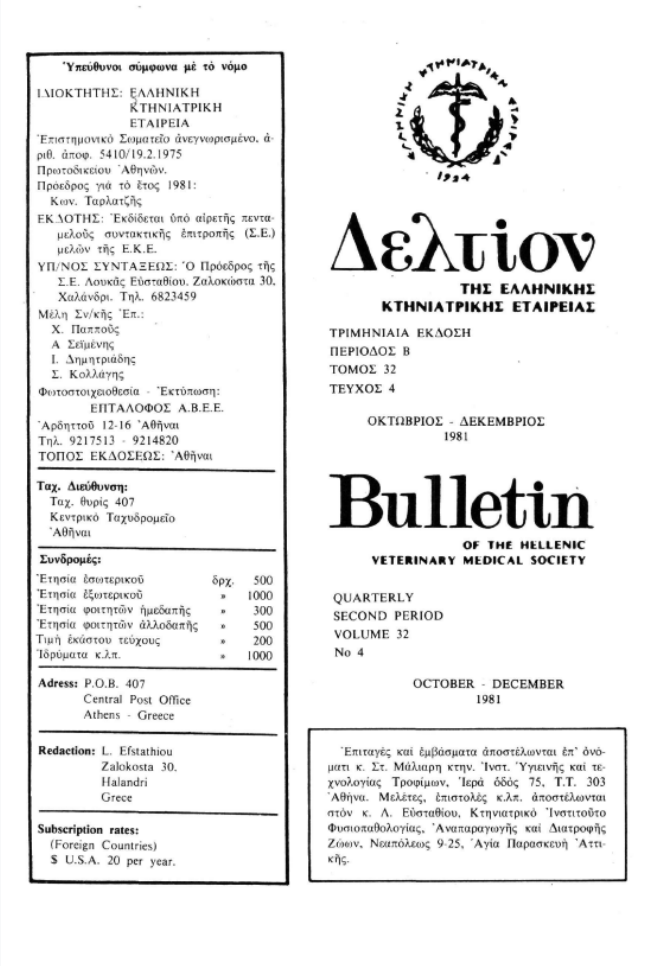
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 32, No 4 (1981)



'Υπεύθυνοι σύμφωνα μὲ τὸ νόμο

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ: ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ
'Επιστημονικὸ Σωματεῖο ἀνεγνωρισμένο, ἀριθ. ἀποφ. 5410/19.2.1975 Πρωτοδικείου 'Αθηνῶν.
Πρόεδρος γιὰ τὸ ἔτος 1981: Κων. Ταρλατζῆς
ΕΚΔΟΤΗΣ: 'Εκδίδεται ὑπὸ αἱρετῆς πενταμελοῦς συντακτικῆς ἐπιτροπῆς (Σ.Ε.) μελῶν τῆς Ε.Κ.Ε.
ΥΠ/ΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ: 'Ο Πρόεδρος τῆς Σ.Ε. Λουκᾶς Εὐσταθίου, Ζαλοκώστα 30, Χαλάνδρι. Τηλ. 6823459
Μέλη Συν/κῆς 'Επ.:
Χ. Παππούς
Α. Σεϊμένης
Ι. Δημητριάδης
Σ. Κολλάγης
Φωτοστοιχειοθεσία - 'Εκτύπωση: ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ Α.Β.Ε.Ε.
'Αρδηττοῦ 12-16 'Αθῆναι
Τηλ. 9217513 - 9214820
ΤΟΠΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ: 'Αθῆναι

Ταχ. Διεύθυνση:
Ταχ. θυρίς 407
Κεντρικὸ Ταχυδρομεῖο
'Αθῆναι

Συνδρομές:

'Ετησία ἐσωτερικοῦ	δρχ.	500
'Ετησία ἐξωτερικοῦ	»	1000
'Ετησία φοιτητῶν ἡμεδαπῆς	»	300
'Ετησία φοιτητῶν ἀλλοδαπῆς	»	500
Τιμὴ ἑκάστου τεύχους	»	200
Ἰδρύματα κ.λπ.	»	1000

Adress: P.O.B. 407
Central Post Office
Athens - Greece

Redaction: L. Efstathiou
Zalokosta 30.
Halandri
Grece

Subscription rates:
(Foreign Countries)
$ U.S.A. 20 per year.

Δελτίον
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ Β
ΤΟΜΟΣ 32
ΤΕΥΧΟΣ 4

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1981

Bulletin
OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY

QUARTERLY
SECOND PERIOD
VOLUME 32
No 4

OCTOBER - DECEMBER 1981

'Επιταγὲς καὶ ἐμβάσματα ἀποστέλλονται ἐπ' ὀνόματι κ. Στ. Μάλλαρη κτην. 'Ινστ. 'Υγιεινῆς καὶ τεχνολογίας Τροφίμων, 'Ιερὰ ὁδὸς 75, Τ.Τ. 303 'Αθῆνα. Μελέτες, ἐπιστολὲς κ.λπ. ἀποστέλλονται στὸν κ. Λ. Εὐσταθίου, Κτηνιατρικὸ 'Ινστιτοῦτο Φυσιοπαθολογίας, 'Αναπαραγωγῆς καὶ Διατροφῆς Ζώων, Νεαπόλεως 9-25, 'Αγία Παρασκευὴ 'Αττικῆς.

Προβλήματα παραγωγικότητας και υγιεινής πού προκύπτουν άπό τή ρύπανση τών υδατίνων οικοσυστημάτων

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ

doi: 10.12681/jhvms.21515

Copyright © 2019, ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.

To cite this article:

ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ Σ. Δ. (2019). Προβλήματα παραγωγικότητας και υγιεινής πού προκύπτουν άπό τή ρύπανση τών υδατίνων οικοσυστημάτων. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *32*(4), 349–365. https://doi.org/10.12681/jhvms.21515

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 13/08/2025 07:38:30

ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΜΑΤΑ

MISCELLANEOUS

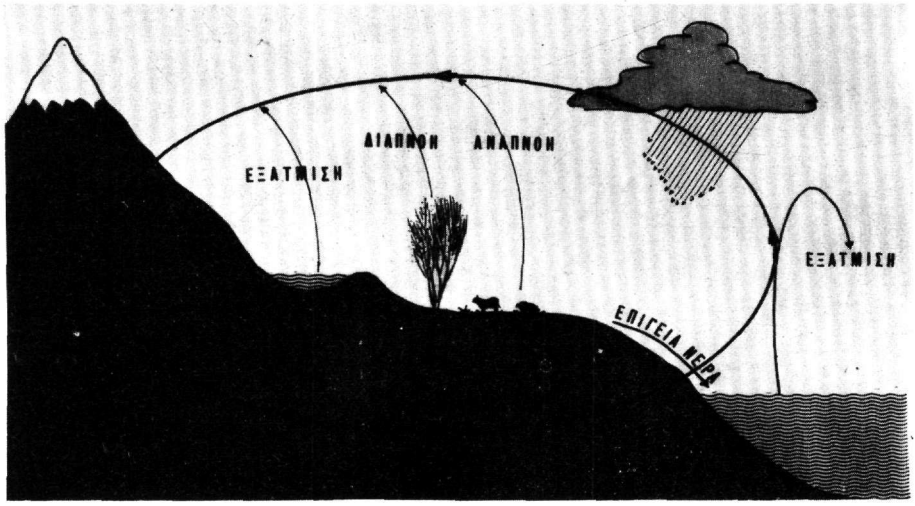
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τὸ νερὸ ἀναμφισβήτητα εἶναι ἕνα ἀπὸ τὰ πιὸ πολύτιμα ἀγαθὰ γιὰ τὸν ἄνθρωπο καὶ βρίσκεται στὴ Γῆ εἴτε στοὺς ὠκεανοὺς καὶ στὶς θάλασσες (ἁλμυρὰ νερά), εἴτε στὰ ποτάμια, στὶς λίμνες καὶ στὶς ὑπόγειες δεξαμενές (γλυκὰ νερά), εἴτε στὴν ἀτμόσφαιρα ὡς ὑδρατμοί, εἴτε τέλος, στοὺς πάγους τῶν πόλων. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ τὰ προβλήματα ποὺ ἀφοροῦσαν τὴν ποιότητα τοῦ νεροῦ καὶ τὴν παραγωγικότητα τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων ἦταν πάντοτε προβλήματα ζωτικὰ γιὰ τὸν ἄνθρωπο.

Τὸ ὑδάτινο περιβαλλοντικὸ σύστημα λειτουργεῖ διὰ μέσου τοῦ φυσικοῦ ὑδρολογικοῦ κύκλου, ποὺ περιγράφει τὸν τρόπο μεταφορᾶς τοῦ νεροῦ ἀπὸ τὰ σύννεφα στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς καὶ τὴν ἐπαναφορά του στὴν ἀτμόσφαιρα μὲ τὴν ἐξάτμιση τῶν ἐπιφανειακῶν ὑδάτων καὶ τὴ διαπνοὴ τῶν φυτῶν (Σχ. 1).



Σχ. 1. Ὑδρολογικὸς κύκλος.

* Ἐντ. Ὑφηγητὴς Κτηνιατρικῆς

Τὸ νερὸ ἀποτελεῖ τὸ μέσο μὲ τὸ ὁποῖο τὰ θρεπτικὰ συστατικὰ τοῦ ἐδάφους εἰσάγονται στοὺς αὐτότροφους ὀργανισμούς (φυτά) καὶ εἶναι ἀπαραίτητο συστατικὸ τῶν ἱστῶν τῶν ζωντανῶν ὀργανισμῶν. Ἂν καὶ τὸ νερὸ παίρνει μέρος σ' ὅλες τὶς βιοχημικὲς ἀντιδράσεις καὶ μολονότι ἀποτελεῖ, κατὰ μ.ὅ. τὸ 71% τοῦ βάρους τῶν ζωντανῶν ὀργανισμῶν, ἐν τούτοις ἀπὸ τὸ νερὸ ποὺ ὑπάρχει στὴ Γῆ, μιὰ σχετικὰ μικρὴ ποσότητα ἀπ' αὐτὸ εἶναι δεσμευμένο στὴν ὀργανικὴ ὕλη. Ἡ μεγαλύτερη ποσότητα τοῦ νεροῦ τῆς Γῆς, σὲ ποσοστὸ 95% εἶναι δεσμευμένη στὰ πετρώματα καὶ ἑπομένως δὲ συμμετέχει στὸν ὑδρολογικὸ κύκλο. Ἀπὸ τὸ ὑπόλοιπο νερὸ ποὺ βρίσκεται στὴ βιόσφαιρα (ὑπολογίζεται σὲ 395 X 10^{15} γαλλόνια), τὸ 97,3% ἀποτελεῖ τοὺς ὠκεανοὺς καὶ τὶς θάλασσες (ἁλμυρὰ νερά), τὸ 2,1% τοὺς πολικοὺς πάγους καὶ μόλις τὸ 0,6% ἀπαρτίζει τὰ γλυκὰ νερά. Οἱ ποσότητες αὐτὲς τοῦ γλυκοῦ νεροῦ τῶν ἀρτεσιανῶν, τῶν ποταμῶν καὶ λιμνῶν ξοδεύονται στὴ γεωργία, στὴ βιομηχανία, στὶς πόλεις γιὰ τὸν καθαρισμὸ τῶν οἰκιακῶν καὶ ἐμπορικῶν ἀποβλήτων καὶ στὴν ὕδρευση. Γενικότερα εἶναι ἡ ποσότητα τοῦ νεροῦ ποὺ καταναλώνεται στὴν παραγωγικὴ διαδικασία (Sutton and Harmon, 1973, Κιλικίδης, 1979).

Τὸ νερὸ στὸν πλανήτη μας εἶναι συγκεντρωμένο σὲ μικρὲς ἢ μεγάλες ὑδάτινες συλλογές, ὅπως εἶναι οἱ θάλασσες καὶ οἱ ὠκεανοί, τὰ ποτάμια, οἱ λίμνες, τὰ τέλματα καὶ τὰ ἕλη. Οἱ συγκεντρώσεις αὐτὲς τῶν ὑδάτων δὲν ἀποτελοῦν ἁπλὲς συλλογὲς νεροῦ, ἀλλὰ συνιστοῦν οἰκολογικὰ συστήματα, ὅπου ὑπάρχουν ἀλληλεξαρτήσεις καὶ ἀλληλεπιδράσεις μεταξὺ τῶν ὑδρόβιων ὀργανισμῶν καὶ τοῦ περιβάλλοντός του. Ὅπως κάθε οἰκολογικὸ σύστημα ἔτσι καὶ τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα εἶναι δυναμικὰ συστήματα, γιατὶ χαρακτηρίζονται ἀπὸ μιὰ συνεχὴ μεταβολὴ τῶν ποιοτικῶν καὶ ποσοτικῶν χαρακτηριστικῶν τους, καθορίζοντας ἔτσι μιὰ δυναμικὴ ἰσορροπία στὸ οἰκοσύστημα. Ἡ ἐξασφάλιση τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς ἀποτελεῖ ἀπαραίτητη προϋπόθεση γιὰ τὴν παραγωγικότητα τῶν οἰκοσυστημάτων.

Μολονότι τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα (θαλάσσια καὶ ἐσωτερικῶν ὑδάτων) καλύπτουν τὸ 70% τῆς ἐπιφάνειας τῆς Γῆς, ἐντούτοις ἡ παραγωγή τους εἶναι μικρότερη ἀπὸ ἐκείνη τῶν χερσαίων οἰκοσυστημάτων, ἐξαιτίας τῆς μικρῆς παραγωγικότητάς τους. Ὑπολογίζεται ὅτι ἡ ἐτήσια παραγωγὴ τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων εἶναι 43,6 X 10^{16} Kcal, ἐνῶ τῶν χερσαίων φθάνει τὶς 57,4 X 10^{16} Kcal. Παρ' ὅλα αὐτὰ ὅμως ἡ παραγωγὴ τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων εἶναι σημαντικὴ καὶ καλύπτει σὲ μεγάλο βαθμὸ τὸ ἔλλειμμα τροφῆς ποὺ ὑπάρχει στὸν Κόσμο. Ἡ παραγωγικότητα τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων λοιπόν, εἶναι μικρὴ καὶ κυμαίνεται ἀπὸ 1.000 μέχρι 2.000 Kcal/m^2/yr. Ὡστόσο ὅμως ὑπάρχουν καὶ οἰκοσυστήματα, ὅπως εἶναι οἱ εὔτροφες λίμνες, τὸ δέλτα τῶν ποταμῶν, οἱ παράκτιες θαλάσσιες περιοχὲς κλπ., ὅπου ἡ παραγωγικότητά τους εἶναι ἴση μὲ ἐκείνη τῶν «ὑψηλῆς» παραγωγικότητας χερσαίων οἰκοσυστημάτων καὶ ὑπερβαίνει τὶς 20.000 Kcal/m^2/yr (Odum, 1971, Kormondy, 1976). Τονίζεται ὅμως ὅτι ἡ παραγωγικότητα τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων δὲν εἶναι ἀνεξάρτητη ἀπὸ τὴν ἐπίδραση τῶν παραγόντων τοῦ περιβάλλοντος.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ἂν καὶ στὸ καθένα ἀπὸ τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα ἐπικρατοῦν διαφορετικὲς συνθῆκες, ποὺ ἐπηρεάζουν τὴν παραγωγικότητά τους, ὑπάρχουν ὅμως ὁρισμένοι παράγοντες ποὺ παίζουν καθοριστικὸ ρόλο στὴν παραγωγικότητα τῶν οἰκοσυστημάτων, ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὴν κατηγορία στὴν ὁποία ἀνήκουν αὐτά. Ἄλλοι ἀπὸ τοὺς παράγοντες αὐτοὺς ἐπηρεάζουν θετικὰ τὴν παραγωγικότητα τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων καὶ ἄλλοι ἐπιδροῦν δυσμενῶς στὴν παραγωγική τους διαδικασία. Οἱ κυριότεροι ἀπὸ τοὺς παράγοντες αὐτοὺς εἶναι οἱ παρακάτω:

Ἡ παροχὴ θρεπτικῶν ὑλικῶν: Ὅλοι οἱ ζωντανοὶ ὀργανισμοὶ γιὰ νὰ ἐπιβιώσουν ἔχουν ἀνάγκη ἀπὸ θρεπτικὰ ὑλικά, ὅπως εἶναι ὁ ἄνθρακας (C), τὸ ἄ-

ζωτο (N), ὁ φωσφόρος (P), τὸ κάλιο (K), τὰ νάτριο (Na) κτλ. Οἱ ἀνάγκες ὅμως τῶν αὐτότροφων (φυτικῶν) καὶ ἑτερότροφων (ζωικῶν) ὀργανισμῶν εἶναι διαφορετικὲς ὡς πρὸς τὴν ποσότητα καὶ τὴ μορφὴ τῶν θρεπτικῶν αὐτῶν ὑλικῶν. Ἡ αὐξημένη παροχὴ τέτοιων θρεπτικῶν ὑλικῶν στὸ ὑδάτινο οἰκοσύστημα προκαλεῖ γενικὰ αὔξηση τῶν αὐτότροφων καὶ ἑτερότροφων ὀργανισμῶν, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν αὔξηση τῆς παραγωγικότητας τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων. Ἡ ὑψηλὴ παραγωγικότητα στὰ δέλτα τῶν ποταμῶν ὀφείλεται κυρίως στὴν αὐξημένη παροχὴ θρεπτικῶν ὑλικῶν στὰ οἰκοσυστήματα αὐτά.

Τὸ φῶς: Τὸ φῶς ἀποτελεῖ τὸν πιὸ βασικὸ θετικὸ παράγοντα γιὰ τὴν παραγωγικότητα τῶν φυτικῶν ὑδρόβιων ὀργανισμῶν, ἐπειδὴ αὐξάνει τὴν φωτοσυνθετική τους δραστηριότητα. Ἡ ποσότητα ὅμως τοῦ φωτὸς ποὺ παρέχεται στὸ ὑδάτινο οἰκοσύστημα καὶ ἡ διείσδυσή του στὸ νερὸ ἐξαρτιέται ἀπὸ τὸ γεωγραφικὸ πλάτος ποὺ βρίσκεται τὸ οἰκοσύστημα καὶ ἀπὸ τὴ διαύγεια τοῦ νεροῦ, ἐπηρεάζοντας ἔτσι τὴν παραγωγικότητα τῶν οἰκοσυστημάτων.

Τὸ πλαγκτό: Τὸ πλαγκτὸ ἀπαρτίζεται ἀπὸ μικροσκοπικοὺς φυτικοὺς ὀργανισμοὺς (φυτοπλαγκτό) ἢ ζωικοὺς (ζωοπλαγκτό), ποὺ ἀποτελοῦν τὶς πρῶτες τροφικὲς βαθμίδες τῆς ὑδάτινης τροφικῆς ἁλυσίδας. Ἡ ἰσόρροπη ἀνάπτυξη μεταξὺ φυτο- καὶ ζωοπλαγκτοῦ ἀποτελεῖ προϋπόθεση γιὰ τὴν ὑψηλὴ παραγωγικότητα τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων. Ἀντίθετα ἡ ὑπέρμετρη ἀνάπτυξη τοῦ φυτοπλαγκτοῦ σὲ σχέση μὲ τὸ ζωοπλαγκτὸ δημιουργεῖ τὸ πρόβλημα τοῦ **Ὑπερευτροφισμοῦ** μὲ ἐπιπτώσεις στὴν ὑδάτινη κοινότητα. Παράγοντες ποὺ ρυθμίζουν τὴν ἀνάπτυξη τοῦ φυτοπλαγκτοῦ εἶναι τὰ θρεπτικὰ συστατικά, τὸ φῶς, ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ ἐποχὴ τοῦ ἔτους.

Τὸ ὀξυγόνο καὶ ἡ θερμοκρασία: Γιὰ τὴν ὕπαρξη ἰσορροπίας στὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα καὶ γιὰ τὴ διατήρηση τῆς λειτουργικότητας τῶν τροφικῶν ἁλυσίδων, εἶναι ἀναγκαῖο, στὰ οἰκοσυστήματα αὐτὰ νὰ ὑπάρχει ἡ ἀπαραίτητη ποσότητα ὀξυγόνου διαλυμένου στὴν ὑδάτινη μάζα. Πρέπει νὰ λεχθεῖ ὅτι τὸ ὀξυγόνο διαλύεται σὲ μικρὴ ποσότητα μέσα στὸ νερὸ καὶ ἡ συγκέντρωσή του ἐξαρτιέται ἀπὸ τὴ θερμοκρασία τοῦ ὑδάτινου περιβάλλοντος. Διαπιστώθηκε ὅτι ὅσο αὐξάνεται ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ τόσο μειώνεται ἡ συγκέντρωσή του σὲ ὀξυγόνο. Ἔτσι σὲ θερμοκρασία 0° C ἡ συγκέντρωση τοῦ ὀξυγόνου στὸ νερὸ εἶναι 14,6 mg/l καὶ σὲ θερμοκρασία 30°C γίνεται 7,6mg/l. Ἐκτὸς ὅμως ἀπὸ τὴ θερμοκρασία καὶ ἄλλοι παράγοντες ρυθμίζουν τὴ συγκέντρωση τοῦ ὀξυγόνου στὸ νερό. Στὶς ὀλιγότροφες λίμνες π.χ. ἡ συγκέντρωση τοῦ ὀξυγόνου στὸ νερὸ εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ ὅ,τι στὶς εὔτροφες ἢ στὶς λίμνες ποὺ ἔχουν ρυπανθεῖ. Τονίζεται ἀκόμη ὅτι τὸ ὀξυγόνο τῆς ὑδρόσφαιρας δὲν ξοδεύεται μόνο ἀπὸ τὰ ψάρια, ὅπου κάθε εἶδος ψαριῶν ἔχει ἰδιαίτερες ἀπαιτήσεις σὲ ὀξυγόνο, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ ἄλλους ὑδρόβιους ὀργανισμοὺς. Ἡ ἐπάρκεια ἑπομένως τοῦ ὑδάτινου οἰκοσυστήματος σὲ ὀξυγόνο εἶναι καθοριστικὴ γιὰ τὴ ζωὴ τῶν ψαριῶν καὶ τῶν ἄλλων ὑδρόβιων ὀργανισμῶν. Ἡ ἐπάρκεια ὅμως αὐτὴ ἐξαρτιέται ἀπὸ ὁρισμένους μηχανισμοὺς ποὺ λειτουργοῦν στὴν ὑδρόσφαιρα εἴτε διὰ μέσου βιολογικῶν εἴτε χημικῶν ἀντιδράσεων, ποὺ καταναλώνουν τὸ διαλυμένο στὸ νερὸ ὀξυγόνο. Τὸ ὀξυγόνο ποὺ ἀπαιτεῖται ἀπὸ τοὺς μικροορ-

γανισμοὺς γιὰ νὰ φέρουν σὲ πέρας τοὺς μηχανισμοὺς ἀποσυνθέσεως καὶ ἀξιοποιήσεως τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν, ποὺ εἶναι διαλυμένες στὸ νερό, χαρακτηρίζεται ὡς **Βιολογικῶς δεσμευόμενο ὀξυγόνο (B.O.D.),** ἐνῶ τὸ ὀξυγόνο ποὺ καταναλώνεται στοὺς χημικοὺς μηχανισμοὺς ὀξειδώσεως χαρακτηρίζεται ὡς **Χημικῶς δεσμευόμενο ὀξυγόνο (C.O.D.).** Εἶναι φανερὸ λοιπὸν ὅτι, ὅταν ἕνα ὑδάτινο οἰκοσύστημα ἔχει ρυπανθεῖ μὲ ὀργανικὲς οὐσίες ἢ ἄλλες εὐοξείδωτες οὐσίες, τότε θὰ ἔχει ὑψηλὴ τιμὴ BOD ἢ COD καὶ τὸ ὀξυγόνο τῆς ὑδρόσφαιρας θὰ καταναλωθεῖ εἴτε στὴ δραστηριότητα τῶν μικροοργανισμῶν εἴτε στὴν ὀξείδωση τῶν οὐσιῶν καὶ δὲ θὰ ἐπαρκεῖ γιὰ τοὺς παραγωγικοὺς ὀργανισμούς, ὅπως εἶναι τὰ ἰχθυηρά.

Ρύπανση: Ἕνας ἀπὸ τοὺς παράγοντες ποὺ ἐπιδρᾶ ἀρνητικὰ ὄχι μόνο στὴν ποιότητα τοῦ νεροῦ, ὅπου τὸ καθιστᾶ ἀκατάλληλο γιὰ χρήση, ἀλλὰ καὶ στὴν παραγωγικότητα τῶν οἰκοσυστημάτων, εἶναι ἡ ρύπανση, ἡ ὁποία μπορεῖ νὰ χαρακτηριστεῖ σὰν μιὰ κατάσταση **«ὑπερβολῆς»**. Ἡ κατάσταση αὐτὴ δημιουργεῖται μὲ τὴν εἴσοδο φυσικῶν, χημικῶν ἢ βιολογικῶν παραγόντων στὸ ὑδάτινο οἰκοσύστημα καὶ ἔχει σὰν ἀποτέλεσμα τὴν ἀλλοίωση τῆς συστάσεως τοῦ νεροῦ, τὴ δημιουργία δυσμενοῦς περιβάλλοντος γιὰ τοὺς ὑδρόβιους ὀργανισμοὺς καὶ τὴ μείωση τῆς παραγωγικότητας τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων.

Τὰ νερὰ τῶν φυσικῶν οἰκοσυστημάτων δέχονται συνεχῶς διάφορες ποσότητες οὐσιῶν ξένων πρὸς τὴ σύστασή τους. Ὅταν οἱ οὐσίες ποὺ εἰσάγονται στὸ ὑδάτινο οἰκοσύστημα γίνουν ὑπερβολικὲς σὲ ποσότητα καὶ δὲν μποροῦν νὰ διευθετηθοῦν ἀπὸ τοὺς μηχανισμοὺς τοῦ οἰκοσυστήματος, τότε προκαλεῖται ρύπανση. Ἡ βιοκοινότητα στὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα εἶναι περισσότερο εὐπαθὴς στὴ ρύπανση ἀπὸ ὅ,τι ἡ κοινότητα τῶν χερσαίων οἰκοσυστημάτων γιὰ τοὺς παρακάτω λόγους:

α) Τὸ ὑδάτινο μέσο ποὺ περιέχει τὸν τοξικὸ παράγοντα περιβάλλει ὅλους τοὺς ὀργανισμοὺς καὶ τὸ βιότοπο, ἔτσι ὥστε νὰ αὐξάνεται χρονικὰ ἡ ἔκθεση ὁλόκληρου τοῦ οἰκοσυστήματος στὴν ἐπίδραση τοῦ τοξικοῦ παράγοντα.

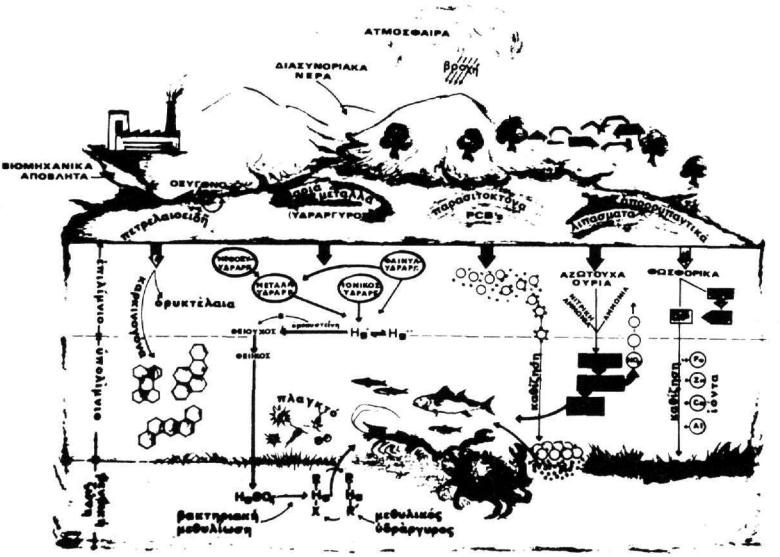
β) Ὑπάρχει δυνατότητα δεσμεύσεως τοῦ τοξικοῦ παράγοντα ἀπὸ τὰ φύκη, ποὺ ἀποτελοῦν συνήθως τὴν πρώτη βαθμίδα τῆς ὑδάτινης τροφικῆς ἁλυσίδας.

γ) Τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα ἔχουν μακρύτερες τροφικὲς ἁλυσίδες μὲ συνέπεια τὴ βιομεγέθυνση τῶν τοξικῶν παραγόντων καὶ

δ) Ἡ ὑδρόσφαιρα ἀποτελεῖ τὸν τελικὸ ἀποδέκτη γιὰ τὸ σύνολο σχεδὸν τῶν τοξικῶν οὐσιῶν τοῦ περιβάλλοντος καὶ τῶν ὁποίων οἱ ἐπιπτώσεις πάνω στοὺς ὑδρόβιους ὀργανισμούς, τὶς περισσότερες φορές, εἶναι δραματικές (Κιλικίδης, 1979).

Στὴν ποικιλία τῶν ρυπαντῶν τῆς ὑδρόσφαιρας καὶ γενικότερα τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος περιλαμβάνονται δεκάδες ὀργανικῶν καὶ ἀνόργανων οὐσιῶν, ποὺ μποροῦν νὰ ταξινομηθοῦν σὲ τρεῖς μεγάλες κατηγορίες: Στοὺς βιολογικοὺς ρυπαντές (μικρόβια, ἰοὶ κτλ.), στοὺς χημικοὺς ρυπαντές (παρασιτοκτόνα βαριὰ μέταλλα, πετρέλαιο, τοξικὰ ἀέρια κτλ.) καὶ στοὺς φυσικοὺς ρυπαντὲς (θερμότητα, ραδιενέργεια κτλ.). Ἰδιαίτερη σημασία γιὰ τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα ἔχουν οἱ ρυπαντὲς ποὺ ἀνήκουν στὰ λιπάσματα (φωσφορικά, νι-

τρικά, θειικά), στὰ φυτοφάρμακα (ὀργανοχλωριωμένα κτλ. παρασιτοκτόνα), στὰ βαριὰ μέταλλα, στὰ ἀπορρυπαντικά, στὶς διάφορες ὀργανικὲς ἑνώσεις, ὅπως εἶναι τὸ πετρέλαιο, οἱ φαινόλες, τὰ πολυχλωριωμένα διφαινύλια, οἱ πολυκυκλικοὶ ἀρωματικοὶ ὑδρογονάνθρακες κτλ. (Σχ. 2).



Σχ. 2. Ρύπανση τῶν ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων μὲ χημικοὺς ρυπαντές.

Τὰ κύρια προβλήματα ποὺ δημιουργοῦνται στὴν ὑδρόσφαιρα καὶ ἰδιαίτερα στὰ οἰκοσυστήματα τῶν λιμνῶν ἐξαιτίας τῆς ρυπάνσεως εἶναι τὰ ἀκόλουθα:

α) Ἡ ἀκαταλληλότητα τοῦ νεροῦ γιὰ ὕδρευση, ἄρδευση, ἀναψυχὴ καὶ ἰχθυοκαλλιέργεια ἐξαιτίας τῆς παρουσίας τοξικῶν παραγόντων στὸ ὑδάτινο οἰκοσύστημα.

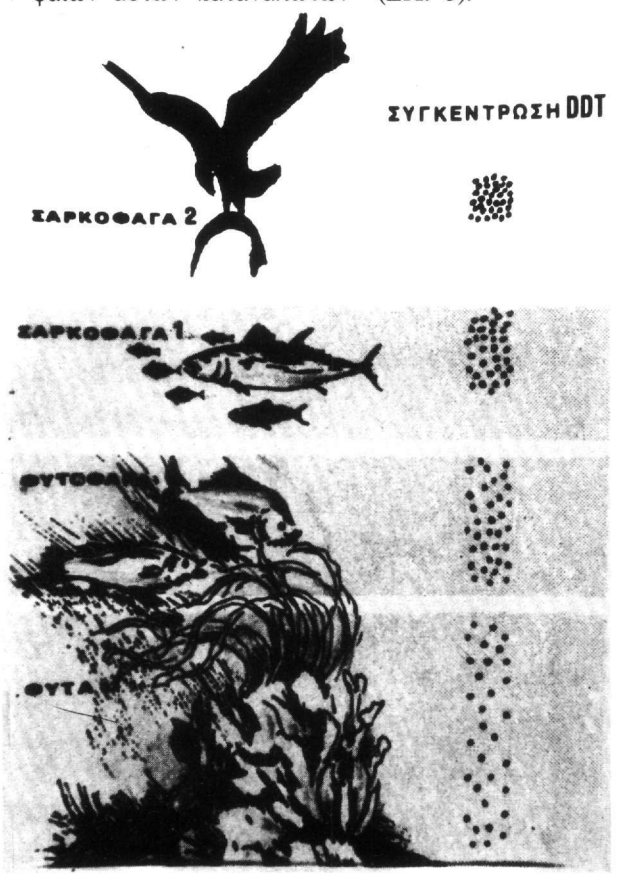
β) Ἡ βιοσυγκέντρωση καὶ βιομεγέθυνση τῶν τοξικῶν οὐσιῶν τοῦ ὑδάτινου περιβάλλοντος στοὺς ὑδρόβιους ὀργανισμοὺς διὰ μέσου τῶν τροφικῶν ἁλυσίδων καὶ

γ) Ὁ ὑπερτροφισμός, ἡ ὑπερβολικὴ δηλαδὴ αὔξηση τῶν φυκῶν τῶν ὑδατοσυλλογῶν μὲ ἀποτέλεσμα τὴ διατάραξη τῆς ἰσορροπίας τοῦ ὑδάτινου οἰκοσυστήματος (McCaull and Crossland, 1974).

Βιοσυγκέντρωση: Μὲ τὸν ὅρο «βιοσυγκέντρωση» γίνεται ἀναφορὰ στὸ μηχανισμὸ ἐκεῖνο, ὅπου οἱ ρυπαντὲς τοῦ περιβάλλοντος εἰσάγονται στὶς τροφικὲς ἁλυσίδες καὶ συγκεντρώνονται ἔτσι στοὺς ἱστοὺς τῶν ζωντανῶν ὀργανισμῶν.

Οἱ μικροποσότητες τῶν τοξικῶν οὐσιῶν ποὺ βρίσκονται στὴν ἀτμόσφαιρα, στὴ λιθόσφαιρα ἢ στὴν ὑδρόσφαιρα εἶναι συνήθως σὲ πολὺ χαμηλὰ ἐπίπεδα ὥστε νὰ μὴν προξενοῦν ὑπολογίσημη τοξικὴ δράση στοὺς ζωντανοὺς ὀρ-

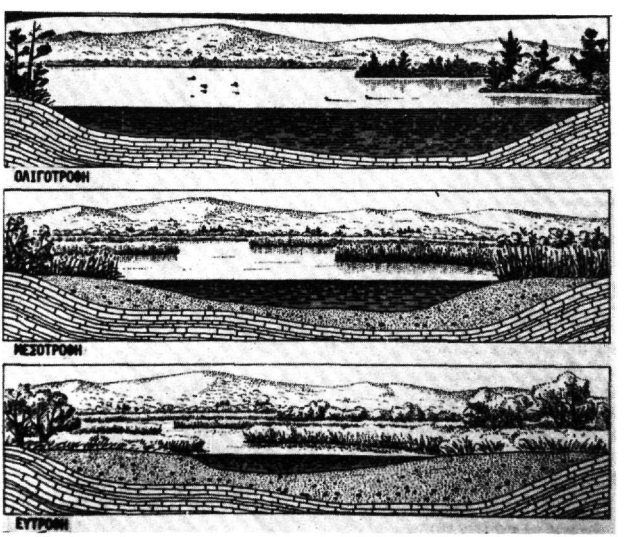
γανισμοὺς ποὺ ζοῦν μέσα στοὺς χώρους αὐτούς. Ὑπάρχουν ὅμως στὴ φύση ὁρισμένοι μηχανισμοὶ ποὺ ὑποβοηθοῦν τὴν αὔξηση τῶν μικροποσοτήτων μέσα στοὺς ζωντανοὺς ὀργανισμούς, σὲ τρόπο ὥστε τελικὰ νὰ προκαλοῦν τὴ δηλητηρίασή τους. Οἱ συσσωρευτικοὶ αὐτοὶ μηχανισμοὶ τῶν ὑπολειμμάτων τῶν τοξικῶν οὐσιῶν τοῦ περιβάλλοντος λειτουργοῦν μέσα ἀπὸ τὶς τροφικὲς ἁλυσίδες. Ἡ μετατροπὴ τῆς ἁπλῆς ὀργανικῆς ὕλης σὲ πολύπλοκη ὀργανικὴ μορφὴ γίνεται μέσα στοὺς ζωντανοὺς ὀργανισμοὺς μὲ διάφορες βιοχημικὲς διεργασίες. Μὲ τὴ μεταφορὰ ὅμως τῆς ἀνόργανης ὕλης ἀπὸ τὸ ἀβιοτικὸ περιβάλλον στοὺς ζωντανοὺς ὀργανισμούς, παραλαμβάνονται συγχρόνως καὶ οἱ τοξικὲς οὐσίες τοῦ περιβάλλοντος καὶ μεταφέρονται ἀρχικὰ στὶς πρῶτες βαθμίδες τῆς ζωῆς, στὰ φυτὰ καὶ στὸ φυτοπλαγκτὸ καὶ στὴ συνέχεια στὶς περισσότερο σύνθετες βαθμίδες, στὰ ζῶα. Παράλληλα λοιπὸν μὲ τὴ μεταφορὰ τῆς ὕλης καὶ τῆς ἐνέργειας γίνεται καὶ ἡ μετακίνηση τῶν τοξικῶν οὐσιῶν ἀπὸ τὸ ἀβιοτικὸ περιβάλλον στὴ βιοκοινότητα. Τελικὰ οἱ τοξικὲς αὐτὲς οὐσίες συγκεντρώνονται στὴν κορυφὴ τῶν τροφικῶν ἁλυσίδων, ὅπου βρίσκονται τὰ ἁρπακτικὰ ζῶα καὶ ὁ ἄνθρωπος, καὶ γίνονται ἐπικίνδυνες γιὰ τὴ ζωὴ τῶν κορυφαίων αὐτῶν καταναλωτῶν (ΣΧ. 3).



Σχ. 3. Βιοσυγκέντρωση τοξικῶν οὐσιῶν τοῦ περιβάλλοντος στοὺς ζωντανοὺς ὀργανισμούς.

Τὸ περιστατικὸ τῆς λίμνης Clear τῶν Η.Π.Α. ἀναφέρεται σὰν παράδειγμα βιοαθροιστικῶν φαινομένων τῶν τοξικῶν οὐσιῶν τοῦ περιβάλλοντος. Στὴν περίπτωση αὐτὴ ἡ τοξικὴ οὐσία ἦταν τὸ TDE. Ἔτσι ἐνῶ ἡ συγκέντρωση τῆς οὐσίας αὐτῆς στὸ νερὸ τῆς λίμνης ἦταν μόλις 0,01 ppm, ἡ συγκέντρωσή της στὰ φυτὰ (1° τροφικὸ ἐπίπεδο), ἔφθασε στὸ 1ppm, στὰ φυτοφάγα ζῶα (2° τροφικὸ ἐπίπεδο) στὰ 5ppm καὶ στὰ σαρκοφάγα ἀρπακτικὰ ζῶα (4° τροφικὸ ἐπίπεδο) ἀνῆλθε στὰ 1.500 ppm (Chanlett, 1973). Παρόμοια περιστατικὰ διαπιστώθηκαν στὸ Πόρτο Κουφὸ Χαλκιδικῆς καὶ στὸ Θερμαϊκὸ κόλπο, ὅπου ἡ συγκέντρωση τοῦ DDT στὸ νερὸ ἦταν κατὰ ἑκατοντάδες φορὲς μικρότερη ἀπὸ ὅ,τι στοὺς ὑδρόβιους ὀργανισμούς. (Τὰ περιστατικὰ αὐτὰ ἀναφέρονται σὲ ἑπόμενο κεφάλαιο).

Ὑπερευτροφισμός: Τὸ φαινόμενο τοῦ ὑπερευτροφισμοῦ, ποὺ ἐμφανίζεται ἰδιαίτερα στὶς λίμνες, παριστάνει στὴν πραγματικότητα μιὰ ἐντατικοποίηση στὴ φυσιολογικὴ πορεία τῆς «ζωῆς» μιᾶς ὑδατοσυλλογῆς. Αὐτὴ μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου μετατρέπεται ἀπὸ ὀλιγότροφη σὲ μεσότροφη καὶ τέλος σὲ εὔτροφη. Ἡ χρονικὴ ὅμως περίοδος ποὺ μεσολαβεῖ γιὰ τὴ μετατροπὴ μιᾶς ὀλιγότροφης ὑδατοσυλλογῆς σὲ εὔτροφη, εἶναι πολὺ μεγάλη καὶ ἀνήκει σὲ «ἱστορικό» ἢ ἀκόμη καὶ σὲ «γεωλογικό» χρόνο. Στὴν περίπτωση ὅμως αὐτὴ ὁ εὐτροφισμὸς μιᾶς «γηρασμένης» λίμνης δὲν ἀποτελεῖ πρόβλημα. Τὸ πρόβλημα τίθεται ἀπὸ τὴ στιγμὴ ποὺ μιὰ ὀλιγότροφη λίμνη μετατρέπεται σὲ εὔτροφη μέσα σὲ σύντομο χρονικὸ διάστημα (Σχ. 4).



Σχ. 4. Διαδοχικὴ μετατροπὴ μιᾶς ὀλιγότροφης λίμνης σὲ εὔτροφη.

Τὸ φαινόμενο τοῦ ὑπερευτροφισμοῦ λοιπόν, παρατηρεῖται ὕστερα ἀπὸ τὴ συσσώρευση θρεπτικῶν ὑλικῶν (φωσφορικῶν, νιτρικῶν κτλ) στὸ ὑδάτινο οἰκοσύστημα μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ὑπέρμετρη ἀνάπτυξη, κυρίως, κατώτερων φυτικῶν ὀργανισμῶν (φυκῶν). Οἱ λίμνες ἑπομένως ποὺ ὑφίστανται ρύπανση μὲ γεωργικὰ ἀπόβλητα (λιπάσματα) ἢ οἰκιακὰ λύματα (ἀπορρυπαντικά), γίνονται σὲ σύντομο χρονικὸ διάστημα ὑπερεύτροφες (Σχ. 5).

Εἰκ. 5. Ὑπερεύτροφη λίμνη (λίμνη Μητρικοῦ Θράκης).

Μὲ τὸν ὑπερευτροφισμὸ καὶ τὴν ὑπέρμετρη ἀνάπτυξη τῶν φυκῶν (κυανοφυκῶν), τὸ φαινόμενο εἶναι γνωστὸ ὡς «ἄνθηση τοῦ ὕδατος», ἐπέρχεται ἀνατροπὴ στὶς ὑδάτινες τροφικὲς σχέσεις. Τὸ φυτοφάγο ζωοπλαγκτὸ δὲν ἐπαρκεῖ γιὰ νὰ καταναλώσει τὶς τεράστιες μᾶζες τῶν φυτικῶν μικροοργανισμῶν ποὺ συγκεντρώνονται τελικὰ στὸν πυθμένα καὶ ἀποσυνθέτονται. Ἡ ἀποσύνθεση ὅμως αὐτὴ τῆς ὀργανικῆς ὕλης μπορεῖ νὰ γίνει μὲ ἀερόβιες συνθῆκες, ἐφόσον ὑπάρχει ἐπάρκεια ὀξυγόνου ἢ μὲ ἀναερόβιες, ὅταν ὑπάρχει ἔλλειψη ὀξυγόνου. Καὶ στὴν περίπτωση ὅμως ἀκόμη ποὺ ὑπάρχει ἐπάρκεια ὀξυγόνου, εὔκολα δημιουργοῦνται ἀναερόβιες συνθῆκες σὲ μιὰ ὑπερεύτροφη λίμνη, ἐπειδὴ τὸ ὀξυγόνο τοῦ νεροῦ καταναλώνεται τόσο στὴ βιολογικὴ δραστηριότητα τῶν μικροοργανισμῶν ὅσο καὶ στὶς ὀξειδωτικὲς διεργασίες τῆς νεκρῆς ὀργανικῆς ὕλης. Ἀποτέλεσμα τῶν συνθηκῶν ἀναεροβιώσεως εἶναι ἀπὸ τὴ μιὰ πλευρὰ νὰ δημιουργεῖται ἔλλειψη ὀξυγόνου γιὰ τοὺς ἀνώτερους ὑδρόβιους ὀργανισμούς (ψάρια) καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλη νὰ παράγονται τοξικὰ προϊόντα ἀπὸ τὴν ἀποσύνθε-

ση τῆς ὀργανικῆς ὕλης στὶς ἀναερόβιες αὐτὲς συνθῆκες, ὅπως εἶναι τὸ ὑδρόθειο, ἡ ἀμμωνία κτλ. (Cushing and Walsh, 1976).

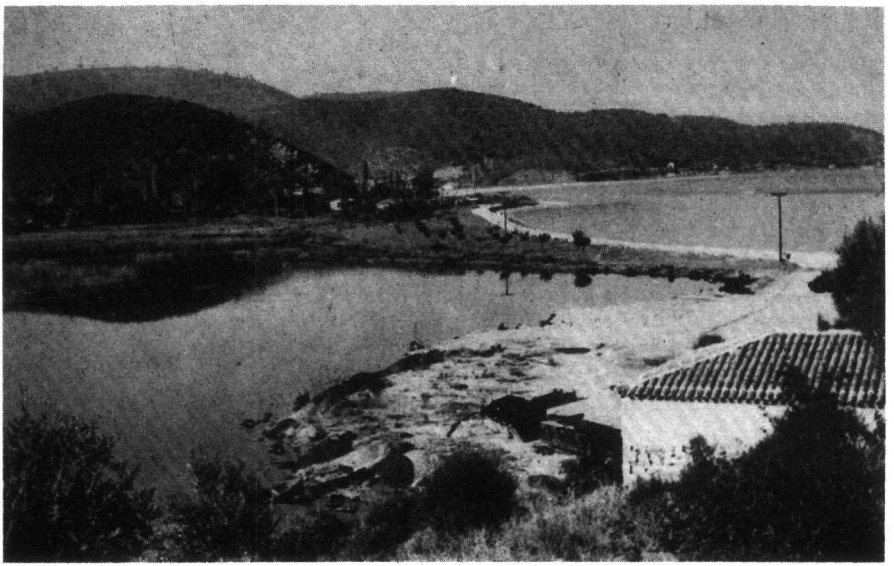
ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

Ὅπως ἀναφέρθηκε παραπάνω, τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα ἀποτελοῦν βιοδυναμικὰ συστήματα, στὰ ὁποῖα ἡ ἔμβια καὶ ἡ ἀβιωτικὴ ὕλη βρίσκονται σὲ ἀέναη κατάσταση ἀλληλεξαρτήσεως καὶ ἀλληλεπιδράσεως, ἐνῶ ἡ λειτουργική τους ἰσορροπία ἐξαρτιέται ἀπὸ δύο θεμελιώδεις βιοχημικὲς καὶ φυσικοχημικὲς διεργασίες τῆς φύσης: Τὴ Φωτοσύνθεση καὶ τὴν Ἀποσύνθεση. Ἡ ἰσορροπία ὅμως αὐτὴ ἔχει διαταραχτεῖ τὰ τελευταῖα χρόνια ἀπὸ τὴ ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος μὲ βιομηχανικά, γεωργικὰ καὶ ἀστικὰ ἀπόβλητα, ποὺ προέρχονται ἀπὸ τὴν ἀλόγιστη καὶ ἀνεξέλεγκτη δραστηριότητα τῆς καταναλωτικῆς κοινωνίας καὶ τεχνολογικῆς προόδου τῆς ἐποχῆς μας. Τὶς πιὸ σοβαρὲς συνέπειες τῆς ρυπάνσεως αὐτῆς φαίνεται ὅτι τὶς ἔχουν ὑποστεῖ τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα μὲ ἄμεσο ἀντίκτυπο στὴν παραγωγικότητά τους.

Θὰ ἀναφερθοῦν στὴ συνέχεια περιστατικὰ ρυπάνσεως ὑδάτινων οἰκοσυστημάτων τοῦ ἑλληνικοῦ χώρου (λιμνῶν καὶ θαλάσσιων περιοχῶν), ποὺ ὑπῆρξαν ἀντικείμενο μελέτης τοῦ Ἐργαστηρίου Ὑγιεινῆς Τροφίμων τῆς Κτηνιατρικῆς Σχολῆς τοῦ Α.Π.Θ.καὶ στὰ ὁποῖα οἱ ἐπιπτώσεις τῆς ρυπάνσεως στὴν παραγωγικότητα καὶ στὴν ὑγεία τῶν ὑδρόβιων ὀργανισμῶν τῶν οἰκοσυστημάτων αὐτῶν ἦταν φανερές.

Στὸ Βορειοελλαδικὸ χῶρο, ἀπὸ τὴ Θράκη μέχρι τὴ Δ.Μακεδονία, ὑπάρχει ἕνας σημαντικὸς ἀριθμὸς λιμνῶν ποὺ καλύπτει μιὰ ἔκταση, ἡ ὁποία ξεπερνᾶ τὰ 500 τετραγωνικὰ χιλιόμετρα καὶ τῶν ὁποίων ἡ ἐτήσια παραγωγή, τὴ δεκαετία 1961-70 ξεπερνοῦσε τοὺς 4.000 τόννους ἐδώδιμων ψαριῶν. Ἄλλες ἀπὸ τὶς λίμνες αὐτὲς εἶναι ὀλιγότροφες μὲ μέση ἐτήσια παραγωγὴ ἁλιευμάτων 20-30 Kg/he, ὅπως π.χ. ἡ λίμνη Βεγορίτιδα στὴ Δ.Μακεδονία καὶ ἄλλες εὔτροφες μὲ μέση ἐτήσια παραγωγὴ ἁλιευμάτων ποὺ ξεπερνᾶ τὰ 100kg/he, ὅπως π.χ. ἡ λίμνη Βιστωνίδα τῆς Θράκης. Οἱ περισσότερες ἀπὸ τὶς λίμνες αὐτὲς ἔχουν ἔντονα ρυπανθεῖ τὰ τελευταῖα χρόνια ἀπὸ βιομηχανικά, οἰκιακὰ καὶ γεωργικὰ ἀπόβλητα, μὲ ἀποτέλεσμα τὴ ραγδαία πτώση τῆς παραγωγικότητάς τους.

Λίμνη τοῦ Πόρτο-Κουφὸ Χαλκιδικῆς: Τὸν Αὔγουστο τοῦ 1975 σὲ λίμνη τοῦ Πόρτο-Κουφὸ Χαλκιδικῆς, ἐκτάσεως περίπου 250 στρεμμάτων καὶ μεγίστου βάθους 3 μέτρων, παρουσιάστηκαν ἀκαριαῖοι ὁμαδικοὶ θάνατοι ψαριῶν. Ἡ λίμνη αὐτὴ ἦταν εὔτροφη καὶ ἐπικοινωνοῦσε μὲ τὸν κόλπο τοῦ Πόρτο-Κουφό. Μετὰ τὴ δημιουργία ὅμως ἑνὸς ἐργοταξίου ἀποκόπηκε ἡ ἐπικοινωνία της μὲ τὴ θάλασσα. Ὕστερα ἀπὸ σύντομο χρονικὸ διάστημα καὶ μὲ τὴν ἐμφάνιση δυσμενῶν καιρικῶν συνθηκῶν, παρουσιάστηκε τὸ περιστατικὸ τοῦ ὁμαδικοῦ θανάτου τῶν ψαριῶν (Εἰκ. 6). Ἀπὸ σχετικὴ ἔρευνα ποὺ ἔγινε διαπιστώθηκε ἡ ἔντονη ρύπανση τῆς λίμνης μὲ παρασιτοκτόνα (DDT). Ἡ συγκέντρωση τοῦ DDT στὸ νερὸ ἦταν μόλις 0,004 ppm καὶ μὲ τὸ μηχανισμὸ τῆς βιο-



Εἰκ. 6. Λίμνη τοῦ Πόρτο-Κουφὸ Χαλκιδικῆς.

συγκεντρώσεως καὶ βιομεγεθύνσεως, ποὺ ἀναφέρθηκε προηγουμένως, ἡ συγκέντρωση τοῦ DDT στὸ λίπος τῶν ψαριῶν ἔφθασε στὰ 176 ppm μὲ ἀποτέλεσμα τὸ θανατό τους καὶ τὴ νέκρωση τῆς λίμνης μὲ τὶς πρῶτες ἀντίξοες συνθῆκες τοῦ περιβάλλοντος (Πανέτσος καὶ συν., 1976).

Λίμνη Βεγορίτιδα Δ. Μακεδονίας: Ἡ Βεγορίτιδα εἶναι μιὰ ἀπὸ τὶς μεγαλύτερες λίμνες τῆς Μακεδονίας, μὲ ἔκταση 75 τετραγωνικὰ χιλιόμετρα καὶ μέγιστο βάθος 68 μέτρα. Εἶναι ὀλιγότροφη λίμνη καὶ ἡ μέση ἐτήσια παραγωγὴ ἁλιευμάτων ἦταν, στὴ δεκαετία 1961-70, 20kg/he. Ὕστερα ἀπὸ τὴν ἔντονη ρύπανση ποὺ ἔχει ὑποστεῖ ἡ λίμνη ἀπὸ τὶς γύρω βιομηχανίες, ἡ ἰχθυοπαραγωγή της ἔχει φθάσει σὲ πολὺ χαμηλὰ ἐπίπεδα· ἔχει σχεδὸν μηδενιστεῖ.

Ἡ ἐρευνητικὴ ἐργασία ποὺ ἔγινε στὸ οἰκοσύστημα τῆς λίμνης αὐτῆς ἔδειξε ὅτι ἡ συγκέντρωση τῆς ἀμμωνίας στὸ νερὸ ξεπερνᾶ τὰ 4mg/l. Ἡ τιμὴ τοῦ pH σὲ ὅλη τὴν ἔκταση τῆς λίμνης βρέθηκε νὰ κυμαίνεται ἀπὸ 9-10 καὶ ἡ συγκέντρωση τοῦ ὀξυγόνου τοῦ νεροῦ σὲ ὁρισμένες περιοχὲς μόλις ἔφθανε τὰ 1,3 mg/l. Ἐξάλλου ὕστερα ἀπὸ τὶς ὑπερβολικὲς συγκεντρώσεις τῆς ἀμμωνίας καὶ τῶν φαινολῶν (ἡ συγκέντρωσή τους εἶναι δεκάδες φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὰ διεθνῶς παραδεκτὰ ὅρια) τὸ νερὸ τῆς λίμνης δὲν προσφέρεται πιὰ γιὰ ἀνθρώπινη χρήση.

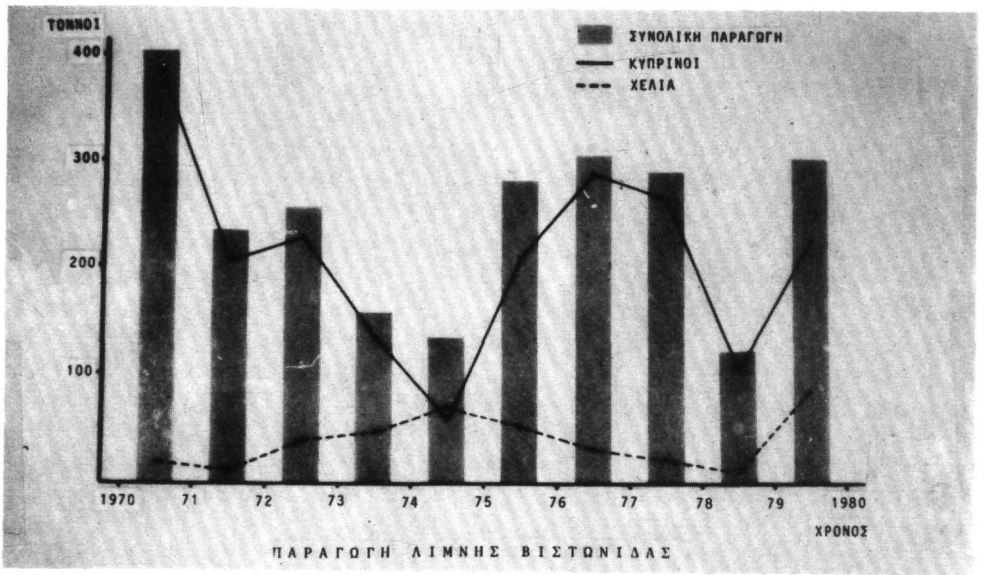
ΛΙΜΝΕΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

Στὸ χῶρο τῆς Ἀ. Μακεδονίας καὶ τῆς Θράκης ὑπάρχουν περισσότερες ἀπὸ 20 λίμνες καὶ λιμνοθάλασσες, ποὺ ἡ ἐτήσια παραγωγή τους ξεπερνᾶ τοὺς 1.000 τόνους ἐκλεκτῶν ἁλιευμάτων, ὅπως εἶναι τὰ χέλια, οἱ κυπρῖνοι, οἱ κέφαλοι κτλ. Οἱ περισσότερες ὅμως ἀπὸ τὶς λίμνες αὐτὲς ἔχουν ἔντονα προβλήματα ρυπάνσεως μὲ συνέπεια τὴ μείωση τῆς ἰχθυοπαραγωγῆς τους (Γκώγκος, 1980). Δύο ἀπὸ τὶς λίμνες αὐτές, ἡ λίμνη Βιστωνίδα καὶ ἡ λίμνη τοῦ Μητρικοῦ, ποὺ εἶναι ἀπὸ τὶς παραγωγικότερες τῆς περιοχῆς, εἶναι ἀντικείμενο μελέτης, ἐδῶ καὶ ἀρκετὰ χρόνια, τοῦ Ἐργαστηρίου Ὑγιεινῆς Τροφίμων τῆς Κτηνιατρικῆς Σχολῆς.Τὰ στοιχεῖα ποὺ ἀναφέρονται παρακάτω καὶ ἀφοροῦν τὴ ρύπανση καὶ τὴν παραγωγὴ τῶν λιμνῶν αὐτῶν, προέρχονται ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐρευνητικῆς αὐτῆς ἐργασίας.

Λίμνη Βιστωνίδα Θράκης: Ἀντίθετα μὲ τὴ λίμνη Βεγορίτιδα, ἡ Βιστωνίδα εἶναι εὔτροφη λίμνη ἐκτάσεως 42 τετραγωνικῶν χιλιομέτρων περίπου, μὲ μέγιστο βάθος ποὺ δὲν ξεπερνᾶ τὰ 3,5 m (Εἰκ. 7).

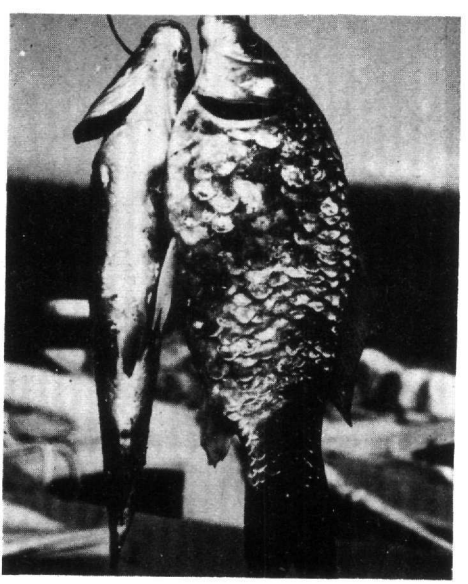
Στὴ δεκαετία τοῦ 1960 ἡ μέση ἐτήσια παραγωγὴ ἁλιευμάτων τῆς Βιστωνίδας ἦταν 100kg/he. Στὴ δεκαετία ὅμως τοῦ 1970 ἡ ἰχθυοπαραγωγὴ τῆς λίμνης αὐτῆς παρουσίασε ἔντονη κάμψη μὲ ἀποτέλεσμα ἡ μέση ἐτήσια παραγωγὴ νὰ μὴ ξεπερνᾶ τὰ 30kg/he (Σχ. 8).

Εἰκ. 7. Λίμνη Βιστωνίδα Θράκης.



Σχ. 8. Ἰχθυοπαραγωγὴ τῆς λίμνης Βιστωνίδας στὴ δεκαετία τοῦ 1970. Οἱ πτώσεις τῆς παραγωγῆς συμπίπτουν μὲ τὶς ἐξάρσεις τῶν ἐνδημικῶν νόσων τῶν ἰχθύων.

Τὰ τελευταῖα 7 χρόνια παρουσιάστηκαν ἐξάρσεις διαφόρων νοσημάτων σὲ ψάρια τῆς Βιστωνίδας, ὅπως ὁ μολυσματικὸς ὕδρωπας τῶν κυπρίνων καὶ ἡ ἐρυθρὰ πανώλης τῶν χειλιῶν, ποὺ ἀποδεκάτισαν αὐτὰ τὰ εἴδη (Εἰκ. 9).



Εἰκ. 9. Μολυσματικός ὕδρωπας σὲ κυπρίνους ποὺ ἁλιεύτηκαν ἀπὸ τὴ λίμνη Βιστωνίδα.

Ἀπὸ συστηματικὴ ἔρευνα ποὺ ἔγινε στὸ οἰκοσύστημα τῆς λίμνης Βιστωνίδας καὶ ἡ ὁποία συνεχίζεται μέχρι σήμερα, διαπιστώθηκε ἡ ρύπανση τῆς λίμνης αὐτῆς μὲ γεωργικὰ ἀπόβλητα (λιπάσματα, φυτοφάρμακα) καὶ οἰκιακὰ λύματα (ἀπορρυπαντικά). Στὸν πίνακα 1 δίνονται μερικὲς τιμὲς τῶν φυσικοχημικῶν παραμέτρων τῆς λίμνης Βιστωνίδας. (Ἀποτελέσματα ὑπὸ δημοσίευση).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΙΣΤΩΝΙΔΑΣ ΘΡΑΚΗΣ

Διαλυτὸ ὀξυγόνο (D.O.): 2,9-8,0 mg/l	(Μικρότερο ὅριο 4 mg/l)
Βιολογικῶς δεσμευόμενο ὀξυγόνο (BOD): 8-12 mg/l	(Μεγαλύτερο ὅριο 6 mg/l)
pH 6,8-8,8 μὲ ἀκραῖες τιμὲς 9,6	(Ἀνεκτὸ ὅριο 7-8,5 mg/l)
Ἀμμωνία (NH_3) 0,35-0,97 μὲ ἀκραῖες τιμὲς 1,7 mg/l	(Ἀνεκτὸ ὅριο 0,5 mg/l)
Νιτρικά (NO_3) 1,7-4,9 mg/l	(Ἀνεκτὸ ὅριο 1 mg/l)
Νιτρώδη (NO_2): 0,07-1,9 mg/l	(Ἀνεκτὸ ὅριο 0,01 mg/l)
Φωσφορικά (PO_4): 0,73-2,95 mg/l	(Ἀνεκτὸ ὅριο 0,1-0,15 mg/l)
Θειικά (SO_4): 160-280 mg/l	(Ἀνεκτὸ ὅριο 120 mg/l)
Ἀπορρυπαντικὰ 0,35-1,30 mg/l	(Ἀνεκτὸ ὅριο 0,5 mg/l)
Χλωριωμένοι ὑδρογονάνθρακες (DDT, Aldrin κτλ.): 21.400 ppb	

Λίμνη Μητρικοῦ Θράκης: Τὸ καλοκαίρι τοῦ 1980 στὴ λιμνοθάλασσα τοῦ Μητρικοῦ τῆς Θράκης, ἐκτάσεως 2.300 στρεμμάτων, ἐκδηλώθηκαν ἀθρόα θανατηφόρα κρούσματα ὀξείας μορφῆς σὲ ὅλα τὰ εἴδη τῶν ψαριῶν (χέλια, κέφαλοι, κυπρίνοι, κοκκινοφτέρες κτλ.), μὲ ἀποτέλεσμα νὰ μηδενιστεῖ σχεδὸν ἡ παραγωγὴ τῆς λίμνης αὐτῆς (Εἰκ. 10).

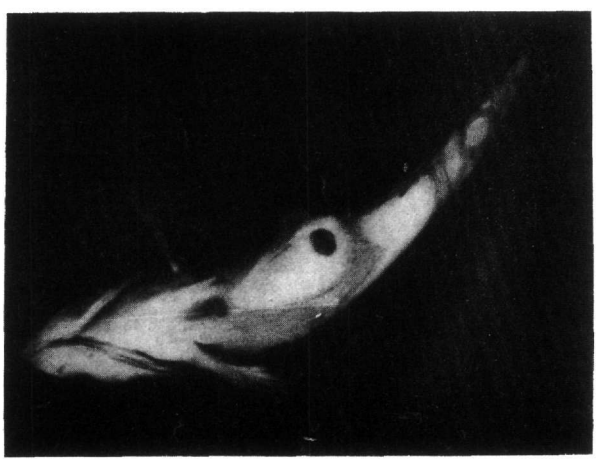
Ἀπὸ τὶς μετρήσεις ποὺ ἔγιναν στὸ νερὸ τῆς λίμνης καὶ στὰ ψάρια, διαπιστώθηκε ὅτι ἡ συγκέντρωση τοῦ ὀξυγόνου στὸ νερὸ τῆς λίμνης ἦταν μόλις 0,7 mg/l, τοῦ ὑδροθείου κυμαινόταν ἀπὸ 5 μέχρι 6 mg/l καὶ τῆς ἀμμωνίας ἀπὸ 0,3 μέχρι 0,7 mg/l. Διαπιστώθηκαν ἀκόμη ὑψηλὲς τιμὲς φωσφορικῶν στὸ νερὸ καὶ ὀργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων (Aldrin) στοὺς ἱστοὺς τῶν ψαριῶν. Ἀπὸ τὴν ἀξιολόγηση τῶν εὑρημάτων καὶ τῶν παθολογοανατομικῶν ἀλλοιώσεων τῶν ψαριῶν προέκυψε ὅτι ὁ θάνατός τους προῆλθε ἀπὸ τὴν ὑπερβολικὴ συγκέντρωση τοῦ ὑδροθείου στὸ νερὸ τῆς λίμνης καὶ τὴν ἔλλειψη ὀξυγόνου, γεγονὸς ποὺ ἔκανε τὸ ὑδάτινο περιβάλλον τοξικὸ καὶ δυσμενὲς γιὰ τὴ διαβίωσή τους.

Οἱ οἰκολογικὲς διαταραχὲς στὸ οἰκοσύστημα τῆς λίμνης Μητρικοῦ, ποὺ εἶναι συνέπεια τοῦ φαινομένου τοῦ ὑπερευτροφισμοῦ, ὁδηγοῦν ἀργὰ ἢ γρήγορα στὴ μετατροπὴ τῆς λίμνης σὲ τέλμα μὲ σοβαρὲς οἰκονομικές, οἰκολογικὲς καὶ περιβαλλοντικὲς συνέπειες, ἰδιαίτερα μάλιστα ὕστερα ἀπὸ τὴν ὑπογραφὴ τῆς συμβάσεως Ramsar, μὲ τὴν ὁποία ἡ λίμνη τοῦ Μητρικοῦ χαρακτηρίστηκε «προστατευτέος ὑδροβιότοπος» σπάνιων ὑδρόβιων πτηνῶν.

Ἕνα περιστατικὸ ἀκόμη, ποὺ ὑπῆρξε ἀντικείμενο ἔρευνας τοῦ Ἐργαστη-

Εἰκ. 10. Ἡ λίμνη τοῦ Μητρικοῦ ἀμέσως μετὰ τὴν ἐμφάνιση τοῦ περιστατικοῦ τοῦ ὁμαδικοῦ θανάτου τῶν ψαριῶν.

ρίου Ὑγιεινῆς Τροφίμων, ἦταν ἐκεῖνο ποὺ συνέβη τὸ καλοκαίρι τοῦ 1979 στὸν κόλπο Κισάμου τῆς Κρήτης, ὅπου πάνω ἀπὸ 6.000 kg ψάρια τοῦ γένους Epinephelus πέθαναν σὲ διάστημα 3 μηνῶν (Kilikidis et al., 1981α). Τὰ ψάρια αὐτά, ποὺ τὸ βάρος τους κυμαινόταν ἀπὸ 3 μέχρι 15 kg, ἐπέπλεαν στὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας σὲ ἡμιθανὴ κατάσταση (Εἰκ. 11).



Εἰκ. 11. Ροφὸς τοῦ γένους Epinephelus σὲ ἡμιθανὴ κατάσταση στὸν κόλπο Κισάμου τῆς Κρήτης.

Ἀπὸ τὴν ἔρευνα ποὺ ἔγινε διαπιστώθηκε ὅτι ὁ θάνατος τῶν ψαριῶν ὀφειλόταν στὶς ὑψηλὲς συγκεκτρώσεις χαλκοῦ, ἀμμωνίας καὶ κυανιούχων στὸ νερὸ τοῦ κόλπου. Οἱ συγκεντρώσεις τῶν τοξικῶν αὐτῶν οὐσιῶν σὲ mg/l βρέθηκαν νὰ κυμαίνονται:

—Χαλκὸς	160-220
—Ἀμμωνία	48- 64
—Κυανιοῦχα	30- 40

Οἱ ἀνατομοπαθολογικὲς ἀλλοιώσεις ποὺ βρέθηκαν στὰ ψάρια τῆς περιοχῆς αὐτῆς θεωρήθηκαν ἀποτέλεσμα τῆς τοξικῆς ἐπιδράσεως αὐτῶν τῶν ρυπαντῶν.

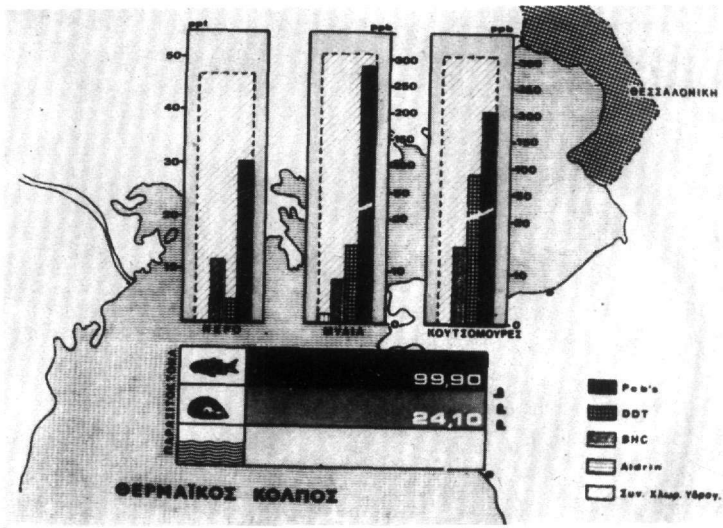
Ἀπὸ μία μακροχρόνια ἔρευνα (1976-80), ποὺ ἔγινε στὴν περιοχὴ τοῦ Βορείου Αἰγαίου καὶ ἰδιαίτερα στοὺς κόλπους Θερμαϊκοῦ, Στρυμωνικοῦ καὶ Καβάλας, ὕστερα ἀπὸ τὸ συμβόλαιο ποὺ ὑπογράφτηκε μεταξὺ τοῦ Ἐργαστηρίου Ὑγιεινῆς Τροφίμων καὶ τῆς UNEP γιὰ τὴν προστασία τῆς Μεσογείου ἀπὸ τοὺς χλωριωμένους ὑδρογονάνθρακες, διαπιστώθηκαν τὰ ἀκόλουθα (Kilikidis et al., 1981b).

α) Οἱ θαλάσσιοι ὀργανισμοὶ ποὺ ἐξετάστηκαν καὶ ἀπὸ τὶς τρεῖς θαλάσσιες περιοχὲς βρέθηκαν νὰ ἔχουν ρυπανθεῖ μὲ χλωριωμένους ὑδρογονάνθρακες (DDT καὶ οἱ μεταβολίτες του, DDE καὶ DDD, HCB καὶ PCB's). Ἐπισημαίνεται ὅτι μολονότι τὰ PCB's δὲν ἀνήκουν στὰ φυτοφάρμακα, ἐν τούτοις ἡ τοξικότητα καὶ ἡ συμπεριφορά τους εἶναι ὅμοια μὲ ἐκείνη τῶν ὀργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων.

β) Ἀπὸ τοὺς θαλάσσιους ὀργανισμοὺς ποὺ ἐξετάστηκαν (M. galloprovincialis, M.barbatus, T.thynnus, X.gladius καὶ M.merluccius), τὴν ὑψηλότερη ρύπανση παρουσίασε τὸ εἶδος T.thynnus (μ.ὅ. χλωριωμένων ὑδρογονανθράκων 3.837 ppb ἐπὶ οὐσίας ὡς ἔχει) καὶ τὴ μικρότερη τὸ εἶδος M.galloprovincialis (μ.ὅ. χλωριωμένων ὑδρογονανθράκων 356,9 ppb ἐπὶ οὐσίας ὡς ἔχει). Ἡ βιομεγέθυνση αὐτὴ τῶν τοξικῶν οὐσιῶν τῆς ὑδρόσφαιρας, ὅπου οἱ ρυπαντὲς τοῦ θαλάσσιου περιβάλλοντος συγκεντρώνονται σὲ ὑψηλότερα ἐπίπεδα στοὺς ὀργανισμοὺς ποὺ ἀνήκουν σὲ ἀνώτερα τροφικὰ ἐπίπεδα, φαίνεται σαφέστατα στὴν περίπτωση τοῦ Θερμαϊκοῦ κόλπου (Σχ. 12). Ἀπὸ τὶς μετρήσεις ποὺ ἔγιναν στὸν κόλπο αὐτὸ γιὰ νὰ μελετηθεῖ τὸ φαινόμενο τῆς βιοσυγκεντρώσεως καὶ βιομεγεθύνσεως τῶν τοξικῶν οὐσιῶν το ῦ περιβάλλοντος στοὺς ζωντανοὺς ὀργανισμούς, διαπιστώθηκε ὅτι, ἐνῶ ἡ συγκέντρωση τοῦ DDT στὸ νερὸ τοῦ Θερμαϊκοῦ κόλπου ἦταν μόλις 0,02 ppb, στὰ μύδια ἔφθασε στα 24,1ppb καί σὲ ἕνα ὑψηλότερο τροφικὸ ἐπίπεδο ἀνέβηκε στὰ 99,9 ppb (Κιλικίδης καὶ συν., 1981).

γ) Ἀπὸ τὸ 1976 μέχρι τὸ 1979 δὲ διαπιστώθηκε μείωση τῶν ἐπιπέδων τοῦ DDT στοὺς θαλάσσιους ὀργανισμοὺς ποὺ ἐξετάστηκαν, ἀλλὰ ἀντίθετα μιὰ τάση αὐξήσεως τῶν ἐπιπέδων αὐτῶν.

Ἀπὸ πρόσφατη τέλος ἐρευνητικὴ ἐργασία, ποὺ ἔγινε στὸ Θερμαϊκὸ κόλπο



Σχ. 12. Ρύπανση τοῦ Θερμαϊκοῦ κόλπου μὲ χλωριωμένους ὑδρονονάνθρακες καὶ βιομεγέθυνση τῶν ὀργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων στοὺς θαλάσσιους ὀργανισμοὺς τοῦ κόλπου αὐτοῦ.

γιὰ τὴ διαπίστωση τῆς ρυπάνσεως ὑδρόβιων ὀργανισμῶν (M.galloprovincialis), μὲ πολλυκυκλικοὺς ἀρωματικοὺς ὑδρογονάνθρακες, βρέθηκαν τὰ ἀκόλουθα (Iosifidou et al., 1981):

α) Ὅλοι οἱ ὀργανισμοὶ ποὺ ἐξετάστηκαν, τόσο ἀπὸ τὴν ἀνατολικὴ περιοχὴ τοῦ κόλπου (γεωργικὴ περιοχή), ὅσο καὶ ἀπὸ τὴ δυτική (βιομηχανικὴ περιοχή) βρέθηκαν νὰ ἔχουν ρυπανθεῖ μὲ πολυκυκλικοὺς ἀρωματικοὺς ὑδρογονάνθρακες.

β) Ἀνιχνεύτηκαν 18 πολυκυκλικοὶ ἀρωματικοὶ ὑδρογονάνθρακες ἀπὸ τοὺς ὁποίους οἱ 7 εἶναι καρκινογόνοι.

γ) Ἡ ρύπανση στὴ δυτική (βιομηχανική) περιοχὴ εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ ἐκείνη τῆς ἀνατολικῆς (γεωργικῆς) περιοχῆς. Οἱ συγκεντρώσεις τῶν πολυκυκλικῶν ἀρωματικῶν ὑδρογονανθράκων στὰ μύδια (ἐπὶ οὐσίας ὡς ἔχει) ἦταν γιὰ τὶς ἀντίστοιχες περιοχὲς 92 ppb καὶ 66 ppb.

Ἀπὸ ὅσα ἀναφέρθηκαν παραπάνω, γίνεται φανερὸ ὅτι τὰ οἰκιακά, βιομηχανικὰ ἢ ἀγροτικὰ ἀπόβλητα, πρὶν διοχετευτοῦν στὸ περιβάλλον, πρέπει νὰ ὑπόκεινται σὲ κάθαρση βιολογικὴ καὶ χημική, ὥστε νὰ μὴ διαταράζεται ἡ ἰσορροπία τῶν παραγωγικῶν οἰκοσυστημάτων. Ἡ διευθέτηση λοιπὸν τῶν παραγόντων ἐκείνων ποὺ ρυπαίνουν τὸ περιβάλλον εἶναι τὸ δυσκολότερο πρόβλημα ποὺ ἔχει νὰ ἀντιμετωπίσει ὁ σημερινὸς ἄνθρωπος. Ἡ διευθέτηση αὐτὴ τῶν ρυπαντῶν ἀποτελεῖ ἀπαραίτητη προϋπόθεση γιὰ τὴν ὕπαρξη ἰσορροπίας δυνάμεων καὶ δράσεων στὸ χῶρο τῆς βιόσφαιρας ἀπὸ τὴν ὁποία ἰσορροπία ἐξαρτιέται ὄχι μόνο ἡ παραγωγικότητα τῶν οἰκοσυστημάτων ἀλλὰ καὶ ἡ ὕπαρξη αὐτοῦ τοῦ ἴδιου τοῦ ἀνθρώπου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. ΓΚΩΓΚΟΣ, Α (1960): Θρακικὴ ἐπετηρίδα. Κομοτηνή.
2. CHANLETT, E.J. (1973): Environmental protection. McGraw-Hill, N. York.
3. CUSHING, D.H., and J.J. WALSH. (1976): The Ecology of the seas. Oxford.
4. ISOFIDOU, H.G., S.D. KILIKIDIS, and A.P. KAMARIANOS. (1981): Concentration of PAH in Mussels (Mytilus galloprovincialis) of the Thermaikos Gulf. Ὑπὸ δημοσίευση «Ἐπιθ.Τεχνολ. καὶ Ὑγιεινῆς Τροφίμων).
5. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ, Σ. (1979): Οἰκολογία· Δομή, λειτουργία καὶ ρύπανση τῶν οἰκοσυστημάτων, Θεσσαλονίκη.
6. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ, Σ.Δ., Ι.Ε. ΨΩΜΑΣ, Α.Π. ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ καὶ Α.Γ. ΠΑΝΕΤΣΟΣ. (1981): Ρύπανση τοῦ Θερμαϊκοῦ κόλπου μὲ χλωριωμένους ὑδρογονάνθρακες. Ὑπὸ δημοσίευση, «Γεωτεχνικά».
7. KILIKIDIS, S.D., A.P. KAMARIANOS, TH. KOUSOURIS, and I. TSINGKOUNAKIS. (1981a): Investigation on the Cause of a Fish-Kill (Epinephelus) in the Kisamos Gulf, Crete. Bull. Env. Cont. Toxic. 26: 453.
8. KILIKIDIS, S.D., J.E. PSOMAS, A.P. KAMARIANOS, and A.G. PANETSOS. (1981b): Moritoring of DDT, PCB's and other Organochlorine Compounds in Marine Organisms from the N. Aegean Sea. Bull Env. Cont. Toxic. 26: 496.
9. KORMONDY, E.J. (1976): Concepts of Ecology. London.
10. McCAULL, J., and J. CROSSLAND. (1974): Water pollution, N.York.
11. ODUM, E.P. (1971): Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Co. Philadelphia.
12. ΠΑΝΕΤΣΟΣ, Α., Σ.ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ καὶ Ι.ΨΩΜΑΣ. (1976): Ρύπανσις κλειστῆς ὑδατοσυλλογῆς ὑπὸ ὀργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων. Δελτ. Ἑλλ. Κτην. Ἑταιρ. 27:20.
13. SUTTON, D.V., and N.P. HARMON. (1973): Ecology: Selected concepts. J. Willey and Sons, Inc. N.York.
14. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (1981): Βασικοὶ Ὑγρότοποι τῆς χώρας. Ἀθήνα.