M.D. (1990): Life history tactics of darters (Percidae: Etheostomatini) and their relationship with body size, reproductive behaviour, latitude and rarity. *J. Fish Biol.* 37, 473-488.
- PALMER, C.J., CULLEY, M.B. & CLARIDGE, P.N. (1979): A further occurrence of *Atherina boyeri* Risso 1810 in North-Eastern Atlantic waters. *Envir. Biol. Fish.* 4, 71-75.
- ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ, Α. (1939): Ιχθύες των γλυκίων υδάτων της δυτικής Ελλάδος και της νήσου Κερχύρας. Διατριβή, Αθήνα, 44 σελ.
- STOUMBOUDI, M., VILLWOCK, W., GOLENSER, E. & ABRAHAM, M. (1992): The *Barbus longiceps* / *Capoeta damascina* hybrids -Qualified for aquaculture? European Aquaculture Society Special Publication 17, Oostende, Belgium, 197-204.
- TESCH, F.W. (1968): Age and Growth. In: W.E. Ricker (Eds), *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Int. Biol. Program, Handbook 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England, 93-123.
- TORTONESE, E. (1985): Interesse scientifico e pratico di una famiglia di pesci ossei: gli Atherinidi. *Quad. Ente Tutela Pesca - Udine, Riv. Limnol.* 10, 1-40.