

Τ.Ε.Ι ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΗ ΕΛΕΝΑΣ

ΜΕ ΘΕΜΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ  
ΣΤΟ ΓΟΝΟ ΕΝΟΣ ΚΕΦΑΛΟΕΙΔΟΥΣ ΨΑΡΙΟΥ  
*Chelon labrosus (Pisces: Mugilidae)*

20

Εισηγητής  
Γ. Ν. Χώτος  
Επίκουρος καθηγητής



ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ -ΙΟΥΝΙΟΣ 1999



**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ο Νίκος Καζαντζάκης υποστηρίζει πως ιδανικός δάσκαλος είναι εκείνος που γίνεται γέφυρα για να περάσει αντίπερα ο μαθητής του και όταν πια έχει διευκολύνει το πέρασμα, αφήνεται χαρούμενα να γκρεμιστεί, ενθαρρύνοντας το μαθητή του να φτιάξει δικές του γέφυρες.

Τέτοιες γέφυρες έφτιαξαν για μένα, ο επίκουρος καθηγητής Γεώργιος Χώτος και ο εργαστηριακός συνεργάτης Νικόλαος Βλάχος, τους οποίους και θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση και υπομονή τους, όσον αφορά την αρτιότερη παρουσίαση του θέματος.

**Σας ευχαριστώ**

Έλενα

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

|  |    |
|--|----|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....  | 1  |
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....   | 3  |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 5  |
| ΜΕΡΟΣ Α .....  | 7  |
| ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ<br>ΚΕΦΑΛΟΕΙΔΩΝ .....   | 7  |
| 1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ <i>Chelon</i><br><i>labrosus</i> . (Σύμφωνα με τον ΜΟΥΛΕ, 1988) .....                                 | 9  |
| 1.2. ΚΛΕΙΔΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΟΕΙΔΩΝ<br>ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ (T.L>15CM) .....   | 10 |
| ΜΕΡΟΣ Β .....  | 13 |
| ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ .....  | 13 |
| 2.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ CO <sub>2</sub> , ΤΟΥ<br>O <sub>2</sub> , ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ NH <sub>3</sub> .... | 17 |
| 2.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ<br>ΤΗΣ NH <sub>3</sub> .....   | 20 |
| ΜΕΡΟΣ Γ: .....   | 25 |
| ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....  | 25 |
| Γ1: ΥΛΙΚΑ ....   | 27 |
| 3.1. ΥΛΙΚΑ ΖΩΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ .....   | 27 |
| 3.2.. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....  | 27 |
| 3.3. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ .....   | 28 |
| 3.4.. ΆΛΛΑ ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ -ΥΛΙΚΑ<br>ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ .....   | 29 |
| Γ2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΤΕΧΝΙΚΕΣ .....   | 30 |
| 3.5. ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΨΑΡΙΩΝ .....   | 30 |
| 3.6. Πειραματική διαδικασία .....  | 31 |
| ΜΕΡΟΣ Δ .....  | 36 |
| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....   | 36 |
| 4.1. Υπολογισμός του SE(LC <sub>50</sub> ) .....   | 36 |
| 4.2. Υπολογισμός του LC <sub>50</sub> (95%CI) .....  | 37 |
| ΜΕΡΟΣ Γ: .....   | 43 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....  | 43 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....   | 46 |

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παραμονή μου στο Μεσολόγγι, ως σπουδάστρια του τμήματος Ιχθυοκομίας Αλιείας, μου έδωσε τη δυνατότητα να γνωρίσω την ιδιαίτερη σημασία των οικοσυστημάτων της ευρύτερης περιοχής της Λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου - Αιτωλικού.

Η άμεση επαφή που είχα τόσο με το περιβάλλον, μου προκάλεσε το ενδιαφέρον να ασχοληθώ εκτενέστερα με το αντικείμενο και ειδικότερα με τα κεφαλοειδή που ως γνωστόν είναι από τους κυριότερους κάτοικους της λιμνοθάλασσας.

Έτσι λοιπόν κατά τη διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης στο εργαστήριο των ενυδρείων μου δόθηκε η δυνατότητα, να εντρυφήσω σε θέματα μελέτης διαφόρων βιολογικών παραμέτρων που έχουν άμεση σχέση με την ανάπτυξη και προσαρμοστικότητα των ψαριών σε δεξαμενές και ενυδρεία.

Το θέμα της παρούσης εργασίας αφορά την τοξικότητα της αμμωνίας σε γόνο του είδους *Chelon labrosus*, ενός χαρακτηριστικού αντιπροσώπου της οικογένειας των κεφαλοειδών.

Η μελέτη παραμέτρων, όπως της αμμωνίας, που έχουν άμεση σχέση με το περιβάλλον επιβίωσης και ανάπτυξης του ψαριού, προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την αριστοποίηση των συνθηκών εκτροφής, μιας και τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να εντατικοποιείται η εκτροφή των κεφαλοειδών που έχουν μεγάλη εμπορική αξία.

Τίποτα σχεδόν δεν είναι γνωστό για την τοξικότητα της αμμωνίας στο συγκεκριμένο είδος ψαριού και σε αυτό προσπάθησε να ρίξει φως η παρούσα πειραματική εργασία.

Η όλη εκπόνηση της εργασίας έγινε σε τρία επίπεδα. Το πρώτο συνίσταται στη εύρεση του γόνου (είτε αλιεία ,είτε αγορά), εγκλιματισμό - προσαρμογή στις εγκαταστάσεις των ενυδρείων, αύξηση και διατήρησή τους με πολύ λεπτούς χειρισμούς.

Το δεύτερο επίπεδο εκπόνησης, αφορά τη πειραματική διαδικασία. Στο σημείο αυτό ας μου επιτραπεί να επισημάνω, ότι, είναι πολύ δύσκολο να διατηρήσεις ένα μεγάλο αριθμό ψαριών στη ζωή προκειμένου να υλοποιηθεί το πείραμα, ανά πάσα στιγμή μπορεί όλα να αντιστραφούν.

Το τρίτο επίπεδο εκπόνησης, αφορά την καταγραφή των δεδομένων και την στατιστική επεξεργασία τους με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Οι δυσκολίες που προέκυψαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσης εργασίας, δεν έδρασαν ως ανασταλτικός παράγοντας για τη συνέχιση της εργασίας, αντιθέτως λειτούργησαν ως επιπλέον κίνητρο.

Κοντολογίς, ελπίζω η μελέτη αυτή να αποτελέσει βάση για περαιτέρω έρευνες.

**Με εκτίμηση  
Έλενα**

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κεφαλοειδή αποτελούν τυπικούς εκπροσώπους (ίσως τους αντιπροσωπευτικότερους) από αυτούς που βρίσκονται χαμηλά στην τροφική αλυσίδα. Η με την ευρεία έννοια ιχθυοκαλλιεργητική τους εκμετάλλευση, αποτελεί ένα από τα εντυπωσιακότερα και συμφέροντα από οικολογική άποψη παραδείγματα παραγωγής ιχθυοπρωτεϊνών.

Βρίσκονται παντού και μπορούν να εκτραφούν με φθηνή οργανική ύλη όπως και συμβαίνει σε πολλά μέρη της γης. Στην Ελλάδα όμως παρά τις κάποιες σποραδικές μονάδες που με επιτυχία λειτούργησαν και λειτουργούν ο σχετικός κλάδος είναι εν υπνώσει.

Η αιτία για αυτό δεν είναι άλλη παρά μόνο η αμέλεια. Ιδιαίτερα τώρα που η ελεγχόμενη παραγωγή του γόνου του Κεφάλου (*Mugil cephalus*) είναι πλέον πραγματικότητα, δεν υπάρχει δικαιολογία καθυστέρησης.

Η κεφαλοκαλλιέργεια χρειάζεται και πρέπει να αναπτυχθεί. Η χώρα μας με τις ήπιες κλιματολογικές συνθήκες προσφέρει ιδανικό περιβάλλον από ενεργειακή και τοπογραφική άποψη για την ίδρυση μονάδων κεφαλοκαλλιέργειας.

Τα κεφαλοειδή σήμερα αποτελούν το κυριότερο αλίευμα των λιμνοθαλασσών και η κατανάλωσή τους είναι σημαντική. Η παραγωγή σε αυτά πρέπει να προσεχθεί και να βελτιωθεί μέσω κατάλληλων μεθόδων αλλά για να γίνει αυτό απαιτείται πρωτίστως η προστασία των λιμνοθαλασσών και επιστημονική γνώση για το περιβάλλον αυτό.

**ΜΕΡΟΣ Α**  
**ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ**  
**ΚΕΦΑΛΟΕΙΔΗ**



## ΜΕΡΟΣ Α

### ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΟΕΙΔΩΝ

Η οικογένεια των κεφαλοειδών περιλαμβάνει περίπου 14 γένη ομαδοποιούνται περίπου 70 είδη που χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη μορφολογική ομοιογένεια.

Στη Μεσόγειο απαντώνται επτά είδη, από τα οποία έξι είναι τα πιο διαδεδομένα. Από αυτά μόνο το *Mugil labeo* (γρέτζος) είναι μικρής οικονομικής σημασίας. Τα υπόλοιπα: *Mugil cephalus* (κέφαλος), *Liza ramada* (μαυράκι), *Liza aurata* (μυξινάρι), *Liza saliens* (γάστρος) & *Chelon labrosus* ή *Mugil chelo* (βελάνισσα) παρουσιάζουν υδατοκαλλιεργητικό ενδιαφέρον.

Το έβδομο είδος που απαντάται στη μεσόγειο και συγκεκριμένα στις ακτές του Ισραήλ, είναι το *Liza carinata*. Στη λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου-Αιτωλικού απαντήθηκαν τα πέντε από τα έξι διαδεδομένα είδη, με εξαίρεση το γρέτζο (*Mugil labeo*).

Τα ψάρια που ανήκουν στην οικογένεια των κεφαλοειδών (*Mugilidae*) έχουν επιμηκυσμένο, κυλινδρικό σώμα χωρίς εμφανή πλευρική γραμμή. Το κεφάλι τους είναι πεπλατυσμένο στο άνω μέρος και φέρει μικρό, τελικό στόμα με μικρά δυσδιάκριτα ή και καθόλου δόντια στις σιαγώνες.

Σε μερικά είδη, τα μάτια μερικώς καλυμμένα από λιπώδη ιστό. Οι Βραγχιακές άκανθες είναι πολλές, λεπτές και ο αριθμός τους αυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος του ψαριού (*A. Ben - Tunia*).

Στη ραχιαία περιοχή του σώματος φέρουν δυο ραχιαία πτερύγια ευκρινώς διαχωρισμένα, το πρώτο με τέσσερις άκανθες και το δεύτερο με μία άκανθα και οκτώ

*C. labrosus (Pisces: Mugilidae)*

μαλακές ακτίνες. Στα πλευρά φέρουν θωρακικά πτερύγια, τοποθετημένα σχετικά ψηλά στο σώμα, καθώς και κοιλιακά, τα οποία είναι τοποθετημένα χαμηλά στο μεσοδιάστημα ανάμεσα στη βάση των θωρακικών και την αρχή του πρώτου ραχιαίου πτερυγίου.

Επίσης φέρουν δίλοβο, ομόκεντρο ουραίο πτερύγιο. Όσον αφορά τα λέπια τους, αυτά είναι μεγάλα, κτενοειδή ή κυκλοειδή και απαντώνται και στο σώμα και στο κεφάλι. Μερικά από τα λέπια της ραχιαίας περιοχής φέρουν μια ή περισσότερες αυλακώσεις, ο αριθμός των οποίων ποικίλει ανάλογα με το είδος και γι' αυτό αποτελεί και ταξινομικό κριτήριο.

Γενικά τα κεφαλοειδή είναι μεσαίου μεγέθους ευρύαλα ψάρια. Απαντώνται σε ομάδες (κοπαδιαστό είδος) στα παράκτια νερά. Αν και εσοδεύουν σε λιμνοθάλασσες, εκβολές και ποτάμια για εύρεση της τροφής, αναπαράγονται αποκλειστικά στη θάλασσα, στο ανοικτό πέλαγος.

Τρέφονται με μικρά φυτά, ασπόνδυλα και *detritus* (φυτική ύλη σε αποσύνθεση) με ηθμοφαγία. Χαρακτηριστικό στοιχείο του τρόπου διατροφής των κεφαλοειδών είναι τα γεμάτα με άμμο στομάχια τους.

Πρόκειται για σάκους με ισχυρά μυώδη τοιχώματα, τα οποία με τη βοήθεια της άμμου συμπιέζουν και συνθλίβουν τα σκληρά κελύφη των φυτικών κυττάρων που αποτελούν βασικό στοιχείο της διατροφής τους.

---

*C. labrosus* (Pisces: Mugilidae)

**1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ *Chelon labrosus*. (Σύμφωνα με τον MOYLE, 1988)**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Βασίλειο:</b>      | <b><i>Animalia</i> (Ζώα)</b>                   |
| <b>Φύλο:</b>          | <b><i>Chordata</i> (Χορδωτά)</b>               |
| <b>Υπόφυλο:</b>       | <b><i>Vertebrata</i> (Σπονδυλωτά)</b>          |
| <b>Υπέρκλαση:</b>     | <b><i>Gnathostomata</i> (Γναθοστόματα)</b>     |
| <b>Βαθμίδα:</b>       | <b><i>Pisces</i> (Ιχθύες)</b>                  |
| <b>Κλάση:</b>         | <b><i>Osteichthyes</i> (Οστειχθύες)</b>        |
| <b>Υπόκλαση:</b>      | <b><i>Actinopterygii</i> (Ακτινοπτερύγιοι)</b> |
| <b>Ανθυπόκλαση:</b>   | <b><i>Neopterygii</i> (Νεοπτερύγιοι)</b>       |
| <b>Διαίρεση:</b>      | <b><i>Halecostomi</i></b>                      |
| <b>Υποδιαίρεση:</b>   | <b><i>Teleostei</i> (τελεόστειοι)</b>          |
| <b>Τάξη:</b>          | <b><i>Perciformes</i> (Περκόμορφα)</b>         |
| <b>Υπόταξη:</b>       | <b><i>Mugiloidei</i></b>                       |
| <b>Οικογένεια:</b>    | <b><i>Mugilidae</i> (κεφαλοειδή)</b>           |
| <b>Υποοικογένεια:</b> | <b><i>Mugilinae</i></b>                        |
| <b>Γένος:</b>         | <b><i>Mugil</i></b>                            |
| <b>Είδος:</b>         | <b><i>Mugil Chelo</i></b>                      |

## 1.2.ΚΛΕΙΔΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΟΕΙΔΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ (T.L>15CM)

1<sup>α</sup> Λιπώδεις βλέφαρο καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του ματιού.....2

1<sup>β</sup> Λιπώδεις βλέφαρο ελάχιστο ή και καθόλου.....3

2<sup>α</sup> Εδρικό πτερύγιο με τρεις σκληρές και οκτώ μαλακές ακτίνες, 2 άνισα πυλωρικά τυφλά. ***M.cephalus***

2<sup>β</sup> Εδρικό πτερύγιο με τρεις σκληρές και εννέα μαλακές ακτίνες, 5-6 πυλωρικά τυφλά. ***L.carinata***

3<sup>α</sup> Άνω χείλος παχύ με αποφύσεις ή προεκτάσεις... 4

3<sup>β</sup> Άνω χείλος λεπτό χωρίς αποφύσεις ή προεκτάσεις.....5

4<sup>α</sup> Εδρικό πτερύγιο με τρις σκληρές και έντεκα μαλακές ακτίνες, 6 συνήθως πυλωρικά τυφλά, άνω χείλος παχύ με προεκτάσεις κατά μήκος της ραχιαίας επιφάνειάς του  
***O. Labeo***

4<sup>β</sup> Εδρικό πτερύγιο με 3 σκληρές και 9 μαλακές ακτίνες, 6 συνήθως πυλωρικά τυφλά, άνω χείλος παχύ με 2-3 σειρές σκωληκοειδών αποφύσεων κατά μήκος της μετωπικής επιφάνειάς του.  
***C.labrosus***

5<sup>α</sup> Τα λέπια της προραχιαίας περιοχής έχουν αρκετούς(2-3) αύλακες (βλεννώδη κανάλια), πυλωρικά τυφλά σε δυο ομάδες: μικρά και μεγάλα, ο χώρος του κεφαλιού μεταξύ των ροθώνων είναι πυκνά καλυμμένος από λεπτά λέπια.  
***L. saliens***

5<sup>β</sup> Τα λέπια της προραχιαίας περιοχής έχουν μόνο ένα αυλάκι.....6

6<sup>α</sup> Τα θωρακικά πτερύγια εάν στραφούν προς τους οφθαλμούς φθάνουν και ξεπερνούν την πίσω κόγχη, ορατά δόντια στο άνω χείλος, 8-9 πυλωρικά τυφλά αυξανόμενου μεγέθους, ο χώρος του κεφαλιού μεταξύ των ροθώνων είναι γυμνός.  
***L.aurata***

---

*C.labrosus (Pisces:Mugilidae)*

6<sup>β</sup>Τα θωρακικά πτερύγια εάν στραφούν προς τους οφθαλμούς δεν φθάνουν ή μόλις φθάνουν την πίσω κόγχη, ελάχιστα ή καθόλου ορατά δόντια στο άνω χείλος, 7-8 ισομεγέθη πυλωρικά.

***L.ramada***

**ΜΕΡΟΣ Β**  
**ΠΕΡΙ ΑΜΜΩΝΙΑΣ**

**ΜΕΡΟΣ Β****ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ**

Η τοξικότητα της αμμωνίας στους υδρόβιους οργανισμούς και κυρίως στα ψάρια έχει ερευνηθεί εκτεταμένα (Alabaster & Lloyd 1980 Eifac 1970).

Η περιεκτικότητα του νερού σε αμμωνία θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για την αξιολόγηση των υδατοσυλλογών, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για εκτροφή υδρόβιων οργανισμών. Και αυτό όχι μόνο γιατί η αμμωνία θεωρείται και είναι τοξική για τους οργανισμούς και ιδιαίτερα για τα ψάρια, αλλά και γιατί η παρουσία της ενώσεως αυτής στις διάφορες υδατοσυλλογές είναι σήμερα πολύ συχνή και εύκολη.

Η αμμωνία στις φυσικές κυρίως λιμναίες υδατοσυλλογές υπάρχει ως φυσικό βιολογικό προϊόν, που προκύπτει κατά την αποσύνθεση πρωτεϊνικών ουσιών.

Συνήθως, η ουσία αυτή μετατρέπεται σε νιτρώδη ιόντα, που στη συνέχεια οξειδώνονται σε νιτρικά, τα οποία είναι λιγότερα βλαβερά για τους υδρόβιους οργανισμούς, όταν φυσικά η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο επαρκεί για την διαδικασία αυτή.

Οι σημαντικότερες πηγές παροχής αμμωνίας στις υδατοσυλλογές είναι οι προερχόμενες από τις εκβολές των υπονόμων και γενικά των κατοικιμένων περιοχών. Η τοξικότητα της αμμωνίας επηρεάζεται εντονότατα από τους παράγοντες εκείνους του νερού που επιδρούν στην ισοροπία της αντιδράσεως αυτής.

Σε ότι αφορά την τοξική δράση της αμμωνίας στα ψάρια και ιδιαίτερα τους μηχανισμούς με τους οποίους προκαλείται η βλάβη σ' αυτά, ένας μεγάλος αριθμός ερευνών σχετικά με το αντικείμενο, έχει κατορθώσει να

*C. labrosus (Pisces: Mugilidae)*

προσδιορίσει με ακρίβεια την τοξικότητά της. Είναι γνωστό ότι στην τοξικότητα της αμμωνίας συντελεί πολύ, το γεγονός της εύκολης διαπερατότητάς της από κυτταρικές μεμβράνες.

Τα αποτελέσματα της δράσεως αυτής μπορεί να συνοψιστούν στην μείωση του ρυθμού της ανταλλαγής των αερίων στην βλάβη του επιθήλιου των βραγχίων, στην μείωση της ικανότητας του αίματος στη μεταφορά οξυγόνου, στην μείωση του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων και στην πρόκληση αιμολύσεως.

Επίσης είναι αποδεκτό ότι η αμμωνία προκαλεί αύξηση του αριθμού των αναπνευστικών κινήσεων, των λειτουργιών της καρδιάς και της πίεσεως του αίματος.

Πρέπει επομένως να τονιστεί ότι η παρουσία της αμμωνίας στο νερό των εκτρεφόμενων ψαριών έχει τεράστια σημασία, τόση όση για να γίνει ο ρυθμιστής μιας πετυχημένης ή όχι εφαρμογής των εντατικών και υπερεντατικών συστημάτων εκτροφής.

Έτσι η ποσότητα της αμμωνίας που παράγεται από τα ίδια τα ψάρια, από τα περιττώματά τους και από την αποσύνθεση των υπολειμμάτων της τροφής, αποτελεί τον σημαντικότερο περιοριστικό παράγοντα της αναμενόμενης παραγωγής ή της ανακυκλοφορίας του νερού της εκτροφής.

Όταν η τιμή της συγκεντρώσεως της αμμωνίας βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα εξαιτίας των συμπτωμάτων που προκαλεί, μειώνει αισθητά τον ρυθμό αναπτύξης τους καθώς και την ανθεκτικότητά τους σε μολυσματικές ασθένειες.

Η τοξική δράση της αμμωνίας στα ψάρια συνδεόταν έντονα με την τιμή του PH στο νερό. Αποδείχθηκε ότι μόνο η μή- ιονισμένη αμμωνία είναι τοξική ουσία. Ένας πρακτικός τρόπος υπολογισμού του % ποσοστού της



αμμωνίας σε σχέση με την ποσότητα της ολικής αμμωνίας, σε γλυκό νερό, είναι αυτή που δίνεται από τη παρακάτω εξίσωση:

$$\% \text{NH}_3 = \frac{100}{1 + \text{αντιλογ}(\text{Pka} - \text{PH})}$$

όπου  $\text{Pka} = 0$  αρνητικός λογάριθμος της σταθεράς ιονισμού της αμμωνίας σε γλυκό νερό που προκύπτει από την εξίσωση:

$$\text{Pka} = 0,09018 + \frac{2729,92}{T}$$

όπου: T θερμοκρασία σε βαθμούς kelvin.

Με τη χρήση της εξισώσεως αυτής γίνεται εύκολα αντιληπτή, η επίδραση της τιμής του PH του γλυκού νερού στην τοξική δράση της αμμωνίας σε αντιδιαστολή με εκείνη της τιμής του PH στην τοξική δράση των  $\text{NH}_3$  και  $\text{NH}_4^+$ .

Έτσι για παράδειγμα μια αύξηση της τιμής του PH κατά 0,3 μονάδες από (7,0 σε 7,3) θα συντελούσε στο διπλασιασμό της συγκέντρωσης της αμμωνίας σ'ένα διάλυμα αμμωνίας, μολόντοι η αύξηση αυτή είναι λιγότερο έντονη όταν η τιμή του PH έχει σαν συνέπεια την αύξηση του ποσοστού της  $\text{NH}_3$  και τη μείωση του  $\text{NH}_4^+$ . Η τιμή του Pka εξαρτάται από τη θερμοκρασία του διαλύματος.

Είναι εύκολο επομένως να γίνει αντιληπτό ότι μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10 μονάδες διπλασιάζει σχεδόν την ποσότητα της αμμωνίας στο διάλυμα. Επίσης γίνεται εύκολα κατανοητό ότι το ποσοστό της αμμωνίας μειώνεται αισθητά με την αύξηση της ποσότητας των διαφόρων ιόντων του διαλύματος. Έτσι η μείωση αυτή σε αποσταγμένο νερό είναι 10% εκείνης που παρατηρείται

σε νερό ολικής σκληρότητας περίπου 250mg/lit  $\text{CaCO}_3$  και περίπου 25% εκείνης σε θαλασσινό νερό.

Η τοξικότητα της ιονισμένης μορφής της αμμωνίας αποδείχτηκε ότι ισοδυναμεί με το 1/5 της μη ιονισμένης για ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς.

## **2.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ CO<sub>2</sub> ,ΤΟΥ O<sub>2</sub>, ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ NH<sub>3</sub>**

Σχετικές ερευνητικές εργασίες απέδειξαν ότι η τοξική δράση στο νερό ενός διαλύματος NH<sub>4</sub>Cl θα μπορούσε να μειωθεί με την αύξηση της ποσότητας του ελευθέρου διοξειδίου του άνθρακα που προκαλεί μείωση της τιμής του PH, μέχρι εκείνο το σημείο που η συγκέντρωση του ελευθέρου CO<sub>2</sub> θα ήταν η κύρια αιτία θανάτου των ψαριών. Αργότερα αποδείχτηκε ότι η τοξικότητα της αμμωνίας δεν καθορίζεται μόνο από τη τιμή του PH στο νερό.

Η ένταση της τοξικότητας εξαρτάται, από το αν η ποσότητα του ελεύθερου CO<sub>2</sub> στο νερό είναι πολύ χαμηλή, η ποσότητα που εκκρίνεται από τα βράγχια των ψαριών, θα μειώσει αισθητά την τιμή του PH στην επιφάνεια των βραγχίων. Η έκταση της μεταβολής του PH θα μειώνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub>.

Έτσι σε σχετικά πειράματα διαπιστώθηκε ότι όταν η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα είναι πολύ μικρή και η τιμή του PH πολύ υψηλή, η συγκέντρωση της αμμωνίας καθίσταται πέντε φορές περισσότερο τοξική από εκείνη των νερών που χαρακτηρίζονται από κοινής εντάσεως ρύπανσης και στα οποία η τιμή του ελευθέρου CO<sub>2</sub> είναι μεγάλη και του PH μικρή.

Τα δεδομένα αυτά αφορούν την κοινή πέστροφα και οπωσδήποτε η έκταση της επιδράσεως αυτής ποικίλει στα διάφορα είδη ψαριών. Είναι πολύ πιθανόν να είναι μικρότερη στα ψάρια με χαμηλότερο αναπνευστικό ρυθμό, στα οποία η ποσότητα του CO<sub>2</sub>, που εκκρίνεται από τα βράγχιά στο νερό, να είναι σχετικά μικρή.

Η μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου στο νερό των ψαριών αυξάνει την τοξικότητα της αμμωνίας μέχρι ενός σημείου, το οποίο εξαρτάται από την συγκέντρωση του CO<sub>2</sub>.

Έτσι μείωση του οξυγόνου του νερού κατά 50% της ποσότητας του κορεσμού στην ατμόσφαιρα συντελεί στην αύξηση της ευαισθησίας των ψαριών στην αμμωνία, κατά δυο φορές από εκείνη που θα είχαν, αν το νερό ήταν κορεσμένο σε οξυγόνο.

Έστω ότι τα νερά ενός ποταμού έχει τα εξής χαρακτηριστικά: Συγκέντρωση διτανθρακικών 200ppm, PH 7,6 θερμοκρασία 18<sup>0</sup>C, περιεκτικότητα σε οξυγόνο 60% ως προς την τιμή κορεσμού της ατμόσφαιρας και η τιμή του ελευθέρου CO<sub>2</sub> 1ppm τότε η κρίσιμη τιμή της αμμωνίας θα είναι 36ppm ως N.

Τιμή που πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή 1,15 και στη συνέχεια με τον συντελεστή 0,73(O<sub>2</sub>) δίνοντας σαν τελική κρίσιμη τιμή της συγκέντρωσης της αμμωνίας 30,2ppm ως N.

Πρέπει να τονιστεί ότι η κρίσιμη τιμή της αμμωνίας είναι εκείνη από την οποία μπορεί να προκληθεί ο θάνατος του 50% του συνολικού αριθμού ατόμων.

Σε περίπτωση που επιθυμείτε ο προσδιορισμός της τιμής που προκαλεί το θάνατο μόνο του 1% του πληθυσμού, θα πρέπει η τιμή του 50% να πολλαπλασιαστεί με τον συντελεστή 0,7.

Σημειώνεται ότι η τοξική επίδραση της αμμωνίας μειώνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του ελευθέρου CO<sub>2</sub>, σε νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο.

Στις φυσικές υδατοσυλλογές, η αύξηση της ποσότητας του ελευθέρου CO<sub>2</sub> συνδέεται με τη μείωση της ποσότητας του οξυγόνου, καθώς και με τη μείωση της

τιμής του ΡΗ, με αποτέλεσμα τη μείωση της τοξικότητας της  $\text{NH}_3$  και μάλιστα περισσότερη μείωση από την αύξηση της τοξικότητας της  $\text{NH}_3$  που προέρχεται από χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό.

Με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, αυξάνεται και η τοξικότητα της αμμωνίας που βρίσκεται στο νερό. Παράλληλα η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού μειώνει το χρόνο επιβίωσης των ψαριών σε νερό με σταθερή ποσότητα  $\text{NH}_3$ . Ωστόσο έχει αποδειχτεί ότι σε χαμηλές θερμοκρασίες η τοξικότητα της  $\text{NH}_3$  στα ψάρια γίνεται πολύ έντονη.

Η κρίσιμη συγκέντρωση της συνολικής ποσότητας της αμμωνίας που προσδιορίζεται από πίνακες μπορεί να πολλαπλασιαστεί με έναν συντελεστή για να ληφθεί η συγκέντρωση της αμμωνίας για θερμοκρασίες μικρότερες από  $20^\circ\text{C}$ .

Σημειώνεται ότι η κρίσιμη συγκέντρωση της αμμωνίας, ορίζεται η συγκέντρωση εκείνη, εξαιτίας της οποίας προκαλείται θάνατος του 50% ενός πληθυσμού ψαριών ( $\text{LC}_{50}$ ). Το γεγονός αυτό είναι ευνόητο ότι έχει ιδιαίτερη πρακτική σημασία σε ότι αφορά την αύξηση της συγκέντρωσης της  $\text{NH}_3$  σε ποτάμια και λίμνες που χρησιμοποιούνται για την εκτροφή ψαριών κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών.

### 2.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ $\text{NH}_3$

Έχει αποδειχτεί ότι η τοξική επίδραση της  $\text{NH}_3$  στην πέστροφα μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας του νερού μέχρι 9%. Αυξάνεται όμως μετά το σημείο αυτό μέχρι 35%, διατηρώντας σε εργαστηριακές συνθήκες, την τιμή του ΡΗ του νερού σταθερή.

Συμπερασματικά λοιπόν θα λέγαμε, σχετικά με τη δυσμενή επίδραση της αμμωνίας στα ψάρια, και σε σχέση με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του νερού, τα ακόλουθα:

Είναι απόλυτα εξακριβωμένο ότι ο κύριος παράγοντας που ελέγχει την τοξικότητα της  $\text{NH}_3$  στο νερό είναι η τιμή του ΡΗ, η οποία σε συνδυασμό με την θερμοκρασία του νερού, ρυθμίζει τη συγκέντρωσή της.

Για την διευκόλυνση, κατά την αξιολόγηση και τον προσδιορισμό της τοξικότητας της  $\text{NH}_3$  σε σχέση με τους παράγοντες που την επηρεάζουν, θα πρέπει να μην λησμονείται ότι η τοξικότητα της αμμωνίας αυξάνεται :

- ⊗ Με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού. (όχι κάτω από  $10^{\circ}\text{C}$ ).
- ⊗ Με την μείωση της αλατότητας. (<9‰)
- ⊗ Με την αύξηση της αλατότητας από 9 -31‰.
- ⊗ Με τη μείωση της ποσότητας του οξυγόνου.
- ⊗ Με την μείωση της ποσότητας του ελευθέρου  $\text{CO}_2$ .
- ⊗ Με την μείωση της σκληρότητας του νερού

Για τα περισσότερα είδη ψαριών, η κρίσιμη συγκέντρωση της  $\text{NH}_3$  στο νερό βρίσκεται στο εύρος 0,2 - 2,0mg/lit. Έτσι για παράδειγμα για την κοινή γλώσσα η τιμή της αμμωνίας πέρα από την οποία παρατηρείται μικρή ή καθόλου ανάπτυξη είναι 0,066 mg/lit και η αντίστοιχη για το καλκάνι είναι 0,11 mg/lit, σε νερά θερμοκρασίας  $16^{\circ}\text{C}$  και αλατότητας 34‰.

*C. labrosus (Pisces: Mugilidae)*

Επίσης για το ψάρι *Ictalurus punctatus* (catfish) η καθοριστική τιμή της αμμωνίας για την ανάπτυξη του είναι 967 μg/lit.

Είναι αυτονόητο ότι υπάρχουν ή θα αναφερθούν περιπτώσεις που η κρίσιμη τιμή της  $\text{NH}_3$  στο νερό για κάποιο ψάρι κάποιας ηλικίας και φυσιολογικής καταστάσεως είναι έξω από το εύρος που δίνεται.

Είναι σίγουρο ότι η απόκλιση δεν θα είναι μέγιστη. Άλλωστε το γεγονός ότι η βαθμιαία αύξηση της ποσότητας της  $\text{NH}_3$  στο νερό αυξάνει την κρίσιμη τιμή της για πολλά είδη ψαριών.

Για παράδειγμα αναφέρεται ότι στα ιχθύδια της πέστροφας μέσου βάρους 4,5 gr διατηρούν όλα τα χαρακτηριστικά της φυσιολογικής τους συμπεριφοράς ( όρεξη, κινητικότητα, χρώμα, κ.λ.π), σε νερό θερμοκρασίας 17°C αλατότητα 12‰, PH 7,3 και συγκέντρωση  $\text{NH}_3$  3,6 mg/lit.

Επίσης ιχθύδια κυπρίνου, βάρους 15 gr δεν έδειξαν σημεία κακής διαβίωσης σε υφάλμυρο νερό θερμών πηγών θερμοκρασίας 18,5 °C και PH 7,3. Η συγκέντρωση της αμμωνίας ήταν 4,2 mg/lit.

Πιστεύεται ότι υγιείς πληθυσμοί πέστροφας πρέπει να αναμένονται σε νερά με συγκέντρωση αμμωνίας ίση ή μικρότερη των 0,025 mg/lit, μολονότι είναι παραδεκτό ότι υψηλότερες συγκεντρώσεις δεν προκαλούν ευδιάκριτα δυσμενή συμπτώματα στα ψάρια, με την προϋπόθεση όμως να έχουν εγκλιματισθεί σ' αυτές.

Και αφού η πέστροφα το πιο ευαίσθητο στην τοξικότητα της αμμωνίας ψάρι είναι ευνόητο, ότι η κρίσιμη συγκέντρωσή της αυτής στο νερό θα είναι μεγαλύτερη για τα άλλα ψάρια του γλυκού νερού.

Γενικά τα ψάρια που χαρακτηρίζονται από έντονη παρουσία  $\text{NH}_3$  από εκείνα που δεν έχουν το χαρακτηριστικό αυτό.

Επειδή στη τοξικότητα της αμμωνίας εμπλέκεται και ο χρόνος παραμονής των ψαριών στο νερό με αυξημένη ή όχι ποσότητα  $\text{NH}_3$ , με αποτελέσμα το εύρος των τιμών της  $\text{NH}_3$  να είναι μεγαλύτερο. Είναι πολύ πιθανόν ψάρια που έχουν υποστεί τη δυσμενή επίδραση αυξημένης ποσότητας  $\text{NH}_3$  στο νερό, τοποθετούμενα σε νερά χαμηλής συγκέντρωσης  $\text{NH}_3$ , να επανέλθουν στα φυσιολογικά επίπεδα συμπεριφοράς.

Αυτό όμως δύσκολα πετυχαίνεται όταν η θερμοκρασία του νερού είναι πολύ χαμηλή και τούτο γιατί το ποσοστό της  $\text{NH}_3$  σε σχέση με την ολική ποσότητα των αζωτούχων ουσιών που εκρίνονται από τα ψάρια, μειώνεται με την αύξηση της ποσότητας της  $\text{NH}_3$  στο αίμα, η οποία ποσότητα δεν αποβάλλεται από τα ψάρια παρά μόνο όταν τοποθετηθούν σε νερά χαμηλής περιεκτικότητας σε αμμωνία και θερμοκρασία μεγαλύτερη από  $10^\circ\text{C}$ .

Είναι πολύ πιθανόν, κατά την διάρκεια των θερινών μηνών εξαιτίας της έντονης βιολογικής δραστηριότητας και ιδιαίτερα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών, να αυξηθεί η τιμή του PH του νερού μέχρι το 8,0 ή να ξεπεράσει την τιμή 9,0.

Η κατάσταση αυτή συνοδεύεται με πτώση της ποσότητας του ελεύθερου  $\text{CO}_2$  και κατά συνέπεια η υπάρχουσα ποσότητα της μη ιονισμένης αμμωνίας γίνεται τοξική.

Πρέπει όμως, στις περιπτώσεις αυτές να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι η τιμή του PH στο νερό, που καλύπτει τα βράγχια των ψαριών, σπάνια ξεπερνά το 8.0.



Τοξικότητα αμμωνίας σε γόνο

*C. labrosus* (Pisces: Mugilidae)

Έτσι για να προσδιοριστεί αν, η υπάρχουσα ποσότητα της αμμωνίας είναι τοξική ή όχι πρέπει να γνωρίζουμε την τιμή του ΡΗ και μέσω κατάλληλων πινάκων να εξάγουμε τα αποτελέσματα.

**ΜΕΡΟΣ Γ**  
**ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ**

## ΜΕΡΟΣ Γ:

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Πρέπει να αναφερθεί ότι το εργαστήριο όπου εκπονήθηκε η παρούσα πειραματική-ερευνητική εργασία και τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της αμμωνίας που προσδίδει θάνατο στο 50% του πληθυσμού είναι, το *Εργαστήριο Υδατοκαλλιέργειών Ιχθύων Υφάλμυρων και Θαλάσσιων Υδάτων*, του τμήματος Ιχθυοκομίας-Αλιείας του Τ.Ε.Ι Μεσολογίου.

Υπεύθυνος του εργαστηρίου και εισηγητής του θέματος είναι ο Κος Γ. Χώτος επίκουρος καθηγητής του τμήματος, με συνεργάτη τον Κο Ν. Γ. Βλάχος έκτακτος καθηγητής του τμήματος.

Το εργαστήριο παρέχει κλιματιζόμενο χώρο, συστήματα παροχής αέρα, ηλεκτρικού ρεύματος και νερού, καθώς επίσης και ειδικό αποχετευτικό σύστημα-κανάλι για τις διάφορες εργασίες καθαρισμού και συντήρησης των ενυδρείων που επιτελούνται καθημερινά.

Ως επί το πλείστον όλα τα συστήματα εκτροφής, συντήρησης και αναπαραγωγής των ψαριών στηρίζονται στη λειτουργία των κλειστών κυκλωμάτων.

Κοντολογίς, γενικά στις δραστηριότητες του εργαστηρίου, εκτός από την συντήρηση και εκτροφή των ψαριών τόσο των αλμυρών, όσο και των γλυκών υδάτων εντάσσονται, μεταξύ των άλλων, οι αναπαραγωγικές δραστηριότητες ψαριών των γλυκών υδάτων τροπικών και μη (Χρυσόψαρα, Τιλάπια, Αγγελόψαρα) και τα πειράματα αντοχής γόνου κεφαλοειδών σε υψηλές αλατότητες, όπως επίσης και η αναισθητοποίηση γόνου κεφαλοειδών για μεταφορά ή για διαχείριση.

Την τελευταία τριετία έχει συστηματοποιηθεί η παραγωγή χρυσόψαρων και Τιλάπια, ενώ συστηματοποιήθηκε η αναπαραγωγή των Αγγελόψαρων

Σ' αυτό το σημείο κρίνουμε αναγκαίο να τονίσουμε την προσφορά και συμβολή των *Κκ Γ. Χώτου* και *Ν. Βλάχου* στο τομέα της έρευνας και ευρύτερα στον τομέα των υδατοκαλλιεργειών. Η προσπάθεια αυτή πρέπει να επαινεθεί.

## Γ1: ΥΛΙΚΑ....

### 3.1. ΥΛΙΚΑ ΖΩΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Για την διατήρηση, εκτροφή των κεφαλοειδών χρησιμοποιήθηκαν 3 κλειστά συτήματα 300lt το καθένα.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν ενυδρεία από πλαστικό χωριτικότητας 10 και 20lt αντιστοίχως.

### 3.2..ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Κάθε κλειστό σύστημα όπου γινόταν η διατήρηση και αύξηση των ψαριών ήταν εφοδιασμένο με:

**Θερμοστάτη:** Ο οποίος εξασφάλιζε σταθερή θερμοκρασία στους 20-23<sup>0</sup>C. Η λειτουργία του ήταν επί 24ώρης βάσης.

**Θερμόμετρο:** Για την ημερήσια μέτρηση της θερμοκρασίας.

**Βιολογικό φίλτρο:** Που περιλάμβανε δυο διαμερίσματα που αποτελούνταν από ειδικό πλέγμα. Στο κάτω μέρος υπήρχε μια ικανοποιητική ποσότητα χαλικιού, ώστε να βοηθάει στη διεργασία της νιτροποίησης και απονιτροποίησης

Στο κεντρικό διαμέρισμα του φίλτρου υπήρχε αντλία βυθού, ώστε να μπορεί να διώχνει το νερό προς τις επιμέρους δεξαμενές και σωληνάκι αέρα ώστε να επιτυγχάνεται αφενός μεν η οξυγόνωση του νερού και αφετέρου η κυκλοφορία του μέσα από τα χαλίκια, με αποτέλεσμα τη βιολογική οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη (με τη βοήθεια των *Nitrosomonas sp.*) και των νιτρωδών σε νιτρικά (με τη βοήθεια των *Nitrobacter sp.*)

Το απορρέον νερό συγκεντρώνονταν σε ένα κουβά που επιτελούσε τη διαδικασία καθήζησης των αιρούμενων στερεών αποβλήτων. Μέσα στο κουβά υπήρχαν ολίγα

κελύφη οστράκων ώστε να σταθεροποιείται η τιμή του ΡΗ του συστήματος,

**Υφάλμυρο νερό:** Απαλλαγμένο από χλώριο και άλλες επιβλαβείς ουσίες για τα ψάρια.

### **3.3.ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ**

Για την διατήρηση-εγκλιματισμό των ψαριών χρησιμοποιήθηκαν τα κλειστά συστήματα, ξηρή τροφή σε πελέτες με διάμετρο κόκκου 10mm, γουδί για το θρυμματισμό της τροφής που παρέχονταν στις λάρβες.

Για τη μεταφορά τους και τη τοποθετήσή τους στα πειραματικά ενυδρεία χρησιμοποιήθηκαν απόχες με άνοιγμα ματιού 1mm. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά ενυδρεία των 30lt, αναισθητικό MS 222 προκειμένου να γίνουν οι μετρήσεις του μέσου μήκους και βάρους.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν κωνικές φιάλες των 1000ml για εκκόλαψη κύστεων Artemia, γεμισμένες με τεχνητό θαλασσινό νερό που φιλτράρεται με σύστημα φίλτρων 50μ, 10μ, 5μ, 1μ και συνάμα αποστειρώνεται με λαμπτήρα υπεριώδους ακτινοβολίας.

Για την εκκόλαψη της Artemia χρησιμοποιήθηκαν κυλινδρικές δεξαμενές γεμισμένες ως τη μέση με γλυκό νερό και εφοδιασμένη με θερμοστάτη που εξασφαλίζει σταθερή θερμοκρασία 25-26°C στις κωνικές φιάλες εκκόλαψης των κύστεων.

Ακόμη, πάνω από τη δεξαμενή αυτή, υπάρχουν λαμπτήρες ψυχρού φωτός έντασης περί τα 6.000 lux, για τη σωστή εξέλιξη της εκκόλαψης των κύστεων. Σ' όλο το σύστημα παρέχεται αερισμός για τη συνεχή ανάδευση των κύστεων. Χρησιμοποιήθηκε επίσης μια ζυγαριά ακριβείας.

### **3.4..ΆΛΛΑ ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ -ΥΛΙΚΑ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ**

Για τη μελέτη των νεκρών ψαριών ήταν απαραίτητη η χρησιμοποίηση πλαστικών δοχείων 20ml γεμισμένα με διάλυμα φορμόλης 3% για τη μονιμοποίηση των δειγμάτων που λαμβάνονταν τακτικά.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν ετικέτες για τη καταγραφή των δειγμάτων, ζυγός ακριβείας με τέσσερα δεκαδικά ψηφία, λαβίδες, φασματοφωτόμετρο HACH DR 2000, οξυγονόμετρο, αλατόμετρο, PH μετρικό χαρτί θερμόμετρο, ηλεκτρονικός υπολογιστής PC με μνήμη *Ram 32Mb* εφοδιασμένος με προγράμματα *windows* και πακέτα *Microsoft Word & Excel* και εκτυπωτής *Inject H.P 694C*.

**Γ2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΤΕΧΝΙΚΕΣ****3.5.ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΨΑΡΙΩΝ**

Ο γόνος του *Chelon labrosus* (Βελάνισσα) ήταν κατά προσέγγιση 2,5cm (Πίνακας 1) και συλλέχθηκε τον μήνα Μάιο 1998 στις ακτές της Λιμνοθάλασσας με μικρό κυκλικό δίχτυ αλιείας γόνου.

Τοποθετήθηκαν σε δοχεία μεταφοράς, με παροχή αέρα και τοποθετήθηκαν στο εργαστήριο όπου έγινε σταδιακή προσαρμογή σε υφάλμυρο νερό αλατότητας 10‰. Στη συνέχεια τα ψάρια τοποθετήθηκαν σε 20 ενυδρεία -δεξαμενές με ανακυκλούμενο νερό χωρητικότητας 30 lt έκαστη.

*Πίνακας 1: Μέσα βάρη του C.labrosus που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.*

| <b><i>C.labrosus.</i></b> |            |
|---------------------------|------------|
| W ( σε gr)                | TL (σε cm) |
| 0,2                       | 2,6        |
| 0,662                     | 1,39       |
| 1,39                      | 2,5        |
| 0,319                     | 2,15       |

Η θερμοκρασία και το PH του συστήματος διατηρήθηκαν σταθερά στους 19-20°C και 6,5-7,5 αντιστοίχως. Κατά τη διάρκεια της περιόδου προσαρμογής τους χορηγούταν για τροφή ναύπλιοι *Artemia*.

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι καθ' όλο το διάστημα παραμονής τους στα ενυδρεία γινόταν αφενός μεν, καθημερινώς οπτικός έλεγχος τόσο της συμπεριφοράς τους όσο και της υγιεινής τους κατάσταση και αφετέρου γίνονταν εβδομαδιαίες μετρήσεις των



*C.labrosus* (Pisces:Mugilidae)

παραμέτρων του νερού (PH, T<sup>0</sup>C, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> και S‰).

Στον πίνακα 2 παρατηρούμε τις κατά μέσο όρο μετρήσεις των παραμέτρων του νερού στα συστήματα συντήρησης-διατήρησης των ψαριών.

**Πίνακας 2:** Τιμές των παραμέτρων του νερού για το *C.labrosus*

| <i>Chelon labrosus</i> (θερμ. 20±2 <sup>0</sup> C) S‰: 10‰. |  |  |     |
|---|--|--|-----|
| T.A.N<br>(mg/lit)   | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup><br>(mg/lit) | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>(mg/lit) | PH  |
| 0,7   | 0,1                                      | 7  | 8,1 |
| 0,35  | 0,7                                      | 11                                       | 8,0 |
| 0,25  | 0,2                                      | 15                                       | 7,9 |
| 0,15  | 0,05                                     | 25                                       | 7,5 |
| 0,1   | 0,05                                     | 30                                       | 7,5 |
| 0,05  | 0,02                                     | 40                                       | 7,2 |
| 0,01  | 0,0                                      | 55                                       | 6,9 |
| 0,005   | 0,0                                      | 60                                       | 6,5 |

### 3.6. Πειραματική διαδικασία

Τα πειράματα προσαρμογής του *C.labrosus* σε συγκεντρώσεις αμμωνίας (NH<sub>3</sub>-N) υλοποιήθηκαν 1 μήνα αργότερα. Η έρευνα που διεξήχθηκε αφορούσε πειράματα τοξικότητας της αμμωνίας σε γόνο κεφαλοειδών ψαριών *C.labrosus* προσδιορίζοντας τη συγκέντρωση εκείνη που επιφέρει θάνατο στο 50% του πληθυσμού σε 24 ώρες (LC<sub>50</sub>).

Για την καλύτερη διεξαγωγή του πειράματος, χρησιμοποιήθηκε ένα ενυδρείο 180 lt (ίδιες συνθήκες, με αυτές του συστήματος διατήρησης και εκτροφής), ώστε τα

ψάρια να μεταφέρονται εκεί δυο 24ώρα πριν χρησιμοποιηθούν στα πειράματα.

Απαραίτητη προϋπόθεση για διασφάλιση καλύτερων αποτελεσμάτων έπρεπε τα ψάρια να παραμείνουν νηστικά 24 ώρες πριν τη διεξαγωγή του πειράματος.

Χρησιμοποιήθηκαν 5 επιμέρους ενυδρεία με αερισμό, χωρητικότητας 10lt και Αλατότητα 10ppt. Σε κάθε ενυδρείο θέταμε μια προκαθορισμένη ζυγισμένη ποσότητα  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (πίνακας 3).

Η ποσότητα αυτή διαλύονταν πρώτα (στο κάθε ενυδρείο χωριστά, αφού αφήναμε να περάσει κάποιο μικρό χρονικό διάστημα), στη συνέχεια γινόταν η εισαγωγή των ψαριών σε κάθε ενυδρείο και την ίδια χρονική στιγμή.

Ο αριθμός των ψαριών που εισήχθηκε στα ενυδρεία του πειράματος ήταν 5, ιδίου κατά προσέγγιση μήκους και βάρους (βλέπε πίνακα 1).

Η παροχή του αέρα γινόταν με αντλία και διοχετευόταν μέσα στα ενυδρεία μέσω γυάλινης πιπέτας του 1ml, ώστε να διατηρούνται τα επίπεδα κορεσμού του διαλυμένου οξυγόνου πάνω από 60% κορεσμό.

Όταν τα ψάρια εισέρχονταν στα ενυδρεία, αμέσως άρχιζε ο έλεγχος της συμπεριφοράς του για 24 ώρες (η θνησιμότητα άρχισε να παρατηρείται από τις πρώτες 5 ώρες).

Τα νεκρά ψάρια μεταφέρονταν αμέσως από τα ενυδρεία και τοποθετούνταν σε ειδικά πλαστικά δοχεία των 20ml με 3% φορμόλη.

Η τιμή του  $\text{LC}_{50}$  &  $\text{SE}(\text{LC}_5)$  standard error υπολογίσθηκαν με τη μέθοδο Probit (Wardlaw 1985).

Η τιμή του  $\text{LC}_{50}$  προέκυψε χρησιμοποιώντας την τιμή 5 για το Probit της θνησιμότητας στην εξίσωση

παλινδρόμησης σε συνάρτηση με την αμμωνία (NH<sub>3</sub>-N) (διάγραμμα 1).

**Πίνακας 3:** Καταγράφονται οι συγκεντρώσεις NH<sub>4</sub>Cl που εισήχθησαν στα ενυδρεία, οι παραγόμενες ποσότητες ολικής αμμωνίας (NH<sub>3</sub>-N), PH, T<sup>o</sup>C καθώς και τα επίπεδα κορεσμού του διαλυμένου οξυγόνου.

| <i>Chelon labrosus</i>     |                                | Θερμ. 22±2 <sup>o</sup> C | S‰: 10‰ |  |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------|--|
| NH <sub>4</sub> Cl<br>(gr) | NH <sub>3</sub> -N<br>(mg/lit) | PH                        | % D.O   |  |
| 0,06                       | 0,02                           | 7,6                       | 80±2    |  |
| 0,08                       | 0,04                           | 7,5                       | 75±2    |  |
| 0,1                        | 0,06                           | 7,5                       | 69±2    |  |
| 0,12                       | 0,08                           | 7,5                       | 59±2    |  |
| 0,14                       | 0,1                            | 6,9                       | 56±2    |  |
| 0,16                       | 0,15                           | 6,5                       | 53±2    |  |
| 0,18                       | 0,2                            | 6,5                       | 50±2    |  |
| 0,27                       | 0,25                           | 6,8                       | 50±2    |  |
| 0,33                       | 0,3                            | 6,5                       | 49±2    |  |

Τα 95% όρια εμπιστοσύνης για το LC<sub>50</sub> προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$LC_{50}(95\%CI) = LC_{50} \pm 1,96[SE(LC_{50})] \text{ (Τύπος I)}$$

Το SE του LC<sub>50</sub> υπολογίζεται από τον τύπο:

$$SE(LC_{50}) = \frac{1}{b \sqrt{pnw}} \text{ (Τύπος II)}$$

όπου:

**b**= Εκφράζει την κλίση της ευθείας παλινδρόμησης της αμμωνίας σε συνάρτηση με τα Probit. Είναι αριθμός που προκύπτει από την εξίσωση παλινδρόμησης και όχι από τον πίνακα των Probit.

---

*C. labrosus* (Pisces: Mugilidae)

**P=** Ο αριθμός των συγκεντρώσεων της αμμωνίας συμπεριλαμβανομένων και των 2 τιμών που δεν περιλαμβάνονται στο γράφημα.

**n=** Ο αριθμός των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν (ίσο με 25).

**w=** Ο συντελεστής "βαρύτητας" σχετιζόμενος με το αναμενόμενο Probit.

Στα ενυδρεία του πειράματος το νερό ήταν Αλατότητα 10ppt και παρασκευαζόταν από τεχνητό αλάτι (Instant Ocean®). Για τον έλεγχο της αλατότητας χρησιμοποιήθηκε διαθλασόμετρο.

Η αμμωνία σαν ολική αμμωνία (T.A.N) προσδιοριζόταν με τη βοήθεια ενός φασματοφωτόμετρου HACH DR 2000 με τη μέθοδο Nessler.

**ΜΕΡΟΣ Δ.  
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

**ΜΕΡΟΣ Δ****ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Αν και ο θάνατος στα ψάρια καταγράφηκε στο τέλος των 5 ωρών, πρακτικά άρχισε να παρατηρείται θνησιμότητα στις 2 πρώτες ώρες διεξαγωγής του πειράματος.

Τα αποτελέσματα της θνησογόνου συγκέντρωσης που προκαλεί θάνατο στο 50% του πληθυσμού παρατίθενται στον πίνακα 4.

Από τη σιγμοειδή καμπύλη και γραμμική ευθεία που φαίνεται από τα διαγράμματα 1 και 2 παρατηρούμε ότι για το *Chelon labrosus* η θνησιμότητα αρχίζει να εμφανίζεται ραγδαία σε συγκεντρώσεις μεταξύ 0,06-0,3 mg/lit. Για συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0,2mg/lit παρατηρήθηκε θνησιμότητα σε όλο το πληθυσμό των ψαριών μας.

Το  $LC_{50}$  για το *C.labrosus* μπορεί να προσδιορισθεί αν στην εξίσωση παλινδρόμησης (Γράφημα1) θέσουμε όπου ψ την τιμή 5. Η τιμή αυτή υπολογίστηκε στο 0,085.

Ο προσδιορισμός των ορίων εμπιστοσύνης (95%) για την αντίστοιχη τιμή του  $LC_{50}$  υπολογίζεται από τον τύπο I (σελ 31) ως εξής:

$$LC_{50}(95\%CI) = LC_{50} \pm 1,96[SE(LC_{50})] \quad (\text{Τύπος I})$$

Το SE του  $LC_{50}$  υπολογίζεται από τον τύπο:

$$SE(LC_{50}) = \frac{1}{b \sqrt{p n w}} \quad (\text{Τύπος II})$$

**4.1. Υπολογισμός του  $SE(LC_{50})$** 

Υπολογίζεται από τον τύπο  $SE(LC_{50}) = \frac{1}{b \sqrt{p n w}}$ .

Πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε το b.

Το  $b$  υπολογίζεται από την εξίσωση παλινδρόμησης και όχι από τον πίνακα των Probit.

$$b = \frac{6,85 - 3,96}{6} = 0,481.$$

$$\text{Άρα } SE(LC_{50}) = b \sqrt{\frac{1}{p n w}} = 0,481 \sqrt{\frac{1}{9 * 25 * 0,352}} = \frac{1}{4,28} = 0,233$$

#### 4.2. Υπολογισμός του $LC_{50}(95\%CI)$

$$\begin{aligned} \text{Από τον τύπο } LC_{50}(95\%CI) &= LC_{50} \pm 1,96 [SE(LC_{50})] \\ &= 0,085 \pm 1,96 (0,233) = 0,085 \pm 0,46 \end{aligned}$$

**Πίνακας 4:**

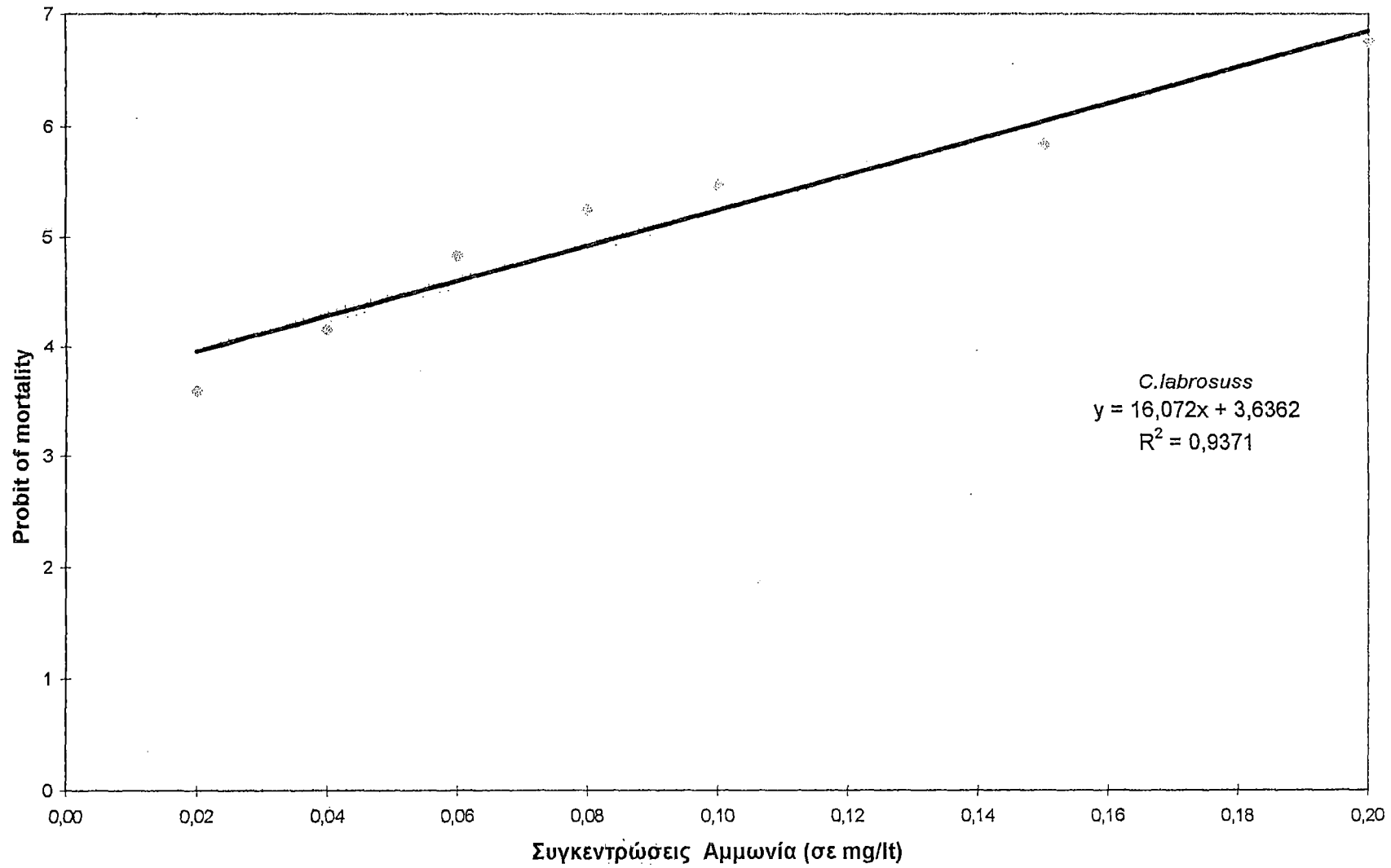
Αποτελέσματα θνησιμότητας που παρατηρήθηκαν στο γόνιο *C.labrosus* στο πείραμα τοξικότητας της αμμωνίας ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) και οι τιμές της Probit ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν για τη κατασκευή του διαγράμματος 1 και 2.

| NH <sub>3</sub> -N<br>(mg/lit) | λόγος θνησιμότητας | Ανάλυση probit για το <i>C.labrosus</i> |  |                    |          |
|--------------------------------|--------------------|---|--|--------------------|----------|
|                                |                    | % θνησιμότητα                           | probit της παρατηρούμενης θνησιμότητας | Αναμενόμενο Probit | w*       |
| 0,02                           | 2/25               | 8                                       | 3,59                                   | 3,96               | 0,422    |
| 0,04                           | 5/25               | 20                                      | 4,16                                   | 4,28               | 0,517    |
| 0,06                           | 11/25              | 44                                      | 4,84                                   | 4,60               | 0,601    |
| 0,08                           | 15/25              | 60                                      | 5,25                                   | 4,92               | 0,635    |
| 0,1                            | 17/25              | 68                                      | 5,47                                   | 5,24               | 0,621    |
| 0,15                           | 20/25              | 80                                      | 5,84                                   | 6,05               | 0,422    |
| 0,2                            | 24/25              | 96                                      | 6,75                                   | 6,85               | 0,167    |
| 0,25                           | 25/25              | 100                                     | -                                      | 7,65               | 0,035    |
| 0,3                            | 25/25              | 100                                     | -                                      | 8,45               | 0,015    |
|                                |                    |   |  |                    | ΣW=2,814 |
|                                |                    |   |  |                    | W=0,352  |

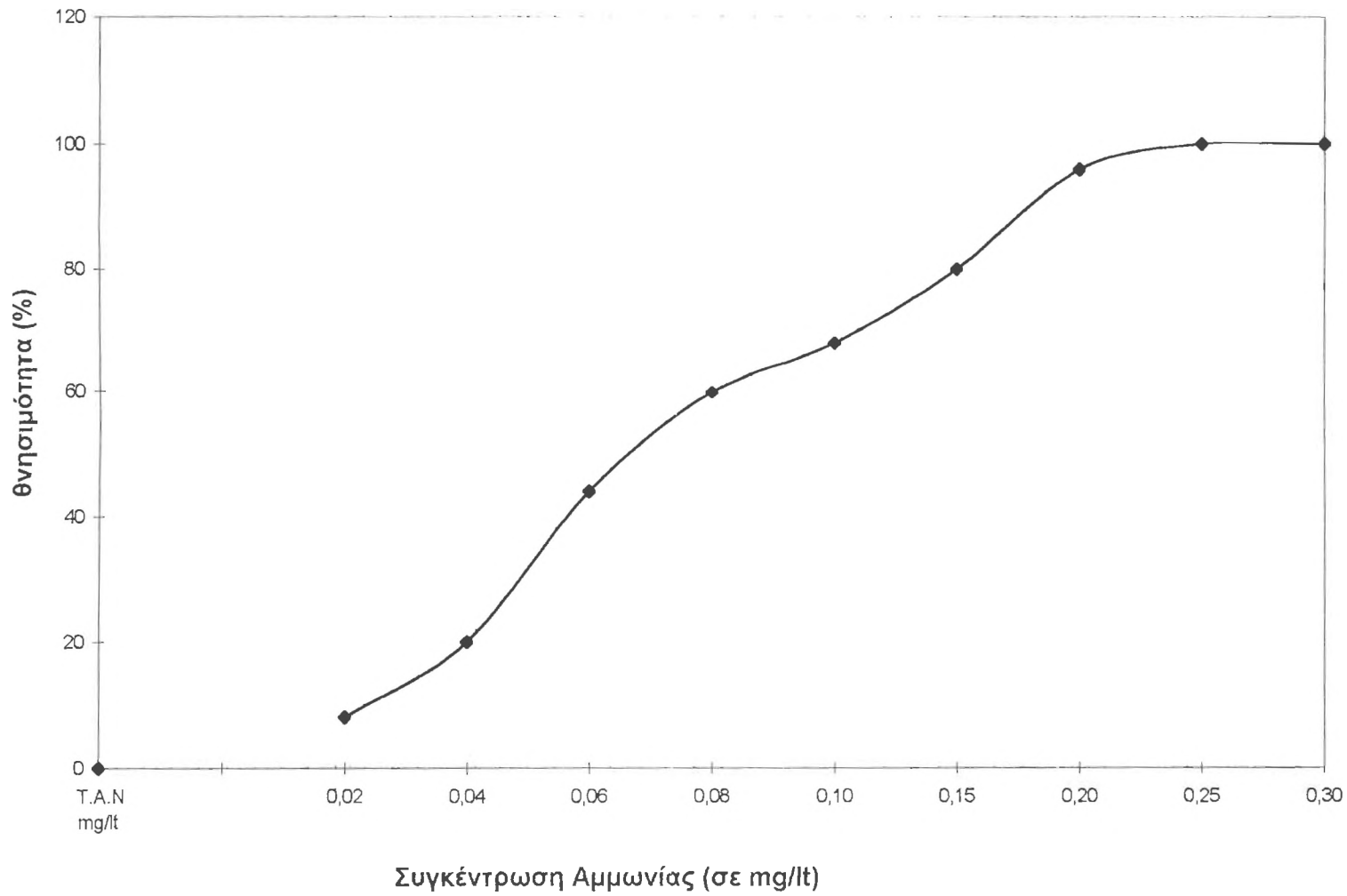
W\*: Συντελεστής "βαρύτητας" σχετιζόμενος με το αναμενόμενο Probit.



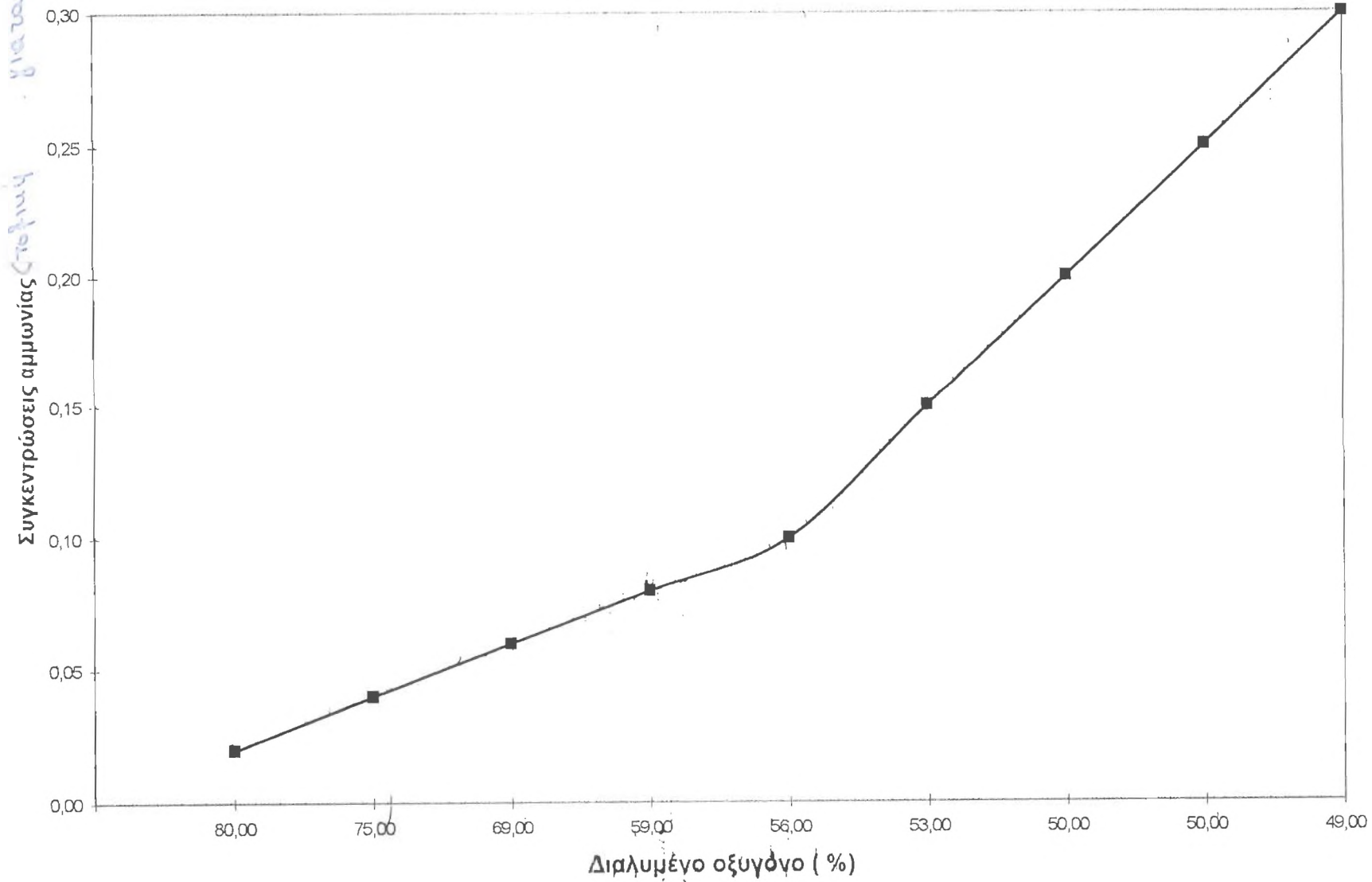
Διάγραμμα 1  
Probit of mortality σε συνάρτηση της συγκέντρωσης Αμμωνίας για το γόνο *C. labrosus* στα πειράματα προσδιορισμού του LC50



Διάγραμμα 2:  
Σιγμοειδής καμπύλη της Αμμωνίας σε συνάρτηση με την θνησιμότητα για το γόνο του *C. labrosus* στα πειράματα προσδιορισμού του LC50.



Διάγραμμα 3: Παρουσιάζει το διαλυμένο οξυγόνο (%) σε σχέση με την τοξικότητα της αμμωνίας (NH<sub>3</sub>-N)



Συγκεντρώσεις αμμωνίας

Διαλυμένο οξυγόνο (%)

**ΜΕΡΟΣ Ε**  
**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

## ΜΕΡΟΣ Γ:

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η αμμωνία ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) βρέθηκε τοξική για το γόνο του *Chelon labrosus* και σε εύρος που κυμαίνεται από 0,08-3 mg/lit σε σταθερή θερμοκρασία ( $20\pm 2^\circ\text{C}$ ) και PH 6,5 -7,5.

Συγκριτικά το εύρος της αμμωνίας που προκαλεί θνησιμότητα σ' ένα πληθυσμό ψαριών αποδίδεται στην ραγδαία απορρόφησή της από τον οργανισμό του ψαριού με πολύ εμφανής συνέπειες (ανορεξία, έλλειψη οξυγόνου, θάνατος) (Rand and Petrocelli 1985).

Συγκριτικά η καμπύλη συγκέντρωσης (δόσης) αντίδρασης της αμμωνίας στη γαρίδα (*P. semisulcatus*) δείχνει μια ελάσσων απότομη κλίση (Wajsbrot et al 1990), υποδηλώνοντας μια βραδεία αντίδραση στην τοξικότητα απ' ότι από αυτή που εκδηλώνουν οι νεαρές τσιπούρες.

Συγκριτικά θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι ο γόνος τσιπούρας αντέχει σε υψηλότερες συγκεντρώσεις αμμωνίας (0,76-1,61mg/lit) απ' ότι ο γόνος βελάνισσας που αντέχει σε συγκεντρώσεις αμμωνίας (0,08-0,3mg/lit).

Η διαφορά αυτή έγκειται στο γεγονός ότι κάνουμε λόγο για δυο διαφορετικά είδη τόσο στην ηθολογία όσο και στη συμπεριφορά τους.

Σαν συμπέρασμα μπορούμε να δώσουμε το εξής: Τα άτομα του *Chelon labrosus* (pisces Mugilidae) είναι περισσότερο ευπαθή και ευαίσθητα σε μικρές συγκεντρώσεις αμμωνίας.

Παρ' όλα αυτά η βιβλιογραφία που υπάρχει για την τοξικότητα της αμμωνίας στα ψάρια των υφάλμυρων και αλμυρών νερών είναι περιορισμένη (EPA, 1983; Haywood, 1983;).

Φυσικά μπορούν να διενεργηθούν πειράματα αντοχής ψαριών σε συγκεντρώσεις αμμωνίας, ανάλογα με την ηλικία τους.

Παρόμοια αποτελέσματα για την τοξικότητα της αμμωνίας εξήγαγε ο (Russa, 1985), ο οποίος προσδιόρισε την τιμή του  $LC_{50}$  24-ώρες για την πέστροφα από 0,08-1,1 mg/lit ( $NH_3-N$ ).

Δυο άλλες παραμέτρους οι οποίοι θα πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω και έχουν άμεση σχέση με την τοξικότητα της αμμωνίας είναι η τιμή του PH και %ποσοστό κορεσμού του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό.

Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι η ευαισθησία των ψαριών στην τοξικότητα της αμμωνίας αυξάνεται όταν τα επίπεδα κορεσμού του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο είναι μικρότερο από 85% (Wuhrmann, 1952, Downing, 1954, Lloyd, 1961, Alabaster et al 1979).

Thurston et al (1981b) βρήκε μια θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων του διαλυμένου οξυγόνου και της τοξικότητας της αμμωνίας για την πέστροφα.

Βρέθηκε ότι η τοξικότητα της αμμωνίας σε χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου βρήκε ότι είναι 1,9 φορές υψηλότερη απ' ότι σε υψηλά επίπεδα κορεσμού σε οξυγόνο.

Ως προς τα πείραμα τα που διενεργήθηκαν στο εργαστήριο του ΤΕΙ Μεσολογγίου παρατηρήσαμε ότι σε συγκέντρωση αμμωνίας ( $NH_3-N$ ) 0,08 τα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου στο νερό είναι 59% όπου σ' αυτή τη συγκέντρωση παρατηρήθηκε και η θνησιμότητα στο 50% του πληθυσμού των ψαριών.

Απεναντίας όσο αυξάνεται η συγκέντρωση της αμμωνίας ( $NH_3-N$ ) 0,1 -1,3 mg/lit τα επίπεδα κορεσμού του διαλυμένου οξυγόνου μειώνονται με αποτέλεσμα αναλογικά να αυξάνεται και το ποσοστό θνησιμότητας. Σ'

αυτές τις συγκεντρώσεις όπου έχουμε χαμηλά ποσοστά διαλυμένου οξυγόνου στο νερό η αμμωνία γίνεται περισσότερο τοξική με αποτέλεσμα να παρατηρείται θνησιμότητα στο 100% του πληθυσμού.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να υπολογίζεται είναι η τιμή του PH, η οποία στα πειράματα που διεξάγονται διατηρήθηκε σε σταθερά επίπεδα 6,5-7,5.

Σ' αυτό το σημείο θα θέλαμε να κάνουμε μια παρατήρηση. Στα συστήματα διατήρησης και ανάπτυξης του γόνου σε κάποια ανύποπτη χρονική στιγμή σε σταθερή Αλατότητα η τιμή του PH ήταν 5,5 ενώ η τιμή της αμμωνίας ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) ήταν 3,5 mg/l.

Τα ψάρια μας ήταν φυσιολογικά, τρεφόταν και δεν είχαμε καθόλου θνησιμότητα. Αυτό το φαινόμενο αφού διερευνήθηκε εξηγήθηκε ως εξής:

Όσο χαμηλή είναι η τιμή του PH (όξινο περιβάλλον) η τοξικότητα της αμμωνίας ελαχιστοποιείται χωρίς να προκαλεί θάνατο στα ψάρια, η παραγόμενη αμμωνία του συστήματος είναι σε περισσότερα ποσοστά ιονισμένη που όπως όλοι γνωρίζουμε δεν είναι τοξική για τα ψάρια.

Η παραδοχή αυτή δεν θα ίσχυε αν συνέβαινε το αντίθετο.

Κοντολογίς το αντικείμενο της τοξικότητας της αμμωνίας και γενικά των άλλων αζωτούχων παραμέτρων είναι αδιερεύνητο. Για το λόγο αυτό πιστεύω ότι η παρούσα εργασία έβαλε το θεμέλιο λίθο ώστε να συνεχίσουν κάποιοι άλλοι σπουδαστές τα ενδιαφέροντα πειράματα τοξικότητας.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

**Alabaster, J.S., Shurben, D.G & Knowles, G., 1979.**

The effect of dissolved on the toxicity of ammonia to smolts of Salmon, *Salmo salar* L. J. Fish Biol., 15:705-712.

**Bower, C.E & Bidwell, J.P., 1978.**

Ionization of ammonia in seawater: effects of temperature, PH and salinity. J. Fish. Res. Board Can., 35(7)1012-1016.

**EPA, 1983**

Water quality criteria for the protection of aquatic life and its use: ammonia. Final Draft. Office of Research and development, Environmental research laboratory, Duluth, MN, 189pp.

**Holt, G.J & Arnold, C.R., 1983.**

Effect of ammonia and nitrite on growth and survival of red drum eggs and larvae. Trans. Am. Fish. Soc., 112: 314-318.

**Hotos, G.N and N. Vlahos., 1998.**

Salinity tolerance of *Mugil cephalus* and *Cleon labrosus* (pisces: Mugilidae) fry in experimental conditions. Aquaculture 167:329-338.

**Natan Wajsbrod et al 1992.**

Acute toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream *Sparus aurata* reduced oxygen levels., Aquaculture 92: 277-288.

**Wardlaw A.C., 1985.**

Practical statistics for experimental Biologists. Ed. J Wiley & Sons.