

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 5410/19.2.1975 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.

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

Ταχ. Διεύθυνση:
Ταχ. θορίς 407
Κέντρικο Ταχυδρομείο
Αθήνα


Συνδρομές:

Έτησια έπιτετρικού	δρχ.	500
Έτησια έξωτερικού	*	1000
Έτησια φοιτητών ήμεδαπής	*	300
Έτησια φοιτητών άλλουδαπής	*	500
Τιμή έκτιστου τεύχους	*	200
Ίδωματα 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. Μάλλιμη 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 οικοσυστημάτων

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 οικοσυστημάτων. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 32(4), 349–365.
<https://doi.org/10.12681/jhvms.21515>

ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΜΑΤΑ

MISCELLANEOUS

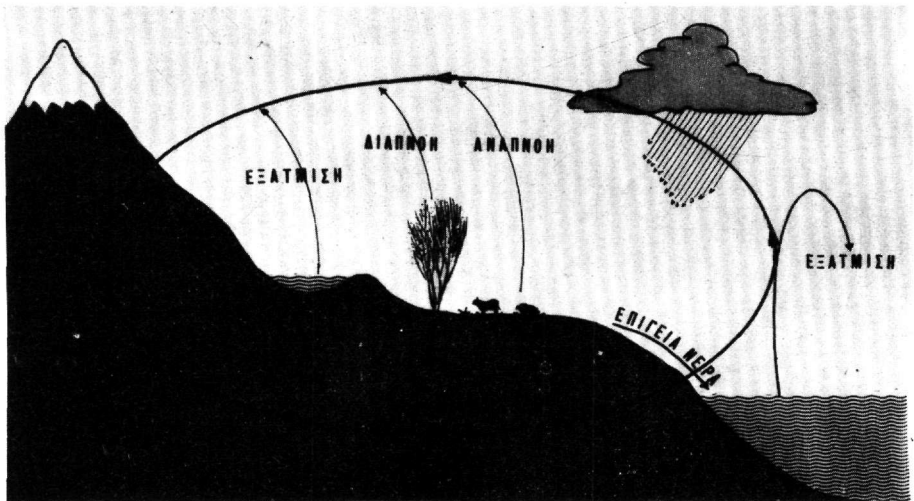
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

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 τὰ 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 άπ' 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 ώκεανούς και τις θάλασσες (άλμυρά νερά), το 2,1% τους πολιτικούς πάγους και μόλις το 0,6% απαρτίζει τὰ γλυκά νερά. Οι ποσότητες αυτές του γλυκού νερού των άρτεσιανών, των ποταμών και λιμνών ξοδεύονται στη γεωργία, στην βιομηχανία, στις πόλεις για τόν 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 ώκεανοί, τὰ ποτάμια, οι λίμνες, τὰ τέλματα και τὰ έλη. Οι συγκεντρώσεις αυτές των υδάτων δεν αποτελούν άπλές συλλογές νερού, αλλά συνιστούν οικολογικά συστήματα, όπου υπάρχουν άλληλεξαρτήσεις και άλληλεπιδράσεις μεταξύ των υδροβίων οργανισμών και του περιβάλλοντός του. Όπως κάθε οικολογικό σύστημα έτσι και τὰ 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 τὰ 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 τή 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 $2.000 \text{ Kcal/m}^2/\text{yr}$. Όστόσο 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 τή 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 τὰ 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), ό φωσφόρος (P), τó κάλιο (K), τά νάτριο (Na) κτλ. Οί άνάγκες όμως τών αυτότροφων (φυτικών) και έτερότροφων (ζωικών) όργανισμών είναι διαφορετικές ώς πρós τήν ποσότητα και τή μορφή τών θρεπτικών αυτών υλικών. Η αύξημένη παροχή τέτοιων θρεπτικών υλικών στο ύδάτινο οίκοσυστήμα προκαλεί γενικά αύξηση τών αυτότροφων και έτερότροφων όργανισμών, με άποτέλεσμα τήν αύξηση τής παραγωγικότητας τών ύδάτινων οίκοσυστημάτων. Η ύψηλή παραγωγικότητα στα δέλτα τών ποταμών όφείλεται κυρίως στην αύξημένη παροχή θρεπτικών υλικών στα οίκοσυστήματα αυτά.

Τό φώς: Τό φώς άποτελεί τόν πιό βασικό θετικό παράγοντα για τήν παραγωγικότητα τών φυτικών υδρόβιων όργανισμών, έπειδή αύξάνει τήν φωτοσυνθετική τους δραστηριότητα. Η ποσότητα όμως του φωτός που παρέχεται στο ύδάτινο οίκοσυστήμα και ή διείσδυσή του στο νερό έξαρτιέται από τó γεωγραφικό πλάτος που βρίσκεται τó οίκοσυστήμα και από τή διαύγεια του νερού, έπηρεάζοντας έτσι τήν παραγωγικότητα τών οίκοσυστημάτων.

Τό πλαγκτό: Τό πλαγκτό άπαρτίζεται από μικροσκοπικούς φυτικούς όργανισμούς (φυτοπλαγκτό) ή ζωικούς (ζωοπλαγκτό), που άποτελούν τίς πρώτες τροφικές βαθμίδες τής ύδάτινης τροφικής άλυσίδας. Η ισόρροπη ανάπτυξη μεταξύ φυτο- και ζωοπλαγκτού άποτελεί προϋπόθεση για τήν ύψηλή παραγωγικότητα τών ύδάτινων οίκοσυστημάτων. Αντίθετα ή ύπέρμετρη ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού σε σχέση με τó ζωοπλαγκτό δημιουργεί τó πρόβλημα του **Ύπερευτροφισμού** με έπιπτώσεις στην ύδάτινη κοινότητα. Παράγοντες που ρυθμίζουν τήν ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού είναι τά θρεπτικά συστατικά, τó φώς, ή θερμοκρασία και ή έποχή του έτους.

Τό όξυγόνο και ή θερμοκρασία: Για τήν ύπαρξη ίσορροπίας στα ύδάτινα οίκοσυστήματα και για τή διατήρηση τής λειτουργικότητας τών τροφικών άλυσίδων, είναι αναγκαίο, στα οίκοσυστήματα αυτά να ύπάρχει ή άπαραίτητη ποσότητα όξυγόνου διαλυμένου στην ύδάτινη μάζα. Πρέπει να λεχθεί ότι τó όξυγόνο διαλύεται σε μικρή ποσότητα μέσα στο νερό και ή συγκέντρωσή του έξαρτιέται από τή θερμοκρασία του ύδάτινου περιβάλλοντος. Διαπιστώθηκε ότι όσο αύξάνεται ή θερμοκρασία του νερού τόσο μειώνεται ή συγκέντρωσή του σε όξυγόνο. Έτσι σε θερμοκρασία 0° C ή συγκέντρωση του όξυγόνου στο νερό είναι 14,6 mg/l και σε θερμοκρασία 30°C γίνεται 7,6mg/l. Έκτός όμως από τή θερμοκρασία και άλλοι παράγοντες ρυθμίζουν τή συγκέντρωση του όξυγόνου στο νερό. Στίς όλιγότροφες λίμνες π.χ. ή συγκέντρωση του όξυγόνου στο νερό είναι μεγαλύτερη από ό,τι στίς εϋτροφες ή στίς λίμνες που έχουν ρυπανθεί. Τονίζεται άκόμη ότι τó όξυγόνο τής υδρόσφαιρας δέν ξοδεύεται μόνο από τά ψάρια, όπου κάθε είδος ψαριών έχει ιδιαίτερες άπαιτήσεις σε όξυγόνο, αλλά και από άλλους υδρόβιους όργανισμούς. Η έπάρκεια έπομένως του ύδάτινου οίκοσυστήματος σε όξυγόνο είναι καθοριστική για τή ζωή τών ψαριών και τών άλλων υδρόβιων όργανισμών. Η έπάρκεια όμως αυτή έξαρτιέται από όρισμένους μηχανισμούς που λειτουργούν στην υδρόσφαιρα είτε διά μέσου βιολογικών είτε χημικών αντιδράσεων, που καταναλώνουν τó διαλυμένο στο νερό όξυγόνο. Τό όξυγόνο που άπαιτείται 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 φανερό 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.

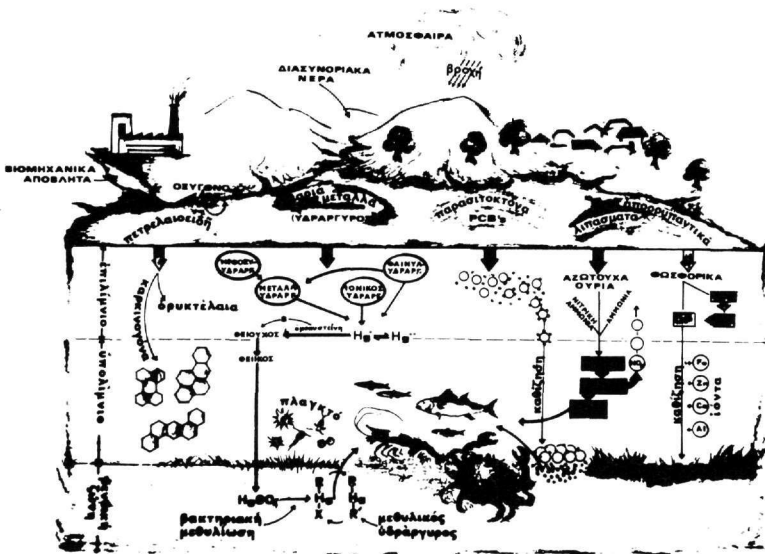
β) Ὑπάρχει δυνατότητα δεσμεύσεως τοῦ τοξικοῦ παράγοντα ἀπὸ τὰ φύκη, ποὺ ἀποτελοῦν συνήθως τὴν πρώτη βαθμίδα τῆς ὑδάτινης τροφικῆς ἀλυσίδας.

γ) Τὰ ὑδάτινα οἰκοσυστήματα ἔχουν μακρύτερες τροφικὲς ἀλυσίδες 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.

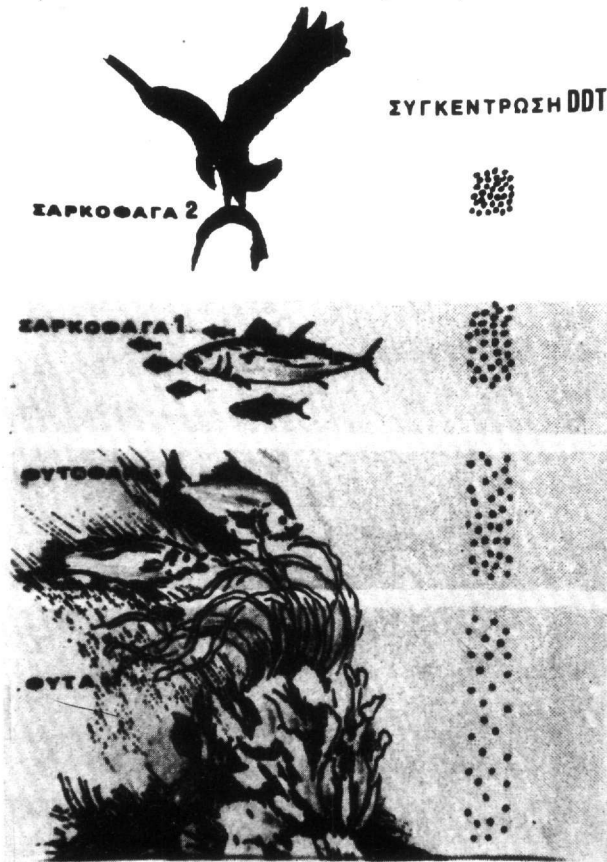
β) Η βιοσυγκέντρωση και βιομεγέθυνση των τοξικών ουσιών του υδάτινου περιβάλλοντος στους υδρόβιους οργανισμούς δια μέσου των τροφικών αλυσίδων και

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-

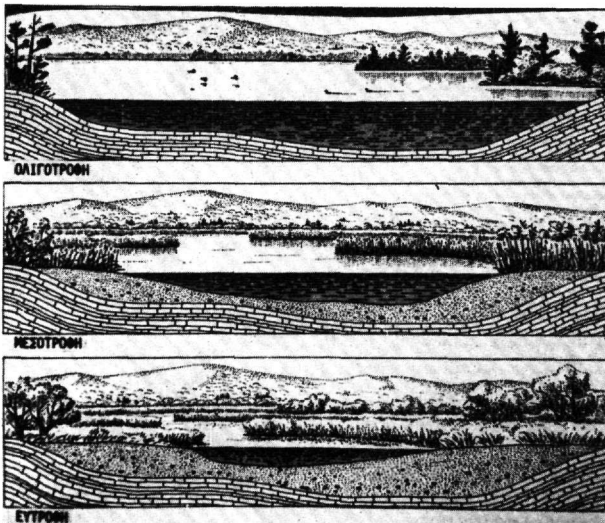
γανισμούς που ζούν μέσα στους χώρους αυτούς. Υπάρχουν όμως στη φύση όρισμένοι μηχανισμοί που υποβοηθούν την σύζευση των μικροποσοτήτων μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς, σε τρόπο ώστε τελικά να προκαλούν τη δηλητηρίασή τους. Οι συσσωρευτικοί αυτοί μηχανισμοί των υπολειμμάτων των τοξικών ουσιών του περιβάλλοντος 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 εὐτροφη, εἶναι πολὺ μεγάλη καὶ ἀνήκει σὲ «ιστορικό» ἢ ἀκόμη καὶ σὲ «γεωλογικό» 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 εὐτροφη μέ-σα σὲ σύντομο χρονικὸ διάστημα (Σχ. 4).



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

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 γίνῃ 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).

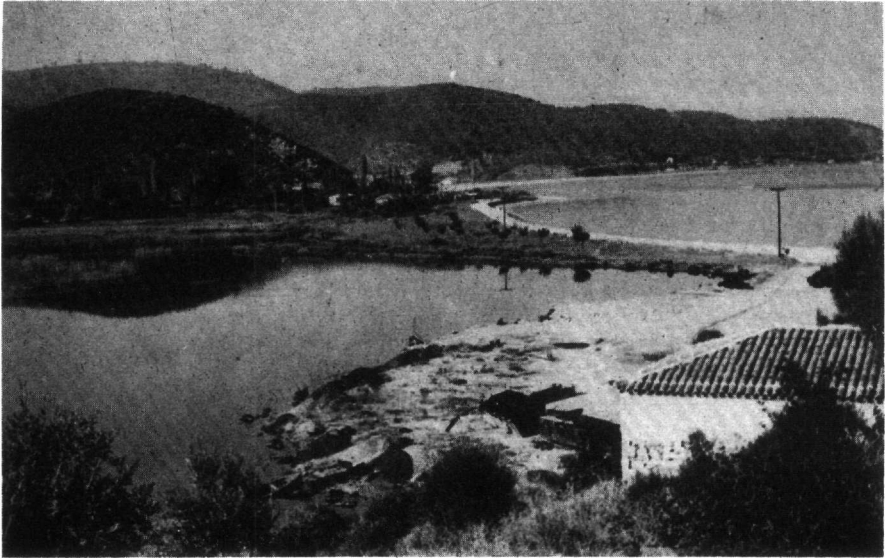
ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

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 αυτή 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 αυτής φαίνεται ότι τις έχουν ύποσσει τα υδάτινα οικοσυστήματα με άμεσο άντίκτυπο στην παραγωγικότητά τους.

Θά αναφερθούν 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 των υδρόβιων οργανισμών των οικοσυστημάτων αυτών 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 των 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 αυτή 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 των ψαριών (Είκ. 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-Κουφού Χαλκιδικής.

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

Λίμνη Βεγορίτιδα Δ. Μακεδονίας: Η Βεγορίτιδα είναι μιá από τίς μεγαλύτερες λίμνες τής Μακεδονίας, με έκταση 75 τετραγωνικά χιλιόμετρα και μέγιστο βάθος 68 μέτρα. Είναι όλιγότροφη λίμνη και ή μέση ετήσια παραγωγή άλιευμάτων ήταν, στη δεκαετία 1961-70, 20kg/he. Ύστερα από τήν έντονη ρύπανση που έχει ύποστει ή λίμνη από τίς γύρω βιομηχανίες, ή ίχθυοπαραγωγή της έχει φθάσει σε πολύ χαμηλά επίπεδα· έχει σχεδόν μηδενιστεί.

Η έρευνητική έργασία που έγινε στο οικοσύστημα τής λίμνης αúτης έδειξε ότι ή συγκέντρωση τής άμμωνίας στο νερό ξεπερνά τα 4mg/l. Η τιμή του pH σε όλη τήν έκταση τής λίμνης βρέθηκε να κυμαίνεται από 9-10 και ή συγκέντρωση του όξυγόνου του νερού σε όρισμένες περιοχές μόλις έφθανε τα 1,3 mg/l. Έξάλλου ύστερα από τίς υπερβολικές συγκεντρώσεις τής άμμωνίας και των φαινολών (ή συγκέντρωσή τους είναι δεκάδες φορές μεγαλύτερη από τα διεθνώς παραδεκτά όρια) τó νερό τής λίμνης δέν προσφέρεται πιά για άνθρωπινη χρήση.

ΛΙΜΝΕΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

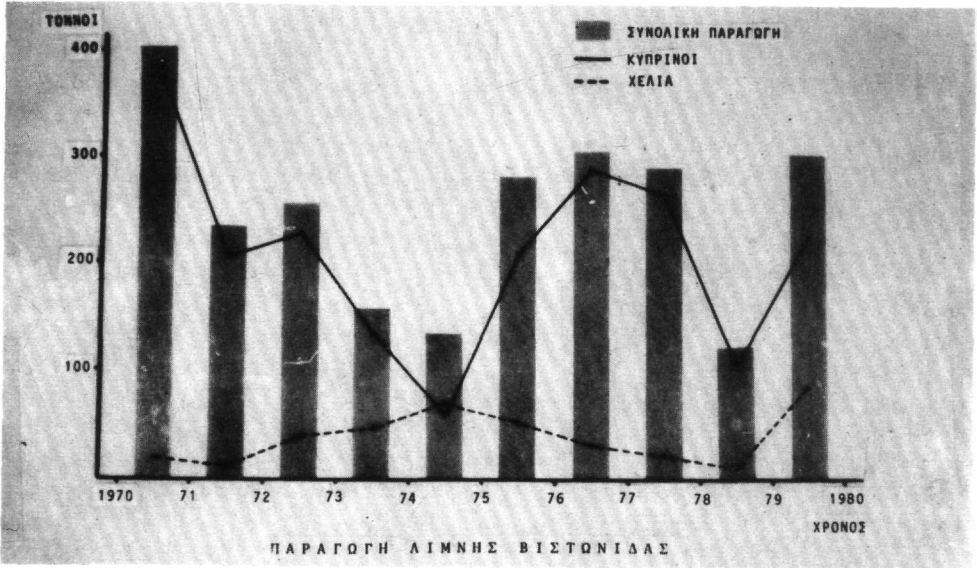
Στό χώρο τής 'Α. Μακεδονίας και τής Θράκης υπάρχουν περισσότερες από 20 λίμνες και λιμνοθάλασσες, που ή ετήσια παραγωγή τους ξεπερνά τους 1.000 τόνους έκλεκτων άλιευμάτων, όπως είναι τὰ χέλια, οί κυπρίνοι, οί κέφαλοι κτλ. Οί περισσότερες όμως από τις λίμνες αυτές έχουν έντονα προβλήματα ρυπάνσεως με συνέπεια τή μείωση τής ιχθυοπαραγωγής τους (Γκώγκος, 1980). Δύο από τις λίμνες αυτές, ή λίμνη Βιστωνίδα και ή λίμνη του Μητρικού, που είναι από τις παραγωγικότερες τής περιοχής, είναι αντικείμενο μελέτης, έδω και αρκετά χρόνια, του Έργαστηρίου Υγιεινής Τροφίμων τής Κτηνιατρικής Σχολής. Τά στοιχεία που αναφέρονται παρακάτω και άφορούν τή ρύπανση και τήν παραγωγή τών λιμνών αυτών, προέρχονται από τὰ άποτελέσματα τής έρευνητικής αυτής εργασίας.

Λίμνη Βιστωνίδα Θράκης: Άντίθετα με τή λίμνη Βεγορίτιδα, ή Βιστωνίδα είναι εϋτροφη λίμνη έκτάσεως 42 τετραγωνικών χιλιομέτρων περίπου, με μέγιστο βάθος που δέν ξεπερνά τὰ 3,5 m (Είκ. 7).

Στή δεκαετία του 1960 ή μέση ετήσια παραγωγή άλιευμάτων τής Βιστωνίδας ήταν 100kg/he. Στή δεκαετία όμως του 1970 ή ιχθυοπαραγωγή τής λίμνης αυτής παρουσίασε έντονη κάμψη με άποτέλεσμα ή μέση ετήσια παραγωγή νά μη ξεπερνά τὰ 30kg/he (Σχ. 8).

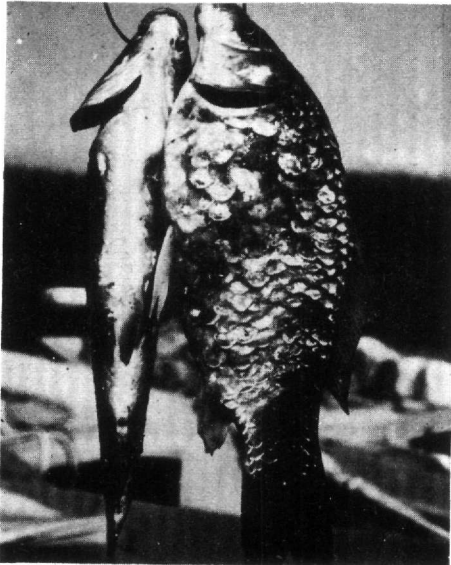


Είκ. 7. Λίμνη Βιστωνίδα Θράκης.



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 άμμωνίας 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.

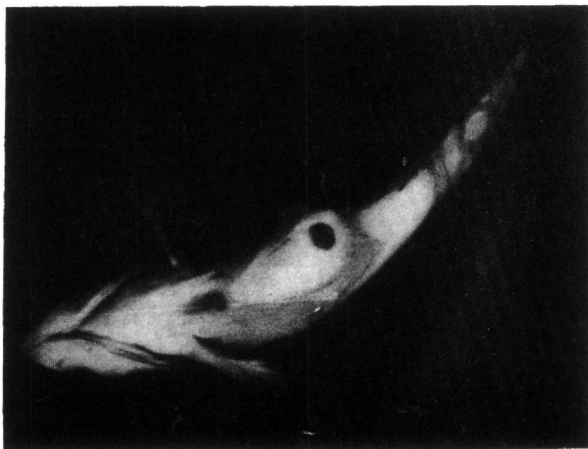
Οι οικολογικές διαταραχές στο οικοσύστημα της λίμνης Μητρικού, που είναι συνέπεια του φαινομένου του υπερευτροφισμού, οδηγούν άργα ή γρήγορα στη μετατροπή της λίμνης σε τέλμα με σοβαρές οικονομικές, οικολογικές και περιβαλλοντικές συνέπειες, ιδιαίτερα μάλιστα ύστερα από την υπογραφή της συμβάσεως Ramsar, 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 βάρος τους κυμαίνονταν 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.

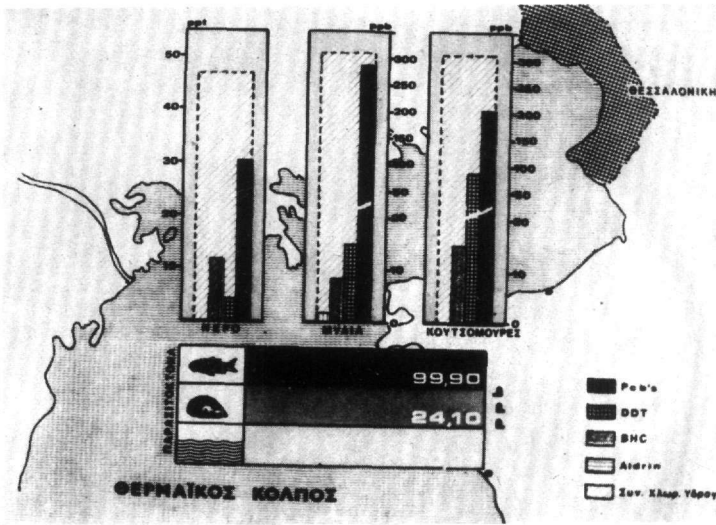
Ἀπό μία μακροχρόνια ἐρευνα (1976-80), πού ἐγίνε στήν περιοχή τοῦ Βορείου Αἰγαίου καί ἰδιαίτερα στούς κόλπους Θερμαϊκοῦ, Στρυμονικοῦ καί Καβάλας, ὕστερα ἀπό τὸ συμβόλαιο πού ὑπογράφηκε μεταξὺ τοῦ Ἐργαστηρίου Ὑγιεινῆς Τροφίμων καί τῆς UNEP γιά τὴν προστασία τῆς Μεσογείου ἀπό τοὺς χλωριωμένους ὑδρογονάνθρακες, 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 στὰ φυτοφάρμακα, ἐν τούτοις ἡ τοξικότητα καί ἡ συμπεριφορὰ τοὺς εἶναι ὁμοία μὲ ἐκεῖνη τῶν ὀργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων.

β) Ἀπὸ τοὺς θαλάσσιους ὄργανισμοὺς 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 στοὺς ὄργανισμοὺς πού ἀνήκουν σὲ ἀνώτερα τροφικά ἐπίπεδα, φαίνεται σαφέστατα στήν περίπτωση τοῦ Θερμαϊκοῦ κόλπου (Σχ. 12). Ἀπὸ τίς μετρήσεις πού ἐγίναν στὸν κόλπο αὐτὸ γιά νά μελετηθεῖ τὸ φαινόμενο τῆς βιοσυγκεντρώσεως καί βιομεγέθυνσεως τῶν τοξικῶν οὐσιῶν τοῦ περιβάλλοντος στοὺς ζωντανοὺς ὄργανισμοὺς, διαπιστώθηκε ὅτι, ἐνῶ ἡ συγκέντρωση τοῦ DDT στό νερὸ τοῦ Θερμαϊκοῦ κόλπου ἦταν μόλις 0,02 ppb, στὰ μύδια ἐφθασε στα 24,1ppb καί σὲ ἓνα ὑψηλότερο τροφικὸ ἐπίπεδο ἀνέβηκε στὰ 99,9 ppb (Κιλικίδης καί συν., 1981).

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

Ἀπὸ 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. Άθήνα.