

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ &
ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

Χ. Β. Ζαχίδου

**Η επίδραση του ευτροφισμού στην
ιχθυοπανίδα της τέως λίμνης Κάρλα**

- 2000 -



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 1223/1

Ημερ. Εισ.: 01-07-2003

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: Δ

551.482 094 95

ZAX

Η επίδραση του ευτροφισμού στην ιχθυοπανίδα της τέως λίμνης Κάρλα

Τα μέλη της επιτροπής

Χρήστος Νεοφύτου
Καθηγητής Π.Θ.

Ιχθυολογίας
Υδροβιολογίας

Ιωάννης Γεωργουλάκης
Επίκουρος
Καθηγητής Π.Θ.
Προστασία Ζωϊκού
Κεφαλαίου

Δημήτριος Κουρέτας
Επίκουρος
Καθηγητής Π.Θ.
Φυσιολογία Ζωϊκών
Οργανισμών

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες εκφράζονται σε όλους όσους με οποιονδήποτε τρόπο βοήθησαν και κατέστησαν δυνατή την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Ειδικές ευχαριστίες οφείλονται στον επιβλέποντα Καθηγητή κύριο Χρήστο Νεοφύτου, για την υπόδειξη του θέματος, για την καθοδήγηση και τις χρήσιμες συμβουλές στην πραγματοποίηση της εργασίας, για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων καθώς και για την προετοιμασία της διατριβής.

Ευχαριστίες εκφράζονται επίσης και στα άλλα μέλη της επιτροπής τους Καθηγητές κ.κ. Ι. Γεωργουλάκη και Δ. Κουρέτα για την κριτική ανάγνωση της διατριβής και τις χρήσιμες υποδείξεις ώστε να βελτιωθεί η παρουσία της.

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Κουτσερή, Γεωπόνο, που επί σειρά ετών ασχολείται με τα προβλήματα της περιοχής της Κάρλας για τη σημαντική βοήθεια στον ορισμό των θέσεων δειγματοληψιών. Επίσης τον κ. Κορκόβελο, Γεωπόνο, με τη βοήθεια του οποίου έγιναν οι μετρήσεις της χλωροφύλλης και τον κ. Ζαχίδη, Ιατρό Μικροβιολόγο με τη βοήθεια του οποίου έγινε η ταυτοποίηση των μικροβίων.

Τέλος ευχαριστώ τους γονείς και το σύζυγο μου, για την υποστήριξη τους έτσι ώστε να μπορέσει να αποπερατωθεί η διατριβή.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να εξεταστούν πιθανά αίτια για την μείωση του ιχθυοπληθυσμού και της ιχθυοπανίδας στους ταμιευτήρες και τα κανάλια της τέως λίμνης Κάρλα. Ο ευτροφισμός είναι ένα από τα πιθανότα αίτια της μείωσης αυτής, για αυτό εξετάστηκαν στοιχεία που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με αυτόν, όπως είναι η χλωροφύλλη, το βιολογικά απαιτούμενο Οξυγόνο και τέλος τα μικρόβια αφού έχει διαπιστωθεί ότι η ύπαρξη των αυτών και των μυκήτων είναι στενά συνδεδεμένη με το φαινόμενο του ευτροφισμού. (Grimaldi et al., 1973)

Για την επίτευξη του στόχου μας πάρθηκαν δείγματα νερού σε διάφορα σημεία του αποστραγγιστικού δικτύου της περιοχής της λίμνης σε δύο περιόδους. Η πρώτη έγινε στις 15 Μαΐου και η δεύτερη στις 10 Σεπτεμβρίου του 1999.

Στα δείγματα εξετάστηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των ψαριών.

- Μετρήθηκε η χλωροφύλλη-a, διότι η υπερβολική συγκέντρωσή της στο νερό δημιουργεί προβλήματα ευτροφισμού, που με τη σειρά τους δημιουργούν προβλήματα επιβίωσης των ψαριών
- Μετρήθηκε το BOD, διότι υψηλές τιμές αυτού δείχνουν μόλυνση στο οικοσύστημα και τα ψάρια οδηγούνται στο θάνατο.
- Επίσης αναγνωρίστηκαν τα μικρόβια στα δείγματα νερού και στον εντερικό σωλήνα των ψαριών για να διαπιστωθεί αν υπήρχαν είδη μικροβίων τα οποία θα μπορούσαν να προκαλέσουν θανάτους σε αυτά.

Περιεχόμενα

I. Γενικά	1
1. Ιστορικά δεδομένα	1
2. Παραγωγικές δραστηριότητες – Οικονομία	3
3. Ανασκόπηση μελετών αποξήρανσης της λίμνης	4
4. Επιπτώσεις από την αποστράγγιση	5
II. Μελετούμενος οργανισμός	7
III. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	
1. Ευτροφισμός	10
Α) Χλωροφύλλη	13
Β) Βιολογικώς απαιτούμενο οξυγόνο	15
2. Νοσήματα από βακτήρια	17
IV. Περιγραφή της περιοχής έρευνας	
1. Αβιοτικό περιβάλλον	22
Α) Γεωγραφική θέση	23
Β) Γεωλογία	26
Γ) Υδρολογία	26
Δ) Κλιματολογικά δεδομένα	26
Ε) Εδαφολογικά	28
2. Βιοτικό περιβάλλον της λίμνης	29
Α) Χλωρίδα	30
Β) Πανίδα	31
α. Ασπόνδυλα	31
β. Σπονδυλωτά	31
i. Πουλιά	31
ii. Ψάρια	31
V. Υλικά και μέθοδοι	34
1. Ευτροφισμός	35
Α) Χλωροφύλλη	35
Β) Βιολογικώς απαιτούμενο οξυγόνο	36
2. Μικρόβια	38
VI. Αποτελέσματα	
1. Ευτροφισμός	40
Α) Χλωροφύλλη	40
Β) Βιολογικώς απαιτούμενο οξυγόνο	43
2. Μικρόβια	46
VII. Συμπεράσματα - Συζήτηση	54
VIII. Προτάσεις	66
Βιβλιογραφία	69
Παράρτημα	75

I. ΓΕΝΙΚΑ

1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η λίμνη Κάρλα με την ευρύτερη περιοχή της, συνδέεται με τη μυθολογία, την αρχαία και νεότερη Ιστορία της Ελλάδας, ενώ συγχρόνως ανέπτυξε έναν μοναδικό λαϊκό πολιτισμό που συνδέεται με το υγρό στοιχείο. Κένταυροι, Λάπηθες και Γίγαντες ζούν και πολεμούν γύρω από αυτήν, ενώ ο Ερμής κυνηγάει στη λίμνη τη φοβερή θεότητα του Άδη, Βριμών. Στην περιοχή γεννιέται ο Ασκληπίος, ο πρώτος μυθικός γιατρός των αρχαίων Ελλήνων από το σμίξιμο του Θεού Απόλλωνα με τη βασιλοπούλα Κορωνίδα, κόρη του βασιλιά Φλεγύα της παραλίμνιας πόλης Λακέρειας. Ενώ στις Φέρες βασιλεύουν ο Άδμητος και η Άλκηστης. Η περιοχή αναφέρεται από τον Όμηρο, τον Ησίοδο, τον Ευριπίδη και τον Στράβωνα (Ζαλίδης κ.α., 1996).

Στην περιοχή της Βοϊβηίδας ακμάζει ο νεολιθικός πολιτισμός. Σχετικά κοντά της στο Διμήνι και το Σέσκλο, υπήρχαν κατοικημένοι οικισμοί από τα πρωτοελληνικά φύλα και ίσως την ίδια εποχή να εξαπλώθηκαν μέχρι τη λίμνη. Την ίδια περίπου περίοδο κατοικούνται και τα τρία νησάκια της λίμνης, η Πέτρα, η Χατζημισιώτικη Μαγούλα και το Σιφριτζάλι. Στην Πέτρα υπάρχει η μεγαλύτερη Μυκηναϊκή περιτείχιση στην Ελλάδα με κυκλώπεια τείχη πάχους 5 m και περίμετρο 4 ½ Km. Η ιστορία της περιοχής της λίμνης, σημαντική σε όλες τις περιόδους, εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο του θεσσαλικού χώρου. Στα Δίδυμα Όρη, στο βόρειο άκρο της Κάρλας, η μυθολογία αναφέρει ότι ζούσαν οι προπάτορες των Μαγνήτων. Αργότερα και οι Μάγνητες αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν την περιοχή την οποία κατέλαβαν οι Θεσσαλοί μετά τον Τρωϊκό Πόλεμο. Το Σεπτέμβριο του 404 π.Χ. στην πεδιάδα δίπλα στη λίμνη μεταξύ Φερών και Λάρισας ανταμώνουν οι στρατοί των δύο πόλεων. Μετά από σκληρή μάχη νικούν οι Φεραίοι και κυριαρχούν σ' ολόκληρη τη Θεσσαλία παίρνοντας την ηγεμονία από τους Λαρισαίους. Το 353 π.Χ. η Θεσσαλία κατακτάται από το βασιλιά των Μακεδόνων Φίλιππο τον Β'. Στην περιοχή της Κάρλας φθάνει και ο Μέγας Αλέξανδρος κατεβαίνοντας από τις πλαγιές της Όσσας στο Αιγαίο για να αποφύγει τα Τέμπη που φυλάσσονταν από τους αντιπάλους του (Αποστολοπούλου – Κακαβογιάννη, 1986).

Το 293 π.Χ. ο Δημήτριος ο Πολιορκητής ιδρύει δίπλα στο σημερινό Βόλο τη Δημητριάδα και υποχρεώνει τους κατοίκους της Βοίβης, στη νότια όχθη της λίμνης, να μετοικήσουν σ' αυτήν (Εξαρχόπουλος, 1999).

Στην Κάρλα έρχονται και οι Αθαμάνες με τον βασιλιά τους Αμύνανδρο για να πολιορκήσουν την παραλίμνια πόλη Κερκίνιο που την καταλαμβάνουν. Την ίδια εποχή οι Αιτωλοί, ακολουθώντας τους Ρωμαίους, λεηλατούν την εύφορη πεδιάδα της Θεσσαλίας δυτικά της λίμνης. Το 168 π.Χ η Θεσσαλία γίνεται Ρωμαϊκή επαρχία. Κατά τη διάρκεια της κυριαρχίας των Ρωμαίων διαδίδεται στην περιοχή ο Χριστιανισμός από τον Ηρωδίωνα, έναν από τους λεγόμενους Εβδομήντα Αποστόλους. Κατά τη Βυζαντινή περίοδο η περιοχή δοκιμάζει πολλά δεινά. Η γύρω ύπαιθρος χώρα ερημώνει και συχνά καταστρέφονται οι οικισμοί της (Αποστολοπούλου – Κακαβογιάννη, 1986).

Το 496 μ.Χ. εισβάλλουν οι Γότθοι και το 539 οι Ούνοι. Οι Σλάβοι εγκαθίστανται στην περιοχή της Κάρλας τον 6^ο αιώνα και το 10^ο φθάνουν οι Βούλγαροι. Το 1078 έρχονται οι Βλάχοι και λίγο αργότερα οι Νορμανδοί. Την άνοιξη του 1083 ο αυτοκράτορας του Βυζαντίου Αλέξιος Α΄ ο Κομνηνός, οδηγώντας ο ίδιος τα στρατεύματά του, κατεβαίνει καλπάζοντας δίπλα στο Αιγαίο, θέλοντας να αποφύγει τα στενά των Τεμπών που φυλάσσονταν από τους αντιπάλους του Νορμανδούς και στρατοπεδεύει δίπλα στη λίμνη. Το 1204 έρχονται οι Φράγκοι και το 1309 οι Καταλάνοι. Ακολουθούν οι Αλβανοί, οι Σέρβοι και τέλος οι Τούρκοι το 1422. Στα χρόνια της Τουρκοκρατίας δημιουργούνται νέοι οικισμοί στα ορεινά γύρω από την Κάρλα. Το καλοκαίρι του 1787 ο Αλή Πασάς κάνει περιοδεία στην περιοχή της λίμνης και τρομοκρατεί τους τσιφλικάδες. Στις 7 Μαΐου του 1821 κηρύσσεται η επανάσταση στο Πήλιο. Η Κάρλα μετέχει στα επαναστατικά σχέδια του Άνθιμου Γαζή. Τον ίδιο χρόνο ο τουρκικός στρατός, με αρχηγό το Δράμαλη, καταλαμβάνει την Κάρλα, τα χωριά της, καθώς και την Αγιά. Κατά την εξέγερση του 1854 στη Θεσσαλία και Ήπειρο, ο Γενικός Αρχηγός Ν. Γ. Φιλάρετος καταλαμβάνει την περιοχή της Κάρλας για να μπορεί να κάνει επιδρομές στα γύρω τουρκοχώρια από τα οποία έπαιρνε σιτάρι, καλαμπόκι και σφαχτά. Στην περιοχή της λίμνης λήγει η επανάσταση του 1854 όταν μετά από εντολή της Ελληνικής Κυβέρνησης διαλύονται τα ανταρτικά σώματα. Το 1881 προσαρτάται η Θεσσαλία στην Ελλάδα και στις 2 Νοεμβρίου τον ίδιο χρόνο παραδίδονται στις Ελληνικές Αρχές η Λάρισα, ο Βόλος, τα χωριά του

κάμπου και του Πηλίου και φυσικά η Κάρλα, η λίμνη που έπαιξε πρωταγωνιστικό ρόλο στην οικονομία της περιοχής και στη ζωή των ανθρώπων της από τα νεολιθικά ακόμη χρόνια. Τα χρόνια που ακολουθούν, στις τεράστιες εκτάσεις των τσιφλικιών, αρχίζει ο αγώνας των καλλιεργητών της γης, που η εξέγερσή τους πνίγεται στο αίμα το 1910 στο Κιλελέρ, στις δυτικές όχθες της Κάρλας. Λίγα χρόνια αργότερα η επέμβαση του ανθρώπου για τον έλεγχο των πλημμύρων και τη δημιουργία περισσότερων γεωργικών εκτάσεων, καταλήγει στα 1962 στην ολική αποξήρανση της Κάρλας, της αρχαίας Βοϊβηίδας (Εξαρχόπουλος, 1999).

2. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Από την αλιεία ζούσαν περίπου 1.000 άτομα. Επίσης υπήρχαν άλλα άτομα που ζούσαν βοηθητικά από την λίμνη διότι κατασκεύαζαν και επιδιόρθωναν βάρκες, πουλούσαν αλιευτικά είδη και έκαναν τις μεταφορές και γενικά το εμπόριο των αλιευόμενων ειδών στη Θεσσαλία. Έτσι τα έσοδα από την αλιεία ήταν πολύ μεγαλύτερα. Η λίμνη Κάρλα, με την πλούσια ιχθυοπαραγωγή υπήρξε χώρος πολιτιστικής εξέλιξης και ανάπτυξης ενός μοναδικού τρόπου ζωής των ανθρώπων που ασχολούνταν με την αλιεία. Οι κάτοικοι των γύρω χωριών διαιώνισαν τον τρόπο αυτόν ζωής μέχρι το 1962 που αποξηράνθηκε η λίμνη. Οι ψαράδες της λίμνης, σύμφωνα με το δημοσιογράφο Μ. Εξαρχόπουλο ζούσαν μακριά από τα σπίτια τους για εννέα μήνες σε ομάδες δύο έως έξι ατόμων. Για τη διαμονή τους μέσα στη λίμνη κατασκεύαζαν με ένα μοναδικό τρόπο, στρογγυλές καλύβες από καλάμια και ραγάζια (ψαθιά) πάνω από την επιφάνεια του νερού. Με το πρώτο κοίταγμα οι καλύβες αυτές φέρουν στη μνήμη πολιτισμούς χαμένους στο βάθος του χρόνου, φυλές της Αφρικής, ή οικισμούς της Κίνας. Η διατήρηση της καλύβας ήταν ανάλογη με τον αριθμό των ατόμων και τα μυστικά κατασκευής της περνούσαν από πατέρα σε γιο. Μέσα σ' αυτές τις καλύβες ζούσαν οι ομάδες των ψαράδων από το Δεκαπενταύγουστο έως το Πάσχα. Κατά το διάστημα αυτό επέστρεφαν στα σπίτια τους, σε τακτά χρονικά διαστήματα για δύο ημέρες και ξαναγύριζαν πίσω στη λίμνη, όπου ψάρευαν με τα περίφημα «κοτίκια» (βάρκες χωρίς καρίνα) (Λεφούσης, 1996).

3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

Με την απελευθέρωση της Θεσσαλίας από τους Τούρκους το 1878, η Ελληνική Κυβέρνηση άρχισε να μελετά τους τρόπους αύξησης της παραγωγικότητας της λεκάνης της Κάρλας. Η πρώτη μελέτη έγινε το 1887 από την τότε Γαλλική Αποστολή. Τα έτη 1911-13 ο Ιταλός μηχανικός J.Mobile εκπόνησε μελέτη προστασίας της Κάρλας με τη διάνοιξη σήραγγας προς τον Παγασητικό και τη χρησιμοποίηση του υπόλοιπου τμήματος της λίμνης για την ανάσχεση των πλημμύρων καθώς και για αρδευτικούς σκοπούς. Μέχρι το 1954 έγιναν αρκετές μελέτες και τεχνικά έργα για την περιοχή από τεχνικές εταιρίες, όπως των Jackson, Macdonald και Boot. Το 1954 ο μηχανικός Παπαδάκης παρουσίασε μελέτη για την κατασκευή μιας σήραγγας με σκοπό να αποξηρανθεί ένα μέρος της λίμνης και να αρδευτούν περίπου 200.000 στρέμματα από το τμήμα της λίμνης που θα παραμείνει. Το 1959 μια άλλη μελέτη έγινε από τον Ν. Νικολαΐδη για την πλήρη αξιοποίηση της πεδιάδας Λάρισας-Κάρλας. Με βάση αυτή τη μελέτη κατασκευάστηκαν οι στραγγιστικές τάφροι (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α., 1990).

Μετά την αποστράγγιση της λίμνης το 1962 και μετά την τελική μελέτη που έγινε από τα τεχνικά γραφεία των Ν. Νικολαΐδη και Μ. Εξάρχου, κατασκευάστηκε το δίκτυο των στραγγιστικών τάφρων και των δρόμων σε μια περιοχή 185.000 στρεμμάτων.

Το 1977 εκπονήθηκε από το τεχνικό γραφείο Α-Ω μια προκαταρκτική μελέτη για τη στράγγιση και την αντιπλημμυρική προστασία της πεδιάδας της Κάρλας. Το 1982 παρουσιάστηκε μια προμελέτη από τα γραφεία Α-Ω και Ν. Νικολαΐδης, για την κατασκευή ενός ταμιευτήρα 42.000 στρεμμάτων στη χαμηλότερη περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλα, για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής και την άρδευση 200.000 στρεμμάτων. Μια άλλη μελέτη που έγινε το 1985 από τον «Αγροτικό Συνεταιρισμό ΚΑΡΛΑ» πρότεινε την κατασκευή μικρών ταμιευτήρων. Επίσης το Υπουργείο Δημοσίων Έργων πρότεινε την ανακατασκευή ενός ταμιευτήρα 15.000 μέχρι 20.000 στρεμμάτων, ο οποίος θα συνδέεται με μια σήραγγα με το Αιγαίο Πέλαγος. Τελευταία η Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων (ΥΕΒ) του Βόλου πρότεινε και κατασκεύασε έναν μικρό ταμιευτήρα έκτασης 3.500 στρεμμάτων στο χαμηλότερο τμήμα της λεκάνης (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α., 1989).

Η λίμνη Κάρλα, είναι μια από τις μεγαλύτερες και οικολογικά σημαντικότερες λίμνες της Ελλάδας (Βαβίζος κ.α., 1984), γύρω της αναπτύχθηκαν οικισμοί των οποίων η οικονομία σχετιζόταν με το υγρό στοιχείο. Το καθεστώς απασχόλησης του πληθυσμού της περιοχής πριν από την αποξήρανση ήταν το εξής: οι μεν ορεινοί κάτοικοι ασκούσαν αλιεία, ενώ οι παραλίμνιοι ήταν γεωργοί.

4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ

- **Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία**

Δε δημιουργήθηκαν δυσμενής επιπτώσεις στη δημόσια υγεία από τη ξήρανση της λίμνης. Αντίθετα, ο αριθμός κρουσμάτων ελονοσίας μειώθηκε σημαντικά και συνεπώς το περιβάλλον έγινε πιο υγιεινό.

- **Επιπτώσεις στα ιχθυοαποθέματα**

Η ξήρανση της λίμνης Κάρλα είχε ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση των ψαριών από την περιοχή. Σήμερα μόνο πολύ λίγα ψάρια μπορούν να βρεθούν σε ορισμένες διώρυγες και τάφρους της περιοχής (Νεοφύτου, 1990).

- **Επιπτώσεις στη θάλασσα**

Δεν υπάρχουν συγκεκριμένα στοιχεία από μετρήσεις για τους ρύπους που φθάνουν στον Παγασητικό κόλπο διαμέσου της σήραγγας. Στις εκβολές της σήραγγας παρατηρήθηκαν φερτά υλικά (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α., 1990).

- **Απώλειες νερού**

Η αποστράγγιση της λίμνης και η απομάκρυνση της επιφανειακής απορροής της λεκάνης προς τη θάλασσα έχει εκτιμηθεί ότι οδηγεί σε απώλεια περίπου 63 εκατομμύρια m³ ετησίως. Το αποτέλεσμα του περιορισμού του εμπλουτισμού των υπόγειων νερών είναι η συνεχής πτώση της υπόγειας στάθμης. Η πτώση της στάθμης οφείλεται επίσης και στην υπεράντληση, που είναι αποτέλεσμα της έλλειψης επιφανειακού νερού (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α., 1990).

- **Απώλειες εδάφους**

Στις παρυφές της πρώην λίμνης παρατηρείται διάβρωση του επιφανειακού εδάφους που παρασύρεται με το νερό προς τον Παγασητικό κόλπο. Εντούτοις δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία από μετρήσεις για το μέγεθος αυτής της διάβρωσης (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α., 1990).

- **Επιπτώσεις στο οικοσύστημα**

Η ξήρανση της λίμνης και η περιοδική κατάκλιση των εδαφών από τις πλημμύρες στην περιοχή επηρεάζουν τους μικροοργανισμούς του εδάφους και την περιεκτικότητά του σε οργανική ύλη. Η εντατική καλλιέργεια που αναπτύχθηκε μετά την αποξήρανση με τη χρησιμοποίηση μεγαλύτερων ποσοτήτων γεωργικών φαρμάκων και λιπασμάτων έχει μεταβάλει την οικολογία της περιοχής. Το μεγαλύτερο πρόβλημα παρουσιάστηκε στα μεταναστευτικά πουλιά (Jerrentrup, 1990).

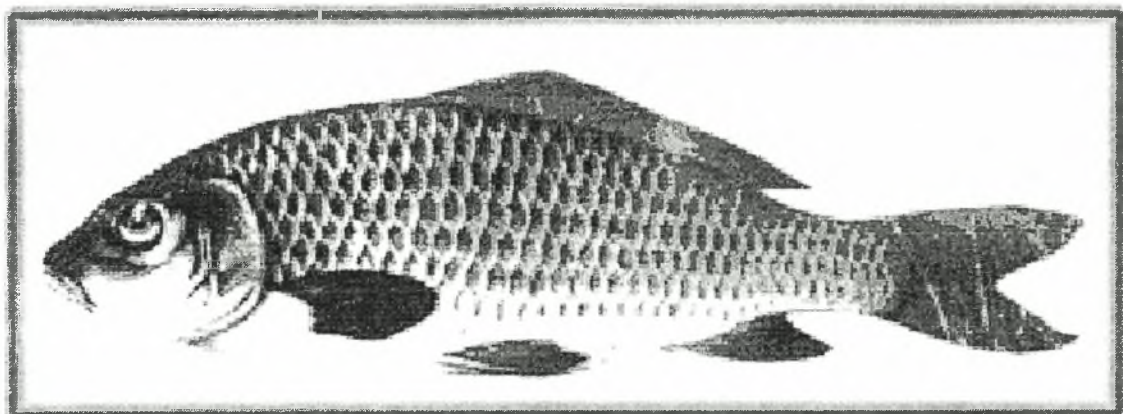
- **Κοινωνικές επιπτώσεις**

Οι μελέτες για την ξήρανση της λίμνης δεν περιελάμβαναν τις κοινωνικές επιπτώσεις των έργων στον πληθυσμό της περιοχής. Η αποξήρανση της λίμνης δημιούργησε νέα γεωργική γη, η οποία καταπατήθηκε από τους ιδιοκτήτες που συνόρευαν με τη λίμνη. Οι ψαράδες της λίμνης, οι οποίοι δεν ήταν ιδιοκτήτες γης κοντά στη λίμνη, δεν πήραν μερίδιο στις νέες εκτάσεις. Αυτή η κατάσταση οδήγησε στην αύξηση της μετανάστευσης των ψαράδων. Ακόμα και σήμερα δεν έχει ξεκαθαριστεί το ιδιοκτησιακό καθεστώς της πρώην λίμνης Κάρλα. Ο νόμος 1341/1983 που έγινε μετά τις διαμαρτυρίες των μικροϊδιοκτητών της περιοχής, δεν άγγιξε τους μεγαλοϊδιοκτήτες οι οποίοι είχαν εξασφαλίσει το αμετάκλητο των δικαστικών αποφάσεων από τον Άρειο Πάγο.

II. ΜΕΛΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

ΓΡΙΒΑΔΙ – CYPRINUS CAPRIO, (L)

Ο οργανισμός που μελετήσαμε είναι ο κοινός κυπρίνος και αυτό διότι είναι το πιο ευαίσθητο από τα είδη που υπάρχουν στην περιοχή και το αντιπροσωπευτικότερο, ενώ παράλληλα βρίσκεται σε μεγάλη αφθονία και έχει υψηλή εμπορική αξία.



Εικόνα 1: ΓΡΙΒΑΔΙ – CYPRINUS CAPRIO

Το γριβάδι ή κυπρίνος ή σαζάνι κατάγεται από την Ασία, από όπου και εισήχθηκε στην Ευρώπη πριν από αρκετούς αιώνες και στην Αμερική.

Είναι από τα μεγαλύτερα ψάρια της οικογένειας των Κυπρινειδών. Έχει σώμα επίμηκες και πεπλατυσμένο με καμπουριαστή ράχη. Έχει δύο ζεύγη μουστάκια στην πάνω σιαγόνα. Το σώμα του είναι σκεπασμένο με λέπια, που αποσπώνται σχετικά εύκολα. Έχει 35 έως 40 λέπια κατά μήκος της πλάγιας γραμμής. Ραχιαίο πτερύγιο μακρύ με μεγάλες και σκληρές ακτίνες, δαντελλωμένες σαν λίμα και πτερύγιο της έδρας κοντό. Η ουρά είναι καθαρά διχλωτή. Πέντε φαρυγγικά δόντια σε 3 σειρές. Χρωματισμός στη ράχη καφέ ή λαδί, στα πλευρά με ανταύγειες χρυσές ή μπρούντζινες και κοιλιά υποκίτρινη. Το εδρικό πτερύγιο και τα κοιλιακά είναι συχνά ρόδινα. Τύπος πτερυγίων: *D III-V-17-22*, *A 3-5*, *P 1-15-16*, *V 2-8-9* (Νεοφύτου, 1985).

Ο κυπρίνος από την παλαιά εποχή αποτέλεσε αντικείμενο ιχθυοκαλλιέργειας στην Άπω Ανατολή και στο Μεσαίωνα στα Μοναστήρια.

Όπως συμβαίνει και με όλα τα οικιακά ζώα, η ιχθυοκαλλιέργεια είχε σαν αποτέλεσμα την επιλογή και τη δημιουργία πολυάριθμων φυλών κυπρίνου, με διαφορετική εμφάνιση από το άγριο είδος. Όλοι οι κυπρίνοι της ιχθυοκαλλιέργειας έχουν σώμα κοντόχοντρο, ισχυρό, κεφάλι σχετικά μικρό και

μερικές φορές με τον αυχένα να προεξέχει. Η διάταξη και η πληθώρα των λεπίων ποικίλει, είναι πλήρης σε πολλές φυλές, περιορισμένη σε 2-3 στρώσεις σε άλλες, μεταλλική ανταύγεια (κυπρίνος καθρέφτης), και σχεδόν λείπουν σε άλλες (Παπαναστασίου, 1986).

Ο κυπρίνος δεν είναι απαιτητικό ψάρι. Ζει πολύ καλά σε περιοχές όπου άλλα ψάρια δεν μπορούν να ζήσουν. Το γριβάδι είναι δειλό και κυρίως νυκτόβιο ψάρι. Οι φυσικές συνθήκες που προτιμά σε μεγάλο βαθμό, είναι οι λίμνες των χαμηλών περιοχών και τα ποτάμια όπου υπάρχει αφθονία βλάστησης έτσι ώστε να του παρέχει τροφή και κάλυψη. Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου μετακινείται κατά κοπάδια στα βαθύτερα τμήματα των υδάτινων βιοτόπων που ζει. Μπορεί επίσης να επιβιώσει και σε υφάλμυρα νερά. Στη χώρα μας το γριβάδι ή κυπρίνος απαντά στις λίμνες και τα ποτάμια της Θεσσαλίας, Μακεδονίας, Ηπείρου και Θράκης (Νεοφύτου, 1990 ¹).

Ωοτοκεί από το Μάη μέχρι τον Ιούλιο, όταν η θερμοκρασία του νερού φτάνει στους 18° έως 20° C, σε νερά ρηχά και προφυλαγμένα από τον άνεμο. Το θηλυκό γεννά συνήθως 200.000 – 250.000 αυγά, ανά κιλό βάρους. Κανονικά τα αρσενικά, που έχουν μικρότερο μέγεθος από τα θηλυκά, είναι ώριμα για αναπαραγωγή από το 3° έτος, ενώ τα θηλυκά από το 4° έτος της ηλικίας τους. Τα αυγά έχουν διάμετρο λίγο μεγαλύτερη από 1 mm και είναι σαν μαργαριτάρια, διαφανή, κολλημένα πάνω στα υδρόβια φυτά. Η εκκόλαψη πραγματοποιείται σε 5-6 ημέρες. Τα νεογένητα ψαράκια έχουν μήκος 5-6 χιλιοστά, και το στόμα τους δεν ανοίγει παρά μόνο μετά 2-3 μέρες (Νεοφύτου, 1985).

Η καλύτερη θερμοκρασία ανάπτυξης των γριβαδιών κυμαίνεται μεταξύ 20 και 25° C. Παύει να παραλαμβάνει τροφή σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από +28° C και χαμηλότερες από +8° C. Στους +3° C πέφτει σε ένα είδος χειμέριας νάρκης. Είναι ιδιαίτερα ευρύαλο ψάρι. Απαντά όχι μόνο στη Βαλτική αλλά και στη Μαύρη θάλασσα και στην Κασπία. Εκτρέφεται σε μεγάλη κλίμακα σε ολόκληρο τον κόσμο. Στην Ιαπωνία αποτελεί το έμβλημα των παιδικών γιορτών, συμβολίζοντας, δύναμη και επιμονή. (Παπαναστασίου, 1986)

Υπάρχουν τέσσερα βασικά υποείδη του κυπρίνου, που διαφέρουν μεταξύ τους στο σχήμα του σώματος, το χρωματισμό και τα λέπια (μέγεθος, διάταξη, αριθμός):

- ❖ **Ο λεπιδωτός ή κυπρίνος της Γαλλικίας** – *Cyprinus caprio specularis*: Το σώμα καλύπτεται ομοιόμορφα από μικρά λέπια
- ❖ **Ο γραμμωτός κυπρίνος** - *Cyprinus caprio vulgaris*: Σώμα που καλύπτεται από μια σειρά μικρών λεπιών κατά μήκος της ράχης και μια σειρά ομοιόμορφων μεγάλων λεπιών κατά μήκος της πλευρικής γραμμής.
- ❖ **Ο γυμνός κυπρίνος** - *Cyprinus caprio nudus*: Σώμα γυμνό, χωρίς λέπια, με δέρμα χονδρό, μαυριδερό. Είναι γνωστός και σαν **κυπρίνος της Βοημίας**.
- ❖ **Καθρεπτοειδής κυπρίνος**- σώμα με καθρεπτοειδή μεγάλα λέπια, ακανόνιστα διατεταγμένα πάνω στο σώμα τους.

Κάθε ένα από τα παραπάνω υποείδη περιλαμβάνει αρκετές φυλές (Νεοφύτου, 1990 ¹).

Το γριβάδι ή κυπρίνος έχει νόστιμο κρέας, που περιέχει όμως διεσπαρμένα, αρκετά ελεύθερα λεπτά αγκάθια. Κατά τον D. Costabello (1935) το βρώσιμο τμήμα ανέρχεται σε 49,8% και η χημική σύσταση του κρέατος είναι η εξής:

Νερό	77,40%	Λίπη	5,34%
.....		
Πρωτεΐνες	16,69%	Τέφρα	1,08%
.....		

Θερμίδες 123 ανά 100 γραμμάρια βρώσιμου κρέατος.

III. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1. ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Η παραγωγικότητα των λιμνών επηρεάζεται άμεσα από την ποσότητα των θρεπτικών αλάτων, τα οποία μεταφέρονται με τα νερά ποταμών ή άλλων συλλεκτήριων συστημάτων της λεκάνης απορροής καθώς και από το βαθμό ανανέωσης των αλάτων αυτών. Επίσης το βάθος των λιμνών και η ηλικία τους επηρεάζουν την πρωτογενή παραγωγικότητα. Ο βαθμός παραγωγικότητας των λιμνών έχει στενή σχέση με τη συγκέντρωση του οξυγόνου, την ποσότητα της νεκρής οργανικής ύλης που συσσωρεύεται κυρίως στο βυθό, την ένταση των εποχικών πληθυσμιακών διακυμάνσεων του φυτοπλανκτού και ζωοπλανκτού, την ποικιλότητα των βιοκοινωνιών, τις ημερονύκτιες διακυμάνσεις του οξυγόνου και πλήθος άλλα χαρακτηριστικά των λιμναίων οικοσυστημάτων. Οι λίμνες ανάλογα με την παραγωγικότητα τους χαρακτηρίζονται **ολιγοτροφικές**, **μεσοτροφικές** και **εύτροφες**. Όταν ο εμπλουτισμός των λιμνών με θρεπτικά άλατα οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως π.χ. σε εισροή λιπασμάτων από γεωργικές καλλιέργειες και αστικά λύματα, τότε αναπτύσσεται **τεχνητός ευτροφισμός** (Λυκάκης, 1996). Εφόσον οι ποσότητες των θρεπτικών αλάτων και των ρύπων είναι σημαντικές είναι δυνατόν να επηρεάσουν την τροφική δομή της λίμνης και να την μετατρέψουν από oligότροφη σε εύτροφη και υπερεύτροφη με ανάλογες επιπτώσεις στην ιχθυοπαραγωγή και στην οικολογία της λίμνης γενικότερα (Gower, 1980).

Η ρύπανση των νερών από αστικές και γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες γίνεται αντιληπτή από τη μεγάλη αύξηση των φυκών (άνθηση του ύδατος, ακμή φυκιών) και την πυκνότητα ανάπτυξης των άλλων υδρόβιων φυτών, μέσα και γύρω από τη λίμνη (Κουσουρήs κ.α., 1991).

Ανάμεσα στα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τους οργανισμούς του λιμναίου οικοσυστήματος, ο φώσφορος θεωρείται για τις ευρωπαϊκές γενικά λίμνες ως ο παράγοντας ο οποίος ρυθμίζει, την πρωτογενή παραγωγικότητα (Wetzel, 1983).

Αποτέλεσμα του ευτροφισμού είναι λιγότερο διαλυμένο οξυγόνο, μικρότερη διαφάνεια των νερών, δημιουργία δυσμενών συνθηκών για

πολλούς από τους υδρόβιους οργανισμούς, όπως είναι τα ψάρια, ανάπτυξη θειοβακτηρίων και παραγωγή δύσσοσμων και ίσως δηλητηριωδών αερίων, αποκρουστική εμφάνιση του νερού, κ.ά. Τέτοιες συνθήκες έχουν παρατηρηθεί σε λίμνες της Ελλάδος όπως αυτή της Καστοριάς όπου βλέπουμε έντονα διαταραγμένο το οικοσύστημα της (Κουσουρήs κ.α., 1985).

Σε αντίθεση με τις φυσικές λίμνες, μπορεί να αποτραπεί η δημιουργία ευτροφικών καταστάσεων στις τεχνητές λίμνες, εξαιτίας της ταχείας ανανέωσης του νερού των λιμνών αυτών, με την προϋπόθεση, ότι τα νερά του ποταμού, από τον οποίο τροφοδοτείται κυρίως η τεχνητή λίμνη δεν περιέχουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών αλάτων και ρυπαντών (Gower, 1980).

Εκτός όμως από τους ποταμούς, τους χειμάρρους ή και τα αποστραγγιστικά κανάλια που μπορούν να φορτίζουν μια λίμνη με γεωργικά, βιομηχανικά και αστικά απόβλητα είναι δυνατή η φόρτιση μιας λίμνης με αερολύματα εργοστασίων ή και οικιστικών περιοχών τα οποία μεταφέρονται δια μέσω των ανέμων και της βροχής ή του χιονιού στο οικοσύστημα ως υγρά ή στερεά κατακρημνίσματα (Whitehead et al., 1964).

Η αύξηση της ποσότητας των θρεπτικών αλάτων μιας περιοχής, είναι αρχικά ένα ευεργετικό φαινόμενο, διότι τονώνει την παραγωγικότητα μιας περιοχής. Πέρα όμως από ορισμένα όρια αύξησης αυτών, η κατάσταση γίνεται επιβλαβής, διότι το αναπτυσσόμενο σε μεγάλες ποσότητες φυτοπλαγκτόν, μετά το θάνατο του, αποσυντιθέμενο, καταναλώνει σημαντικές ποσότητες διαλυμένου οξυγόνου με καταστρεπτικές συνέπειες για τους ζωικούς οργανισμούς ιδιαίτερα βενθικούς. Η κατάσταση αυτή, δηλαδή ο ευτροφισμός των υδάτων, είναι μια ιδιαίτερα επικίνδυνη συνέπεια της ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων (Θεοδώρου, 1994).

Σύμφωνα με τους Guillaud et al, (1992) απόρριψη οικιακών λυμάτων με τις μεγάλες ποσότητες απορρυπαντικών και ανόργανων ουσιών που περιέχουν, αλλά και τα υψηλά μικροβιακά φορτία, υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού και συμβάλλουν στον ευτροφισμό των αποδεκτών. Ενώ η απόρριψη κτηνοτροφικών αποβλήτων συντελεί στην εμφάνιση του ευτροφισμού των υδάτινων οικοσυστημάτων, λόγω των οργανικών και των υψηλών συγκεντρώσεων N και P που περιέχουν. Πολλές φορές όμως, περιέχουν και απολυμαντικά, αυξητικούς παράγοντες ή και υπολείματα

φαρμάκων, ουσίες οι οποίες είναι τοξικές για πολλούς υδρόβιους οργανισμούς (Καμαριανός, 1997).

Οι Lee and Jones (1991) διαπίστωσαν ότι η μη ορθολογική χρήση των λιπασμάτων στις καλλιέργειες αποτελεί σοβαρό πρόβλημα λόγω της απόπλυσης και της μεταφοράς τους στους αποδέκτες. Τόσο τα λιπάσματα (κυρίως αζωτούχα και φωσφορικά) όσο και τα άλλα οργανικά του εδάφους αποτελούν παράγοντες ανάπτυξης των υδρόβιων φυτικών οργανισμών με αποτέλεσμα τον ευτροφισμό και τον υπερευτροφισμό των νερών.

Η αλόγιστη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στις καλλιέργειες και ιδιαίτερα εκείνων που δύσκολα βιοαποδομούνται και διασπώνται στις συνθήκες περιβάλλοντος και έχουν την ιδιότητα να βιοσυσσωρεύονται στους οργανισμούς, αποτελεί ίσως σήμερα το μεγαλύτερο κίνδυνο για τα υδάτινα οικοσυστήματα (Kilikidis et al., 1981). Ενώ ο Καμαριανός (1997) επισήμανε ότι έντονο πρόβλημα απόπλυσης των εδαφών έχουμε σε περιπτώσεις μη ορθολογικής μεθόδου καλλιέργειών (τρόπος οργώματος) στα πρανή των αποδεκτών.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες αντικατάστασης των συνθετικών χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων από προϊόντα πιο φιλικά προς το περιβάλλον με σκοπό τη μείωση των προβλημάτων που δημιουργούνται από την τοξικότητα τους και τα κατάλοιπα των ουσιών αυτών. (Καμαριανός, 1997)

Η διαχείριση της ποιότητας του νερού στις αγροτικές περιοχές είναι έντονα συνδεδεμένη με τη μόλυνση των ποταμών και τον έλεγχο των αποβλήτων νερών από βιομηχανικές ή άλλες μονάδες. Για να πετύχουμε σωστά αποτελέσματα πρέπει να γίνει χειρισμός των λυμάτων και των ζωικών αποβλήτων καθώς και των εκροών χημικών και λιπασμάτων. Στην Ιαπωνία ο χειρισμός λυμάτων και ο έλεγχος των εκροών του αζώτου (νιτρικών) και του φωσφόρου από την έκλυση των χωραφιών, συνεχώς ελέγχεται και διαπιστώθηκε ότι παίζει το σημαντικότερο ρόλο στον ευτροφισμό των λιμνών (Tabuchi, 1989).

Σε περιπτώσεις λιμνών που παρουσίασαν ευτροφισμό, η επίδραση των εντατικών καλλιεργειών και της εισαγωγής λιπασμάτων στο νερό των ποταμών κυμαίνεται σε διαφορετικές συλλογές υδάτων. Σε περιοχές με μικτή χρήση γης παρατηρήθηκε ότι η αμμωνία, τα φωσφορικά και τα αιωρούμενα

ιζήματα ακινητοποιήθηκαν σε επιφανειακές υπερχειλήσεις ενώ τα νιτρικά μεταφέρθηκαν διαμέσου ροής σε άλλες στον υπόγειο υδοφόρεα. Κάτι τέτοιο διαπιστώθηκε όπως φαίνεται στο Slapton Ley Devon, U.K. (Heathwaite et al, 1989).

A) ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ

Ο βασικός μηχανισμός που παράγει την ενέργεια, η οποία είναι αναγκαία για κάθε μορφή λειτουργίας των χλωροφυλλούχων φυτών είναι η φωτοσύνθεση και η δημιουργία της χλωροφύλλης. Η χλωροφύλλη δεσμεύει την ηλιακή ενέργεια που εισέρχεται στο οικοσύστημα ως ηλιακό φως, και συνθέτει οργανική ύλη από το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Όλοι οι οργανισμοί που συγκροτούν τη βιοκοινωνία του οικοσυστήματος χρησιμοποιούν την ενέργεια της χλωροφύλλης έμμεσα ή άμεσα για την αύξηση, το πολλαπλασιασμό, τη συντήρηση και τις άλλες λειτουργίες τους.

Η μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης αποτελεί μια συνηθισμένη τεχνική για το προσδιορισμό της υφιστάμενης βιομάζας του φυτοπλαγκτού (Λυκάκης, 1996).

Η παραγωγικότητα των λιμνών υπολογίζεται από τη μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, που είναι ένας απλός δείκτης της παραγωγικότητας των υδάτινων οικοσυστημάτων, ο οποίος μπορεί να μετρηθεί γρήγορα. Για τη μέτρηση της χλωροφύλλης, σαν σημάδι ευτροφισμού, θεωρούμε δεδομένο ότι ο όγκος της λίμνης είναι σταθερός. Όμως ορισμένες λίμνες έχουν μεγάλη διαφορά μεταξύ των εισροών και εκροών και η υπόθεση για σταθερό όγκο δεν είναι έγκυρη και μπορεί να επιφέρει λάθη, όπως παρατηρήθηκε στη λίμνη Chen-Chin στην Ταϊλάνδη (Kuo ; Wu, 1991).

Η συνολική ποσότητα της χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας στο επιφανειακό στρώμα, μέχρι βάθος 15 m δείχνει και την εποχιακή μεταβολή της βιομάζας της λίμνης. Η εποχιακή διακύμανση της βιομάζας ακολουθεί σε γενικές γραμμές την εποχιακή διακύμανση της παραγωγικότητας εκτός από την περίοδο του φθινοπώρου. Αυτό παρατηρήθηκε στη λίμνη Βεγορίτιδα (Διαμαντίδης, 1984). Παρόμοιες φθινοπωρινές αυξήσεις των συγκεντρώσεων Chl-a του επιλιμνίου, που καταγράφηκαν στη λίμνη Michigan (ΗΠΑ)

εξηγήθηκαν από το Rousar (1973) σαν μια ένδειξη του ευτροφισμού της λίμνης, ενώ οι Brooks και Torke (1977) το απόδωσαν στην επιστροφή, στην ευφωτική ζώνη, ειδών φυκιών που αναπτύσσονται σε ζώνες του υπολιμνίου καθ' όλη τη διάρκεια της στρωμάτωσης και επίσης σε νέα πραγματική αύξηση της βιομάζας σαν μια απάντηση της αύξησης της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο επιλίμνιο. Η φθινοπωρινή αύξηση της βιομάζας πρέπει να αποδοθεί στην αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στην ευφωτική ζώνη καθώς πλησιάζει η πλήρης ανάμιξη της λίμνης και υπολίμνιες μάζες νερού, πλούσιες σε θρεπτικά στοιχεία, αναμιγνύονται με τις επιλίμνιες μάζες νερού (Διαμαντίδης, 1984).

Οι τιμές για να μπορέσει να χαρακτηριστεί μία λίμνη ευτροφική, μεσοτροφική ή ολιγοτροφική δίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Χαρακτηρισμός των λιμνών σύμφωνα με την ποσότητα χλωροφύλλης που βρίσκονται σ' αυτές.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΟΛΙΓΟΤΡΟΦΙΚΗ	ΜΕΣΟΤΡΟΦΙΚΗ	ΕΥΤΡΟΦΙΚΗ
Χλωροφύλλη - α, σε ppm	0,3 – 2	2 – 15	15 – 500

Οι σπουδαιότεροι περιοριστικοί παράγοντες της πρωτογενούς παραγωγικότητας των λιμνών, αλλά και όλων των άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων είναι το φως, τα θρεπτικά άλατα, τα υδάτινα ρεύματα και άλλοι οικολογικοί παράγοντες. Ορισμένα θρεπτικά άλατα είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών και του φυτοπλαγκτού. Ο ρυθμός πρόσληψης θρεπτικών αλάτων και η περιεκτικότητα της χλωροφύλλης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες της παραγωγικότητας.

Ο Brinley (1993) διαπίστωσε ότι η ύπαρξη φωσφόρου είναι απαραίτητη για την παραγωγή ψαριών ευνοώντας την ανάπτυξη των φυκιών και των μακροφυτών δηλαδή την πρωτογενή παραγωγή. Ο φώσφορος σε φυσικές υδατοσυλλογές σπάνια απαντάται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Ωστόσο υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου οδηγούν σε υπερβολική ανάπτυξη των φυτών (ευτροφισμός), η αποσύνθεση των οποίων δημιουργεί ανοξικές καταστάσεις

στους ετερότροφους οργανισμούς προκαλώντας θανάτους ψαριών (Stangenberg, 1994).

B) ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (BOD)

Το στοιχειακό οξυγόνο, που χρειάζεται για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών των λυμάτων από αερόβιους μικροοργανισμούς, ονομάζεται **βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο** ή **biochemical oxygen demand** και αποτελεί μέτρο για την εκτίμηση της «πυκνότητας» των λυμάτων από την πλευρά των ενοχλήσεων, που μπορεί να προκαλέσει το οργανικό φορτίο τους στο περιβάλλον. Πρώτος ο Frankland το 1868 χρησιμοποίησε ένα είδος του BOD ελέγχου στην προσπάθειά του να εκτιμήσει το ρυπαντικό φορτίο του ποταμού Τάμεση, αλλά η κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς προτάθηκε αργότερα, ενώ η συστηματική χρήση του BOD έγινε το 1912 – 13 από ειδική Βρετανική Επιτροπή (British Royal Commission on Sewage Disposal) (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Ο ρυθμός της βιοχημικής αποδόμησης εξαρτάται μεταξύ άλλων και από τη θερμοκρασία. Για συνήθη αστικά λύματα στους 20°C, χρειάζεται χρονικό διάστημα αρκετών ημερών (ίσως 70 – 90) για την πλήρη αποδόμηση. Η οξειδωση αυτή των οργανικών ουσιών γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο αποδομούνται κυρίως οι ενώσεις του άνθρακα, ενώ στο δεύτερο, που αρχίζει γύρω στη 10^η μέρα (στους 20°C), όταν έχουν πια αναπτυχθεί αρκετά τα νιτροβακτήρια, οξειδώνονται οι αζωτούχες ενώσεις (νιτροποίηση), που έχουν κυρίως απομείνει παράλληλα με τα υπολείμματα του άνθρακα (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Σαν μέτρο χρησιμοποιείται το απαιτούμενο οξυγόνο των πρώτων 5 ημερών (στους 20°C), που αντιπροσωπεύει τα 2/3 περίπου (68%) του απαιτούμενου συνολικά και εκφράζεται είτε σαν συγκέντρωση (π.χ. σε mg/L), είτε σαν φορτίο (π.χ. σε g ή kg ή t/ημ).

Ευτροφικές καταστάσεις δημιουργούνται όταν διοχετεύονται μεγάλες ποσότητες θρεπτικών αλάτων και νεκρής οργανικής ύλης σε υδάτινα οικοσυστήματα. Σε τέτοιες καταστάσεις επέρχεται σημαντική μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου, η οποία συνεπάγεται αλλαγές στη σύνθεση των υδρόβιων βιοκοινωνιών. Η υπέρμετρη αύξηση μικροοργανισμών (κυανοβακτηρίων, αερόβιων βακτηρίων κ.τ.λ.) προκαλεί μεγάλη κατανάλωση

διαλυμένου οξυγόνου με συνέπεια η πλήρης αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης από τα αερόβια βακτήρια να είναι ανέφικτη. Η τυπική μέθοδος του προσδιορισμού της απαίτησης υδάτινων συστημάτων σε οξυγόνο για την αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης είναι η μέτρηση του ρυθμού μείωσης του οξυγόνου σφραγισμένων δειγμάτων ύδατος, τα οποία παραμένουν στο σκότος επί πέντε μέρες. Πρόκειται για τη βιολογική ή βιοχημική απαίτηση οξυγόνου (BOD), η οποία κυμαίνεται από 5mg O₂ / L / 5ημέρες σε καθαρά νερά ποταμών, μέχρι 600 mg O₂ / L / 5ημέρες σε ακατέργαστα οργανικά απόβλητα. Ο προσδιορισμός του BOD δεν αντιπροσωπεύει πλήρη οξείδωση επειδή μέρος της νεκρής οργανικής πρώτης ύλης μετατρέπεται σε νεαρά κύτταρα (Λυκάκης, 1996).

Συνοπτικά ο προσδιορισμός του BOD έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία διότι με αυτόν διαπιστώνεται εύκολα η ολική ρύπανση των υδάτων από οργανικές ουσίες, επειδή οι οργανικές ουσίες αποτελούν βασική τροφή για τους μικροοργανισμούς. Ακόμη αποτελεί μέτρο της τοξικότητας των υγρών αποβλήτων γιατί οι τοξικές ενώσεις ή παρεμποδίζουν ή αναστέλλουν την ικανότητα μεταβολισμού των ζώντων κυττάρων με αντίστοιχη μείωση του BOD (Μαρκαντωνάτος, 1990). Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι τιμές BOD που απαιτούνται σε διάφορους τύπους νερών.

Πίνακας 2: Χαρακτηρισμός της ποιότητας των νερών σύμφωνα με τις μετρήσεις του βιολογικά απαιτούμενου οξυγόνου.

Ποιότητα νερών	Μετρήσεις BOD (σε mg x L ⁻¹)
Καθαρά νερά ποταμών	5
Επεξεργασμένα απόβλητα	30
Ακατέργαστα οργανικά απόβλητα	600

2. ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Τα ψάρια πολύ συχνά προσβάλλονται από νοσήματα που οφείλονται σε βακτήρια. Τα νοσήματα αυτά, παρόλο που σήμερα αντιμετωπίζονται με τα διάφορα φαρμακευτικά ιδιοσκευάσματα, αποτελούν για την ιχθυοκαλλιέργεια μια διαρκή απειλή. Τα παθογόνα βακτήρια των ψαριών, όπως συμβαίνει με τον άνθρωπο και τα ζώα, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στα υποχρεωτικώς παθογόνα και στα δυνητικώς παθογόνα (σαπρόφυτα). Τα πρώτα, όπως το *Aeromonas salmonicida* και το *Hemophilus piscium* (αιτιολογικοί παράγοντες αντιστοίχως της δοθιηνώσεως και της ελκωτικής δερματίτιδας), δε βρίσκονται τυχαία στο νερό, δηλαδή χωρίς την παρουσία ασθενών ψαριών ή φορέων, ενώ τα δεύτερα, όπως το *Pseudomonas fluorescens*, το *Aeromonas liquefaciens* και διάφορα μυξοβακτήρια, είναι βακτήρια κοινά του ύδατος ή του εντερικού σωλήνα των ψαριών. Τα βακτήρια αυτά, εφόσον η υγιεινή κατάσταση των ψαριών είναι καλή, συμπεριφέρονται ως σαπρόφυτα, αν όμως τα ψάρια υποστούν οποιαδήποτε ταλαιπωρία από αίτια του περιβάλλοντος, διατροφής κ.λ.π., μπορούν να μετατραπούν σε παθογόνα και να προκαλέσουν παθολογικές καταστάσεις με σοβαρές συνέπειες για την υγεία των ψαριών. Εξάλλου, όχι μόνο τα υποχρεωτικά παθογόνα βακτήρια μπορούν να εισχωρήσουν στους ιστούς του ψαριού, αλλά και τα δυνητικώς παθογόνα, όταν για οποιαδήποτε αιτία παρατηρηθεί πτώση της αντιστάσεως του οργανισμού του ψαριού. Τα περισσότερα βακτήρια που προσβάλλουν τα ψάρια ανήκουν στην τάξη των *Pseudomonadales*, στην οικογένεια *Pseudomonadaceae*, στα γένη *Pseudomonas* και *Aeromonas* και στην οικογένεια *Spirillaceae*, στο γένος *Vibrio*. Πρόκειται για βακτήρια πολύ διαδεδομένα στα επιφανειακά ύδατα και στο έδαφος. Επίσης πολύ συχνά στην ιχθυοπαθολογία εμφανίζονται τα βακτήρια του γένους *Mycobacteriales*, κοινώς αναφερόμενα στη διεθνή βιβλιογραφία με το όνομα «μυξοβακτήρια» (Πνευματικάτος, 1993).

Τα κολοβακτήρια δεν μπορούν να ζήσουν αρκετό καιρό στο φυσικό θαλασσινό νερό. Επιβιώνουν μόνο λίγες μέρες. Έρευνες του τμήματος Δημόσιας Υγείας της Καλιφόρνιας (1943) επιβεβαίωσαν την επιβίωση ποσοστού 1 έως 2,5% των κολοβακτηριδίων μετά από 24 ώρες. Μελέτες του Zobel (1940) δίνουν ποσοστό επιβίωσης 3% μετά 48 ώρες. Οι P. Pantaleon and R. Rousset (1962) προτείνουν όχι πλέον των 2 κολοβακτηριδίων $\times \text{cm}^{-3}$

και απουσία σαλμονελλών σε 25ml μείγματος σάρκας και υγρών, καθώς και αναζήτηση του στρεπτόκοκκου D, σαν δείκτη της ύπαρξης του ιού της λοιμώδους ηπατίτιδας.

Στις θάλασσες απαντάται ένας μικρός, σχετικά, αριθμός βακτηριδίων, ο οποίος σημειωτέον πολύ σπάνια περιλαμβάνει μικρόβια κοινά στον άνθρωπο και στα ζώα της Γης. Το θαλάσσιο μικροβιακό φορτίο απαρτίζεται βασικά κατά 95% από βακτήρια αρνητικά κατά Gram, μικρού σχήματος, συχνά πολύμορφα και σπάνια σπορογόνα. Περισσότερα του 50% είναι χρωμογόνα (Zobell et al., 1940).

Το γένος *Pseudomonas* απαντάται σε μεγαλύτερη κλίμακα, ακολουθούμενο από τα γένη *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Flabobacterium*, *Serratia*, *Vibrio*, *Celvibrio*, *Bacterium*, *Bacillus* και *Clostridium*. Οι κόκκοι (ιδιαίτερα για τα γένη *Micrococcus* και *Sarcina*), τους οποίους παλιοί ερευνητές θεωρούσαν πολυάριθμους, εκτός από τα θερμά νερά, αντιπροσωπεύουν το 2% έως 3% του συνόλου των ευρεθέντων ειδών (Soudan, 1965).

Διάφοροι εξωτερικοί παράγοντες, όπως άνεμοι, ρεύματα, παλίρροιες κ.λπ. μπορεί να μεταφέρουν από την ξηρά μικροοργανισμούς προς τη θάλασσα και να τροποποιήσουν τη μικροβιακή σύνθεση στα επιφανειακά νερά, ενώ στις βαθιές θάλασσες και στο βυθό η σύνθεση αυτή ελάχιστα επηρεάζεται. Τα μικρόβια χερσαίας προέλευσης και ιδιαίτερα τα εντεροβακτήρια, δεν μπορούν να ζήσουν στη θάλασσα, παρά μόνο μερικές μέρες, μέχρι λίγες εβδομάδες, και για το λόγο αυτό σπανίζουν όσο απομακρυνόμαστε από τις ακτές. Ο συνολικός αριθμός των μικροβίων ανά κυβικό εκατοστό (ml) είναι μερικές εκατοντάδες στα επιφανειακά νερά, λιγότερο από 10 σε βάθος 200 m και 10^{-4} έως 10^{-7} , κοντά στο βυθό της θάλασσας (Παπαναστασίου, 1986).

Ο μικροβιακός πληθυσμός των εσωτερικών νερών (λιμνών, ποταμών κλπ) είναι πολύ διαφορετικός από τον αντίστοιχο της θάλασσας. Επιπλέον μπορεί να αλλάξει ριζικά σε ελάχιστο χρόνο, με την απόρριψη διαφόρων βιομηχανικών αποβλήτων. Σε πολύ μολυσμένα εσωτερικά νερά δεν είναι δυνατόν να επιζήσουν τα ψάρια, λόγω της απουσίας του οξυγόνου. Τα περισσότερα ψάρια του γλυκού νερού ζουν μέσα σε νερά που περιέχουν, κατά μέσο όρο, 100.000 βακτήρια $\times \text{cm}^{-3}$. Τα πλέον απαιτητικά είδη σε

οξυγόνο είναι οι πέστροφες και οι σολωμοί ($7 \text{ mg O}_2 \times \text{Lt}^{-1}$ νερού) και τα κυπρινοειδή ($5 \text{ mg O}_2 \times \text{Lt}^{-1}$ νερού) (Παπαναστασίου, 1986).

Ο μικροβιακός πληθυσμός των ποταμών και των λιμνών περιλαμβάνει εξαιρετικά πολυάριθμα είδη: *Sphaerotilus*, *Leptothrix*, *Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Achromatium*, και διάφορα σαπροφυτικά είδη: *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Cellvibrio*, *Cellfalcicula*, *Spirillum*, *Chromobacterium*, *Achromobacter*, *Serratia*, *Aerobacter*, *Proteus*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Flabobacter*, *Micrococcus*, *Sarcina* καθώς και διάφορα είδη προερχόμενα από επιμολύνσεις, εντερόκοκκοι, σαλμονέλλες, *Bacterium* κ.λπ. Το μικροβιακό φορτίο εμφανίζει το maximum κατά την άνοιξη. Κατά τις μετακινήσεις, την αναπνοή και διατροφή των υδρόβιων οργανισμών, σημαντικό αριθμός μικροβίων του νερού, έρχεται σε επαφή μαζί τους και απορροφούνται από τη βλέννα του δέρματος, τα βράγχια και το πεπτικό σύστημα. Ο συνολικός αριθμός των μικροβίων μπορεί να ξεπεράσει και το ένα εκατομμύριο ανά κυβικό εκατοστό. Υπάρχει ένας διαχωρισμός στη σύνθεση του μικροβιακού φορτίου των ζωντανών θαλασσινών αλιευμάτων, από τα αντίστοιχα του γλυκού νερού. Στα θαλασσινά είδη απαντάται ένας μικρός, σχετικά, αριθμός βακτηρίων, ο οποίος πολύ σπάνια περιλαμβάνει μικρόβια κοινά στον άνθρωπο και στα ζώα. Τόσο στα ψάρια της θάλασσας, όσο και στα αντίστοιχα του γλυκού νερού, το πεπτικό σύστημα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής παραμένει ελεύθερο μικροβίων, γιατί τότε το ψάρι σταματά τη διατροφή του. Το μικροβιακό φορτίο επανέρχεται όταν το ψάρι επιστέψει στην κανονική διατροφή. Αντίθετα, στα είδη του γλυκού νερού απαντούν πολυάριθμα είδη μικροβίων. Το μικροβιακό φορτίο της βλέννας του δέρματος των ψαριών του γλυκού νερού, αποτελείται βασικά από *Pseudomonas*, *Achromobacter* και *Flabobacterium*. Έχουν ευρεθεί και άλλα γένη, όπως *Alcaligenes*, *Colynebacterium*, *Proteus*, *Bacillus*, *Micrococcus* και *Sarcina*. Όλα τα παραπάνω μικρόβια είναι αερόβια ή προαιρετικά αναερόβια. Δεν έχει ευρεθεί μέχρι στιγμής κανένα υποχρεωτικό αναερόβιο στη βλέννα του δέρματος των ψαριών. Το μικροβιακό φορτίο των βραγχίων είναι περίπου το ίδιο με το αντίστοιχο της βλέννας του δέρματος. Τα μικρόβια του πεπτικού συστήματος επηρεάζονται βασικά από τη διατροφή και την περιοχή διαβίωσης των ψαριών (παραλιακές ή μη). Είναι πάντοτε πλουσιότερο του αντίστοιχου των ψαριών της θάλασσας. Περιλαμβάνει τα γένη *Proteus*, *Vibrio*, ενίοτε και

υποχρεωτικά αναερόβια του γένους *Clostridium* (όπως *C. tetani*, *C. botulinum* κ.λπ.), καθώς και εντεροβακτήρια σε περιπτώσεις μολυσμένων νερών (Παπαναστασίου, 1986).

Ασθένειες ψαριών λοιμώδους αιτιολογίας: φυματιώσεις, τις επιζωοτικής και αιμορραγικές εξοφθαλμίες, τον τύφο της πέρκας του γλυκού νερού, τα διάφορα είδη πανώλης, τη βακτηριδιακή εντερίτιδα, τη δοθιήνωση, τη σήψη των πτερύγων της νεαρής πέστροφας, το ερυθρό στόμα, τις διάφορες δερματίτιδες, τη ψευδοδιφθερίτιδα, το λοιμώδες οίδημα, την ασθένεια από το βακτήριο *Pseudomonas punctata* και την ελκωτική νέκρωση της κεφαλής. Από όλες τις παραπάνω ασθένειες, η πλειοψηφία των οποίων αφορά ψάρια του γλυκού νερού, καμία δεν μεταδίδεται στον άνθρωπο. Εξαίρεση μοναδική, αποτελούν οι βακιλλώσεις, που οφείλονται σε διάφορα στελέχη του γένους *Proteus*, οι οποίες προκαλούν επιζωοτία αποκλειστικά και μόνο στα ψάρια του γλυκού νερού (Παπαναστασίου, 1986).

Η ασθένεια αυτή μπορεί να μεταδοθεί στον άνθρωπο, ιδιαίτερα στα μικρά παιδιά, προκαλώντας αρκετά σοβαρές διαταραχές του πεπτικού συστήματος. (Penso, 1950)

Κατά τη μικροβιολογική εξέταση προσδιορίζεται κυρίως ο αριθμός των κολοβακτηριοειδών (ολικός αριθμός) ανά 100 ml δείγματος, σαν γενικός δείκτης της μόλυνσεως. Συμπληρωματικά για την περιττωματική μόλυνση προσδιορίζεται σαν δείκτης ο αριθμός των *E. Coli* και κατά περίπτωση μπορεί να αναζητηθούν και άλλοι μικροοργανισμοί (εντερόκοκκοι) ή παθογόνα μικρόβια (σαλμονέλες).

Στον Πίνακα 3 αναφέρονται τα βακτήρια που ευθύνονται για τις διάφορες ασθένειες των ψαριών.

Πίνακας 3: Αναφορά των ασθενειών που προκαλούνται στα ψάρια και ποια είναι τα βακτήρια που ευθύνονται για αυτές.

Α/Α	ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΨΑΡΙΩΝ	ΒΑΚΤΗΡΙΟ ΠΟΥ ΤΗΝ ΠΡΟΚΑΛΕΙ
1	Δοθιήνωση	<i>Aeromonas salmonicida</i>
2	Ερυθρό στόμα	<i>Aeromonas salmonicida</i> <i>Aeromonas liquefaciens</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i>
3	Ερυθρά πανώλη των χελιών	<i>Aeromonas liquefaciens</i> <i>Paracolobactrum anquillimortiferum</i> <i>Vibrio anquillarum</i>
4	Εκλωτική δερματίτιδα της πέστροφας	<i>Hemophilus piscum</i>
5	Δονακίωση	<i>V. piscium</i> <i>V. anquillarum</i>
6	Βακτηριακή νεφρίτιδα	<i>Corynebacterium</i>
7	Στηλώδη νόσο	<i>Cytophaga columnatis</i>
8	Νοσός των βραγχίων	Από υπερφόρτιση βακτηρίων στα νερά
9	Νέκρωση πτερυγίων και ουράς	Από τα γένη: <i>Aeromonas</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Hemophilus</i> <i>Vibrio</i>

IV. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. ΑΒΙΟΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

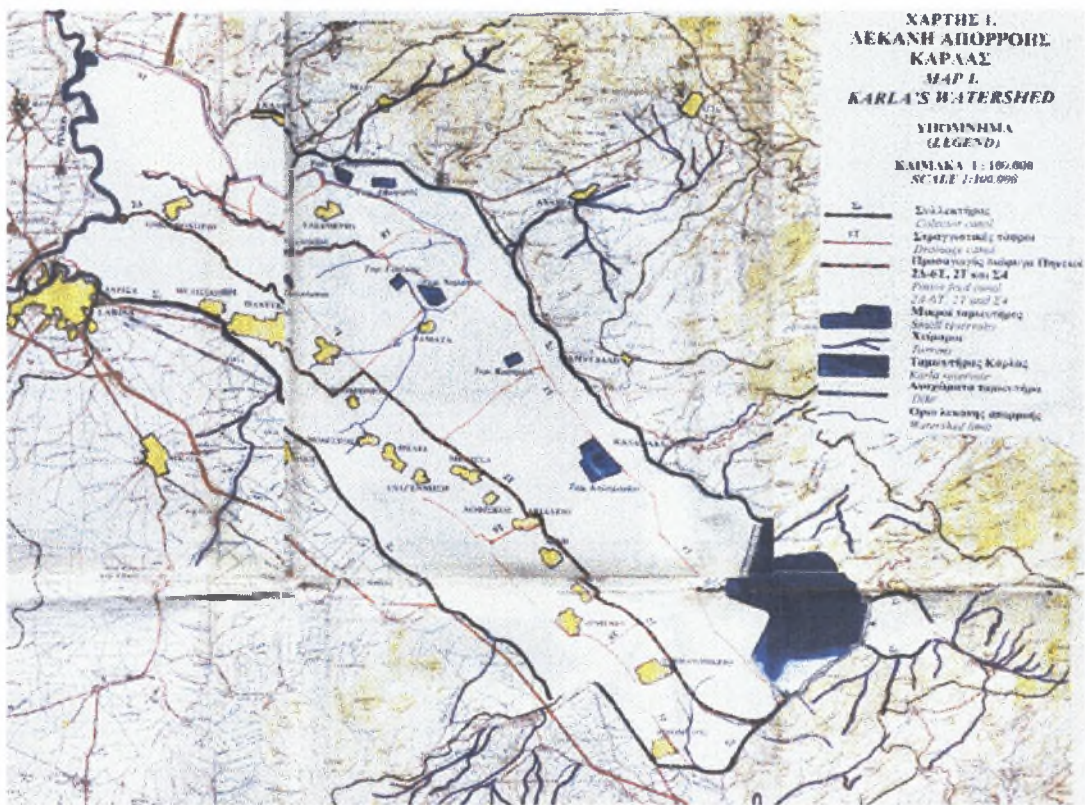
Η λίμνη Κάρλα (Βοιβηΐδα) αποτελούσε μέρος μιας πολύ μεγαλύτερης λίμνης που κάλυπτε προϊστορικά το Θεσσαλικό κάμπο. Εξαιτίας του χαμηλότερου υψομέτρου της λίμνης έναντι του Πηνειού, εκτός από τα νερά της λεκάνης απορροής της, η λίμνη δεχόταν και μέρος της πλημμυρικής παροχής του ποταμού, που έφθανε σ' αυτή μέσω του χειμάρρου Ασμάκι. Η είσοδος πλημμυρικών εκροών στη λίμνη από τον Πηνειό και τη γύρω ορεινή ζώνη, σε συνδυασμό με το βραδύ ρυθμό απομάκρυνσής τους από αυτή, με την εξάτμιση, τη βαθιά διήθηση καθώς και την υπερχειλίση μέσω των καρστικών πετρωμάτων, είχε ως αποτέλεσμα το εμβαδόν της να μεταβάλλεται, ανάλογα με τη σχέση εισροών και εκροών, από 45.000 έως 180.000 στρέμματα.

Εκτός από τα 45.000 στρέμματα, που αποτελούσαν το μόνιμο εμβαδόν της, 137.000 στρέμματα της ευρύτερης περιοχής υπέφεραν από πλημμύρες, με δυσμενείς ως καταστρεπτικές συνέπειες στην απόδοση των καλλιεργειών, εξαιτίας της ελλείψεως οξυγόνου στο έδαφος και της δημιουργίας παθογενών εδαφών από τη συγκέντρωση αλάτων. Επίσης εδημιουργείτο ευνοϊκό περιβάλλον για τη διάδοση της ελονοσίας. Το πρόβλημα της τιθάσευσης των πλημμυρικών υδάτων και της χρησιμοποίησής τους για οικονομικούς σκοπούς δεν αφορούσε αποκλειστικά την περιοχή της Κάρλας, αλλά ολόκληρη τη Θεσσαλία. Εξαιτίας της έλλειψης κατάλληλης διαίτας του ποταμού Πηνειού και των παραποτάμων του, μερικές εκτάσεις της παρέμεναν ως λίμνες ή έλη, ενώ ασυγκρίτως μεγαλύτερες υπέφεραν από τις ετήσιες πλημμύρες με αβέβαιη την παραγωγή τους (Ζαλίδης κ.α., 1995).

Στη φωτο 1 φαίνεται η ευρύτερη περιοχή της τέως λίμνης Κάρλα από το δορυφόρο Lantsat 5.

Α) ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ - ΟΡΙΑ - ΕΜΒΑΔΟΝ

Η λεκάνη της Κάρλας κατέχει το Ν.Α. άκρο της πεδιάδας της Λάρισας και παρουσιάζει μορφή κλειστής επιμήκους λεκάνης μήκους 35 Km και πλάτους 9-15Km . Η λεκάνη έχει όρια στον Β. τον ποταμό Πηνειό και τον ορεινό όγκο της Όσσας (Κίσσαβο), στην Α. τους ορεινούς όγκους του Μαυροβουνίου και του Πηλίου, στο Ν. το Χαλκοδόνιο όρος (Μουροβούνι) και το Μεγαβούνι και στη δύση το Φυλλήιον όρος (Λογατζή) (Χάρτη 1).

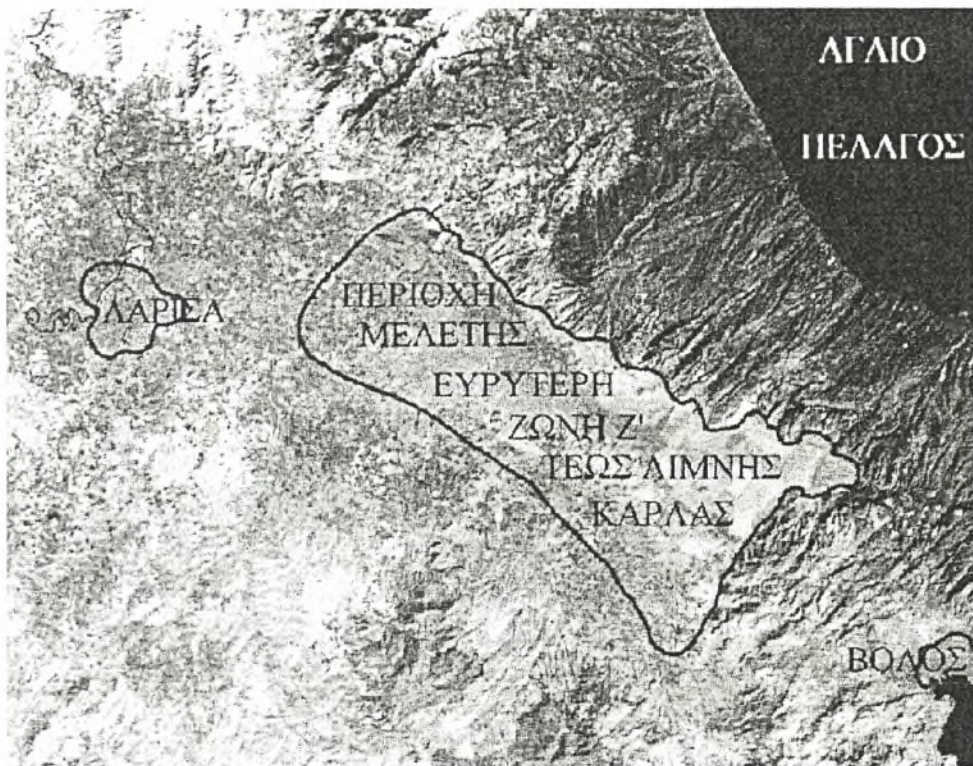


Χάρτης 1: Ευρύτερη περιοχή λεκάνης απορροής λίμνης Κάρλας

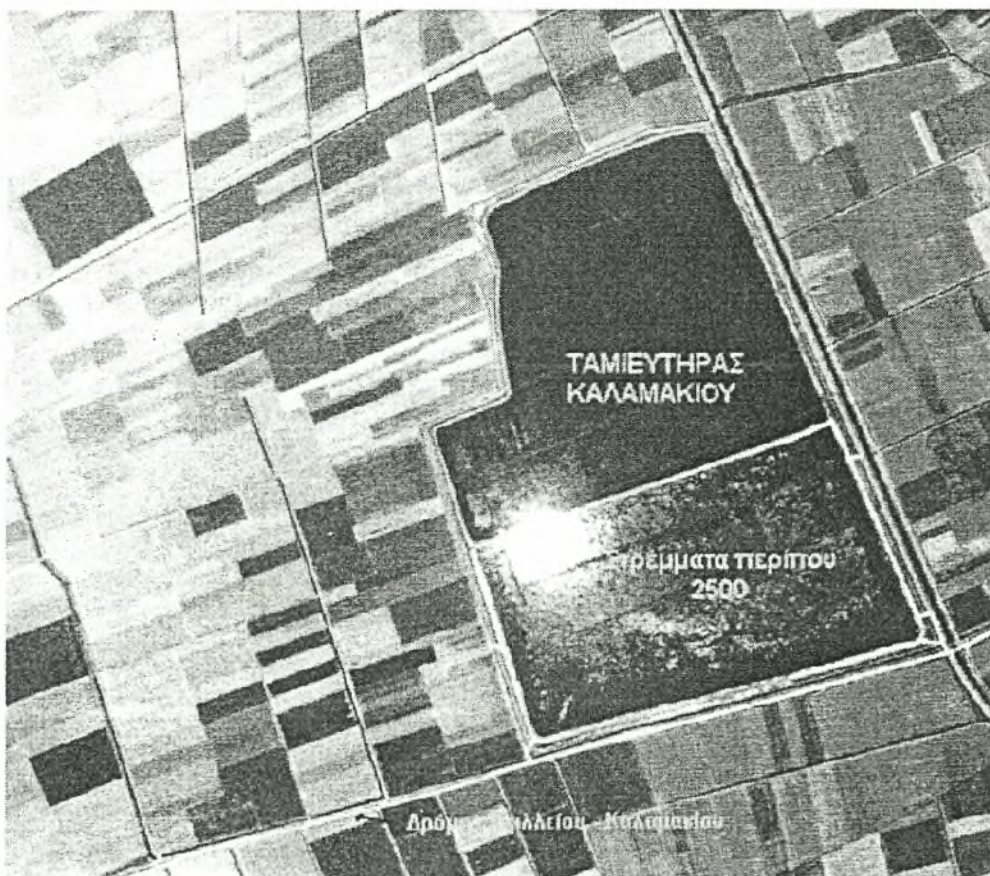
Το συνολικό εμβαδόν της Κάρλας ανέρχεται στα 1.650 Km². Στο μέσο της λεκάνης αυτής βρίσκεται το βαθύτερο τμήμα της θεσσαλικής πεδιάδας, τα χαμηλότερα τμήματα της οποίας, μέχρι το 1961, καλύπτονταν από τα νερά της λίμνης Κάρλα, που αποτελούσε πριν από την εκτέλεση των έργων και τον κύριο αποδέκτη της. Διοικητικά η λεκάνη της Κάρλας υπάγεται στους Νομούς

Λάρισας και Μαγνησίας και στους Δήμους Αρμενίου, Κιλελέρ, Συκουρίου, Λακέριας, Πλατυκάμπου για τον πρώτο και Φερών, Κάρλας για το δεύτερο.

Η έκταση που κατελάμβανε η λίμνη δεν ήταν σταθερή, αλλά μεταβαλλόταν ανάλογα με τις εισροές και εκροές του νερού. Οι εισροές του νερού προέρχονται κυρίως από τη βροχόπτωση και τις πλημμύρες του Πηνειού και δευτερευόντως από τις πηγές του Βελεστίνου και από το ρεύμα Ασμάκι που βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της λίμνης. Οι εκροές νερού από τη λίμνη οφείλονταν κυρίως στην εξάτμιση και τη διήθηση από τον πυθμένα της. Περίπου τα 60.000 στρέμματα αποτελούν τη λίμνη Κάρλα με μόνιμα νερά καθ' όλο το έτος ενώ τα 182.000 στρέμματα κατακλύζονταν σε βαθμό ανάλογο με τις ετήσιες βροχοπτώσεις, από το Σεπτέμβριο έως το Μάιο. Η περιοχή αυτή ήταν υποβαθμισμένη στο σύνολο της, γιατί κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων η υπόγεια στάθμη νερού έφτανε στην επιφάνεια. Στην συνέχεια κατά το θέρος, με την πτώση της στάθμης και την άνοδο της θερμοκρασίας, το νερό εξατμιζόταν και παρέμεναν στα ανώτερα στρώματα του εδάφους τα άλατα που περιείχε σε διάλυση. Περίπου 182.000 στρέμματα αποτελούσαν τα υγιή (μη παθογενή) εδάφη της περιοχής. Με την κατασκευή της σήραγγας και αντίστοιχου στραγγιστικού δικτύου η περιοχή της λίμνης αποξηράνθηκε και τα εδάφη της καλλιεργούνται. Η άνοδος της υπόγειας στάθμης της προβληματικής περιοχής περιορίστηκε σε βάθη που δε φτάνουν το ανώτερο επιφανειακό στρώμα του εδάφους (Τζιώλας, 1989). Στη φωτο 2 φαίνεται πανοραμικά σε αεροφωτογραφία ο ταμιευτήρας Καλαμακίου.



Φώτο 1: Η ευρύτερη περιοχή της τέως λίμνης Κάρλα, από το δορυφόρο Lantsat 5



Φώτο 2: Πανοραμική άποψη του ταμιευτήρα Καλαμακίου (αεροφωτογραφία)

Β) ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η περιοχή αποτελεί τεκτονικό βύθισμα που έγινε στην πρώτη περίοδο της τεταρτογενούς εποχής στο οποίο εναποτέθηκαν τα πρώτα λιμναία ιζήματα. Ακολούθησε πλήρωση αυτού με προϊόντα διάβρωσης που μετέφεραν ο Πηνειός και οι χείμαρροι και μικροχείμαρροι της λεκάνης απορροής τους. Οι ορεινοί όγκοι που περιβάλλουν την περιοχή από Β. και Α. ως τα 2,5 Km και ΝΑ του οικισμού Καλαμάκι, αποτελούνται από κρυσταλλικά πετρώματα, σχιστών ταλκικών σχιστόλιθων (αδιαπέρατοι σχηματισμοί) και χλωρωτικών γνευσίων (αδιαπέρατοι και υδατοστεγανοί σχηματισμοί). Από το Καλαμάκι ως τα Κανάλια και σ' όλο το νότιο τμήμα, στα παραπάνω πετρώματα επικάθονται ασβεστόλιθοι και μάρμαρα (με κυμαινόμενη διαπερατότητα). Στα δυτικά η πεδιάδα συνεχίζεται με αλλουβιακές αποθέσεις περίπου 2,5 Km και στη συνέχεια την περιβάλλουν οι αργιλικοί όγκοι του πλειόκαινου (Τζιώλας, 1989).

Γ) ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Η λεκάνη απορροής της τέως λίμνης Κάρλα με τα έργα του Πηνειού χωρίστηκε σε δύο υπολεκάνες. Η έκταση της λίμνης μεταβαλλόταν ανάλογα με την ποσότητα νερού. Οι εισροές της λεκάνης της Κάρλας προέρχονταν κυρίως από βροχοπτώσεις, πλημμυρικές παροχές του Πηνειού, από τις πηγές του Βελεστίου και το Ασμάκι. Οι εκροές στηρίζονταν κυρίως στην εξάτμηση και τη βαθιά διήθηση από τον πυθμένα και περισσότερο στα καρστικά και ασβεστολιθικά εδάφη. Η υδρολογική λεκάνη της Κάρλας αποτελείται από 56% ορεινή και 44% πεδινή έκταση (Νεοφύτου κ.α., 1992).

Δ) ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Θερμοκρασία αέρα

Η μέση θερμοκρασία είναι πάντα πάνω από το μηδέν, αλλά η χαμηλότερη θερμοκρασία που παρατηρήθηκε κατά το χειμώνα είναι $-21,6^{\circ}\text{C}$, ενώ η υψηλότερη που μετρήθηκε το καλοκαίρι ήταν $45,2^{\circ}\text{C}$ (Νεοφύτου κ.α., 1992).

Παγετοί –πάχνη

Οι συνήθεις παγετοί που παρατηρούνται στην περιοχή είναι κατά την περίοδο Δεκεμβρίου –Μαρτίου και σπανιότερα κατά τους μήνες Νοέμβριο και Απρίλιο. Οι ημέρες του παγετού είναι περίπου 43 ανά έτος. Η πάχνη

εμφανίζεται περίπου 14 φορές κατά τη διάρκεια του έτους (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α., 1989).

Βροχόπτωση

Το μέσο ύψος βροχής είναι 456,8 mm. Σύγκριση της τιμής αυτής με το μέσο ύψος βροχόπτωσης κατά τη χρονική περίοδο 1849-1939 και 1950-1954 που ήταν 511,0 mm δείχνει ποσοστό μείωσης 8,84% και 12,3% μείωση σε σχέση με τη χρονική περίοδο 1907-1911 και 1950-1954 (531,2 mm). Τα στοιχεία επιβεβαιώνουν τη μείωση των βροχοπτώσεων από το 1962 και μετά (Εξαρχόπουλος, 1999).

Χαλάζι – Χιόνι

Η πτώση χαλαζιού δεν είναι συχνό φαινόμενο στη λεκάνη της Κάρλας. Κατά μέσο όρο, χαλάζι παρατηρήθηκε 0,5 ημέρες το έτος, συνήθως το χειμώνα, την άνοιξη και το καλοκαίρι και σπανιότερα κατά το φθινόπωρο. Ο μέσος αριθμός ημερών χιονιού το έτος είναι 5,7 . Αυτές οι ημέρες είναι κατά τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο και σπανιότερα το Μάρτιο και το Νοέμβριο (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α., 1989).

Άνεμοι

Η περιοχή της Κάρλας δεν είναι περιοχή με ανέμους (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α, 1989).

Υγρασία - Εξάτμιση

Η μέση σχετική υγρασία είναι 66% με μέση μέγιστη 83% κατά το μήνα Δεκέμβριο και μέση ελάχιστη τιμή 46% τον Ιούλιο – Αύγουστο.

Η εξάτμιση, σύμφωνα με τον Πίνακα 5, παρουσιάζει διακύμανση από 984,3 μέχρι 1432,1 mm που εξαρτάται από το σταθμό και το μήκος της περιόδου παρατηρήσεων (Μπαμπατζιμόπουλος κ.α., 1989).

Πίνακας 4 : Εξάτμιση στη Λάρισα, το Σωτήριο και τη Λεκάνη της Κάρλα.

(1): Από τους Α – Ω και Νικολαΐδη (2): Από τη SOGREAH)

	Λάρισα		Σωτήριο	Κάρλα
	1948 – 67 ⁽¹⁾	1971 – 84 ⁽²⁾	1961 – 75 ⁽¹⁾	1971 – 84 ⁽²⁾
I	20,2	23,3	13,2	17,4
Φ	29,5	30,0	25,5	22,5
M	42,3	59,8	52,0	44,8
A	57,9	94,1	97,1	70,6
M	75,3	151,6	150,9	113,7
I	129,1	248,6	209,2	186,4
I	178,7	278,3	259,6	208,7
A	188,7	237,0	252,6	177,8
Σ	118,3	159,7	155,4	119,8
O	61,2	91,1	79,5	67,6
N	28,5	39,1	33,0	29,3
Δ	18,6	20,8	16,5	15,6
Ετήσια	948,3	1432,1	1343,9	1074,1

Ε) ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ

Μετά την κατασκευή της σήραγγας τα εδάφη της λεκάνης της Κάρλας παρουσιάζουν την παρακάτω εικόνα :

Περίπου 10.000 στρέμματα είναι απαλλαγμένα από αλάτωση και αλκαλίωση, 40.000 είναι αλατούχα , 39.000 είναι αλκαλιωμένα και 153.000 είναι αλατούχα – αλκαλιωμένα . Όλα τα εδάφη της λεκάνης είναι βαριά αργιλώδη με πλημμελή ως πολύ πλημμελή στράγγιση. Το pH γενικά κυμαίνεται από 7,2 έως 10,4. Μετρια περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και πλούσια σε ανθρακικά άλατα (CaCO_3). Οι τιμές CEC είναι 15-40%. Τα περισσότερα εδάφη σήμερα καλλιεργούνται με φθινοπωρινά σιτηρά. Όπου υπάρχει διαθέσιμο αρδευτικό νερό όλα τα εδάφη καλλιεργούνται με ανοιξιάτικες καλλιέργειες (τεύτλα – βαμβάκι) που αντέχουν στην αλάτωση και την αλκαλίωση. Η δημιουργία των αλατούχων εδαφών της περιοχής έγινε στο χρονικό διάστημα πριν από την κατασκευή της σήραγγας και οφειλόταν στο

γεγονός ότι κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων η υπόγεια στάθμη ανέβαινε στην επιφάνεια. Στην συνέχεια, κατά τους ξηρούς μήνες με την πτώση της υπόγειας στάθμης και την άνοδο της θερμοκρασίας, το νερό εξατμιζόταν και παρέμεναν στα ανώτερα στρώματα του εδάφους τα άλατα που περιείχε το νερό σε διάλυση (Ζαλίδης, 1999).

Στα χρόνια που πέρασαν από την κατασκευή της σήραγγας, το φυσικό νερό της βροχής και το αρδευτικό, εκεί που υπάρχει (επιφανειακό ή υπόγειο), εξασφάλισαν την έκπλυση των ευδιάλυτων αλάτων που υπήρχαν στο έδαφος, χωρίς τη βοήθεια της ορυζοκαλλιέργειας που ενδείκνυται στις περιπτώσεις αυτές. Τα αδιάλυτα άλατα και μικροπεριεκτικότητες των ευδιάλυτων παρέμεναν σε βάθος μεγαλύτερο των 30 cm και αποτελούν σήμερα πρόβλημα που απαιτεί αντιμετώπιση (Ζαλίδης, 1999).

Η κακή τακτική σήμερα της μεταφοράς καθαρού νερού του Πηνειού ποταμού μέσω του υπάρχοντος στραγγιστικού δικτύου για άρδευση, πρέπει να σταματήσει, διότι το νερό αυτό αναμιγνύεται με το αλατούχο νερό των στραγγιστικών καναλιών και υποβαθμίζει τα ήδη βελτιωμένα εδάφη. Η διάνοιξη γεωτρήσεων στην ευρύτερη περιοχή της μελέτης πρέπει επίσης να σταματήσει, διότι υπάρχουν σοβαροί κίνδυνοι εισροής θαλασσίου ύδατος από το Αιγαίο πέλαγος, αλλά και ρηγματώσεων (Φλωράς, 2000).

2. ΒΙΟΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

Η λίμνη Κάρλα αποτελούσε έναν από τους σπουδαιότερους υδροτόπους της χώρας. Το μικρό βάθος της ευνοούσε την ανάπτυξη πλούσιου φυτοβένθους και υψηλούς ρυθμούς πρωτογενούς παραγωγής σε φυτομάζα που αποτελούσε τροφή για ποικιλία ζωικών οργανισμών, τα οποία απαντούσαν σε μεγάλη πυκνότητα πληθυσμών. Βάση για τον πλούτο πληθυσμού των ειδών της πανίδας και ιδιαίτερα της ορνιθοπανίδας (Jerrentrup, 1990) αποτελούσε η ποικιλότητα και το μέγεθος των παρακάτω ενδιαιτημάτων:

Ανοιχτά νερά: παρείχαν προστασία σε υδρόβια είδη και αποτελούσαν τόπους τροφοληψίας για καταδυόμενα πουλιά, ή αυτά που τρέφονται σε επιφανειακά στρώματα νερού.

Επιπλέουσα βλάστηση: τόποι αναπαραγωγής και τροφοληψίας για καταδυόμενα πουλιά.

Αβαθή έλη: Φύονται βούρλα (*Juncus* sp) και τύφα (*Typha* sp.) και αποτελούσαν τόπους τροφοληψίας ψαριών και υδρόβιων πτηνών.

Εκτεταμένοι καλαμώνες: προσέφεραν καταφύγιο, τροφή και τόπους αναπαραγωγής υδρόβιων πτηνών, τόπους κατοικίας και διαβίωσης του γόνου πολλών ειδών ιχθυοπανίδας.

Βραχώδεις νησίδες: ήταν τόποι κουρνιάσματος ιδίως για αποικιακώς φωλιάζοντα είδη.

Η λίμνη Κάρλα σύμφωνα με τον Jerrentrup (1990) ήταν ένας από τους σπουδαιότερους υγρότοπους για υδρόβια πουλιά κατ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Το μικρό βάθος της λίμνης όπως προαναφέρθηκε, ευνοούσε την ανάπτυξη υδρόβιας βλάστησης που δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες συγκέντρωσης οξυγόνου όλες τις εποχές του έτους, γεγονός που προσέδιδε στη λίμνη ένα ιδιαίτερο βιολογικό ενδιαφέρον. Η μέση ιχθυοπαραγωγή έφθανε, κατά μέσο όρο, τους 600 τόνους το χρόνο και εξασφάλιζε απασχόληση σε 1000 κατοίκους. Τα είδη που παρουσίαζαν ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον ήταν το γριβάδι, το χέλι και ακολουθούσε το τσιρόνι και η κοκκινοφτέρα. Σήμερα υπάρχουν ορισμένοι πληθυσμοί ψαριών στις στραγγιστικές τάφρους και τους μικροταμιευτήρες χωρίς μεγάλη οικονομική σημασία (Νεοφύτου, 1990).

Το γεγονός ότι η λίμνη λειτουργούσε με βάση το τροφοδότη ποταμό, της προσέδιδε ένα συνδυασμό υδροπεριόδου, ο οποίος ευνοούσε το σχηματισμό υδροχαρούς βλάστησης (Ζαλίδης, 1999).

A) ΧΛΩΡΙΔΑ

Η φυσική βλάστηση της λεκάνης απορροής της Κάρλας ήταν πλούσια και ποικίλη. Η μισή περίπου επιφάνεια της λεκάνης απορροής αποτελείται από δασικές εκτάσεις οι οποίες καλύπτονται από φυσική βλάστηση (Παπαναστάσης, 1990).

Φυσική βλάστηση καλύπτει επίσης τις στραγγιστικές τάφρους γύρω και μέσα στην αποξηραμένη λίμνη. Τα κυριότερα είδη είναι τα: *Vitex agnus – castus*, *Salix* sp., *Rubus* sp. και *Phragmites communis*. Επιπλέον, υπάρχουν ποώδη φυτά όπως τα *Cynodon dactylon*, *Hordeum maritimum*, *Lepturus invocatus*, *Atriplex portulago* και *Xanthium spinosum* (Κουτσερής, 1985).

B) ΠΑΝΙΔΑ

Για την πανίδα της λίμνης δεν μπορούμε να πούμε πολλά πράγματα. Η βιβλιογραφία είναι φτωχή και δεν μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε και να συγκρίνουμε τα ελάχιστα υπάρχοντα στοιχεία με πιο πρόσφατες μελέτες άλλων ελληνικών λιμνών (αλλαγή επιστημονικών ονομάτων, μεθόδων κ.λπ.). Εντούτοις, μπορούμε να σημειώσουμε τα ακόλουθα.

a. Ασπόνδυλα

Κατά τον Ananiadis (1956), το πλαγκτόν αποτελούνταν από λίγα είδη. Γενικά ο πλούτος των βενθικών και πελαγικών ασπόνδυλων συγκρινόμενος με εκείνον της Λίμνης Κορώνεια ήταν μεγαλύτερος. Ειδικά τα είδη που έχουν τη βλάστηση ως ενδιαίτημα (κυρίως προνύμφες τριχοπτέρων και άλλων εντόμων) και τα είδη του τάξα *Chironomidae* υπήρχαν σε αφθονία. Τα είδη αυτά αποτελούν τροφή ψαριών. (Jerrentrup, 1990)

β. Σπονδυλωτά

i) Πουλιά

Ο αριθμός των ειδών (143) ήταν εντυπωσιακός. Στην περιοχή ήταν παρόντα τουλάχιστον 55 είδη τα οποία σήμερα είναι «υπό προστασία» σύμφωνα με το Παράρτημα II της «Ευρωπαϊκής Οδηγίας για την Προστασία των Αγρίων Πουλιών» (EC 409/79). Στην Ελλάδα πολλά από αυτά κινδυνεύουν να εξαφανισθούν (Jerrentrup, 1990).

ii) Ψάρια

Η ιχθυοπαραγωγή που παρουσίαζε η λίμνη πριν την αποξήρανσή της αναφέρεται τόσο στα είδη των ψαριών που υπήρχαν στη λίμνη όσο και στην παραγωγή των ειδών που είχαν μεγαλύτερη οικονομική σπουδαιότητα. Επίσης, δίνει μερικές οικονομικές εκτιμήσεις για είδη των οποίων η αλιεία παρουσιάζει οικονομική σημασία. Η λίμνη Κάρλα με το μικρό σχετικά βάθος των υδάτων της, που ανάλογα με την έκταση που κατείχε, (δεν ξεπερνούσε τα 3,5 m) είχε ως αποτέλεσμα να μην εμφανίζεται η ζώνη του υπολίμνιου το γεγονός αυτό οδηγούσε στη δημιουργία μιας μικρής αποθήκης οξυγόνου, η οποία γίνεται περισσότερο αισθητή στον πυθμένα της λίμνης. Επίσης το γεγονός ότι ήταν αβαθής, είχε σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται η υδρόβια βλάστηση και έτσι να δημιουργούνται ευνοϊκά ενδιαιτήματα για την πανίδα. Τα

δύο αυτά γνωρίσματα προσέδιδαν στη λίμνη ένα ιδιαίτερο βιολογικό ενδιαφέρον (Νεοφύτου, 1990).

Κατά τον Jerrentrup (1990), η ποικιλότητα και το μέγεθος των ενδιαιτημάτων της Κάρλας ήταν η βάση για τον πλούτο των ειδών της πανίδας της. Τα ενδιαιτήματα που ευνοούσαν την ιχθυοπανίδα της αποτελούνταν από ανοιχτά νερά, για την μετακίνηση και τροφοληψία των ψαριών και εκτενείς καλαμώνες, που ήταν οι τόποι ωτοκίας ψαριών και διαβίωσης γόνου πολλών ειδών της ιχθυοπανίδας.

Η μέγιστη θερμοκρασία του νερού της λίμνης Κάρλα, ήταν 27° C, η ελάχιστη 3° C, το διαλυτό O₂ 6,2 mg/l στην επιφάνεια και 1,8 mg/l στον πυθμένα, με pH=8,2 στην επιφάνεια και 7,8 στον πυθμένα (Ananiadis, 1956).

Κατά το Νεοφύτου (1990), τα κυριότερα είδη ψαριών που υπήρχαν στη λίμνη ήταν : Από την οικογένεια των **Cyprinidae** : το γριβάδι (*Cyprinus carpio*), το τσιρώνι (*Rutilus rutilus*), η κοκκινοφτέρα (*Scardinius erythrophthalmus*), το σίρκο, *Alburnus alburnus thessalicus*, *Stephanidis* 1950, το μουστακάτο, *Barbus graecus*, *Karaman*, η πεταλούδα, *Carassius carassius* (L.), το σύρτι, *Chondrostoma nasus* (L.)

Από την οικογένεια των **Gobitidae** ήταν : το γυφτόψαρο *Gobio gobio* (L.) και η βελονίτσα ή ταινία (*Cobitis taenia*). Από την οικογένεια **Anguillidae**: το χέλι (*Anguilla anguilla*). Τα είδη που παρουσίαζαν το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον ήταν το γριβάδι και το χέλι και ακολουθούσαν το τσιρώνι και η κοκκινοφτέρα. Ο πληθυσμός των άλλων ειδών ψαριών ήταν μεγάλος αλλά η εμπορική τους αξία πολύ μικρή. Σήμερα υπάρχουν πληθυσμοί ψαριών από τα είδη που προαναφέρθηκαν στις αρδευτικές διώρυγες και στις στραγγιστικές τάφρους. Η μέση ιχθυοπαραγωγή της λίμνης, τα τελευταία έτη πριν από την αποξήρανσή της έφθανε τους 600 tn/έτος, που αντιστοιχεί σε ετήσια παραγωγή 800 kg/εκτάριο με κυριότερα είδη το γριβάδι και το χέλι.

Η ιχθυοπαραγωγή της τέως Λίμνης Κάρλας σε διάφορες χρονικές περιόδους φαίνεται στον Πίνακα 5 (Νεοφύτου, 1990).

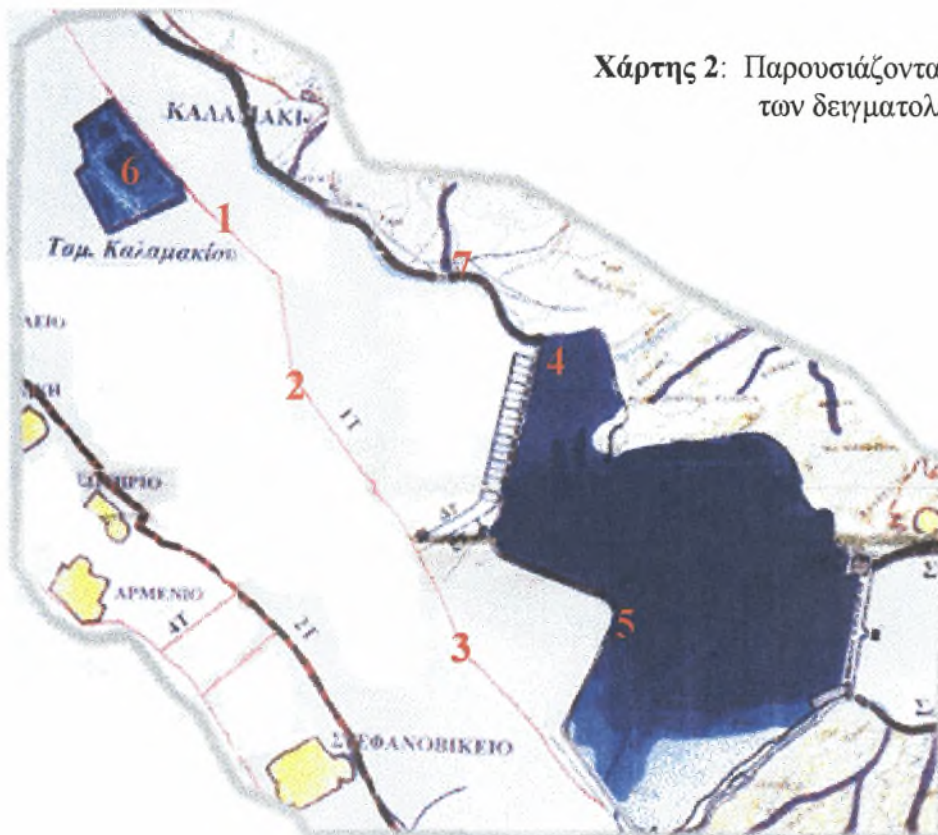


Πίνακας 5: Η ιχθυοπαραγωγή της τέως Λίμνης Κάρλας σε διάφορες χρονικές περιόδους.(Νεοφύτου, 1990)

Έτος	Ιχθυοπαραγωγή σε τόνους	Έτος	Ιχθυοπαραγωγή σε τόνους
1917	1390	1949	908
1921	1234	1950	530
1945	192	1951	225
1946	128	1952	264
1947	88	1953	623
1948	440	1954	527

V. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στη συγκεκριμένη μελέτη οι δειγματοληψίες έγιναν δύο φορές, μία στις 15 Μαΐου και μια στις 10 Σεπτεμβρίου. Και στις δύο περιπτώσεις είχαμε σχετικά χαμηλή στάθμη νερού λόγω της χρήσης του για την άρδευση των εαρινών καλλιεργειών και ιδιαίτερα του βαμβακιού.



Χάρτης 2: Παρουσιάζονται τα σημεία των δειγματοληψιών

Τα σημεία που έγιναν οι δειγματοληψίες φαίνονται στο χάρτη 2.

Συνολικά έγιναν επτά δειγματοληψίες. Τρεις δειγματοληψίες έγιναν στην κεντρική τάφρο T1 με κατεύθυνση νοτιοανατολική (με αριθμό 1,2 και 3). Η μέτρηση 1 είναι στην τάφρο T1 στην περιοχή του ταμιευτήρα του Καλαμακίου, η μέτρηση 2 έγινε στην ίδια τάφρο σε απόσταση 3 Km περίπου στη συμβολή της τάφρου με τη γέφυρα Σωτηρίου και η μέτρηση 3 έγινε πάλι στη τάφρο T1 σε απόσταση 2 Km από την προηγούμενη μέτρηση στο σημείο που η τάφρος T1 συναντά το ελικοδρόμιο στο ύψος

του οικισμού του Στεφανοβικείου. Οι δειγματοληψίες 4,5 και 6 έγιναν μέσα στους ταμιευτήρες. Οι δύο πρώτες σ' αυτό του Στεφανοβικείου και η άλλη στου Καλαμακίου, ενώ η δειγματοληψία 7 έγινε σε δευτερεύουσα τάφρο.

Οι δειγματοληψίες έγιναν έτσι ώστε να έχουμε τα πιο αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Αυτές έγιναν Μάιο και Σεπτέμβριο διότι εκείνους τους μήνες του έτους έχει διαπιστωθεί σύμφωνα με τη βιβλιογραφία ότι έχουμε έξαρση του ευτροφισμού. Ενώ οι συγκεκριμένες θέσεις των δειγματοληψιών επιλέχθηκαν να γίνουν έτσι ώστε να καλύπτονται τόσο οι ταμιευτήρες της Κάρλας (Στεφανοβικείου και Καλαμακίου), όσο και οι Τάφροι (πρωτεύοντες και δευτερεύοντες). Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να δούμε αν υπάρχει διαφορά τόσο στις μετρήσεις των BOD και της χλωροφύλλης, όσο και στην ύπαρξη διαφορετικών μικροβίων που είναι πιθανόν να συναντήσουμε σε Τάφρους ή Ταμιευτήρες.

1. ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

A) ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ

Ένδειξη της ύπαρξης ευτροφισμού στη λίμνη Κάρλα μπορεί να διαπιστωθεί αν βρεθεί ποσότητα χλωροφύλλης-α, 10ppm και πάνω.

Οι δειγματοληψίες μας έγιναν τους μήνες που αναφέρθηκαν προηγουμένως (Μάιο – Σεπτέμβριο 1999). Τα δείγματα του νερού πάρθηκαν με τη βοήθεια του δειγματολήπτη νερού (φώτο 3).

Διηθήθηκαν 350 mg νερού που συλλέχθηκαν απευθείας από τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Το φίλτρο διήθησης που στο οποίο κατακρατήθηκαν όλα τα στερεά κατάλοιπα, τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα και προστέθηκαν 6 ml αλκοόλη (ethanol absolut) 95°. Ο δοκιμαστικός σωλήνας με το περιεχόμενο του εμβαπτίστηκε σε υδατόλουτρο 80 °C για 2 h μέχρι να αποχρωματισθεί το έλασμα και να χρωματιστεί το διάλυμα μας. Έτσι μετρήθηκε στο φασματοφωτόμετρο με τη βοήθεια τυφλού (blank) αισανόλης η απορρόφηση στα 665 nm για την χλωροφύλλη-α (Chl-a) και στα 649 nm για την χλωροφύλλη-β (Chl-b).

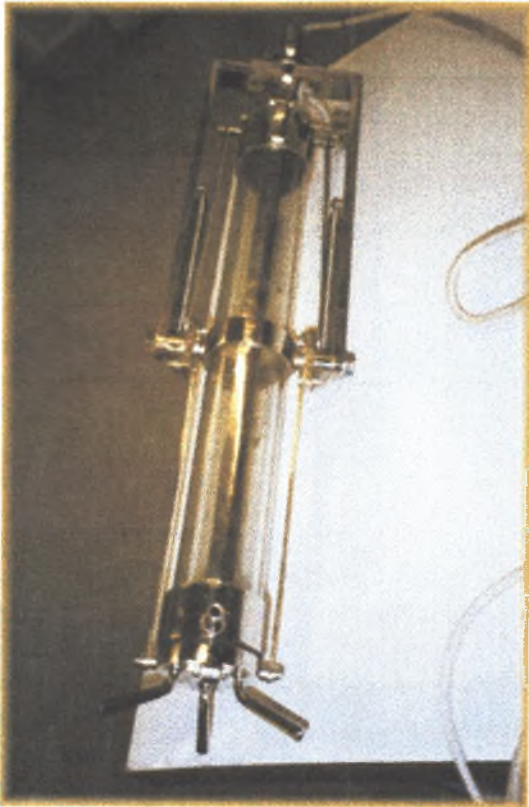
B) ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (BOD)

Το στοιχειακό οξυγόνο, που χρειάζεται για τη βιοχημική αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών των λυμάτων από αερόβιους μικροοργανισμούς, ονομάζεται **βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο** (BAO) ή αγγλικά **biochemical oxygen demand** (BOD) και αποτελεί μέτρο για την εκτίμηση της «πυκνότητας» των λυμάτων από την πλευρά των ενοχλήσεων, που μπορεί να προκαλέσει το οργανικό φορτίο τους στο περιβάλλον.

Σαν μέτρο χρησιμοποιείται το απαιτούμενο οξυγόνο των πρώτων 5 ημερών στους 20 ° C, που αντιπροσωπεύει τα 2/3 περίπου (68%) του απαιτούμενου συνολικά οξυγόνου.

Για τη μέτρηση του BOD₅ τοποθετήθηκε το νερό που πάρθηκε με τη βοήθεια του δειγματολήπτη νερού από τους 7 σταθμούς μέσα στις ειδικές φιάλες της μεθόδου μέτρησης οχτορ (φωτο 4), ακολουθώντας τη διαδικασία των οδηγιών:

- Τοποθετήθηκαν 432 ml νερού μέσα σε κάθε φιάλη.
- Στο πλαστικό λαστιχάκι στο στόμιο των μπουκαλιών τοποθετήθηκαν 2-3 ταμπλέτες καυστικού νάτριου NaOH για να δεσμευτεί το CO₂ .
- Μέσα σε κάθε μπουκάλι τοποθετήθηκε 1 μαγνητάκι για να έχουμε συνεχή ανάδευση.
- Τοποθετήθηκαν οι φιάλες μέσα στις βάσεις τους σε ειδικό ψυγείο στους 20° C για 5 ημέρες.
- Την 5^η ημέρα πάρθηκαν οι μετρήσεις του BOD που εκφράζονται σε mg x L⁻¹.



Φώτο 3:
Δειγματολήπτης νερού

Φώτο 4:
Σύστημα μέτρησης BOD oxtop



2. ΜΙΚΡΟΒΙΑ

Το μικροβιακό φορτίο των εσωτερικών υδάτων είναι πολύ ετερογενές και αυτό διότι μέσα σε αυτά υπάρχουν συνήθως λύματα. Τα λύματα περιέχουν διάφορα μικρόβια, που προέρχονται από κοπρανώδεις ουσίες.

Η ανίχνευση της παρουσίας των διαφόρων παθογόνων παραγόντων στα υγρά απόβλητα και γενικότερα στο νερό απαιτεί σημαντική εργαστηριακή προσπάθεια και χρόνο. Γι' αυτό κατά τη μικροβιολογική εξέταση του νερού και των λυμάτων χρησιμοποιείται σαν γενικός **δείκτης** η ομάδα των **κολοβακτηριοειδών**, τα οποία συνήθως ζουν στον εντερικό σωλήνα των ανθρώπων και όλων των θερμόαιμων ζώων.

Η εργαστηριακή εξέταση για την ανίχνευση και εκτίμηση του αριθμού των κολοβακτηριοειδών και κολοβακτηριδίων ακολουθεί ορισμένες τυποποιημένες μεθοδολογίες:

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των διηθητών μεμβρανών (membrane filters) ενώ για την καλλιέργεια των μικροβίων χρησιμοποιήθηκαν τρία θρεπτικά υλικά :

- α. Αιματούχο άγαρ,
- β. Mac Conkey άγαρ και
- γ. S-S (Salmonella-Shigella) άγαρ

Με αυτή τη μέθοδο σε κατάλληλη συσκευή τοποθετούνται διηθητικές μεμβράνες και διηθείται ποσότητα νερού 350 ml, προκειμένου να συκρατηθούν τα μικρόβια. Μετά τη διήθηση η μεμβράνη τοποθετείται στα προαναφερθέντα θρεπτικά υλικά μέσα σε τρυβλία. Τα τρυβλία τοποθετούνται στον κλίβανο (τύπου memmert) για επώαση στους 37° C για 24 ώρες. Στη περίπτωση μας ύστερα από 24 ώρες οι αποικίες των μικροβίων που αναπτύχθηκαν ήταν πάρα πολλές για αυτό απομονώθηκαν και ανακαλλιεργήθηκαν μικρόβια σε καινούρια θρεπτικά υλικά για την αναγνώριση τους.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν: με μία αποστειρωμένη λαβίδα λαμβάναμε ένα μικρό τμήμα της αποικίας και το ανακαλλιεργούσαμε πάνω στο θρεπτικό υλικό. Το αφήναμε να επωαστεί για 24 ώρες. Για να μπορέσουμε να έχουμε ταυτοποίηση των μικροβίων χρησιμοποιούμε τη μέθοδο API - 20E της Biomerie ux, σύστημα προσδιορισμού

εντεροβακτηριοειδών και άλλων βακτηρίων Gram αρνητικών. Η μέθοδος αποτελείται από βιοχημικά τεστ που είναι μάρτυρες και με μια βάση δεδομένων. Η τοποθέτηση των μικροβίων γίνεται μέσα σε ειδικές πλαστικές κυψέλες που στη συνέχεια τοποθετούνται μέσα σ' αυτές τα βιοχημικά αντιδραστήρια. Μετά από 24 ώρες σε κλίβανο (τύπου memmert) στους 37° C βλέπαμε τις αντιδράσεις του μικροβίου με τα βιοχημικά υγρά και έτσι είναι δυνατός ο προσδιορισμός του συγκεκριμένου μικροβίου.

Εξέταση έγινε και στα ψάρια για την ύπαρξη μικροβίων σε αυτά. Τα μικρόβια απομονώθηκαν από το ήπαρ των υγιών ψαριών (γριβάδια) που συλλέχθηκαν από τη λίμνη, 10 ψάρια το Μάιο και 10 ψάρια το Σεπτέμβριο .

Η επιλογή του συγκεκριμένου είδους έγινε για τους εξής λόγους:

α. Είναι το πιο ευαίσθητο από τα είδη που υπάρχουν στη περιοχή.

β. Είναι το πιο αντιπροσωπευτικό είδος της περιοχής και αυτό που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αφθονία και έχει την υψηλότερη εμπορική αξία.

VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1. ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Ο ευτροφισμός στα ύδατα ενός βιοτόπου συνδέεται άμεσα με την ποσότητα της χλωροφύλλης-α. Στη συγκεκριμένη μελέτη οι δειγματοληψίες έγιναν δύο φορές, μία στις 15 Μαΐου και μία στις 10 Σεπτεμβρίου σε επτά συνολικά θέσεις που κάλυπταν τόσο τους ταμιευτήρες όσο και της τάφρους της περιοχής. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τη χλωροφύλλη-α παραθέτονται στη συνέχεια.

Α) ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ

Οι μετρήσεις της χλωροφύλλης έγιναν με τη βοήθεια του φασματοφωτόμετρου. Με τιμές απορροφήσεων στα 665 nm για τη χλωροφύλλη-α και 649 nm για τη χλωροφύλλη-b. Στον Πίνακα 6 φαίνονται οι τιμές της χλωροφύλλης α στις δειγματοληψίες μας.

Πίνακας 6: Οι τιμές της χλωροφύλλης-α στις δειγματοληψίες μας.

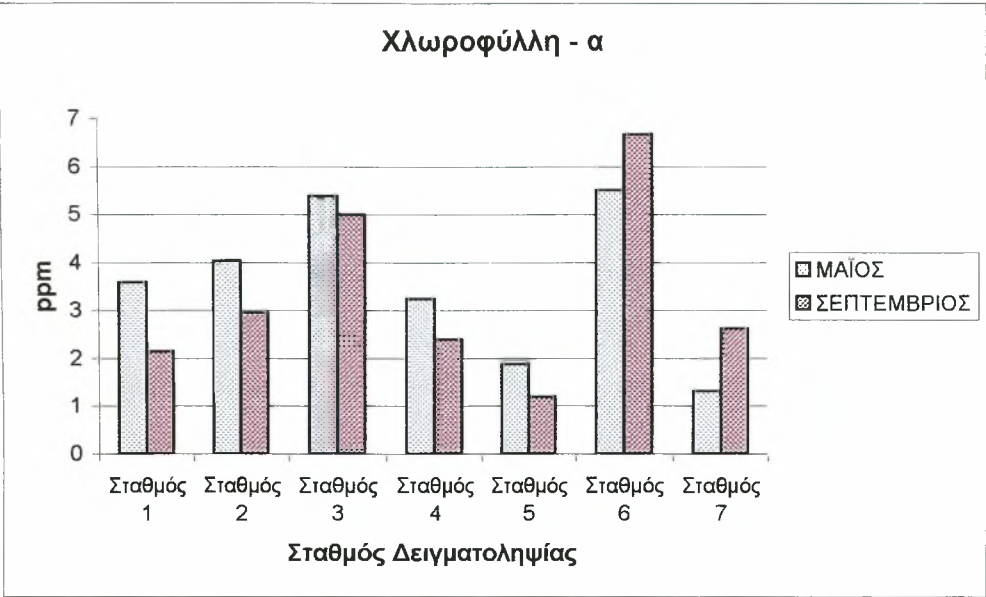
Δειγματοληψία	Θέση	Chl α ppm	Χαρακτηρισμός
Μάιος 1999	1.T1-Ταμιευτήρας Καλαμακίου	3,585	Μεσοτροφική
	2.T1-Γέφυρα Σωτηρίου	4,033	Μεσοτροφική
	3.T1- Ελικοδρόμιο	5,380	Μεσοτροφική
	4.Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου	3,244	Μεσοτροφική
	5.Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου	1,884	Ολιγοτροφική
	6.Ταμιευτήρας Καλαμακίου	5,507	Μεσοτροφική
	7.T2 (Δευτερεύουσα τάφρος)	1,306	Ολιγοτροφική
Σεπτέμβριος 1999	1.T1-Ταμιευτήρας Καλαμακίου	2,147	Μεσοτροφική
	2.T1-Γέφυρα Σωτηρίου	2,947	Μεσοτροφική
	3.T1- Ελικοδρόμιο	5,005	Μεσοτροφική
	4.Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου	2,395	Μεσοτροφική
	5.Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου	1,185	Ολιγοτροφική
	6.Ταμιευτήρας Καλαμακίου	6,665	Μεσοτροφική
	7.T2(Δευτερεύουσα τάφρος)	2,615	Μεσοτροφική

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται τα εξής:

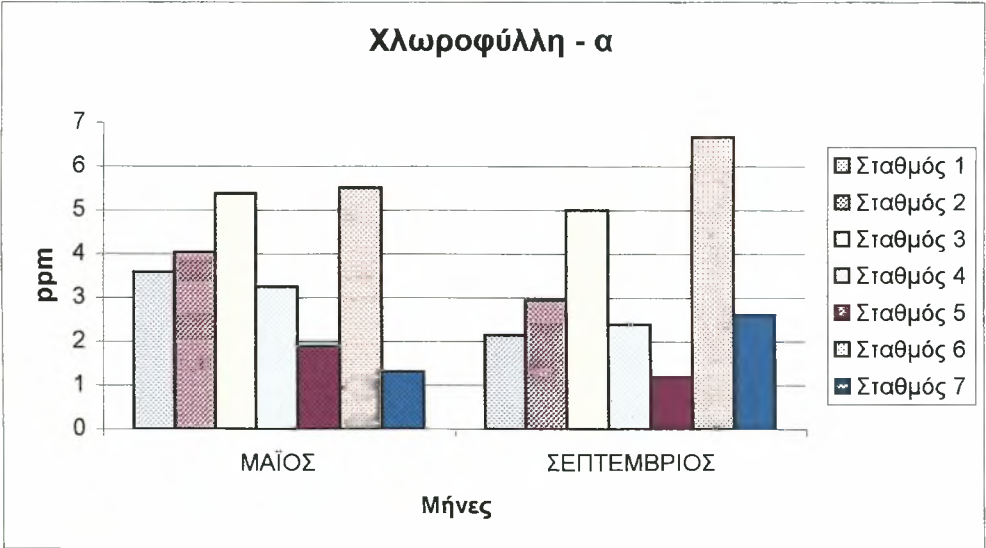
- Στην πρώτη θέση δειγματοληψιών το Μάιο (T1-Ταμιευτήρας Καλαμακίου) η χλωροφύλλη-α ήταν 3,585 και το Σεπτέμβριο 2,147.

- Στη δεύτερη θέση δειγματοληψιών (T1-Γέφυρα Σωτηρίου) η τιμή για το Μάιο ήταν 4,033 αρκετά υψηλότερη σε σύγκριση με εκείνη του Σεπτεμβρίου 2,947.
- Στη τρίτη θέση δειγματοληψιών (συμβολή της τάφρου T1 και του ελικοδρομίου) παρατηρήθηκε υψηλή τιμή 5,38 της χλωροφύλλης-a το Μάιο. Επίσης υψηλή τιμή (5,005) χλωροφύλλης-a παρατηρήθηκε στην ίδια θέση και το Σεπτέμβριο.
- Στη τέταρτη θέση, Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου (βόρεια), η τιμή της χλωροφύλλης-a ήταν το Μάιο 3,244 και το Σεπτέμβριο 2,395.
- Στη πέμπτη θέση, Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου νότια παρατηρήθηκαν πολύ μικρές τιμές της χλωροφύλλης-a 1,884 και 1,185 για το Μάιο και Σεπτέμβριο αντίστοιχα. Χαρακτηριστικό είναι ότι το Σεπτέμβριο η χαμηλότερη τιμή χλωροφύλλης-a που βρέθηκε στις δειγματοληψίες μας, ήταν το 1,185.
- Στην έκτη θέση (Ταμιευτήρας Καλαμακίου) παρατηρήθηκαν τόσο το Μάιο, όσο και το Σεπτέμβριο οι υψηλότερες τιμές των δειγματοληψιών μας και για τις δύο περιόδους και ήταν 5,507 και 6,665 αντίστοιχα.
- Στη έβδομη θέση (τάφος T2) οι τιμές χλωροφύλλης-a που βρέθηκαν ήταν 1,306 και 2,615 για το Μάιο και Σεπτέμβριο αντίστοιχα. Το Μάιο βλέπουμε μία μικρότερη τιμή της χλωροφύλλης-a, η χαμηλότερη των μετρήσεων της συγκεκριμένης δειγματοληψίας.

Στα Διαγράμματα 1 και 2 φαίνονται οι μετρήσεις της χλωροφύλλης του Μαΐου και του Σεπτεμβρίου στους σταθμούς δειγματοληψίας.



Διάγραμμα 1: Μετρήσεις της χλωροφύλλης του Μαΐου και του Σεπτεμβρίου στους σταθμούς δειγματοληψίας.



Διάγραμμα 2: Μετρήσεις της χλωροφύλλης ξεχωριστά για κάθε χρονική περίοδο στους σταθμούς δειγματοληψίας.

B) Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)

Η ποιότητα των νερών προσδιορίζεται από τις μετρήσεις των ρύπων του BOD (από γεωροκτηνοτροφικά και αστικά απόβλητα), τα οποία μέσω του δικτύου αποστράγγισης της λεκάνης απορροής οδηγούνται στο βιότοπο της περιοχής μελέτης.

Σε αυτή οι δειγματοληψίες έγιναν δύο φορές, μία στις 15 Μαΐου και μία στις 10 Σεπτεμβρίου σε επτά συνολικά θέσεις που κάλυπταν τόσο τους ταμιευτήρες όσο και της τάφρους της περιοχής. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το BOD παραθέτονται στη συνέχεια.

Στον Πίνακα 7 φαίνονται οι τιμές του BOD στις δειγματοληψίες μας.

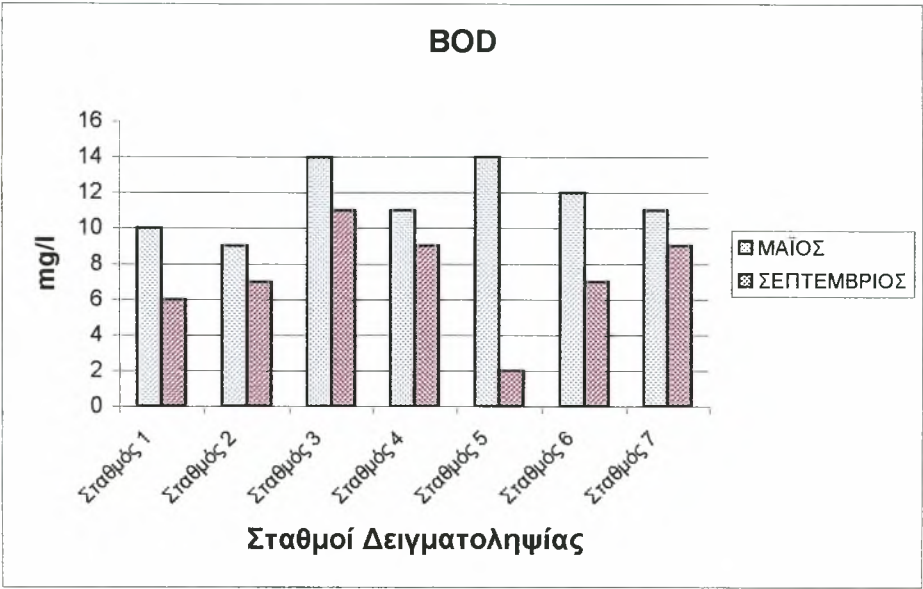
Πίνακας 7: Οι τιμές του BOD στις δειγματοληψίες μας.

Δειγματοληψία	Θέση	BOD(ml/L)
Μάιος 1999	1.T1-Ταμιευτήρας Καλαμακίου	10
	2.T1-Γέφυρα Σωτηρίου	9
	3.T1- Ελικοδρόμιο	14
	4.Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου	11
	5.Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου	14
	6.Ταμιευτήρας Καλαμακίου	12
	7.T2 (Δευτερεύουσα τάφρος)	11
Σεπτέμβριος 1999	1.T1-Ταμιευτήρας Καλαμακίου	6
	2.T1-Γέφυρα Σωτηρίου	7
	3.T1- Ελικοδρόμιο	11
	4.Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου	9
	5.Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου	2
	6.Ταμιευτήρας Καλαμακίου	7
	7.T2(Δευτερεύουσα τάφρος)	9

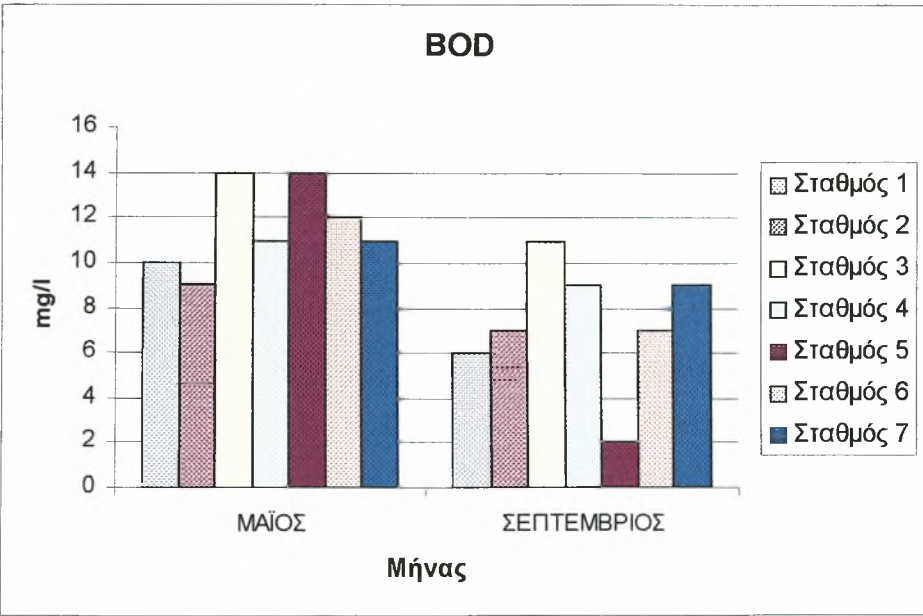
- Στην θέση δειγματοληψιών (T1-Ταμιευτήρας Καλαμακίου) οι τιμές BOD ήταν για το μήνα Μάιο 10 και για το μήνα Σεπτέμβριο 6.
- Στην δεύτερη θέση δειγματοληψιών (T1-Γέφυρα Σωτηρίου) η τιμή BOD για το Μάιο ήταν 9, ενώ το Σεπτεμβρίου ήταν 7.

- Στη τρίτη θέση δειγματοληψιών το Μάιο (συμβολή της τάφρου T1 και του ελικοδρομίου) η τιμή του BOD ήταν 14 ενώ για το μήνα Σεπτέμβριο η τιμή του BOD ήταν 11.
- Στη τέταρτη θέση δειγματοληψιών στον ταμιευτήρα Στεφανοβικείου (βόρεια) η μέτρηση ήταν 11 και 9 για το Μάιο και το Σεπτέμβριο αντίστοιχα.
- Στην πέμπτη θέση δειγματοληψιών (Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου) προέκυψε μεγάλη διαφορά μεταξύ της τιμής του Μαΐου που ήταν 14 και εκείνης του Σεπτεμβρίου που ήταν 2. Το Μάιο μετρήθηκε υψηλότερη τιμή γενικά για τις δειγματοληψίας, ενώ το Σεπτέμβριο η χαμηλότερή τους.
- Στην έκτη θέση δειγματοληψιών (Ταμιευτήρας Καλαμακίου) οι τιμές BOD ήταν για το Μάιο 12 και για το Σεπτέμβριο 7.
- Στην έβδομη θέση δειγματοληψιών T2 (Δευτερεύουσα τάφρος) οι τιμές ήταν 11 και 9 για τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο αντίστοιχα.

Στα Διαγράμματα 3 και 4 φαίνονται οι μετρήσεις του BOD του Μαΐου και του Σεπτεμβρίου στους σταθμούς δειγματοληψίας μας.



Διάγραμμα 3: Μετρήσεις του BOD του Μαΐου και του Σεπτεμβρίου στους σταθμούς δειγματοληψίας .



Διάγραμμα 4: Μετρήσεις του ξεχωριστά για κάθε χρονική περίοδο στους σταθμούς δειγματοληψίας.

2. ΜΙΚΡΟΒΙΑ

Τα αποτελέσματα της ταυτοποίησης των μικροβίων που βρέθηκαν στα νερά των ταμιευτήρων και των τάφρων καθώς και στο πεπτικό σύστημα των ψαριών παραθέτονται στη συνέχεια.

Όλα τα μικρόβια ήταν σε ικανοποιητική πυκνότητα μεγαλύτερη των 10.000 μικροβίων ανά ml.

Στον Πίνακα 8 φαίνονται τα μικρόβια που βρέθηκαν στα νερά της περιοχής κατά τις δειγματοληψίες.

Πίνακας 8: Τα μικρόβια που βρέθηκαν στα νερά της λίμνης κατά τις δειγματοληψίες

Δειγματοληψία	Θέση	Μάιος 1999
1	T1-Ταμιευτήρας Καλαμακίου	<ul style="list-style-type: none">• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
2	T1-Γέφυρα Σωτηρίου	<ul style="list-style-type: none">• <i>Acinetobacter calcoaticus</i>• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>• <i>Butktoheria cepacia</i>
3	T1- Ελικοδρόμιο	<ul style="list-style-type: none">• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>• <i>Pseudomonas putida</i>
4	Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου (βόρεια)	<ul style="list-style-type: none">• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
5	Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου (νότια)	<ul style="list-style-type: none">• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>• <i>Enterobacter amnigenus</i>• <i>Hafnia</i>
6	Ταμιευτήρας Καλαμακίου	<ul style="list-style-type: none">• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>• <i>Erwinia</i>
7	T2 (Δευτερεύουσα τάφος)	<ul style="list-style-type: none">• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>

Δειγματοληψία	Θέση	Σεπτέμβριος 1999
1	T1-Ταμιευτήρας Καλαμακίου	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
2	T1-Γέφυρα Σωτηρίου	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudomonas aeruginosa</i> • <i>Citrobacter braaki</i>
3	T1- Ελικοδρόμιο	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudomonas aeruginosa</i> • <i>Butktoheria cepacia</i> • <i>Citrobacter braaki</i>
4	Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου (βόρεια)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
5	Ταμιευτήρας Στεφανοβικείου (νότια)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudomonas aeruginosa</i> • <i>Enterobacter amnigenus</i>
6	Ταμιευτήρας Καλαμακίου	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudomonas putida</i> • <i>Chromobacterium viol</i>
7	T2 (Δευτερεύουσα τάφος)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudomonas aeruginosa</i> • <i>Pseudomonas putida</i>

Τα μικρόβια που βρέθηκαν κατά τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο, σε όλες τις δειγματοληψίες ήταν τα ίδια, εκτός από το *Hafnia*, το *Erwinia* και το *Acinetobacter calcoaticus* που βρέθηκαν το Μάιο στους ταμιευτήρες του Στεφανοβικείου και Καλαμακίου, ενώ το Σεπτέμβριο μόνο το *Chromobacterium violaceum* στον ταμιευτήρα του Καλαμακίου ήταν διαφορετικό.

Τα μικρόβια που απομονώθηκαν από το ήπαρ των υγείων ψαριών (γριβάδια) που συλλέχθηκαν από τις θέσεις δειγματοληψίων ήταν τα εντεροβακτηριοειδή: α) το *Citrobacter braaki* και β) *Enterobacter cloacae*.

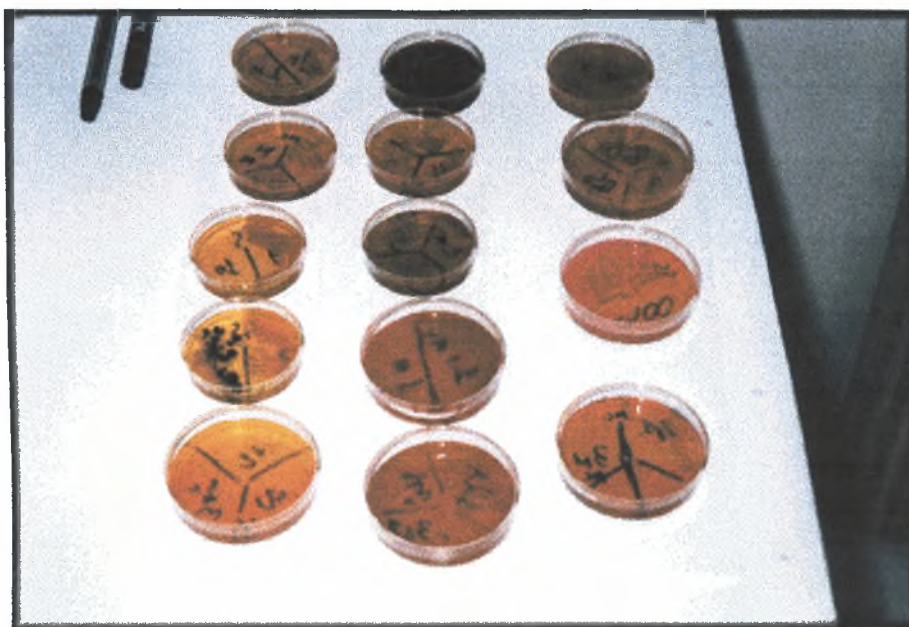
Στις φωτογραφίες 5 και 6 παρουσιάζεται μερική και ολική άποψη, αντίστοιχα, της καλλιέργειας των μικροβίων σε θρεπτικά υλικά (αιματούχο άγαρ, MacConkey άγαρ και S-S άγαρ)

Στις φωτογραφίες 7 και 8 παρουσιάζεται ο τρόπος τοποθέτησης των μικροβίων μέσα στα σκευάσματα ταυτοποίησης μικροβίων με τη μέθοδο των «**API 20E**» της Biomerie ux.

Στις φωτογραφίες 9 και 10 παρουσιάζεται ολική και μερική άποψη αντίστοιχα της ταυτοποίησης μικροβίων με τη μέθοδο των «**API 20E**» της της Biomerie ux.

Στη φωτογραφία 11 φαίνονται αποικίες εντεροβακτηριοειδούς το οποίο διασπά τη λακτόζη στο υλικό Mac Conkey άγαρ.

Στη φωτογραφία 12 φαίνονται αποικίες *Enterobacter aerogenes*.



Φώτο 5: Μερική άποψη της καλλιέργειας των μικροβίων σε θρεπτικά υλικά (αιματούχο άγαρ, MacConkey άγαρ και S-S άγαρ)



Φώτο 6: Ολική άποψη της καλλιέργειας των μικροβίων σε θρεπτικά υλικά (αιματούχο άγαρ, MacConkey άγαρ και S-S άγαρ)



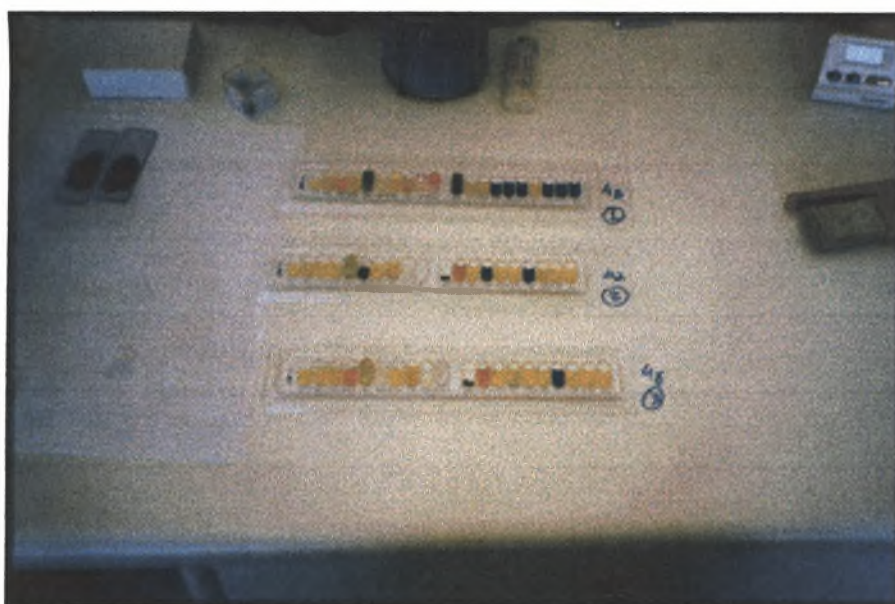
Φώτο 7: Άποψη της τοποθέτησης των μικροβίων μέσα στα σκευάσματα ταυτοποίησης μικροβίων με την μέθοδο των «API 20E» της Biomerie..



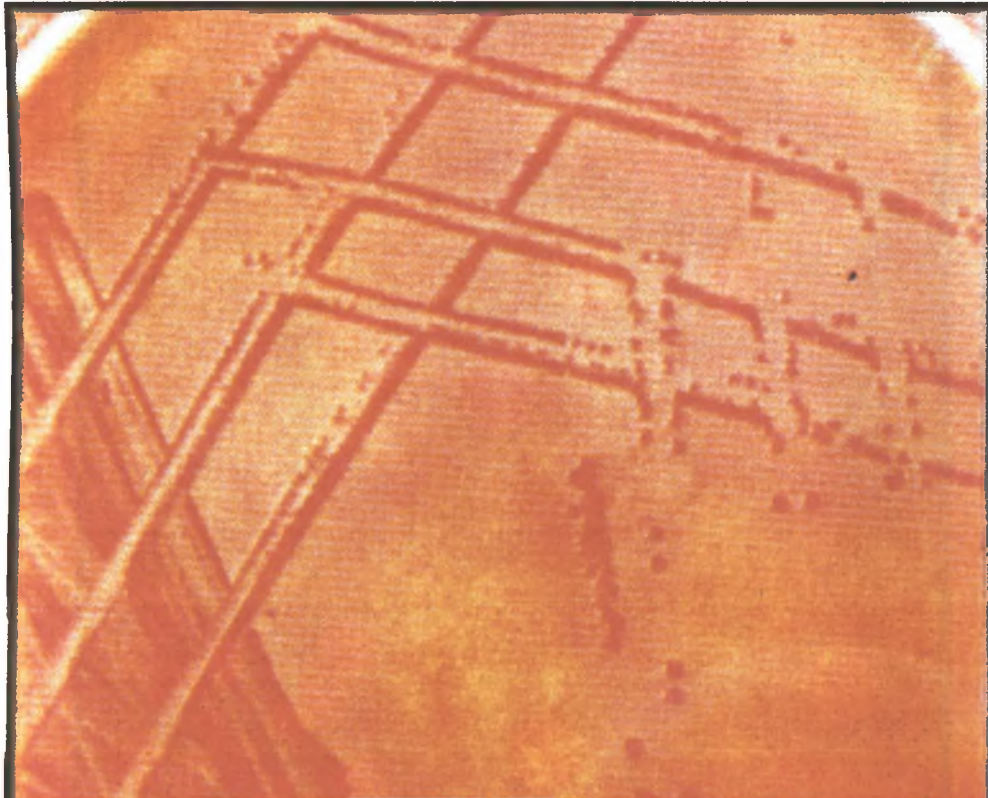
Φώτο 8: Άποψη της τοποθέτησης των μικροβίων μέσα στα σκευάσματα ταυτοποίησης μικροβίων με την μέθοδο των «API 20E» της Biomerie. από τα τριβλία.



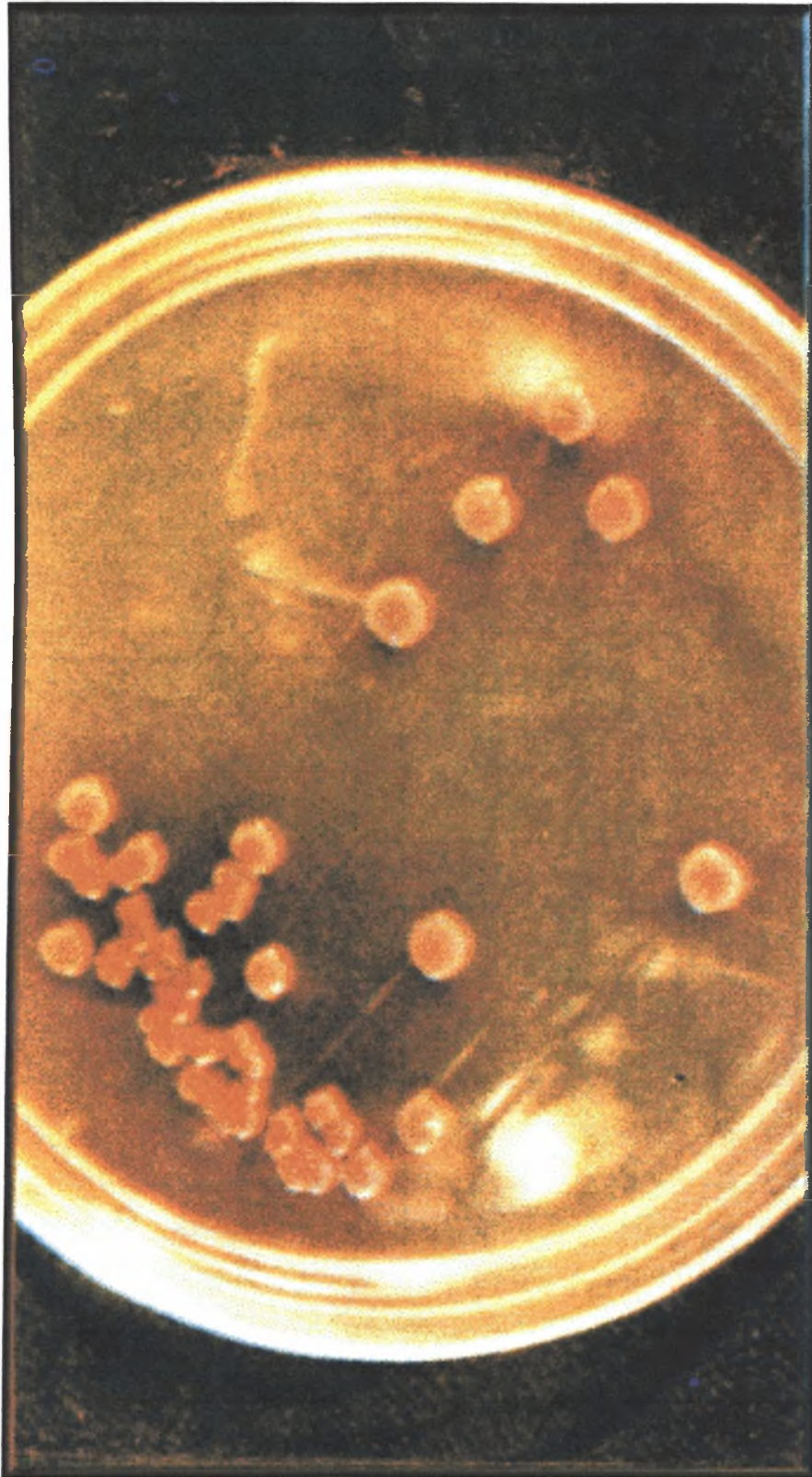
Φώτο 9: Ολική άποψη της ταυτοποίησης μικροβίων με τη μέθοδο των «API 20E» της Biomerie.



Φώτο 10: Ολική άποψη της ταυτοποίησης μικροβίων με τη μέθοδο των «API 20E» της Biomerie.



Φώτο 11: Αποικίες εντεροβακτηριοειδούς το οποίο διασπά τη λακτόζη στο υλικό Mac Conkey άγαρ.



Φώτο 12: Αποικίες *Enterobacter aerogenes*.

VII. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι συνθήκες ευτροφισμού ενός υδάτινου βιοτόπου είναι άμεσα συνδεδεμένες με την ποσότητα της χλωροφύλλης. Αντίθετα η ποιότητα των νερών προσδιορίζεται με τη μέτρηση των ρύπων (BOD) από γεωγοκτηνοτροφικά και αστικά απόβλητα, τα οποία μέσα από του δίκτυο αποστράγγισης της λεκάνης απορροής οδηγούνται στο βιότοπο.

Οι δειγματοληψίες της παρούσας μελέτης έγιναν 15 Μαΐου και 10 Σεπτεμβρίου διότι αυτούς τους μήνες παρουσιάζεται αύξηση του ευτροφισμού, η οποία είναι συνέπεια μίας σειράς γεγονότων. Κατά την άνοιξη η ομογενοποίηση των υδάτων που γίνεται κατά την διάρκεια του χειμώνα και η έκπλυση των εδαφών από τις εποχικές βροχοπτώσεις αυξάνουν την ύπαρξη θρεπτικών αλάτων στην υδάτινη στήλη που σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας και της ηλιοφάνειας δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη των μακροφυκών και φυκών.

Από τις μετρήσεις που έγιναν για τη χλωροφύλλη παρατηρήσαμε ότι στο σύνολο των επτά δειγματοληψιών οι πέντε από αυτές και συγκεκριμένα οι τρεις που έγιναν στην κεντρική τάφρο (1, 2, 3) καθώς και οι δύο που έγιναν στο ταμιευτήρα του Στεφανοβικείου (4, 5) έδωσαν τιμές χλωροφύλλης μεγαλύτερες το Μάιο από τις αντίστοιχες του Σεπτεμβρίου. Ενώ αντίθετα στο ταμιευτήρα Καλαμακίου (6) και τη δευτερεύουσα τάφρο (7) οι τιμές της χλωροφύλλης του Μαΐου ήταν μικρότερες εκείνων του Σεπτεμβρίου.

Γενικά οι τιμές της χλωροφύλλης στο σύνολο των δειγμάτων το μεν Μάιο διακυμάνθηκε από 1,306 (στη δευτερεύουσα διώρυγα) μέχρι 5,380 στη κεντρική τάφρο (στη θέση του ελικοδρόμιου). Ενώ το μήνα Σεπτέμβριο η διακύμανση των τιμών ήταν από 1,185 (στη νότια μέτρηση του ταμιευτήρα Στεφανοβικείου) έως 6,665 (στο ταμιευτήρα του Καλαμακίου).

Οι λίμνες ανάλογα με την παραγωγικότητα τους χαρακτηρίζονται **ολιγοτροφικές , μεσοτροφικές και εύτροφες**. Όταν ο εμπλουτισμός των λιμνών με θρεπτικά άλατα οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως π.χ. σε εισροή λιπασμάτων από γεωργικές καλλιέργειες και αστικά λύματα, τότε αναπτύσσεται **τεχνητός ευτροφισμός** (Λυκάκης, 1996). Εφόσον οι ποσότητες των θρεπτικών αλάτων και των ρύπων είναι σημαντικές είναι δυνατόν να επηρεάσουν την τροφική δομή της λίμνης και να την μετατρέψουν

από ολιγότροφη σε εύτροφη και υπερεύτροφη με ανάλογες επιπτώσεις στην ιχθυοπαραγωγή και στην οικολογία της λίμνης γενικότερα (Gower, 1980).

Όταν παρουσιάζεται μεγάλη πυκνότητα των μακροφύκων και των φυκιών τα προϊόντα της αποσύνθεσης τους βυθίζονται, με αποτέλεσμα να λαμβάνει χώρα αύξηση του ευτροφισμού (Mulligan et al., 1976). Συνήθως τις συνθήκες ευτροφισμού ενός στάσιμου υδάτινου βιοτόπου επηρεάζουν τα διαφορά ανόργανα άλατα, τα οποία μεταφέρονται σε αυτή μέσω του δικτύου αποχέτευσης της λεκάνης απορροής, από την έκπλυση των εδαφών και τα βιομηχανικά και αστικά απόβλητα. Τα ανόργανα άλατα είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη της βιομάζας μιας λίμνης ωστόσο υπερβολικές συγκεντρώσεις αυτών προκαλούν θανάτους στα ψάρια.

Ο τεχνητός ευτροφισμός συνήθως είναι ένα πρόβλημα. Δημιουργείται από την αύξηση του φωσφόρου από τα διάφορα βιομηχανικά, αστικά και κτηνοτροφικά απόβλητα. Στις λίμνες εμφανίζεται κυρίως με αύξηση του φυτοπλαγκτού το οποίο δημιουργεί προβλήματα στην καθαριότητα των νερών (Moss, 1990). Η βιομάζα των αλγών είναι συνήθως ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει τη διαφάνεια των λιμνών, τουλάχιστον κατά την διάρκεια της περιόδου αύξησης του θερμοκρασιακού εύρους. (Canfield et al., 1981)

Η σχέση μεταξύ φωσφόρου και χλωροφύλλης ήταν ένα από τα πρώτα που εξετάστηκαν το 1960. Ο Sakamoto (1966) στη μελέτη του, για την παραγωγή του φυτοπλαγκτού στις Ιαπωνικές λίμνες διαφόρων βαθμών, έδειξε μια έντονη συσχέτιση του μέσου όρου της χλωροφύλλης-*a* και των συνολικών νιτρικών και φωσφορικών. Μία παρόμοια σχέση μεταξύ της μέγιστης τιμής του διαλυμένου οξυγόνου το χειμώνα και του μέγιστου της χλωροφύλλης-*a* του καλοκαιριού βρήκε και ο Harper (1990), ενώ οι Dillon and Rigler (1974) σε μεταγενέστερες αναλύσεις τους είδαν ότι ο συνολικός φώσφορος που βρέθηκε την άνοιξη και ο μέσος όρος της χλωροφύλλης-*a* που βρέθηκε το καλοκαίρι σε λίμνες της Ευρώπης και της Νότιας Αμερικής είχαν μεγάλη συσχέτιση μεταξύ τους.

Τα οργανικά υλικά συνεργούν στην αύξηση του φυτοπλαγκτού στο υπολίμνιο και κατά συνέπεια στην αύξηση των ανοξικών συνθηκών σε αυτό. Αν το υπολίμνιο γίνει αναερόβιο και πλούσιο σε σουλφίδια ίσως γίνει πολύ επικίνδυνο για τα ψάρια για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα του καλοκαιριού που το νερό είναι μειωμένο... Ένα ανοξικό υπολίμνιο αποκλείει μερικές

οικογένειες ψαριών ειδικά τους κερέγονους και τα σαλμονοειδή. Αυτά τα ψάρια για την καλοκαιρινή διαβίωση τους χρειάζεται καλά οξυγονωμένο υπολίμνιο. (Moss, 1990)

Οι τιμές της χλωροφύλλης σε όλες τις δειγματοληψίες μας ήταν σχετικά μικρές. Συνήθως ενός υδροβιοτόπου χαρακτηρίζεται oligotroφικός όταν οι τιμές της χλωροφύλλης - α είναι έως 3 ppm σε περίπτωση που οι τιμές της είναι έως 15 ppm ονομάζεται mesotroφικός, ενώ όταν οι τιμές της χλωροφύλλης - α ξεπεράσουν αυτή τη τιμή χαρακτηρίζονται eutroφικός.

Η μεγαλύτερη τιμή (6,665) ήταν στο ταμιευτήρα του Καλαμακίου το μήνα Σεπτέμβριο και η μικρότερη ήταν στη νότια μέτρηση του ταμιευτήρα Σεφανοβικείου (1,185) τον ίδιο μήνα. Οι μετρήσεις μας δείχνουν ότι δεν παρουσιάζεται ευτροφισμός σε κανένα σταθμό μας. Σύμφωνα με αυτό βλέπουμε ότι οι μετρήσεις μας οδηγούν στον χαρακτηρισμό της περιοχής μελέτης (τόσο των καναλιών όσο και των ταφρών) σαν μεσο-oligotroφική. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή οι δειγματοληψίες έγιναν μόνο δύο φορές, πολύ σημαντικό ρόλο έπαιξαν οι συγκεκριμένες ημέρες που πραγματοποιήθηκαν (15 Μαΐου – 10 Σεπτεβρίου). Αυτό διότι μία μεταβολή των προηγούμενων ημερών στην ηλιοφάνεια και στις εισροές – εκροές νερού επηρεάζουν σημαντικά τη δειγματοληψία μας.

Η μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης αποτελεί μια συνηθισμένη τεχνική για το προσδιορισμό της υφιστάμενης βιομάζας του φυτοπλαγκτού (Λυκάκης, 1996). Για τη μέτρηση αυτής, σαν σημάδι ευτροφισμού, θεωρούμε δεδομένο ότι ο όγκος του υδροβιοτόπου είναι σταθερός. Όμως μερικοί υδροβιοτόποι έχουν μεγάλη διαφορά μεταξύ των εισροών και εκροών και η υπόθεση για σταθερό όγκο δεν είναι έγκυρη και μπορεί να προκαλέσει λάθη, όπως παρατηρήθηκε στη λίμνη Chen-Chin στην Ταϊλάνδη (Κυο; Wu, 1991). Η συνολική ποσότητα της χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας στο επιφανειακό στρώμα, μέχρι βάθος 15 m δείχνει και την εποχιακή μεταβολή της βιομάζας της λίμνης. Η εποχιακή διακύμανση της βιομάζας ακολουθεί σε γενικές γραμμές την εποχιακή διακύμανση της παραγωγικότητας εκτός από την περίοδο του φθινοπώρου. Αυτό παρατηρήθηκε στη λίμνη Βεγορίτιδα (Διαμαντίδης, 1984). Παρόμοιες φθινοπωρινές αυξήσεις των συγκεντρώσεων Chl-a του επιλιμνίου, που καταγράφηκαν στη λίμνη Michigan (ΗΠΑ) εξηγήθηκαν από το Rousar (1973)

σαν μια ένδειξη του ευτροφισμού της λίμνης, ενώ οι Brooks και Torke (1977) το απόδωσαν στην επιστροφή, στην ευφωτική ζώνη, ειδών φυκιών που αναπτύσσονται σε ζώνες του υπολιμνίου καθ' όλη τη διάρκεια της στρωμάτωσης και επίσης σε νέα πραγματική αύξηση της βιομάζας σαν μια απάντηση της αύξησης της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο επιλίμνιο. Η φθινοπωρινή αύξηση της βιομάζας πρέπει να αποδοθεί στην αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στην ευφωτική ζώνη καθώς πλησιάζει η πλήρης ανάμιξη της λίμνης και υπολίμνιες μάζες νερού, πλούσιες σε θρεπτικά στοιχεία, αναμιγνύονται με τις επιλίμνιες μάζες νερού (Διαμαντίδης, 1984).

Στις δειγματοληψίες 1, 2, 3, 4 και 5 παρατηρήθηκε ότι το Μάιο οι τιμές της χλωροφύλλης ήταν μεγαλύτερες από αυτές του Σεπτεμβρίου. Κατά την άνοιξη η ομογενοποίηση των υδάτων που γίνεται κατά την διάρκεια του χειμώνα και η έκπλυση των εδαφών από τις εποχικές βροχοπτώσεις αυξάνουν την ύπαρξη θρεπτικών αλάτων στην υδάτινη στήλη που σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας και της ηλιοφάνειας δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη των μακροφυκών και φυκών. Ενώ στις δειγματοληψίες 6 (ταμιευτήρας Καλαμακίου) και 7 (δευτερεύουσα Τάφρος) οι μετρήσεις έδωσαν υψηλότερες τιμές το μήνα Σεπτέμβριο από ότι το Μαΐο αυτό μπορεί πιθανόν να συμβαίνει λόγω της εξαντλητικής άντλησης των υδάτων στις συγκεκριμένες περιοχές κατά τους θερινούς μήνες.

Από τις τρεις δειγματοληψίες της κεντρικής τάφρου παρατηρούμε ότι κατά μήκος της οι τιμές της χλωροφύλλης αυξάνονται από το Καλαμάκι προς το Στεφανοβίκειο κινούμενοι από βορά προς νότο, τόσο το Μάιο όσο και το Σεπτέμβριο. Αυτό πιθανότατα να συμβαίνει διότι από Β προς Ν οι εκπλήσσεις των αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται για τις καλλιέργειες των παρακειμένων αγροκτημάτων της περιοχής, αυξάνουν προσθετικά των εμπλουτισμό των υδάτων με άλατα κατά μήκος της κεντρικής τάφρου, που ίσως να ευθύνονται για την αύξηση των τιμών της χλωροφύλλης. Η αύξηση της ποσότητας των θρεπτικών αλάτων μιας περιοχής, είναι αρχικά ένα ευεργετικό φαινόμενο, διότι τονώνει την παραγωγικότητα μιας περιοχής. Πέρα όμως από ορισμένα όρια αύξησης των θρεπτικών, η κατάσταση γίνεται επιβλαβής, διότι το αναπτυσσόμενο σε μεγάλες ποσότητες φυτοπλαγκτόν, μετά το θάνατο του, αποσυντιθέμενο,

καταναλώνει σημαντικές ποσότητες διαλυμένου οξυγόνου με καταστρεπτικές συνέπειες για τους ζωικούς οργανισμούς ιδιαίτερα βενθικούς. Η κατάσταση αυτή, δηλαδή ο ευτροφισμός των υδάτων, είναι μια ιδιαίτερα επικίνδυνη συνέπεια της ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων (Θεοδώρου, 1994). Ο Καμαριανός (1997) επισήμανε ότι έντονο πρόβλημα απόπλυσης των εδαφών έχουμε σε περιπτώσεις μη ορθολογικής μεθόδου καλλιεργειών (τρόπος οργώματος) στα πρανή των αποδεκτών. Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες αντικατάστασης των συνθετικών χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων από φυσικά με σκοπό τη μείωση των προβλημάτων που δημιουργούνται από την τοξικότητα τους και τα κατάλοιπα των ουσιών αυτών.

Στη περιοχή της τέως λίμνης Κάρλα η αλίευση σύμφωνα με μαρτυρίες των ψαράδων γίνεται περισσότερο στα κανάλια και λιγότερο στους ταμιευτήρες (με εξαίρεση τον ταμιευτήρα του Πλατυκάμπου όπου γίνεται συνεχής εμπλουτισμός με ψάρια από ομάδες ερασιτεχνών αλιέων, για αναψυχή και εκμετάλλευση για τουριστικούς λόγους). Αυτό γίνεται διότι η αλιεία στα κανάλια είναι πιο εύκολη, τα υλικά και τα μέσα που χρησιμοποιούνται είναι λιγότερα αλλά το κυριότερο είναι ότι τα κανάλια υπερτερούν στις θέσεις ωοαπόθεσης σε σχέση με αυτές των ταμιευτήρων που είναι ελάχιστες .

Τα ψάρια που βρέθηκαν τόσο στα κανάλια όσο και στους ταμιευτήρες ήταν τα εξής:

- Γριβάδια (*Cyprinus carpio*) ή αλλιώς ονομαζόμενα Σαζάνια παρά πολλά:
- Πεταλούδες (*Carassius carassius*) πολλές οι οποίες σύμφωνα με τις μαρτυρίες των ψαράδων εμφανίσθηκαν μετά το 1940 και φημολογείται ότι τα έφεραν οι Ιταλοί.
- Κοκκινοφτέρες (*Scardinius erythrophthalmus*) αρκετές.
- Κεφαλόπουλα λίγα.
- Γουλιανοί (*Silurus granis*) λίγοι.
- Μπριάνες (*Barbus cyclolepis*) λίγες.
- Χέλια (*Anguilla anguilla*) ελάχιστα.
- Καραβίδες των γλυκών νερών (*Astacus fluviatilis*) ελάχιστες.
- Καβούρια ελάχιστα.

Γνωρίζοντας την ηθολογία των ψαριών που διαβιούν μέσα στα κανάλια που είναι κυρίως τα γριβάδια, ψάρια παμφάγα που διατρέφονται τόσο με υδρόβια φυτά, όσο και με προνύμφες, σκουλήκια, καρκινοειδή και άλλα μικρά ζώα. Ζουν κατά προτίμηση σε ομάδες ειρηνικές, μέσα σε νερά ήρεμα, πλούσια σε υδρόβια βλάστηση και εύκρατα. Μπορούμε να πούμε ότι η μελετούμενη περιοχή είναι ο ιδανικός βιότοπος για αυτά. Ο ρόλος των ψαριών στο θρεπτικό απόθεμα των λιμνών σύμφωνα με τις παρατηρήσεις και τα πειράματα των William et al., (1985) απέδειξαν και εξήγησαν ότι κάποια ψάρια παίζουν σημαντικό ρόλο στην εσωτερική αποδέσμευση των θρεπτικών στη στήλη του νερού και στο απόθεμα και τη διατήρηση αυτών. Οι La Marra (1975) και οι Keen et al., (1981) σε έρευνα τους έδειξαν ότι ο κοινός κυπρίνος (*Cyprinus carpio*) και το γατόψαρο (*Ictalurus nebulosus*) αποβάλλουν (απεκκρίνουν) μεγάλη ποσότητα διαλυτού φωσφόρου ακολουθώντας κατανάλωση και αφομοίωση καθορισμένων οργανικών υλικών. Η La Marra διαπίστωσε ότι ο κυπρίνος μόνος του μπορεί να εισάγει φώσφορο στη στήλη του νερού και να αυξήσει τα φαινόμενα του ευτροφισμού.

Ο Shapiro et al., (1982) βρήκε ότι η συγκέντρωση του φωσφόρου μειώνεται στις λίμνες που ακολουθείται η απομάκρυνση μεγάλου πληθυσμού κυπρίνων ή κατά τη διάρκεια του χειμώνα που ο μεταβολισμός τους πέφτει. Αυτή η προκαταρκτική παρατήρηση προτείνει ακόμη μια πηγή φωσφόρου για τα νερά των λιμνών.

Τα ψάρια μετά το θάνατο τους μέσω της αποσύνθεσής τους προσθέτουν φώσφορο στην υδάτινη στήλη ή στο υπολίμνιο καθώς τα συστατικά τους καθιζάνουν (Kitchell et al., (1975); Canfield et al., (1983).

Οι τιμές του BOD σε $\text{mg} \times \text{L}^{-1}$ που βρέθηκαν στις δειγματοληψίες προέκυψε ότι είναι μεγαλύτερες το Μάιο σε σχέση με αυτές του Σεπτεμβρίου.

Το Μάιο η υψηλότερη τιμή του BOD ήταν 14 στο νότιο τμήμα του ταμιευτήρα Στεφανοβικείου και στη κεντρική τάφρο στο ελικοδρόμιο ενώ η χαμηλότερη ήταν 9 στην κεντρική τάφρο στη γέφυρα Σωτηρίου. Αντίστοιχα το Σεπτέμβριο στη κεντρική τάφρο στο ελικοδρόμιο παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη τιμή του BOD 11 και στο νότιο τμήμα του ταμιευτήρα Στεφανοβικείου η μικρότερη τιμή 2. Όταν το BOD είναι μικρότερο από $2\text{mg} \times \text{L}^{-1}$ το νερό είναι καθαρό. (D.M.E.E., 1993) Τα μεγάλα ποτάμια που υποφέρουν από ευτροφισμό έχουν υψηλές τιμές BOD, που μπορεί να οφείλονται στην

αποσύνθεση του φυτοπλανγκτού. Υψηλές τιμές BOD δεν είναι απαραίτητα ενδεικτικό της οργανικής μόλυνσης.

Συνοπτικά ο προσδιορισμός του BOD έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία διότι με αυτόν διαπιστώνεται εύκολα η ολική ρύπανση των υδάτων από οργανικές ουσίες επειδή ακριβώς οι οργανικές ουσίες αποτελούν βασική τροφή για τους μικροοργανισμούς. Ακόμη αποτελεί μέτρο της τοξικότητας των υγρών αποβλήτων γιατί οι τοξικές ενώσεις ή παρεμποδίζουν ή αναστέλλουν την ικανότητα μεταβολισμού των ζώντων κυττάρων με αντίστοιχη μείωση του BOD. (Μαρκαντωνάτος, 1990)

Στη λίμνη Kinneret διαπιστώθηκε το 1972- 73 (Serruga et al., 1984)ότι η διοχέτευση των αποχετεύσεων σε δεξαμενές που εκτρεφόντουσαν ψάρια αύξησε το BOD από 26 σε 42 mg x L⁻¹. Η τιμή του BOD ήταν κρίσιμη, με αποτέλεσμα να εμφανιστεί θνησιμότητα στα ψάρια και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας. Έτσι χρειάστηκε να εισαχθεί νερό από το εθνικό δίκτυο άρδευσης.

Σε όλες τις δειγματοληψίες οι τιμές του BOD ήταν σχετικά χαμηλές και μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το νερό στην περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλα είναι σχεδόν καθαρό. Γνωρίζουμε ότι η βιοχημική απαίτηση οξυγόνου κυμαίνεται από 5 mg O₂ /L/5 ημέρες σε καθαρά νερά ποταμών μέχρι 600 mg O₂ /L/5 ημέρες σε ακατέργαστα οργανικά απόβλητα. Μετά από προχωρημένη επεξεργασία τα οργανικά απόβλητα έχουν BOD > 30 mg O₂ /L/5 ημέρες. Ο προσδιορισμός του BOD δεν αντιπροσωπεύει πλήρη οξείδωση επειδή μέρος της νεκρής οργανικής ύλης μετατρέπεται σε νέα κύτταρα. Το επιθυμητό όριο της ανάπτυξης των Κυτρινοειδών για BOD είναι 6 mg x L⁻¹ σύμφωνα με το ΦΕΚ που δίνει τα πρότυπα για τη διαβίωση των ψαριών. Ενώ οριακή θεωρείται η τιμή των 50 mg x L⁻¹ για την επιβίωση των οργανισμών. Στην παρούσα μελέτη η τιμή του BOD ήταν από 2 έως 14. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων μετρήσεις του BOD, μόλυνση δεν υπάρχει. Η περιοχή αυτή δε δέχεται λύματα από βιομηχανίες ή βιοτεχνίες από τη στιγμή που έκλεισαν το εργοστάσιο της χαρτομάζας και έπαυσε η λειτουργία του οινόποιείου που επιβάρυναν την περιοχή με οργανικά λύματα. Και οι δύο αυτές πηγές ρύπανσης λειτουργούσαν στην περιοχή Ομορφοχωρίου Λαρίσης, στο βόρειο τμήμα της λεκάνης απορροής της τέως λίμνης Κάρλα και διοχέτευαν λύματα σε αυτή μέσω του χειμάρου Ασμάκι. Η μόνη πηγή

επιβάρυνσης με ρύπους της μελετούμενης περιοχής είναι η χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων που μέσω της έκπλυσης φτάνουν στη λεκάνη της απορροής.

Ο μικροβιακός πληθυσμός των εσωτερικών υδάτων είναι πολύ σύνθετος και αυτό διότι μέσα σε αυτά υπάρχουν συνήθως λύματα. Τα λύματα περιέχουν διάφορα μικρόβια, που προέρχονται από τις κοπρανώδεις ουσίες. Σ' αυτά περιλαμβάνονται η ομάδα των κολοβακτηριοειδών, ο εντερόκοκκος, το διαθλαστικό κλωστηρίδιο (τροφική δηλητηρίαση) και κατά περίπτωση παθογόνα εντεροβακτηρίδια, όπως π.χ. η σαλμονέλλα του τυφοειδούς πυρετού, οι συγκέλλες (δυσεντερία), το δονάκιο της χολέρας ή διάφοροι ιοί, π.χ. της λοιμώδους ηπατίτιδας, της πολιομυελίτιδας κλπ. Επίσης μπορεί να περιέχονται εντερικά παράσιτα, όπως αμοιβάδες ή αυγά σκουληκιών (π.χ. ταινία).

Τα μικρόβια που βρέθηκαν τόσο στις δειγματοληψίες του νερού, όσο και σ' αυτές των ψαριών είναι μικρόβια που βρίσκονται συνήθως στο νερό και το έδαφος. Η ύπαρξή τους είναι φυσιολογική και δεν εμπνέει καμιά ανησυχία για τους οργανισμούς που διαβιούν στο συγκεκριμένο οικοσύστημα.

Τα σημαντικότερα μικρόβια που βρέθηκαν ανήκαν στα γένη των εντεροβακτηριοειδών, των ψευδομονάδων, ενώ βρέθηκαν και τα μικρόβια *Acinetobacter calcoaticus* και *Chomobacterium violatioum*.

Τα εντεροβακτηριοειδή είναι πολύ διαδεδομένα στη φύση. Ζούν ελεύθερα στο έδαφος και στο νερό και βρίσκονται φυσιολογικά στον εντερικό σωλήνα και σπανιότερα στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και των ζώων. Στην οικογένεια αυτή περιλαμβάνονται και είδη παθογόνα ή δυνητικά παθογόνα για τον άνθρωπο και τα ζώα. Μερικά είδη είναι σαπρόφυτα ή παθογόνα για τα φυτά.

Στη μελέτη βρέθηκαν τα εξής εντεροβακτηριοειδή:

- ❖ *Citrobacter braaki*
- ❖ *Enterobacter amnigenus*
- ❖ *Erwinia*
- ❖ *Hafnia*

Στο γένος των ψευδομονάδων βρέθηκαν τα είδη των *Pseudomonas aeruginosa* και *Pseudomonas putida*, ενώ το είδος *Butktotheria cepacia*

ανήκε παλαιότερα στο γένος των ψευδομονάδων ονομαζόμενο *Pseudomonas ceracia* αλλά σήμερα κατατάσσεται σε ανεξάρτητο γένος.

Οι ψευδομονάδες (Αρσένη, 1994 ¹) και το *Butktoheria ceracia* (Δημητρακόπουλος, 1986) είναι μικρόβια του φυσικού περιβάλλοντος. Ζουν αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται ακόμη και σε φτωχό φυσικό περιβάλλον νερού και εδάφους. Επιβιώνουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του φυσικού περιβάλλοντος.

Τα *Acetobacter* είναι κοινά μικρόβια του φυσικού μας περιβάλλοντος. Βρίσκονται στο χώμα, το νερό, τα φυτά και στα διάφορα φυτικά και ζωικά μας τρόφιμα. Αποικίζουν τους βλεννογόνους του πεπτικού, του αναπνευστικού και του ουρογεννητικού παροδικά ή μόνιμα. Σύμφωνα με την Αρσένη (1994) η κυριότερη όμως περιοχή μόνιμης αποικίσεως είναι το δέρμα όπου παραμένει σαν μέλος της μόνιμης φυσιολογικής χλωρίδας του και σαν η κυριότερη πηγή μόλυνσης του ανθρώπου.

Τα μικρόβια που απομονώθηκαν από το ήπαρ των υγιών ατόμων γριβαδιού που συλλέχθηκαν από την περιοχή έρευνας ήταν τα εντεροβακτηριοειδή *Citrobacter braaki* και *Enterobacter cloacae*, τα οποία δεν μας προβληματίζουν για την ύπαρξη τους εντός του πεπτικού συστήματος των ψαριών διότι αυτά ανήκουν στην φυσιολογική χλωρίδα του πεπτικού συστήματος των ιχθύων και ήταν αναμενόμενο να εντοπισθούν σε αυτό. Στο Lago Maggiore (Spreafico et al., 1974) διαπιστώθηκε ότι η μείωση ψαριών όπως της τούρνας (*Esox lucius*), του γληνιού (*Tinca tinca*) και του Κυπρίνου (*Cyprinus carpio*) μπορεί να αποδοθεί στις δραστικές μεταβολές που οφείλονται σε ανθρώπινες επεμβάσεις όπως ο τεχνητός ευτροφισμός. Ωστόσο η υπερανάπτυξη ανταγωνιστικών παραγόντων καθιστά αδύνατο να ορισθούν άμεσα τα αποτελέσματα του ευτροφισμού (Numan 1963, 1964, 1972).

Το 1968 μία σοβαρή ασθένεια των βραγχίων, που προήλθε από ένα μύκητα που ανήκε στο γένος των Branchiomyces παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στο σίρκο (*Alburnus alburnus alburnus*) στη λίμνη του Lago Maggiore (Grimaldi, 1971). Έως τότε η θνησιμότητα σημειωνόταν όπως και στις άλλες λίμνες της Βόρειας Ιταλίας. Σύμφωνα με τους Grimaldi et al., (1973) η αύξηση των μικροβίων και των μυκήτων είναι στενά συνδεδεμένη με τη ύπαρξη ευτροφισμού.

Σύμφωνα με τον Ανανιάδη (1956) η λίμνη πριν την αποξήρανση της ήταν ευτροφική. Το 1990 στη συνάντηση εργασίας για τους Ελληνικούς υδροβιοτόπους «Προστασία και Διαχείριση των Ελληνικών Υδροτόπων» στα συμπεράσματα για τη μείωση της ιχθυοπαγωγής στην περιοχή της Κάρλας ο σπουδαιότερος παράγοντας θεωρήθηκε η υπεραλίευση επίσης άλλοι παράγοντες ήταν: α) η επιτάχυνση του ευτροφισμού εξαιτίας της εντατικοποίησης της γεωργίας, της αποδάσωσης και της αυξημένης ιζηματογένεσης β) η ρύπανση και γ) η μη εφαρμογή των ισχύοντων αλιευτικών κανονισμών.

Το ίδιο διαπιστώνεται και από την παρούσα μελέτη. Στους ταμιευτήρες και τα κανάλια της τέως λίμνης Κάρλα η αλιευτική παραγωγή συνεχώς μειώνεται. Από τις αναλύσεις που έγιναν σε δείγματα νερού σε διάφορα σημεία του δικτύου διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Από τα αποτελέσματα της μέτρησης της χλωροφύλλης μπορούμε να χαρακτηριστεί η λίμνη ως μεσοτροφική. Οι συνθήκες διαβίωσης των ψαριών είναι αρκετά ικανοποιητικές ώστε να αποκλείεται το ενδεχόμενο μείωσης του πληθυσμού λόγω ευτροφισμού.
- Επίσης δεν μπορεί να αποδοθεί στη μόλυνση διότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων μετρήσεις του BOD, μόλυνση δεν υπάρχει. Η περιοχή αυτή δε δέχεται λύματα από βιομηχανίες ή βιοτεχνίες από τη στιγμή που έκλεισαν το εργοστάσιο της χαρτομάζας και έπαυσε η λειτουργία του οινοποιείου που επιβάρυναν την περιοχή με οργανικά λύματα. Και οι δύο αυτές πηγές ρύπανσης λειτουργούσαν στην περιοχή Ομορφοχωρίου Λαρίσης, στο βόρειο τμήμα της λεκάνης απορροής της τέως λίμνης Κάρλα και διοχέτευαν λύματα σε αυτή μέσω του χειμάρου Ασμάκι. Η μόνη πηγή επιβάρυνσης με ρύπους της μελετούμενης περιοχής είναι η χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων που μέσω της έκπλυσης φτάνουν στη λεκάνη της απορροής.
- Τα μικρόβια που βρέθηκαν στις δειγματοληψίες μας τόσο στο νερό όσο και στα ψάρια δεν οδηγούν σε συμπεράσματα ανησυχητικά για την ποιότητα των νερών της περιοχής των ταμιευτήρων και των τάφρων της Κάρλας. Αντίθετα θα μπορούσε να ειπωθεί ότι όλα ήταν μικρόβια που ζουν κατά κύριο λόγο στο νερό και το έδαφος και ήταν αναμενόμενο να βρεθούν στις

αναλύσεις ενώ από μόνα τους δεν μπορούν να ευθύνονται για θνησιμότητες ψαριών.

Η μείωση του ιχθυοπληθυσμού έχει αρχίσει να γίνεται πιο εμφανής μετά τις έντονες λειψυδρίες του καλοκαιριού του 1993, 1998 και 1999 όπου οι ταμιευτήρες άδειασαν σχεδόν εντελώς.

Η ξηρασία η οποία παρουσιάστηκε στους θερινούς μήνες των ετών 1993, 1998 και 1999 είχε ολέθρια αποτελέσματα για τον υπάρχον ιχθυοπληθυσμό. Η ζοφερά κατάσταση της περιοχής περιγράφεται χαρακτηριστικά σε δημοσιεύματα του ημερησίου τύπου της εποχής:

- Πάνω από 500 Kg ψάρια έχουν ψοφήσει στον ταμιευτήρα Καλαμακίου (24/8/94 Μεσημβρινή).
- Κάρλα Άντληση των τελευταίων σταγόνων νερού (24/8/94 Ελεύθερος τύπος)
- Κάρλα Οι ταμιευτήρες στράγγισαν (27/8/93 Καθημερινή)
- Κάρλα Η υπεραλίευση στο λίγο νερό που απομένει καταστρέφει τον υδροβιότοπο (18/11/93 Ελεύθερος τύπος)
- Χιλιάδες ψόφια ψάρια στην Κάρλα (20/8/98 Εξουσία)
- Κάρλα. Στέγνωσε ο θεσσαλικός κάμπος (22/6/99 Μακεδονία)

Ένας άλλος παράγοντας μείωσης του ιχθυοπληθυσμού είναι η ύπαρξη μεγάλου αριθμού ατόμων βίδρας (*Lutra vulgaris* ή *europaea*) που ανήκει στο γένος των θηλαστικών του αθροίσματος των σαρκοφάγων της οικογένειας των μουσελιδών ονομαζόμενη αλλιώς βίδα ή νερόσκυλο ή ποταμόσκυλο. Η εμφάνιση της στα νερά των ταμιευτήρων και των καναλιών θεωρείται ένας από τους κυριότερους λόγους μείωσης της ιχθυοπαραγωγής. Η οποία εμφανίστηκε σύμφωνα με μαρτυρίες των ψαράδων της περιοχής μετά το 1997 όπως φαίνεται και στον ημερήσιο τύπο:

- Κάρλα. Επέστρεψε η βίδα (12/8/97 Μακεδονία)
- Κάρλα. Βρήκε νερό και ήρθε ξανά η βίδα μετά από απουσία 35 ετών. (12/8/97 Αθηναϊκή)

Ύστερα από τα παραπάνω βγαίνει σαν συμπέρασμα ότι η μείωση του ιχθυοπληθυσμού της πρώην λίμνης Κάρλα οφείλεται κυρίως εκτός από την υπεραλίευση στην ξηρασία που παρουσιάστηκε στην περιοχή κατά

περιόδους και πιθανών στην ύπαρξη της βίδρας από το 1997 που είναι ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς των ψαρίων.

VIII) ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με την αποστράγγιση της λίμνης Κάρλα διαταράχθηκε βίαια το οικοσύστημα στη θεσσαλική πεδιάδα με ζημιογόνες επιπτώσεις κυρίως στον υδρολογικό και περιβαλλοντολογικό τομέα. Η μερική αποκατάσταση της πρώην λίμνης μέσα από συγκεκριμένα έργα προστασίας διαχείρισης και αναβάθμισης του περιβάλλοντος θα ήταν ένα ωφέλιμο έργο για την ευρύτερη θεσσαλική ύπαιθρο. Η παρουσία της λίμνης θα αποτελέσει εφελκυστικό για την ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων στην περιοχή συντελώντας στην οικονομική ανάπτυξή της.

Ο αντικειμενικός σκοπός της διαχείρισης ενός υγροτόπου σε σχέση με την ιχθυοπανίδα του, είναι η παραγωγή και η διατήρηση του ιχθυοπληθυσμού σε ικανοποιητικά επίπεδα ώστε να παρέχει μια ικανοποιητική ετήσια παραγωγή σε αειφορική βάση. Επίσης, ο υγρότοπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση της παραγόμενης ιχθυομάζας από διάφορες εκτροφές και για αναψυχή. Όλα τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν μετά από εμπεριστατωμένη έρευνα και κατάλληλη διαχείριση.

Οι γεωργοί και οι επιστήμονες σήμερα γνωρίζουν ότι τα παραγωγικά εδάφη των πρώτων ετών μετά την αποξήρανση της λίμνης έχουν προβλήματα. Γι' αυτό, άρχισε σιγά σιγά να καλλιεργείται η ιδέα της δημιουργίας πολλών μικρών ταμιευτήρων (μικρολιμνών). Σήμερα σε πολλές προηγμένες χώρες οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η καλλιέργεια ψαριών σε μικρές τεχνητές λίμνες παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρά σε μεγάλες. Οι λίμνες αυτές εμπλουτίζονται με ψάρια εμπορικής αξίας και με κατάλληλη διαχείριση παρέχεται η δυνατότητα προσφοράς άφθονης και φθηνής τροφής με υψηλή ζωϊκή πρωτεϊνική σύνθεση για τη διατροφή του ανθρώπου, με αποτέλεσμα να δικαιολογούνται οι δαπάνες κατασκευής και συντήρησής τους. Με διάφορα τεχνητά μέσα, αυξάνεται η φυσική γονιμότητα της λίμνης και δευτερευόντως η παραγόμενη ιχθυομάζα. Επίσης, στις τεχνητές μικρές λίμνες είναι πιο εύκολος ο έλεγχος της παροχής του νερού ώστε το ύψος του να διατηρείται σε επιθυμητά επίπεδα με αποτέλεσμα η αφθονία και η κατανομή των φυτών και των ζώων που διαβιούν στον υγρότοπο να διατηρούνται σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Στη τέως λίμνη Κάρλα υπήρχαν πολλά είδη ψαριών. Ανάμεσα σ' αυτά τα είδη που παρουσίαζαν το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον ήταν το γριβάδι [*Cyprinus carpio* (L)] και το χέλι [*Anguilla anguilla* (L)]. Ο πληθυσμός των άλλων ειδών ψαριών ήταν μεγάλος αλλά η εμπορική τους αξία πολύ μικρή.

Κατά την αποκατάσταση του υγροτόπου θα πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα προκειμένου να έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή αλιευτική αξία, διατηρώντας ωστόσο το συνδυασμό των ενδιαιτημάτων της τέως λίμνης, έτσι ώστε να μην διαταραχθεί το προϋπάρχον οικοσύστημα. Με τον τρόπο αυτό θα δημιουργηθούν αρκετές θέσεις εργασίας και θα αντικατασταθεί μέρος του εισοδήματός τους που θα χανόταν από την απώλεια των καλλιεργούμενων εδαφών, στα οποία θα εγκατασταθεί ο υγρότοπος.

Η ενίσχυση της αλιευτικής αξίας του υγρότοπου είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί με την κατασκευή ενός μικρού υγροτόπου φυσικής αναπαραγωγής που θα λειτουργεί ως αναθρεπτήρας, στον οποίο θα δημιουργηθούν τεχνητά τα απαραίτητα ενδιαιτήματα για την ωτοκία των ψαριών και τη διαβίωση του γόνου. Στον αναθρεπτήρα αυτό θα υπάρχουν ελεγχόμενες συνθήκες στάθμης νερού για τον πολλαπλασιασμό και την ανάπτυξη του γριβαδίου, που αποτελεί το ψάρι με την μεγαλύτερη οικονομική σημασία, έως ότου αυτό οδηγηθεί στη λίμνη. Στον αναθρεπτήρα θα τοποθετείται κάθε έτος ο απαραίτητος αριθμός γεννητόρων, οι οποίοι θα παραμένουν σε αυτόν έως ότου γεννήσουν τα αβγά τους. Στη συνέχεια, αυτοί θα απομακρύνονται, ενώ ο γόνος θα παραμένει ώσπου να πάρει το κατάλληλο μέγεθος ώστε να μπορεί να επιβιώσει στον ταμιευτήρα. Τα παραγόμενα ιχθύδια θα διοχετεύονται μέσω των διόδων επικοινωνίας προς τον ταμιευτήρα.

Η σωστή αντιμετώπιση των προβλημάτων από την περαιτέρω εντατικοποίηση της γεωργίας και της κτηνοτροφίας που αναμένεται να προκύψουν μετά την αποκατάσταση της λίμνης Κάρλας, θα πρέπει να είναι συνυφασμένη με την αειφορική διαχείριση των γεωργικών και δασικών εδαφών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσα από την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου τοπικού αγρο-περιβαλλοντικού προγράμματος. Τη δυνατότητα αυτή παρέχει ο κανονισμός της ΕΟΚ 2078/92. Ο κανονισμός αυτός προβλέπει την εφαρμόγῃ αγρο-περιβαλλοντικών προγραμμάτων για

την ενθάρρυνση των γεωργών να εφαρμόζουν φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους καλλιέργειας, ενώ παράλληλα αναγνωρίζοντας το κόστος αυτών των δραστηριοτήτων (απώλεια εισοδήματος λόγω μείωσης της παραγωγής, αύξηση καλλιεργητικών δαπανών) προβλέπει ανταποδοτικές εισφορές για τη στήριξη του εισοδήματός τους.

Για να μπορέσει να γίνει η αλιευτική αξιοποίηση της τέως λίμνης Κάρλα επιβάλλεται η συμπλήρωση και βελτίωση του στραγγιστικού δικτύου, η κατασκευή αρδευτικού δικτύου και η εξασφάλιση κατάλληλου νερού για άρδευση. Η κατασκευή του πολυσυζητημένου ταμιευτήρα των 40.000 περίπου στρεμμάτων θα αποκαταστήσει το περιβάλλον και το οικοσύστημα στην ευρύτερη περιοχή. Οι σπουδαιότερες αξίες ενός τέτοιου ταμιευτήρα είναι: επιστημονική, πολιτιστική, εκπαιδευτική, αναψυχής, αρδευτική και αλιευτική. Η εφαρμογή ολοκληρωμένων μεθόδων παραγωγής γεωργικών προϊόντων μπορεί και πρέπει να επεκταθεί ακόμη περισσότερο και σε όλες τις καλλιέργειες. Ίσως να μην αποτελεί ουτοπία ακόμη και η επίτευξη μιας οργανικής γεωργίας, όμως σταδιακά και με την πάροδο του χρόνου ο στόχος είναι να επιτύχουμε μια γεωργία περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον, δηλαδή μια αειφορική γεωργία. Ο στόχος αυτός θα επιτευχθεί μόνο με την εφαρμογή νέων επιστημονικών μεθόδων καταγραφής και διαχείρισης των γεωγραφικών χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων των εδαφών, που δεν είναι τίποτε άλλο από τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφορικής και την Τηλεπισκόπηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ananiadis I., (1956). *Limnological study of lake Karla*. Bull de Institut Océonographique. No 1083, 1-13

Balows A. W., J. Hausler, Jr., K. L. Herrmann, H. D. Isenberg, H. J. Shadomy., (1991). *Manual of clinical Microbiology* (fifth edition), 40: 421-424.

Bringley F. J., (1993). *Sewage, algae and fish*. Sewage Works Journal 15: 78-83.

Btooks S. A and G. B. Torke, (1977). *Vertical and seasonal distribution of chl a in lake Michigan*. J. fish. Res. Broad Can., 34:2282-2287.

Canfield D. E. and R. W. Bachmann, (1981). *Prediction of total phosphorus concentration, chlorophyll a, and Serrhi depth in natural and artificial lakes*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 38, 414-23

Canfield, D. E. Jr., M. J. Maceina & J. V. Shireman, (1983). *Effects of hydrilla and grass carp on water quality in a Florida lake*. Water Resources Bulletin, 19, 773-8

Costabello D., (1935). *Composizione chimica di alcuni pesci di fiume*, Quad. D. Mutr. II, 197.

D.M.E.E., (1993). *European Rivers and Lakes*. Assessment of their Environmental State, (EEA), Environmental Monographs1.

Dillon P. J. and F. H. Rigler, (1974). *The phosphorus – chlorophyll relationship in lakes*. Limnology and Oceanography, 19, 767-73.

Georgiou P. R., G. M. O' Kane, S. Siu. and R. J. Kemp, (1989). *Near – fatal septicaemia, with chromobacterium violaceum* Med. J. Aust 150:720-721

Grimaldi E., (1971). *Episodi di mortalità massiva a carico delle popolazioni di Alborella (Alburnus alburnella) dei laghi del nord Italia, provocati da una infezione branchiale sostenuta da miceti del genere Branchiomyces*. Riv. Ital. Piscic. Ittiop., 6(1): 11-14

Grimaldi E., R. Peduzzi, G. Cavicchioli, G. Giussani and E. Spreafico, (1973). *Diffusa infezione branchiale da funghi attribuiti al genere*

Branchiomyces Plehn (Phycomycetes Saprolegniales) a carico dell' ittiofauna di laghi situati a Nord e a Sud delle Alpi. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 30: 61-96

Gower A.M., (1980) *Water Quality in Catchment Ecosystems.* John Wiley and Sons, N.Y. Torondo.

Guillaud J.F., A. Aminot and A. Menesguer, (1992). *Urban wastewater disdosal and eytrophication risk assessment in costal zone* Wat. Sci. Tec.25:77-86.

Harper D., (1990). *Eutrofication of freshwater. Principles, problems and restoration.* Ecology Unit department of Zoology University of Leicester.

Heathwaite A., T. Burt, S. Trudgill, (1989). *Runoff, sediment and solute delivery in agricultural drai nage basins : a scale dependented approach.* IAHS publication. no 182, 175-190: 25 ref.

Jerrentrup H., (1990). *Η πανίδα στην τέως λίμνη Κάρλα Γ.Θ.* 47, 64200, Χρυσούπολη

Keen W. H. & J. Gagliardi, (1981). *Effects of brown bullheads on release of phosphorus in sediment and water systems.* Progressive Fish-Culturist, 43, 183-5

Kilikidis S. D., J. E. Psomas, A. P. Kamarianos and A. G. Panetsos (1981). *Monitoring of DDT, PCBs, and other organochlorine compounds in marine organisms from the North Aegean Sea.* Bull. Environm. Contam. Toxic. 26: 496-501.

Kitchell J. F., J. F. Koonce & P.S. Tennis, (1975). *Phosphorus flux in fishes.* Verh. Int. Ver. Limnol., 19, 2478-84

Kuo J. et J. Wu., (1991). *A nutrient model for a lake with time variable volumes.* Taipei, Taiwan.

La Marra V. J. Jr., (1975). *Digestive activities of carp as a major contributor to the nutrient loading of lakes.* Verh. Int. Ver. Limnol., 19, 2461-8

Lee G. F. and R. A Jones, (1991). *Effects of eutrofication on fisheries.* Rev. Aquatic. Sci. 5(3-4): 287-305.

Moss B., (1980). *Ecology of Fresh Waters. Man and Medium,* Second edition / Blackwells scientific publications.

Mulligan H. F., A. Baranowski & R. Johnson, (1976). *Nitrogen and phosphorus fertilization of aquatic vascular plants and algae in replicated ponds. I. Initial response to fertilisation.* Hydrobiologia, 48, 109-116.

Nümann W., (1963). *Die Auswirkung der Eutrophierung auf der Eintritt der Reife, auf die Eizahl und Eigrösse bei Bodenseeblaufelchen (Coregonus wartmanni).* Allg. Fisch. Ztg., 88:8

Nümann W., (1964). *Die Veränderungen im Blaufelchenbestand (Coregonus wartmanni) und in der Blaufelchenfischerei als Folge der künstlichen Eutrophierung des Bodensees.* Verh. Int. Ver. Limnol., 15:514-523

Nümann W., (1972). *The Bodensee: Effects of exploitation and eutrophication on the salmonid community.* J. Fish. Res. Board Can., 29: 833-847.

Pantaleon J. and R. Rousset, (1962). *Control de la qualite et de la salubrite du poissons et de coquilles.* Paris

Penso G., (1950) I prodotti della Pesca, pag. 55, Hoepli Milano

Rousar D. G., (1973). *Seasonaland Spatial Changes in Ptimary Prondution and Nutrients in lake Michigan.* Water, Air, Soil, Pollut., 2:497-512.

Sakamoto M., (1966). *Primary production by the phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence upon lake depth.* Archivfür Hydrobiologie, 62, 1-28

Sakazaki R., (1984). *Genus IX Hafnia.* In Bergey's Manual of systematic Bacteriology. Vol1 Williams and Wilkins p. 484-486

Serruga G. and Leventer H., (1984). *Lanes and reservoirs of Israel.*

Shapiro J., B. Fbrsberg, La Marra, V. Lindmark G., Lunch M., E. Smelfezer & G. Zoto, (1982). *Experiments and Experiences in Biomanipulation Interin Report No 19.* Minneapolis University of Minnesota.

SOGREAH, (1979). Υπουργείο Δημοσίων Έργων και ΙΓΜΕ. *Ενημέρωση, λειτουργία και τελικές προβλέψεις μαθηματικών ομοιωμάτων υδροφορέων Θεσσαλίας.*

Sondan F., (1965). *La conservation par le froid des poissons crustacees et molusques.* Paris

Spreafico E., A. Berg and E. Grimaldi, (1974). *Accrescimento e fecondità del coregone bondella (Coregonus sp.) considerati in rapporto alle*

modificazioni trofiche del Lago Maggiore. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 31: 205-220

Stangenberg P. D., (1994). *The problem of phosphorous in the control of pollution of surface waters. J. Am Water Works Ass* 36: 1120.

Tabuchi T., (1989). *Water quality management in agriculture areas. Journal of irrigation engineering and rural planning. No 16, 87-95: 3 ref.*

Westblom Tu, W. A. Milligan, (1992). *Bacterial gastroenteritis caused by Hafnia olvei. Clin Infert. Dis* 14:1271-1272

William R, Jordan III, M. E. Gilpin, J. P. Aber, (1985). *Restoration ecology, A synthetic approach to ecological research.*

Wintermans J.F.G.M and A. de Mots, (1965). *Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their pheophytins in ethanol.*

Whitehead , H.C. and FETH, J.H., (1964). *Chimical Character of Precipitation at Menio Park, California, Professional Paper 424, p.p. 29-30, US Geological Survey, Washington DC.*

Wetzel R.G., (1983). *Limnology* (2e ed). CBS college Publ. N.Y.

Zobell C. et Conn., *Journ. Bact.* (1940), 40, 223-38

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A-Ω και Νικολαΐδης (Γραφεία Τεχνικών Μελετών), (1982). *Προμελέτη ταμιευτήρα Κάρλα και συναφών έργων. Τόμοι 1-7.*

Αποστολοπούλου-Κακαβογιάννη Ο., (1986), *Τοπογραφία της περιοχής των Φερών Θεσσαλίας κατά την προϊστορική περίοδο, Αρχαιολογικό Δελτίο Τόμος, 34, Αθήνα*

Αρσένη Α., (1994) ¹, *Κλινική Μικροβιολογία και Εργαστηριακή Διάγνωση των Λοιμώξεων. Τόμος 1, Ιατρικές εκδόσεις Ζήτα , 4^η Έκδοση. Αθήνα*

Αρσένη Α., (1994), *Κλινική Μικροβιολογία και Εργαστηριακή Διάγνωση των Λοιμώξεων. Τόμος 2, Ιατρικές εκδόσεις Ζήτα , 4^η Έκδοση. Αθήνα*

Αρσένης Α., Ε. Τρίκκα, Γ. Μάρκου-Κατσανδρή, Α. Λέκκα, (1982). *Αποτελέσματα καλλιιεργειών κοπράνων παιδιών. Δελτ. Ελλ. Μικροβιολ. Εταιρ.*, 27:16-24

Βαβίζος Γ., Γ. Γεωργακάκης, Κ. Ζανάκης, Κ. Μάργωνης, Β. Μοσιαλού, Β. Περλέρος και Μ. Σκοινάς, (1984). Επιπτώσεις αποξήρανσης λίμνης Κάρλα, Ενιαίος φορέας καλλιέργειας, Ταμιευτήρας. Υπ. Ν. Γενιάς Πρόγραμμα Οικολ. Και Αναπτυξιακών Πρωτοβουλιών.

Δημητρακόπουλος Γ. Ο., (1986). *Μικροβιολογία II*, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα

Δημητρακόπουλος Γ. Ο., (1988). *Μικροβιολογία I*, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα

Διαμαντίδης Γ., (1984). *Εποχιακές μεταβολές της πρωτογενούς παραγωγικότητας και της βιομάζας της Λίμνης Βεγορίτιδας.* Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα. Τεύχος 4: 93-107

Εξαρχόπουλος Μ., (1999). *Λίμνη Κάρλα . Η Αρχαία Βοιβήις. Η αποκατάσταση ενός υγροτόπου στην Ελλάδα από τους σημαντικότερους της Ευρώπης.* Βόλος ΤΕΕ, Τμήμα Μαγνησίας, 57-86.

Ζαλίδης Γ., Ξ. Δημητριάδης, Σ. Χατζηγιαννάκης, (1995). *Ο Ιδεότυπος της τέως Λίμνης Κάρλας, ως βάση αξιολόγησης των προταθειών λύσεων κατασκευής του ομώνυμου Ταμιευτήρα.* Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.

Ζαλίδης Γ., Σ. Κατσαβούνη, Σ. Μπίλας και Σ. Χατζηγιαννάκης, (1999). *Προτεινόμενες παρεμβάσεις για την αειφορική αποκατάσταση του υγροτόπου της Κάρλας.* (ΕΚΒΥ), Θεσσαλονίκη., 159+36 σελ.

Θεοδώρου Α.Ι., (1994). *Η υφιστάμενη κατάσταση του Σαρωνικού Κόλπου.* Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα. Τόμος 5. Τεύχος 2: 70-77

Καμαριανός Α., (1997). *Υδατοκαλλιέργειες στο υδάτινο περιβάλλον.* Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα. Τόμος 8: 70-77.

Κουσουρήs Θ., Γ. Φώτης, Α. Διαπούλης, Η. Μπερταχάς, Ν. Νικολαΐδης και Κ. Γκρίζαλης, (1991). *Η εξυγίανση της λίμνης Καστορίας. Θεωρητική εκτίμηση και πρακτική εφαρμογή.* Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. 2 (3):46-67.

Κουτσερήs Ε., (1985). *Συγκριτική μελέτη των εναλλακτικών λύσεων της λίμνης Κάρλας.* Στεφανοβίκειο.

Λεφούσης Η., Κανάλια και Κάρλα

Λυκάκης Σ., (1996). *Οικολογία* .Τρίτη έκδοση. Πάτρα

Μαρκαντωνάτος Γ., (1990). *Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων Αστικά λύματα, Βιοχημικά απόβλητα, Ζωικά απορρίμματα*. Αθήνα

Μπαμπατζιμόπουλος Χ., Β. Αντωνόπουλος, (1989). *Υδρολογικά στοιχεία της τέως Λίμνης Κάρλας. Προστασία και διαχείριση των Ελληνικών υγροτόπων*. Πρακτικά συνάντησης εργασίας, Θεσσαλονίκη 17-21 Απριλίου 1989, σελ. 467-502

Νεοφύτου Χ., (1990). *Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού περιβάλλοντος ΑΠΘ, Ιστορικά στοιχεία για την ιχθυοπονία στην τέως λίμνη Κάρλα*

Νεοφύτου Χ., (1985). *Ιχθυοπονία γλυκών υδάτων*. Θεσσαλονίκη

Νεοφύτου Χ., (1990)¹. *Ιχθυοπονία*. Θεσσαλονίκη

Νεοφύτου Χ., Α. Οικονόμου, Ι. Γαλανός, Γ. Διαμαντή, Σ. Μάμαλη, Θ. Μαρού, (1992). *Διαχείριση του οικοσυστήματος της Κάρλας με περιβαντολογικά κριτήρια*. Βολος.σελ. 30-34.

Παπαναστάσης Β., (1990). *Φυσική βλάστηση της λεκάνης απορροής της τέως λίμνης Κάρλας, Εργαστήριο Δασικών Βοσκοτόπων Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ*

Παπαναστασίου Δ. Π., (1976). *Αλεύματα*. Τόμος Β'. Εκδόσεις Ίων .II, 24-26, V, 553-559.

Πνευματικός Γ.Η., (1993). *Ιχθυοτροφία και Ιχθυοπαθολογία*. Εκδόσεις Αφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη. Β' 359-397.

Τζιώλας Π. Γ., (1989). *Αναγνωριστική εδαφολογική μελέτη περιοχών Κάρλας και Παρακαρλίων*. Πρακτικά συνάντησης εργασίας, Θεσσαλονίκη 17-21 Απριλίου 1989, σελ. 503-519 (ΙΧΤΕΛ)

Φλωράς Σ. Α., (2000). *Εδαφολογική μελέτη του Μ.Α. Τμήματος Ζώνης Ζ' έργων εκτροπής Αχελέου ποταμού (ευρύτερης περιοχής αποξηρανθήσας λίμνης Κάρλας)*. Πρακτικά Ημερίδας με θέμα: «Εδαφολογικοί χάρτες Ν. Λάρισας και η συμβολή τους στην γεωργία Λάρισα 2000». Διοργάνωση ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, Ινστιτούτο χαρτογράφησης, ταξινόμησης εδαφών Λάρισας (Ι.Χ.Τ.Ε.Λ.)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ

Οι τιμές της χλωροφύλλης α και β υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τις τιμές των απορροφήσεων στα 665 nm 649 nm αντίστοιχα από τις μετρήσεις του φασματοφωτόμετρου σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$\text{Chla} = 13,7 \cdot A_{665} - 5,76 \cdot A_{649}$$

$$\text{Chlb} = 25,8 \cdot A_{649} - 7,6 \cdot A_{665}$$

Ενώ η ολική τιμή της χλωροφύλλης είναι:

$$\text{Total Chl} = \text{Chla} + \text{Chlb}$$

$$\text{Total Chl} = 61 \cdot A_{665} + 20,4 \cdot A_{649}$$

(Winternans, 1965).

BOD

Σαν μέτρο χρησιμοποιείται το απαιτούμενο οξυγόνο των πρώτων 5 ημερών σε 20°C BOD, που αντιπροσωπεύει τα 2/3 περίπου (68%) του απαιτούμενου συνολικά (τελικό) για την 1^η φάση (ενώσεις του άνθρακα) και εκφράζεται, είτε σαν συγκέντρωση (π.χ. σε mg x L⁻¹), είτε σαν φορτίο (π.χ. σε g ή kg ή t/ημ).

Η μεταβολή του BOD με το χρόνο για το 1^ο στάδιο αποδομήσεως εκφράζεται από τον τύπο:

$$y = L_t = L (1 - e^{-kt})$$

$$L_t = L (1 - 10^{-k't})$$

Όπου, $y = L_t$ = τιμή του BOD σε χρόνο t (μέρες)

L : ολικό (τελικό) BOD

$$k : (= 2,303 k') = 0,115 - 0,7 / \eta\mu \quad \eta$$

$$k' : (= 0,4343 k) = 0,05 - 0,30$$

$$(\text{μέσες τιμές} : k = 0,39, k' = 0,17)$$

Για $k = 0,23$ ($k' = 0,10$) οξειδώνονται κάθε μέρα τα 20,6% των οργανικών ουσιών, που απομένουν στα λύματα (σε 20° C). (Μαρκαντωνάτος, 1990)

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ

Για να γίνει η μελέτη των βακτηρίων στο εργαστήριο πρέπει πρώτα να τα σπείρουμε και να τα καλλιεργήσουμε σε κατάλληλα θρεπτικά υποστρώματα, ώστε να αναπτυχθούν και κατόπιν πρέπει να απομονώσουμε

τα βακτήρια τα οποία μας ενδιαφέρουν, από άλλα με τα οποία συνυπάρχουν. Η καλλιέργεια και η απομόνωση των βακτηρίων γίνεται σε τεχνητά θρεπτικά υλικά. Τα βακτήρια για να τραφούν, να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν χρειάζονται διάφορες θρεπτικές ουσίες και παράγοντες αναπτύξεως τα οποία περιέχονται στα τεχνητά θρεπτικά υλικά. (Δημητρακόπουλος, 1988)

Στη μελέτη μας τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν **Αιματούχο άγαρ, Mac Conkey άγαρ και Salmonella – Shigella άγαρ (S-S)**.

Το **αιματούχο άγαρ** περιέχει:

Εκχύλισμα βοδινού κρέατος	375 g
Τρυπτόζη ή τρυπτόνη	10 g
NaCl	5 g
Νερό αποσταγμένο	1000 ml
Απινιδωμένο αίμα ζώου	5%
Τελικό pH	7,4

Το **αιματούχο άγαρ** το οποίο παρασκευάζεται από την ανάμιξη θρεπτικού άγαρ που περιέχει τα συστατικά των κοινών θρεπτικών υλικών για την ανάπτυξη των μικροβίων και επιπλέον 5 – 10% απινιδωμένου αίματος ζώου για την ανάπτυξη πιο απαιτητικών μικροβίων. Σε αυτό αναπτύσσονται πλήθος μικροβίων gram+, gram-βακτήρια, μύκητες κ.α.

Το **MacConkey άγαρ** για Εντεροβακτηριακά κ.α. περιέχει:

Πεπτόνη	17 g
Πολυπεπτόνη	3 g
Λακτόζη	10 g
Χολικά άλατα	1,5 g
Χλωριούχο νάτριο	5 g
Άγαρ	13,5 g
Ουδέτερο ερυθρό	0,03 g
Κρυσταλλικό ιώδες	0,01 g
Αποσταγμένο μέχρι	1000 ml
Τελικό pH	7,1

Το υλικό **Mac Conkey agar** περιέχει χολικά άλατα, τα οποία επιτρέπουν την ανάπτυξη των Gram αρνητικών βακτηριδίων, αλλά

αναστέλλουν την ανάπτυξη των Gram θετικών κόκκων. Επίσης περιέχει το σάκχαρο λακτόζη, το οποίο διασπάται από ορισμένα μόνο Gram αρνητικά βακτηρίδια, και ένα δείκτη του pH, το ουδέτερο ερυθρό. Η σπορά ενός μίγματος Gram θετικών κόκκων και Gram αρνητικών βακτηριδίων θα έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη των Gram αρνητικών μόνο βακτηριδίων, επειδή το υλικό περιέχει τα χολικά άλατα, που το κάνουν εκλεκτικό για την ανάπτυξη αυτών των βακτηρίων. Τα Gram αρνητικά βακτηρίδια που θα αναπτυχθούν διαχωρίζονται αυτόματα μεταξύ τους σε αυτά που διασπούν τη λακτόζη, σε αυτά που τη διασπούν βραδέως και σε εκείνα που δεν τη διασπούν. (Δημητρακόπουλος, 1988)

Τα εντεροβακτηριακά που ζυμώνουν τη λακτόζη όπως οι *E. Coli*, *Klebsiella* και *Enterobacter* παράγουν αποικίες κόκκινες που περιβάλλονται από μια ζώνη θολερή λόγω καθιζήσεως των χολικών αλάτων. Τα βραδέως ζυμούνται τη λακτόζη όπως τα *Citrobacter*, *Providencia*, *Serratia*, *Hafnia* μετά από 24ωρη επώαση παράγουν αποικίες άχρωμες ή ελαφρά ρόδινες μετά 48ωρο. Τα μη ζυμούνται τη λακτόζη εντεροβακτηριακά παράγουν αποικίες άχρωμες διαφανείς. Τα μη ζυμούνται τη λακτόζη παράγουν άχρωμες διαφανείς αποικίες. Φέρεται έτοιμο στο εμπόριο από όλους τους οίκους παραγωγής θρεπτικών υλικών. Από την Oxoid φέρεται σαν Mac Conkey (Αρσένη, 1994)

Το **Salmonella - Shigella άγαρ (SS AGAR)** περιέχει:

Beef extract	5 g
Πεπτόνη	5 g
Λακτόζη	10 g
Χολικά άλατα	8,5 g
Κιτρικό νάτριο	8,5 g
Θειοθειϊκό νάτριο	8,5 g
Κιτρικός σίδηρος	1 g
Άγαρ	12,5 g
Ουδέτερο ερυθρό	0,025 g
Στίλβον πράσινο	0,033 g
Νερό αποσταγμένο μέχρι	1000 ml
Τελικό pH	7,4

Το **Salmonella - Shigella άγαρ** είναι υλικό εκλεκτικό που εμποδίζει την ανάπτυξη των εσεριχίων και όλων των κολοβακτηριοειδών, αλλά επιτρέπει την ανάπτυξη των σαλμονελλών και σιγκελλών. Η υψηλή περιεκτικότητα του σε κιτρικό νάτριο εμποδίζει την ανάπτυξη των κολοβακτηριοειδών και όλων των Gram θετικών βακτηρίων. Το ερυθρό της φαινόλης είναι δείκτης οξίνισης από τη ζύμωση του μοναδικού σακχάρου που περιέχεται, δηλ. της λακτόζης. (Αρσένη, 1994)

Το θειοθειικό νάτριο αποτελεί πηγή θείου που χρησιμοποιείται από τα βακτήρια που παράγουν H_2S και δίνει μαύρο χρώμα στις αποικίες αυτών από την καθίζηση του κιτρικού σιδήρου. Στο υλικό αυτό οι αποικίες των μικροβίων που ζυμώνουν τη λακτόζη παίρνουν χρώμα κόκκινο. Οι αποικίες των σαλμονελλών αναπτύσσονται εύκολα, είναι άχρωμες με μαύρο κέντρο. (Αρσένη, 1994)

ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Τα βακτήρια που βρήκαμε στη μελέτη μας ήταν τα εξής:

Από την οικογένεια των **εντεροβακτηριοειδών (*Enterobacteriaceae*)** τα γένη:

- ***Enterobacter*** το είδος: ***Enterobacter amnigenus***
- ***Erwinia***
- ***Citrobacter*** το είδος: ***Citrobacter braaki***
- ***Hafnia*** το είδος: ***Hafnia alvei***

Από την οικογένεια των **ψευδομονάδων (*Pseudomonaceae*)**

- ***Pseudomonas*** τα είδη: ***Pseudomonas aeruginosa*** και ***Pseudomonas putida***

Και το ***Butktoheria cepacia*** που παλαιότερα ονομαζόταν ***Pseudomonas cepacia*** αλλά τώρα αποτελεί ξεχωριστή οικογένεια.

Από την οικογένεια των ***Neisseriaceae*** το γένος:

- ***Acinetobacter*** το είδος ***Acinetobacter calcoaticus***

Τέλος βρέθηκε και το βακτήριο ***Chromobacterium violaceum***.

ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ

Η οικογένεια *Enterobacteriaceae* περιλαμβάνει 12 γένη, τα οποία απομονώνονται πολύ συχνά από λοιμώξεις του ανθρώπου. Η οικογένεια αποτελείται από μικρά – Gram αρνητικά βακτηρίδια, τα οποία αναπτύσσονται αεροβίως και προαιρετικά αναεροβίως, είναι άσπορα κινητά ή ακίνητα, προκαλούν ζύμωση της γλυκόζης με ή χωρίς παραγωγή αερίου, παράγουν καταλάση, ανάγουν τα νιτρικά άλατα σε νιτρώδη και τέλος δεν παράγουν οξειδάση. (Δημητρακόπουλος, 1986)

Τα εντεροβακτηριοειδή είναι δυνατόν να χωρισθούν σε δύο ομάδες με βάση τη διάσπαση της λακτόζης. Η μια περιλαμβάνει τα γένη, τα οποία διασπούν τη λακτόζη (λακτόζη – θετικά) και η άλλη ομάδα περιλαμβάνει τα γένη, τα οποία δεν διασπούν τη λακτόζη (λακτόζη – αρνητικά). Η διάκριση των εντεροβακτηριοειδών σε λακτόζη – θετικά και λακτόζη – αρνητικά γίνεται στο υλικό Mac Conkey άγαρ. Το υλικό Mac Conkey άγαρ είναι εκλεκτικό και διαχωριστικό υλικό και περιέχει χολικά άλατα, λακτόζη και ουδέτερο ερυθρό σαν δείκτη του pH. Τα λακτόζη – θετικά εντεροβακτηριοειδή παράγουν αποικίες κόκκινες, ενώ τα λακτόζη – αρνητικά παράγουν αποικίες άχρες. (Δημητρακόπουλος, 1986)

Τα γένη της οικογένειας των εντεροβακτηριοειδών, τα οποία διασπούν τη λακτόζη, είναι:

Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter και βραδέως το ***Citrobacter***.

Τα γένη τα οποία δεν διασπούν τη λακτόζη είναι:

Shigella*, *Salmonella*, *Serratia*, *Hafnia και ***Proteus***.

Ένα δεύτερο στάδιο διαχωρισμού των εντεροβακτηριοειδών είναι ο έλεγχος της ζυμώσεως της γλυκόζης με ή χωρίς παραγωγή αερίου, η ζύμωση της λακτόζης και η παραγωγή H₂S. Η ζύμωση της γλυκόζης και η παραγωγή αερίου διαπιστώνεται από την αλλαγή του χρώματος του δείκτη από κόκκινο σε κίτρινο και το σχηματισμό φυσαλλίδων, αντίστοιχα, στην ευθεία στήλη του υλικού. Η ζύμωση της λακτόζης διαπιστώνεται από την αλλαγή του χρώματος του δείκτη σε κίτρινο στη λοξή επιφάνεια του υλικού. Η παραγωγή H₂S διαπιστώνεται από την εμφάνιση μαύρου χρώματος στην ευθεία στήλη του υλικού. Το H₂S προέρχεται από την αναγωγή του θειοθειικού νατρίου. Το H₂S που παράγεται αντιδρά με το θειικό εναμμώνιο σίδηρο και σχηματίζεται

θειούχος σίδηρος (FeS), ο οποίος έχει μαύρο χρώμα. (Δημητρακόπουλος, 1986)

Enterobacter

Είναι Gram – αρνητικό βακτηρίδιο. Αναπτύσσεται σε αερόβιες και προαιρετικά σε αναερόβιες συνθήκες. Καλλιεργείται σε κοινά θρεπτικά υλικά. Έχει άριστη θερμοκρασία αναπτύξεως τους 37° C. Ζυμώνει τη γλυκόζη με την παραγωγή αερίου. Ζυμώνει τη λακτόζη ορισμένα στελέχη δεν ζυμώνουν το σάκχαρο. Είναι κινητό μικρόβιο (περίτριχο). Δεν παράγει ινδόλη, δίνει τη δοκιμασία ερυθρού του μεθυλίου αρνητική, δίνει θετική τη δοκιμασία Voges – Proskauer, και αναπτύσσεται σε υλικό που έχει σαν μόνη πηγή άνθρακα το κιτρικό νάτριο (IMViC = - - + +).

Είναι ευκαιριακό παθογόνο μικρόβιο. Προκαλεί ουρολοιμώξεις, πνευμονία, μηνιγγίτιδα, μικροβαιμία και διαπυήσεις τραυμάτων.

Το ύποπτο υλικό καλλιεργείται σε αιματούχο άγαρ και το mac Conkey άγαρ. Από τις αποικίες γίνονται παρασκευάσματα και χρωματίζονται κατά Gram. Βρίσκεται στο χώμα, στο νερό, στα λύματα και στα κόπρανα του ανθρώπου και των ζώων.

Κιτροβακτήρια –Citrobakter

Το γένος Citrobacter περιλαμβάνει βακτηρίδια με τους γενικούς χαρακτήρες των εντεροβακτηριοειδών. Χρησιμοποιούν το κιτρικό νάτριο ως μόνιμη πηγή άνθρακος και παράγουν H₂S. Διασπούν την λακτόζη, μερικά στελέχη βραδέως. Διακρίνονται από το γένος των Σαλμονελλών διότι έχουν το ένζυμο β- γαλακτοσιδάση. Μικρόβια του γένους Citrobacter υπάρχουν στο έδαφος και στο νερό και βρίσκονται στην εντερική χλωρίδα ζώων και ανθρώπων, ως σαπρόφυτα. Τα Citrobacter είναι δυνατόν να προκαλέσουν λοιμώξεις των ουροφόρων οδών, διαπυήσεις τραυμάτων, περιτονίτιδα. Έχουν περιγραφεί και ως αιτία διάρροιας.

Έχουν τους γενικούς χαρακτήρες της οικογένειας των εντεροβακτηριακών.

Είναι μικρόβιο της φυσιολογικής χλωρίδας του εντέρου του ανθρώπου και διαφόρων ζώων. Βρίσκεται στο φυσικό περιβάλλον (έδαφος, νερό, υγρά υπονόμων) και στα τρόφιμα που μολύνονται από τα κόπρανα. Απομονώνεται από κλινικά δείγματα όπως ούρα, κόπρανα, φαρυγγικά, υλικό από τραύμα,

πτύελλα, σαν ευκαιριακά παθογόνο ή, ως συνήθως, σαν συνεργός άλλων παθογόνων. (Αρσένη, 1994)

Erwinia

Οι ερβίνες ανήκουν στην Οικογένεια των *Enterobacteriaceae*. Έχουν τους γενικούς χαρακτήρες της Οικογένειας, διασπούν τη γλυκόζη και ανάγουν τα νιτρικά. (Αρσένη, 1994)

Είναι Gram αρνητικά περίτριχα, κινούμενα, αερόβια, προαιρετικά αναερόβια βακτήρια, καταλάση θετικά, οξειδάση αρνητικά που παράγουν οξύ από τη διάσπαση της γλυκόζης, φρουκτόζης, σουκρόζης, γαλακτόζης όχι όμως και αδοσιτόλης. (Αρσένη, 1994)

Είναι μικρόβια των φυτών. Αποτελούν μέλος της φυσιολογικής επιφυτικής χλωρίδας των φυτών αλλά μπορούν και να προκαλέσουν νόσο σ' αυτά. Ο άνθρωπος και τα ζώα αποικίζονται παροδικά. (Αρσένη, 1994)

Hafnia

Περίτριχο κινούμενο Gram αρνητικό βακτηρίδιο που δεν διασπά τη λακτόζη. Δεν έχει έλυτρο. Στο γένος αυτό ανήκει ένα μόνο είδος η *H. alvei* (Sakazaki, 1984)

Το *Hafnia alvei* είναι συνώνυμο του *Enterobacter alvei* Gram - αρνητικό βακτηρίδιο περίτριχο κινούμενο χωρίς έλυτρο, IMViC όπως τα *Enterobacter* (Ινδ. -, VP -, MR +, Κιτρικά +). Καταλάση θετικό, οξειδάση αρνητικό. Δεν διασπά την ουρία, δεν ρευστοποιεί την πηκτή, δεν παράγει H₂S, υδρολύει την εσκουλίνη. Παράγει αέριο από τη γλυκόζη. Δεν παράγει υδρόθειο, λιπάση, DNάση. Ζυμώνει λιγότερα σάκχαρα από ότι τα εντεροβακτήρια. Οι βιοχημικές του ιδιότητες καθώς και η κινητικότητα του είναι πιο έντονες στις χαμηλότερες θερμοκρασίες (των 25° – 30° C παρά στους 37° C). (Αρσένη, 1994)

Βρίσκεται στα κόπρανα του ανθρώπου και των ζώων, στα νερά των υπονόμων, στο έδαφος, στο νερό και στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Είναι ευκαιριακά παθογόνο. Βρίσκεται στα κόπρανα παιδιών με γαστρεντερίτιδα (Αρσένη κ.α., 1982). Περιγράφονται περιπτώσεις σηψαιμίας, μηνιγγίτιδας, μετεγχειρητικών λοιμώξεων και πρόσφατα και γαστρεντερίτιδας (Westblom et al., 1992).

ΨΕΥΔΟΜΟΝΑΔΕΣ

Pseudomonas aeruginosa

Είναι Gram – αρνητικό βακτηρίδιο και τα κύτταρα του διατάσσονται μεμονωμένα, σε ζεύγη ή σε μικρές αλυσίδες. Αναπτύσσεται μόνο σε αερόβιες συνθήκες. Καλλιεργείται με ευχέρεια στα κοινά θρεπτικά υλικά. Έχει θερμοκρασία αναπτύξεως τους 37° C.

Η *P. aeruginosa* έχει τις ακόλουθες ιδιότητες, που απαντούν σε όλα τα στελέχη του είδους: Παράγει καταλάση. Παράγει οξειδάση. Διασπά οξειδωτικώς τη γλυκόζη χωρίς την παραγωγή αερίου. Δεν ζυμώνει τη γλυκόζη. Προκαλεί οξειδωτική διάσπαση του γλυκονικού καλίου και παράγεται 2 – κετογλυκονικό κάλιο. Δεν διασπά τη μαλτόζη. Δεν διασπά τη λακτόζη. Δεν παράγει H₂S. Αναπτύσσεται στους 42° C.

Η *P. aeruginosa* έχει τις ακόλουθες ιδιότητες που όμως δεν υπάρχουν σε όλα τα στελέχη αλλά σε ένα μεγάλο αριθμό στελεχών του είδους. Είναι κινητό μικρόβιο (περισσότερα από 90% από τα στελέχη), και έχει μια μόνο βλεφαρίδα στον κάθε πόλο. Προκαλεί υδρόλυση της αργινίνης (περίπου 96% ως 98% από τα στελέχη). Παράγει μια κυανοπράσινη χρωστική, την **πυοκυανίνη**, η οποία είναι διαλυτή στο νερό και το χλωροφόρμιο. **Από όλα τα είδη ψευδομονάδας μόνο η *P. aeruginosa* παράγει πυοκυανίνη.** Στελέχη που παράγουν πυοκυανίνη χαρακτηρίζονται εύκολα ως *P. aeruginosa* και δεν χρειάζονται άλλες δοκιμασίες για την τυποποίηση του μικροβίου. Τα μισά περίπου από τα στελέχη *P. aeruginosa* παράγουν τη χρωστική. Ορισμένα στελέχη παράγουν και άλλες χρωστικές, όπως τη φθορεσεΐνη, την πυορουμπίνη και την πυομελανίνη. Η φθορεσεΐνη είναι πρασινοκίτρινη χρωστική διαλυτή στο νερό αλλά όχι διαλυτή στο χλωροφόρμιο. Καλλιέργειες του μικροβίου που παράγουν φθορεσεΐνη φθορίζουν, όταν προσπέσει υπεριώδης ακτινοβολία. Η πυορουμπίνη είναι κόκκινη χρωστική και η πυομελανίνη έχει χρώμα καστανόμαυρο.

Η *P. aeruginosa* είναι ευκαιριακό παθογόνο μικρόβιο για τον άνθρωπο. Οι λοιμώξεις από *P. aeruginosa* αφορούν κυρίως άτομα που νοσηλεύονται σε νοσοκομεία (νοσοκομειακές λοιμώξεις). Λοιμώξεις από *P. aeruginosa* παρατηρούνται κυρίως σε ασθενείς που πάσχουν από λευχαιμία ή άλλες νεοπλασίες, σε εγκαυματίες, σε άτομα που έχουν υποστεί μεγάλες

χειρουργικές επεμβάσεις και σε ασθενείς που θεραπεύονται με ακτινοβολίες, αντιβιοτικά και ανοσοκατασταλτικά φάρμακα.

Η *P. aeruginosa* είναι δυνατόν να προκαλέσει ουρολοιμώξεις, μηνιγγίτιδα, σηψαιμία, πνευμονία, μέση πυώδη ωτίτιδα, διαπυήσεις τραυμάτων και βαριά γαστρεντερίτιδα.

Η αναγνώριση της *P. aeruginosa* είναι εύκολη, αν το στέλεχος που απομονώνεται, παράγει τη χρωστική πυοκυανίνη. Η πυοκυανίνη διαχέεται στο υλικό καλλιέργειας και το χρωματίζει κυανοπράσινο. Αν το στέλεχος που απομονώνεται δεν παράγει χρωστική, η αναγνώριση της *P. aeruginosa* γίνεται με μια σειρά δοκιμασιών. Αρχικά ελέγχεται η παραγωγή οξειδάσης και ακολουθούν οι άλλες δοκιμασίες. (Δημητρακόπουλος, 1986)

Pseudomonas putida

Ανήκει στην ομάδα των ψευδομονάδων που παράγουν χρωστική. Δεν παράγει πυοκυανίνη αλλά πυοβερντίνη. Έχει περισσότερες από μία πολικές βλεφαρίδες και όλα τα στελέχη της είναι κινούμενα. Διαφέρει από την φθορίζουσα ψευδομονάδα κατά το ότι δεν παράγει πρωτεάση. Δεν παράγει πολλά ένζυμα και δεν οφειδώνει πολλά σάκχαρα. Διαχωρίζεται σε δύο βιοτύπους. Δεν διασπά το Tween 80, τον κρόκο αυγού. Δεν ανάγει τα νιτρικά. Διαφέρει από την *Pseudomonas aeruginosa* κατά το ότι έχει περισσότερες από μία βλεφαρίδες, αναπτύσσεται στους 42° C και παράγει οξύ στο O/F υλικό από τη λακτόζη, μαλτόζη και σουκρόζη.

Είναι κατ' εξοχήν μικρόβιο του εδάφους και λιγότερο του νερού. Βρίσκεται στο νοσοκομειακό περιβάλλον και στα κλινικά υλικά όπως και η φθορίζουσα.

BUTKOLHERIA CEPACIA

Η *Butktoheria cepacia* παλαιότερα ονομαζόταν *Pseudomonas cepacia* και άνηκε στις ψευδομονάδες έχει πολλές ομοιότητες με την *Pseudomonas aeruginosa* στις καλλιεργητικές και βιοχημικές της ιδιότητες. Είναι Gram αρνητικό, οξειδάση και νιτρικά θετικό, λακτόζη αρνητικό βακτηρίδιο που κινείται με περισσότερες από μία βλεφαρίδες, σε αντίθεση με την πυοκυανική που κινείται με μία βλεφαρίδα.

Η *Butktotheria ceracia* είναι μικρόβιο του φυσικού περιβάλλοντος. Ζει στο έδαφος και τα φυτά. Είναι παθογόνο για τα κρομμύδια στα οποία προκαλεί σήψη, εξού και η ονομασία του (Cerae = κρομμύδι).

Έχει μεγάλη αντοχή στην επίδραση των φυσικών συνθηκών του περιβάλλοντος. Ζει στο αποσταγμένο νερό. Βρέθηκε στα αντισηπτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία.

ACINETOBACTER

Τα *Acinetobacter* ανήκουν στην Οικογένεια των *Neisseriaceae*. Είναι το 4^ο γένος της Οικογένειας αυτής αλλά έχει διαφορετικό έναν από τους βασικούς χαρακτήρες αυτής. Είναι **οξειδάση αρνητικό** σε αντίθεση με όλα τα άλλα γένη που είναι οξειδάση θετικά. Κατά το *Bergey's Manual* η ονομασία του σαν *Acinetobacter* προέρχεται από την ελληνική λέξη ακίνητος γι' αυτό και το αναγράφω σαν ακινητοβακτηρίδιο. (Αρσένη, 1994)

Στο γένος των ακινητοβακτηριδίων ανήκουν διάφορα είδη τα οποία μέχρι και σήμερα θεωρούνται σαν βιότυποι ενός και μόνου είδους του *Acinetobacter calcoaceticus* var. *Anitratus* ή *A. anitratus*. Μεγάλη σύγχυση επικράτησε για πολλά χρόνια στην ονοματολογία των ακινητοβακτηριδίων που σήμερα πλέον έχουν διαγραφεί όπως τα *Herella vaginicola*, *Moraxella lwoffii*, *Mima polymorpha*, *B5W Organism* κ.α χωρίς να λυθεί το πρόβλημα της Ταξινόμησης των διαφόρων στελεχών που απομονώνονται από τα κλινικά δείγματα και έχουν μεν τους βασικούς χαρακτήρες του γένους αλλά και άλλους ειδικούς χαρακτήρες. (Αρσένη, 1994)

Τα *Acetinoacter* είναι κοινά μικρόβια του φυσικού μας περιβάλλοντος. Βρίσκονται στο χώμα, το νερό, τα φυτά και στα διάφορα φυτικά και ζωικά μας τρόφιμα. Αποικίζουν τους βλεννογόνους του πεπτικού, του αναπνευστικού και του ουρογεννητικού παροδικά ή μόνιμα. Η κυριότερη όμως περιοχή μόνιμης αποικίσεως είναι το δέρμα όπου παραμένει σαν μέλος της μόνιμης φυσιολογικής χλωρίδας του και σαν η κυριότερη πηγή μόλυνσεως του ανθρώπου. (Αρσένη, 1994)

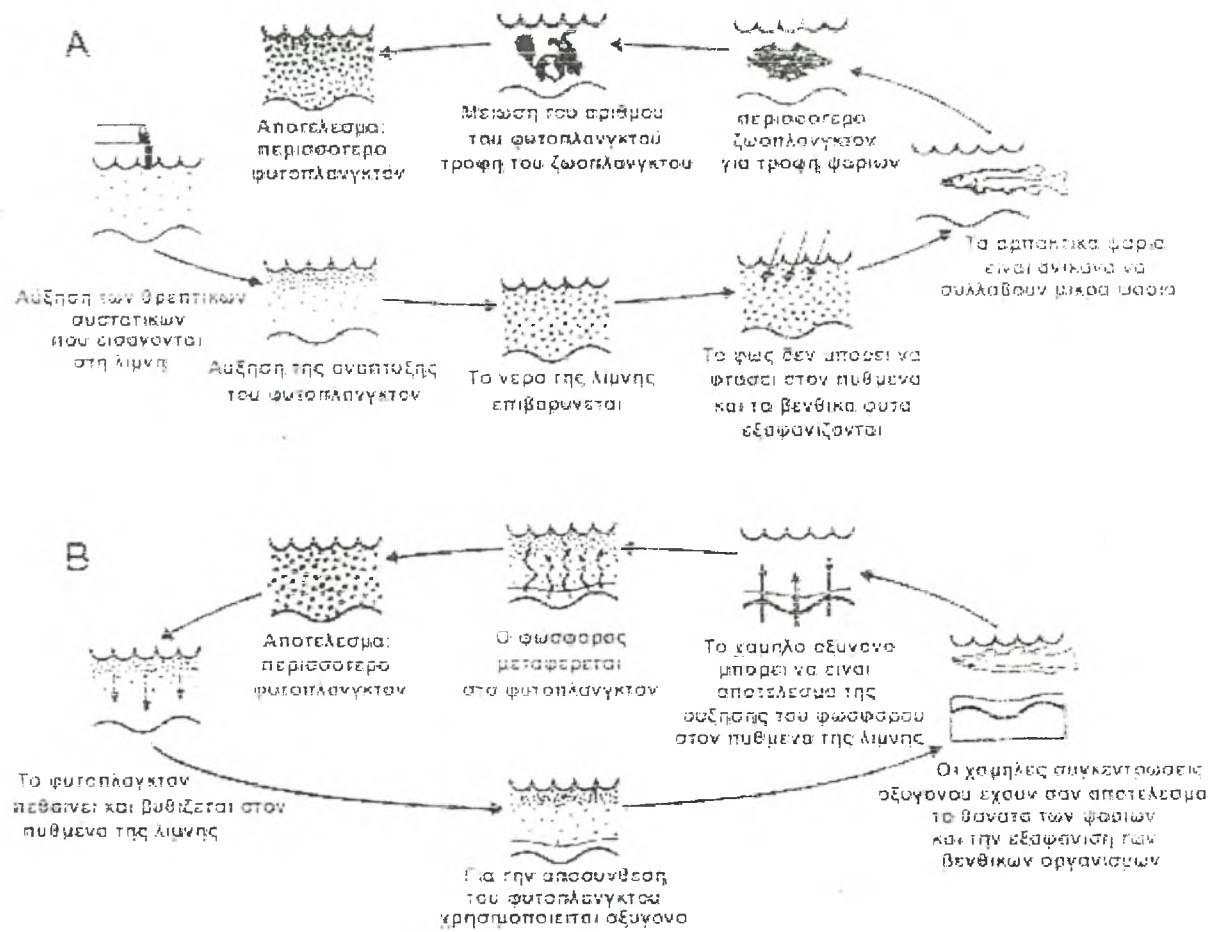
CHOMOBACTERIUM VIOLACEUM

Το προαιρετικά αναερόβιο βακτήριο *Chomobacterium violaceum* που βρίσκεται στο φυσικό περιβάλλον, στο νερό, το έδαφος και σπανίως συνδέεται

με ασθένειες που παρουσιάζονται στον άνθρωπο. (Georgiou, 1989) Συνήθως συναντάται στο τροπικά και υποτροπικά κλίματα. Το *Chromobacterium violaceum* είναι διαλυτό στην αιθανόλη αλλά αδιάλυτο στο νερό και το χλωροφόρμιο. Στις χρωστικές το είδος ομοιάζει με το είδος *Aeromonas* αλλά είναι στη μαλτόζη και μανιτόλη αρνητικά.

Οξειδάση αρνητικό μπορεί να μπερδευτεί με το είδος *Vibrio* ή *Aeromonas*.

(Balows, 1991)



Σχήμα 3: Σχηματική παρουσίαση των οικολογικών αποτελεσμάτων του ευτροφισμού



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



0040000724 10