

Συμβολή στην καταγραφή της βιοποικιλότητας έξι λιμνοθαλασσών της Ηπείρου: Κωπήποδα του μεσοζωοπλαγκτού

Γιάννης Κλαδάς¹, Γιούκικο Κροντηρά², Γιώργος Ιωάννου¹, Παναγάγγελος Δενδρινός¹, Γιώργος Βερροϊόπουλος², Ιωάννης Τζοβενής¹.

¹ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, ΤΚ 46100, Ηγουμενίτσα, e-mail: ycladas@teiep.gr

²Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Ζωολογίας και Θαλάσσιας Βιολογίας, ΤΚ 15784 Αθήνα

ABSTRACT

Yannis Cladas, Yukiko Krontira, George Ioannou, Panagaggelos Dendrinou, George Verriopoulos, Ioannis Tzovenis: Contribution to the biodiversity assessment of six coastal lagoons of the Epirus region: mesozooplankton copepods.

Four coastal lagoons of the Kalamas River delta (Alykes, Vodas, Kalagka, Vatatsa) and two of the Louros River delta in Amvrakikos Bay (Rodia, Tsoukalio) were sampled for a year, at monthly intervals to determine their mesozooplankton composition. The two lagoon systems showed very different profiles of physicochemical factors. In both systems copepods were most of the time the dominant group in the water column. In Kalamas system's lagoons the calanoid copepod *Acartia clausi* was always present sharing prevalence with the cyclopid *Oithona* spp. *Paracalanus* sp. had a high presence in Alykes and Kalagka during late winter - spring. In Amvrakikos lagoons, *Acartia tonsa* prevailed from August till February with a notable succession by the brackish *Calanipeda aquaedulcis* during spring, while in early summer harpacticoids dominated in the water column with some cyclopoids (including *Ergasilus* sp.).

Keywords: Epirus, coastal lagoons, mesozooplankton, copepods, *Acartia tonsa*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη του ζωοπλαγκτού στις Ελληνικές λιμνοθάλασσες είναι ελλιπής και αποσπασματική αφορώντας πολύ λίγες λιμνοθάλασσες: Μεσολόγγι, (Σιοκου-Φραγού 1986), Γιάλοβα, (Dounas *et al.*, 1998) και Πάπας (Ράμφος 2000). Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η καταγραφή των πελαγικών Κωπηπόδων σε λιμνοθάλασσες της Ηπείρου, συμβάλλοντας στην καταγραφή της βιοποικιλότητας των συγκεκριμένων οικοσυστημάτων και παράλληλα αποσκοπώντας στον εντοπισμό των κυρίαρχων ειδών με την προσδοκία κάποια από αυτά να ανταποκρίνονται σε κριτήρια επιλογής για αξιοποίησή τους στις υδατοκαλλιέργειες.

Οι λιμνοθάλασσες, οι οποίες επιλέχθηκαν για την μελέτη, αποτελούν μέρη των εκβολικών συστημάτων του ποταμού Λούρου στον Αμβρακικό κόλπο (Ροδιά και Τσουκαλιό) και του ποταμού Καλαμά (Θύαμι) στην ακτή της Θεσπρωτίας στο Ιόνιο (Αλυκές ή Μπαστιά και Βόντας εκατέρωθεν της νέας κοίτης του ποταμού και Καλάγκα, Βατάτσα νοτίως της παλαιάς κοίτης).

Το σύστημα των λιμνοθαλασσών του βόρειου Αμβρακικού κόλπου, καθώς και οι εκτεταμένες πεδινές εκτάσεις που το περικλείουν, θεωρείται προσχωσιγενές έργο των ποταμών Λούρου και Άραχθου και αποτελεί δυναμικό σύστημα που δημιουργήθηκε περίπου πριν από 2.500 χρόνια (Τζιαβός, 1989). Η Ροδιά και το Τσουκαλιό είναι κλειστές λιμνοθάλασσες από τις οποίες η πρώτη είναι εσωτερική και επικοινωνεί με την δεύτερη με ένα διάυλο πλάτους περίπου 10m και μέσου βάθους >4m. Το Τσουκαλιό επικοινωνεί με τον κόλπο του Αμβρακικού, ο οποίος είναι μία ιδιαίτερα κλειστή θαλάσσια περιοχή με «παραλιακά» αλλά και λιμνοθαλάσσια χαρακτηριστικά (Guelorget & Perthuisot 1992). Επίσης οι λιμνοθάλασσες αυτές επηρεάζονται

πολύ από τις εισροές γλυκού νερού από επιφανειακά (Kormas *et al.*, 2001), ιδιαίτερα στη λιμνοθάλασσα Ροδιά, αλλά και με υπόγεια κανάλια, μέσω καρστικού δικτύου (Guelorget *et al.*, 1986), με συνέπεια μεγάλες ετήσιες διακυμάνσεις της αλατότητας. Το σύστημα λιμνοθαλασσών του ποταμού Καλαμά (Θύαμι) είναι ανάμεσα στα πιο σημαντικά ρηχά, ημίκλειστα (semi-enclosed) παράκτια οικοσυστήματα στην Βορειοδυτική Ελλάδα και περιλαμβάνει τις λιμνοθάλασσες Βόντα, Καλάγκα, Βατάτσα, Αλυκές, Λούτσα-Παπαδιά και Ρηχό. Οι λιμνοθάλασσες Καλάγκα και Λούτσα-Παπαδιά σχηματίστηκαν από ιζήματα που αποτέθηκαν από τον ποταμό Καλαμά όταν λειτουργούσε η παλαιά του κοίτη. Οι λιμνοθάλασσες Αλυκές και Βόντας είναι πρόσφατα αναπτυσσόμενα λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα από την εναπόθεση ιζήματος από την νέα κοίτη του ποταμού Καλαμά. Σε προηγούμενες μελέτες της περιοχής παρατηρήθηκε χρονική μεταβολή των θρεπτικών στοιχείων που δείχνει ισχυρή επίδραση από εισροές γλυκού νερού (Sylaios & Theocharis 2002).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Πραγματοποιήθηκαν τακτικές μηνιαίες δειγματοληψίες από τον Οκτώβριο 2005 έως τον Δεκέμβριο 2006, με πλαγκτικό δίκτυο τύπου WP₂, (διάμετρος στεφάνης 0,64 m, «μάτι» διχτυού 150 μm), εξοπλισμένο με ροόμετρο (Hydrobios, Germany) και πλωτήρα προσαρμοσμένο στο πάνω μέρος της στεφάνης του, συρόμενο από σκάφος για 100 περίπου μέτρα με ταχύτητα 3 κόμβων.

Οι φυσικοχημικές παράμετροι (αλατότητα, θερμοκρασία, διαλυμένο οξυγόνο, pH) καταγράφτηκαν την στιγμή της δειγματοληψίας με φορητό όργανο (YSI 556, USA). Τα δείγματα μονιμοποιήθηκαν με φορμαλδεϋδη (4%) αδρανοποιημένη με βόρακα και ακολούθως μεταφέρθηκαν για ανάλυση στο εργαστήριο. Όλα τα δείγματα αραιώθηκαν ανάλογα με την αρχική τους πυκνότητα από 1/4 έως 1/1024. Για την ταυτοποίηση των ειδών των Κοπηπόδων χρησιμοποιήθηκαν οι κλειδες των Rose 1970, Carli & Crisafi 1983, και Boxshall 2004.

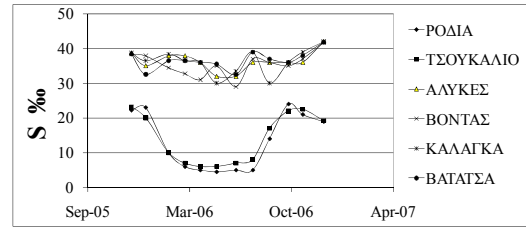
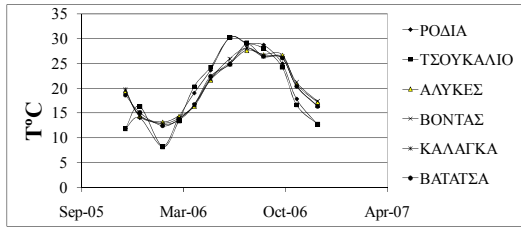
Για την στατιστική επεξεργασία ακολουθήθηκε μεθοδολογία των Postel *et al.*, (2000) με χρήση των λογισμικών προγραμμάτων STATISTICA v.7 (StatSoft Inc.) και BioDiversity Pro (McAleece *et al.*, 1997). Για σύγκριση των λιμνοθαλασσών καταρτίστηκαν πίνακες με την χρήση του δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis και στη συνέχεια κατασκευάστηκαν διαγράμματα ομαδοποίησης (clusters). Για την κατάταξη και ομαδοποίηση των λιμνοθαλασσών χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (Multidimensional Scaling - MDS) βασισμένη πάνω σε πίνακες συσχέτισης Pearson (r).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε συνεχή επικοινωνία με το Ιόνιο Πέλαγος, οι παράκτιες λιμνοθάλασσες του Καλαμά εμφανίζουν εποχιακές μεταβολές των φυσικοχημικών παραγόντων με την αλατότητα να κυμαίνεται από 25 έως 45 ppt, εμφανίζοντας μέγιστες τιμές από τα μέσα του φθινοπώρου έως και τους χειμερινούς μήνες και τη θερμοκρασία από 10 έως 30°C, εμφανίζοντας μέγιστες τιμές στα μέσα του καλοκαιριού. (εικ.1).

Αντίθετα, οι λιμνοθάλασσες Ροδιά και Τσουκαλιό, που βρίσκονται στην εσωτερική περφόρο του Αμβρακικού κόλπου, εμφανίζουν διαφορετικά εύρη φυσικοχημικών παραγόντων. Έτσι, η αλατότητα κυμαίνεται εποχιακά από 4.5 έως 25 ppt, εμφανίζοντας μέγιστες τιμές κατά τους φθινοπωρινούς και τους πρώτους χειμερινούς μήνες, ενώ η θερμοκρασία από 7 έως 32 °C, εμφανίζοντας μέγιστες τιμές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. (εικ.1).

Και στις έξι λιμνοθάλασσες τα νερά εμφανίζονται υπέρκορα σε οξυγόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας στις ώρες των δειγματοληψιών, ενώ μικρές ήταν οι εποχιακές διακυμάνσεις του pH, με τις μέσες ετήσιες τιμές να κυμαίνονται από 7.93 έως 7.97 στις λιμνοθάλασσες του δέλτα του Καλαμά, και από 7,66 έως 7,81 στις εσωτερικές λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού.

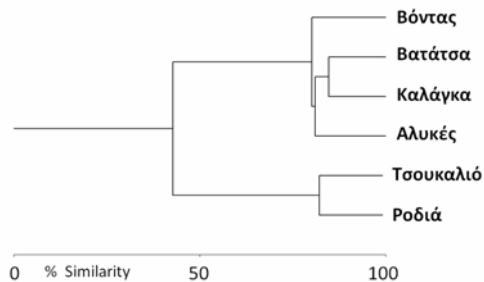


Εικ.1: Θερμοκρασία και αλατότητα στις έξι λιμνοθάλασσες της Ηπείρου.

Fig. 1: Temperature and salinity at the time of sampling in the six Epirus lagoons.

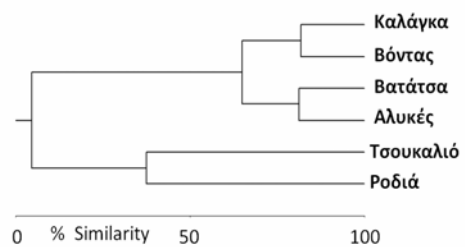
Κοινό στοιχείο σε όλες τις λιμνοθάλασσες ήταν η απόλυτη κυριαρχία (ως και >95%) στη στήλη του νερού των Κωπηπόδων, είτε ως ναυπλίων είτε ως κωπηποδιτών. Το σύνολο των ειδών που εντοπίστηκαν σε κάθε λιμνοθάλασσα κυμαίνονταν από 16 (Τσουκαλιό) έως 31 (Καλάγκα). Συνολικά, πάνω από 39 είδη Κωπηπόδων εντοπίστηκαν στη στήλη του νερού στις λιμνοθάλασσες, που μελετήθηκαν. Η κυριαρχία των Κωπηπόδων στη στήλη του νερού ανατρέπεται μόνο στην περίπτωση της Ροδιάς από τα Θυσανόποδα, τα οποία κυριαρχούν τον Αύγουστο του 2006, με υψηλά ποσοστά ήδη από τον Ιούνιο έως και τον Οκτώβριο του 2006.

Η σύγκριση των λιμνοθαλασσών με βάση τον πληθυσμό των Κωπηπόδων έγινε σε δύο επίπεδα. Αφενός ως προς τη εμφάνιση των ειδών και αφετέρου ως προς τις αφθονίες των επιμέρους ειδών ανά λιμνοθάλασσα ανά μήνα. Στην Εικόνα 2 παρατίθενται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ομοιότητας με διάγραμμα ομαδοποίησης. Στην ανάλυση φαίνεται ότι με κριτήριο την συνολική αφθονία των επί μέρους ειδών των Κωπηπόδων, οι λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού δεν έχουν καμία ομοιότητα με τις αντίστοιχες του Καλαμά (<10%), ενώ και μεταξύ τους οι λιμνοθάλασσες αυτές εμφανίζουν χαμηλή ομοιότητα (~40%). Αντίθετα οι λιμνοθάλασσες του Καλαμά ομαδοποιούνται ανά δύο με υψηλά ποσοστά ομοιότητας (~80%), αλλά τα ζεύγη είναι διαφορετικά από την αντίστοιχη ομαδοποίηση με κριτήριο είτε την συνολική αφθονία των επί μέρους φύλων μεσοζωοπλαγκτού (Βατάτσα – Καλάγκα) είτε με τον συνολικό αριθμό ειδών Κωπηπόδων (Βατάτσα – Βόντας).



Εικ.2: Δενδρόγραμμα ομοιότητας των λιμνοθαλασσών βασισμένο στα είδη των Κωπηπόδων στην διάρκεια Οκτώβριος 2005 – Δεκέμβριος 2006.

Fig.2: Cluster analysis based on Bray-Curtis similarities of Copepod species present in the coastal lagoons during Oct 2005- Dec 2006.



Εικ.3: Δενδρόγραμμα ομοιότητας των λιμνοθαλασσών βασισμένο στις αφθονίες των Κωπηπόδων στην διάρκεια Οκτώβριος 2005 – Δεκέμβριος 2006.

Fig.3: Cluster analysis based on Bray-Curtis similarities of Copepod abundances in the coastal lagoons during Oct 2005- Dec 2006.

Οι διαφορές ανάμεσα στις λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού και του Καλαμά εντοπίζονται στο γεγονός ότι στις πρώτες εμφανίζονται υψηλές αφθονίες των *Acartia tonsa*, *A. longiremis*, *Calanipeda aquaedulcis* σε αντιδιαστολή με τις υψηλές αφθονίες των *A. clausi*, *Euterpina* sp., *Paracalanus* sp., και *Temora* sp., στις δεύτερες. Οι διαφορές ανάμεσα σε Ροδιά και Τσουκαλιό εντοπίζονται στην εν γένει μικρότερη αφθονία των κύριων Καλανοειδών στο Τσουκαλιό (*A. tonsa*, *A. longiremis*, *Calanipeda aquaedulcis*, *Centropages* sp.), και του

Κυκλοποειδούς *Oithona* sp. Να σημειωθεί πως το *Acartia tonsa* εντοπίζεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα στις λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού, όπου κυριαρχεί από τα τέλη του θέρους μέχρι της αρχές της άνοιξης και εναλλάσσεται στην κυριαρχία με το υφάλμυρο Καλανοειδές *Calanipeda aquaedulcis*. Η απόλυτη κυριαρχία ενός είδους εποχιακά και η διαδοχή του από άλλο αποτελεί μεγάλη πρόκληση για τη διερεύνηση της αναπαραγωγικής στρατηγικής τους, κάτι το οποίο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την κατανόηση των λιμνοθαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών μας για ένα πλήρες έτος σε επιλεγμένες λιμνοθάλασσες της Ηπείρου που ανήκουν σε δύο κύρια εκβολικά συστήματα, αυτά του Καλαμά (Ιόνιο Πέλαγος) και του Λούρου (Αμβρακικός), ανέδειξαν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ τους. Οι λιμνοθάλασσες του Καλαμά παρουσιάζουν μεγαλύτερο αριθμό ομάδων (έως και διπλάσιο) καθώς και ειδών και ποικιλότητας Κοπηπόδων, ενώ οι συνολικές αφθονίες είναι πολύ υψηλότερες στις λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού, εκ των οποίων υψηλότερες στην Ροδιά.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Boxshall G. & S.H. Halsey, 2004. *An Introduction to Copepod Diversity*. London: The Ray Society Series, p.966.
- Carli, A. & P. Crisafi, 1983. *Copepodi lagunari. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane, 11*. Genova: Consiglio nazionale delle ricerche, p.124.
- Dounas C., Koutsoubas D., Arvanitidis C., Petihakis G., Drummond L. & A. Eleftheriou, 1998. Biodiversity in the Mediterranean Lagoons and the Impact of the Anthropogenic Activities: The case of Gialova lagoon, SW Greece. *Oebalia*, 24: 81-96.
- Guelorget O. & J.P. Perthuisot, 1992. Paralic ecosystems. Biological organization and functioning. *Vie et Milieu*, 42: 215 -251.
- Kormas K.A., Nicolaidou A., & S. Reizopoulou, 2001. Temporal variations of nutrients, chlorophyll a and particulate matter in three coastal lagoons of Amvrakikos Gulf (Ionian Sea, Greece). *P. S. Z. N.: Marine Ecology*, 22(3): 201-213.
- McAleece N., Lamshead P.J.D., Paterson G.L.J. & J.D. Gage, 1997. BioDiversity Professional [Beta version]. London: Natural History Museum, and Oban: Scottish Association for Marine Sciences.
- Ράμφορ Α., Φραγκοπούλου Ν., Κουτσικόπουλος Κ., & Ι. Λυκάκης, 2000. Το ζωοπλαγκτόν στη λιμνοθάλασσα του Πάπα (Άραξος/Αχαΐα). *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι*, σελ. 69-72.
- Postel L., Fock H., & W. Hagen, 2000. Biomass and abundance. In: Harris R., Wiebe P., Lenz J., Skjoldal H.R., & M. Huntley, (eds) *ICES Zooplankton methodology manual*. London: Academic Press, pp.85–192.
- Rose M., 1970. *Faune de France, 26: Copépodes pélagiques*. Liechtenstein: Kraus reprint, p.374.
- Siokou-Frangou I., 1986. Contribution a l'étude du zooplankton de la lagune de Messologhi. *Thalassographica*, 9: 29-38.
- Sylaios G., & V. Theocharis, 2002. Hydrology and nutrient enrichment at two coastal lagoon systems in northern Greece. *Water Resources Management*, 16: 171-19.
- Τζιαβός Χ., Μπαλόπουλος Ε., Παπαγεωργίου Ε., Παπαδοπουλος Β., Χαραλαμπίδης Α., 1989. *Ωκεανογραφική μελέτη του Αμβρακικού Κόλπου: Φυσική Ωκεανογραφία. Τεχνική έκθεση, Τόμος 2*. Αθήνα: Εθνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών, σελ.120.