

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΤΗΣ ΔΡΑΣΕΩΣ ΤΟΥ SONAR (FLURIDONE) ΣΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ
ΙΧΘΥΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
(ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ SONAR ΣΤΑ *Cyprinidae*, ΣΤΟ ΦΥΤΟ-ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟ
ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ
ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ)

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ, Καθηγητής Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος Τμήματος Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

ΜΕΛΗ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ, Δρ., Λέκτορας Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος Τμήματος Κτηνιατρικής Α.Π.Θ.

ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΛΤΙΠΑΡΜΑΚΗΣ, Δρ. Γεωπόνος, Προϊστάμενος Τεχνικού Τμήματος της Elanco Hellas.

ΞΑΝΘΙΠΠΟΣ ΚΑΡΑΜΑΝΛΗΣ, Κτηνίατρος.

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ, MSc, Υδροβιολόγος Ι.ΩΚ.Α.Ε.

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΟΥΦΙΔΗΣ, Δρ., Λέκτορας Εργαστηρίου Διατροφής Τμήματος Κτηνιατρικής Α.Π.Θ.

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΦΩΤΗΣ, Δρ. Ιχθυολόγος - Ιχθυοπαθολόγος του Κτηνιατρικού Ινστιτούτου Θεσσαλονίκης.

ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΜΕΤΑΣΑΡΑΚΗΣ, Δ/ντής Δ/νσεως Κτηνιατρικής του Υπουργείου Γεωργίας, Νομού Ροδόπης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμώς τους παρακάτω φορείς που συνέβαλαν ουσιαστικά στην ολοκλήρωση του προγράμματος αυτού:

- Εταιρεία ELI LILLY.
- Δ/ση Κτηνιατρικής του Νομού Ροδόπης.
- Εργαστήριο Διατροφής του Τμήματος Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.
- Κτηνιατρικό Ινστιτούτο Θεσσαλονίκης.
- Ινστιτούτο Ωκεανογραφικών και Αλιευτικών Ερευνών.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΤΗΣ ΔΡΑΣΕΩΣ ΤΟΥ SONAR (FLURIDONE)
ΣΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ ΙΧΘΥΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

(ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ SONAR ΣΤΑ *CYPRINIDAE*, ΣΤΟ ΦΥΤΟ-ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην πρώτη φάση του προγράμματος "Πειραματική εκτίμηση της δράσεως του SONAR (Fluridone) στα υδάτινα οικοσυστήματα" μελετήθηκε η επίδραση της ουσίας αυτής στους φυτικούς οργανισμούς *Thalassia natans* και *Phragmites*. Η εργασία αυτή ολοκληρώθηκε το καλοκαίρι του 1983 και τα αποτελέσματά της ανακοινώθηκαν στο Γ' Πανελλήνιο Κτηνιατρικό Συνέδριο στην Κέρκυρα, 1984.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι με τη χρήση του Sonar είναι δυνατός ο έλεγχος των παραπάνω φυτικών οργανισμών. Έτσι με τον τρόπο αυτό μπορούν να επιλυθούν τα προβλήματα που ανακύπτουν στα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων εξαιτίας της υπερβολικής ανάπτυξης των υδροχαρών φυτών. Παρόλα όμως τα θετικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την εργασία που προαναφέρθηκε, κρίθηκε απαραίτητο να συνεχιστεί η έρευνα για να μελετηθεί η βιοσυγκέντρωση του Sonar στα *Cyprinidae*, η συμπεριφορά της ουσίας αυτής στο υδάτινο περιβάλλον, καθώς και η δράση της στην τροφική δομή των παραπάνω φαριών. Με τον τρόπο αυτό θα διαπιστωθεί αν το Sonar προξενεί άμεσα ή έμμεσα προβλήματα υγείας στους κυπρίνους, καθώς και στους καταναλωτές των φαριών αυτών. Έτσι σχεδιάστηκε η δεύτερη φάση του προγράμματος που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- α) Τη μελέτη της βιοσυγκέντρωσης του Sonar στα *Cyprinidae*.
- β) Την επίδραση του Sonar στο φυτο- και ζωοπλαγκτό.
- γ) Την τύχη του Sonar στο υδάτινο περιβάλλον.
- δ) Τη μελέτη των μεταβολών των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού ύστερα από την επίδραση του Sonar.

Η έναρξη του προγράμματος έγινε στα τέλη Μαρτίου 1984 και ο πειραματισμός περατώθηκε στις 15 Οκτωβρίου 1984. Οι εργαστηριακές όμως εξετάσεις ολοκληρώθηκαν το Δεκέμβριο 1984.

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

Για την εγκατάσταση του πειραματισμού, σχετικού με τη δράση του Sonar

(Fluridone) στα *Cyprinidae*, στην τροφική αλυσίδα των φαριών αυτών, στις μεταβολές των φυσιολογικών παραμέτρων του νερού καθώς και για την εκτίμηση της συμπεριφοράς του στο υδάτινο περιβάλλον έγιναν οι παρακάτω ενέργειες: Επιλογή της τοποθεσίας για την κατασκευή δεξαμενής πειραματισμού, εμπλουτισμός της δεξαμενής με ψάρια (Κυπρίνους), ψεκασμός της δεξαμενής με την ανάλογη ποσότητα Sonar, επιτόπιες μετρήσεις και περιοδική δειγματοληψία φαριών, πλαγκτού και νερού για παραπέρα εργαστηριακή εξέταση.

1. Επιλογή τοποθεσίας

Όπως και στην πρώτη φάση του προγράμματος "Πειραματική εκτίμηση της δράσεως του Sonar (Fluridone) στα υδάτινα ιχθυοπαραγωγικά οικοσυστήματα", έτσι και στη δεύτερη φάση του προγράμματος αυτού αποκλείστηκε το εργαστηριακό περιβάλλον και προτιμήθηκε το φυσικό. Με τον τρόπο αυτό πιστεύεται ότι τα πορίσματα που προκύπτουν από την έρευνα ανταποκρίνονται περισσότερο στην πραγματικότητα. Έτσι επιλέχθηκε η περιοχή της λίμνης Μητρικού.

Οι λόγοι που ώθησαν στην επιλογή της περιοχής της λίμνης Μητρικού θράκης για την εγκατάσταση του πειραματισμού και της δεύτερης αυτής φάσης του προγράμματος είναι οι ακόλουθοι:

α) Η πείρα που αποκτήθηκε από την εκτέλεση του πειραματισμού της πρώτης φάσης του προγράμματος και

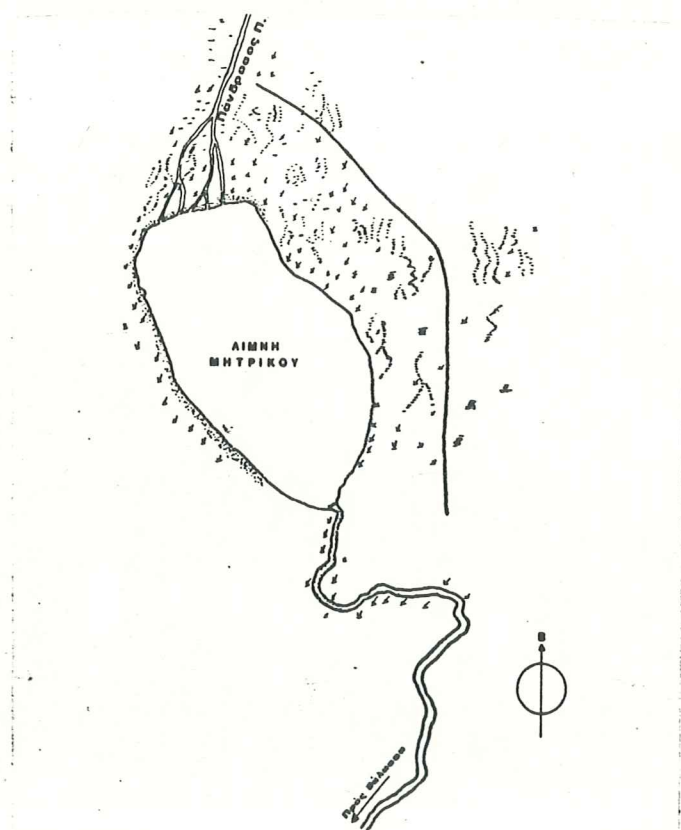
β) Τα ιδιαίτερα προβλήματα που έχει η λίμνη αυτή εξαιτίας της υπερβολικής ανάπτυξης των υδροχαρών φυτών *Thapa natans* και *Phragmites*.

Η λίμνη Μητρικού θράκης είναι τυπική κυπρινοπαραγωγική λίμνη, εκτάσεως περίπου 3.000 στρεμμάτων και βρίσκεται στο νομό Ροδόπης, 20 km ΝΑ της Κομοτηνής, κοντά στην κοινότητα Παγουριά (Σχ. 1).

Η λίμνη Μητρικού επικοινωνεί με τη θάλασσα με κανάλι 3 km περίπου και χαρακτηρίστηκε με τη σύμβαση Ramsar "προστατευτέος βιότοπος σπάνιων υδροβίων πτηνών". Τα τελευταία όμως χρόνια, εξαιτίας της υπερβολικής ανάπτυξης της υδρόβιας βλάστησης κινδυνεύει να μετατραπεί σε τέλμα και να καταστραφεί (Εικ. 2).

Ύστερα από επιτόπια διερεύνηση και μετά τη σύμφωνη γνώμη του Αλιευτικού Συνεταιρισμού Μαρώνειας, ο οποίος εκμεταλλεύεται τη λίμνη Μητρικού, επιλέχθηκε φυσική δεξαμενή στην παραλίμνια περιοχή της λίμνης. Η δεξαμενή αυτή, εκτάσεως περίπου 500 m² και μέσου βάθους 0,80 m, βρίσκεται στο νότιο τμήμα της λίμνης, κοντά στις εγκαταστάσεις του Αλιευτικού Συνεταιρισμού.

Στα μέσα Μαΐου 1984 εμπλουτίστηκε η δεξαμενή με 25 κυπρίνους, των οποίων το βάρος κυμαινόταν από 0,5 μέχρι 2 kg το καθένα. Τα ψάρια αυτά πα-



Σχ. 1. Σχεδιάγραμμα της περιοχής της λίμνης Μητρικού Θράκης.



Εικ. 2. Γενική άποψη της λίμνης Μητρικού Θράκης. Διακρίνεται η υπερβολική ανάπτυξη της υδρόβιας βλάστησης.

ρέμειναν στη δεξαμενή περίπου 20 ημέρες πριν από τον ψεκασμό της με Sonar (Εικ. 3).



Εικ. 3. Δεξαμενή πειραματισμού κοντά στο φυλάκιο του Αλιευτικού Συνεταιρισμού Μαρώνειας.

Στις 8 Ιουνίου 1984 ψεκάστηκε η δεξαμενή με 50 ml Sonar "4AS", τα οποία προηγουμένως διαλύθηκαν σε 10 λίτρα νερού. Οκτώ ημέρες μετά τον ψεκασμό και ύστερα από ισχυρό νότιο άνεμο εισήλθε στη δεξαμενή θαλασσινό νερό από το κανάλι που συνδέει τη λίμνη με τη θάλασσα. Από την είσοδο του θαλασσινού νερού αυξήθηκε η αλατότητα του νερού της δεξαμενής, σε επικίνδυνα για τον κυπρίνο όρια, με αποτέλεσμα την ασθένεια και το θάνατο 10 ψαριών. Η αλατότητα του νερού της δεξαμενής, μετά την είσοδο του θαλασσινού νερού, υπολογίστηκε σε 10.300 mg NaCl/L. Ύστερα από το γεγονός αυτό αναζητήθηκε άλλη περιοχή για την εγκατάσταση του πειραματισμού. Τονίζεται ότι από την ημέρα του ψεκασμού της δεξαμενής αυτής με Sonar και για οκτώ ημέρες, μέχρι δηλαδή την ημέρα εισόδου του θαλασσινού νερού στη δεξαμενή, δε διαπιστώθηκε κανένα τοξικό φαινόμενο στους κυπρίνους. Οι μεταβολές στις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού της δεξαμενής που παρατηρήθηκαν μετά τον ψεκασμό επιβεβαιώθηκαν στο δεύτερο πειραματισμό.

Για την εγκατάσταση του νέου πειραματισμού, ύστερα από την αποτυχία του πρώτου, επιλέχθηκε η ίδια τοποθεσία, ΝΔ της λίμνης Μητρικού, όπου έγινε ο πειραματισμός του προηγούμενου έτους, 1983, και αφορούσε τη δράση του Sonar στους φυτικούς οργανισμούς *Thapa natans* και *Phragmites* (Εικ. 4).



Εικ. 4. Επιλογή τοποθεσίας στο ΝΔ τμήμα της λίμνης Μητρικού για την εγκατάσταση του νέου πειραματισμού. Η τοποθεσία είναι η ίδια, όπου έγινε ο πειραματισμός με Sonar της πρώτης φάσης.

Ο χώρος που αναφέρθηκε προηγουμένως αναμορφώθηκε με τις κατάλληλες χωματουργικές εργασίες που έγιναν στις 12 Ιουνίου 1984. Σχηματίστηκε έτσι δεξαμενή με διαστάσεις 8x70x1 m, η οποία πληρώθηκε με νερό από τη λίμνη (Σχ. 5 και Εικ. 6).

2. Εμπλουτισμός της δεξαμενής με ψάρια και ψεκασμός με Sonar

Τα ψάρια με τα οποία εμπλουτίστηκε η δεξαμενή (*Cyprinus carpio* L) μεταφέρθηκαν από ιδιωτικό ιχθυοτροφείο της περιοχής Έβρου, επειδή η αλιεία στη λίμνη Μητρικού είναι αδύνατη εξαιτίας της υπερβολικής ανάπτυξης του φυτού *Thapa natans*.

Έγιναν συνολικά τρεις τοποθετήσεις κυπρίνων στις ακόλουθες ημερομηνίες. Στις 6 Ιουλίου 1984 (35 ψάρια), στις 14 Ιουλίου 1984 (31 ψάρια) και στις 18 Ιουλίου 1984 (33 ψάρια). Το βάρος των ψαριών αυτών κυμαινόταν από 0,5 μέχρι 1,5 kg (Εικ. 7).

Οι τρεις εμπλουτισμοί της δεξαμενής πειραματισμού με κυπρίνους κρίθηκαν αναγκαίοι ύστερα από τη διαπίστωση της παρουσίας ενυδρίδων (βύδρες) στην περιοχή, οι οποίες αποδεκάτισαν τα ψάρια αυτά. Πριν όμως από την τελευταία τοποθέτηση ψαριών έγινε περίφραξη της δεξαμενής με πυκνό συρματό-

πλεγμα για την προστασία τους από τις βύδρες (Εικ. 9). Για την προστασία εξάλλου των φαριών από τα ιχθυοφάγα πτηνά καλύφθηκε η δεξαμενή με δίχτυ (Εικ. 8).



Σχ. 5. Σχηματική παράσταση της δεξαμενής πειραματισμού της 2ης φάσης.



Εικ. 6. Δεξαμενή πειραματισμού στο ΝΔ τμήμα της λίμνης.



Εικ. 7. Εμπλουτισμός της δεξαμενής πειραματισμού με ψάρια *Cyprinus carpio* L.



Εικ. 8. Κάλυψη της δεξαμενής με δίκτυο για την προστασία των κυπρίνων από τα ιχθυοφάγα πτηνά.

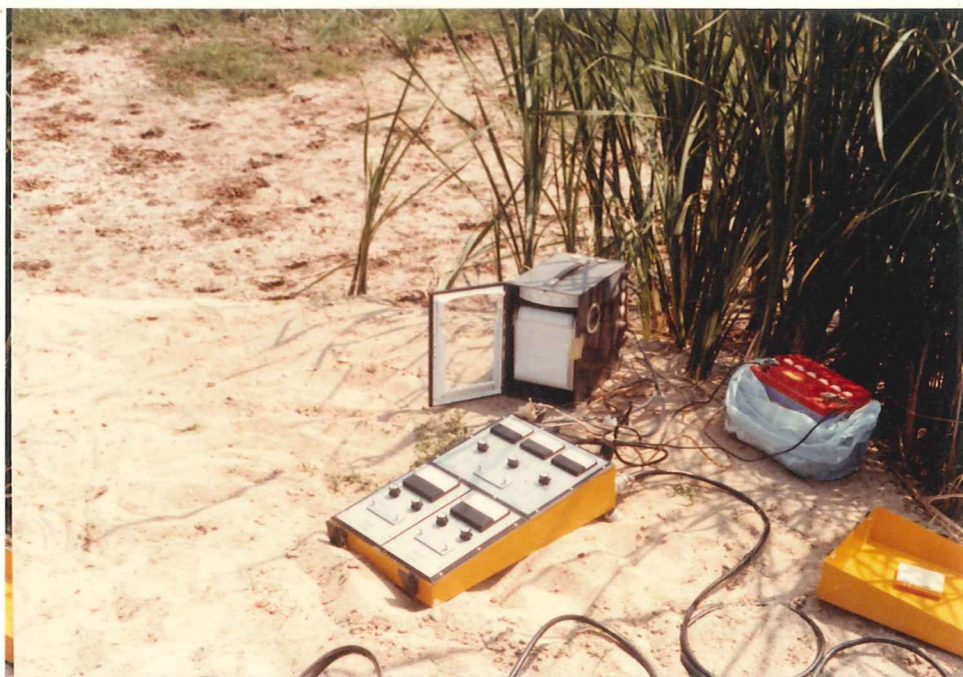


Εικ. 9. Περίφραξη της δεξαμενής πειραματισμού με συρματοπλέγμα για την προστασία των κυπρίνων από τις βίδρες.

Ο ψεκασμός της δεξαμενής πειραματισμού με Sonar έγινε στις 20 Ιουλίου 1984. Για το σκοπό αυτό διαλύθηκαν 50 ml Sonar "4AS" σε 10 λίτρα νερό και με το διάλυμα ψεκάστηκε ομοιόμορφα η δεξαμενή. Για την παρακολούθηση της μεταβολής ορισμένων φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού της δεξαμενής (θερμοκρασία, Διαλυμένο Οξυγόνο και Αγωγιμότητα), τοποθετήθηκε αυτόματο καταγραφικό όργανο, τύπου MARTEK (Εικ. 10). Η τοποθέτηση του οργάνου έγινε δύο μέρες πριν από τον ψεκασμό και παρέμεινε σχεδόν μέχρι το τέλος του πειραματισμού.

Για να διατηρηθεί η στάθμη του νερού της δεξαμενής σταθερή, τροφοδοτούνταν αυτή, κατά διαστήματα, με νερό από τη λίμνη (Εικ. 11). Τονίζεται ότι την περίοδο του πειραματισμού η θερμοκρασία περιβάλλοντος τις θερμές ώρες της ημέρας ξεπερνούσε τους 37 °C. Ως εκ τούτου και η εξάτμιση του νερού της δεξαμενής ήταν έντονη.

Η δεξαμενή πειραματισμού παρακολουθούνταν καθημερινά, τόσο με το αυτόματο καταγραφικό όργανο, όσο και με το κατάλληλο προσωπικό, για τυχόν εμφάνιση έκτακτων περιστατικών. Κατά τακτά χρονικά διαστήματα γίνονταν επισκέψεις στον τόπο πειραματισμού από επιστημονικό προσωπικό που διενεργούσε τις επιτόπιες μετρήσεις και τις δειγματοληψίες νερού, πλαγκτού και φαιών για παραπέρα εργαστηριακή εξέταση. Οι ημερομηνίες δειγματοληψίας



Εικ. 10. Αυτόματο καταγραφικό όργανο τύπου MARTEK με το οποίο ελέγχονταν ορισμένες φυσικοχημικές παράμετροι του νερού της δεξαμενής πειραματισμού.



Εικ. 11. Προσθήκη νερού στη δεξαμενή πειραματισμού από τη λίμνη.

καθώς και τα αποτελέσματα των επιτόπιων μετρήσεων και εργαστηριακών αναλύσεων δίνονται αναλυτικά παρακάτω.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τον έλεγχο της τροφικής δομής της δεξαμενής πειραματισμού και της λύμνης έγιναν 6 δειγματοληψίες φυτο-ζωοπλαγκτού από τη δεξαμενή και 3 από τη λύμνη Μητρικού, έτσι ώστε να υπάρξει δυνατότητα συγκρίσεως των αποτελεσμάτων. Οι ημερομηνίες δειγματοληψίας και τα αποτελέσματα των εξετάσεων δίνονται παρακάτω.

Η δειγματοληψία του φυτο- και ζωοπλαγκτού έγινε με τα κατάλληλα δειγματοληπτικά όργανα και η ταυτοποίηση των οργανισμών με ανάστροφο μικροσκόπιο. Οι παραπάνω μικροοργανισμοί, για το χρονικό διάστημα από τη συλλογή τους μέχρι της εξετάσεως, συντηρήθηκαν σε διάλυμα Lugol.

Για τον προσδιορισμό των τιμών των χημικών και φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού της δεξαμενής πειραματισμού και της λύμνης έγιναν 8 δειγματοληψίες νερού ή επιτόπιες μετρήσεις στη δεξαμενή και 4 στη λύμνη. Οι ημερομηνίες για τις δειγματοληψίες και μετρήσεις του νερού καθώς και τα αποτελέσματα δίνονται παρακάτω.

Ο προσδιορισμός των τιμών των παραμέτρων νερού έγινε με φασματοφωτομετρικές ή ογκομετρικές μεθόδους, σύμφωνα με τις τεχνικές του Standard Methods (APHA, 1975). Ορισμένες όμως παράμετροι του νερού, όπως η θερμοκρασία, το Διαλυμένο Οξυγόνο και η Αγωγιμότητα προσδιορίστηκαν με αυτόματο καταγραφικό όργανο τύπου MARTEK.

Η ταυτοποίηση και ο προσδιορισμός του Sonar (Fluridone), τόσο στο νερό της δεξαμενής όσο και στα φάρια, έγινε με αεροχρωματογραφικές μεθόδους, που παραχωρήθηκαν από τη Lilly Research Laboratories.. Λεπτομέρειες για τις συνθήκες χρωματογραφήσεως καθώς και τα αποτελέσματα των αναλύσεων δίνονται στη συνέχεια. Έγιναν συνολικά 11 δειγματοληψίες νερού και 9 δειγματοληψίες φαρίων για τον προσδιορισμό του Sonar. Οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών αυτών δίνονται παρακάτω.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Παραθέτονται στη συνέχεια τα αποτελέσματα της βιοσυγκεντρώσεως του Sonar στους κυπρίνους πειραματισμού, του ρυθμού αποδομήσεως της ουσίας αυτής στο υδάτινο περιβάλλον, των μεταβολών των φυσικοχημικών παραμέτρων

του νερού ύστερα από την επίδραση του Sonar καθώς και τα αποτελέσματα της δράσεως της ουσίας αυτής στην υγεία των ψαριών και στο φυτο- και ζωοπλαγκτό. Η συζήτηση για τα αποτελέσματα γίνεται στα επιμέρους κεφάλαια.

1. Υγιεινολογικές και ιστοπαθολογικές εξετάσεις των ψαριών πειραματισμού

Εξετάστηκαν συνολικά 32 κυπρίνοι, που αλιεύτηκαν από τη δεξαμενή πειραματισμού· τρία ψάρια εξετάστηκαν πριν από τον ψεκασμό της δεξαμενής με Sonar και 29 ψάρια μετά τον ψεκασμό. Οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών των ψαριών για ιστοπαθολογικές εξετάσεις είναι όμοιες μ'εκείνες που έγιναν για τον προσδιορισμό της βιοσυγκέντρώσεως του Sonar στους κυπρίνους (βλ. αντίστοιχο κεφάλαιο).

Σε ολόκληρη τη διάρκεια του πειραματισμού, από 18 Ιουλίου 1984 μέχρι 12 Οκτωβρίου 1984, όπου τα ψάρια ήταν υπό τη συνεχή παρακολούθηση επιστημονικού και βοηθητικού προσωπικού, δεν παρατηρήθηκαν ασθένειες ή θάνατοι. Από την άλλη πλευρά η θρεπτική κατάσταση των ψαριών αυτών ήταν ικανοποιητική μέχρι το τέλος του πειραματισμού. Η συμπεριφορά εξάλλου και η κίνηση των ψαριών ήταν φυσιολογική. Μακροσκοπικώς δεν παρατηρήθηκαν αλλοιώσεις στο δέρμα, στα πτερύγια ή στα βράγχια των ψαριών (Εικ. 12).



Εικ. 12. Κυπρίνοι που αλιεύτηκαν από τη δεξαμενή πειραματισμού 2 μήνες μετά τον ψεκασμό με Sonar.

Κατά την ιστολογική εξέταση των βραγχίων των κυπρίνων με χρώση Αιματοξυλίνης - Εωζίνης (H-E), δε διαπιστώθηκε καμία μεταβολή στο αναπνευστικό επιθήλιο των φαριών αυτών. Δεν παρατηρήθηκε επίσης διόγκωση του επιθηλίου των βραγχιονημάτων με υπερέκκριση βλέννας ή ακόμη ερυθρότητα, αιμορραγίες ή αναιμία.

2. Μεταβολές των χημικών και φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού της δεξαμενής πειραματισμού ύστερα από την επίδραση του Sonar

Οι παράμετροι του νερού της δεξαμενής που ελέγχθηκαν πριν και μετά τον ψεκασμό με Sonar, καθώς και οι ακραίες τιμές των παραμέτρων αυτών δίνονται στον πίνακα I. Στον ίδιο πίνακα δίνονται και οι τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων του νερού της λίμνης, με το οποίο εμπλουτιζόταν η δεξαμενή πειραματισμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ I

ΑΚΡΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Παράμετροι	Δεξαμενή πειραματισμού	Λίμνη Μητρικού
pH	6,2-7,5	6,9-7,8
ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ (Salinity) mg NaCl/L	220-520	350-480
ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (Hardness) mg CaCO ₃ /L	110-140	107-122
ΥΔΡΟΘΕΙΟ (H ₂ S) mg/L	∅	∅
ΑΜΜΩΝΙΑ (NH ₃) mg/L	∅	∅
ΝΙΤΡΩΔΗ (Nitrites) mg NO ₂ /L	∅-0,007	∅-0,009
ΝΙΤΡΙΚΑ (Nitrates) mg NO ₃ /L	0,66-2,20	0,44-3,10
ΘΕΙΙΚΑ (Sulfates) mg SO ₄ /L	32-147	44-83
ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ (Phosphates) mg PO ₄ /L	0,15-0,32	0,22-0,40
ΠΥΡΙΤΙΚΑ (Silicates) mg SiO ₂ /L	4,4-6,2	4,0-7,1
C.O.D. mg O ₂ /L	40-80	60-80

Αναλυτικά οι τιμές των παραμέτρων για κάθε δειγματοληψία, καθώς και οι ημερομηνίες δειγματοληψίας δίνονται στον πίνακα IV του παραρτήματος. Τονίζεται ότι έγιναν 8 δειγματοληψίες νερού από τη δεξαμενή πειραματισμού και 4 από τη λίμνη κατά τη χρονική περίοδο του πειραματισμού από 9-7-1984 μέχρι 12-10-1984. Επισημαίνεται ακόμη ότι οι τιμές που αναφέρονται στον πίνακα IV του παραρτήματος αποτελούν τους αριθμητικούς μέσους όρους δύο δειγμάτων νερού που πάρθηκαν από δύο διαφορετικά σημεία της δεξαμενής και

της λίμνης. Οι παράμετροι θερμοκρασία νερού (Temperature), Διαλυμένο Οξυγόνο (Dissolved Oxygen - D.O.) και Αγωγιμότητα (Conductivity) υπολογίστηκαν με αυτόματο καταγραφικό όργανο τύπου MERTEK. Οι μετρήσεις των παραπάνω παραμέτρων άρχισαν δύο 24ωρα πριν από τον ψεκασμό της δεξαμενής με Sonar και συνεχίστηκαν σχεδόν μέχρι το τέλος του πειραματισμού. Στο σχήμα 13 δίνεται το γράφημα των μεταβολών των τριών παραπάνω παραμέτρων. Αναλυτικά όμως τα αποτελέσματα των μετρήσεων για 10 ημέρες δίνονται στον πίνακα V του παραρτήματος.

Από τις τιμές του πίνακα V του παραρτήματος και από το γράφημα του σχήματος 13 διαπιστώνεται ότι 2 ώρες μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής με Sonar η αγωγιμότητα ανέρχεται σε υψηλά επίπεδα (17,30 millimhos/cm) για να επανέλθει στα κανονικά επίπεδα (σ' εκείνα δηλαδή πριν από τον ψεκασμό) ύστερα από 12 ώρες περίπου. Η πλήρης όμως αποκατάσταση επήλθε ύστερα από τρία 24ωρα.

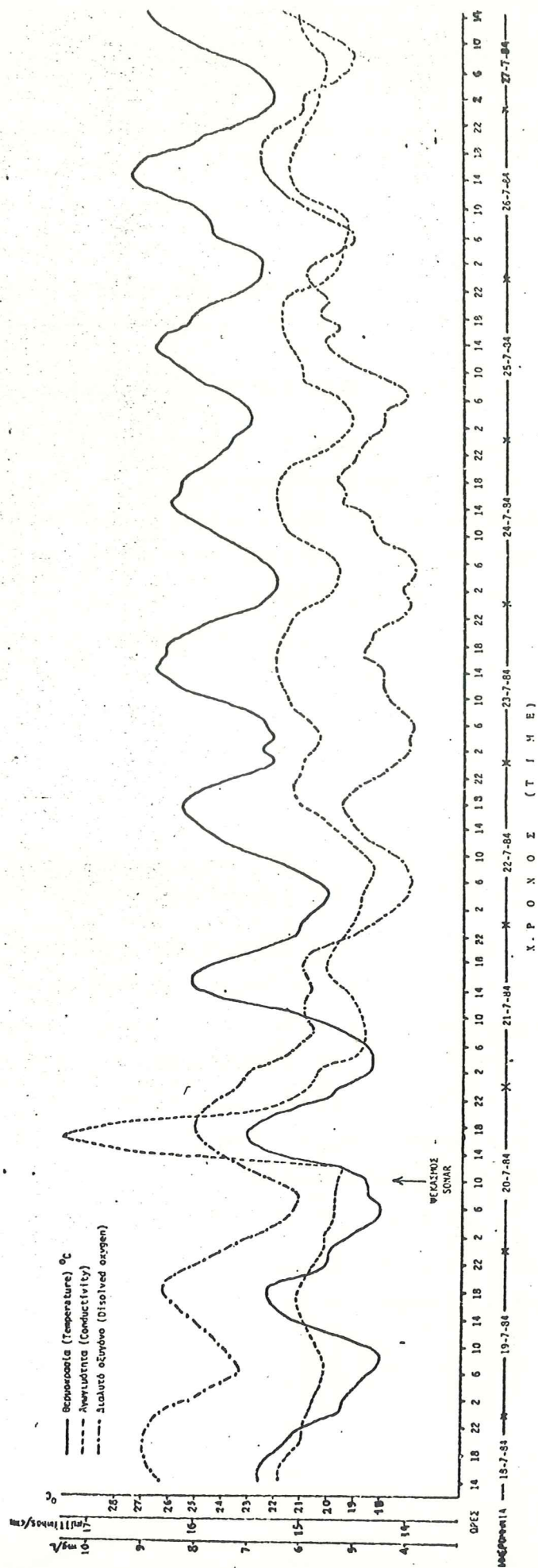
Μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής πειραματισμού με Sonar παρουσιάστηκε σημαντική πτώση της συγκεντρώσεως του διαλυμένου οξυγόνου (D.O.) ύστερα από 24 ώρες, όπου η τιμή της συγκεντρώσεως του D.O. έφθασε στα 3,9 mg/L. Στη συνέχεια η συγκέντρωση του D.O. ανήλθε σταδιακά και επανήλθε στα κανονικά επίπεδα, εννέα ημέρες μετά τον ψεκασμό (βλ. Σχ. 13).

Όπως φαίνεται από τα αναλυτικά αποτελέσματα του πίνακα IV του παραρτήματος δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις στις τιμές των υπόλοιπων φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού της δεξαμενής κατά τη διάρκεια του πειραματισμού. Η τιμή του pH του νερού της δεξαμενής παρουσίασε μικρή μόνο πτώση, μετά τον ψεκασμό, η οποία όμως αποκαταστάθηκε ύστερα από ένα μήνα περίπου. Αντίθετα η τιμή της σκληρότητας του νερού της δεξαμενής εμφάνισε ανοδική πορεία μέχρι το τέλος του πειραματισμού.

Τα φαινόμενα αυτά παρατηρήθηκαν, όπως προαναφέρθηκε, και κατά την πρώτη φάση του πειραματισμού. Γενικότερα όμως οι τιμές των παραμέτρων του νερού της δεξαμενής που εξετάστηκαν δεν παρέκλιναν σε μεγάλο βαθμό από τις τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων του νερού της λίμνης. Επιπλέον τονίζεται ότι οι τιμές των παραμέτρων αυτών ήταν μέσα στα όρια ανοχής των κυπρίνων.

3. Αποδόμηση του Sonar (Fluridone) στο νερό και βιοσυγκέντρωση της ουσίας αυτής στους κυπρίνους

Η ανίχνευση και ο προσδιορισμός του Sonar (Fluridone) στο νερό της δεξαμενής και στους κυπρίνους πειραματισμού έγινε αντίστοιχα με τις ακό-



Σχ. 13. Μεταβολή της θερμοκρασίας, Αγωγιμότητας και Διαλυμένου Οξυγόνου ύστερα από την επίδραση του Sonar στο νερό της δεξαμενής πειραματισμού.

λουθες αεριοχρωματογραφικές μεθόδους που παραχωρήθηκαν από την Lilly Research Laboratories:

- Determination of Fluridone in Water by Electron Capture Gas Chromatography (Procedure, 5801694).
- Determination of Fluridone and its major Metabolite in Fish (Procedure, AM-AA-CA-R003-AC-755).

Συμπληρωματικά αναφέρονται παρακάτω οι συνθήκες χρωματογραφήσεως των δειγμάτων νερού και κυπρίνων.

i) Συνθήκες χρωματογραφήσεως του Sonar (Fluridone) στο νερό

- Αεριοχρωματογράφος: Perkin-Elmer F11, εφοδιασμένος με ανιχνευτή δεσμεύσεως ηλεκτρονίων (E.C.D., ^{63}Ni).
- Στήλη: Γυάλινη διαστάσεων 100 x 0,3 cm, γεμισμένη με υγρή φάση 3% OV-101, προσροφημένη σε Chromosorb W-HP 80/100.
- Θερμοκρασίες: Ανιχνευτού 220 °C, θαλάμου εξαερώσεως 210 °C και στηλών 190 °C.
- Φέρον αέριο: Άζωτο με ροή 17 ml/min (10 psi).
- Ταχύτητα χαρτιού καταγραφέα: 0,5 cm/min.

Με τις παραπάνω συνθήκες χρωματογραφήσεως πάρθηκαν τα χρωματογραφήματα του σχήματος 14, όπου ο χρόνος κατακρατήσεως του Fluridone είναι 4 min.

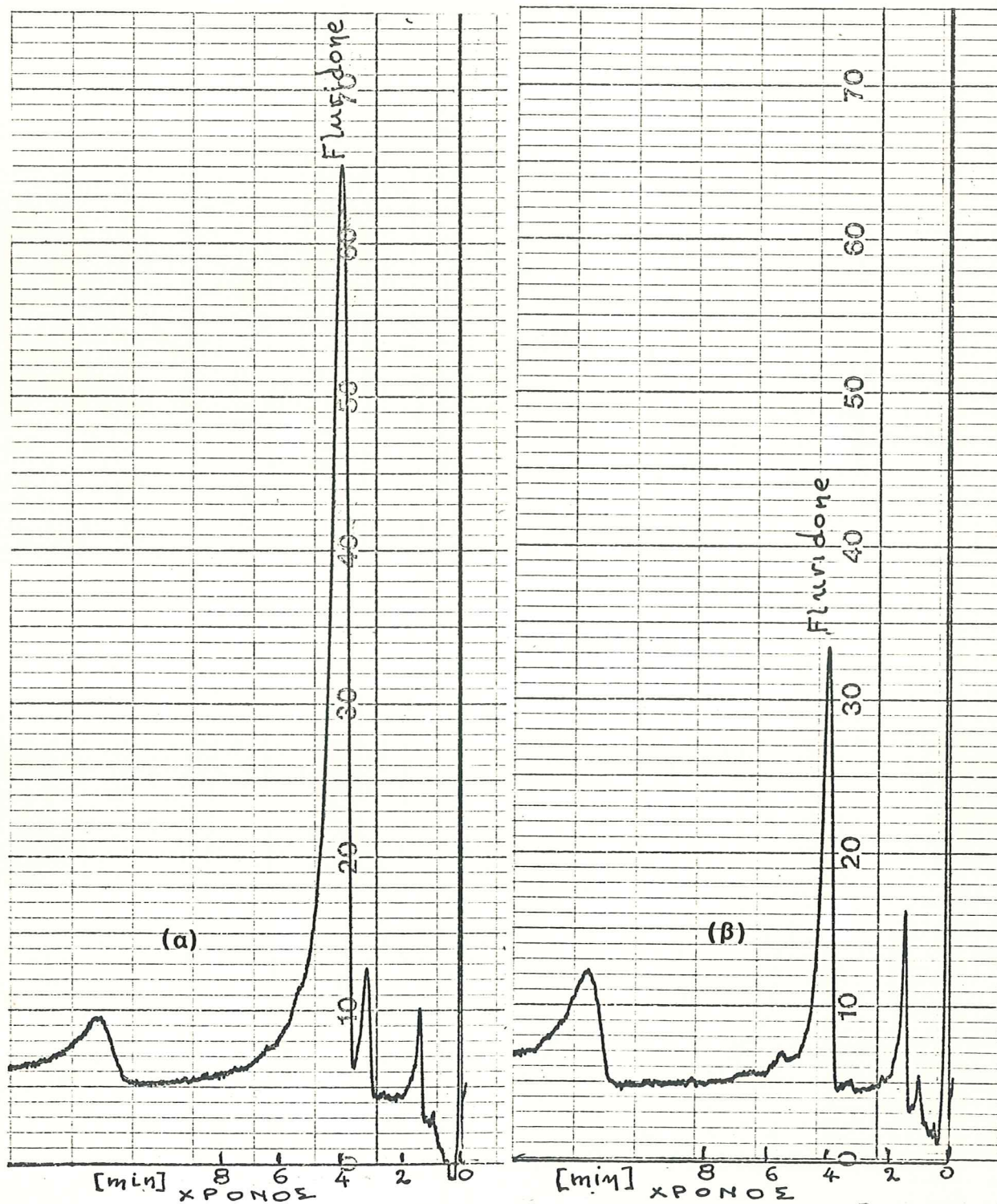
ii) Συνθήκες χρωματογραφήσεως του Sonar (Fluridone) στους κυπρίνους

Ο αεριοχρωματογράφος και η στήλη ήταν όμοια όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Όμοια ήταν επίσης και η ταχύτητα του χαρτιού.

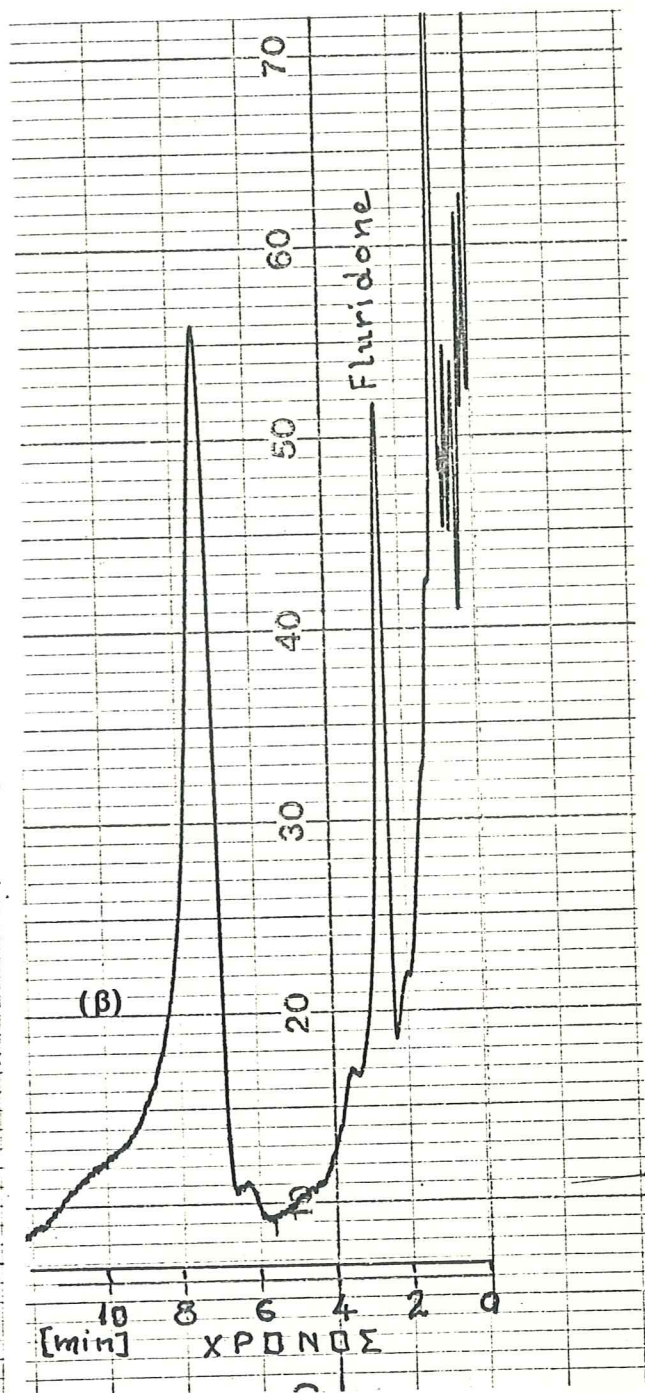
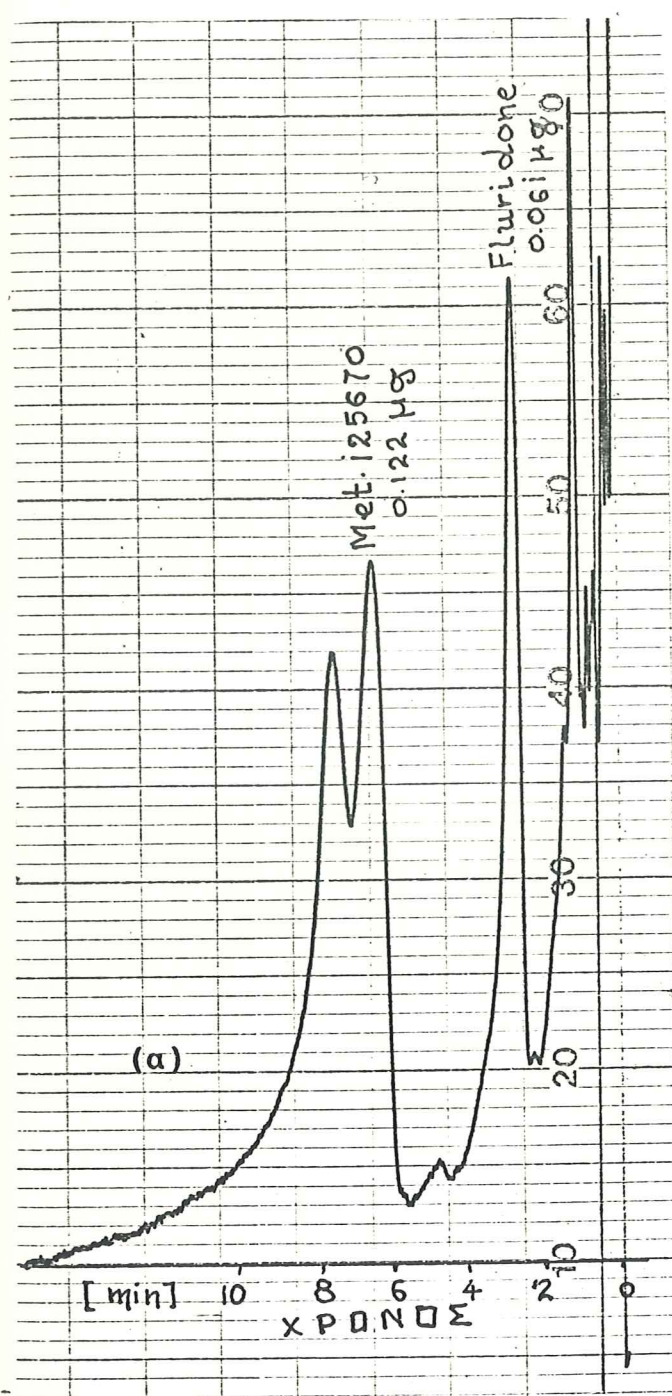
- Θερμοκρασίες: Ανιχνευτού 220 °C, θαλάμου εξαερώσεως 260 °C και στηλών 200 °C.
- Φέρον αέριο: Άζωτο με ροή 20 ml/min (14 psi).

Με τις συνθήκες αυτές πάρθηκαν τα χρωματογραφήματα του σχήματος 15. Ο χρόνος κατακρατήσεως, με τις συνθήκες αυτές είναι για το Fluridone 2,7 min και για το μεταβολίτη (Met. 125670), 3,4 min.

Οι πρότυπες ουσίες του Fluridone και του μεταβολίτη της ουσίας αυτής (Met. 125670) παραχωρήθηκαν από την Lilly Research Laboratories.



Σχ. 14. Αεριοχρωματογράφημα Standard διαλύματος Fluridone (α) και δείγματος νερού (β).

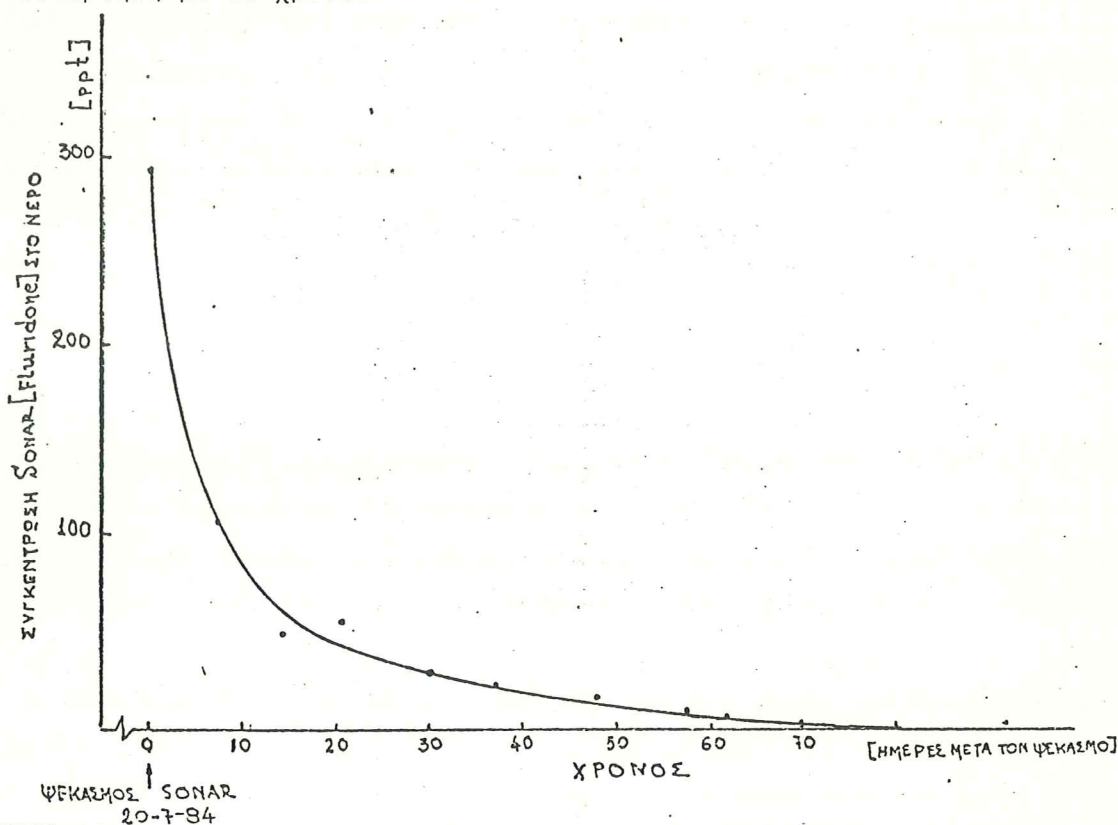


Σχ. 15. Αεριοχρωματογράφημα Standard διαλύματος Fluridone και μεταβολίτου (125670) (α) και δείγματος κυπρίνου (β).

α) Μεταβολή της συγκεντρώσεως του Sonar (Fluridone) στο νερό της δεξαμενής πειραματισμού.

Για τον έλεγχο της μεταβολής της συγκεντρώσεως του Sonar (Fluridone) στο νερό της δεξαμενής πειραματισμού έγιναν 11 δειγματοληψίες νερού από δύο σταθμούς δειγματοληψίας (Α) και (Β) (βλ. Σχ. 5), κατά τη χρονική διάρκεια του πειραματισμού, δηλ. από 20 Ιουλίου 1984 μέχρι 12 Οκτωβρίου 1984.

Η κατεργασία των δειγμάτων νερού και ο προσδιορισμός του Fluridone έγινε με τη μέθοδο που προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων καθώς και οι ημερομηνίες δειγματοληψίας δίνονται στον πίνακα VI του παραρτήματος. Στο σχήμα 16 δίνεται η καμπύλη μεταβολής της συγκεντρώσεως του Sonar (Fluridone) στο νερό της δεξαμενής σε συνάρτηση με το χρόνο.



Σχ. 16. Μεταβολή της συγκεντρώσεως του Sonar (Fluridone) στο νερό της δεξαμενής συναρτήσει του χρόνου. Οι τιμές των συγκεντρώσεων (ppt) είναι οι μέσοι όροι δύο δειγμάτων νερού κατά δειγματοληψία.

Από την καμπύλη μεταβολής του Sonar (Σχ. 16) και τα αναλυτικά αποτελέσματα του πίνακα VI του παραρτήματος διαπιστώνεται ότι με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η συγκέντρωση του Sonar στο νερό. Τις πρώτες μέρες μετά τον ψεκασμό η μείωση της συγκεντρώσεως του Sonar γίνεται με ταχύ

ρυθμό, ο οποίος επιβραδύνεται στη συνέχεια. Η εξαφάνιση της ουσίας από το νερό επέρχεται ύστερα από 2 μήνες περίπου μετά τον ψεκασμό. Η μεγαλύτερη διάρκεια παραμονής του Sonar στο νερό της δεξαμενής, απ'ό,τι αναφέρουν άλλες ερευνητικές εργασίες, θα πρέπει να αποδοθεί στις ιδιαίτερες κλιματολογικές και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά τη διάρκεια του πειραματισμού στον ελληνικό αυτό χώρο.

β) Βιοσυγκέντρωση του Sonar (Fluridone) στους κυπρίνους

Για τη μελέτη της βιοσυγκεντρώσεως του Sonar (Fluridone) στους κυπρίνους πειραματισμού έγιναν 9 δειγματοληψίες φαριών κατά τη χρονική περίοδο από 22-7-84 μέχρι 12-10-84. Δηλαδή οι δειγματοληψίες φαριών άρχισαν 2 ημέρες μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής πειραματισμού με Sonar. Έτσι αλιεύτηκαν και εξετάστηκαν συνολικά 29 κυπρίνοι.

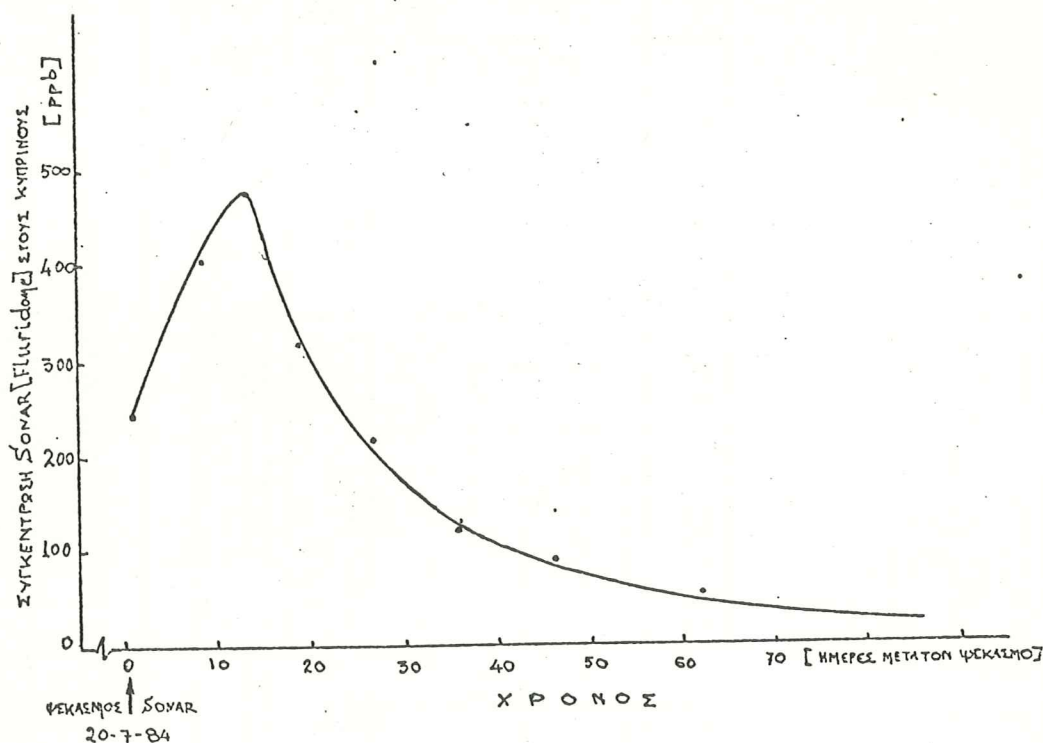
Ο προσδιορισμός του Sonar στο μυϊκό ιστό των φαριών έγινε με τη μέθοδο που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Τονίζεται ότι τα φάρια συντηρήθηκαν στην κατάψυξη μέχρι της αναλύσεως. Για την ανάλυση πάρθηκε τμήμα μυϊκού ιστού κατά μήκος του ραχιαίου πτερυγίου του κυπρίνου. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των εξετάσεων καθώς και οι ημερομηνίες δειγματοληψίας δίνονται στον πίνακα VII του παραρτήματος.

Στο σχήμα 17 δίνεται η καμπύλη μεταβολής της συγκεντρώσεως του Sonar στους κυπρίνους σε συνάρτηση με το χρόνο.

Από την καμπύλη του σχήματος 17 και τα αναλυτικά αποτελέσματα του πίνακα VII του παραρτήματος διαπιστώνεται ότι η βιοσυγκέντρωση του Sonar στους κυπρίνους αυξάνει στο μέγιστο 13 μέρες μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής με Sonar. Στη συνέχεια αυτή ακολουθεί καθοδική πορεία μέχρι το τέλος του πειραματισμού (Σχ. 17).

Η παρουσία του Sonar (Fluridone) ανιχνεύτηκε στους κυπρίνους πειραματισμού και την 84η ημέρα από την ημέρα του ψεκασμού της δεξαμενής με Sonar, 4AS. Τονίζεται όμως ότι η συγκέντρωση του Sonar στους κυπρίνους την ημέρα αυτή βρέθηκε σε χαμηλά επίπεδα (μ.δ. 30,7 ppb). Ενδεχόμενη παράταση του πειραματισμού θα προξενούσε μηδενισμό της βιοσυγκέντρωσης του Sonar στους κυπρίνους, αν ληφθεί υπόψη η καθοδική πορεία που ακολουθεί η βιοσυγκέντρωση σε συνάρτηση με το χρόνο.

Τέλος επισημαίνεται ότι σε κανένα από τα δείγματα των κυπρίνων που εξετάστηκαν δεν ανιχνεύτηκε η παρουσία του Μεταβολίτη (Met. 125670).



Σχ. 17. Καμπύλη μεταβολής της συγκεντρώσεως του Sonar (Fluridone) στους κυπρίνους σε συνάρτηση με το χρόνο.

4. Δράση του Sonar (Fluridone) στο Φυτο-Ζωοπλαγκτό

Για τον έλεγχο της τροφικής αλυσίδας των κυπρίνων έγιναν 6 δειγματοληψίες φυτο-ζωοπλαγκτού από τη δεξαμενή πειραματισμού και 3 από τη λίμνη Μητρίκου. Μια δειγματοληψία φυτο-ζωοπλαγκτονικών οργανισμών έγινε πριν από τον ψεκασμό της λίμνης με Sonar (6-7-84) και οι υπόλοιπες μετά τον ψεκασμό. Στο χρονικό αυτό διάστημα έγιναν και τρεις δειγματοληψίες πλαγκτονικών οργανισμών από τη λίμνη για να υπάρξουν συγκρίσιμα αποτελέσματα. Οι ακριβείς ημερομηνίες δειγματοληψίας των πλαγκτονικών οργανισμών δίνονται στον πίνακα II.

α) Φυτοπλαγκτό. Τα αποτελέσματα της εξέτασης των δειγμάτων, για τον έλεγχο των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών τόσο της δεξαμενής πειραματισμού όσο και της λίμνης δίνονται αναλυτικά και κατά δειγματοληψία στον πίνακα II. Τα αποτελέσματα του πίνακα αυτού εκφράζονται σε αριθμό ατόμων/L καθώς και σε ποσοστά συμμετοχής (%) της κάθε ομάδας στο σύνολο των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών.

Οι κύριες ομάδες φυτοπλαγκτονικών οργανισμών που απομονώθηκαν τόσο από τη λίμνη όσο και από τη δεξαμενή πειραματισμού είναι τα Κυανοφύκη, τα

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

ΦΥΤΟΠΑΛΑΓΚΤΟΝΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΛΙΜΝΗ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙ-
ΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ.

ΦΥΤΟΠΑΛΑΓΚΤΟ- ΝΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ										ΛΙΜΝΗ ΜΗΤΡΙΚΟΥ			
	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ										ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ			
	6-7-84	20-7-84	3-8-84	5-9-84	20-9-84	12-10-84	6-7-84	3-8-84	12-10-84	3-8-84	6-7-84	3-8-84	12-10-84	3-8-84
	Ατομα x10 ³ /L	%	Ατομα x10 ³ /L	%	Ατομα x10 ³ /L	%	Ατομα x10 ³ /L	%	Ατομα x10 ³ /L	%	Ατομα x10 ³ /L	%	Ατομα x10 ³ /L	%
Κυανοφύκη	2028,8	95,3	6996,2	99,3	31,9	3,6	∅	-	∅	-	3120,5	88,3	6094,9	99,2
Διάτομα	97,9	4,6	47,0	0,7	525,5	59,3	320,0	53,0	260,4	41,6	409,9	11,6	12,3	0,2
Χλωροφύκη	∅	-	∅	-	255,2	28,8	224,6	37,2	314,8	50,3	∅	-	30,7	0,5
Δινοφύκη	∅	-	∅	-	71,8	8,1	50,6	8,4	34,4	5,5	3,5	0,1	6,1	0,1
Ευγληνοειδή	2,1	0,1	2,2	0,1	1,8	0,2	8,6	1,4	16,3	2,6	∅	-	∅	-
Σύνολο ατόμων x 10 ³ /L	2128,8		7045,4		886,2		603,8		625,9		3533,9		6144,0	
														7045,4

Διάτομα, τα Χλωροφύκη, τα Δινοφύκη και τα Ευγληνοειδή. Φωτομικρογραφίες των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών που απομονώθηκαν δίνονται στον πίνακα VIII του παραρτήματος.

Τα είδη των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών που επικρατούσαν στη δεξαμενή πειραματισμού κατά τη διάρκεια της έρευνας ήταν:

- Από τα Κυανοφύκη, τα *Anabaena* και *Oscillatoria*.
- Από τα Διάτομα, τα *Amphiprora* και *Cyclotella* και
- από τα Ευγληνοειδή, τα *Euglena* και *Phacus*.

Στη λίμνη του Μητρικού εξάλλου τα είδη των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών που επικρατούσαν κατά την ίδια χρονική περίοδο ήταν:

- Από τα Διάτομα, τα *Pleurosigma*, *Amphiprora* και *Gyrosigma* και
- από τα Χλωροφύκη, το είδος *Chloomonas*.

Δεν διαπιστώθηκαν άλλα είδη στη λίμνη από τις ομάδες των Κυανοφυκών και Ευγληνοειδών από εκείνα που απομονώθηκαν από τη δεξαμενή πειραματισμού.

β) Ζωοπλαγκτό. Οι ομάδες των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών που απομονώθηκαν τόσο από τη λίμνη Μητρικού όσο και από τη δεξαμενή πειραματισμού, κατά τη διάρκεια της έρευνας ήταν τα Τροχόζωα, τα Κωπήποδα και τα Βλεφαριδωτά.

Όπως και στην περίπτωση του φυτοπλαγκτού, κατά τη διάρκεια του πειραματισμού έγιναν 6 δειγματοληψίες ζωοπλαγκτονικών οργανισμών από τη δεξαμενή και τρεις από τη λίμνη, για την ύπαρξη συγκρίσιμων αποτελεσμάτων. Οι ημερομηνίες δειγματοληψίας ήταν όμοιες με εκείνες που έγιναν για το φυτοπλαγκτό (Πίνακας II).

Στον πίνακα III δίνονται οι ακραίες τιμές των ατόμων της κάθε ομάδας ζωοπλαγκτονικών οργανισμών που απομονώθηκαν από τη δεξαμενή πειραματισμού και από τη λίμνη του Μητρικού. Ακόμη, στον ίδιο πίνακα δίνονται και τα ποσοστά συμμετοχής της κάθε ομάδας στη σύνθεση του ζωοπλαγκτού.

ΠΙΝΑΚΑΣ III

ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΛΙΜΝΗ ΜΗΤΡΙΚΟΥ

ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ		ΛΙΜΝΗ ΜΗΤΡΙΚΟΥ	
	Αριθμός ατόμων/L	Ποσοστό συμμετοχής (%)	Αριθμός ατόμων/L	Ποσοστό συμμετοχής (%)
Τροχόζωα	Από 867,2 μέχρι 1913,5	Από 94,4 μέχρι 83,3	Από 660,2 μέχρι 1475,2	Από 93,5 μέχρι 86,7
Κωπήποδα	" 17,4 " 270,5	" 1,9 " 11,8	" 10,5 " 146,5	" 1,5 " 8,6
Βλεφαριδωτά	" 34,2 " 113,4	" 3,7 " 4,9	" 35,7 " 80,3	" 5,0 " 4,7
Σύνολο ατόμων/L	Από 918,8 μέχρι 2297,4		Από 706,4 μέχρι 1702,0	

Στον πίνακα VIII του παραρτήματος δύνονται φωτομικρογραφίες ζωοπλαγκτονικών οργανισμών που απομονώθηκαν από τη λίμνη Μητρικού και από τη δεξαμενή πειραματισμού κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Όπως έχει προαναφερθεί, η δεξαμενή πειραματισμού ψεκάστηκε με Sonar, 4AS στις 20 Ιουλίου 1984. Όπως φαίνεται από τα στοιχεία του πίνακα II, μετά τον ψεκασμό επέρχονται μεταβολές στη σύνθεση και στον αριθμό των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών της δεξαμενής. Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής με Sonar επέρχεται αριθμητική μείωση των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών. Ιδιαίτερα αισθητή είναι η αριθμητική μείωση των Κυανοφυκών, μέχρι μηδενισμού, ύστερα από χρονικό διάστημα περίπου 2 μηνών. Τονίζεται ότι το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερης σημασίας γιατί τα κυανοφύκη προξενούν το φαινόμενο της "Άνθισης του ύδατος" (Water bloom), το οποίο έχει άμεσες επιπτώσεις στα υδάτινα οικοσυστήματα και ιδιαίτερα την παραγωγικότητά τους.

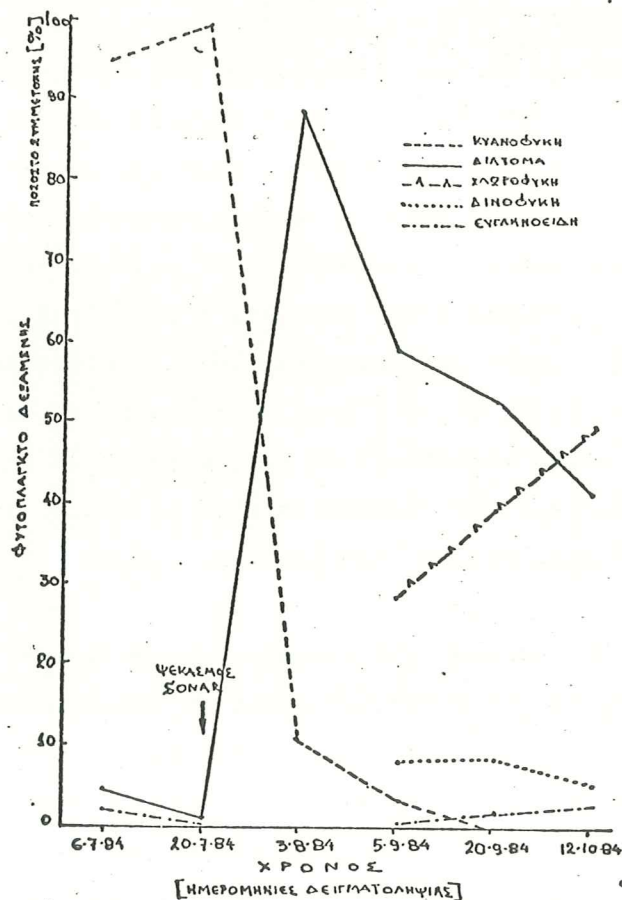
Αντίθετα με τα Κυανοφύκη επέρχεται αύξηση του αριθμού των Διατόμων μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής με Sonar. Η σημαντική αυτή αύξηση των διατόμων, και ιδιαίτερα των επιφυτικών και βενθικών μορφών, θα πρέπει να αποδοθεί στην απελευθέρωσή τους από τα στελέχη της υδρόβιας βλάστησης, που ήταν προσκολλημένα και αποσπάστηκαν μετά τη νέκρωση των φυτικών οργανισμών, ύστερα από την επίδραση του Sonar.

Η μικρή αριθμητική αύξηση των Ευγληνοειδών που παρατηρήθηκε μετά την επίδραση του Sonar θα πρέπει να αποδοθεί στην αυξημένη σε ημιαποσύνθεση φυτική οργανική ύλη που δημιουργήθηκε ύστερα από τη νέκρωση των φυτικών οργανισμών, αλλά και στην αυξημένη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η αύξηση τέλος που παρατηρήθηκε στον αριθμό των Χλωροφυκών της δεξαμενής συμβαδίζει με εκείνη της λίμνης και θα πρέπει να αποδοθεί σε εποχιακό φαινόμενο. Στο σχήμα 18 δύνονται οι μεταβολές που επέρχονται στο ποσοστό συμμετοχής των φυτοπλαγκτονικών ομάδων στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού.

Μετά την επίδραση του Sonar διαπιστώθηκε αύξηση του αριθμού των Τροχοζών σε βαθμό που να αλλοιώνεται η ποικιλομορφία των ζωοπλαγκτονικών οργανισμών στη δεξαμενή πειραματισμού. Η αύξηση της αφθονίας των Τροχοζών θα πρέπει να αποδοθεί στην έλλειψη ανταγωνισμού αλλά και στην αφθονία της παρεχόμενης τροφής. Αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο τα αβγά όσο και τα νεαρά άτομα των Τροχοζών δεν φαίνεται να επηρεάζονται από τη χρήση του Sonar.

Δεν φαίνεται επίσης να επηρεάζονται από το Sonar οι πληθυσμοί των Κωπηπόδων και των Βλεφαριδωτών, όπως και των Ναυπλίων των Κωπηπόδων, μολο-

νότι οι πληθυσμοί των Κωπηπόδων βρέθηκαν σε πολύ χαμηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών.



Σχ. 18. Μεταβολές στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού ύστερα από την επίδραση του Sonar (Fluridone).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από την πειραματική αυτή εργασία που αφορά τη δράση του Sonar (Fluridone) στους κυπρίνους και στην τροφική τους δομή καθώς και στη συμπεριφορά της ουσίας αυτής στο υδάτινο περιβάλλον, που έγινε στη λίμνη Μητρικού Θράκης το καλοκαίρι του 1984, προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

α) Κατά τη διάρκεια του πειραματισμού δεν διαπιστώθηκε κανένα τοξικό φαινόμενο στους κυπρίνους πειραματισμού, ύστερα από την επίδραση του Sonar.

β) Οι μεταβολές που επέρχονται στις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού ύστερα από την εφαρμογή του Sonar και αφορούν ιδιαίτερα το Διαλυμένο Οξυγόνο (D.O.), την Αγωγιμότητα και το pH, αποκαθίστανται ύστερα από ορισμένο χρονικό διάστημα.

γ) Η συγκέντρωση του Sonar στο νερό, ύστερα από την εφαρμογή του, συ-

νεχώς μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και εξαφανίζεται μετά από 2 μήνες περίπου.

δ) Η βιοσυγκέντρωση του Sonar στους κυπρίνους αυξάνει στο μέγιστο 13 ημέρες μετά την εφαρμογή της ουσίας αυτής για να μειωθεί στη συνέχεια. Η παρουσία όμως του Sonar στους κυπρίνους ανιχνεύθηκε και την 84η ημέρα μετά την εφαρμογή της ουσίας αυτής, σε χαμηλά όμως επίπεδα. Παράταση του πειραματισμού ενδεχομένως θα έδειχνε μηδενισμό της βιοσυγκέντρωσης.

ε) Δεν φαίνεται να έχει καμιά επίδραση το Sonar στους ζωοπλακτονικούς οργανισμούς. Αντίθετα, η επίδραση του Sonar στους φυτοπλακτονικούς οργανισμούς είναι θετική. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η δράση του Sonar στα Κυανοφύκη, τα οποία εξαφανίζονται μετά από δύο μήνες περίπου μετά την εφαρμογή του Sonar. Η σημαντικότητα του γεγονότος αυτού οφείλεται στο ότι με το Sonar είναι δυνατό να υπάρξει έλεγχος του φαινομένου της "Άνθισης του ύδατος" (Water bloom), που δημιουργεί έντονα προβλήματα στα υδάτινα οικοσυστήματα.

Ύστερα από τα θετικά αποτελέσματα της εργασίας αυτής καθώς και της προηγούμενης, που αφορούσε τη δράση του Sonar στους φυτικούς οργανισμούς *Thalassia natans* και *Phragmites*, προτείνεται να συνεχιστεί η έρευνα για να διαπιστωθεί η δράση του Sonar στη γονιμότητα των κυπρίνων καθώς και στην επίδρασή του στο γόνο των φαριών αυτών.

Παραπέρα έρευνα για να διαλευκανθεί πλήρως η βιοσυγκέντρωση του Sonar στους κυπρίνους αλλά και σε άλλα φάρια κρίνεται επίσης σκόπιμη.

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 1985

Για την Ερευνητική Ομάδα

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ

Καθηγητής

П А Р А Р Т Н М А

ΠΙΝΑΚΑΣ IV

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΨΕΚΑΣΜΟ ΜΕ SONAR ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Ε Σ Δ Ε Ι Γ Μ Α Τ Ο Λ Η Ψ Ι Ω Ν														
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ										Λ Ι Μ Ν Η Σ			
	ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΨΕΚΑΣΜΟ					ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΨΕΚΑΣΜΟ					9-7-84	22-7-84	16-8-84	12-10-84
	9-7-84	17-7-84	22-7-84	30-7-84	16-8-84	6-9-84	25-9-84	12-10-84						
	9-7-84	17-7-84	22-7-84	30-7-84	16-8-84	6-9-84	25-9-84	12-10-84						
pH	7,0	7,5	7,1	6,6	6,2	7,0	6,9	7,3	6,9	7,8	7,5	7,7		
Αλατότητα (Salinity) mg NaCl/L	480	350	410	220	370	520	460	440	410	350	480	460		
Σκληρότητα (Hardness) mg CaCO ₃ /L	120	110	115	122	114	125	130	110	107	115	122	120		
Υδροθείο	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅		
Αμμωνία	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅		
Νιτρώδη (Nitrites) mg NO ₂ /L	∅	0,001	∅	0,007	0,004	∅	0,003	∅	0,009	∅	0,005	0,005		
Νιτρικά (Nitrates) mg NO ₃ /L	1,72	1,48	1,55	0,66	1,67	2,20	1,30	1,20	1,79	0,44	3,10	1,820		
Θειικά (Sulfates) mg SO ₄ /L	56	32	81	74	91	86	104	147	50	83	44	55		
Φωσφορικά (Phosphates) mg PO ₄ /L	0,20	0,15	0,19	0,27	0,32	0,25	0,22	0,26	0,22	0,40	0,32	4,0		
Πυριτικά (Silicates) mg SiO ₂ /L	6,0	5,8	4,4	4,9	5,7	6,0	5,9	6,2	6,3	5,8	7,1	4,0		
C.O.D. mg O ₂ /L	60	50	75	80	60	40	65	60	80	75	60	65		

ΠΙΝΑΚΑΣ V

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ, ΤΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΨΕΚΑΣΜΟ ΜΕ SONAR

ΗΜΕΡΟΜΗ- ΝΙΑ	ΩΡΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ			ΗΜΕΡΟΜΗ- ΝΙΑ	ΩΡΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
		Θερμο- κρασία (°C)	D.O. (mg O ₂ /L)	Αγωγιμότητα (millimhos/cm)			Θερμο- κρασία (°C)	D.O. (mg O ₂ /L)	Αγωγιμότητα (millimhos/cm)
18-7-84	14	22,5	8,6	15,20	21-7-84	2	18,5	7,0	14,90
	16	22,5	8,5	15,20		4	18,5	6,3	14,50
	18	22,0	8,9	15,10		6	18,5	6,0	14,40
	20	21,5	8,9	15,00		8	19,5	5,7	14,40
	22	21,0	8,8	15,00		10	20,5	5,9	14,45
	24	19,5	8,6	14,95		19	23,5	5,9	14,50
19-7-84	2	19,5	8,0	14,90		14	25,0	5,8	14,60
	4	19,0	7,6	14,85		16	25,0	5,9	14,75
	6	18,5	7,1	14,80		18	24,0	6,0	14,75
	8	18,0	7,2	14,80		20	22,5	5,6	14,65
	10	18,5	7,5	14,90		22	21,0	5,0	14,60
	12	20,0	7,7	14,95		24	21,0	4,6	14,50
	14	21,5	8,0	15,00	22-7-84	2	20,5	4,3	14,45
	16	22,0	8,3	15,05		4	20,0	4,0	14,45
	18	22,5	8,6	15,05		6	20,5	3,9	14,35
	20	21,0	8,5	14,95		8	21,5	4,0	14,30
	22	20,0	8,0	14,90		10	23,0	4,3	14,45
	24	20,0	7,4	14,80		12	24,5	4,8	14,60
20-7-84	2	19,0	6,9	14,80		14	26,0	5,0	14,75
	4	18,5	6,4	14,70		16	27,5	5,2	14,90
	6	18,0	6,1	14,70		18	27,0	5,3	15,05
	8	18,5	6,0	14,70		20	26,0	5,0	15,10
	10	18,5	6,4	14,65		22	23,5	4,6	15,05
	12	20,0	7,0	14,60		24	22,0	4,3	15,00
ΨΕΚΑΣΜΟΣ SONAR →	14	22,0	7,5	16,50	23-7-84	2	22,5	4,0	14,90
	16	23,0	7,9	17,30		4	22,0	4,0	14,85
	18	23,0	8,0	16,80		6	22,5	3,9	14,95
	20	22,0	7,9	15,40		8	23,5	4,2	15,10
	22	22,0	7,6	15,10		10	25,0	4,4	15,15
	24	19,5	7,2	14,90		12	26,0	4,5	15,20

(Συνεχίζεται)

Πίνακας V (συνέχεια)

ΗΜΕΡΟΜΗ- ΝΙΑ	ΩΡΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ			ΗΜΕΡΟΜΗ- ΝΙΑ	ΩΡΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		
		Θερμο- κρασία (°C)	D.O. (mg O ₂ /L)	Αγωγιμότητα (millimhos/cm)			Θερμο- κρασία (°C)	D.O. (mg O ₂ /L)	Αγωγιμότητα (millimhos/cm)
23-7-84	14	27,5	4,5	15,25	26-7-84	2	23,0	5,7	14,65
	16	27,0	4,9	15,25		4	22,5	5,2	14,65
	18	27,0	4,8	15,20		6	23,0	5,0	14,60
	20	25,0	4,7	15,15		8	24,5	5,7	14,60
	22	23,5	4,2	15,10		10	26,0	6,1	14,85
	24	22,5	4,0	14,85		12	27,5	6,4	15,05
24-7-84	2	22,0	4,2	14,70	27-7-84	14	29,0	6,6	15,10
	4	22,0	3,9	14,65		16	29,0	6,8	15,15
	6	22,5	3,9	14,70		18	28,5	6,8	15,10
	8	23,5	4,2	14,90		20	27,0	6,7	15,05
	10	25,5	4,6	15,15		22	26,0	6,4	15,00
	12	27,0	4,7	15,20		24	25,5	6,0	14,90
	14	28,5	5,3	15,25		2	24,5	6,0	14,85
	16	28,5	5,2	15,25		4	24,0	5,6	14,85
	18	28,0	5,4	15,20		6	24,0	5,1	14,80
	20	26,5	5,2	15,15		8	24,5	5,0	14,80
25-7-84	22	25,0	5,0	14,80		10	26,0	5,3	14,95
	24	24,0	4,8	14,65		12	27,5	5,7	15,00
	2	23,0	4,5	14,50		14	29,5	6,2	15,05
	4	23,0	4,5	14,60		16	29,5	6,7	15,10
	6	23,5	4,0	14,70		18	29,0	7,3	15,10
	8	25,0	4,2	15,00		20	28,0	6,9	15,05
	10	26,5	4,8	15,00		22	26,5	6,5	15,00
	12	27,0	5,4	15,10		24	25,5	6,3	14,95
	14	27,5	5,6	15,15					
	16	27,0	5,3	15,20					
	18	27,0	5,7	15,20					
	20	26,5	5,5	15,20					
	22	26,0	5,8	14,90					
	24	24,5	6,0	14,70					

ΠΙΝΑΚΑΣ VI

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΣ ΤΟΥ SONAR (FLURIDONE) ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Συγκέντρωση Sonar (Fluridone) ppt		
	Σταθμός δειγματοληψίας A	Σταθμός δειγματοληψίας B	Μέση αριθμητική τιμή
20 Ιουλίου 1984	302	276	289
27 Ιουλίου 1984	129	87	108
3 Αυγούστου 1984	52	46	49
10 Αυγούστου 1984	50	58	54
19 Αυγούστου 1984	26	34	30
25 Αυγούστου 1984	21	25	23
6 Σεπτεμβρίου 1984	17	13	15
14 Σεπτεμβρίου 1984	ύχνη	10	<10
22 Σεπτεμβρίου 1984	∅	∅	∅
30 Σεπτεμβρίου 1984	∅	∅	∅
12 Οκτωβρίου 1984	∅	∅	∅

ΠΙΝΑΚΑΣ VII

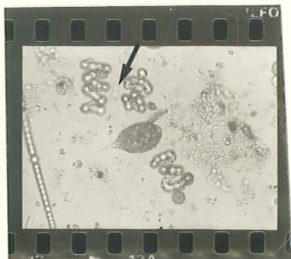
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΟΥ SONAR (FLURIDONE) ΣΤΟΥΣ ΚΥΠΡΙΝΟΥΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Αριθμός δειγμάτων (ψαριών)	Συγκέντρωση Sonar στο μυϊκό ιστό των κυ- πρίνων (ppb)					Μέσος όρος
		Αναλυτικές τιμές					
22-7-84	2	223,8	260,6				242,2
29-7-84	3	389,5	397,1	439,9			408,6
2-8-84	3	452,9	471,5	527,6			484,0
8-8-84	2	273,2	357,2				315,2
16-8-84	3	217,1	218,6	250,4			228,7
25-8-84	4	113,2	119,6	140,5	146,7		130,0
4-9-84	3	60,6	97,1	113,5			90,4
20-9-84	5	33,3	40,2	55,4	61,7	101,8	58,5
12-10-84	4	21,6	23,7	36,8	40,7		30,7
Σύνολο ψαριών	29						

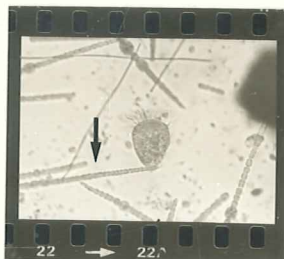
ΠΙΝΑΚΑΣ VIII

ΦΩΤΟΜΙΚΡΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΛΙΜΝΗ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ Ε-ΡΕΥΝΑΣ

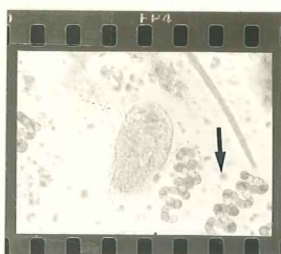
A. ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟ



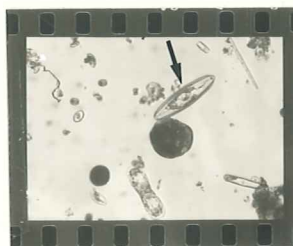
20X
Κυανοφύκη
Anabaena spp.



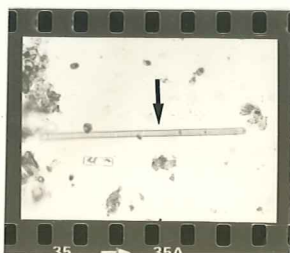
20X
Κυανοφύκη
Anabaena Scherementrieri v. *vecta*



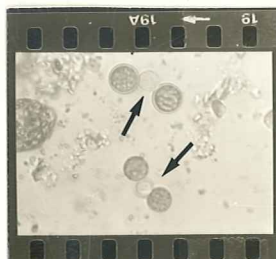
20X
Κυανοφύκη
Anabaena flos-aque v. *intermedia*



10X
Κυανοφύκη
Nitzschia spp.



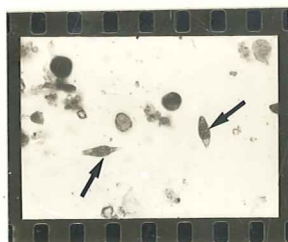
10X
Κυανοφύκη
Oscillatoria limosa



40X
Διάτομα
Cyclotella comta



40X
Διάτομα
Amphiprora alata



10X
Ευγληνοειδή
Euglena spp.

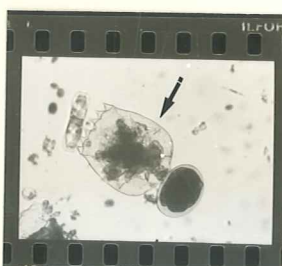


20X
Ευγληνοειδή
Euglena polymorpha



20X
Ευγληνοειδή
Euglena acus

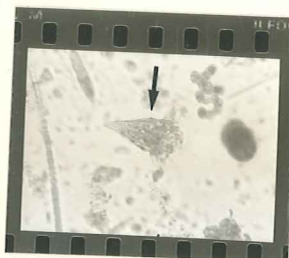
Β. ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟ



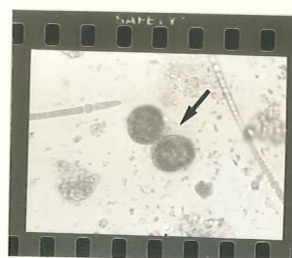
10X
Τροχόζωα
Brachionus angularis



10X
Τροχόζωα
Hexarthra mirum



20X
Βλεφαριδωτό



20X
Βλεφαριδωτό περίτριχο