

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

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

ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ SONAR ΣΤΑ ΑΒΓΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΙΧΘΥΔΙΑ
ΤΩΝ ΚΥΠΡΙΝΩΝ (*Cyprinidae*)

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΚΙΑΙΚΙΔΗΣ, 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.

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

ΞΑΝΘΙΠΠΟΣ ΚΑΡΑΜΑΝΛΗΣ, Κτηνίατρος.

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

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

- Εταιρεία ELI LILLY.
- Κτηνιατρικό Ινστιτούτο Θεσσαλονίκης.
- Εργαστήριο Διατροφής του Τμήματος Κτηνιατρικής του Α.Π.Θ.
- Ινστιτούτο Ωκεανογραφικών και Αλιευτικών Ερευνών.
- Εργαστήριο Ανατομικής του Τμήματος Κτηνιατρικής του Α.Π.Θ.
- κ.κ. Βασίλειο Τουκτσιώτη και Αθανάσιο Πελέκη, ιδιοκτήτες του ιχθυοτροφείου στην κοινότητα Ανατολικού Θεσσαλονίκης.

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

ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ SONAR ΣΤΑ ΑΒΓΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΙΧΘΥΔΙΑ ΤΩΝ ΚΥΠΡΙΝΩΝ (CYPRINIDAE)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τις δύο προηγούμενες φάσεις του προγράμματος "Πειραματική εκτίμηση της δράσεως του Sonar (Fluridone) στα υδάτινα ιχθυοπαραγωγικά οικοσυστήματα

- Δράση του Sonar στους φυτικούς οργανισμούς *Thapa natans* και *Phragmites* (1983) και
- Δράση του Sonar στα *Cyprinidae*, στο φυτο-ζωοπλαγκτό καθώς και στην εκτίμηση της συμπεριφοράς του στο υδάτινο περιβάλλον (1984), διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα:

α) Η επίδραση του Sonar στα *Thapa natans* είναι θετική κατά 100% και κατά 60% στα *Phragmites*.

β) Το Sonar δεν προξενεί καμία τοξική επίδραση στα *Cyprinidae* και δε φαίνεται να βιοσυγκεντρώνεται στα φάρμα αυτά.

γ) Οι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί και ιδιαίτερα τα κυανοφύκη που προκαλούν το φαινόμενο της "Άνθισης του ύδατος" (water bloom), μπορούν να ελεγχθούν με το Sonar. Αντίθετα η ουσία αυτή δε φαίνεται να έχει καμία επίδραση στους ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς.

Η φάση αυτή του προγράμματος σχεδιάστηκε έτσι, ώστε να ελεγχθεί η δράση του Sonar (Fluridone) στα αβγά και στα ιχθύδια των κυπρίνων (*Cyprinidae*) και περιλάμβανε τα ακόλουθα στάδια:

- Εκλογή τοποθεσίας για την εγκατάσταση του πειραματισμού.
- Εκλογή κυπρίνων - γεννητόρων για ωοτοκία και επώαση και φεκασμός των αβγών με Sonar.
- Έλεγχος της εγκολλακτικότητας των αβγών και της υγείας και ανακτύξεως των ιχθυούδιων των κυπρίνων, ύστερα από τη δράση του Sonar.

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

Για τη διερεύνηση της δράσεως του Sonar στα αβγά και στα νεογόννητα ιχθύδια των κυπρίνων έγιναν οι παρακάτω εργασίες:

- Εκλογή τοποθεσίας για την εγκατάσταση του πειραματισμού.

- Κατασκευή δεξαμενών και επιλογή γεννητόρων κυπρίνων για ωτοκία.
- Ψεκασμός των αβγών των κυπρίνων με Sonar.

Η εγκατάσταση του πειραματισμού έγινε στις αρχές Απριλίου 1985 στην περιοχή της κοινότητας Ανατολικού Θεσσαλονίκης και άρχισε με την επιλογή της τοποθεσίας.

1. Επιλογή τοποθεσίας και κατασκευή δεξαμενών πειραματισμού

Η εγκατάσταση του πειραματισμού στην παραλίμνια περιοχή της λίμνης Μητρικού θράκης, όπου έγιναν οι δύο προηγούμενες φάσεις του προγράμματος, αποκλείστηκε για τους παρακάτω λόγους:

α) Η συλλογή κυπρίνων - γεννητόρων από τη λίμνη Μητρικού ήταν αδύνατη, εξαιτίας της υπερβολικής ανάπτυξης των υδροχαρών φυτών *Thapa natans* που καλύπτουν ολόκληρη τη λεκάνη της λίμνης και δεν επιτρέπουν την είσοδο των λεμβών στη λίμνη για αλιεία.

β) Η μεταφορά γεννητόρων - κυπρίνων από άλλη περιοχή και η εγκατάστασή τους για ωτοκία στην παραλίμνια περιοχή της λίμνης Μητρικού δημιούργησε πολλά δυσεπίλυτα προβλήματα. Έτσι η πιο πρόσφορη περιοχή για την εγκατάσταση του πειραματισμού κρίθηκε εκείνη της κοινότητας Ανατολικού της περιοχής Θεσσαλονίκης (Σχ. 1).



Σχ. 1. Σχεδιάγραμμα της περιοχής της κοινότητας Ανατολικού Θεσ/νύκης, όπου έγινε η εγκατάσταση του πειραματισμού.

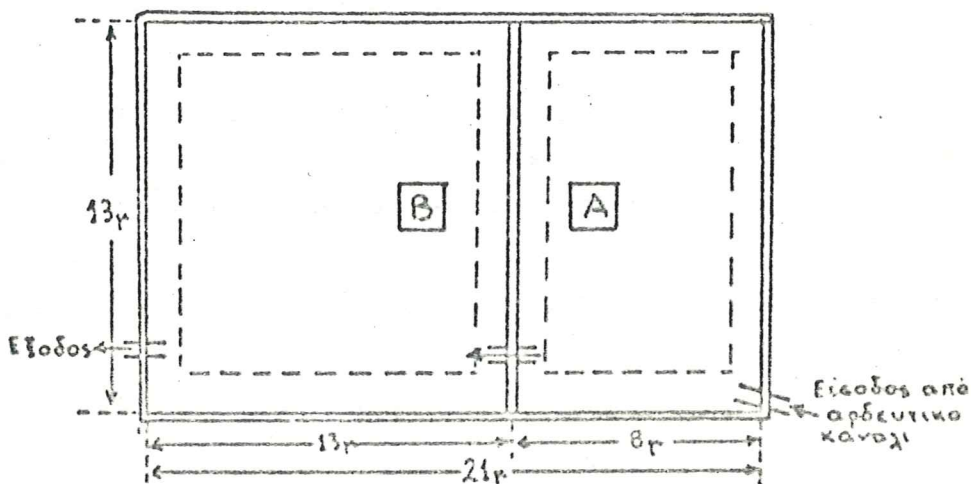
Ολόκληρη η περιοχή της κοινότητας Ανατολικού, που απέχει από τη Θεσσαλονίκη 30 χιλιόμετρα, αρδεύεται από τον ποταμό Αξιό. Στην περιοχή αυτή υπάρχει ιδιωτικό εχθροτροφείο (κυπρινοτροφείο) από το οποίο παραχωρήθηκε

η κατάλληλη έκταση για την εγκατάσταση του πειραματισμού (Εικ. 2),



Εικ. 2. Περιοχή που επιλέχθηκε για την εγκατάσταση του πειραματισμού στην κοινότητα Ανατολικού Θεσ/νύκης.

Ύστερα από κατάλληλες χωματουργικές εργασίες, σχηματίστηκε δεξαμενή διαστάσεων 21×13 m, η οποία χωρίστηκε σε δύο τμήματα με ανάχωμα. Έτσι με τον τρόπο αυτό σχηματίστηκαν δύο δεξαμενές. Η δεξαμενή (Α) συνολικής επιφάνειας 104 m^2 , που χρησιμοποιήθηκε ως δεξαμενή "αναφοράς" και η δεξαμενή (Β) συνολικής επιφάνειας 169 m^2 , που χρησιμοποιήθηκε ως δεξαμενή "πειραματισμού" (Σχ. 3 & 4). Το ύψος της στάθμης του νερού κυμαινόταν από 1,0 μέχρι 1,2 m, στην περιφέρεια της κάθε δεξαμενής. Αντίθετα στο κέντρο των δεξαμενών η στάθμη του νερού κυμαινόταν από 25 μέχρι 35 cm.



Σχ. 3. Σχηματική παράσταση της δεξαμενής "αναφοράς" (Α) και της δεξαμενής "πειραματισμού" (Β).



Εικ. 4. Οι δεξαμενές για τον πειραματισμό του Sonar στην περιοχή της κοινότητας Ανατολικού Θεσσαλονίκης.

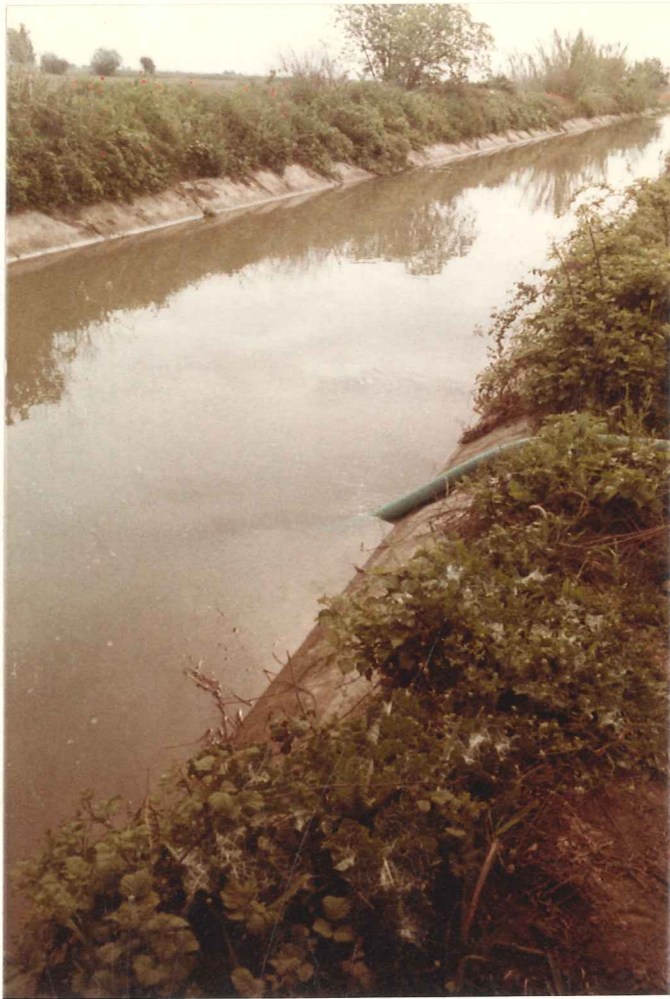
Από παρακείμενο αρδευτικό κανάλι του ποταμού Αξιού (Εικ. 5), διοχετεύθηκε νερό στις δεξαμενές και παρέμεινε 20 ημέρες για εξισορρόπηση του συστήματος πριν από την τοποθέτηση των γεννητόρων.

2. Επιλογή γεννητόρων - κυπρίνων, ωτοκία και επώαση

Από το γειτονικό ιδιωτικό κυπρινοτροφείο επιλέχθηκαν 20 κυπρίνοι-γεννήτορες (14 αρσενικά και 6 θηλυκά) και τοποθετήθηκαν στις δεξαμενές στις 5 Μαΐου 1985.

Το ανάχωμα που χώριζε τις δεξαμενές παρέμεινε ατελές (Εικ. 6) για να υπάρχει δυνατότητα κινήσεως των γεννητόρων και στις δύο δεξαμενές ώστε η διασπορά των αβγών και στις δύο δεξαμενές να είναι κατά το δυνατόν ομοιόμορφη.

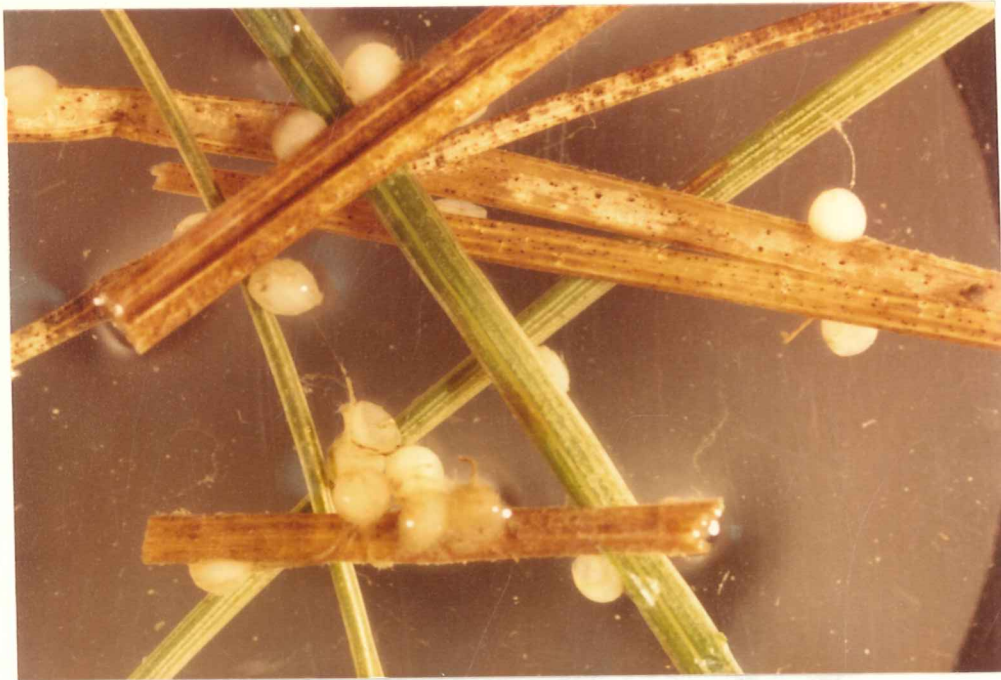
Η ωτοκία άρχισε στις 6 Μαΐου και περατώθηκε στις 10 Μαΐου. Η καθυστέρηση της ωτοκίας των κυπρίνων οφειλόταν στη χαμηλή θερμοκρασία του νερού κατά την εποχή εκείνη (Εικ. 7).



Εικ. 5. Αρδευτικό κανάλι του ποταμού Αξιού από το οποίο τροφοδοτήθηκαν οι δεξαμενές.



Εικ. 6. Το ατελές διαχωριστικό ανάχωμα μεταξύ των δύο δεξαμενών.



Εικ. 7. Αβγά κυπρίνων που συλλέχθηκαν από τις δεξαμενές πειραματισμού. Η φωτογραφία είναι παρμένη από στερεοσκόπιο.

Μετά το τέλος της ωοτοκίας και της επώασης συμπληρώθηκε το διαχωριστικό ανάχωμα μεταξύ των δύο δεξαμενών και τοποθετήθηκε σε κάθε μια από αυτές ένα κλουβί (Εικ. 8).



Εικ. 8. Κλουβιά που τοποθετήθηκαν στις δεξαμενές για τις ανάγκες του πειραματισμού.

Τα κλουβιά κατασκευάστηκαν από σίδερο και είχαν σχήμα κύβου με ακμή 1 m. Οι 4 έδρες των κύβων ήταν κινητές (Εικ. 9) και καλυμμένες με νάυλον ύφασμα, ώστε να παρεμποδίζεται η μετακίνηση των ιχθυοειδών από και προς το εσωτερικό των κλουβιών.



Εικ. 9. Κλουβιά που κατασκευάστηκαν για τις ανάγκες του πειραματισμού.

Οι πλάγιες έδρες των κλουβιών ήταν κινητές ώστε να μπορούν να αντικαθίστανται, όταν φράσσονταν οι πόροι του υφάσματος από τις φερτές ύλες του νερού.

3. Ψεκασμός με Sonar

Μετά την ωτοκία και την επώαση έγινε ψεκασμός της δεξαμενής (B) με διάλυμα SONAR 4AS στις 10 Μαΐου 1985 (Εικ. 10).

Για τον ψεκασμό της δεξαμενής πειραματισμού (συνολικού όγκου νερού περίπου 100 m^3) χρησιμοποιήθηκαν 20 g SONAR 4AS, τα οποία διαλύθηκαν σε 5 λίτρα νερού. Με το διάλυμα αυτό ψεκάστηκε ομοιόμορφα η δεξαμενή (B) (δεξαμενή πειραματισμού).



Εικ. 10. Ψεκασμός της δεξαμενής πειραματισμού με SONAR 4AS.

Επειδή έπρεπε να υπάρχει συνεχής ροή νερού για τις ανάγκες της εκκόλαψης των αβγών, με κατάλληλο αγωγό μεταφερόταν από το αρδευτικό κανάλι νερό (Εικ. 5), το οποίο αρχικά εισερχόταν στη δεξαμενή (Α) και στη συνέχεια στη δεξαμενή (Β) (δεξαμενή που κατεργάστηκε με Sonar). Η ταχύτητα ροής του νερού ήταν 3 λίτρα/min.

Η ροή αυτή του νερού συνεχιζόταν και στη δεξαμενή Β από τον αγωγό που υπήρχε μεταξύ των δύο δεξαμενών. Ο αγωγός αυτός επικοινωνίας των δεξαμενών ήταν τοποθετημένος έτσι, ώστε η ροή να είναι προς μία και μόνο κατεύθυνση, από τη δεξαμενή (Α) στη δεξαμενή (Β) και όχι αντίστροφα. Από τη δεξαμενή (Β) το νερό παροχετευόταν εκτός του πειραματικού χώρου, αφού προηγουμένως λήφθηκε πρόνοια ώστε τα λχθύδια να μην εκφεύγουν του πειραματικού χώρου, όπως και τα λχθύδια της δεξαμενής (Β) να μη μετακινούνται προς τη δεξαμενή (Α).

Για να υπάρχει σταθερή συγκέντρωση Sonar στη δεξαμενή (Β) προσθέτονταν καθημερινά στη δεξαμενή αυτή ποσότητα Sonar ίση με 4 g, ποσότητα δηλαδή όση χανόταν με την κίνηση του νερού. Η προσθήκη αυτή του Sonar άρχισε τη δεύτερη ημέρα μετά τον ψεκασμό και συνεχίστηκε για 10 ημέρες.

Η εκκόλαψη των αβγών των κυπρίνων άρχισε στις 10 Μαΐου 1985 και συνεχίστηκε για μια περίπου εβδομάδα (Εικ. 11).



Εικ. 11. Ιχθυύδια κυπρίνου μιας εβδομάδας μετά την εκκόλαψη των αβγών στις εγκαταστάσεις πειραματισμού του Ανατολικού.

Σε τακτά χρονικά διαστήματα έγινε έλεγχος των φυσικοχημικών και υδροβιολογικών παραμέτρων του νερού τόσο της δεξαμενής (Α) όσο και της δεξαμενής (Β). Έλεγχος επίσης έγινε και στα αβγά των κυπρίνων των δύο δεξαμενών για να καθοριστεί η επίδραση του Sonar στην εκκόλαψη των αβγών. Ακόμη ο έλεγχος επεκτάθηκε στον υπολογισμό της θνησιμότητας των ιχθυιδίων ύστερα από την επίδραση του Sonar καθώς και στον προσδιορισμό του Συντελεστή ευρωστίας των ιχθυιδίων που υπέστησαν την επίδραση του Sonar. Τέλος έγινε έλεγχος για τον καθορισμό των ανατομοπαθολογικών αλλοιώσεων και των τοξικών καταστάσεων στα ιχθυύδια και των δύο δεξαμενών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τον προσδιορισμό των φυσικοχημικών και υδροβιολογικών παραμέτρων του νερού των δεξαμενών πειραματισμού έγιναν δειγματοληψίες σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων δίνονται σε επόμενα κεφάλαια. Παρακάτω επίσης δίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της συγκεντρώσεως του Sonar στο νερό της δεξαμενής (Β).

Ο προσδιορισμός των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού των δεξαμενών έγινε με φασματοφωτομετρικές και 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 ειδικό όργανο τύπου MARTEK.

Η δειγματοληψία του φυτο- και ζωοπλαγκτού έγινε με τα κατάλληλα δειγματοληπτικά όργανα και η ταυτοποίηση των οργανισμών με ανάστροφο μικροσκόπιο. Τέλος η ταυτοποίηση και ο προσδιορισμός του SONAR (Fluridone) στο νερό της δεξαμενής (B) έγινε με αεριοχρωματογραφική μέθοδο που παραχωρήθηκε από τη Lilly Research Laboratories και περιγράφεται λεπτομερώς σε προηγούμενη εργασία μας που σχετίζεται με τη "Δράση του Sonar στα *Cyprinidae*, στο φυτο- και ζωοπλαγκτό καθώς και στην εκτίμηση της συμπεριφοράς του στο υδάτινο περιβάλλον".

Ο αριθμός των αβγών των κυπρίνων ανά τετραγωνική παλάμη εδάφους αποτέλεσε το μέτρο της ωτοκίας των κυπρίνων. Για το σκοπό αυτό λαμβανόταν τεμάχιο εδάφους, εμβαδού μιας τετραγωνικής παλάμης, και υπολογιζόταν, με στερεοσκόπιο, ο αριθμός των αβγών που ήταν προσκολλημένος στην υπάρχουσα βλάστηση (Εικ. 12).



Εικ. 12. Τεμάχιο εδάφους με την υδρόβια βλάστηση πάνω στην οποία ήταν προσκολλημένα τα αβγά των κυπρίνων. Η αρίθμηση έγινε με στερεοσκόπιο.



Εικ. 13. Αβγά κυπρίνων που δεν εκκολάφτηκαν και υψέστησαν ευρωτίαση.

Η διαφορά μεταξύ του αριθμού των αβγών ανά τετραγωνική παλάμη, αυτών δηλαδή που μετρήθηκαν αμέσως μετά την ωτοκία και εκείνων που δεν εκκολάφτηκαν και υψέστησαν ευρωτίαση (Εικ. 13) αποτέλεσε το μέτρο εκκολακτικότητας των αβγών των κυπρίνων.

Το μέτρο της θνησιμότητας των ιχθυοειδών καθορίστηκε από τον αριθμό των ιχθυοειδών που προήλθαν αμέσως μετά την εκκόλαψη των αβγών μέσα στα κλουβιά και τον αριθμό των ιχθυοειδών που υπήρχαν στο τέλος του πειραματισμού στον περιορισμένο αυτό χώρο. Η επίδραση του Sonar στη θνησιμότητα των ιχθυοειδών προσδιορίστηκε από τη διαφορά της θνησιμότητας των ιχθυοειδών που παρουσιάστηκε στο κλουβί της δεξαμενής (Α) και της δεξαμενής (Β), η οποία καταργήθηκε με SONAR.

Ο Συντελεστής Ευρωστίας (Κ) {Korpulenz Faktor}, που καθορίζει το ρυθμό ανακτύξεως και αντοχής των ιχθυοειδών προσδιορίστηκε από τον τύπο:

$$K = \frac{B \times 100}{M^3}$$

όπου: Κ = Συντελεστής Ευρωστίας
Β = Βάρος του ιχθυοειδίου σε g
Μ = Μήκος του ιχθυοειδίου σε cm

Ο Συντελεστής Ευρωστίας προσδιορίστηκε τόσο στα ιχθυύδια της δεξαμενής (Α) όσο και στα ιχθυύδια της δεξαμενής (Β).

Τέλος για τον έλεγχο της υγείας των ιχθυοειδών έγιναν περιοδικές δειγματοληψίες και ανατομοπαθολογικές εξετάσεις των δειγμάτων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η πειραματική εργασία για τη δράση του Sonar στα αβγά και στα ιχθυύδια του κυπρίνου στις εγκαταστάσεις της κοινότητας Ανατολικού Θεσσαλονίκης άρχισε στις 20 Απριλίου 1985 και περατώθηκε στις 15 Ιουνίου 1985. Οι εργαστηριακές όμως εξετάσεις ολοκληρώθηκαν στις αρχές Αυγούστου του ίδιου έτους.

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων των φυσικοχημικών και υδροβιολογικών παραμέτρων του νερού των δεξαμενών πειραματισμού καθώς και της συγκεντρώσεως του Sonar στο νερό της δεξαμενής (Β). Παραθέτονται ακόμη οι εκτιμήσεις για τη δράση του Sonar στην εκκολαπτικότητα των αβγών, όπως επίσης και στην υγεία των ιχθυοειδών των κυπρίνων. Η συζήτηση για τα αποτελέσματα γίνεται στα επιμέρους κεφάλαια.

1. Φυσικοχημικές παράμετροι του νερού των δεξαμενών

Από της ενάρξεως και μέχρι το τέλος του πειραματισμού έγιναν αλληκάληδες δειγματοληψίες και επιτόπιες μετρήσεις για την εκτίμηση των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού των δεξαμενών. Στη συνέχεια δίνονται τα αποτελέσματα για κάθε μια από τις παραμέτρους που εξετάστηκαν.

α) Θερμοκρασία (Temperature). Η θερμοκρασία του νερού και των δύο δεξαμενών κυμάνθηκε μέσα στα κανονικά για την εποχή όρια. Έτσι η θερμοκρασία του νερού των δεξαμενών το μήνα Απρίλιο κυμάνθηκε από 18,0 μέχρι 20,0 °C, το μήνα Μάιο από 18,5 μέχρι 23,0 °C και το μήνα Ιούνιο από 21,0 °C μέχρι 24,6 °C. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις θερμοκρασίες του νερού των δύο δεξαμενών.

β) pH. Οι τιμές του pH στη δεξαμενή (Α) κυμάνθηκαν κατά τη διάρκεια του πειραματισμού από 7,3 μέχρι 8,3 και στη δεξαμενή (Β) επίσης από 7,3 μέχρι 8,3. Οι τιμές αυτές του pH θεωρούνται ικανοποιητικές για τη διαβίωση του κυπρίνου.

γ) Αγωγιμότητα (Conductivity). Η Αγωγιμότητα σε millimhos/cm κυμάνθηκε στη δεξαμενή (Α) από 400 μέχρι 420 και στη δεξαμενή (Β) από 400 μέχρι 460. Οι υψηλότερες τιμές της αγωγιμότητας στη δεξαμενή (Β) παρουσιάστηκαν αμέσως μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής με Sonar.

δ) Διαλυμένο Οξυγόνο (Dissolved Oxygen). Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό της δεξαμενής (Α) κυμάνθηκε από 4,3 mg/L μέχρι 10,0 mg/L και στη δεξαμενή (Β) 1,5 μέχρι 9,2. Οι χαμηλότερες τιμές της συγκεντρώσεως του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό της δεξαμενής (Β) παρατηρήθηκαν μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής με Sonar. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις του οξυγόνου κάτω των 3 mg/L διαπιστώθηκαν για μικρό χρονικό διάστημα και μολονότι ήταν επικίνδυνες για την υγεία των ιχθυδίων, εντούτοις δεν παρουσιάστηκαν ανοξικά συμπτώματα.

ε) Σκληρότητα (Hardness). Η σκληρότητα του νερού στη δεξαμενή (Α) κυμάνθηκε από 70 μέχρι 90 mg CaCO₃/L ανάλογα με το χρόνο δειγματοληψίας και στη δεξαμενή (Β) από 80 μέχρι 90 mg CaCO₃/L. Οι τιμές της σκληρότητας του νερού και των δύο δεξαμενών κυμάνθηκαν σε ανεκτά για τα ιχθύδια του κυπρίνου όρια.

στ) Φωσφορικά (Phosphates), Θειικά (Sulfates) και Νιτρικά (Nitrates). Ανάλογα με το χρόνο δειγματοληψίας οι τιμές των φωσφορικών κυμάνθηκαν στη δεξαμενή (Α) από 0,18 μέχρι 0,24 mg/L και στη δεξαμενή (Β) από 0,15 μέχρι 0,20 mg/L. Οι συγκεντρώσεις εξάλλου των θειικών στο νερό των δεξαμενών (Α) και (Β) κυμάνθηκαν αντίστοιχα από 15 μέχρι 18 mg/L και από 13 μέχρι 18 mg/L. Τέλος οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στη δεξαμενή (Α) βρέθηκαν να κυμαίνονται από 0,3 μέχρι 0,4 mg/L και στη δεξαμενή (Β) από 0,2 μέχρι 0,3 mg/L. Και στην περίπτωση αυτή των θρεπτικών αλάτων οι συγκεντρώσεις

στο νερό των δύο δεξαμενών κυμάνθηκαν σε ικανοποιητικά για τον κυπρίνο όρια.

ζ) Νιτρώδη (Nitrites), Αμμωνία (NH_3) και Υδροθείο (H_2S). Δε διαπιστώθηκε η παρουσία αμμωνίας και υδροθείου στο νερό των δεξαμενών πειραματισμού. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών στη μεν δεξαμενή (Α) κυμάνθηκαν από 0,007 μέχρι 0,011 mg/L στη δε δεξαμενή (Β) από 0,004 μέχρι 0,010 mg/L, οι συγκεντρώσεις όμως αυτές δεν μπορούν να προξενήσουν προβλήματα στην υγεία των ιχθυοδίων κυπρίνου.

2. Συγκέντρωση του Sonar στο νερό της δεξαμενής (Β)

Ο ψεκασμός της δεξαμενής (Β) με διάλυμα Sonar 4AS έγινε στις 10 Μαΐου 1985. Οι συγκεντρώσεις του Sonar στο νερό της δεξαμενής, ανάλογα με το χρόνο δειγματοληψίας, δίνονται στον πίνακα Ι.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΟΥ SONAR ΣΤΟ ΝΕΡΟ
ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ (Β)

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Συγκέντρωση (ppb)
11-5-85	100,0
14-5-85	85,4
16-5-85	88,2
18-5-85	80,7
20-5-85	83,1
22-5-85	45,9
27-5-85	5,8
30-5-85	1,2
6-6-85	∅

Τονίζεται ότι μετά τον ψεκασμό της δεξαμενής (Β) και για χρονικό διάστημα 10 ημερών προσθέτονταν καθημερινά 4 g Sonar 4AS, όση περίπου ποσότητα απομακρυνόταν με τη ροή του νερού, για να διατηρηθεί σταθερή η συγκέντρωση στο χώρο πειραματισμού. Τούτο κρίθηκε απαραίτητο, γιατί έπρεπε να ελεγχθεί η επίδραση της ουσίας αυτής και στα νεοεκκολαπτόμενα ιχθυύδια.

Προστίθεται ακόμη ότι η συγκέντρωση αυτή του Sonar στο νερό της δεξαμενής (Β) είχε θετική επίδραση στα υδρόβια φυτά που κυριαρχούσαν στις δεξαμενές πειραματισμού, όπως το *Typha latifolia* (Εικ. 14) και το *Circium arvense* (Εικ. 15).

Τα αποτελέσματα της δράσεως του Sonar στους παραπάνω φυτικούς οργανισμούς έγιναν εμφανή 10 ημέρες μετά την εφαρμογή του Sonar στη δεξαμενή (Β).



Εικ. 14. *Typha latifolia*. Δεξιά μετά την επίδραση του Sonar ύστερα από 10 ημέρες.



Εικ. 15. *Cirsium arvense*. Αριστερά μετά την επίδραση του Sonar ύστερα από 10 ημέρες.

3. Φυτο- και Ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί

Από τους φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς που απομονώθηκαν από το νερό των δεξαμενών πειραματισμού ήταν τα Διάτομα και τα Χλωροφύκη. Σε μικρότερη αναλογία βρέθηκαν τα Χλωροφύκη και τα Ευγληνοειδή. Δεν απομονώθηκαν κυανοφύκη κατά τη διάρκεια της έρευνας από τις δεξαμενές πειραματισμού.

Τα είδη των διατόμων και χλωροφυκών που ταυτοκοιλήθηκαν δίνονται στον πίνακα II.

ΠΙΝΑΚΑΣ II

ΕΙΔΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΧΛΩΡΟΦΥΚΩΝ ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ

Διάτομα	Χλωροφύκη
<i>Stephanodiscus astrea</i>	<i>Ulothrix zonata</i>
<i>Synedra ulna</i>	<i>Scenedesmus</i> spp
<i>Fragilaria capucina</i>	<i>Closterium</i> spp
" <i>vivescens</i>	<i>Pediastrum</i> spp
" <i>pinnata</i>	<i>Dictyochlorella</i> sp
<i>Asterionella formosa</i>	<i>Cosmarium</i> sp
<i>Nitzschia</i> spp	
<i>Navicula</i> spp	

Από τους ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς απομονώθηκαν Τροχόζωα, Κωπήποδα και οι Ναύπλιοι κωπήποδων.

Δε διαπιστώθηκαν διαφορές στους πλαγκτονικούς οργανισμούς μεταξύ των δύο δεξαμενών. Όπως όμως και στην προηγούμενη ερευνητική εργασία που έγινε στη λίμνη του Μητρικού "Δράση του Sonar στα *Cyprinidae*, στο φυτο-ζωοπλαγκτό καθώς και στην εκτίμηση της συμπεριφοράς του στο υδάτινο περιβάλλον, 1984", μετά την επίδραση του Sonar διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση του αριθμού των Διατόμων. Η εξήγηση για την αύξηση του αριθμού των Διατόμων δίνεται στην εργασία που προαναφέρθηκε. Διαπιστώθηκε τέλος και στην παρούσα εργασία ότι το Sonar δεν επηρεάζει ποιοτικά και ποσοτικά τη σύνθεση του ζωοπλαγκτού.

4. Δράση του Sonar στην εκκολαπτικότητα των αβγών των κυπρίνων

Για τον έλεγχο της δράσης του Sonar στην εκκολαπτικότητα των αβγών των κυπρίνων έγινε καταμέτρηση των αβγών τόσο στη δεξαμενή (Α) όσο και στη δεξαμενή (Β), η οποία ψεκάστηκε με το διάλυμα του Sonar. Η καταμέτρηση των αβγών έγινε με τον τρόπο που προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (σελ. 10).

Από την καταμέτρηση αυτή διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των αβγών ανά τετραγωνική καλάμη κυμάνθηκε στη δεξαμενή (Α) από 105 μέχρι 280 και στη δεξαμενή (Β) από 120 μέχρι 310. Ο μ.ό. των αβγών στη δεξαμενή (Α) ήταν 145/τ.π. και στη δεξαμενή (Β) 151/τ.π. Η ίδια κατανομή αβγών ήταν και μέσα στα κλουβιά των δεξαμενών (Εικ. 8).

Η διαφορά μεταξύ των παραπάνω αβγών (Εικ. 7) και εκείνων που δεν εκκολάφθηκαν (Εικ. 13) έδωσε το μέτρο της εκκολαπτικότητας των αβγών σε συνθήκες χωρίς την επίδραση του Sonar (Δεξαμενή Α) και με την επίδραση του Sonar (Δεξαμενή Β).

Από τους υπολογισμούς που έγιναν διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό εκκολαπτικότητας των αβγών κυπρίνου στη δεξαμενή (Α) ήταν κατά μ.ό. 11,6% και στη δεξαμενή (Β) 11,2%. Τονίζεται ότι η εκκολαπτικότητα των αβγών κυπρίνου κυμαίνεται από 5% μέχρι 20%, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η εκκολαπτικότητα που διαπιστώθηκε και στις δύο δεξαμενές κυμάνθηκε μέσα στα κανονικά όρια που προαναφέρθηκαν. Δε διαπιστώθηκε, τέλος, διαφορά στην εκκολαπτικότητα των αβγών μεταξύ των δύο δεξαμενών.

5. Επίδραση του Sonar στην υγεία των ιχθυδίων κυπρίνου

Για την επίδραση του Sonar στην υγεία των ιχθυδίων κυπρίνου ερευνήθηκε η θνησιμότητα των ιχθυδίων στη δεξαμενή (Α) και στη δεξαμενή (Β). Οι παρατηρήσεις εντοπίστηκαν ιδιαίτερα στον πληθυσμό των ιχθυδίων των κλουβιών που υπήρχαν στις δεξαμενές πειραματισμού. Ο αριθμός των ιχθυδίων κατά μ.ό. στο κλουβί της δεξαμενής (Α) ήταν 2,4 ιχθύδια/L και της δεξαμενής (Β) 2,6 ιχθύδια/L. Διερευνήθηκαν ακόμη τα εξωτερικά χαρακτηριστικά των ιχθυδίων, η ανατομοπαθολογία τους και η συμπεριφορά τους στο περιβάλλον, για να διαπιστωθεί η οξεία ή η χρόνια τοξίκωση των ιχθυδίων από την επίδραση του Sonar.

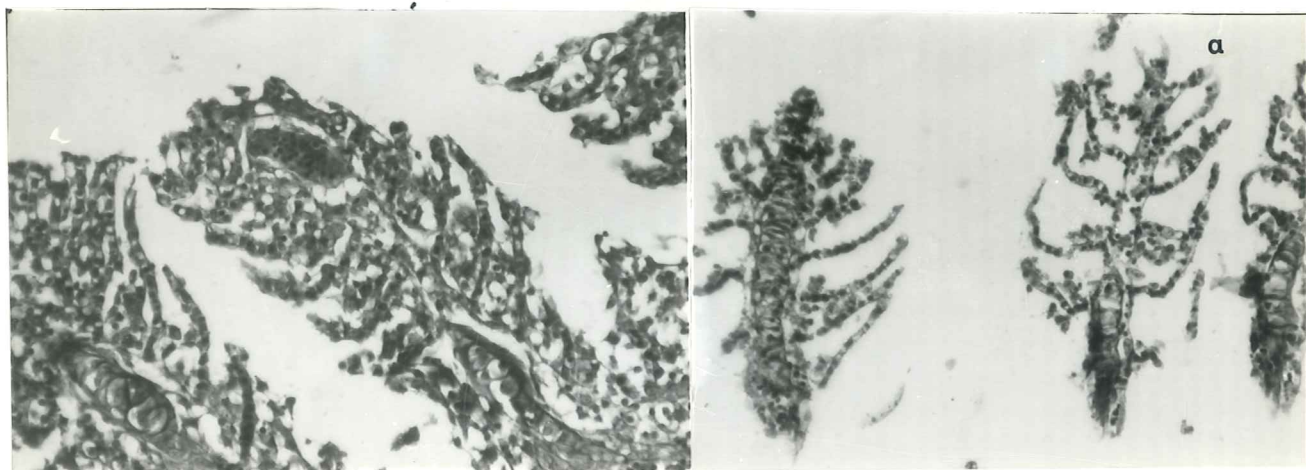
Τόσο στα ιχθύδια της δεξαμενής (Α) όσο και σ' εκείνα της δεξαμενής (Β) δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα οξείας δηλητηριάσεως ή υποξεία μορφή που εμφανίζεται με τα ακόλουθα συμπτώματα: Αλλαγή θέσης, κίνηση μη φυσιολογική ή ακινησία, πηδήματα έξω από την επιφάνεια του νερού, δύσπνοια, σπασμοί κλπ. Δεν παρατηρήθηκαν επίσης εκχυμώσεις ή αλλαγές στο χρώμα του δέρματος και των πτερυγίων.

Στα ιχθύδια και των δύο δεξαμενών παρατηρήθηκε έντονος παρασιτισμός. Αυτά είχαν προσβληθεί από το πρωτόζωο *Ichthyophthirius M* (Εικ. 16).

Κατά τις ιστοπαθολογικές εξετάσεις διαπιστώθηκε στα βράγχια των ιχθυδίων της δεξαμενής (Β) λεμφοκυτταρική διήθηση (Εικ. 17).



Εικ. 16. Το παράσιτο *Ichthyophthirius M.* που απομονώθηκε από τα βράγχια των ιχθυοδίων πειραμα-



Εικ. 17. Λεμφοκυτταρική διήθηση στα βράγχια των ιχθυοδίων πειραματισμού. α) Φυσιολογικά βράγχια.

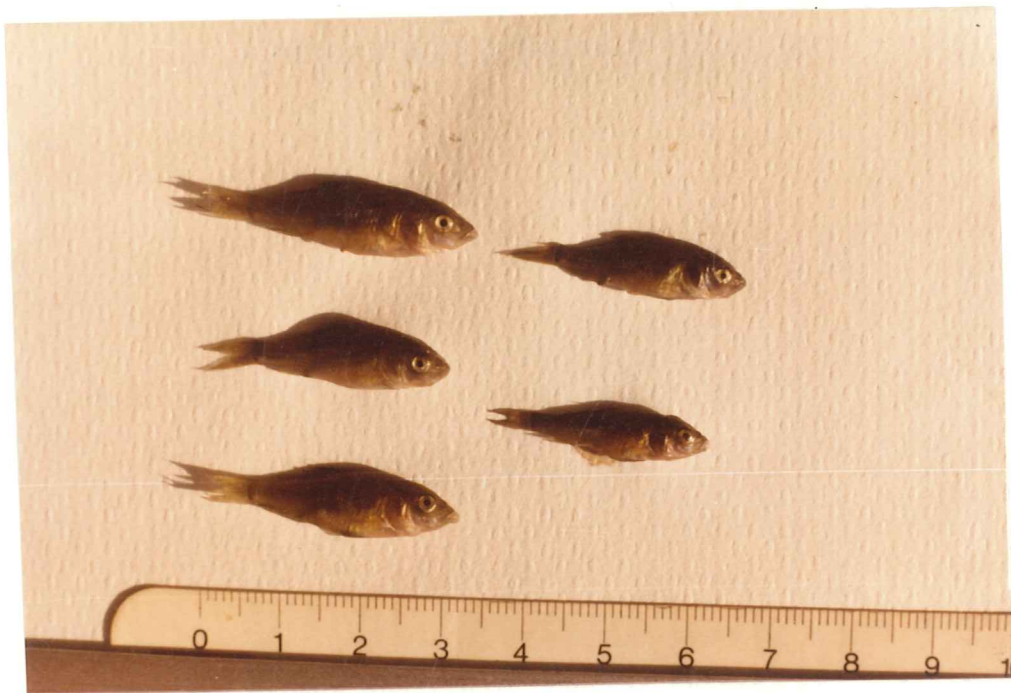
Μολονότι η κατάσταση αυτή δεν παρατηρήθηκε στα ιχθυύδια της δεξαμενής (Α) εντούτοις δεν μπορεί να αποδοθεί αποκλειστικά το φαινόμενο του-
το στη δράση του Sonar, αφού και η ιχθυοφθειρίαση μπορεί να προκαλέσει παρόμοια κατάσταση. Τέλος τονίζεται ότι η θνησιμότητα των ιχθυοδίων τόσο στη δεξαμενή (Α) όσο και στη δεξαμενή (Β) κυμάνθηκε μέσα στα κανονικά όρια.

6. Συντελεστής Ευρωστίας των ιχθυοδίων κυπρίνου

Ο Συντελεστής Ευρωστίας προσδιορίστηκε τόσο στα ιχθυύδια της δεξαμενής (Α) όσο και σ' εκείνα της δεξαμενής (Β), η οποία κατεργάστηκε με Sonar. Ο υπολογισμός του Συντελεστή Ευρωστίας έγινε με τον τρόπο που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (σελ. 11).

Από μετρήσεις που έγιναν σε 50 ιχθυύδια της δεξαμενής (Α) (Εικ. 18), την 20ή ημέρα μετά την εκκόλαψη, βρέθηκαν να έχουν μέσο μήκος 2,98 cm και

μέσο βάρος 0,3094 g. Ο Συντελεστής Ευρωστίας (Κ) υπολογίστηκε για τα ιχθύδια αυτά σε 1,13.



Εικ. 18. Ιχθύδια της δεξαμενής (Α) ηλικίας 20 ημερών.

Σε ισάριθμα ιχθύδια της δεξαμενής (Β) ηλικίας επίσης 20 ημερών (Εικ. 19) που έγιναν ανάλογες μετρήσεις με τις παραπάνω, βρέθηκαν να έχουν μέσο μήκος 2,60 cm και μέσο βάρος 0,2530 g. Ο Συντελεστής Ευρωστίας για τα ιχθύδια αυτά υπολογίστηκε σε 1,37.



Εικ. 19. Ιχθύδια της δεξαμενής (Β) ηλικίας 20 ημερών.

Ο Συντελεστής Ευρωστίας για τα ιχθυύδια και των δύο δεξαμενών κυμάνθηκε μέσα στα κανονικά όρια για το Συντελεστή Ευρωστίας των ιχθυούδιων κυπρίνου. Τονίζεται επιπλέον ότι ο Συντελεστής Ευρωστίας για τα ιχθυύδια της δεξαμενής (B) βρέθηκε σημαντικά αυξημένος σε σχέση με τα ιχθυύδια της δεξαμενής (A). Το γεγονός αυτό θεωρείται σημαντικό για την ανθεκτικότητα και την ανάπτυξη των ιχθυούδιων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από την πειραματική αυτή εργασία που αφορά στη δράση του Sonar (Fluoridone) στα αβγά και στα ιχθυύδια του κυπρίνου προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

α) Η χρήση του Sonar στα υδάτινα ιχθυοπαραγωγικά οικοσυστήματα δεν προξενεί προβλήματα εκκολαπτικότητας στα αβγά των κυπρίνων.

β) Το Sonar δεν προξενεί στα ιχθυύδια του κυπρίνου συμπτώματα οξείας δηλητηριάσεως.

γ) Δε διαπιστώθηκαν συμπτώματα χρόνιας δηλητηριάσεως ή εμβρυοτοξικότητας στα ιχθυύδια του κυπρίνου ύστερα από τη χρήση του Sonar.

δ) Η λεμφοκυττάρωση που παρουσιάστηκε στα ιχθυύδια του κυπρίνου που είχαν υποστεί την επίδραση του Sonar μπορεί να προήλθε και από την ιχθυοφθειρίαση, γεγονός που θα πρέπει να διερευνηθεί παραπέρα.

ε) Διαπιστώθηκε θετική δράση του Sonar στα φυτά *Typha latifolia* και *Circium arvense*.

Παραπέρα έρευνα για να διερευνηθούν τα αμφίβολα σημεία που προέκυψαν από την εργασία αυτή και τις προηγούμενες κρίνεται σκόπιμη. Παρόμοια εργασία για τη δράση του Sonar σε άλλα φάρια (χέλια, κέφαλοι κλπ.) που συμμετέχουν σημαντικά στον ιχθυοπληθυσμό των υδάτινων οικοσυστημάτων των εσωτερικών υδάτων θεωρείται επίσης σημαντική. Περισσότερο όμως σημαντική θεωρείται η παραπέρα διερεύνηση της δράσης του Sonar στην καταπολέμηση των φαινομένων του Ευτροφισμού και της Άνθισης του ύδατος (water bloom).

Θεσσαλονίκη, Αύγουστος 1985

Για την Ερευνητική Ομάδα

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ

Καθηγητής