

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 32, No 4 (1981)

Υπεύθυνοι σύμφωνα με το νόμο

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ: ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

Επιστημονικό Σωματείο ανεγνωρισμένο, άρθρο 410/19.2.1975 Πρωτοδικείου Αθηνών.

Πρόεδρος γιά τό έτος 1981: Κων. Ταρλατζής

ΕΚΔΟΤΗΣ: Έκδίδεται υπό αίρετης πενταμελούς συντακτικής επιτροπής (Σ.Ε.) μελών τής Ε.Κ.Ε.

ΥΠ/ΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ: Ό Πρόεδρος τής Σ.Ε. Λουκάς Εύσταθίου, Ζαλοκώστα 30, Χαλάνδρι. Τηλ. 6823459

Μέλη Σν/κής Έπ.:
 Χ. Παππούς
 Α Σέμινής
 Ι. Δημητριάδης
 Σ. Κολλάγης

Φωτοστοιχοθεσία - Έκτύπωση: ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ Α.Β.Ε.Ε.

Άρδηντο 12-16 Αθήνα
 Τηλ. 9217513 - 9214820
 ΤΟΠΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ: Αθήνα

Ταχ. Διεύθυνση:
 Ταχ. θορίς 407
 Κέντρικο Ταχυδρομείο
 Αθήνα

Συνδρομές:

Έτησια έπισημικό	δρχ.	500
Έτησια έξοτηικό	*	1000
Έτησια φοιτητών ήμεδαπής	*	300
Έτησια φοιτητών άλλοδοπής	*	500
Τιμή έκτιστου τόχους	*	200
Ίδωμάτα κ.λπ.	*	1000

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

Redaction: L. Efstathiou
 Zalokosta 30,
 Halandri
 Greece

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

Έπιταγές και έμβάσματα άποστέλλονται έπ' όνόματι κ. Στ. Μάλιμη κτην. Ίνστι. Υγιεινής και τεχνολογίας Τροφίμων, Ίερά όδός 75, Τ.Τ. 303 Αθήνα. Μελέτες, έπιστολές κ.λπ. άποστέλλονται στον κ. Α. Εύσταθίου, Κτηνιατρικό Ίνστιτούτο Φυσιολογίας, Άναπαγωγής και Διαιτηφής Ζώων, Ναυπόλεος 9-25, Άγία Παρασκευή Άττικής.

Προβλήματα παραγωγικότητας και υγιεινής πού προκύπτουν από τή ρύπανση τών υδατιών οικοοσυστημάτων

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ

doi: [10.12681/jhvms.21515](https://doi.org/10.12681/jhvms.21515)

Copyright © 2019, ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

To cite this article:

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

ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΜΑΤΑ

MISCELLANEOUS

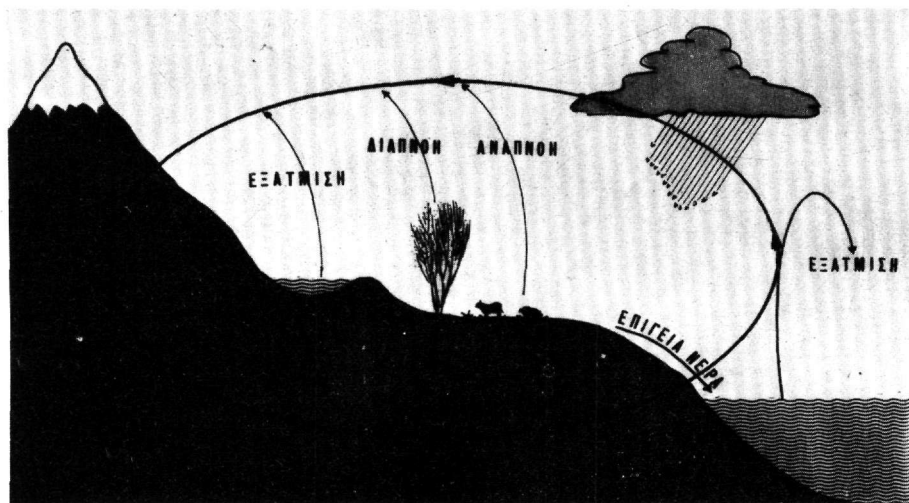
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΚΙΔΙΚΙΔΗΣ*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό άναμφισβήτητα είναι ένα από τα πιο πολύτιμα αγαθά για τον άνθρωπο και βρίσκεται στη Γη είτε στους ωκεανούς και στις θάλασσες (άλμυρά νερά), είτε στα ποτάμια, στις λίμνες και στις υπόγειες δεξαμενές (γλυκά νερά), είτε στην ατμόσφαιρα ως υδρατμοί, είτε τέλος, στους πάγους των πόλων. Για το λόγο αυτό τα προβλήματα που άφοροῦσαν την ποιότητα του νερού και την παραγωγικότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων ήταν πάντοτε προβλήματα ζωτικά για τον άνθρωπο.

Το υδάτινο περιβαλλοντικό σύστημα λειτουργεί διά μέσου του φυσικού υδρολογικού κύκλου, που περιγράφει τον τρόπο μεταφοράς του νερού από τα σύννεφα στην επιφάνεια της Γης και την έπαναφορά του στην ατμόσφαιρα με την εξάτμιση των επιφανειακών υδάτων και τη διαπνοή των φυτών (Σχ. 1).



Σχ. 1. Ύδρολογικός κύκλος.

* Έντ. Ύφηγητής Κτηνιατρικής

Το νερό αποτελεί το μέσο με το οποίο τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους εισάγονται στους αυτότροφους οργανισμούς (φυτά) και είναι απαραίτητο συστατικό των ιστών των ζωντανών οργανισμών. Άν και το νερό παίρνει μέρος σ' όλες τις βιοχημικές αντιδράσεις και μολονότι αποτελεί, κατά μ.δ. το 71% του βάρους των ζωντανών οργανισμών, εν τούτοις από το νερό που υπάρχει στη Γη, μιά σχετικά μικρή ποσότητα απ' αυτό είναι δεσμευμένο στην οργανική ύλη. Η μεγαλύτερη ποσότητα του νερού της Γης, σε ποσοστό 95% είναι δεσμευμένη στα πετρώματα και επομένως δε συμμετέχει στον υδρολογικό κύκλο. Από το υπόλοιπο νερό που βρίσκεται στη βίοςφαιρα (υπολογίζεται σε 395×10^{15} γαλλόνια), το 97,3% αποτελεί τους ωκεανούς και τις θάλασσες (άλμυρά νερά), το 2,1% τους πολιτικούς πάγους και μόλις το 0,6% απαρτίζει τα γλυκά νερά. Οι ποσότητες αυτές του γλυκού νερού των άρτεσιανών, των ποταμών και λιμνών ξοδεύονται στη γεωργία, στην βιομηχανία, στις πόλεις για τον καθαρισμό των οικιακών και έμπορικών αποβλήτων και στην ύδρευση. Γενικότερα είναι ή ποσότητα του νερού που καταναλώνεται στην παραγωγική διαδικασία (Sutton and Harmon, 1973, Κιλικίδης, 1979).

Το νερό στον πλανήτη μας είναι συγκεντρωμένο σε μικρές ή μεγάλες υδάτινες συλλογές, όπως είναι οι θάλασσες και οι ωκεανοί, τα ποτάμια, οι λίμνες, τα τέλματα και τα έλη. Οι συγκεντρώσεις αυτές των υδάτων δεν αποτελούν άπλες συλλογές νερού, αλλά συνιστούν οικολογικά συστήματα, όπου υπάρχουν αλληλεξαρτήσεις και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των υδρόβιων οργανισμών και του περιβάλλοντός του. Όπως κάθε οικολογικό σύστημα έτσι και τα υδάτινα οικοσυστήματα είναι δυναμικά συστήματα, γιατί χαρακτηρίζονται από μιά συνεχή μεταβολή των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών τους, καθορίζοντας έτσι μιά δυναμική ισορροπία στο οικοσύστημα. Η εξασφάλιση της ισορροπίας αυτής αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων.

Μολονότι τα υδάτινα οικοσυστήματα (θαλάσσια και έσωτερικών υδάτων) καλύπτουν το 70% της επιφάνειας της Γης, εντούτοις ή παραγωγή τους είναι μικρότερη από εκείνη των χερσαίων οικοσυστημάτων, εξαιτίας της μικρής παραγωγικότητάς τους. Υπολογίζεται δι ή έτήσια παραγωγή των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι $43,6 \times 10^{16}$ Kcal, ενώ των χερσαίων φθάνει τις $57,4 \times 10^{16}$ Kcal. Παρ' όλα αυτά όμως ή παραγωγή των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι σημαντική και καλύπτει σε μεγάλο βαθμό το έλλειμμα τροφής που υπάρχει στον Κόσμο. Η παραγωγικότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων λοιπόν, είναι μικρή και κυμαίνεται από 1.000 μέχρι $2.000 \text{ Kcal/m}^2/\text{yr}$. Ωστόσο όμως υπάρχουν και οικοσυστήματα, όπως είναι οι εδτροφες λίμνες, το δέλτα των ποταμών, οι παράκτιες θαλάσσιες περιοχές κλπ., όπου ή παραγωγικότητά τους είναι ίση με εκείνη των «ύψηλης» παραγωγικότητας χερσαίων οικοσυστημάτων και υπερβαίνει τις $20.000 \text{ Kcal/m}^2/\text{yr}$ (Odum, 1971, Kormondy, 1976). Τονίζεται όμως δι ή παραγωγικότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων δεν είναι ανεξάρτητη από την επίδραση των παραγόντων του περιβάλλοντος.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Άν και στο καθένα από τα υδάτινα οικοσυστήματα επικρατούν διαφορετικές συνθήκες, που επηρεάζουν την παραγωγικότητά τους, υπάρχουν όμως όρισμένοι παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων, ανεξάρτητα από την κατηγορία στην οποία ανήκουν αυτά. Άλλοι από τους παράγοντες αυτούς επηρεάζουν θετικά την παραγωγικότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων και άλλοι επιδρούν δυσμενώς στην παραγωγική τους διαδικασία. Οι κυριότεροι από τους παράγοντες αυτούς είναι οι παρακάτω:

Η παροχή θρεπτικών υλικών: Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί για να επιβιώσουν έχουν ανάγκη από θρεπτικά υλικά, όπως είναι ο άνθρακας (C), το ά-

ζωτο (N), ο φωσφόρος (P), το κάλιο (K), τα νάτριο (Na) κτλ. Οι ανάγκες όμως των αυτότροφων (φυτικών) και ετερότροφων (ζωικών) οργανισμών είναι διαφορετικές ως προς την ποσότητα και τη μορφή των θρεπτικών αυτών υλικών. Η αυξημένη παροχή τέτοιων θρεπτικών υλικών στο υδάτινο οικοσύστημα προκαλεί γενικά αύξηση των αυτότροφων και ετερότροφων οργανισμών, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας των υδάτινων οικοσυστημάτων. Η υψηλή παραγωγικότητα στα δέλτα των ποταμών οφείλεται κυρίως στην αυξημένη παροχή θρεπτικών υλικών στα οικοσυστήματα αυτά.

Το φώς: Το φώς αποτελεί τον πιο βασικό θετικό παράγοντα για την παραγωγικότητα των φυτικών υδρόβιων οργανισμών, επειδή αυξάνει την φωτοσυνθετική τους δραστηριότητα. Η ποσότητα όμως του φωτός που παρέχεται στο υδάτινο οικοσύστημα και η διείσδυσή του στο νερό εξαρτιέται από το γεωγραφικό πλάτος που βρίσκεται το οικοσύστημα και από τη διαύγεια του νερού, επηρεάζοντας έτσι την παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων.

Το πλαγκτό: Το πλαγκτό απαρτίζεται από μικροσκοπικούς φυτικούς οργανισμούς (φυτοπλαγκτό) ή ζωικούς (ζωοπλαγκτό), που αποτελούν τις πρώτες τροφικές βαθμίδες της υδάτινης τροφικής αλυσίδας. Η ισόρροπη ανάπτυξη μεταξύ φυτο- και ζωοπλαγκτού αποτελεί προϋπόθεση για την υψηλή παραγωγικότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων. Αντίθετα ή υπέρμετρη ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού σε σχέση με το ζωοπλαγκτό δημιουργεί το πρόβλημα του **Υπερευτροφισμού** με επιπτώσεις στην υδάτινη κοινότητα. Παράγοντες που ρυθμίζουν την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού είναι τα θρεπτικά συστατικά, το φώς, ή θερμοκρασία και η εποχή του έτους.

Το όξυγόνο και η θερμοκρασία: Για την ύπαρξη ισορροπίας στα υδάτινα οικοσυστήματα και για τη διατήρηση της λειτουργικότητας των τροφικών αλυσίδων, είναι αναγκαίο, στα οικοσυστήματα αυτά να υπάρχει ή απαραίτητη ποσότητα οξυγόνου διαλυμένου στην υδάτινη μάζα. Πρέπει να λεχθεί ότι το οξυγόνο διαλύεται σε μικρή ποσότητα μέσα στο νερό και η συγκέντρωσή του εξαρτιέται από τη θερμοκρασία του υδάτινου περιβάλλοντος. Διαπιστώθηκε ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του νερού τόσο μειώνεται η συγκέντρωσή του σε οξυγόνο. Έτσι σε θερμοκρασία 0° C η συγκέντρωση του οξυγόνου στο νερό είναι 14,6 mg/l και σε θερμοκρασία 30°C γίνεται 7,6mg/l. Εκτός όμως από τη θερμοκρασία και άλλοι παράγοντες ρυθμίζουν τη συγκέντρωση του οξυγόνου στο νερό. Στις oligότροφες λίμνες π.χ. η συγκέντρωση του οξυγόνου στο νερό είναι μεγαλύτερη από ότι στις ευτροφες ή στις λίμνες που έχουν ρυπανθεί. Τονίζεται ακόμη ότι το οξυγόνο της υδρόσφαιρας δεν ξοδεύεται μόνο από τα ψάρια, όπου κάθε είδος ψαριών έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε οξυγόνο, αλλά και από άλλους υδρόβιους οργανισμούς. Η επάρκεια επομένως του υδάτινου οικοσυστήματος σε οξυγόνο είναι καθοριστική για τη ζωή των ψαριών και των άλλων υδρόβιων οργανισμών. Η επάρκεια όμως αυτή εξαρτιέται από ορισμένους μηχανισμούς που λειτουργούν στην υδρόσφαιρα είτε διά μέσου βιολογικών είτε χημικών αντιδράσεων, που καταναλώνουν το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο. Το οξυγόνο που απαιτείται από τους μικροορ-

γανισμούς για να φέρουν σε πέρας τους μηχανισμούς αποσυνθέσεως και αξιοποιήσεως των οργανικών ουσιών, που είναι διαλυμένες στο νερό, χαρακτηρίζεται ως **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 ἓνα ὑδάτινο οἰκοσύστημα ἔχει ρυπανθεῖ μὲ ὀργανικὲς οὐσίες ἢ ἄλλες εὐοξειδωτές οὐσίες, τότε θὰ ἔχει ὑψηλὴ τιμὴ BOD ἢ COD καὶ τὸ ὀξυγόνο τῆς ὑδρόσφαιρας θὰ καταναλωθεῖ εἴτε στὴ δραστηριότητα τῶν μικροοργανισμῶν εἴτε στὴν ὀξειδωση τῶν οὐσιῶν καὶ δὲ θὰ ἐπαρκεῖ γιὰ τοὺς παραγωγικοὺς ὀργανισμοὺς, ὅπως εἶναι τὰ ἰχθυηρά.

Ρύπανση: Ἐνας ἀπὸ τοὺς παράγοντες ποὺ ἐπιδρᾷ ἀρνητικὰ ὄχι μόνον στὴν ποιότητα τοῦ νεροῦ, ὅπου τὸ καθιστᾷ ἀκατάλληλο γιὰ χρῆση, ἀλλὰ καὶ στὴν παραγωγικότητα τῶν οἰκοσυστημάτων, εἶναι ἡ ρύπανση, ἡ ὁποία μπορεῖ νὰ χαρακτηριστεῖ ὡς μιὰ κατάσταση «**ὑπερβολῆς**». Ἡ κατάσταση αὕτη δημιουργεῖται μὲ τὴν εἴσοδο φυσικῶν, χημικῶν ἢ βιολογικῶν παραγόντων στοὺς ὑδάτινο οἰκοσύστημα καὶ ἔχει ὡς 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. Ὄταν οἱ οὐσίες ποὺ εἰσάγονται στοὺς ὑδάτινο οἰκοσύστημα γίνονται 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 ὅτι 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 ἢ ἐκθεση ὀλόκληρου τοῦ οἰκοσυστήματος στὴν ἐπίδραση τοῦ τοξικοῦ παράγοντα.

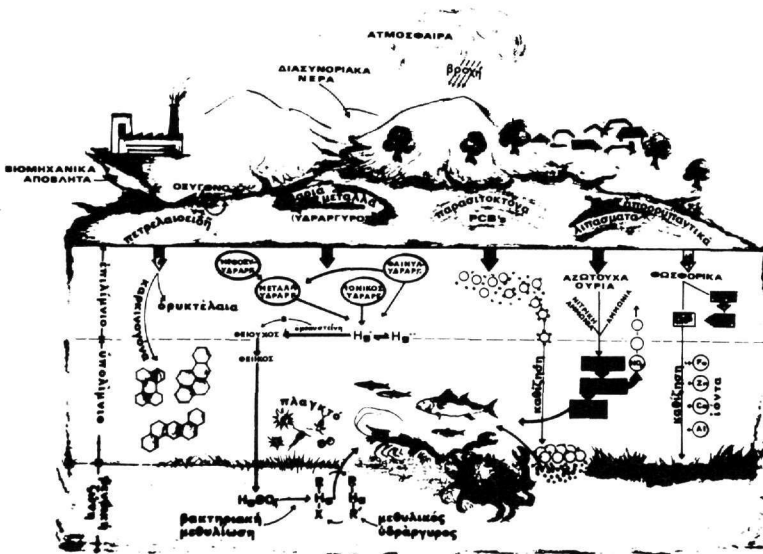
β) Ὑπάρχει δυνατότητα δεσμεύσεως τοῦ τοξικοῦ παράγοντα ἀπὸ τὰ φύκη, ποὺ ἀποτελοῦν συνήθως τὴν πρώτη βαθμίδα τῆς ὑδάτινης τροφικῆς ἄλυσίδας.

γ) Τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα ἔχουν μακρύτερες τροφικὲς ἄλυσίδες 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 ὀργανισμοὺς, τίς περισσότερες φορές, εἶναι δραματικὲς (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: Στους βιολογικοὺς ρυπαντὲς (μικρόβια, ἰοὶ κτλ.), στους χημικοὺς ρυπαντὲς (παρασιτοκτόνα βαριὰ μέταλλα, πετρέλαιο, τοξικὰ ἀέρια κτλ.) καὶ στους φυσικοὺς ρυπαντὲς (θερμότητα, ραδιενέργεια κτλ.). Ἰδιαίτερη σημασία γιὰ τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα ἔχουν οἱ ρυπαντὲς ποὺ ἀνήκουν στὰ λιπάσματα (φωσφορικά, νι-

τρικά, θειικά), στα φυτοφάρμακα (όργανοχλωριωμένα κτλ. παρασιτοκτόνα), στα βαριά μέταλλα, στα άπορρυπαντικά, στις διάφορες οργανικές ενώσεις, όπως είναι το πετρέλαιο, οι φαινόλες, τα πολυχλωριωμένα διφαινούλια, οι πολυκυκλικοί άρωματικοί υδρογονάνθρακες κτλ. (Σχ. 2).



Σχ. 2. Ρύπανση των υδάτινων οικοσυστημάτων με χημικούς ρυπαντές.

Τα κύρια προβλήματα που δημιουργούνται στην υδρόσφαιρα και ιδιαίτερα στα οικοσυστήματα των λιμνών εξαιτίας της ρυπάνσεως είναι τα ακόλουθα:

α) Η άκαταλληλότητα του νερού για ύδρευση, άρδευση, αναψυχή και ιχθυοκαλλιέργεια εξαιτίας της παρουσίας τοξικών παραγόντων στο υδάτινο οικοσύστημα.

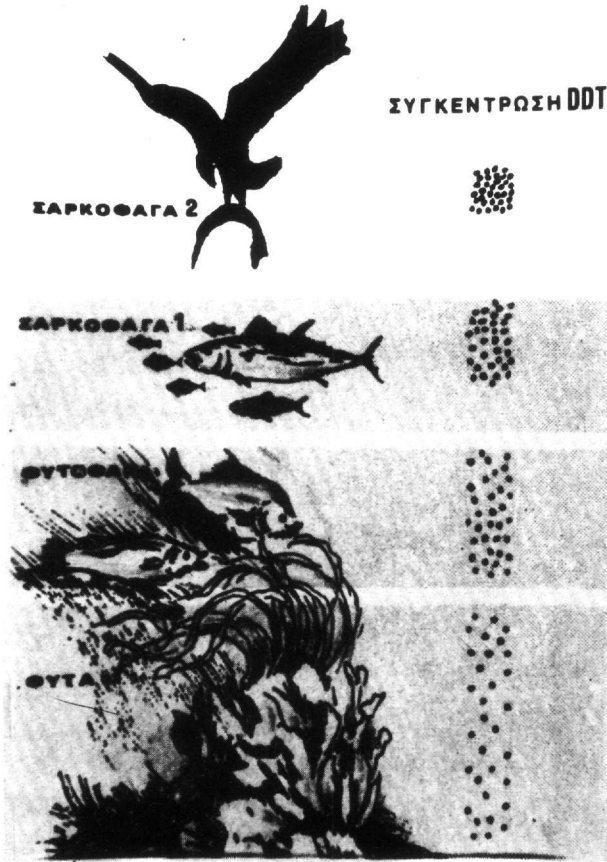
β) Η βιοσυγκέντρωση και βιομεγέθυνση των τοξικών ουσιών του υδάτινου περιβάλλοντος στους υδρόβιους οργανισμούς δια μέσου των τροφικών αλυσίδων και

γ) Ο υπερτροφισμός, ή υπερβολική δηλαδή αύξηση των φυκών των υδατοσυλλογών με αποτέλεσμα τη διατάραξη της ισορροπίας του υδάτινου οικοσυστήματος (McCaul and Crossland, 1974).

Βιοσυγκέντρωση: Με τον όρο «βιοσυγκέντρωση» γίνεται αναφορά στο μηχανισμό εκείνο, όπου οι ρυπαντές του περιβάλλοντος εισάγονται στις τροφικές αλυσίδες και συγκεντρώνονται έτσι στους ιστούς των ζωντανών οργανισμών.

Οι μικροποσότητες των τοξικών ουσιών που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, στη λιθόσφαιρα ή στην υδρόσφαιρα είναι συνήθως σε πολύ χαμηλά επίπεδα ώστε να μην προξενούν ύπολογισμη τοξική δράση στους ζωντανούς όρ-

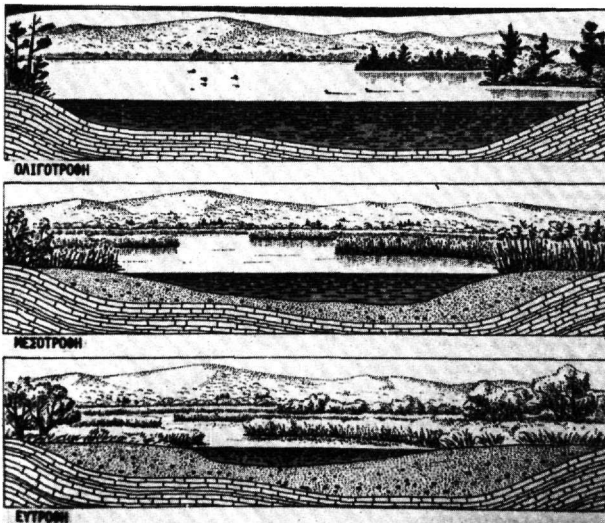
γανισμούς που ζούν μέσα στους χώρους αυτούς. Υπάρχουν όμως στη φύση όρισμένοι μηχανισμοί που υποβοηθούν την σύζευση των μικροποσοτήτων μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς, σε τρόπο ώστε τελικά να προκαλούν τη δηλητηρίασή τους. Οι συσσωρευτικοί αυτοί μηχανισμοί των υπολειμμάτων των τοξικών ουσιών του περιβάλλοντος λειτουργούν μέσα από τις τροφικές αλυσίδες. Η μετατροπή της απλής οργανικής ύλης σε πολύπλοκη οργανική μορφή γίνεται μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς με διάφορες βιοχημικές διεργασίες. Με τη μεταφορά όμως της ανόργανης ύλης από το άβιοτικό περιβάλλον στους ζωντανούς οργανισμούς, παραλαμβάνονται συγχρόνως και οι τοξικές ουσίες του περιβάλλοντος και μεταφέρονται αρχικά στις πρώτες βαθμίδες της ζωής, στα φυτά και στο φυτοπλαγκτό και στη συνέχεια στις περισσότερες σύνθετες βαθμίδες, στα ζώα. Παράλληλα λοιπόν με τη μεταφορά της ύλης και της ενέργειας γίνεται και η μετακίνηση των τοξικών ουσιών από το άβιοτικό περιβάλλον στη βιοκοινότητα. Τελικά οι τοξικές αυτές ουσίες συγκεντρώνονται στην κορυφή των τροφικών αλυσίδων, όπου βρίσκονται τα άρπακτικά ζώα και ο άνθρωπος, και γίνονται επικίνδυνες για τη ζωή των κορυφαίων αυτών καταναλωτών (ΣΧ. 3).



Σχ. 3. Βιοσυγκέντρωση τοξικών ουσιών του περιβάλλοντος στους ζωντανούς οργανισμούς.

Τὸ περιστατικό 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. Ἐτσι ἐνῶ ἡ συγκέντρωση τῆς οὐσίας αὐτῆς στὸ νερὸ τῆς λίμνης ἦταν μόλις 0,01 ppm, ἡ συγκέντρωσή της στὰ φυτὰ (1^ο τροφικὸ ἐπίπεδο), ἔφθασε στὸ 1ppm, στὰ φυτοφάγα ζῶα (2^ο τροφικὸ ἐπίπεδο) στὰ 5ppm καὶ στὰ σαρκοφάγα ἀρπακτικὰ ζῶα (4^ο τροφικὸ ἐπίπεδο) ἀνήλθε στὰ 1.500 ppm (Chanlett, 1973). Παρόμοια περιστατικά διαπιστώθηκαν στὸ Πόρτο Κουφὸ Χαλκιδικῆς καὶ στὸ Θερμαϊκὸ κόλπο, ὅπου ἡ συγκέντρωση τοῦ DDT στὸ νερὸ ἦταν κατὰ ἑκατοντάδες φορές μικρότερη ἀπὸ ὅ,τι στοὺς ὑδρόβιους ὀργανισμούς. (Τὰ περιστατικά αὐτὰ ἀναφέρονται σὲ ἐπόμενο κεφάλαιο).

Ἵπερευτροφισμός: Τὸ φαινόμενο τοῦ ὑπερευτροφισμοῦ, ποὺ ἐμφανίζεται ἰδιαίτερα στὶς λίμνες, παριστάνει στὴν πραγματικότητα μιὰ ἐντατικοποίηση στὴ φυσιολογικὴ πορεία τῆς «ζωῆς» μιᾶς ὕδατοςυλλογῆς. Αὐτὴ μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου μετατρέπεται ἀπὸ ὀλιγότροφη σὲ μεσότροφη καὶ τέλος σὲ εὐ-τροφη. Ἡ χρονικὴ ὁμως περίοδος ποὺ μεσολαβεῖ γιὰ τὴ μετατροπὴ μιᾶς ὀλιγότροφης ὕδατοςυλλογῆς σὲ εὐτροφή, εἶναι πολὺ μεγάλη καὶ ἀνήκει σὲ «ιστορικό» ἢ ἀκόμη καὶ σὲ «γεωλογικὸ» χρόνο. Στὴν περίπτωση ὁμως αὐτὴ ὁ εὐτροφισμὸς μιᾶς «γηρασμένης» λίμνης δὲν ἀποτελεῖ πρόβλημα. Τὸ πρόβλημα τίθεται ἀπὸ τὴ στιγμή ποὺ μιὰ ὀλιγότροφη λίμνη μετατρέπεται σὲ εὐτροφή μέ-σα σὲ σύντομο χρονικὸ διάστημα (Σχ. 4).



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

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



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

Μὲ τὸν ὑπερευτροφισμό 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 τίς τεράστιες μάζες τῶν φυτικῶν μικροοργανισμῶν ποὺ συγκεντρώνονται τελικὰ στὸν πυθμένα καὶ ἀποσυνθέτονται. Ἡ ἀποσύνθεση ὁμοῦς αὐτὴ τῆς ὀργανικῆς ὕλης μπορεῖ νὰ γίνει μὲ ἀερόβιες συνθήκες, ἐφόσον ὑπάρχει ἐπάρκεια ὀξυγόνου ἢ μὲ ἀναερόβιες, ὅταν ὑπάρχει ἔλλειψη ὀξυγόνου. Καὶ στὴν περίπτωση ὁμοῦς ἀκόμη ποὺ ὑπάρχει ἐπάρκεια ὀξυγόνου, εὐκόλα δημιουργοῦνται ἀναερόβιες συνθήκες σὲ μιὰ ὑπερεύτρωση 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 ὀργανισμοὺς (ψάρια) καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλη νὰ παράγονται τοξικὰ προϊόντα ἀπὸ τὴν ἀποσύνθε-

ση της οργανικής ύλης στις αναερόβιες αυτές συνθήκες, όπως είναι το υδροθείο, ή άμμωνία κτλ. (Cushing and Walsh, 1976).

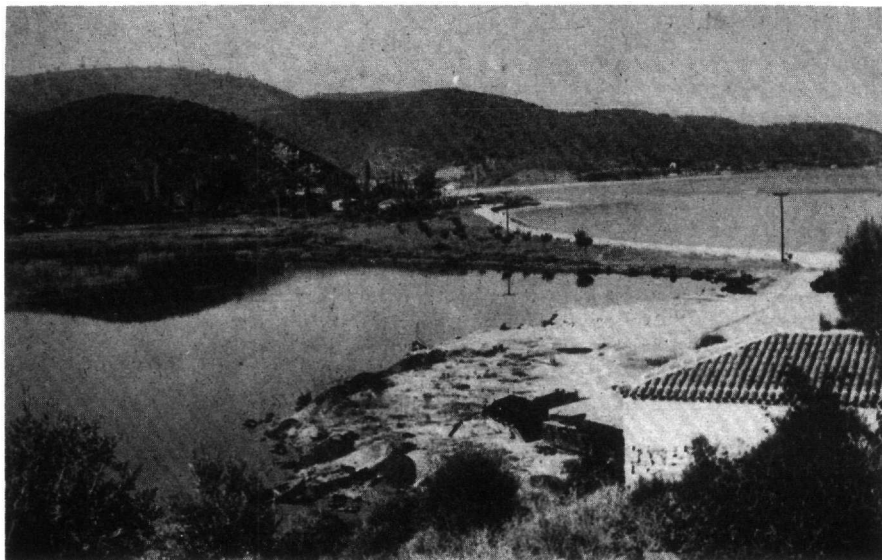
ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα υδάτινα οικοσυστήματα αποτελούν βιοδυναμικά συστήματα, στα όποια ή ξμβια και ή άβιωτική ύλη βρίσκονται σε άεναη κατάσταση άλληλεξαρτήσεως και άλληλεπιδράσεως, ένώ ή λειτουργική τους ίσορροπία έξαρτιέται από δύο θεμελιώδεις βιοχημικές και φυσικοχημικές διεργασίες τής φύσης: Τή Φωτοσύνθεση και τήν Άποσύνθεση. Ή ίσορροπία όμως ατή έχει διαταραχτεί τα τελευταία χρόνια από τή ρύπανση του περιβάλλοντος με βιομηχανικά, γεωργικά και άστικά άπόβλητα, που προέρχονται από τήν άλόγιστη και άνεξέλεγκτη δραστηριότητα τής καταναλωτικής κοινωνίας και τεχνολογικής προόδου τής έποχής μας. Τis πιο σοβαρές συνέπειες τής ρυπάνσεως ατήs φαίνεται ότι τις έχουν ύποστει τα υδάτινα οικοσυστήματα με άμεσο άντίκτυπο στην παραγωγικότητά τους.

Θά αναφερθοϋν στη συνέχεια περιστατικά ρυπάνσεως υδάτινων οικοσυστημάτων του έλληνικού χώρου (λιμνών και θαλάσσιων περιοχών), που ύπηρξαν άντικείμενο μελέτης του Έργαστηρίου Ύγιεινής Τροφίμων τής Κτηνιατρικής Σχολής του Α.Π.Θ. και στα όποια οι επιπτώσεις τής ρυπάνσεως στην παραγωγικότητα και στην ύγεια τών υδρόβιων οργανισμών τών οικοσυστημάτων αϋτών ήταν φανερές.

Στο Βορειοελλαδικό χώρο, από τή Θράκη μέχρι τή Δ.Μακεδονία, ύπάρχει ένας σημαντικός αριθμός λιμνών που καλύπτει μιá έκταση, ή όποια ξεπερνά τα 500 τετραγωνικά χιλιόμετρα και τών όποιών ή έτήσια παραγωγή, τή δεκαετία 1961-70 ξεπερνούσε τους 4.000 τόννους έδώδιμων ψαριών. Άλλες από τις λίμνες αυτές είναι όλιγότροφες με μέση έτήσια παραγωγή άλιευμάτων 20-30 Kg/he, όπως π.χ. ή λίμνη Βεγορίτιδα στη Δ.Μακεδονία και άλλες εύτροφες με μέση έτήσια παραγωγή άλιευμάτων που ξεπερνά τα 100kg/he, όπως π.χ. ή λίμνη Βιστωνίδα τής Θράκης. Οι περισσότερες από τις λίμνες αυτές έχουν έντονα ρυπανθεί τα τελευταία χρόνια από βιομηχανικά, οικιακά και γεωργικά άπόβλητα, με άποτέλεσμα τή ραγδαία πτώση τής παραγωγικότητάς τους.

Λίμνη του Πόρτο-Κουφό Χαλκιδικής: Τόν Αύγουστο του 1975 σε λίμνη του Πόρτο-Κουφό Χαλκιδικής, έκτάσεως περίπου 250 στρεμμάτων και μεγίστου βάθους 3 μέτρων, παρουσιάστηκαν άκαριαίοι όμαδικοί θάνατοι ψαριών. Ή λίμνη ατή ήταν εύτροφη και έπικοινωνούσε με τόν κόλπο του Πόρτο-Κουφό. Μετά τή δημιουργία όμως ένός έργοταξίου άποκόπηκε ή έπικοινωνία της με τή θάλασσα. Ύστερα από σύντομο χρονικό διάστημα και με τήν έμφάνιση δυσμενών καιρικών συνθηκών, παρουσιάστηκε τó περιστατικό του όμαδικού θανάτου τών ψαριών (Εικ. 6). Άπό σχετική έρευνα που έγινε διαπιστώθηκε ή έντονη ρύπανση τής λίμνης με παρασιτοκτόνα (DDT). Ή συγκέντρωση του DDT στο νερό ήταν μόλις 0,004 ppm και με τó μηχανισμό τής βιο-



Είκ. 6. Λίμνη του Πόρτο-Κουφό Χαλκιδικής.

συγκεντρώσεως και βιομεγεθύνσεως, που αναφέρθηκε προηγουμένως, ή συγκέντρωση του DDT στο λίπος των ψαριών έφθασε στα 176 ppm με αποτέλεσμα τὸ θανατό τους και τή νέκρωση τῆς λίμνης με τίς πρώτες αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος (Πανέτσος και συν., 1976).

Λίμνη Βεγορίτιδα Δ. Μακεδονίας: Ἡ Βεγορίτιδα εἶναι μιὰ ἀπὸ τίς μεγαλύτερες λίμνες τῆς Μακεδονίας, με ἔκταση 75 τετραγωνικά χιλιόμετρα και μέγιστο βάθος 68 μέτρα. Εἶναι ὀλιγότροφη λίμνη και ἡ μέση ἐτήσια παραγωγή ἀλιευμάτων ἦταν, στή δεκαετία 1961-70, 20kg/he. Ὑστερα ἀπὸ τὴν ἔντονη ρύπανση που ἔχει ὑποστει ἡ λίμνη ἀπὸ τίς γύρω βιομηχανίες, ἡ ἰχθυοπαραγωγή τῆς ἔχει φθάσει σὲ πολὺ χαμηλὰ ἐπίπεδα· ἔχει σχεδὸν μηδενιστεῖ.

Ἡ ἐρευνητικὴ ἐργασία που ἐγινε στὸ οἰκοσύστημα τῆς λίμνης αὐτῆς ἔδειξε ὅτι ἡ συγκέντρωση τῆς ἀμμωνίας στὸ νερὸ ξεπερνᾶ τὰ 4mg/l. Ἡ τιμὴ του pH σὲ ὄλη τὴν ἔκταση τῆς λίμνης βρέθηκε νὰ κυμαίνεται ἀπὸ 9-10 και ἡ συγκέντρωση του ὀξυγόνου του νεροῦ σὲ ὀρισμένες περιοχές μόλις ἔφθανε τὰ 1,3 mg/l. Ἐξάλλου ὕστερα ἀπὸ τίς ὑπερβολικὲς συγκεντρώσεις τῆς ἀμμωνίας και τῶν φαινολῶν (ἡ συγκέντρωσή τους εἶναι δεκάδες φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὰ διεθνῶς παραδεκτὰ ὄρια) τὸ νερὸ τῆς λίμνης δὲν προσφέρεται πιά γιὰ ἀνθρώπινη χρῆση.

ΛΙΜΝΕΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

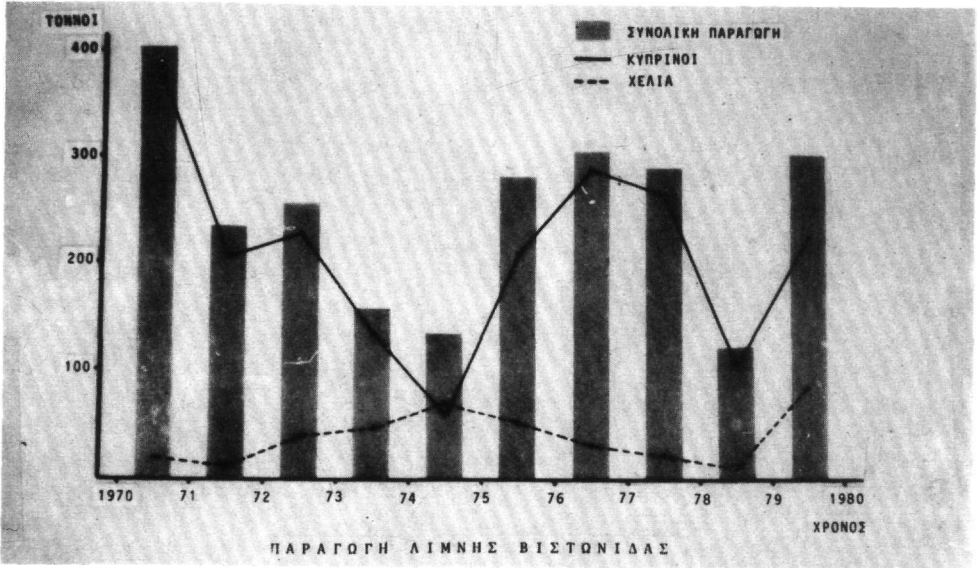
Στό χώρο της Ἁ. Μακεδονίας καί τῆς Θράκης ὑπάρχουν περισσότερες ἀπό 20 λίμνες καί λιμνοθάλασσες, πού ἡ ἐτήσια παραγωγή τους ξεπερνᾶ τους 1.000 τόνους ἐκλεκτῶν ἀλιευμάτων, ὅπως εἶναι τὰ χέλια, οἱ κυπρίνοι, οἱ κέφαλοι κτλ. Οἱ περισσότερες ὁμως ἀπό τίς λίμνες αὐτές ἔχουν ἔντονα προβλήματα ρυπάνσεως μέ συνέπεια τῆ μείωση τῆς ἰχθυοπαραγωγῆς τους (Γκώγκος, 1980). Δύο ἀπό τίς λίμνες αὐτές, ἡ λίμνη Βιστωνίδα καί ἡ λίμνη τοῦ Μητρικοῦ, πού εἶναι ἀπό τίς παραγωγικότερες τῆς περιοχῆς, εἶναι ἀντικείμενο μελέτης, ἐδῶ καί ἀρκετά χρόνια, τοῦ Ἐργαστηρίου Ὑγιεινῆς Τροφίμων τῆς Κτηνιατρικῆς Σχολῆς. Τά στοιχεῖα πού ἀναφέρονται παρακάτω καί ἀφοροῦν τῆ ρύπανση καί τὴν παραγωγή τῶν λιμνῶν αὐτῶν, προέρχονται ἀπό τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐρευνητικῆς αὐτῆς ἐργασίας.

Λίμνη Βιστωνίδα Θράκης: Ἀντίθετα μέ τῆ λίμνη Βεγορίτιδα, ἡ Βιστωνίδα εἶναι εὐτροφῆ λίμνη ἐκτάσεως 42 τετραγωνικῶν χιλιομέτρων περίπου, μέ μέγιστο βάθος πού δὲν ξεπερνᾶ τὰ 3,5 m (Εἰκ. 7).

Στὴ δεκαετία τοῦ 1960 ἡ μέση ἐτήσια παραγωγή ἀλιευμάτων τῆς Βιστωνίδας ἦταν 100kg/he. Στὴ δεκαετία ὁμως τοῦ 1970 ἡ ἰχθυοπαραγωγή τῆς λίμνης αὐτῆς παρουσίασε ἔντονη κάμψη μέ ἀποτέλεσμα ἡ μέση ἐτήσια παραγωγή νὰ μὴ ξεπερνᾶ τὰ 30kg/he (Σχ. 8).

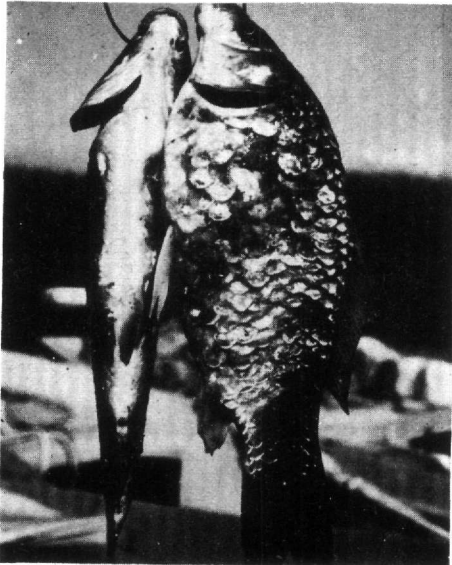


Εἰκ. 7. Λίμνη Βιστωνίδα Θράκης.



Σχ. 8. Ίχθυοπαραγωγή της λίμνης Βιστωνίδας στη δεκαετία του 1970. Οί πτώσεις της παραγωγής συμπίπτουν με τις εξάρσεις των ένδημικών νόσων των ιχθύων.

Τά τελευταία 7 χρόνια παρουσιάστηκαν εξάρσεις διαφόρων νοσημάτων σε ψάρια της Βιστωνίδας, όπως ο μολυσματικός υδρωπας των κυπρίνων και ή έρυθρά πανώλης των χειλιών, που αποδεκάτισαν αυτά τὰ είδη (Είκ. 9).



Είκ. 9. Μολυσματικός υδρωπας σε κυπρίνους που άλιεύτηκαν από τή λίμνη Βιστωνίδα.

Από συστηματική έρευνα που έγινε στο οικοσύστημα της λίμνης Βιστωνίδας και η οποία συνεχίζεται μέχρι σήμερα, διαπιστώθηκε η ρύπανση της λίμνης αυτής με γεωργικά απόβλητα (λιπάσματα, φυτοφάρμακα) και οικιακά λύματα (απορρυπαντικά). Στόν πίνακα 1 δίνονται μερικές τιμές τών φυσικοχημικών παραμέτρων της λίμνης Βιστωνίδας. (Αποτελέσματα υπό δημοσίευση).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΤΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΙΣΤΩΝΙΑΔΑΣ ΘΡΑΚΗΣ

Διαλυτό οξυγόνο (D.O.): 2,9-8,0 mg/l	(Μικρότερο όριο 4 mg/l)
Βιολογικός δεσμευόμενος οξυγόνο (BOD): 8-12 mg/l	(Μεγαλύτερο όριο 6 mg/l)
pH 6,8-8,8 με άκραίες τιμές 9,6	(Ανεκτό όριο 7-8,5 mg/l)
Άμμωνία (NH ₃) 0,35-0,97 με άκραίες τιμές 1,7 mg/l	(Ανεκτό όριο 0,5 mg/l)
Νιτρικά (NO ₃) 1,7-4,9 mg/l	(Ανεκτό όριο 1 mg/l)
Νιτρώδη (NO ₂): 0,07-1,9 mg/l	(Ανεκτό όριο 0,01 mg/l)
Φωσφορικά (PO ₄): 0,73-2,95 mg/l	(Ανεκτό όριο 0,1-0,15 mg/l)
Θειικά (SO ₄): 160-280 mg/l	(Ανεκτό όριο 120 mg/l)
Απορρυπαντικά 0,35-1,30 mg/l	(Ανεκτό όριο 0,5 mg/l)
Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (DDT, Aldrin κτλ.): 21.400 ppb	

Λίμνη Μητρικού Θράκης: Το καλοκαίρι του 1980 στη λιμνοθάλασσα του Μητρικού της Θράκης, εκτάσεως 2.300 στρεμμάτων, εκδηλώθηκαν άθροα θανατηφόρα κρούσματα οξείας μορφής, με όλα τα είδη των ψαριών (χέλια, κέφαλοι, κυπρίνοι, κοκκινοφτέρες κτλ.), με αποτέλεσμα να μηδενιστεί σχεδόν η παραγωγή της λίμνης αυτής (Εικ. 10).

Από τις μετρήσεις που έγιναν στο νερό της λίμνης και στα ψάρια, διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση του οξυγόνου στο νερό της λίμνης ήταν μόλις 0,7 mg/l, του υδροθείου κυμαινόταν από 5 μέχρι 6 mg/l και της αμμωνίας από 0,3 μέχρι 0,7 mg/l. Διαπιστώθηκαν ακόμη υψηλές τιμές φωσφορικών στο νερό και οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων (Aldrin) στους ιστούς των ψαριών. Από την αξιολόγηση των εύρημάτων και των παθολογοανατομικών αλλοιώσεων των ψαριών προέκυψε ότι ο θάνατός τους προήλθε από την υπερβολική συγκέντρωση του υδροθείου στο νερό της λίμνης και την έλλειψη οξυγόνου, γεγονός που έκανε το υδάτινο περιβάλλον τοξικό και δυσμενές για τη διαβίωσή τους.

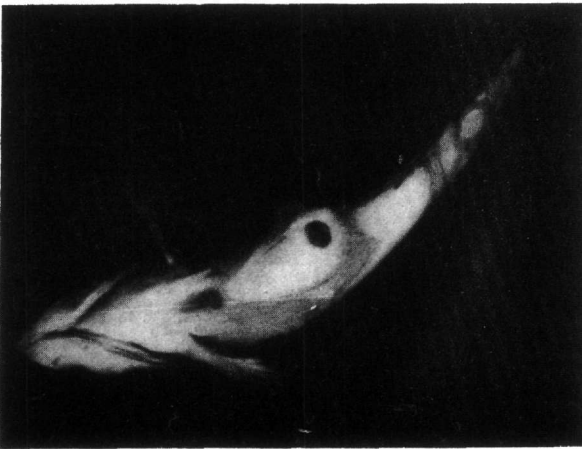
Οι οικολογικές διαταραχές στο οικοσύστημα της λίμνης Μητρικού, που είναι συνέπεια του φαινομένου του υπερευτροφισμού, οδηγούν άργα ή γρήγορα στη μετατροπή της λίμνης σε τέλμα με σοβαρές οικονομικές, οικολογικές και περιβαλλοντικές συνέπειες, ιδιαίτερα μάλιστα ύστερα από την υπογραφή της συμβάσεως Ramsar, με την οποία η λίμνη του Μητρικού χαρακτηρίστηκε «προστατευτός υδροβιότοπος» σπάνιων υδρόβιων πτηνών.

Ένα περιστατικό ακόμη, που υπήρξε αντικείμενο έρευνας του Έργαστη-



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

ρίου Ὑγιεινῆς Τροφίμων, ἦταν ἐκεῖνο πού συνέβη τὸ καλοκαίρι τοῦ 1979 στὸν κόλπο Κισάμου τῆς Κρήτης, ὅπου πάνω ἀπὸ 6.000 kg ψάρια τοῦ γένους *Eriperhelus* πέθαναν σὲ διάστημα 3 μηνῶν (Kilikidis et al., 1981a). Τὰ ψάρια αὐτά, πού τὸ βᾶρος τους κυμαινόταν ἀπὸ 3 μέχρι 15 kg, ἐπέπλεαν στὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας σὲ ἡμιθανή κατάσταση (Είκ. 11).



Είκ. 11. Ροφός τοῦ γένους *Eriperhelus* σὲ ἡμιθανή κατάσταση στὸν κόλπο Κισάμου τῆς Κρήτης.

Ἐκ τῆς ἐρευνας πού ἐγίνε διαπιστώθηκε ὅτι ὁ θάνατος τῶν ψαριῶν ὀφείλεται στίς ὑψηλές συγκεντρώσεις χαλκοῦ, ἀμμωνίας καί κυανιοῦχων στό νερό τοῦ κόλπου. Οἱ συγκεντρώσεις τῶν τοξικῶν αὐτῶν οὐσιῶν σέ mg/l βρέθηκαν νά κυμαίνονται:

-Χαλκός	160-220
-Ἀμμωνία	48- 64
-Κυανιοῦχα	30- 40

Οἱ ἀνατομοπαθολογικές ἀλλοιώσεις πού βρέθηκαν στά ψάρια τῆς περιοχῆς αὐτῆς θεωρήθηκαν ἀποτέλεσμα τῆς τοξικῆς ἐπιδράσεως αὐτῶν τῶν ρυπαντῶν.

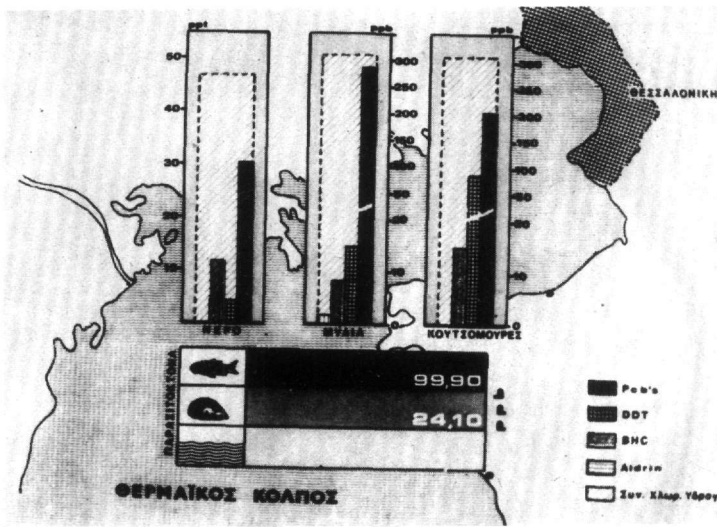
Ἐκ μίας μακροχρόνιας ἐρευνας (1976-80), πού ἐγίνε στήν περιοχή τοῦ Βορείου Αἰγαίου καί ἰδιαίτερα στούς κόλπους Θερμαϊκοῦ, Στρυμωνικοῦ καί Καβάλας, ὕστερα ἀπό τὸ συμβόλαιο πού ὑπογράφηκε μεταξὺ τοῦ Ἐργαστηρίου Ὑγιεινῆς Τροφίμων καί τῆς UNEP γιά τὴν προστασία τῆς Μεσογείου ἀπό τοὺς χλωριωμένους ὑδρογονάνθρακες, διαπιστώθηκαν τὰ ἀκόλουθα (Kilikidis et al., 1981b).

α) Οἱ θαλάσσιοι ὄργανισμοὶ πού ἐξετάστηκαν καί ἀπὸ τίς τρεῖς θαλάσσιες περιοχὲς βρέθηκαν νά ἔχουν ρυπανθεῖ μὲ χλωριωμένους ὑδρογονάνθρακες (DDT καί οἱ μεταβολίτες του, DDE καί DDD, HCB καί PCB's). Ἐπισημαίνεται ὅτι μολονότι τὰ PCB's δὲν ἀνήκουν στά φυτοφάρμακα, ἐν τούτοις ἡ τοξικότητα καί ἡ συμπεριφορὰ τους εἶναι ὁμοία μὲ ἐκεῖνη τῶν ὀργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων.

β) Ἐκ τῶν θαλάσσιων ὄργανισμῶν πού ἐξετάστηκαν (*M. galloprovincialis*, *M. barbatus*, *T. thynnus*, *X. gladius* καί *M. merluccius*), τὴν ὑψηλότερη ρύπανση παρουσίασε τὸ εἶδος *T. thynnus* (μ.δ. χλωριωμένων ὑδρογονανθράκων 3.837 ppb ἐπὶ οὐσίας ὡς ἔχει) καί τὴ μικρότερη τὸ εἶδος *M. galloprovincialis* (μ.δ. χλωριωμένων ὑδρογονανθράκων 356,9 ppb ἐπὶ οὐσίας ὡς ἔχει). Ἡ βιομεγέθυνση αὐτῆ τῶν τοξικῶν οὐσιῶν τῆς ὑδρόσφαιρας, ὅπου οἱ ρυπαντὲς τοῦ θαλάσσιου περιβάλλοντος συγκεντρώνονται σὲ ὑψηλότερα ἐπίπεδα στούς ὄργανισμοὺς πού ἀνήκουν σὲ ἀνώτερα τροφικά ἐπίπεδα, φαίνεται σαφέστατα στήν περίπτωση τοῦ Θερμαϊκοῦ κόλπου (Σχ. 12). Ἐκ τίς μετρήσεις πού ἐγίναν στόν κόλπο αὐτὸ γιά νά μελετηθεῖ τὸ φαινόμενο τῆς βιοσυγκεντρώσεως καί βιομεγέθυνσεως τῶν τοξικῶν οὐσιῶν τοῦ περιβάλλοντος στούς ζωντανούς ὄργανισμοὺς, διαπιστώθηκε ὅτι, ἐνῶ ἡ συγκέντρωση τοῦ DDT στό νερὸ τοῦ Θερμαϊκοῦ κόλπου ἦταν μόλις 0,02 ppb, στά μύδια ἐφθασε στα 24,1ppb καί σὲ ἓνα ὑψηλότερο τροφικὸ ἐπίπεδο ἀνέβηκε στά 99,9 ppb (Κιλικίδης καί συν., 1981).

γ) Ἐκ τῶν 1976 μέχρι τὸ 1979 δὲ διαπιστώθηκε μείωση τῶν ἐπιπέδων τοῦ DDT στούς θαλάσσιους ὄργανισμοὺς πού ἐξετάστηκαν, ἀλλὰ ἀντίθετα μιά τάση αὐξήσεως τῶν ἐπιπέδων αὐτῶν.

Ἐκ πρόσφατη τέλος ἐρευνητικὴ ἐργασία, πού ἐγίνε στό Θερμαϊκὸ κόλπο



Σχ. 12. Ρύπανση του Θερμαϊκού κόλπου με χλωριωμένους υδρογονάνθρακες και βιομεγέθυνση των οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων στους θαλάσσιους οργανισμούς του κόλπου αυτού.

για τη διαπίστωση της ρυπάνσεως υδρόβιων οργανισμών (*M. galloprovincialis*), με πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, βρέθηκαν τα ακόλουθα (Iosifidou et al., 1981):

α) Όλοι οι οργανισμοί που εξετάστηκαν, τόσο από την ανατολική περιοχή του κόλπου (γεωργική περιοχή), όσο και από τη δυτική (βιομηχανική περιοχή) βρέθηκαν να έχουν ρυπανθεί με πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες.

β) Ανιχνεύτηκαν 18 πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες από τους οποίους οι 7 είναι καρκινογόνοι.

γ) Η ρύπανση στη δυτική (βιομηχανική) περιοχή είναι μεγαλύτερη από εκείνη της ανατολικής (γεωργικής) περιοχής. Οι συγκεντρώσεις των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων στα μύδια (έπι ουσίας ως έχει) ήταν για τις αντίστοιχες περιοχές 92 ppb και 66 ppb.

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, γίνεται φανερό ότι τα οικιακά, βιομηχανικά ή αγροτικά απόβλητα, πριν διοχετευτούν στο περιβάλλον, πρέπει να υπόκεινται σε κάθαρση βιολογική και χημική, ώστε να μη διαταράζεται ή ισορροπία των παραγωγικών οικοσυστημάτων. Η διευθέτηση λοιπόν των παραγόντων εκείνων που ρυπαίνουν το περιβάλλον είναι το δυσκολότερο πρόβλημα που έχει να αντιμετωπίσει ο σημερινός άνθρωπος. Η διευθέτηση αυτή των ρυπαντών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη ισορροπίας δυνάμεων και δράσεων στο χώρο της βιόσφαιρας από την οποία ισορροπία εξαρτιέται όχι μόνο η παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων αλλά και η ύπαρξη αυτού του ίδιου του ανθρώπου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. ΓΚΩΓΚΟΣ, Α (1960): Θρακική έπετηρίδα. 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. Υπό δημοσίευση «Επιθ.Τεχνολ. και Ύγιεινης Τροφίμων).
5. ΚΙΑΙΚΙΔΗΣ, Σ. (1979): Οίκολογία· Δομή, λειτουργία και ρύπανση τών οικοσυστημάτων, Θεσσαλονίκη.
6. ΚΙΑΙΚΙΔΗΣ, Σ.Δ., Ι.Ε. ΨΩΜΑΣ, Α.Π. ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ και Α.Γ. ΠΑΝΕΤΣΟΣ. (1981): Ρύπανση του Θερμαϊκού κόλπου με χλωριωμένους ύδρογονάνθρακες. Υπό 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): Monitoring 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.ΚΙΑΙΚΙΔΗΣ και Ι.ΨΩΜΑΣ. (1976): Ρύπανσις κλειστής ύδατοσυλλογής υπό οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων. Δελτ. Έλλ. Κτην. Έταιρ. 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): Βασικοί Ύγρότοποι τής χώρας. Αθήνα.