

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ - ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Καταγραφή γενετικού υλικού ιχθύων της φραγμαλίμνης Σμοκόβου»**

**ΜΑΓΓΛΑΡΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2011**

**«Καταγραφή γενετικού υλικού ιχθύων της φραγμαλίμνης Σμοκόβου»**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :**

- 1) **Δημήτριος Βαφείδης**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπονδύλων και άμεση - έμμεση χρησιμότητά τους, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***,
- 2) **Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Μόνιμη Επίκουρος Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***,
- 3) **Αθανάσιος Εξαδάκτυλος**, Επίκουρος Καθηγητής, Γενετική Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

*Στους γονείς μου Χρήστο και Βάσω,  
στην αδελφή μου Σοφία,  
& στους καθηγητές μου  
Αθανάσιο Εξαδάκτυλο (Επίκουρο Καθηγητή Π.Θ)  
και Αφροδίτη Πασαλή (Καθηγήτρια ΤΕΙ Λάρισας)*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Δημήτριο Βαφειδίδη για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του στην πραγματοποίησή της.

Πολλές ευχαριστίες ανήκουν στο μέλος της εξεταστικής επιτροπής κ. Αθανάσιο Εξαδάκτυλο, χωρίς τη βοήθεια του οποίου, η περάτωση της εργασίας αυτής θα ήταν αδύνατη. Η βοήθεια και η συμπαράστασή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, ήταν για εμένα ανυπολόγιστης αξίας. Σαφέστατα, οφείλω και ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κα Παναγιώτα Παναγιωτάκη, μέλος της εξεταστικής επιτροπής της εργασίας μου, για τις χρήσιμες συμβουλές της και την καθοδήγησή της καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Πέτρο Μαρτσικάλη, υποψήφιο διδάκτορα του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθεια και την αμέριστη συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Αυγουστίνο Αυγουστή, υποψήφιο διδάκτορα του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, για τις πληροφορίες που μου παρείχε σχετικά με την περιοχή έρευνας.

Επιπρόσθετα, ένα ευχαριστώ θα ήταν λίγο, για την Καθηγήτρια του ΤΕΙ Λάρισας κα Αφροδίτη Πασαλή που ήταν ο άνθρωπος που μου έδειξε το δρόμο για το συγκεκριμένο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών και της χρωστάω ευγνωμοσύνη.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και όλους εκείνους τους φίλους και συνεργάτες μου, για την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθεια τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου κατασκευάστηκε με βασικό στόχο τη συλλογή νερού για την άρδευση δεσπόζουσας έκτασης 252.600 στρεμμάτων, σε περιοχές των Νομών Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας. Η ανθρώπινη αυτή παρέμβαση επέφερε, όπως ήταν αναμενόμενο, πλήθος επιπτώσεων τόσο θετικών όσο και αρνητικών. Ανάμεσα στις αρνητικές επιπτώσεις θα μπορούσε να αναφέρει κανείς τη μεταβολή της διαίτας του ποταμού Σοφαδίτη όπως και το γενικότερο επηρεασμό της αναπαραγωγής των ιχθύων τόσο εντός της λίμνης λόγω των μεταβολών της στάθμης, όσο και στα ποτάμια συστήματα από τα οποία δημιουργήθηκε αυτή. Ανάμεσα στις θετικές επιπτώσεις, δεν θα μπορούσε να αγνοηθούν οι διάφορες χρήσεις του νερού που παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλο ενδιαφέρον, η γενική αύξηση του παραγόμενου προϊόντος λόγω της δυνατότητας άρδευσης και βέβαια η γενικότερη εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής σε περιοχή ιδιαίτερα υψηλής αισθητικής αξίας με αμέτρητα θετικά αποτελέσματα τόσο για αυτή, όσο και για τους κατοίκους της.

Ο βασικός δικός μας στόχος κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, ήταν η καταγραφή του γενετικού υλικού των ιχθύων της φραγμαλίμνης Σμοκόβου και η δημιουργία Τράπεζας Γενετικού Υλικού αυτών στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τόσο η συλλογή όσο και η προστασία του γενετικού υλικού είναι ιδιαίτερα βαρύνουσας σημασίας, αφού η γενετική παραλλακτικότητα κινδύνευε και κινδυνεύει. Η εισαγωγή διάφορων ποικιλιών/ειδών ιχθύων σε περιοχές με παραδοσιακές ποικιλίες/είδη και τελικά η αντικατάσταση των αυτόχθονων ή λιγότερο παραγωγικών ποικιλιών, οδηγεί πολλές φορές σε κατακερματισμό ή και εξαφάνιση μεγάλου μέρους των πληθυσμών τους και ταυτόχρονα στην αναγκαιότητα άμεσης δημιουργίας Κέντρων Διατήρησης Γενετικού Υλικού (Gene Resources Centers) ή Τραπεζών Γενετικού Υλικού (Gene Banks).

Είναι γεγονός αναμφισβήτητο ότι όπως σε όλους τους οργανισμούς, έτσι και στους υδρόβιους οργανισμούς μπορεί να εξάχθει DNA με διάφορα πρωτόκολλα και να δημιουργηθούν Γονιδιωματικές Βιβλιοθήκες, που επί της ουσίας αποτελούν μια σύγχρονη μορφή *ex-situ* διατήρησης του γενετικού υλικού αλλά και σημαντικό εργαλείο έρευνας για αξιοποίηση γενετικών δεδομένων.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι γνωρίζοντας τη γενετική σύσταση των ιχθύων μιας οποιασδήποτε υδατοσυλλογής, υπάρχει η δυνατότητα με σχετική ασφάλεια να πραγματοποιηθούν εμπλουτισμοί με είδη που δε θα αλλοιώσουν την αυτόχθονη ιχθυοπανίδα. Οι φραγμαλίμνες είναι σε αρκετό βαθμό τεχνητά οικοσυστήματα και κατά συνέπεια επιδέχονται κάποιες επεμβάσεις σε αντίθεση με τις φυσικές λίμνες, που αν είναι καλά μελετημένες μπορεί να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα από την εισαγωγή ιχθύων. Έτσι, σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να προβλεφθούν τα φαινόμενα που αναμένεται να εμφανιστούν με την εισαγωγή ειδών τόσο στην τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος, όσο και στους πιθανούς κινδύνους εξαφάνισης των αυτόχθονων ειδών.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, χρειάστηκε να πραγματοποιηθούν τρεις συνολικά δειγματοληψίες σε πέντε διαφορετικούς σταθμούς εντός της φραγμαλίμνης. Το σύνολο των ατόμων που συλλέχθηκε, υποβλήθηκε σε διαδικασία απομόνωσης του DNA και σε διαδικασία ηλεκτροφόρησης σε πηκτή αγαρόζης για τη διαπίστωση της ποιότητας και ποσότητας του γενετικού υλικού. Από τις τιμές που βρέθηκαν στο φασματοφωτόμετρο, αλλά και από την ηλεκτροφόρηση που πραγματοποιήθηκε φαίνεται ξεκάθαρα πως το γενετικό υλικό των δειγμάτων είναι «καθαρό», απαλλαγμένο από παραπροϊόντα.

Γενικότερα, στα πλαίσια της αειφορίας σε ένα σύστημα μιας συγκεκριμένης δυναμικής, υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ του αλιεύσιμου πλούτου και του γενετικού



αποθέματος, ικανή να διατηρήσει πολυμορφισμό στις επόμενες γενιές. Η δική μας συμβολή στην παρούσα εργασία, ήταν η μέτρηση της σημερινής παραλλακτικότητας, η οποία μπορεί να συγκριθεί με αυτές παρόμοιων υδατοσυλλογών ή υδάτινων συστημάτων με ήπια έστω αλιευτική παραγωγή, που να ομοιάζουν στο σύστημά μας, ώστε οποιαδήποτε ακραία περιβαλλοντική μεταβολή ή και ανθρώπινη παρέμβαση να μπορεί να οδηγήσει το σύστημα σε μία πρότερη κατάσταση όσον αφορά στο γενετικό του πλούτο.

Τέλος, κανείς δεν θα μπορούσε να αμφισβητήσει τη γενική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής της φραγμαλίμνης σε μία περιοχή ιδιαίτερα υψηλής αισθητικής αξίας και βέβαια ότι η εξέλιξη αυτή μπορεί πραγματικά να οδηγήσει στην αύξηση του τουριστικού ενδιαφέροντος, και τη γενικότερη οικονομική άνθηση της περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: Λίμνη Σμοκόβου, Τράπεζα Γενετικού Υλικού Ιχθύων, Γενετική Παραλλακτικότητα, Γονιδιωματικές Βιβλιοθήκες, Απομόνωση DNA, Ηλεκτροφόρηση.

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	12
1.1. Γενικά.....	12
1.2. Τράπεζες Γενετικού Υλικού.....	14
1.2.1. Διατήρηση Γενετικού Υλικού και Τεχνικές Διατήρησης.....	15
1.3. Εμπλουτισμοί υδάτινων οικοσυστημάτων.....	16
1.3.1. Σήμανση και Μαρκάρισμα.....	18
1.3.1.1. Μαρκάρισμα.....	18
1.3.1.2. Είδη σήμανσης.....	19
1.3.2. Αναισθησία ιχθύων.....	21
1.3.3. Βασικές αρχές για τη μεταφορά των ιχθύων.....	21
1.3.4. Συλλογή στοιχείων.....	22
1.3.5. Κίνδυνοι από τις εισαγωγές και τη γενετική ρύπανση.....	22
1.4. Στόχοι της παρούσας Μ.Δ.Ε.....	23
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	24
2.1. Τράπεζα γενετικού υλικού ιχθύων της φραγμαλίμνης Σμοκόβου.....	24
2.2. Βιολογικό υλικό και περιοχές συλλογής δειγμάτων.....	25
2.3. Όργανα που χρησιμοποιήθηκαν.....	26
2.4. Είδη ιχθύων και διαδικασία αφαίρεσης ιστού.....	28
2.5. Εξαγωγή DNA (DNA extraction).....	29
2.6. Ηλεκτροφόρηση.....	31
2.6.1. Παρασκευή πηκτής αραρόζης.....	34
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	36
3.1. Η ιχθυοπανίδα της περιοχής.....	37
3.1.1. Κοκκινοφτέρα <i>Scardinus erythrophthalmus</i> (L.).....	39

3.1.2.	Σύρτι, <i>Chondrostoma nasus</i> (L.).....	41
3.1.3.	Τσιρώνι, <i>Rutilus rutilus</i> (L.).....	43
3.1.4.	Μπριάνα, <i>Barbus spp</i> .....	44
3.1.5.	Κέφαλος, <i>Leuciscus cephalus</i> (L.).....	46
3.2.	Αποτελέσματα ποιότητας και ποσότητας DNA.....	48
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	50
4.1.	Διατήρηση γενετικής ποικιλομορφίας και υδάτινα αναπτυξιακά προγράμματα.....	50
4.2.	Διατήρηση γενετικού υλικού και Τράπεζες Γενετικού Υλικού.....	52
4.3.	Εμπλουτισμοί υδάτινων οικοσυστημάτων.....	55
4.3.1.	Σήμανση και μαρκάρισμα ιχθύων.....	58
4.3.2.	Εμπλουτισμοί στη φραγμαλίμηνη Σμοκόβου.....	62
4.3.2.1.	Κυπρίνος ή Γριβάδι ( <i>Cyprinus caprio</i> ).....	64
4.3.2.2.	Κορέγονος ( <i>Coregonus lavaretus</i> ).....	66
4.4.	Γενική κατάσταση φυσικού περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής – αρνητικές και θετικές επιπτώσεις από τη δημιουργία του φράγματος.....	68
4.5.	Αλιευτική κατάσταση φραγμαλίμνης.....	73
5.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΙΜΝΗ.....	75
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	77
7.	ABSTRACT.....	86

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Η Ελλάδα αριθμεί 41 φυσικές λίμνες και 14 τεχνητές (Fitoka et. al., 2000). Για τη δημιουργία της φραγμαλίμνης Σμοκόβου κατασκευάστηκε λιθόρριπτο φράγμα συνολικού όγκου  $3,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Κουτσογιάννης και συν., 2008). Το φράγμα Σμοκόβου κατασκευάστηκε το χρονικό διάστημα 1985-2003 και ξεκίνησε ως ένα κατεξοχήν αρδευτικό έργο με σκοπό τη συλλογή νερού για την άρδευση έκτασης 252.600 στρεμμάτων, σε πεδινές περιοχές των Νομών Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας (Αυγουστής, 2006).

Η κατασκευή ενός φράγματος επιφέρει κάποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως η κατάκλιση μεγάλων εκτάσεων από τη δημιουργία της λίμνης, η διακοπή της ροής του ποτάμιου συστήματος και η διακοπή της τροφοδοσίας των κατάντη εκτάσεων με φερτές ύλες, οι οποίες επιδρούν ως ένα βαθμό στην αλλαγή της χλωρίδας και πανίδας της περιοχής, όπως και στο τοπικό κλίμα (Τζιτζή, 2008).

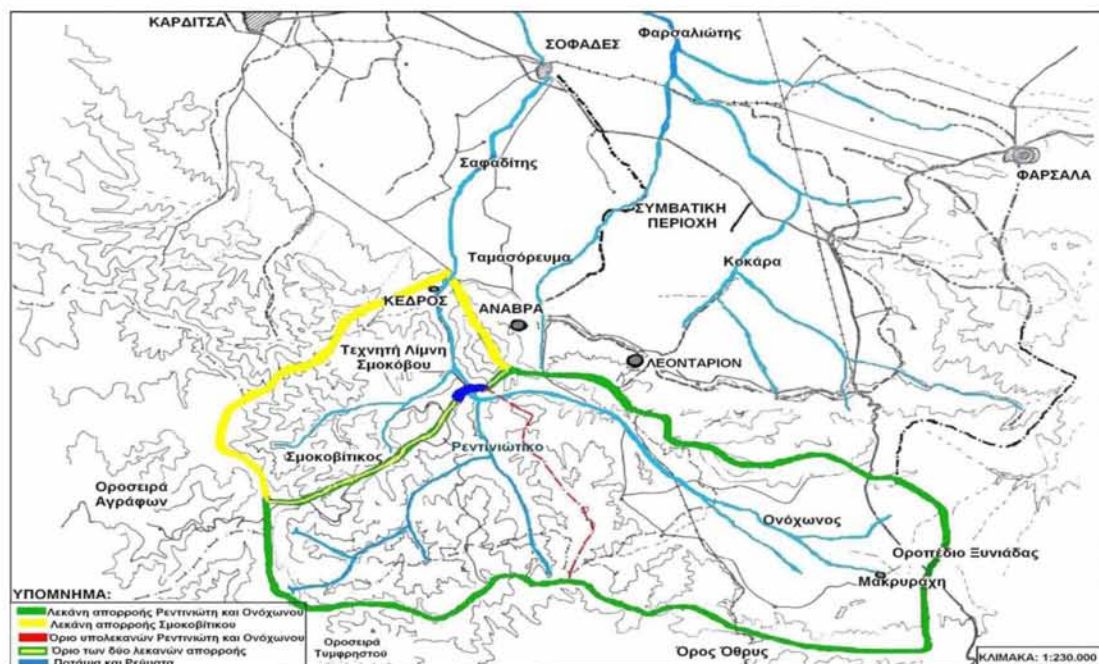
Η περιοχή Σμοκόβου καλύπτει το νότιο άκρο του νομού Καρδίτσας (Εικ. 1). Οι κάτοικοι ασχολούνται κυρίως με τουριστικά επαγγέλματα, με τη γεωργία (σιτηρά, αραβόσιτος, τριφύλλι) και την κτηνοτροφία (βοοειδή). Ο πληθυσμός στο χωριό Λουτροπηγή (πρώην Σμόκοβο) το χειμώνα ανέρχεται στα 545 άτομα (απογραφικά στοιχεία 2001 : Μαμάσης και συν., 2006).

Η περιοχή υδρολογικού ενδιαφέροντος ορίζεται από την λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη. Ο χείμαρρος Σοφαδίτης είναι ένας από τους πολλούς παραπόταμους του Πηνειού ποταμού της Θεσσαλίας που δημιουργείται από τη συμβολή των υδατορευμάτων του Ρεντινιώτικου στα νότια και του Ονόχωνου στα ανατολικά (Εικ. 2) (Κουκουβίνος και συν., 2006). Επάνω στο χείμαρρο Σοφαδίτη, κατασκευάστηκε το φράγμα Σμοκόβου (Μαμάσης και συν., 2007).

Η Τεχνητή Λίμνη Σμοκόβου, βρίσκεται σε απόσταση 30 χιλιομέτρων Νοτίως-ΝΑ της Καρδίτσας στην θέση «Παλιοσταλός», στην περιοχή των κοινοτήτων Λουτροπηγής και Κτιμένης του Νομού Καρδίτσας (Κουτσογιάννης και συν., 2001).



Εικόνα 1 : Η περιοχή έρευνας



Εικόνα 2 : Η περιοχή έρευνας με τις λεκάνες απορροής, τα ποτάμια και τα ρεύματα (Αυγουστής, 2006).

## 1.2. Τράπεζες γενετικού υλικού

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η δημιουργία Τράπεζας Γενετικού Υλικού (Τ.Γ.Υ) Ιχθύων της φραγμαλίμνης Σμοκόβου. Θεωρείται λοιπόν απαραίτητο να γίνει αναλυτική αναφορά στην ανάγκη διατήρησης γενετικού υλικού και της παράλληλης δημιουργίας Τράπεζας Γενετικού Υλικού.

Η απώλεια ποικιλομορφίας των ειδών συνοδεύεται από μία πτώση στη γενετική ποικιλομορφία (Meffe, 1987). Η γενετική παραλλακτικότητα δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη σε όλο τον κόσμο αλλά είναι συγκεντρωμένη σε ορισμένες περιοχές οι οποίες ονομάζονται κέντρα γενετικής παραλλακτικότητας (De Can Dolle, 1982).

Μέχρι το 1997 η βιοποικιλότητα του γλυκού νερού είχε γίνει ένα πολύ-συζητημένο θέμα (Harvey, 1998). Ο FAO των Ηνωμένων Εθνών μετά τη συνάντησή στη Ρώμη το 1980, άρχισε να παίζει το ρόλο του συντονιστή στην προσπάθεια συλλογής και προστασίας του γενετικού υλικού διάφορων ειδών, ιδρύοντας τα λεγόμενα Κέντρα Διατήρησης Γενετικού Υλικού (Gene Resources Centers) ή Τράπεζες Γενετικού Υλικού (Gene Banks). Οι συναντήσεις της Ρώμης έθεσαν τους κανόνες για την γενετική προστασία των ιχθύων παγκοσμίως. (Harvey, 1998).

Σε κάθε χώρα υπάρχουν ειδικά κέντρα που είναι επιφορτισμένα να πραγματοποιούν έρευνα για τη βελτίωση κυρίως της παγκόσμιας γεωργίας, αλλά και της κτηνοτροφίας και ιχθυολογίας. Έχει προωθηθεί ένα παγκόσμιο δίκτυο κέντρων γενετικού υλικού για να προάγει τη συλλογή, τη διατήρηση και προστασία, την τεκμηρίωση, την αξιολόγηση και τη χρησιμοποίηση του γενετικού υλικού. Το διεθνές δίκτυο λειτουργεί σε στενή συνεργασία με το FAO (Σαμαράς και Ματθαίου, 2006).

Η Ελληνική Τράπεζα Γενετικού Υλικού ιδρύθηκε το 1981, με σκοπό την έγκαιρη συλλογή και την αποτελεσματική προστασία των φυτογενετικών πόρων και

της γεωργικής βιοποικιλότητας της χώρας γενικότερα (Σαμαράς και Ματθαίου, 2006).

### 1.2.1 Διατήρηση Γενετικού Υλικού και Τεχνικές Διατήρησης

Είναι γεγονός πως μία δεδομένη ονοματολογία και κάποιες γενικές πληροφορίες είναι απαραίτητα όταν τίθεται συζήτηση για το γενετικό υλικό, την *in situ* και την *ex-situ* διατήρηση και τις τράπεζες γενετικού υλικού.

**Γενετικό υλικό** : Είναι οποιοδήποτε υλικό από φυτό, ζώο, μικρόβιο ή άλλης προέλευσης υλικό που περιέχει λειτουργικές μονάδες κληρονομικότητας (CBD, 1994).

**In situ διατήρηση:** Η *in-situ* διατήρηση περιλαμβάνει διατήρηση των πρώτων υλών στην τοποθεσία στην οποία έχουν προσδώσει τα ειδικά τους χαρακτηριστικά (Bartley, 1998). Η επί τόπου (*in-situ*) διατήρηση προϋποθέτει μεταξύ άλλων την επισήμανση περιοχών με υψηλό πλούτο ειδών (High species richness index), τη θέσπιση νομοθεσίας, τη δημιουργία οργάνων υλοποίησης και ελέγχου και την εξεύρεση πόρων για την υλοποίηση της προστασίας σε Εθνικό επίπεδο (Σταυρόπουλος και συν., 2008).

**Ex-situ διατήρηση:** Είναι ο πιο διαδεδομένος και ο πιο εύκολος σχετικά τρόπος διατήρησης. Αναφέρεται στην διατήρηση των πηγών σε μία εγκατάσταση διαφορετική από εκείνη την περιοχή όπου πέτυχε τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά – π.χ. ζωολογικούς κήπους, ενυδρεία, ζωντανές τράπεζες γενετικού υλικού και καταψύκτες (Bartley, 1998). Χρησιμοποιείται συνήθως για τη διατήρηση σπόρων σε ειδικές αποθήκες με συνθήκες που επιβραδύνουν το γήρας (Σταυρόπουλος και συν., 2008).

**Τράπεζες Γενετικού Υλικού:** Είναι ένας τύπος *ex-situ* διατήρησης και μπορεί να αποτελείται τόσο από κατεψυγμένο όσο και από ζωντανό υλικό. Οι

τράπεζες γενετικού υλικού που αποτελούνται από ζωντανούς οργανισμούς είναι εξαιρετικά σημαντικές. Ωστόσο, είναι ακριβές για να συντηρηθούν εκτός και αν σχετίζονται με βιώσιμες επιχειρήσεις (π.χ. υποστηριζόμενες από ιδιωτική βιομηχανία ως πηγή αποθήκης ιχθυοκαλλιέργειας) ή ενεργά στηρίζονται από ιδιωτική ή δημόσια χρηματοδότηση (π.χ. ζωολογικοί κήποι και ενυδρεία) για έρευνα και δημόσια ψυχαγωγία ή εκπαίδευση (Bartley, 1998). Επίσης, σύμφωνα με τον Pullin και τους συνεργάτες του (1998) μία Τράπεζα Γενετικού Υλικού ευρέως ορίζεται ως: «Οποιαδήποτε συλλογή γενετικού υλικού που κρατείται για να εξασφαλίσει τη μελλοντική διαθεσιμότητα αυτού του υλικού για σκοπούς διατήρησης, μελέτης ή παραγωγής.»

### 1.3 Εμπλουτισμοί υδάτινων οικοσυστημάτων

Η ιχθυοπανίδα των φραγμολιμνών αποτελείται αρχικά από τα είδη που βρίσκονταν στον ποταμό από τον οποίο προήλθε η λίμνη που αδυνατούν να εκμεταλλευτούν τα νέα τροφικά πεδία, δηλαδή τη βενθική και την πελαγική ζώνη. Είναι δυνατόν να σταθεροποιηθεί ή και να αυξηθεί ακόμη η αλιευτική παραγωγή των φραγμαλιμνών στο μέτρο που θα εισαχθούν τα κατάλληλα είδη που θα μπορούσαν να εκμεταλλευτούν τα νέα τροφικά πεδία (Οικονομίδης και συν., 1999).

Σύμφωνα με τον Holcik (2000), οι εισαγωγές ψαριών χωρίζονται σε δύο είδη. Το πρώτο είναι η εισαγωγή (introduction), που είναι η μεταφορά του οργανισμού από τη βιογεωγραφική περιοχή όπου είναι αυτόχθονος σε άλλη, στην οποία δεν είχε ποτέ διαδοθεί και υπό αυτή την έννοια, τα είδη θεωρούνται εξωτικά. Το δεύτερο είδος εισαγωγής είναι η μετάθεση - μεταφορά ή μετακίνηση (transfer or translocation). Ο όρος αυτός αναφέρεται στα είδη που είναι νέα σε κάποια χώρα ή σε κάποια ύδατά της. Σε ότι αφορά την επανεισαγωγή (Re-introduction), είναι η



απόπειρα να εγκατασταθεί ένα είδος σε μία περιοχή που κάποτε αποτελούσε μέρος του ιστορικού του πεδίου από το οποίο όμως έχει εξαφανιστεί.

Ο εμπλουτισμός (stocking) είναι η συνεχής και επαναλαμβανόμενη διοχέτευση ψαριών σε οικοσύστημα που προϋπάρχουν. Ο εγκλιματισμός (acclimatization) είναι η διαδικασία προσαρμογής ενός είδους στις συνθήκες του νέου περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα, υπάρχει η αφομοίωση ή εδραίωση στο φυσικό περιβάλλον (naturalization), η οποία είναι και σημαντικότερος συντελεστής επιτυχίας του εγκλιματισμού. Επίσης, υπάρχει η αποκατάσταση ή ανάκτηση (restoration, restitution, recovery). Στην περίπτωση αυτή, πραγματοποιείται εισαγωγή του ιθαγενούς είδους στην περιοχή ή στα ύδατα από όπου προέρχεται ή όπου κατοικούσε στο παρελθόν αλλά από όπου έχει εξαφανιστεί. Τέλος, ο εμπλουτισμός-αύξηση (enhancement), είναι η απελευθέρωση πληθυσμών για να καλυφθούν γενικές κοινωνικές ανάγκες. Αυτός γίνεται χωρίς κερδοσκοπικό χαρακτήρα. Ο εμπλουτισμός αυτός περιλαμβάνει την αποκατάσταση των φυσικών πληθυσμών (restocking), την αποκατάσταση κατεστραμμένου οικοχώρου (augmentation) και την πρόσθεση νέου είδους (addition) (Holcik, 2000).

Οι στόχοι του εμπλουτισμού σύμφωνα με τον Cowx (1999) είναι οι εξής:

- Εμπλουτισμός για μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στα συστήματα της αλιείας και πραγματοποιούνται εθελοντικά ή εκ του νόμου.
- Εμπλουτισμοί για αύξηση. Γίνεται με σκοπό τη διατήρηση ή βελτίωση των αποθεμάτων όπου η παραγωγή είναι μικρότερη από τη φέρουσα ικανότητα του οικοτόπου. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι περισσότεροι εμπλουτισμοί.
- Εμπλουτισμοί για αποκατάσταση ενός περιοριστικού παράγοντα που έχει αφαιρεθεί ή περιοριστεί και σχετίζεται με τη βελτίωση του αποθέματος.

- Εμπλουτισμοί για δημιουργία νέων μορφών αλειείας με τη εισαγωγή νέων ψαριών σε μια περιοχή όπου προηγουμένως δεν υπήρχαν.

### **1.3.1 Σήμανση και μαρκάρισμα**

#### **1.3.1.1 Μαρκάρισμα**

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι μαρκαρίσματος που χρησιμοποιούνται στους εμπλουτισμούς. Η κοπή του πτερυγίου (Εικ. 3) (Basavaraju *et al.*, 1998) όσο και οι τρύπες στο βραγχιακό επικάλυμμα (Harvey, 1987), αποτελούν προσωρινές μεθόδους μαρκαρίσματος αφού παρουσιάζεται αναγέννηση ιστού. Το μαρκάρισμα φθορισμού (Εικ. 4), αποτελεί μια μέθοδο εισαγωγής ουσιών που δεσμεύονται από τα κόκαλα των ψαριών και φωσφορίζουν στην υπεριώδη ακτινοβολία (Harvey, 1987). Η εισαγωγή παρασίτων, αποτελεί μια μέθοδο όπου γνωστά στον ερευνητή παράσιτα εισέρχονται εντός των ιχθυδίων και συνυπάρχουν με αυτά (Templeman, 1983).

Άλλη μέθοδος μαρκαρίσματος είναι η έγχυση χρωστικών (Εικ. 5), όπου εφαρμόζονται στην εξωτερική επιφάνεια των ιχθυδίων (Harvey, 1998). Ο φθορισμός ελαστομερούς (Εικ. 6), είναι μέθοδος εσωτερικής πολύχρωμης σήμανσης η οποία και είναι ορατή εξωτερικά (Morgan and Bull, 2005). Το μοριακό μαρκάρισμα, αποτελεί μια σπάνια μέθοδο όπου οι γενετικές μάρκες εισάγονται σε τμήμα του άγριου πληθυσμού (Morgan and Bull, 2005). Ο στιγματισμός (Εικ. 7), είναι μέθοδος δημιουργίας στιγμάτων με τη χρήση ασημένιου μολυβιού ή με εργαλείο παγωμένο σε υγρό άζωτο (Harvey, 1987), ξηρό πάγο, συμπιεσμένο CO<sub>2</sub>, freon και ακτίνες λέιζερ (Morgan and Bull, 2005).



**Εικόνα 3 :** Κοπή πτερυγίου (Rubin et al., 2000)



**Εικόνα 4 :** Μαρκάρισμα φθορισμού (Rubin et al., 2000)



**Εικόνα 5 :** Έγχυση χρωστικών (Rubin et al., 2000)



**Εικόνα 6 :** Φθορισμός ελαστομερούς (Rubin et al., 2000)



**Εικόνα 7 :** Στιγματισμός (Rubin et al., 2000)

### 1.3.1.2 Είδη σήμανσης

Η σήμανση είναι μια μέθοδος που δίνει ποικίλες πληροφορίες για το ιχθύδιο ή για τη παρτίδα του. Η σήμανση πραγματοποιείται με άγκιστρα ή βέλη, με δίσκους και κλίπ, με παθητική αναμετάδοση PIT και με μαγνητισμένο σύρμα ατσάλινου χάλυβα. Στην κατηγορία άγκιστρα ή βέλη ανήκουν οι ετικέτες σε σχήμα T (floy tags) (Εικ. 8) με αλφαριθμητικό κωδικό που εισάγονται στο ιχθύδιο με τη βοήθεια πιστολιού (Basavaraju *et al.*, 1998). Τα άγκιστρα φέρουν κωδικό στην ουρά τους (Harvey, 1987).

Υπάρχει μια πληθώρα σημάτων σε δίσκους και κλιπ, με κυριότερους στην κατηγορία των δίσκων, τους πλαστικούς δίσκους Peterson (Εικ. 9) (Harvey, 1987). Οι ετικέτες Carling (Εικ. 10) αποτελούνται από χαλύβδινη ταυτότητα που συνδέεται με το σώμα του ιχθύος με σύρμα ανοξείδωτου χάλυβα (Basavaraju *et al.*, 1998). Οι ετικέτες γνάθου (Εικ. 11) είναι μεταλλικά δαχτυλίδια (Harvey, 1987).

Η παθητική Αναμετάδοση (PIT) (Εικ. 12) πραγματοποιείται με κάψες γυαλιού σε μέγεθος ρυζιού που εισέρχονται ενδομυϊκά και περιέχουν μικρό αναμεταδότη χωρίς εσωτερική μπαταρία (Morgan and Bull, 2005). Το μαγνητισμένο σύρμα ατσάλινου χάλυβα (Εικ. 13) αναγράφει πάνω κωδικό χαραγμένο με λέιζερ και εισάγεται στο χόνδρο του ψαριού, στο συνδετικό ιστό ή απ' ευθείας στη μυϊκή μάζα (Morgan and Bull, 2005).



**Εικόνα 8 :** Πορτοκαλί floy tag στη βάση του ραχιαίου πτερυγίου ιχθύος (Anonymous, 2007)



**Εικόνα 9 :** Δίσκος Peterson (Anonymous, 2007)



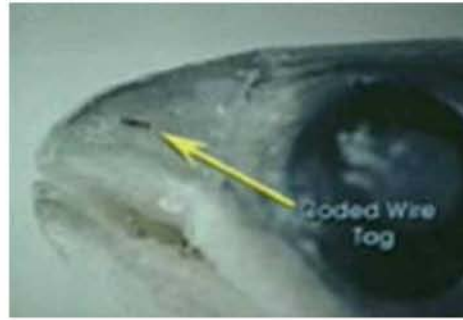
**Εικόνα 10 :** Ετικέτα Carling (Anonymous, 2007)



**Εικόνα 11 :** Ετικέτα γνάθου (Anonymous, 2011)



**Εικόνα 12 :** Παθητική αναμετάδοση PIT (NOAA,2011)



**Εικόνα 13 :** wire tag (Anonymous, 2007)

### 1.3.2 Αναισθησία ιχθύων

Η χρήση των αναισθητικών παίζει σπουδαίο ρόλο, καθώς χρησιμοποιούνται για ένα πλήθος εφαρμογών όπως η μέτρηση του βάρους των ιχθύων, η διαλογή τους, η συλλογή σπέρματος και ωαρίων, το μαρκάρισμα, τη μεταφορά στις περιοχές εμπλουτισμού και πολλές άλλες τεχνικές (Hajek *et al.*, 2006). Τα αναισθητικά χωρίζονται σε χημικά ή μη χημικά με πιο διαδεδομένη τη χρήση των χημικών (Hajek *et al.*, 2006). Αν και πολλά είδη ψαριών μπορούν να υποστούν ενέσιμη αναισθησία, ωστόσο προτιμάται η εμφάνιση σε λουτρό με τρεχούμενο ή στάσιμο ύδωρ (Browser, 2001). Κατά τη διαδικασία αναισθητοποίησης τα ψάρια εισέρχονται στη δεξαμενή με το διαλυμένο αναισθητικό και παραμένουν εκεί έως ότου φτάσουν στο επιθυμητό στάδιο αναισθησίας. Για να συνέλθουν από την αναισθησία εισέρχονται σε δεξαμενή με καθαρό νερό (Browser, 2001).

### 1.3.3 Βασικές αρχές για τη μεταφορά των ιχθύων

Κατά τη διαδικασία μεταφοράς πρέπει να ακολουθούνται κάποιες αρχές για την καλύτερη μεταφορά και αποτελεσματικότητα των εμπλουτισμών. Οι δεξαμενές μετακίνησης πρέπει να είναι καθαρές και απολυμασμένες, δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί πάγος από χλωριωμένο νερό και πρέπει να πραγματοποιείται μέτρηση της ποιότητας του νερού κατά τη μεταφορά και αερισμός της δεξαμενής. Τα

ιχθύδια είναι καλό να υποστούν αστιτία για ένα διάστημα 48-72 ωρών πριν τη μεταφορά και τον εμπλουτισμό και να περιοριστεί η πρόκληση άγχους. Ακόμη, πρέπει να περιοριστούν οι πολλές μέθοδοι μεταφοράς και να επιλεγθεί η καταλληλότερη μεταφορική τεχνική για όσο το δυνατό συντομότερη μεταφορά των ιχθυιδίων. Τέλος, πρέπει να υπάρχει πρόσβαση στη περιοχή πριν τη διενέργεια του εμπλουτισμού και κατασκευή σχεδίου για έκτακτες περιπτώσεις.

#### **1.3.4 Συλλογή στοιχείων**

Η συλλογή στοιχείων γίνεται είτε από τους ίδιους τους επιστήμονες (Leber *et al.*, 1998), είτε από ψαράδες της περιοχής (Sanchez-Lamadrid, 2002). Οι τοπικοί ψαράδες ενημερώνονται από τους επιστήμονες με φυλλάδια και έντυπα για τον εμπλουτισμό της περιοχής, τα ψάρια που έχουν απελευθερωθεί και τη μορφή σήμανσης που φέρουν. Αν κατά την αλίευση βρεθεί κάποιο μαρκαρισμένο ψάρι τότε τους ζητείται η παράδοσή του στον αρμόδιο φορέα της περιοχής έναντι χρηματικού αντιτίμου, ώστε να αυξηθεί το κίνητρο της παράδοσης των σημάνσεων (Sanchez-Lamadrid, 2002).

#### **1.3.5 Κίνδυνοι από τις εισαγωγές και η γενετική ρύπανση**

Κατά τους Schiemer και Duncan (1987), είναι σημαντικό να προβλεφθούν τα φαινόμενα που αναμένεται να εμφανιστούν με την εισαγωγή ξενικών ειδών τόσο στην τροφική κατάσταση του συστήματος, όσο και στους πιθανούς κινδύνους εξαφάνισης αυτόχθονων ειδών.

Οι κίνδυνοι από τις διάφορες εισαγωγές είναι πολύ μεγαλύτεροι από τα οφέλη, κυρίως σε ότι αφορά τα εξωτικά είδη ψαριών. Ανάμεσα στους βασικούς κινδύνους είναι η μείωση της πυκνότητας του πληθυσμού των αυτόχθονων ειδών, η

εξολόθρευση των αυτόχθονων ειδών και η γενετική υποβάθμιση των αυτόχθονων ειδών όπως για παράδειγμα η αύξηση των υβριδικών πληθυσμών *whitefish* μετά την εισαγωγή *Coregonus peled* (Holcik, 2000).

Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η γενετική ρύπανση από την εισβολή ξενικών ειδών ή υποειδών και η ενδεχόμενη υποβάθμιση ή και εξαφάνιση αυτόχθονων γονιδιωμάτων, αντιπροσωπεύουν τη δεύτερη πλέον σημαντική αιτία κατάπτωσης των γονιδιακών αποθεμάτων των άγριων πληθυσμών (Meriggi and Mazzoni, 2003).

Τέλος, στους διάφορους κινδύνους συγκαταλέγονται η εμφάνιση ξένων ασθeneιών και παρασίτων, όπως και οι διάφορες κοινωνικοοικονομικές συνέπειες από την ενδεχόμενη αλλαγή τεχνικής αλιείας και του τρόπου επεξεργασίας του αλιεύματος.

#### **1.4 Στόχοι της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας**

❖ Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συγκέντρωση υλικού και δεδομένων ώστε να αποτελέσει τη βάση δημιουργίας μίας Τράπεζας Γενετικού Υλικού ιχθύων της φραγμαλίμνης Σμοκόβου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

❖ Έχοντας γνώση της γενετικής δομής των ιχθύων της φραγμαλίμνης υπάρχει η δυνατότητα σωστής μελέτης για οποιοδήποτε εμπλουτισμό της λίμνης με κάποιο ενδεχομένως ιδιαίτερα επωφελές είδος το οποίο απουσιάζει και είναι δυνατόν να εισαχθεί για να εκμεταλλευθεί ως φυσική τροφή.

❖ Αυτή η τράπεζα θα μπορούσε να εξυπηρετήσει ακόμη και σε οποιαδήποτε περίπτωση ακραίου συμβάντος, είτε αυτό προκληθεί από ανθρώπινη παρέμβαση είτε από τη φύση, για την ύπαρξη μίας σχετικής δυνατότητας αποκατάστασης των ιχθύων της φραγμαλίμνης μέσω ενδεχόμενων εμπλουτισμών.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Τράπεζα γενετικού υλικού ιχθύων της φραγμαλίμνης Σμοκόβου

Είναι γεγονός ότι σημαντικό ρόλο στη διαχείριση και προστασία των αλιευτικών πηγών διαδραματίζει ο προσδιορισμός των διαφορετικών ιχθυαποθεμάτων και η γνώση της γενετικής τους δομής. Τις περισσότερες φορές τα είδη αυτά παρουσιάζουν εκτεταμένη γεωγραφική εξάπλωση και ίσως να αποτελούνται από διαφορετικούς πληθυσμούς. Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει στη γενετική διαφοροποίηση των πληθυσμών. Ακόμη, η αλιευτική εκμετάλλευση στα τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα ήταν και είναι συμπληρωματική και μάλλον περιορισμένη σε σχέση πάντα με τα φυσικά οικοσυστήματα (Οικονομίδης, 1997).

Η φραγμαλίμνη Σμοκόβου, όπως και γενικότερα οι ορεινές φραγμαλίμνες, είναι υδάτινα οικοσυστήματα τα οποία δεν έχουν σταθερά δομημένες βιοκοινότητες. Αυτό συμβαίνει γιατί, η συνήθως ποτάμιας προέλευσης χλωρίδα και πανίδα τους, προσαρμόζεται δύσκολα ή καθόλου στο καινούργιο περιβάλλον που έχει λιμναία χαρακτηριστικά. Επίσης, οι τρόποι διαχείρισης του υδάτινου αποθέματος (ύδρευση, άρδευση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας), συχνά δεν επιτρέπουν τη σταθεροποίηση της στάθμης τους, με βλαβερές έως και καταστρεπτικές συνέπειες στην εκκόλαψη των αβγών που εναποτίθενται στην παράκτια ζώνη. Έτσι οι περισσότερες φραγμαλίμνες παραμένουν ολιγοτροφικές για πολλά έτη μετά τη δημιουργία τους. Το γεγονός αυτό γίνεται εμφανές και στη δομή της τροφικής τους αλυσίδας. Τα είδη που βρίσκονται στους ανώτερους κρίκους της όπως τα ψάρια, αργούν να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες ενώ συχνά δεν το καταφέρνουν καθόλου και εξαφανίζονται (Οικονομίδης και συν., 1999).

Η Τράπεζα γενετικού υλικού της φραγμαλίμνης Σμοκόβου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους εξής λόγους:



- Πραγματοποιήθηκε συλλογή, διατήρηση και προστασία του γενετικού υλικού των ιχθύων της φραγμαλίμνης.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση και τη μέτρηση της σημερινής παραλλακτικότητας, ώστε σε κάθε περίπτωση να υπάρχει η δυνατότητα επαναφοράς του συστήματος σε μία πρότερη κατάσταση όσον αφορά στο γενετικό του πλούτο.
- Η γνώση του γενετικού υλικού της φραγμαλίμνης σε ενδεχόμενους εμπλουτισμούς για την επιλογή των κατάλληλων ειδών που θα εισαχθούν για σταθεροποίηση ή αύξηση των αποθεμάτων είναι ιδιαίτερος σημαντική.
- Μέσω του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, μπορεί να πραγματοποιηθεί ανταλλαγή γενετικού υλικού και πληροφοριών με άλλες τράπεζες γενετικού υλικού ή αρμόδιους διεθνείς οργανισμούς.

## **2.2 Βιολογικό υλικό και περιοχές συλλογής των δειγμάτων**

Για τη διεξαγωγή της παρούσας εργασίας συλλέχθηκαν ψάρια από πέντε (5) διαφορετικές περιοχές της φραγμαλίμνης Σμοκόβου (Εικ. 14). Η συλλογή πραγματοποιήθηκε με δίχτυα τα οποία στήθηκαν με τη βοήθεια των ψαράδων της περιοχής και τη χρήση βάρκας που μας επέτρεψε την πρόσβαση σε σημεία της λίμνης όπου ήταν αδύνατη από στεριάς. Τα διάφορα δείγματα ιχθύων που μελετήθηκαν συλλέχθηκαν σε τρεις συνολικά δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο 2009.

Το σύνολο των 29 ατόμων που συλλέχθηκαν, τοποθετήθηκαν αμέσως, ενώ ήταν ακόμη ζωντανά, σε ψυγείο χειρός με πάγο (dry ice) και με τον τρόπο αυτό πραγματοποιήθηκε ευθανασία στα δείγματα. Στη συνέχεια τα ψάρια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας όπου και τοποθετήθηκαν σε

καταψύκτη (-20 °C) μέσα σε πλαστικές, αριθμημένες σακούλες μέχρι τη χρησιμοποίησή τους. Οι διεργασίες προετοιμασίας τους πραγματοποιήθηκαν σε πάγο (dry ice).



**Εικόνα 14 :** Οι 5 περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες στη φραγαλίμηνη Σμοκόβου.

### 2.3 Όργανα που χρησιμοποιήθηκαν

Τα διάφορα υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

- Ζυγός ακριβείας (Εικ. 15)
- Όργανο μέτρησης του μήκους (Ιχθυόμετρο) (Εικ. 16)
- Ψαλίδι, Νυστέρι, Λαβίδα, Τσιμπίδα (Εικ. 17)
- Eppendorf tubes (Εικ. 18)
- Πλαστικά έμβολα (Εικ. 18)
- Πιπέτες (Εικ. 19)



**Εικόνα 15 :** Ζυγός ακριβείας. (φωτογραφία από το εργαστήριο)



**Εικόνα 16 :** Όργανο μέτρησης του μήκους των δειγμάτων (Ιχθυόμετρο). (φωτογραφία από το εργαστήριο)



**Εικόνα 17 :** Όργανα (ψαλίδι, νυστέρι, λαβίδα, τσιμπίδα) (φωτογραφία από το εργαστήριο)



**Εικόνα 18 :** Το πλαστικό έμβολο που χρησιμοποιήθηκε για την ομογενοποίηση των δειγμάτων. (φωτογραφία από το εργαστήριο)



**Εικόνα 19 :** Οι πιπέτες που χρησιμοποιήσαμε. (φωτογραφίες από το εργαστήριο)

#### 2.4 Είδη ιχθύων και διαδικασία αφαίρεσης ιστού.

Από το σύνολο των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν στη φραγαλίμηνη Σμοκόβου, συλλέχθηκαν 29 άτομα ιχθύων και ανάμεσα σε αυτά διακρίθηκαν πέντε διαφορετικά είδη: ο Κέφαλος (*Leuciscus cephalus* (L.)), η Μπριάνα (*Barbus spp.*), η Κοκκινοφτέρα (*Scardinius erythrophthalmus*), το Σύρτι

(*Chondrostoma nasus* (L.)) και το Τσιρώνι (*Rutilus rutilus* (L.)). Όλα τα παραπάνω είδη ανήκουν στην οικογένεια Cyprinidae.

Με τη βοήθεια ζυγαριάς ακριβείας, μετρήθηκαν με ζυγό ακριβείας το βάρος του κάθε δείγματος σε (gr) και με ιχθυόμετρο το μήκος τους σε (cm).

Από κάθε δείγμα αφαιρέθηκε ένα αντιπροσωπευτικό κομμάτι ιστού από το ουραίο πτερύγιο με τη χρησιμοποίηση νυστεριού, λαβίδας και τσιμπίδας (Εικ. 20). Τα δείγματα ιστών τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένες κυβέτες (ependorf tubes). Τα εργαλεία αποστειρώνονταν συνεχώς με διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης.



**Εικόνα 20 :** Φωτογραφία κατά την ώρα της αφαίρεσης ιστού από το ουραίο πτερύγιο Κέφαλου (*Leuciscus cephalus* (L.)).

## 2.5 Εξαγωγή DNA (DNA extraction)

Για την εξαγωγή του DNA χρησιμοποιήθηκε τροποποιημένο πρωτόκολλο απομόνωσης (Exadactylos, 1997), το οποίο στηρίζεται στην τεχνική φαινόλης/χλωροφορμίου. Για την απομόνωση του DNA αφαιρείται κομμάτι ιστού από το ουραίο πτερύγιο του οργανισμού (~0,01g) με αποστειρωμένο νυστέρι και ο

ιστός τοποθετείται σε αποστειρωμένη κυβέτα τύπου Eppendorf (Biologix, BMT-15N) και αναγράφεται ο κωδικός του δείγματος στο καπάκι.

Το πρωτόκολλο απομόνωσης (Exadactylos, 1997), περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. Δείγμα ιστού τοποθετείται σε αποστειρωμένη κυβέτα.
2. Στην κυβέτα προστίθενται:
  - 500 μl διαλύματος TNE (10 mM Tris-HCl, 100 mM NaCl, 10 mM EDTA, pH 8)
  - 50 μl Tris-HCl, pH 8
  - 25 μl διαλύματος SDS 25%
  - 20 μl Πρωτεΐνάση K 10 mg/l και ανακινούνται ελαφρώς.
3. Επώαση των ιστών σε υδατόλουτρο (Memmert) στους 55 °C για 1 ώρα (εμπειρικά μέχρι να διαλυθεί ο ιστός).
4. Τα δείγματα αφήνονται σε θερμοκρασία δωματίου για 5 λεπτά και έπειτα γίνεται ομογενοποίηση του ιστού με τη βοήθεια κατάλληλου εμβόλου.
5. Επώαση των ιστών σε κλίβανο (WTB binder) σε θερμοκρασία 55 °C για 1 ώρα.
6. Ύστερα από την επώαση και αφού παραμείνουν για 5 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου προστίθενται 450 μl φαινόλη και 450 μl χλωροφόρμιο-ισοαμυλική αλκοόλη σε αναλογία 24:1
7. Ανακινούνται ελαφρώς και ύστερα φυγοκεντρώνονται (Eppendorf Centrifuge 5804 R) για 10 λεπτά σε 13.000 στροφές σε θερμοκρασία 4 °C για να διαχωριστούν οι 2 φάσεις.
8. Με το τέλος της φυγοκέντρωσης αφαιρείται προσεκτικά το υπερκείμενο (υδατική φάση) με πιπέτα και τοποθετείται σε δεύτερη κυβέτα.

9. Στη νέα κυβέτα προστίθεται 900 μl Χλωροφόρμιο-Ισοαμυλική αλκοόλη σε αναλογία 24:1 και ακολουθεί ανάδευση (για την απομάκρυνση υπολειμμάτων φαινόλης).
  10. Φυγοκεντρείται για 10 λεπτά στις 13.000 στροφές.
  11. Μετά το τέλος της δεύτερης φυγοκέντρισης αφαιρείται ξανά το υπερκείμενο και τοποθετείται σε τρίτη κυβέτα στην οποία προστίθεται 1 ml καθαρής αιθανόλης (100%).
  12. Προστίθενται 6 μl οξικού νατρίου 3 M και η κυβέτα τοποθετείται σε καταψύκτη στους  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  για 30 λεπτά (για την δέσμευση του DNA σε στερεά μορφή).
  13. Φυγοκέντριση για 5 λεπτά στις 13.000 στροφές.
  14. Στο κάτω μέρος της κυβέτας παρατηρείται ένα λευκού χρώματος ίζημα (pellet).
  15. Μετά την προσεκτική αφαίρεση της αλκοόλης (προσέχοντας να μην πέσει το pellet) προστίθεται 200 μl κρύας αιθανόλης ( $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) περιεκτικότητας 70 % και φυγοκεντρείται ξανά για 5 λεπτά στις 13000 στροφές.
  16. Η αιθανόλη αφαιρείται τελείως και η κυβέτα τοποθετείται με ανοικτό το πόμα στον κλίβανο επώσεως για περίπου 20 λεπτά στους  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  για να εξατμιστούν τα υπολείμματα αιθανόλης.
  17. Προσθήκη 50 μl υπερστειωμένο νερό (Gibco ultra-sterilized water) και τοποθετούνται στον καταψύκτη στους  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , έως ότου αναλυθούν.
- (Όλα τα παραπάνω χημικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι της εταιρείας Scharlau).

## 2.6 Ηλεκτροφόρηση

Η ηλεκτροφόρηση είναι η περισσότερο διαδεδομένη τεχνική ανίχνευσης πρωτεϊνών ή DNA αλλά και πολυμορφισμών. Πρόκειται για μία μέθοδο με την οποία

διαχωρίζονται μακρομόρια (πρωτεΐνες ή κομμάτια νουκλειικών οξέων) με βάση διαφορές στην κινητικότητα που οφείλονται στο μέγεθός τους, τη στερεοδιάταξή τους και το ολικό φορτίο τους. Κυρίως χρησιμοποιείται στο διαχωρισμό τμημάτων DNA που έχουν προκύψει μετά από επεξεργασία με περιοριστικές ενδονουκλεάσες.

Τα δείγματα DNA τοποθετούνται σε μια χαραγή που έχει δημιουργηθεί στο ένα άκρο μιας πλάκας από πήκτωμα αγαρόζης και καλύπτονται από ένα ρυθμιστικό διάλυμα. Με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων στα άκρα της πλάκας εξασφαλίζεται η εφαρμογή τάσης μεταξύ τους (Σχ. 1). Η τάση αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη μετακίνηση των διαφόρων θραυσμάτων DNA προς το θετικό πόλο, καθώς αποτελούνται από νουκλεοτίδια που είναι αρνητικά φορτισμένα (η φωσφορική ομάδα λόγω απόδοσης πρωτονίων φέρει αρνητικό φορτίο). Επειδή όμως η ταχύτητα μετακίνησης ενός θραύσματος εξαρτάται από το μέγεθος του (τα μεγάλα θραύσματα κινούνται αργότερα από τα μικρά) σε μια δεδομένη χρονική στιγμή τα μικρότερα θραύσματα κινούνται πιο γρήγορα έναντι των μεγαλύτερων κατά την κίνηση τους προς το θετικό πόλο, με αποτέλεσμα να μπορούν να διακριθούν μεταξύ τους.

Με τη μέθοδο αυτή τα θραύσματα που έχουν προκύψει από την επεξεργασία ενός μορίου DNA με μια περιοριστική ενδονουκλεάση διαχωρίζονται με βάση την απόσταση που έχουν διανύσει από την άνοδο. Η σύγκριση της απόστασης που διένυσαν τα θραύσματα που έχουν προκύψει, με την απόσταση που διανύουν θραύσματα γνωστού μεγέθους, πληροφορεί για το μέγεθος των πρώτων.

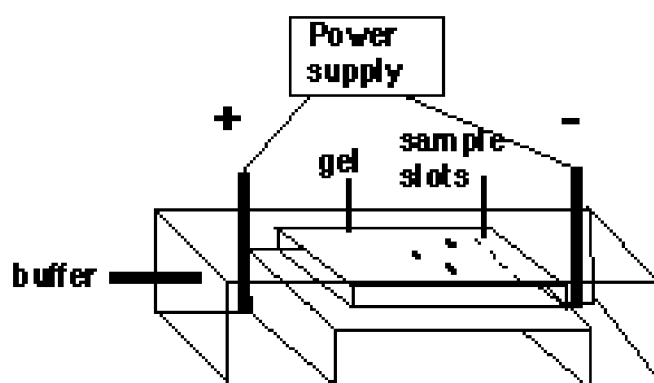
Για την παρασκευή του πηκτώματος (gel) που διαχωρίζει τα μόρια DNA χρησιμοποιούνται δυο υλικά: η αγαρόζη και η πολυακρυλαμίδη. Για το μικροδορυφορικό DNA εξαιτίας του μικρού μεγέθους των θραυσμάτων χρησιμοποιείται η πολυακρυλαμίδη ενώ για τα RAPD εφαρμόζεται πήκτωμα αγαρόζης.



Ακολουθώντας την τεχνική της ηλεκτροφόρησης για το διαχωρισμό μορίων με βάση το μέγεθός τους, ο πολυμορφισμός αποκαλύπτεται χρησιμοποιώντας έναν παράγοντα ανίχνευσης. Στην περίπτωση της αγαρόζης ο παράγοντας αυτός είναι το βρωμιούχο αιθίδιο (ethidium bromide) ενώ για την πολυακρυλαμίδα χρησιμοποιείται ο νιτρικός άργυρος (silver nitrate).

Επίσης η τεχνολογία των laser εφαρμόζεται στην τεχνική του μικροδορυφορικού DNA. Στην περίπτωση αυτή ο εκκινητής (primer) χρωματίζεται με μια φωσφορίζων χρώση. Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετούνται στο gel πολυακρυλαμίδης. Καθώς τα δείγματα κατευθύνονται στο κάτω μέρος του gel, τα θραύσματα ανιχνεύονται με ένα λέιζερ που εντοπίζει την παρουσία της χρώσης. Ένας υπολογιστής που είναι συνδεδεμένος με το σύστημα εξάγει τα αποτελέσματα σε τέτοια μορφή που να μπορούν να αναλυθούν.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται ευρύτατα για το διαχωρισμό, απομόνωση και ανάλυση των πρωτεϊνικών μιγμάτων. Είναι μία κλασική εργαστηριακή μέθοδος ανάλυσης τόσο στη Βιοϊατρική έρευνα καθώς και στην καθημερινή κλινική πράξη.



**Σχήμα 1 :** Σχηματική παράσταση της λειτουργίας της συσκευής ηλεκτροφόρησης : όταν το ηλεκτρικό πεδίο εφαρμόζεται στο gel, λαμβάνει μέρος μοριακός διαχωρισμός. Οι πιο σύντομες αλυσίδες κινούνται πιο γρήγορα από ότι οι μεγαλύτερες. Επομένως, οι μπάντες απλώνονται στο gel σύμφωνα με το μέγεθός τους.

### 2.6.1 Παρασκευή πηκτής αγαρόζης

Προκειμένου να ελεγχθεί η ποιότητα του DNA των δειγμάτων, σε μια μικρή ποσότητα κάθε δείγματος (2  $\mu$ l) εφαρμόζεται η διαδικασία της ηλεκτροφόρησης σε πηκτή αγαρόζης. Η παρασκευή της πηκτής αγαρόζης πραγματοποιήθηκε, κατόπιν δοκιμών στο εργαστήριο, με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Αρχικά λαμβάνονται 60 ml διαλύματος T.A.E. 1X και τοποθετούνται σε κωνική φιάλη (1 lt διαλύματος T.A.E. 50 X: 242 g Tris-HCl, 57 ml Acetic Acid, 0.05 M EDTA).
2. Ζυγίζονται 0.42 g αγαρόζης και τοποθετούνται στο διάλυμα.
3. Ακολουθεί θέρμανση του μίγματος με συνεχή ανακίνησή του.
4. Μετά το βρασμό, τοποθετούνται εντός της κωνικής φιάλης 3  $\mu$ l βρωμιούχου αιθιδίου.
5. Ακολουθεί η τοποθέτηση του διαλύματος στη συσκευή μορφοποίησης της πηκτής (Εικ. 21) στην οποία έχουν ήδη τοποθετηθεί τα χτένια δημιουργίας υποδοχών (Εικ. 22) ενισχυμένου DNA (πηγάδια) και παραμένει εκεί για τουλάχιστον 20 λεπτά.
6. Τα χτένια αφαιρούνται προσεκτικά και η πηκτή είναι έτοιμη για την προσθήκη του DNA στα «πηγάδια» (Εικ. 23) αφού πρώτα τοποθετηθεί στην ηλεκτροφόρηση (συσκευή SCIE-PLAS με τροφοδοτικό CONSORT E143).



**Εικόνα 21 :** Πλάκα μορφοποίησης της αγαρόζης.(εργαστήριο)



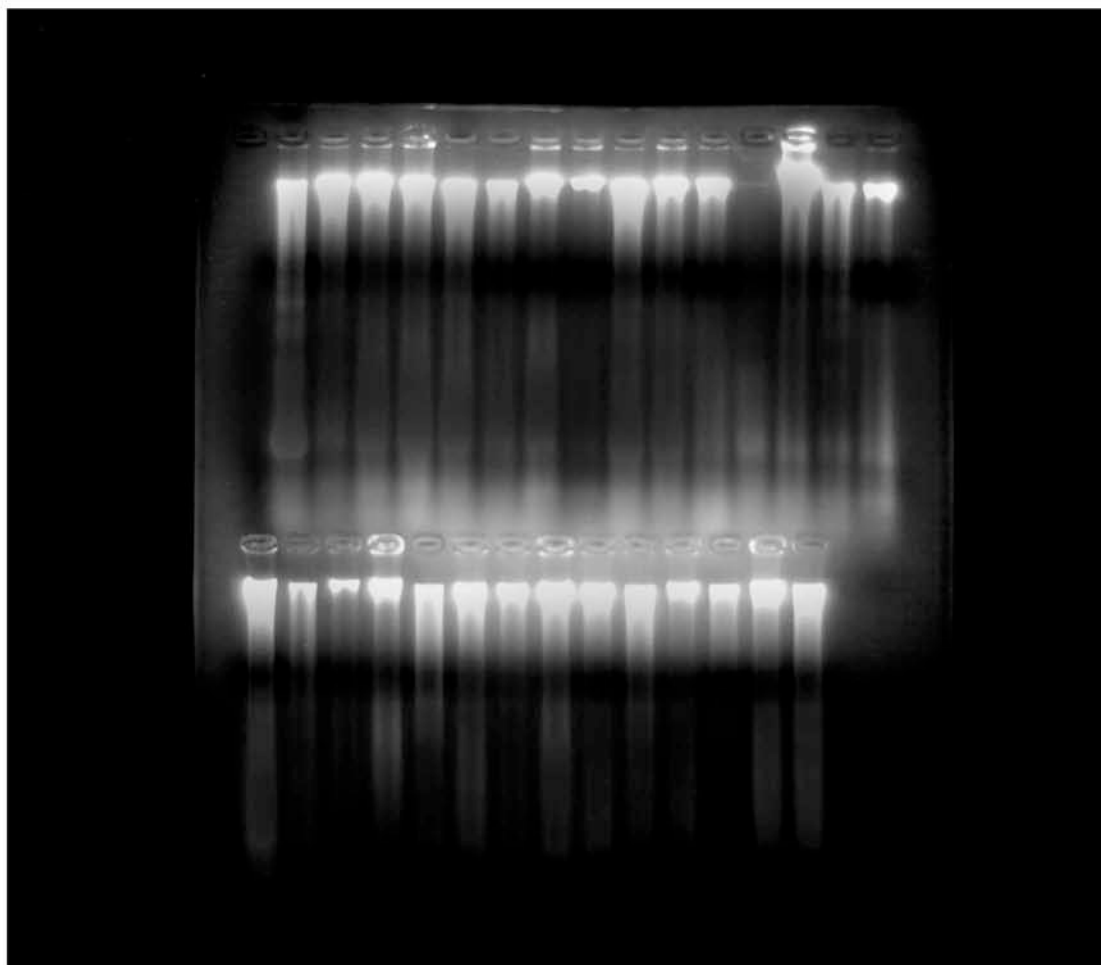
**Εικόνα 22 :** Χτένια δημιουργίας υποδοχών.(εργαστήριο)



**Εικόνα 23 :** «Φόρτωμα» του DNA στα πηγάδια. (φωτογραφία από το εργαστήριο)

Μετά την προσθήκη του DNA στα πηγάδια, η πηκτή παραμένει εκεί για περίπου 30 λεπτά και στη συνέχεια, αφού αφαιρεθεί προσεκτικά από τη συσκευή, τοποθετείται σε υπεριώδεις ακτίνες (UV) για να διαπιστωθεί η ύπαρξη του DNA.

Για τον εντοπισμό ποσοτικά και ποιοτικά του DNA στα άτομα του πληθυσμού εφαρμόστηκε ηλεκτροφόρηση σε πηκτή αгарόζης 2 % που περιείχε 2.5 μl βρωμιούχο αιθίδιο σε διάλυμα TAE 1X (Tris-base, Acetic acid, 0.5 M EDTA σε pH 8). Οι ζώνες εμφανίστηκαν σε συσκευή UV και στη συνέχεια φωτογραφήθηκαν σε φωτογραφική μηχανή Mini Bis της Bio-Imaging Systems (Εικ. 24).



**Εικόνα 24 :** Gel αγαρόζης όπου διαπιστώνεται η ύπαρξη του DNA (φωτογραφία από το εργαστήριο - φωτογραφική μηχανή Mini Bis της Bio-Imaging Systems)

### 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Η ιχθυοπανίδα της περιοχής

Η ιχθυοπανίδα της λίμνης Σμοκόβου περιλαμβάνει προς το παρόν αυτόχθονα είδη.

Με την πειραματική αλιεία που πραγματοποιήθηκε στη φραγμαλίμνη Σμοκόβου αλιεύτηκαν συνολικά 5 διαφορετικά είδη ψαριών. Τα είδη αυτά είναι η κοκκινοφτέρα (*Scardinius erythrophthalmus* (L.)), το σύρτι (*Chondrostoma nasus*(L.)), το τσιρώνι (*Rutilus rutilus*), η μπριάνα (*Barbus spp.*) και ο κέφαλος (*Leuciscus cephalus*). Τα αποτελέσματα της αναγνώρισης και των αρχικών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Επειδή το αρχικό υδάτινο σύστημα είναι δύο ημιορεινά ποτάμια, πολλά από τα αυτόχθονα, συνήθως ρεόφιλα είδη, δύσκολα προσαρμόζονται ή δεν θα προσαρμοστούν καθόλου στο λιμναίο οικοσύστημα, με αποτέλεσμα να εξαφανιστούν (Οικονομίδης, 2000).

Πίνακας 1 : Αναγνώριση και αρχικές μετρήσεις των ιχθύων που συλλέχθηκαν

A/A Δειγμάτων	Βάρος σε (gr)	Μήκος σε (cm)	Είδος
1	301.47	30,00	Κέφαλος ( <i>Leuciscus cephalus</i> (L.))
2	627.61	36,00	Κέφαλος ( <i>Leuciscus cephalus</i> (L.))
3	42.08	15,00	Σύρτι ( <i>Chondrostoma nasus</i> (L.))
4	49.77	15,50	Κοκκινοφτέρα ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )
5	88.24	19,40	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
6	99,37	19,80	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
7	77,90	18,50	Τσιρώνι, <i>Rutilus rutilus</i> (L.)
8	901,82	41,50	Κέφαλος ( <i>Leuciscus cephalus</i> (L.))
9	209,15	26,20	Τσιρώνι, <i>Rutilus rutilus</i> (L.)
10	98,67	19,00	Κοκκινοφτέρα ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )
11	118,35	22,70	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
12	14,65	10,00	Κοκκινοφτέρα ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )
13	45,88	16,50	Σύρτι ( <i>Chondrostoma nasus</i> (L.))
14	323,61	30,00	Κέφαλος ( <i>Leuciscus cephalus</i> (L.))
15	126,92	21,00	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
16	137,95	21,50	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
17	1019,56	42,50	Κέφαλος ( <i>Leuciscus cephalus</i> (L.))
18	54,24	16,00	Σύρτι ( <i>Chondrostoma nasus</i> (L.))
19	16,83	12,00	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
20	18,42	10,50	Κοκκινοφτέρα ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )
21	9,77	09,50	Κοκκινοφτέρα ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )
22	52,23	16,30	Σύρτι ( <i>Chondrostoma nasus</i> (L.))
23	29,92	13,00	Σύρτι ( <i>Chondrostoma nasus</i> (L.))
24	38,68	15,00	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
25	70,75	17,50	Κοκκινοφτέρα ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )
26	43,12	15,50	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
27	42,47	14,80	Σύρτι ( <i>Chondrostoma nasus</i> (L.))
28	19,33	12,50	Μπριάνα ( <i>Barbus spp.</i> ),
29	36,98	14,70	Σύρτι ( <i>Chondrostoma nasus</i> (L.))

### 3.1.1 Κοκκινοφτέρα, *Scardinius erythrophthalmus* (L.)

Η κοκκινοφτέρα (Εικ. 25) έχει σώμα πεπλατυσμένο με μικρό κεφάλι. Το στόμα της είναι ραχιαίο και μετρίου μεγέθους. Τα λέπια είναι μετρίου μεγέθους και ο αριθμός τους επί της πλευρικής γραμμής είναι 40 με 45. Η αρχή της βάσης του ραχιαίου πτερυγίου βρίσκεται σε νοητή κάθετη γραμμή πολύ πίσω από το πίσω άκρο της βάσης των κοιλιακών πτερυγίων. Ο αριθμός των ακτινών των πτερυγίων είναι DI/8-9, AI/9-11, PI/15-16, VII/8. Τα φαρυγγικά δόντια φέρουν μία ισχυρή πριονωτή οδόντωση και είναι σε δύο σειρές τοποθετημένα με τύπο 5 + 3:3 + 5. Επίσης το τμήμα μεταξύ των κοιλιακών πτερυγίων και της έδρας είναι οξύ (Νεοφύτου, 1985).



**Εικόνα 25 :** Κοκκινοφτέρα, *Scardinius erythrophthalmus* (L.) (φωτογραφία στο εργαστήριο)

Σε ότι αφορά στο χρωματισμό της, φέρει βαθύ πρασινοκάστανο χρωματισμό στη ραχιαία περιοχή, ορειχάλκινο στις πλευρές και άσπρο προς κρεμώδη στην κοιλιά. Τα κοιλιακά και το εδρικό πτερύγιο φέρουν έντονο κόκκινο χρωματισμό,

ενώ τα πλευρικά, ραχιαίο και ουραίο υποκόκκινο. Η ίριδα του οφθαλμού είναι χρυσίζουσα με ένα κόκκινο περίγυρο (Νεοφύτου, 1985).

Η κοκκινοφτέρα είναι τυπικό είδος της ζώνης της λεστιάς και επικρατεί κυρίως στις λίμνες και στα ποτάμια των χαμηλών περιοχών. Ζει σε κοπάδια κοντά στην επιφάνεια του νερού και συχνά μέσα στην υδρόβια βλάστηση πλησίον των οχθών. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα μετακινείται προς τα βαθύτερα τμήματα. Το μέσο μήκος που πετυχαίνεται από την κοκκινοφτέρα είναι 20 μέχρι 25 cm με μέγιστο τα 35 cm. Το βάρος της κυμαίνεται από 100 μέχρι 300 g όπου συνήθως όμως δεν ξεπερνά τα 120 g. Η κοκκινοφτέρα μπορεί να ζήσει μέχρι 10 χρόνια (Νεοφύτου, 1985).

Το διαιτολόγιο της αποτελείται από υδρόβια ποώδη βλάστηση, προνύμφες εντόμων, τέλεια έντομα τα οποία συλλαμβάνει στην επιφάνεια του νερού, μικρά σαλιγκάρια και πολλές φορές αυγά ψαριών. Τα μικρά ιχθύδια τρέφονται από κατώτερα βρυόφυτα και πλαγκτονικούς οργανισμούς (Νεοφύτου, 1985).

Γεννητικά το είδος αυτό ωριμάζει το δεύτερο με τρίτο χρόνο της ηλικίας του. Κατά την περίοδο της αναπαραγωγής τα αρσενικά αποκτούν λαμπρούς χρωματισμούς και λευκά φυμάτια στην κεφαλή και στο σώμα.

Κατά το Μάιο – Ιούνιο, όταν η θερμοκρασία του νερού φτάνει τους 18 °C γεννά 90.000 – 200.000 αυγά, ανάλογα με το μέγεθός του, διαμέτρου 1-1,5 mm τα οποία προσκολλούνται στην υδρόβια βλάστηση. Τα αυγά εκκολάπτονται μετά από 8-15 μέρες ανάλογα με τη θερμοκρασία του νερού. Τα ατελή ιχθύδια παραμένουν ακίνητα πάνω στη βλάστηση μέχρι την απορρόφηση του περιεχομένου του λεκιθικού τους σάκου και στη συνέχεια αρχίζουν να διατρέφονται με πλαγκτονικούς οργανισμούς (Νεοφύτου, 1985).



### 3.1.2 Σύρτι, *Chondrostoma nasus* (L.)

Το σύρτι (Εικ. 26) έχει σώμα επίμηκες και κάπως κυλινδρικό. Η κεφαλή του είναι μικρή και το ρύγχος πολύ αμβλύ και προτεταμένο. Έχει πολύ χαρακτηριστικό στόμα το οποίο αποτελείται από μία κοιλιακή εγκάρσια σχισμή επί της κεφαλής, με χείλη αιχμηρά και σκληρά. Το πλάτος της βάσης του εδρικού πτερυγίου είναι μικρό. Το ραχιαίο πτερύγιο βρίσκεται ακριβώς πάνω από τα κοιλιακά πτερύγια. Ο αριθμός των ακτίνων των πτερυγίων είναι DIII/9, AIII/10-11, PI/15-17, VII/9. Η πλευρική γραμμή βρίσκεται σχεδόν σε ευθεία γραμμή με αριθμό λεπιών 57-62. Τα φαρυγγικά δόντια έχουν στενή επιφάνεια σε σχήμα μαχαιριού και βρίσκονται σε μία σειρά σε σχήμα 6:6. Το μέσο μέγεθος που πετυχαίνεται από το είδος αυτό είναι 25-40 cm μήκος, με μέγιστο τα 50 cm και βάρος 400-900 g με μέγιστο το 1,5 kg (Νεοφύτου, 1985).



**Εικόνα 26 :** Σύρτι, *Chondrostoma nasus* (L.) (φωτογραφία στο εργαστήριο)

Σε ότι αφορά το χρωματισμό του, η ραχιαία περιοχή είναι γκριζογάλανη προς γκριζοπράσινη, οι πλευρές ασημένιες, ενώ η κοιλιακή περιοχή λευκοκιτρινωπή. Τα πλευρικά, τα κοιλιακά και το εδρικό πτερύγιο έχουν υποκιτρινοκόκκινο χρωματισμό, ενώ το ραχιαίο και ουραίο πτερύγιο έχουν γκρίζο ή μαύρο χρωματισμό (Νεοφύτου, 1985).

Το σύρτι, ζει στη ζώνη του *Barbus* και ειδικά στα νερά με στροβιλώδη ροή των μέσων περιοχών των ποταμών. Είναι είδος που ζει κοντά στον πυθμένα (συνήθως πάνω σε χαλικώδη ή αμμώδη πυθμένα με άφθονη βλάστηση). Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου σχηματίζει κοπάδια και μεταναστεύει στα βαθύτερα τμήματα των περιοχών διαβίωσής του. Επίσης, πολλές φορές συναντάται σε βαθιά νερά τα οποία βρίσκονται στα κατάντη των φραγμάτων, των καταρρακτών ή στους παραπόταμους οι οποίοι μεταφέρουν διάφορα αιωρούμενα υλικά στους ποταμούς (Νεοφύτου, 1985).

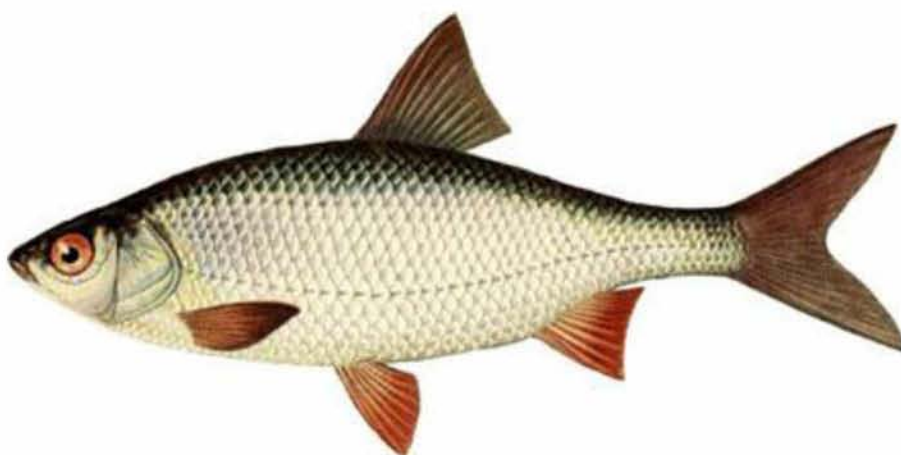
Το διαιτολόγιό του αποτελείται από κατώτερους και ανώτερους βρυοφυτικούς οργανισμούς τους οποίους αποσπά από τις πέτρες και τις ρίζες, καθώς και ασπόνδυλους οργανισμούς που ζουν στην περιοχή διαβίωσής του. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένα μέσου μεγέθους σύρτι μπορεί να καταναλώσει ημερήσια  $32-95 \times 10^6$  διάτομα.

Το είδος αυτό αναπαράγεται κυρίως την άνοιξη (Μάρτιο – Ιούνιο) όπου και τα δύο φύλα εμφανίζουν στην κεφαλή και στις πλευρές άσπρα φυμάτια. Τα θηλυκά ωριμάζουν γεννητικά το 2-4 χρόνο της ηλικίας τους ενώ τα αρσενικά αργότερα. Κατά την αναπαραγωγική περίοδο σχηματίζει κοπάδια και μεταναστεύει σε μικρά και ρηχά ρεύματα τα οποία έχουν χαλικώδη πυθμένα. Το αρσενικό κατά την περίοδο αυτή αναγνωρίζεται από το σκούρο μαύρο χρωματισμό στο μπροστινό τμήμα του σώματός του. Γεννούν 2.000-100.000 αυγά ανάλογα με το μέγεθός τους, διαμέτρου 1,3 – 1,6

mm. Τα αυγά προσκολλούνται στις πέτρες και εκκολάπτονται μετά από 10-15 μέρες σε θερμοκρασία νερού 14-17 °C.

### 3.1.3 Τσιρώνι, *Rutilus rutilus* (L.)

Το τσιρώνι (Εικ. 27), ζει στους ποταμούς και στις λίμνες των χαμηλών περιοχών αν και γίνεται περισσότερο κοινό σε περιοχές όπου τα νερά είναι τρεχούμενα και η ροή νηματική. Έχει μεγάλη προσαρμοστικότητα και μπορεί να ειπωθεί ότι είναι ένα από τα πιο κοινά και πιο πολυάριθμα ψάρια των λιμνών. Επίσης, είναι είδος ανθεκτικό σε υποβαθμισμένο περιβάλλον και γι' αυτό στις ευτροφικές λίμνες καταλαμβάνει ολόκληρη την έκτασή τους.



**Εικόνα 27 :** Τσιρώνι, *Rutilus rutilus* (L.) (Anonymous, 2008)

Συνήθως ζει κατά κοπάδια μεταξύ της υδρόβιας βλάστησης κοντά στις όχθες, μετακινούμενο κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε θέσεις όπου προστατεύεται. Μπορεί επίσης να ζήσει και σε υφάλμυρα νερά (Νεοφύτου, 1985).

Το είδος αυτό ανήκει στα παμφάγα ψάρια, γι' αυτό τρέφεται τόσο με pronύμφες εντόμων, μαλάκια και μαλακόστρακα, όσο και με φυτικούς οργανισμούς.

Το τσιρώνι ωριμάζει γεννητικά το 2-3 χρόνο της ηλικίας του και ωτοκεί την άνοιξη (Απρίλιο – Μάιο). Γεννά 90.000 – 150.000 αυγά ανά χιλιόγραμμο ζώντος σωματικού βάρους. Τα αρσενικά φτάνουν στις θέσεις της ωτοκίας λίγες μέρες πριν από τα θηλυκά και αναπτύσσουν στο κεφάλι κατά το διάστημα αυτό φυμάτια λευκού χρώματος. Τα αυγά του, που έχουν κίτρινο χρώμα και διάμετρο 1-1,5 mm, τα αφήνει σε ρηχά μέρη μεταξύ των φύλλων της υδρόβιας βλάστησης και εκκολάπτονται μετά από 9-12 μέρες σε θερμοκρασία νερού 12-14 °C (Νεοφύτου, 1985).

Τα λεκιθοφόρα ιχθύδια παραμένουν μετά την εκκόλασή τους προσκολλημένα πάνω στην υδρόβια βλάστηση μέχρι την πλήρη απορρόφηση του περιεχομένου του λεκιθικού τους σάκου. Μετά από χρονικό διάστημα 2-3 μέρες, μπορούν να κολυπήσουν ελεύθερα και να τραφούν με πλαγκτονικούς οργανισμούς. Όταν αποκτήσουν μήκος περίπου 30 mm αρχίζει η εμφάνιση των λεπιών (Νεοφύτου, 1985).

Το είδος αυτό είναι σπουδαίας οικονομικής σημασίας διότι χρησιμοποιείται τόσο για ανθρώπινη τροφή όσο και για παρασκευή ιχθυαλεύρων.

### **3.1.4 Μπριάνα, *Barbus spp.***

Πρόκειται για ψάρι με σώμα επίμηκες και ράχη κάπως κυρτή. Το ουραίο πτερύγιο της μπριάνας (Εικ. 28), είναι ισόλοβο εγκολπωμένο με μεγάλο και λεπτό ουραίο μίσχο. Φέρει δύο ζεύγη μυστάκων, από τα οποία το προς τη γωνία των χειλιών είναι μεγαλύτερο. Το πλάτος της βάσης του ραχιαίου και εδρικού πτερυγίου είναι μικρό, ενώ το μήκος τους είναι μεγάλο και ειδικά το εδρικό πτερύγιο έχει τις μπροστινές (προς το κεφάλι) εξωτερικές ακτίνες μεγαλύτερες. Τα λέπια είναι μετρίου μεγέθους, χαλαρά προσαρμοσμένα στο σώμα και ο αριθμός τους κατά μήκος της πλευρικής γραμμής είναι 48-55. Τα φαρυγγικά δόντια βρίσκονται σε τρεις σειρές και

έχουν τύπο 5 + 3 + 2:2 + 3 + 5. Το μέγιστο μήκος που πετυχαίνεται από το είδος αυτό είναι 35-50 cm με μέσο 25 cm και βάρος 150-400 g (Νεοφύτου, 1985).

Σε ότι αφορά στο χρωματισμό της, η ραχιαία περιοχή είναι πρασινοκάστανη, παρατηρούμε υποκίτρινη απόχρωση στις πλευρές και ανοιχτό κρεμώδες χρώμα στην κοιλιακή περιοχή, με ή χωρίς σκούρες κάθετες λουρίδες στο πάνω τμήμα των πλευρών και της ράχης. Το ραχιαίο και ουραίο πτερύγιο φέρουν σκούρα στίγματα, ενώ τα άλλα πτερύγια, έχουν υποκίτρινο χρωματισμό (Νεοφύτου, 1985).



**Εικόνα 28 :** Μπριάνα, *Barbus spp.* (φωτογραφία στο εργαστήριο)

Η μπριάνα είναι είδος που ζει σε λίμνες και τρεχούμενα νερά με μέτρια ταχύτητα ροής τόσο των ποταμών όσο και των ρευμάτων και μπορεί να φτάσει μέχρι τη ζώνη της πέστροφας. Δεν είναι μεταναστευτικό είδος. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα εισέρχεται στα βαθύτερα μέρη των ποταμών και των ρευμάτων, σε κρύπτες

των οχθών και κάτω από τις πέτρες, όπου περνά ένα είδος χειμερίας νάρκης. Προτιμά ιδιαίτερα τις όχθες όταν υπάρχει βλάστηση ή ρίζες δέντρων (Νεοφύτου, 1985).

Το διαιτολόγιό της αποτελείται από διάφορα μικρά ασπόνδυλα και φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς.

Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους αυτού είναι από το Μάιο μέχρι τον Ιούλιο και ωοτοκεί σε ρηχούς πετρώδεις πυθμένες. Γεννητικά ωριμάζουν όταν αποκτήσουν μήκος από 12 μέχρι 13 cm δηλαδή το δεύτερο χρόνο της ηλικίας τους. Τα αρσενικά κατά την αναπαραγωγική περίοδο αναπτύσσουν άσπρα φυμάτια στην κεφαλή και στη ραχιαία περιοχή. Ο αριθμός των αυγών κυμαίνεται από 115.000 μέχρι 125.000 ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους, η διάμετρός τους είναι από 1,4 μέχρι 1,8 mm, και ο χρωματισμός τους υποκίτρινος. Τα αυγά κατά την ωοτοκία είτε προσκολλώνται στις πέτρες του πυθμένα ή εισέρχονται μεταξύ αυτών και εκκολάπτονται μετά από 10 με 15 ημέρες σε θερμοκρασία νερού από 15 μέχρι 18 °C (Νεοφύτου, 1985).

### 3.1.5 Κέφαλος, *Leuciscus cephalus* (L.)

Το σώμα του κέφαλου (Εικ. 29) έχει σχήμα ατρακτοειδές και πολύ μικρή κύρτωση στη ραχιαία περιοχή αμέσως μετά την κεφαλή. Η κεφαλή είναι προτεταμένη, φαρδιά, με αμβλύ ρύγχος, μεγάλο στόμα και χοντρά χείλη. Το ραχιαίο και εδρικό πτερύγιο έχουν το ελεύθερο άκρο κυρτό, ενώ το ουραίο είναι ισόλοβο εγκολπωμένο. Επίσης το ραχιαίο πτερύγιο είναι τοποθετημένο αμέσως πίσω από τη βάση των κοιλιακών πτερυγίων. Ο αριθμός των ακτινών των πτερυγίων είναι DIII/8-9, AIII/8-9, PI/16-17, VII/8. Τα λέπια που καλύπτουν πλήρως το σώμα του είναι σκληρά. Η πλευρική γραμμή είναι πλήρης και αποτελείται από 44-46 λέπια. Τα φαρυγγικά δόντια βρίσκονται σε δύο σειρές με τύπο 5 + 2:2 + 5. Κατά τον 7<sup>ο</sup> με 10<sup>ο</sup>

χρόνο της ηλικίας του το μήκος που πετυχαίνει είναι 30 έως 40 cm και το βάρος 700 έως 1500 g. Το μέγιστο μήκος του είναι 60cm και το βάρος είναι 7 kg. Ζει περίπου 12 χρόνια (Νεοφύτου, 1985).



**Εικόνα 29 :** Κέφαλος, *Leuciscus cephalus* (L.) (ίδια πηγή)

Σε ότι αφορά στο χρωματισμό του, ο κέφαλος έχει σκούρο πράσινο ή γκριζοπράσινο χρώμα στη ραχιαία περιοχή, ασημένιες πλευρές και άσπρο ή ασημένιο στην κοιλιακή περιοχή με μία χρυσίζουσα ή ορειχάλκινη ανταύγεια. Το ραχιαίο και ουραίο πτερύγιο έχουν σκούρο γκριζο χρωματισμό με ελαφρά απόχρωση του κίτρινου ή του κόκκινου, ενώ τα κοιλιακά και το εδρικό έχουν υποκόκκινο χρωματισμό (Νεοφύτου, 1985).

Είναι ψάρι που συνήθως ζει στα τρεχούμενα νερά από τη ζώνη της πέστροφας μέχρι και τις εκβολές των ποταμών. Μπορεί επίσης να ζήσει τόσο σε υφάλμυρα νερά όσο και σε λίμνες και υδατοφράκτες. Όταν βρίσκεται στο στάδιο των τέλειων ιχθυδίων είναι πολύ κοινωνικό ψάρι, ενώ τα ώριμα άτομα ζουν μοναχικό βίο. Προτιμά πολύ τα επιφανειακά μέρη των νερών με άφθονη υδρόβια βλάστηση.

Το διαιτολόγιο του κεφάλου αποτελείται από προνύμφες εντόμων, σκουλήκια, αυγά ψαριών, αμφίβια και υδρόβια βλάστηση (*algae*). Τα νεαρά άτομα προτιμούν πολύ τα κατώτερα βρυόφυτα και τους πλαγκτονικούς οργανισμούς, ενώ τα πολύ μεγάλα άτομα τρέφονται με πολύ μεγάλα ψάρια, γαρίδες και βατράχια (Νεοφύτου, 1985).

Η αναπαραγωγική περίοδος του είναι Μάιο – Ιούνιο και ωριμάζουν γεννητικά τα μεν αρσενικά τον τρίτο χρόνο της ηλικίας τους, ενώ τα θηλυκά ένα χρόνο αργότερα. Ο διαχωρισμός των φύλων είναι εύκολος μόνο κατά την αναπαραγωγική περίοδο, όπου εμφανίζονται άσπρα φυμάτια στο κεφάλι των αρσενικών ατόμων. Τα θηλυκά γεννούν 70.000 – 90.000 αυγά ανά χιλιόγραμμο ζώντος σωματικού βάρους με διάμετρο 1,2 – 1,5 mm. Τα αυγά φέρουν κολλώδη ουσία και προσκολλούνται πάνω σε πέτρες και φυτά. Η εκκόλαψη λαμβάνει χώρα μετά από 8-10 μέρες σε θερμοκρασία νερού 18-20 °C και τα εκκολαπτόμενα ιχθύδια έχουν μήκος 6-8 mm. Σε κάθε θέση ωοτοκίας υπάρχει μόνο ένα ζευγάρι κεφάλων και όχι κοπάδι, όπως συμβαίνει σε πολλά είδη της οικογένειας των *Cyprinidae* (Νεοφύτου, 1985).

### **3.2 Αποτελέσματα ποιότητας και ποσότητας DNA**

Μετά την έρευνα που πραγματοποιήσαμε, χρησιμοποιήσαμε το νανόμετρο για να διαπιστώσουμε την ποσότητα του DNA που υπάρχει σε κάθε δείγμα και συγκεκριμένα υπολογίσαμε την απορρόφηση στα 260 νανόμετρα, την απορρόφηση στα 280 νανόμετρα, τη συγκέντρωση του DNA ((ng/ul)- νανογραμμάρια/μικρόλιτρα). Από τους λόγους 260/280 και 260/230, παρατηρήσαμε ότι σε γενικές γραμμές τα δείγματά μας είναι «καθαρά», πράγμα το οποίο σημαίνει ότι το DNA των ιχθύων της



φραγμαλίμνης Σμοκόβου είναι καθαρό από υποπροϊόντα. Αναλυτικά τα αποτελέσματα της έρευνας βρίσκονται στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 2 :** Αποτελέσματα ποιότητας-ποσότητας DNA των δειγμάτων ιχθύων της φραγμαλίμνης Σμοκόβου.

Sample	Date	Time	ng/ul	A260	A280	260/280	Pos.
SM01	23/6/2009	5:13	498,16	9,963	5,047	1,97	5,038
SM02	23/6/2009	5:14	245,88	4,918	2,421	2,03	2,591
SM03	23/6/2009	5:15	498,25	9,965	4,957	2,01	5,709
SM04	23/6/2009	5:16	516,44	10,329	5,144	2,01	6,816
SM05	23/6/2009	5:17	326,69	6,534	3,238	2,02	3,412
SM06	23/6/2009	5:18	365,6	7,312	4,397	1,66	3,534
SM06	23/6/2009	5:19	239,49	4,79	2,32	2,06	2,609
SM07	23/6/2009	5:20	383,36	7,667	3,761	2,04	4,835
SM08	23/6/2009	5:21	149,58	2,992	1,477	2,03	2,254
SM09	23/6/2009	5:22	239,38	4,788	2,422	1,98	3,769
SM10	23/6/2009	5:23	310,48	6,21	3,086	2,01	4,353
SM11	23/6/2009	5:24	270	5,4	2,613	2,07	3,255
SM12	23/6/2009	5:25	187,78	3,756	1,786	2,1	1,744
SM13	23/6/2009	5:26	1816,81	36,336	19,431	1,87	17,103
SM14	23/6/2009	5:27	245,15	4,903	2,511	1,95	2,758
SM15	23/6/2009	5:28	228,05	4,561	2,209	2,07	2,579
SM16	23/6/2009	5:29	249,25	4,985	2,407	2,07	3,079
SM17	23/6/2009	5:30	146,58	2,932	1,448	2,02	1,705
SM18	23/6/2009	5:31	364,4	7,288	3,533	2,06	4,396
SM19	23/6/2009	5:32	126,86	2,537	1,263	2,01	1,621
SM20	23/6/2009	5:33	334,82	6,696	3,23	2,07	3,78
SM21	23/6/2009	5:34	178,85	3,577	1,747	2,05	2,178
SM22	23/6/2009	5:35	478,89	9,578	4,723	2,03	5,678
SM23	23/6/2009	5:36	219,19	4,384	2,109	2,08	2,374
SM24	23/6/2009	5:37	174,46	3,489	1,71	2,04	2,866
SM25	23/6/2009	5:38	152,67	3,053	1,46	2,09	1,486
SM26	23/6/2009	5:38	179,91	3,598	1,783	2,02	2,46
SM27	23/6/2009	5:39	266,47	5,329	2,555	2,09	3,01
SM28	23/6/2009	5:40	171,75	3,435	1,655	2,08	2,139
SM29	23/6/2009	5:41	629,99	12,6	6,142	2,05	7,098

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1 Διατήρηση γενετικής ποικιλομορφίας και υδάτινα αναπτυξιακά προγράμματα.

Η προστασία των φυσικών υδάτινων περιβαλλόντων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της υδάτινης βιοποικιλότητας. Ένα πετυχημένο σχέδιο για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος πρέπει να περιλαμβάνει τέσσερα κύρια στοιχεία (NOAA., 1996).

✓ **Προστασία και διατήρηση.** Η αξιολόγηση των ανθρωπίνως υποκινούμενων συνεπειών σε διάφορα επίπεδα από τοποθεσίες σε οικοσυστήματα, προσφέρει επιστημονικά βάσιμες συμβουλές για να μειωθούν ή να εξαφανιστούν αυτές οι συνέπειες και να σχηματίσουν συνεργασίες για την προστασία και διατήρηση περιβαλλόντων ή ζωντανούς υδρόβιους πόρους. Ανίχνευση τάσεων φυσικού περιβάλλοντος για προοπτική και αξιολόγηση της προόδου.

✓ **Αποκατάσταση και Δημιουργία.** Αποκατάσταση και δημιουργία περιβάλλοντος, στην ουσία αντιστροφή της μέσης απώλειας που προκύπτει από τη συνεχή ανάπτυξη και εξέλιξη που πηγάζει από φυσικά γεγονότα.

✓ **Κατανόηση.** Απόκτηση, ερμηνεία και μερισμός επιστημονικών πληροφοριών που απαιτούνται για τη διαχείριση σημαντικών περιβαλλόντων, αύξηση της γνώσης των αξιών του περιβάλλοντος, και αύξηση του ρόλου των σχετικών κυβερνητικών πρακτορείων.

✓ **Λειτουργία.** Να υποστηρίξουμε αυτές τις δράσεις αναπτύσσοντας κυβερνητικές πολιτικές, επιδιώκοντας συμφωνίες συνεργασίας, επηρεασμός των κεφαλαίων, συνεργασία προσωπικού και άλλες δημιουργικές λύσεις που βελτιώνουν αποτελεσματικότητα και απόδοση.

Μία βασική αρχή για υιοθέτηση από χώρες και συνεργάτες του ιδιωτικού τομέα είναι ότι τα είδη ή η γενετική ποικιλομορφία, δεν θα πρέπει μειωθεί λόγω ενός

υδάτινου αναπτυξιακού προγράμματος. Αυτό σημαίνει ότι το πρόγραμμα δεν προκαλεί την εξαφάνιση ή τη διακινδύνευση κάποιων ειδών, είτε κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του είτε κατά τη μακροπρόθεσμη λειτουργία του. Τα ειδικά μέσα για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος μπορεί να ποικίλλουν από το ένα πρόγραμμα στο άλλο ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του προγράμματος και τις υπάρχουσες συνθήκες τοπικής βιοποικιλότητας (Braga, 1998).

Τα πιθανά αποτελέσματα ενός προγράμματος για τη βιοποικιλότητα πρέπει να προβλεφθούν πιο λεπτομερώς πριν από την τελική δέσμευση κεφαλαίων προς το πρόγραμμα. Ο σχεδιασμός και η λειτουργία του προγράμματος μπορεί συχνά να προσαρμοστεί για να ελαχιστοποιήσει τον αντίκτυπο του προγράμματος στη βιοποικιλότητα, και αυτό ισχύει ιδιαίτερα όταν οι σκέψεις για τη βιοποικιλότητα ενσωματώνονται στη διαδικασία από τα πολύ αρχικά στάδια της προετοιμασίας και σχεδιασμού του προγράμματος. Μόνο σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις θα οδηγούσε αυτή η διαδικασία σε ακύρωση ενός προγράμματος (Braga, 1998).

Η παύση της διάβρωσης τοπικής και παγκόσμιας γενετικής ποικιλομορφίας είναι ένας επιθυμητός στόχος απαραίτητος για τη διατήρηση της γενετικής παραλλαγής που απαιτείται για μελλοντική προσαρμοστική αλλαγή (Meffe, 1987).

Ο Soule (1985) περιγράφει τη βιολογία ως μια «πειθαρχική κρίση» στην οποία κάποιος πρέπει να δρα πριν να γνωρίζει όλα τα δεδομένα και που η ανεκτικότητα για την αβεβαιότητα είναι συχνά απαραίτητη. Για το ίδιο θέμα, ο Meffe (1987), συμφωνεί ότι συχνά πρέπει να δρούμε άμεσα και δεν μπορούμε να περιμένουμε τη λήψη όλων των δεδομένων και πιστεύει ότι πρέπει να διατηρηθεί όσο το δυνατό περισσότερη γενετική ποικιλομορφία, ελαχιστοποιώντας έτσι την πιθανότητα επιβολής μη αναστρέψιμης ζημιάς στα συστήματα που δεν κατανοούμε πλήρως.

Το ερώτημα πρέπει εν τέλει να τεθεί: Σε ποιο ταξινομικό επίπεδο θα έπρεπε να εστιάσουν οι προσπάθειες προς τη διατήρηση γενετικών πηγών (και ειδών); Θα πρέπει να ανησυχούμε μόνο για τα είδη; Τα υποείδη; Οι πληθυσμοί; Τα μοναδικά αλληλόμορφα; Ποιες είναι στην πραγματικότητα, οι σημαντικές μονάδες στην προστασία;

Η συντήρηση των αντιπροσώπων όσο περισσότερων ειδών γίνεται, είναι σίγουρα, η πιο απλή, άμεση προσέγγιση. Προς το παρόν, οι εθνικές και διεθνείς προσπάθειες διατήρησης αναγνωρίζουν τα είδη ως μονάδα ανησυχίας (π.χ Η θέσπιση των ειδών που κινδυνεύουν με εξαφάνιση). Ωστόσο, αυτό παραβλέπει τη μοναδικότητα και ενδεχόμενη απώλεια υποειδών και πληθυσμών. Ανησυχία για ποικιλομορφία από την άλλη πλευρά, ωστόσο, είναι πιθανότατα μη πρακτική και θα μπορούσε να είναι αντιπαραγωγική σε ένα πολιτικό και κοινωνικό κλίμα το οποίο θέτει τη διατήρηση χαμηλά στη λίστα των προτεραιοτήτων. Ποιος μπορεί ρεαλιστικά να περιμένει προγράμματα συντήρησης αλληλόμορφων; Ολόκληρη η κλίμακα της γενετικής ποικιλομορφίας διαθέσιμη για ένα είδος, θα πρέπει να ενδιαφέρει τον βιολόγο και θα πρέπει όσο το δυνατόν περισσότερο να διατηρηθεί με σκοπό να έχουμε στη διάθεση μας το μέγιστο ποσό παραλλακτικότητας ως αγνό υλικό για μελλοντικές προσαρμοστικές αλλαγές τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Η φιλοσοφία της προστασίας και τα επίπεδα ποικιλομορφίας που αξίζουν την προστασία δικαιούνται την προσοχή μας (Meffe, 1987).

#### **4.2 Διατήρηση γενετικού υλικού και Τράπεζες Γενετικού Υλικού**

Με την τεχνολογική και οικονομική επανάσταση που επικράτησε μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο δόθηκαν τεράστιες δυνατότητες στον άνθρωπο να επηρεάσει τα φυσικά και αγροτικά οικοσυστήματα και το οικονομικό περιβάλλον.

Αποτέλεσμα των νέων τάσεων ήταν ο εκτοπισμός από την καλλιέργεια και η απώλεια μεγάλου μέρους του παραδοσιακού γενετικού υλικού που μας κληροδότησαν οι προηγούμενες γενιές (Σταυρόπουλος και συν., 2008).

Το γενετικό υλικό μπορεί να διατηρηθεί και προστατευθεί με δύο κύριους τρόπους, την διατήρηση εκτός τόπου ή εκτός του φυσικού περιβάλλοντος (*ex-situ*) και τη διατήρηση επί τόπου ή στο φυσικό περιβάλλον (*in-situ*) (Bartley, 1998).

Στους θαλάσσιους όπως και στους υδρόβιους οργανισμούς μπορούμε να εξάγουμε DNA με διάφορα πρωτόκολλα και να δημιουργήσουμε Γονιδιωματικές Βιβλιοθήκες οι οποίες είναι εύκολα πλέον κατανοητό ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικές και μάλιστα απαραίτητες. Απόδειξη της απομόνωσης γενετικού υλικού από υδρόβιους οργανισμούς αποτελεί και η τράπεζα γενετικού υλικού που δημιουργήσαμε από το γενετικό υλικό 29 ιχθύων της λίμνης Σμοκόβου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Στα πλαίσια της αειφορίας σε ένα σύστημα μίας συγκεκριμένης δυναμικής, υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ του αλιεύσιμου πλούτου και του γενετικού αποθέματος, ικανή να διατηρήσει πολυμορφισμό στις επόμενες γενιές. Η δική μας συμβολή με την παρούσα εργασία, ήταν η μέτρηση της σημερινής παραλλακτικότητας, η οποία μπορεί να συγκριθεί με αυτές παρόμοιων υδατοσυλλογών ή υδάτινων συστημάτων με αλιευτική παραγωγή που να ομοιάζουν στο σύστημά μας, ώστε οποιαδήποτε ακραία περιβαλλοντική μεταβολή ή και ανθρώπινη παρέμβαση να μπορεί να οδηγήσει το σύστημα σε μία πρότερη κατάσταση όσον αφορά στο γενετικό του πλούτο.

Ο Garibaldi (1996) ταξινομήσε 262 είδη που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοκαλλιέργειες: 39 οστρακοειδή, 72 μαλάκια και 151 πτερυγοφόρα, με το 95% της παγκόσμιας παραγωγής να προκύπτει από 31 είδη (6 οστρακοειδή, 8 μαλάκια και 17 πτερυγοφόρα). Οι άγριοι τύποι αυτών και άλλων ειδών με δυνατότητα για

ιχθυοκαλλιέργεια μπορούν να διατηρηθούν in-situ σε υδρόβιες προστατευμένες περιοχές (Pullin, 1990).

Δεδομένου των δυσκολιών και του κόστους εξομοίωσης φυσικών υδρόβιων περιβαλλόντων ex-situ (για παράδειγμα η βαθιά θάλασσα, η παλιρροιακή ζώνη και οι κοραλλιογενείς ύφαλοι), η τεράστια ποικιλομορφία των υδρόβιων ειδών και κοινωνιών, και η ματαιότητα επιλογής εξημέρωσης στην αναπαραγωγή σε αιχμαλωσία για διαδοχικές γενιές, είναι δύσκολο να οραματιστούμε πως ακόμα και 1% κάλυψη του παγκόσμιου άγριου υδρόβιου πληθυσμού θα μπορούσε να επιτευχθεί ως ζωντανές ex-situ συλλογές (Pullin et. al., 1998). Ωστόσο, για να συμπληρωθούν μερικές in situ προσπάθειες διατήρησης και για να αποθηκευτούν γενετικές πηγές για ιχθυοκαλλιέργειες και προγράμματα αναπαραγωγής, η ex-situ διατήρηση είναι εν μέρει πιθανό να βοηθήσει σημαντικά. Παραδείγματα αποτελούν συλλογές ζωντανών οργανισμών σε δημόσια ενυδρεία και στην εμπορική ιχθυοκαλλιέργεια, και οι τράπεζες γενετικού υλικού για κρυοδιατήρηση σπέρματος ψαριών (ICLARM, 1997). Αυτή η αναγνώριση των περιορισμών ex-situ διατήρησης, δεν περιορίζει τη σημασία του ρόλου ότι οι ex-situ γονιδιακές τράπεζες μπορούν να εξυπηρετήσουν σκοπούς τόσο συντήρησης όσο και αναπαραγωγής, ιδιαίτερα μέσω της κρυοδιατήρησης (Tave, 1986), (McAndrew et.al., 1993), (Harvey, 1996).

Οι στόχοι μιας γονιδιακής τράπεζας θα πρέπει να καθιερωθούν ξεκάθαρα, όπως και το χρονικό πλαίσιο για την κατάθεση στην τράπεζα. Οι γονιδιακές τράπεζες θα πρέπει να θεωρούνται ενεργή διατήρηση και όχι απλά καταψύξεις ή μουσεία (Bartley, 1998).

Η ex-situ διατήρηση δεν αποτελεί τέλος για την ίδια αλλά ένα μέσο για να βοηθήσει να διασφαλιστεί η συνέχιση της βιωσιμότητας φυσικών και καλλιεργούμενων πληθυσμών υδρόβιων οργανισμών. Εξαιτίας περιορισμένων πηγών

που είναι διαθέσιμες για τη συντήρηση γονιδιακών τραπεζών και συλλογή βιολογικού υλικού και οι φαινομενικά απεριόριστες επιθέσεις στα υδρόβια οικοσυστήματα, αποφάσεις θα πρέπει να ληφθούν σε σχέση με το ποιες απειλούμενες πηγές θα συμπεριληφθούν στις τράπεζες γενετικού υλικού και για πόσο χρονικό διάστημα (Bartley, 1998).

### **4.3 Εμπλουτισμοί υδάτινων οικοσυστημάτων**

Σύμφωνα με το FAO (1999) η χρήση του εμπλουτισμού ως εργαλείο διαχείρισης είναι από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που έχει σήμερα ο άνθρωπος. Η επιτυχής διεξαγωγή του μπορεί να βελτιώσει τη φθίνουσα κατάσταση των ιχθυοπληθυσμών που μειώνονται ή απειλούνται, να αποκαταστήσει τη ποικιλομορφία των ειδών σε μια υποβαθμισμένη περιοχή ή ακόμα και να δημιουργήσει ένα νέο είδος αλιείας που δεν υπήρχε πριν.

Πλέον οι εμπλουτισμοί των ιχθυοπληθυσμών αντιπροσωπεύουν μια από τις πιο κύριες μορφές διαχείρισης της σύγχρονης αλιείας (Aprahamian *et al.*, 2004), αποτελώντας δομικό στοιχείο μιας οικονομικά βιώσιμης και ορθής οικολογικά διαχειριστικής στρατηγικής για πολλά αλιεύσιμα είδη που βρίσκονται υπό εξαφάνιση (Travis *et al.*, 1998).

Η βελτιστοποίηση της αλιείας απαιτεί μελέτες που στοχεύουν στη γνώση των τροφικών απαιτήσεων των ψαριών από ποσοτική και ποιοτική άποψη (επιλεκτικότητα της τροφής, ρυθμός διατροφής), της δομής και της δυναμικής των ιχθυοπληθυσμών και της σύνθεσης των ειδών, της τροφικής κατάστασης της παραγωγικότητας και της δυναμικής, και των περιβαλλοντικών παραγόντων που είναι ουσιώδεις για τη δυναμική των πληθυσμών των κυριότερων ειδών ψαριών (φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, βιολογικές επιδράσεις από τη θήρευση και

ανταγωνισμός). Μεγάλες συγκεντρώσεις μικρών πελαγικών ψαριών δικαιολογούν την εισαγωγή μεγάλων ιχθυοφάγων ψαριών που θα αυξήσουν την ιχθυοπαραγωγή. Όμως, αυτό μπορεί να προκαλέσει καταστροφές και εξαφανίσεις αυτόχθονων ειδών, όπως έγινε με την εισαγωγή της Πέρκας του Νείλου (*Lates niloticus*) στη λίμνη Βικτώρια της Αφρικής, η οποία απειλεί με εξαφάνιση τα ενδημικά είδη των Κιχλίδων (Schiemer and Duncan, 1987).

Η αλιευτική διαχείριση στις λίμνες και τις φραγμαλίμνες είναι νέα επιστήμη και ως πρόσφατα είχε περιορισμένη εφαρμογή στις εύκρατες περιοχές. Κατά τους Fernando και Holcik (1991) ο πιο αποτελεσματικός και φτηνός δρόμος για την αύξηση της αλιευτικής παραγωγής είναι να δημιουργηθεί (με εισαγωγή ξενικών ειδών) μια λιμναία ιχθυοπανίδα από παράκτια φυτοφάγα και πλαγκτονοφάγα είδη.

Η επιχείρηση της εισαγωγής ειδών είναι ριψοκίνδυνη αν δεν παρθούν επαρκή μέτρα που να εξασφαλίσουν ότι έχουν χρησιμοποιηθεί μόνο τα επιθυμητά είδη και όχι εκείνα που θα καταστρέψουν την αυτόχθονη ιχθυοπανίδα. Πολλές ζημιές έχουν γίνει στο παρελθόν στην αλιευτική παραγωγή των λιμνών από τις εισαγωγές ιχθυοφάγων ειδών στην Αμερική, Αφρική και Ασία. Επίσης υπάρχει ο πάντοτε παρόν κίνδυνος της μεταφοράς οργανισμών που προκαλούν ασθένειες. Τέλος, έχει αποδειχθεί ότι η μεταφορά ιχθυοφάγων ψαριών (αρπακτικών) αντενδείκνυται σχεδόν για κάθε περίπτωση (Fernando and Holcik, 1991).

Οι εισαγωγές ειδών σε φυσικές λίμνες που έχουν ενδημικά είδη πρέπει να αποφεύγεται αυστηρά, ενώ σε φραγμαλίμνες η ενέργεια αυτή πρέπει να προγραμματίζεται προσεκτικά και να λαμβάνονται υπόψη οι βιολογικές ιδιότητες και οι οικολογικές απαιτήσεις των ειδών εισαγωγής και η πιθανή επίδρασή τους στα αυτόχθονα είδη. Κατά γενικό κανόνα πρέπει να προτιμούνται τα στενόοικα και τα παμφάγα από τα εύοικα και τα αρπακτικά είδη (Fernando and Holcik, 1991).



Η εισαγωγή συγγενικών ειδών αποτελεί μεγάλο κίνδυνο και πρέπει να επιχειρείται μόνον στην περίπτωση μεγάλης, μακροπρόθεσμης ή βραχυπρόθεσμης, ωφέλειας και μόνο, μετά από προσεκτική και αντικειμενική εκτίμηση των προηγούμενων εισαγωγών και των τοπικών συνθηκών (Fernando and Holcik, 1991).

Οι εμπλουτισμοί απαιτούν προγράμματα παραγωγής ψαριών σε τεχνητό περιβάλλον, κυρίως για τη βελτίωση του εγκλιματισμού, ώστε η απελευθέρωση τους στο νέο περιβάλλον να είναι επιτυχής. Τα ψάρια που προέρχονται από τους σταθμούς παραγωγής γόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εμπλουτισμούς ως εξής (COFI:AQ/II/2003/7):

1. Απελευθέρωση μη γηγενών ψαριών από σταθμό παραγωγής γόνου σε φυσικό ή τεχνητό οικοσύστημα.
2. Απελευθέρωση γηγενών ψαριών από σταθμό παραγωγής γόνου σε φυσικό ή τεχνητό οικοσύστημα όπου μπορούν να επιβιώσουν μόνα τους.
3. Απελευθέρωση γηγενών ψαριών από σταθμό παραγωγής γόνου σε φυσικό ή τεχνητό οικοσύστημα με συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες.

Ξεκινώντας ένα από τα βασικά προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ένας σταθμός παραγωγής γόνου είναι η δημιουργία ιχθυδίων απαλλαγμένα από ασθένειες και παράσιτα (Liao et al., 2003). Οι επιδράσεις των ασθενειών στους άγριους πληθυσμούς έχουν ως εξής σύμφωνα με τους Bondad-Raentaso et al., (2005):

- Αλλοίωση στη δομή της κοινωνίας μέσω αλλαγών στους άρπαγες και πληθυσμούς στόχους.
- Αλλαγές στο μέγεθος του πληθυσμού του ξενιστή. Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται η μεταβολή της συμπεριφοράς, η αύξηση της θνησιμότητας, η μειωμένη αναπαραγωγή και η αυξημένη ευαισθησία στη θήρευση
- Μείωση της ενδοειδικής γενετικής παραλλακτικότητας.

- Τοπική εξαφάνιση των ευαίσθητων στοιχείων μιας κοινωνίας.
- Πιθανή εξαφάνιση ειδών.

Εντεταμένη προσπάθεια καταβάλλεται για την αποφυγή της γενετικής αλλοίωσης του άγριου πληθυσμού από το νεοεισαχθέν (COFI:AQ/II/2003/7). Η προσπάθεια των βιολόγων για βελτίωση του προς εμπλουτισμό πληθυσμού έγκειται στο να δημιουργηθούν υβρίδια με επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η ευκολότερη μεταφορά, η αυξημένη ανάπτυξη, έναν συνδυασμό επιθυμητών χαρακτηριστικών δύο ειδών, να αυξήσουν την ανοχή του περιβάλλοντος ή ακόμα και να ελέγξουν την περίοδο αναπαραγωγής (Bartley et al., 2001). Οι βελτιώσεις που υφίστανται τα ψάρια κληρονομούνται στις επόμενες γενιές και λόγω της φυσικής επιλογής και της διασταύρωσης τους με τον άγριο πληθυσμό, θα μειώνονται οι μεταξύ τους αρχικές γονιδιακές διαφορές και δημιουργούνται νέες επιτυχημένες μελλοντικές γενιές (Lorenzen, 2005).

#### **4.3.1 Σήμανση και μαρκάρισμα ιχθύων**

- Για να είναι επιτυχημένο ένα πρόγραμμα εμπλουτισμού πρέπει απαραίτητως να αναγνωριστούν τα απελευθερωμένα ψάρια κατά την επανασύλληψη τους (Liao et al., 2003). Το ρόλο αυτό τον έχουν η σήμανση και το μαρκάρισμα (Davenport et al, 1999).
- Πρέπει να γίνει σαφές ότι σήμανση και μαρκάρισμα δεν είναι συνώνυμα. Το μαρκάρισμα είναι ένας γενικός όρος για κάθε μέσο προσδιορισμού ενός οργανισμού. Τα μαρκαρίσματα δεν φέρουν πληροφορίες και απλά γίνεται αβαθμολόγητη διάκριση μεταξύ των μαρκαρισμένων ή μη ατόμων (Morgan and Bull, 2005) και χρησιμοποιούνται για την μελέτη της δομής ενός πληθυσμού (Jacobsen and Hansen, 2004). Η σήμανση είναι ειδική μορφή μαρκαρίσματος που

περιέχει πληροφορίες για ένα άτομο ή μια παρτίδα (Morgan and Bull, 2005) και αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο που χρησιμοποιούν οι βιολόγοι για πάνω από 100 χρόνια (Simonsen and Treble, 2003).

- Για να εφαρμοστεί η σήμανση ή το μαρκάρισμα απαιτείται αναισθησία πλήρης ή μερική ή απλά σκέπασμα των οφθαλμών όταν τα ψάρια είναι ήρεμα (Davenport *et al.*, 1999 : Simonsen and Treble, 2003).
- Μέσω αυτών των τεχνικών προσδιορίζεται η ηλικία, η ανάπτυξη, το μέγεθος του πληθυσμού, η θνησιμότητα, η μετατόπιση και η εξάπλωση ενός πληθυσμού (Block *et al.*, 2000 : Bach *et al.*, 2000).
- Όλες οι σημάνσεις και τα μαρκάρια απαιτούν διαδικασίες οι οποίες είναι σαφώς ενοχλητικές για τα ψάρια, στα οποία, είτε προκαλούν stress είτε είναι επιζήμιες (Davenport *et al.*, 1999).
- Δεν είναι τυχαία η επιλογή της κατάλληλης σήμανσης αλλά εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων όπως το μέγεθος του ιχθυδίου, το μέγεθος του πληθυσμού, το κόστος της σήμανσης, ο βαθμός δυσκολίας για την εφαρμογή της, ο βαθμός θνησιμότητας και τέλος οι σκοποί του εμπλουτισμού (Bell *et al.*, 2006). Τα σημαντικότερα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπιστούν είναι:

**A) Προβλήματα στη συμπεριφορά:** Πολλά είδη εσωτερικής σήμανσης ή μαρκάριατος έχουν μικρή ή καθόλου επιρροή στη συμπεριφορά των ψαριών ενώ οι εξωτερικές σημάνσεις την επηρεάζουν (Davenport *et al.*, 1999). Τα ψάρια παρουσιάζουν εκνευρισμό, αλλαγή στην πλευση ενώ πολλές φορές οι εξωτερικές σημάνσεις δεν είναι τοποθετημένες στο κέντρο βάρους του σώματος το ψαριού (Jacobsen and Hansen, 2004).

**B) Προβλήματα στη λήψη τροφής:** Οι εσωτερικές σημάνσεις που βρίσκονται εντός του γαστρικού σωλήνα μπορεί να δώσουν την αίσθηση

πληρότητας στα ψάρια με αποτέλεσμα να μην λαμβάνουν την απαιτούμενη τροφή και να παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη και χαμηλό βάρος (Davenport *et al.*, 1999). Επίσης η λανθασμένη εφαρμογή ετικετών γνάθου μπορεί να δυσκολέψει την πρόσληψη τροφής (Basavaraju *et al.*, 1998).

**Γ) Χρόνια προβλήματα, έλκη, οιδήματα:** Πολλές εξωτερικές σημάνσεις προκαλούν έλκη στο σημείο επαφής με την ετικέτα ή μεταδίδουν ασθένειες μέσω των σημείων των τομών στα ψάρια (Harvey, 1987).

**Δ) Πτώση ετικετών:** Η λανθασμένη εφαρμογή των εξωτερικών ετικετών μπορεί να προκαλέσει την πτώση τους με συνέπεια τη μη αναγνώριση του ψαριού. Απόρριψη σήμανσης συνήθως εμφανίζεται σε εσωτερικές σημάνσεις (Davenport *et al.*, 1999). Ωστόσο είναι αναπόφευκτη η απώλεια των φυσικών ετικετών από τη στιγμή που θα απελευθερωθούν τα ψάρια (Liao *et al.*, 2003).

**Ε) Κίνδυνος από θηρευτές:** Οι εξωτερικές ετικέτες μπορεί να αυξήσουν το κίνδυνο από τους θηρευτές καθώς κάνουν τα ψάρια πιο ευάλωτα και για το λόγο αυτό οι ετικέτες πρέπει να καμουφλάρονται (Davenport *et al.*, 1999).

**ΣΤ) Φθορά σήμανσης:** Οι περισσότερες από τις σημάνσεις έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής (Harvey *et al.*, 1987). Μόνο οι γενετικές σημάνσεις επί το πλείστον παραμένουν μόνιμα και κληρονομούνται στους απογόνους (Liao *et al.*, 2003). Για το λόγο αυτό πολλές φορές απαιτείται η διαδικασία επανασήμανσης (Basavaraju *et al.*, 1998).

**Ζ) Μειωμένη επανασύλληψη:** Αυτό μπορεί να οφείλεται στη μετακίνηση των πληθυσμών σε περιοχές μακρύτερες από τα σημεία έρευνας ή ότι η χρήση των πομπών ως σημαντές παρουσίασε προβλήματα. (Arendt and Lucy, 2000).

**Η) Θνησιμότητα:** Οι θάνατοι από τις εσωτερικές σημάνσεις εμφανίζονται εντός λίγων ωρών, ημερών ή εβδομάδων, ενώ αντίθετα στις εξωτερικές σημάνσεις

σπάνια λαμβάνουν χώρα εντός λίγων ωρών ή εβδομάδων (Davenport *et al.*, 1999)

Σε ότι αφορά τις επιδράσεις της εποχής, της περιοχής και της τοποθεσίας, γενικότερα, είναι απαραίτητο να γίνεται ορθότερος προγραμματισμός των εμπλουτισμών, έτσι ώστε να αποφεύγονται περιττά έξοδα από ανεπιτυχείς προσπάθειες όπως ακατάλληλες εποχές ή περιοχές.

- Ο κάθε εμπλουτισμός χαρακτηρίζεται από τη μοναδικότητα του. Για το λόγο αυτό πρέπει να εξετάζονται διαφορετικά οι περιπτώσεις κάθε είδους ή ακόμα και πληθυσμών του ίδιου είδους που εμπλουτίζουν διαφορετικές περιοχές (Bell *et al.*, 2006).
- Το ίδιο το περιβάλλον είναι αυτό που θα καθορίσει το πώς και το πότε θα γίνουν οι εμπλουτισμοί. Οι βροχοπτώσεις, η θερμοκρασία και η παρουσία άλλων ιχθυδίων επιδρούν άμεσα στην επιτυχία (Baumgartner and Cameron, 2007).
- Οι Leber *et al.* (1998), σε πειράματα που έκαναν το 1993, απέδειξαν την επίδραση της περιοχής, της εποχής και του μεγέθους των ιχθυδίων κατά την απελευθέρωση, ως προς την ανάπτυξη και την επανασύλληψη τους.
- Η διασφάλιση τροφής στην περιοχή απελευθέρωσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία της. (Tanaka *et al.*, 2006)

Σε ότι αφορά το κόστος των εμπλουτισμών, η αυξομείωση του κόστους σε ένα πρόγραμμα εμπλουτισμού εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων (Aghrahamian *et al.*, 2004 , Travis *et al.*, 1998). Το κύριο πρόβλημα έγκειται στο φτωχό ή λανθασμένο σχεδιασμό και εκτίμηση του προτεινόμενου εμπλουτισμού (Cowx 1998). Για το λόγο αυτό αναπτύσσονται ολοκληρωμένα σχέδια και μελέτες που εκτιμούν υποθετικά όλες τις παραμέτρους (Cowx 1999). Μετά τη δημιουργία, λοιπόν, των πρώτων μοντέλων υπολογισμού του κόστους ενός εμπλουτισμού, πολλοί

εμπλουτισμοί κρίθηκαν ασύμφοροι οικονομικά γιατί δεν είχαν υπολογίσει όλα τα πιθανά έξοδα που θα τους παρουσιαζόταν (Molony et al., 2003).

#### **4.3.2 Εμπλουτισμοί στη φραγμαλίμη Σμοκόβου**

Τα οικοσυστήματα που οργανώνονται στα ποτάμια και τις λίμνες, είναι ανοιχτά και επομένως μη ελεγχόμενα. Κανείς δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι ένας ζωντανός οργανισμός που ελευθερώνεται σε αυτά μπορεί να απομακρυνθεί αργότερα αν διαπιστωθεί ότι προξένησε κάποια διαταραχή. Αυτά αποτελούν παγκόσμια κληρονομιά και ως εκ τούτου δεν επιτρέπεται σήμερα, από κανέναν και για τίποτε να γίνονται παρεμβάσεις που αλλοιώνουν το χαρακτήρα τους. Ακόμα και αν η εκτροφή γίνει στα λεγόμενα κλειστά συστήματα, πάλι τα προβλήματα είναι υπαρκτά, γιατί κανείς δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι τελικά δε θα διαφύγουν ζωντανά άτομα (γονιμοποιημένα αβγά, προνύμφες ή ενήλικα) στο ελεύθερο περιβάλλον. (Οικονομίδης και συν., 1999).

Είναι γεγονός αναμφισβήτητο από όλους, ότι η σύνθεση των ειδών των ψαριών ενός λιμναίου συστήματος είναι πρωταρχικής σημασίας για τις καλές ή κακές παραγωγικές δυνατότητές του. Όταν η σύνθεση αυτή επιτρέπει την καλή κατανάλωση της παραγόμενης βιομάζας σε όλους τους τροφικούς ορίζοντες, τότε υπάρχει ισορροπία μεταξύ ιχθυοπληθυσμών και δεν παρατηρούνται απότομες μεταβολές. (Οικονομίδης και συν., 1999). Συνεπώς, η σύνθεση των ειδών μιας φραγμαλίμνης, αποτελεί ένα ιδιαίτερα σύνθετο πρόβλημα, η λύση του οποίου πρέπει να βασίζεται στην έρευνα που θα οδηγήσει στην καλή γνώση της λειτουργικότητας του οικοσυστήματος. Η γνώση αυτή θα βοηθήσει να γίνουν επιτυχημένες εισαγωγές νέων ειδών (εμπλουτισμοί). Με την έννοια λοιπόν αυτή, συνδέονται άμεσα η σύνθεση των ειδών και οι εμπλουτισμοί (Οικονομίδης, 2000).

Στο Σμόκοβο και σε κάθε φραγμαλίμνη, η αυτόχθονη ιχθυοπανίδα απαρτίζεται από ρεόφιλα είδη τα οποία σπάνια επιβιώνουν και αναπτύσσουν πληθυσμούς στο λιμναίο περιβάλλον. Αν συμβεί να έχει γίνει επιτυχημένη τεχνητή σύνθεση των ειδών με εμπλουτισμούς, τότε συχνά έχουμε εξαιρετική ανάπτυξη της παραγωγής τα πρώτα χρόνια. Όμως, η απόδοση σιγά – σιγά μειώνεται, μέχρι να ισορροπήσει το σύστημα σε ένα επίπεδο, που κατά κανόνα ανταποκρίνεται στις τροφικές δυνατότητες και τις ιδιαίτερες οικολογικές συνθήκες του. Οι τελευταίες αυτές παρουσιάζουν αργές μεταβολές προς μία κατάσταση ισορροπίας, η οποία κατά κανόνα έρχεται ύστερα από αρκετές δεκαετίες. Η κατάσταση αυτή είναι δυνατόν να ανατραπεί αν γίνονται σωστοί και μελετημένοι εμπλουτισμοί με είδη που είναι κατάλληλα για το περιβάλλον της λίμνης, τα οποία θα βοηθήσουν να αξιοποιείται καλύτερα η πρωτογενής παραγωγή (Οικονομίδης, 2000).

Τα ρεόφιλα αυτόχθονα είδη όταν επιβιώνουν στο νέο σύστημα διατηρούν τον οικολογικό τους χαρακτήρα σε όλες τις φραγμαλίμνες. Έτσι, παραμένουν στα ρηγά νερά των παρόχθιων περιοχών και των εκβολών των ρευμάτων μέσα στα οποία συχνά μπαίνουν και συνεχίζουν το βιολογικό τους κύκλο.

Οι τροφικοί ορίζοντες των περιοχών αυτών αξιοποιούνται από τους καταναλωτές, ενώ εκείνοι της πελαγικής και της βενθικής ζώνης, γενικά, παραμένουν λίγο ή καθόλου εκμεταλλεύσιμοι. Στην περίπτωση αυτή η παραγωγή της λίμνης είναι χαμηλότερη της παραγωγικότητάς της, δηλαδή ενώ παράγεται αρκετή τροφή από τις κατώτερες τροφικές αλυσίδες, αυτή δεν καταναλώνεται από τα ψάρια (Οικονομίδης, 2000).

Οι φραγμαλίμνες είναι σε αρκετό βαθμό τεχνικά οικοσυστήματα και κατά συνέπεια επιδέχονται κάποιες επεμβάσεις σε αντίθεση με τις φυσικές λίμνες, που αν

είναι καλά μελετημένες μπορεί να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα (Οικονομίδης, 2000).

Η απάντηση στο ερώτημα αν θα είναι οι εισαγωγές επιτυχημένες είναι καταφατική για ορισμένα είδη, τα οποία θα έχουν ικανοποιητική επιτυχία εγκλιματισμού ή αρκετά καλή, ενώ σε άλλα θα είναι μερική και σε άλλα περιορισμένη. Είναι απαραίτητο, λοιπόν, να εξεταστεί η ιστορία του κάθε είδους που προτείνεται να εισαχθεί στο οικοσύστημα (Οικονομίδης και συν., 1999).

Κάποια από τα είδη που θα μπορούσαν ενδεχομένως να εισαχθούν στη φραγμαλίμνη Σμοκόβου αναλύονται παρακάτω.

#### **4.3.2.1 Κυπρίνος ή Γριβάδι (*Cyprinus caprio*).**

Το συγκεκριμένο είδος (Εικ. 30) προέρχεται από διάφορα γενετικά αποθέματα. Είναι ενδημικό είδος της Κ. Ασίας και έχει εισαχθεί σε όλο τον κόσμο. Στη χώρα μας εκτείνεται σε λίμνες και ποτάμια της Θεσσαλίας, Μακεδονίας, Ηπείρου και Θράκης. Επίσης εμπλουτισμός έγινε στις λίμνες Στυμφαλία (Πελοπόννησος), Τριχωνίδα (Αιτωλοακαρνανία) και στο Δίστο (Εύβοια) (Νεοφύτου, 1985). Εκτός από αυτό έχουν γίνει εμπλουτισμοί με άτομα της ποικιλίας “κατοπτροειδής” (*Cyprinus caprio var. Specularis*), η οποία είναι γνωστή ιδιαίτερα στη δυτική Ελλάδα με το όνομα κυπρίνος. Στην περίπτωση για παράδειγμα της λίμνης του Ταυρωπού ήταν λάθος η εισαγωγή της ποικιλίας “κατοπτροειδής” (κυπρίνος), επειδή είναι γενικά πιο ευαίσθητη και παρουσιάζει δυσκολίες στην προσαρμογή, σε αντίθεση με την άγρια φυλή (γριβάδι) που είναι πιο ανθεκτική (Οικονομίδης, 2000). Επιπλέον, πάντοτε σχεδόν η εμπορική τιμή του γριβαδιού είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κυπρίνου. Συνεπώς, για δύο φυλές που ανήκουν στο ίδιο είδος και συχνά υβριδίζουν μεταξύ τους, έχουν τις ίδιες τροφικές απαιτήσεις καθώς και όλες τις άλλες βιολογικές



παραμέτρους τους (π.χ. αύξηση), είναι αυτονόητο πως συμφέρει να ενισχύεται εκείνη που έχει την καλύτερη εμπορική τιμή.



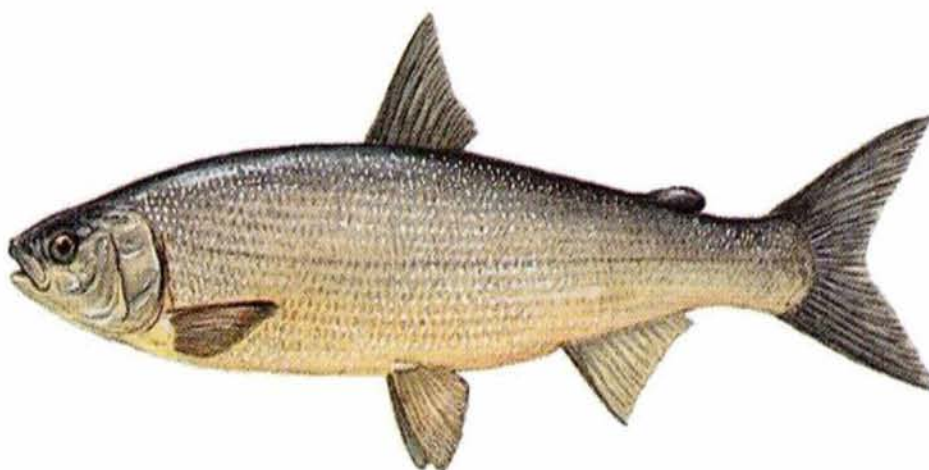
**Εικόνα 30 :** Κυπρίνος ή Γριβάδι, *Cyprinus carpio*. (Παλαιοκόστας, 2009)

Επειδή το είδος έχει έντονο μεταβολισμό και γενικά θεωρείται θερμοφίλο, ευδοκίμει καλύτερα σε εύτροφα οικοσυστήματα με θερμό ή εύκρατο κλίμα και σε χαμηλό υψόμετρο (εντονότερη τροφοληψία, ταχύτερη ανάπτυξη, πρόωμη γεννητική ωριμότητα). Γενικά παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε αντίξοες συνθήκες, όμως η ανάπτυξή του είναι καλύτερη σε ευνοϊκές φυσικές συνθήκες. Μια από αυτές είναι ότι η αναπαραγωγή του έχει μεγαλύτερη επιτυχία όταν στις όχθες υπάρχει πλούσια βλάστηση υδροχαρών φυτών (κυρίως καλάμια), απαραίτητα για την αναζήτηση της τροφής του και την αναπαραγωγή. Το γριβάδι είναι η άγρια φυλή του κυπρίνου και ψαρεύεται κυρίως την άνοιξη και το καλοκαίρι. Ο κυπρίνος ψαρεύεται όπως και το γριβάδι, έχει όμως λίγο χαμηλότερη αξία. Πρέπει να μελετηθεί το πρόγραμμα των εμπλουτισμών με γόνο μόνο από τους Κρατικούς Ιχθυογεννητικούς Σταθμούς και μάλιστα συνιστάται να γίνεται ομαλά και ανελλιπώς, επειδή πρόκειται για αναντικατάστατο είδος με πολλά πλεονεκτήματα.

Στη φραγμαλίμνη Σμοκόβου η πρώτη προσπάθεια ήδη έγινε με απελευθέρωση 5000 ιχθυδίων του συγκεκριμένου είδους την άνοιξη του 2008 από γόνο που προμηθεύτηκε από τη Δημόσια Επιχείρηση Λίμνης Ιωαννίνων.

#### 4.3.2.2 Κορέγονος (*Coregonus lavaretus*)

Κατά γενικό κανόνα είναι λιμνόφιλα και πλαγκτονοφάγα ψάρια με πολύ καλή εμπορική αξία (Anonymous, 2009). Το είδος αυτό είναι κυρίως εξαπλωμένο στη λεκάνη της Βαλτικής και Β.Θάλασσας, καθώς και σε υφάλμυρα νερά της Β. Ευρώπης. Στη χώρα μας εισήχθηκε και τοποθετήθηκε αρχικά στις λίμνες Βεγορίτιδα και Μέγδοβα (Νεοφύτου, 1985). Το είδος αυτό (Εικ. 31) προσαρμόζεται καλύτερα και μπορεί να σχηματίσει αξιόλογο αλιευτικό πληθυσμό. Ο πρώτος λόγος που μπορεί να συμβεί κάτι τέτοιο είναι αν δεν έχει κανένα ανταγωνιστή. Ο δεύτερος λόγος είναι αν δεν υπάρχει κανένα αρπακτικό είδος που να ελέγχει τον πληθυσμό του κορέγονου, και ο τρίτος ότι καταφέρνει να έχει καλύτερη φυσική αναπαραγωγή στο σύστημα. Ο κορέγονος ψαρεύεται όλο το χρόνο. Ο εμπλουτισμός της λίμνης με αυτό το είδος θα μπορούσε να είναι μια από τις μελλοντικές δράσεις.



**Εικόνα 31 :** Κορέγονος, *Coregonus lavaretus*. (Anonymous, 2009)

Μέρος των συμπερασμάτων που απορρέουν από την παρούσα εργασία αφορούν τους εμπλουτισμούς που έγιναν αλλά και τους ενδεχόμενους εμπλουτισμούς της λίμνης Σμοκόβου. Στα πλαίσια αυτά οφείλουμε να τονίσουμε τα εξής:

➤ Για την ομαλή διατήρηση του συστήματος της φραγμαλίμνης Σμοκόβου, αρχικά είναι επιβεβλημένη η διατήρηση των ήδη υπαρχόντων ειδών. Για το λόγο αυτό άλλωστε δημιουργήσαμε και την τράπεζα γενετικού υλικού των 29 ιχθύων που συλλέξαμε. Ταυτόχρονα, είναι απαραίτητη η πραγματοποίηση επαναλαμβανόμενων εμπλουτισμών με τα προαναφερόμενα είδη, τα οποία δεν θα προκαλέσουν καμία εμφανή διαταραχή στο σύστημα.

➤ Σε ότι αφορά τον Κυπρίνο, το συμπέρασμα που απορρέει από την παρούσα εργασία είναι ότι το περιβάλλον της φραγμαλίμνης Σμοκόβου είναι κατάλληλο. Άλλωστε έχει μεγάλη εμπορική αξία αλλά και προσαρμοστικότητα. Στη φραγμαλίμνη έχει ήδη πραγματοποιηθεί εμπλουτισμός με γόνο του, από το Εργαστήριο Ιχθυολογίας-Υδροβιολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

➤ Σε ότι αφορά τον Κορέγονο, η φραγμαλίμνη Σμοκόβου ενδείκνυται για εμπλουτισμό με ιχθύδιά του, αφού πρόκειται για είδος που διακρίνεται για την προσαρμοστικότητά του και ψαρεύεται όλο το χρόνο.

➤ Οι τροφικοί ορίζοντες του βένθους (βενθική ζώνη) της φραγμαλίμνης Σμοκόβου αλλά και του πλαγκτού (πελαγική ζώνη), είναι πιθανό να στερούνται ειδών ψαριών που να καταναλώνουν επαρκώς την παραγόμενη βιομάζα. Λόγω του γεγονότος ότι η φραγμαλίμνη προέρχεται από ποτάμιο σύστημα, δε διαθέτει αυτόχθονα είδη ψαριών που προσαρμόζονται εύκολα στην πελαγική και βενθική ζώνη. Συνεπώς μελλοντικά θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί εισαγωγή νέων ειδών ιχθύων τα οποία θα εκμεταλλεύονταν καλύτερα τις δύο αυτές τροφικές ζώνες.

#### 4.4 Γενική κατάσταση φυσικού περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής - αρνητικές και θετικές επιπτώσεις από τη δημιουργία του φράγματος

Σε ότι αφορά το φράγμα Σμοκόβου και τις γενικές αλλά και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του στην ευρύτερη περιοχή μετά τη δημιουργία της φραγμαλίμης, θα μπορούσε κανείς να πει ότι είναι ποικίλες, και με διαφορετική σημασία ή σπουδαιότητα. Γενικά, υπάρχει μεγάλη δυσκολία στον καθορισμό και υπολογισμό εκ των προτέρων, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των επιδράσεων στις οικοσυστημικές λειτουργίες, από την κατασκευή φραγμάτων και ιδιαίτερη δυσκολία στο να καθοριστεί ποιες είναι θετικές και ποιες είναι αρνητικές. Σαφέστατα είναι σε γενικές γραμμές λάθος να θεωρούνται εξ' αρχής οι επιπτώσεις των φραγμάτων αρνητικές στο σύνολό τους (Φιλίντας και Πολύζος, 2008).

Ξεκινώντας από τις αρνητικές επιπτώσεις, για το φράγμα Σμοκόβου έχουμε κάνει τις εξής παρακάτω διαπιστώσεις:

- Κατά τη διάρκεια κατασκευής του φράγματος Σμοκόβου, το γύρω τοπίο είχε αισθητικά υποβαθμιστεί, λόγω και της καταστροφής της φυσικής βλάστησης (κυρίως φυτοκοινωνίες δρυός) από τις διάφορες επεμβάσεις. Παράδειγμα τέτοιων επεμβάσεων είναι η δημιουργία λατομείων, όπως και η αποψίλωση 4000 στρεμμάτων δασών και δασικής έκτασης. Αποτέλεσμα ήταν η διακοπή της τοπογραφικής ομοιογένειας και η δημιουργία επιφανειακών μεγάλων κλίσεων (Βαβίζος και συν., 1995).
- Είναι γεγονός ότι από την κατασκευή του υπήρξε κάποια μεταβολή της δίαιτας του ποταμού Σοφαδίτη.
- Η κάλυψη της ευρύτερης περιοχής με νερό ήταν για κάποιους αρνητική επίπτωση λόγω του ότι όπως ισχυρίζονται, επρόκειτο για μία περιοχή ιδιαίτερα υψηλής αισθητικής αξίας.

Από τη συγκράτηση του υδάτινου όγκου εντός του ταμιευτήρα Σμοκόβου και τις μεταβολές τόσο στη στάθμη του ταμιευτήρα, όσο και στη ροή του ποταμού Σοφαδίτη αλλά και στην ποσότητα των φερτών υλών, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό η αναπαραγωγή των ιχθύων. Αυτό είναι απόρροια της άλλοτε αποκάλυψης και άλλοτε κάλυψης των αβγών που έχουν αποθεθεί στην παράκτια ζώνη με αποτέλεσμα τη μερική ή και πλήρη αποτυχία της εκκόλαψης των αβγών (Οικονομίδης και συν., 1999).

➤ Είναι επίσης αναμφισβήτητο ότι δημιουργήθηκαν εμπόδια στη διέλευση των ζώων γενικότερα (Φιλίντας και Πολύζος, 2008).

Εκτός όμως από τις αρνητικές επιπτώσεις, οφείλουμε να αναφερθούμε εκτενέστερα και στο πλήθος όλων εκείνων των ευεργετικών επιπτώσεων της ευρύτερης περιοχής της φραγμαλίμνης Σμοκόβου. Συνεχίζοντας με τις θετικές επιπτώσεις της δημιουργίας του φράγματος Σμοκόβου, έχουμε να διαπιστώσουμε τα εξής:

➤ Σήμερα, δέκα περίπου χρόνια μετά την ολοκλήρωση του φράγματος, το περιβάλλον έχει σημαντικά αναβαθμιστεί, με φυσικούς τρόπους. Προβλέπεται μάλιστα να παρουσιάσει ακόμα μεγαλύτερη βελτίωση μετά και τις σχετικές δράσεις του φορέα διαχείρισης. Επιπλέον, συνεχίζεται η επανοίκιση της περιοχής από διάφορα είδη πανίδας, που απομακρύνθηκαν την περίοδο κατασκευής των έργων. Οποσδήποτε, στα είδη αυτά της πανίδας πρέπει να προστεθούν και νέα, που μετά από ειδικές μελέτες μπορούν να εμπλουτίσουν τους σχετικούς πληθυσμούς. Εξάλλου, οι ορεινές περιοχές Ν και ΝΔ του ταμιευτήρα έχουν αρκετά πυκνή και πλούσια δασώδη βλάστηση όπως για παράδειγμα το δάσος Ρεντίνας (Μαμάσης και συν., 2007).

➤ Μετά τη δημιουργία του φράγματος Σμοκόβου άρα και της φραγμαλίμνης Σμοκόβου το μεγαλύτερο ενδιαφέρον έχουν οι διάφορες χρήσεις των υδάτινων πόρων

του ταμιευτήρα Σμοκόβου, οι οποίες είναι αναμφισβήτητο πως είναι ευεργετικές τόσο για τις περιοχές γύρω από τη λίμνη, όσο και για την ευρύτερη περιοχή του έργου:

✓ Το φράγμα Σμοκόβου θα μπορούσε να πει κανείς ότι είναι ένα επί της ουσίας αρδευτικό έργο αφού κατασκευάστηκε με στόχο την άρδευση δεσπόζουσας έκτασης 252.600 στρεμμάτων, σε πεδινές περιοχές των Νομών Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας. Ειδικότερα για την περιοχή Λάρισας είναι ευρύτερα γνωστό ότι κινδυνεύει από ερημοποίηση και η οποιαδήποτε μορφή βοήθειας από υδάτινους πόρους είναι καθοριστική για την αποφυγή της.

Η περιοχή που εξυπηρετείται από τη φραγμαλίμνη έχει ως κύρια καλλιέργεια το βαμβάκι, σε ποσοστό 70% περίπου και ακολουθούν ο αραβόσιτος σε ποσοστό 15% περίπου, τα σιτηρά σε ποσοστό 10% περίπου και διάφορες άλλες καλλιέργειες, όπως η μηδική, ο καπνός, τα οπωροκηπευτικά κ.α. σε ποσοστό 5% περίπου (Αυγουστής, 2006).

Η μεγάλη αυτή ετήσια αρδευτική ζήτηση σε συνδυασμό με την ανομβρία των τελευταίων ετών έχει μειώσει σημαντικά την ποσότητα νερού της φραγμαλίμνης.

✓ Η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μία ακόμη χρήση των υδάτινων πόρων της φραγμαλίμνης, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού οδηγεί στη μείωση της εξάρτησης της περιοχής από την ενέργεια που παράγεται από ρυπογόνες διαδικασίες (πετρέλαιο, λιθάνθρακας, κ.λπ). Η ετήσια παραγωγή ενέργειας μπορεί να φτάνει τα 11MW (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

✓ Η ύδρευση των διαφόρων οικισμών είναι ένα από τα ευεργετικά αποτελέσματα της δημιουργίας της φραγμαλίμνης Σμοκόβου. Ο ταμιευτήρας Σμοκόβου μπορεί να εξυπηρετήσει εκτός από τις αρδευτικές και τις υδρευτικές ανάγκες των πεδινών οικισμών της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα, θα καλύπτει την υδρευτική ζήτηση 55 συνολικά οικισμών των Δήμων Ταμασίου, Μενελαΐδας,

Καλλιφώνου, Σοφάδων, Άρνης, Παλαμά και Φύλλου. Ο πληθυσμός σχεδιασμού που αναφέρεται στο έτος 2042, εκτιμάται σε 55.000, ενώ ο πληθυσμός κατά την απογραφή του 2001 ανέρχεται σε 40.000 περίπου. Στην παρούσα κατάσταση, οι οικισμοί αυτοί υδρεύονται είτε από τοπικές γεωτρήσεις είτε από τοπικές πηγές. Το μείζον πρόβλημα είναι η κακή ποιότητα των υδάτων, λόγω ρύπανσης του υπόγειου υδροφορέα από γεωργικές δραστηριότητες. Σημειώνεται ότι ο Δήμος Σοφάδων υδρεύεται από τη λίμνη Πλαστήρα, αλλά προβλέπεται να ενισχυθεί και από τον ταμιευτήρα Σμοκόβου (Κουτσογιάννης και συν., 2008).

Σε σχετική προμελέτη ύδρευσης (Μπουλούγαρης και Τσίτσης, 2002), με βάση τα πληθυσμιακά και αναπτυξιακά δεδομένα της περιοχής, και θεωρώντας μια μέση ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση ίση με 250 L/κάτ./ημ., προέκυψε ότι οι ετήσιες υδρευτικές ανάγκες των Δήμων της περιοχής ανέρχονται σε 5 hm<sup>3</sup>. Παρόλα αυτά, με βάση στοιχεία πραγματικής κατανάλωσης του Συνδέσμου Ύδρευσης Καρδίτσας, η κατά κεφαλή ζήτηση νερού στην περιοχή ξεπερνά τα 600 L/κάτ./ημ., και σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνει ακόμη και στα εξαιρετικά υψηλά επίπεδα των 1000 L/κάτ./ημ., καθώς μεγάλο μέρος του υδρευτικού νερού χρησιμοποιείται και για εξωτερικές χρήσεις. Κατά τον Κουτσογιάννη και τους συνεργάτες του (2008), λαμβάνοντας υπόψη και τις εξαιρετικά υψηλές απώλειες λόγω της παλαιότητας των εσωτερικών δικτύων διανομής, οι ετήσιες υδρευτικές ανάγκες ανεβαίνουν στα επίπεδα των 10 έως και 15 hm<sup>3</sup>, ποσότητες που σε κάθε περίπτωση είναι δυνατό να καλυφθούν από το υδατικό δυναμικό του ταμιευτήρα. Επισημαίνεται ωστόσο ότι θα πρέπει να καταβληθεί κάθε προσπάθεια για τον έλεγχο της υδρευτικής ζήτησης, τόσο στην περιοχή μελέτης όσο και στην ευρύτερη περιοχή του Νομού Καρδίτσας, δεδομένου ότι τέτοια επίπεδα κατανάλωσης υδρευτικού νερού είναι απαράδεκτα υψηλά.

➤ Βασική θετική επίπτωση της δημιουργίας της φραγμαλίμνης Σμοκόβου είναι η αύξηση του παραγόμενου γεωργικού προϊόντος λόγω της δυνατότητας άρδευσης γεωργικών εκτάσεων και η αύξηση της παραγωγικότητας του αγροτικού τομέα.

➤ Η λίμνη Σμοκόβου, λόγω της μικρής διάρκειας ζωής της, δεν έχει προς το παρόν αναπτυγμένες τουριστικές υποδομές (Βαβίζος και συν., 1995). Όμως η ευρύτερη περιοχή της φραγμαλίμνης Σμοκόβου, κατά κοινή ομολογία έχει εξελιχθεί σε περιοχή ιδιαίτερα υψηλής αισθητικής αξίας. Η αξία αυτή μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του τουριστικού εισοδήματος για τους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής, αρκεί βέβαια να υπάρξει συντονισμός στην περαιτέρω βελτίωση των τουριστικών υποδομών και να μη μείνουμε στη βελτίωση του αισθητικού κάλλους που επήλθε από τη δημιουργία της φραγμαλίμνης.

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης υπάρχουν σημαντικές ιαματικές πηγές, ορισμένες από τις οποίες αξιοποιούνται ήδη για θεραπευτικούς σκοπούς (Μαμάσης και συν., 2007). Η πλέον γνωστή βρίσκεται λίγα χιλιόμετρα χαμηλότερα από το χωριό Λουτροπηγή (πρώην Σμόκοβο), το οποίο συναντάμε στο 35<sup>ο</sup> km του οδικού άξονα Καρδίτσας – Ρεντίνας και δεν είναι άλλη από τα Λουτρά Σμοκόβου.. Από τον 17<sup>ο</sup> αιώνα άρχισε η συστηματική αξιοποίηση των ιαματικών πηγών. Λειτουργούν από το 1662 και δέχονται εκατοντάδες επισκέπτες τη θερινή περίοδο λειτουργίας τους (Ιούνιος – Οκτώβριος (Βαβίζος και συν., 1995).

Τα λουτρά Σμοκόβου αποτελούν πόλο έλξης της περιοχής για εκατοντάδες επισκέπτες καθώς οι θεραπευτικές ιδιότητες των ιαματικών πηγών είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Τα θειούχα ιαματικά νερά των πηγών κατατάσσουν τα λουτρά στις πρώτες θέσεις των ελληνικών λουτροπόλεων. Οι πηγές με την θειούχα αλκαλική σύνθεση των ιαματικών νερών τους, με θερμοκρασία να κυμαίνεται από 29-40°C, θεωρούνται ιδανικές για τις παθήσεις του αναπνευστικού και πεπτικού συστήματος,



τις δερματοπάθειες και χρόνιες ρευματοπάθειες, για ενδοκρινείς ανεπάρκειες και για γυναικολογικές παθήσεις (Ανώνυμος., 2011α).

Εκτός από τα Λουτρά Σμοκόβου, υπάρχουν τα λουτρά Καίτσα, ανατολικά της Κτιμένης. Τα θειούχα νερά με φυσική θερμοκρασία 21°C θεωρούνται ιδανικά για νευρικές, γυναικολογικές παθήσεις και ρευματοπάθειες. Η υποδομή παρόλα αυτά των συγκεκριμένων λουτρών δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη. Ακόμη, υπάρχουν και οι ιαματικές πηγές Σουλαντά, που δεν διαθέτουν προς το παρόν κατάλληλη υποδομή (Ανώνυμος., 2011β).

Επίσης, στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης βρίσκονται διάφοροι τουριστικοί προορισμοί, όπως ενδιαφέρουσες αισθητικά διαδρομές (Φουρνά – Ρεντίνα - Λουτροπηγή, Πλατύστομο - Μακρακόμη - Λουτροπηγή) και αξιόλογοι παραδοσιακοί οικισμοί (Ρεντίνα με το ομώνυμο μοναστήρι, Γιαννιτσού που άρχισε πρόσφατα να επανοικίζεται, Κάτω Κτιμένη με αρχαιολογικό χώρο, Κτιμένη) (Μαμάσης και συν., 2006).

#### **4.5 Αλιευτική κατάσταση φραγμαλίμνης**

Ακόμη, σε ότι αφορά την αλιευτική κατάσταση της λίμνης και την αλιευτική παραγωγή της γενικότερα, έχουμε να αναφέρουμε τα εξής:

- Η αλιευτική δραστηριότητα της φραγμαλίμνης Σμοκόβου είναι γενικά περιορισμένη. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις φραγμαλίμνες της χώρας και είναι ένας παράγοντας που πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη στους μελλοντικούς διαχειριστικούς σχεδιασμούς.

- Το ιδιοκτησιακό καθεστώς μίας λίμνης, ο βασικός λειτουργικός στόχος της αλλά και η ηλικία της διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην αλιευτική της κατάσταση. Είναι γεγονός ότι το οποιοδήποτε ιδιοκτησιακό καθεστώς, θέλει το νερό

για τις αποκλειστικές δικές του ανάγκες και αδιαφορεί πλήρως για όλες τις υπόλοιπες όπως είναι, για παράδειγμα, η αλιεία. Σε συνδυασμό με αυτό, η έντονη διακύμανση της στάθμης των φραγμαλιμών είναι γεγονός ότι επηρεάζει αποφασιστικά την αναπαραγωγική διαδικασία των ιχθύων. Τέλος, σε ότι αφορά την ηλικία της φραγμαλίμνης, είναι γεγονός ότι η διαδοχή των βιοκοινοτήτων στην τροφική αλυσίδα του νέου λιμναίου συστήματος χαρακτηρίζεται από τις συχνά απότομες μεταβολές, που επηρεάζονται άμεσα από την έντονη ιζηματογένεση που με τη σειρά της επιδρά στο χημισμό των βιογενών αλάτων και τη μεταφορά τους στο φυτοπλαγκτό. Οι ιχθυοπληθυσμοί παρακολουθούν τις μεταβολές αυτές στην τροφική αλυσίδα και οι ίδιοι επηρεάζονται επίσης από τη νέα κατάσταση του περιβάλλοντός τους (αλλαγή του είδους και της ποσότητας της διαθέσιμης τροφής, έλλειψη θέσεων αναπαραγωγής, περιορισμός της δυνατότητας μετανάστευσης κ.λπ)

➤ Σε ότι αφορά τους ψαράδες, είναι γεγονός, αναμενόμενο βέβαια, ότι στη φραγμαλίμη Σμοκόβου δεν έχει αναπτυχθεί μία αληθινά επαγγελματική τάξη ψαράδων ή τουλάχιστον τέτοια που να συγκρίνεται με εκείνη πολλών φυσικών λιμνών. Αβέβαιο είναι επίσης το αν υπάρχουν άνθρωποι που ψαρεύουν στη λίμνη οι οποίοι ανήκουν στους λεγόμενους γεωργοαλιείς, ασκούν δηλαδή ευκαιριακά το επάγγελμα του ψαρά. Είναι γεγονός ότι υπάρχουν κάποιοι ερασιτέχνες ψαράδες οι οποίοι είτε είναι κάτοικοι της ευρύτερης περιοχής είτε έρχονται από άλλες περιοχές. Καταγραφή των ψαράδων της φραγμαλίμνης δεν υπάρχει.

Στη χώρα μας είναι αναγκαία η περαιτέρω ανάπτυξη των Τραπεζών Γενετικού Υλικού και ιδιαίτερα στους τομείς της κτηνοτροφίας και της αλιείας.

## 5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΙΜΝΗ

Σε ότι αφορά την ευρύτερη περιοχή μετά τη δημιουργία της φραγμαλίμνης, υπάρχουν προοπτικές περαιτέρω αγροτουριστικής ανάπτυξης, καθώς τα τελευταία χρόνια, οι εναλλακτικές μορφές τουρισμού παρουσιάζουν έντονη ανάπτυξη. Για την επιτάχυνση της ανάπτυξης αυτής, είναι αναγκαία πλέον η δημιουργία κατάλληλων τουριστικών καταλυμάτων και η ταυτόχρονη δημιουργία υποδομών που θα βοηθήσουν τον επισκέπτη να απολαύσει περίπατο στη λίμνη ή και δραστηριότητες που έχουν σχέση με τη λίμνη. Για το συγκεκριμένο θέμα ιδιαίτερα σημαντικά θα μπορούσε να είναι τα εξής:

- Δημιουργία πεζοδρόμων ή και ποδηλατοδρόμων που θα οδηγούν τους επισκέπτες στις ακτές της λίμνης.
- Τοποθέτηση κατασκευών φιλικών προς το περιβάλλον που θα εξυπηρετούν τους επισκέπτες (κιόσκια – παγκάκια κ.λπ.)

Με την ανάπτυξη των παραπάνω θα μπορούσε να αυξηθεί η ελκυστικότητα της περιοχής για φυσιολάτρες που τώρα δεν έχουν δυνατότητα εύκολης πρόσβασης στις ακτές της λίμνης. Ταυτόχρονα, είναι γεγονός ότι με τον τρόπο αυτό θα προαχθεί η αύξηση του εισοδήματος από δημιουργία επιχειρήσεων που αφορούν το συγκεκριμένο κομμάτι (ενοικίαση ποδηλάτων – ενοικίαση πλεούμενων – ενοικίαση και πώληση αλιευτικών εργαλείων και ειδών εξοχής – αναψυκτήρια κ.λπ.).

- Όσον αφορά στην αλιευτική παραγωγή, μία καλή ιδέα θα μπορούσε να είναι η επί τόπου κατανάλωσή της είτε ολόκληρης είτε μέρους της. Στην περίπτωση αυτή, αν συνδεθεί η πώληση της παραγωγής με άριστες συνθήκες προσφοράς, όπως για παράδειγμα η πώληση ζωντανών ιχθύων, υπάρχουν σοβαρές πιθανότητες η ζήτηση να είναι μεγαλύτερη. Αυξανόμενης της ζήτησης, είναι λογική η επίτευξη των μεγαλύτερων δυνατών τιμών πώλησης των προϊόντων. Συνεπώς για άλλη μια φορά

μιλάμε για αύξηση του εισοδήματος των αλιέων όπως και για γενικότερη αύξηση της αλιείας.

- Ακόμη, μέσω της «χρησιμοποίησης» της λίμνης θα μπορούσε να αυξηθεί το εισόδημα όσων ασχοληθούν με αυτό τον τομέα, από τη δημιουργία ήπιων/εκτατικών μορφών ιχθυοκαλλιεργειών που μπορούν να αναπτυχθούν εντός του ταμιευτήρα του φράγματος.

- Ακόμη, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις είναι δυνατή η ανάπτυξη της ερασιτεχνικής αλιείας επ' αμοιβή. Προϋπόθεση είναι να γίνεται εμπλουτισμός, τα έξοδα του οποίου μπορεί να προέλθουν από τους ερασιτέχνες αλιείς

Πολλές από τις παραπάνω προτάσεις θα μπορούσαν να αποτελέσουν ξεχωριστές μελέτες, εργασίες ή και διαχειριστικά σχέδια. Η εφαρμογή τους είναι βέβαιο ότι εξαρτάται από τη βούληση αλλά και τις ικανότητες όλων εκείνων που θα αναλάβουν να κάνουν πράξη τα διάφορα διαχειριστικά σχέδια.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξένη βιβλιογραφία

- Aprahamian, M.W., Barnard S. and Faroqi M.A. (2004). Survival of stocked Atlantic salmon and coarsee fish and an evaluation of costs. *Fisheries Management and Ecology*, 11: 153–163.
- Arendt, M. D., and J. A. Lucy. (2000). Recovery period and survival of ultrasonically tagged adult tautog in the lower Chesapeake Bay using auto-mated receivers. *In* *Biotelemetry 15: proceeding of the 15th international symposium on biotelemetry*, Juneau, Alaska (J. H. Eiler, D. J. Alcorn, and M. R. Neuman, eds.), International Society on Biotelemetry, Wageningen, The Netherlands, 117–125.
- Bartley, D.M. (1998). Ex Situ Conservation, Gene Banks, and Responsible Fisheries. International Conference on Conservation of Fish Genetic Diversity, Vancouver, British Columbia, Canada, February 16 -18, World Fisheries Trust, 45-55
- Bartley, D.M., Rana K. and Immink A.J. (2001). The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 325–337.
- Basavaraju, Y., Renuka Devi B.S., Mukthayakka G., Purushotham Reddy L., Mair G.C., Roderick E.E. and Penman D.J. (1998). Evaluation of marking and tagging methods for genetic studies in carp. *Journal of Bioscience*, 23(5): 585-593.
- Bell, J.D., Bartley D.M., Lorenzen K. and Loneragan. N.R. (2006). Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: Potential, problems and progress. *Fisheries Research*, 80: 1-8.
- Boehlert, G.W. (1996). Biodiversity and sustainability of marine fisheries. *Oceanography*, 9 (1): 28-35.
- Bondad-Reantaso, M.G., Subasinghe R.P., Arthur J.R., Ogawa K., Chinabut S., Adlard R., Tan Z. and Shariff M. (2005). Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132: 249-272.
- Braga. M. I. J. (1998). World Bank Experience and Initiatives Related to Conservation of Freshwater Biodiversity. International Conference on Conservation of Fish Genetic Diversity, Vancouver, British Columbia, Canada, February 16 -18, World Fisheries Trust, 67-76.
- Bridges, C.R., Schröder P., Susca V., Corriero A., Deflorio M. and De Metrio G. (2001). A new muscle biopsy technique for sex and sexual maturity determination in large pelagic fisheries. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 52(2): 752-758.

- CBD.(1994). Convention on Biological Diversity. Text and Annexes. Interim Secretariat for the Convention on Biological Diversity. Chatelaine, Switzerland. p.34
- Cowie R.H. (1998). Patterns of introduction of non-indigenous non-marine snails and slugs in the Hawaiian Islands. *Biodiversity and Conservation*, 7: 349-368.
- Cowx, I.G., (1998). Stocking and introduction of fish. Fishing News Books, Oxford. ISBN 0-85238-239-1.
- Cowx, I.G. (1999). Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. *Fisheries Management and Ecology*, 6: 21-34.
- De Candolle R. (1982). Towards a Universal Declaration of Respect for Nature and the Biosphere, *Environmental Conservation*, Cambridge University Press, 9: 8-9
- Eknath, A., Tayamen M. M., Palada de Vera M. S, Danting J. C., Reyes R. A., Dionisio E. E., Capili J. B., Bolivar J. L., Abella T. A., Circa A. V., Bensten H. B., Gjerde B., Gjedrem T., and Pullin R. S. V. (1993). Genetic improvement of farmed tilapia: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. *Aquaculture*, 111: 171-188.
- Exadactylos A. (1997). Population Genetics of the Dover sole, *Solea solea* L., Linareus, 1758. Teleostei: Soleidae. Ph.D. Thesis. University of Liverpool, School of Biological Sciences, Port Erin Marine Lab., UK.
- Exadactylos, A., Geffen A.J., Panagiotaki P. and Thrope J.P. (2003). Population structure of Dover sole *Solea solea*: RAPD and allozyme data indicate divergence in European stocks. *Marine Ecology Progress Series*, 246: 253-264.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1981). Conservation of the genetic resources of fish: problems and recommendations. Technical Paper No. 217.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1992). Expert consultation on utilization and conservation of aquatic genetic resources. Technical Paper No. 491.
- Fernando, C.H. and Holcik J. (1991). Fish in reservoirs. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 76: 149–167.
- Fitoka. E., Partozis T., Chouvardas D., Gerakis P.A., Karteris M. (2000). Inventory of wetlands in the context of the project “Update and enrichment of the national database on Greek Wetlands”. Database. Greek Biotope Wetland Centre (EKBY) and Aristotle University of Thessaloniki.
- Flexner, J.L., Theiling K.M., Croft B.A. and Westigard P.H. (1989). Fitness and immigration: factors affecting reversion of organotin resistance in the two-

- spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal Economic Entomology*, 82 (4): 996–1002.
- Folkvord, A., Blom G., Dragesand O., Johannessen A., Nakken O. and Nævdal G. (1994). A conceptual framework for enhancing and studying recruitment of marine fish stock. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25 (1): 245-258.
- Garibaldi, L. (1996). List of animal species used in aquaculture. FAO Fisheries Circular 914. FAO, Rome. p.38.
- Hajek G.J., Kyszejko B., Dziaman R. (2006). The anaesthetic effect of clove oil on common carp, *Cyprinus carpio* L. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 36 (2): 93-97.
- Harvey, B. (1996). Banking fish genetic resources: the art of the possible. In E di Castri, and T. Younes (Eds.). *Biodiversity, science and development: towards a new partnership*. CABI International, Wallingford, U.K. 439- 445.
- Harvey, B. (1998). An overview of Action Before Extinction, International Conference on Conservation of Fish Genetic Diversity, Vancouver, British Columbia, Canada, February 16 -18, World Fisheries Trust, 1-18.
- Holěik J. (1970). The Klíèava Reservoir (An ichthyological study). *Biologické práce*. Publishing House of Slovak Academy of Science, Bratislava, XV(3): 80
- ICLARM. (1997). Marine and coastal biodiversity: ICLARM's perspectives. Paper presented at the First Meeting of Experts on Marine and Coastal Biodiversity, 7-10 March 1997, Jakarta, Indonesia. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada. p.11
- Leber, K.M., Brennan N.P. and Arce S.M. (1998). Recruitment patterns of juvenile, cultured Pacific threadfin, *Polydactylus sexfilis* (Polynemidae), released along sandy marine shores in Hawaii. *Bulletin of Marine Science*, 62(2): 389-408.
- Liao, I.C., Su M.S. and Leano E.M. (2003). Status of research in stock enhancement and sea ranching. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 151–163.
- Lorenzen, K. (2005). Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. *Philosophical transactions of the Royal Society*, 360: 171 - 189.
- McAndrew, B. J., K. J. Rana, and D. J. Penman. (1993). Conservation and preservation of genetic variation in aquatic organisms. In J. F. Muir and R. J. Roberts (Eds.). *Blackwell Scientific Publications*, London. *Recent advances in aquaculture*, IV: 295-336
- Meffe, G. K. (1987). Conserving fish genomes: philosophies and practices, *Environmental Biology of Fishes*, 18(1): 3 – 9
- Meriggi, A. and Mazzoni Della Stella. (2003). Dynamics of a reintroduced population

- of red-legged partridges, *A. rufa*, in central Italy. *Wildlife biology*, 9: 67-75
- Molony, B.W., Lenanton R., Jackson J. and Norriss J. (2003). Stock enhancement as a fisheries management tool. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 409–432.
- Pullin, R. S. V. (1990). Down-to-earth thoughts on conserving aquatic genetic diversity. *Naga, The ICLARM Quarterly*, 13: 5 - 8.
- Pullin, R. S. V., and Casal, M. V. (Eds.). (1996). Consultation on fish genetic resources. *ICLARM Conference Proceedings* 51: p.61
- Pullin, R. S. V., Bell J., Danting J.C. and Longalong F. (1998). Gene banking for Fish and Other Aquatic Organisms: ICLARMS Perspectives and Experiences. *International Conference on Conservation of Fish Genetic Diversity*, Vancouver, British Columbia, Canada, February 16 -18, World Fisheries Trust, 31-42.
- Sanchez-Lamadrid, A. (2002). Stock enhancement of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.): assessment of season, fish size and place of release in SW Spanish coast. *Aquaculture*, 210: 187–202.
- Schiemer, F. and Duncan A. (1987). The significance of the ecosystem approach for reservoir management. *In Proceedings of the Regional Workshop on Reservoir Fisheries Management and Development*, Kathmandu, Nepal. Edited by S.S. de Silva, 183–194.
- Simonsen, C.S. and Treble M.A. (2003). Tagging mortality of Greenland Halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum). *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 31: 373-385.
- Soule, M.E. (1985). What is conservation biology? *Bioscience* 35: 727-734
- Tanaka, Y., Yamaguchi H., Tominaga O., Tsusaki T. and Tanaka M. (2006). Relationships between release season and feeding performance of hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*: In situ release experiment in coastal area of Wakasa Bay, Sea of Japan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 330(2): 511-520.
- Tave, D. (1986). *Genetics for fish hatchery managers*. AVI Publishing Co., Westpoint, Connecticut, USA.
- Templeman, W., (1983). Stock discrimination of marine fisheries. *NAFO Science Council Studies*, 6: 57-62.
- Travis, J., Coleman F. C., Grimes C. B., Conover D., Bert T. M. and Tringali M. (1998). Critically assessing stock enhancement: An introduction to the Mote Symposium. *Bulletin of Marine Science*, 62: 305-311.
- Wilson, E.O. (1985). The biological diversity crisis. *BioScience* 35: 700-706



Wilson, J.A., Landton R.W. and Orsdel C.V. (1998). A model for the preliminary analysis of the economic feasibility of Atlantic cod enhancement in the Gulf of Main (USA). *Bulletin of Marine Science*, 62(2): 675-687.

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Αυγουστής Α., (2006). Ολοκληρωμένη διαχείριση του υδάτινου δυναμικού της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Βαβίζος, Γ., Ζαννάκη Κ και Ζαφειρόπουλος Δ. & ΣΙΑ Α.Ε., και Ζαχάρωφ Ι. ΣΥΝΘΕΣΗ & ΕΡΕΥΝΑ Ε.Π.Ε. (1995), Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και επανορθωτικών μέτρων από την κατασκευή και λειτουργία του φράγματος Σμοκόβου και συναφών έργων, Ανάδοχος: ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Εγγειοβελτιωτικών Έργων (Δ7), Αθήνα.

Ε.Ε.Δ.Υ.Π (1995), Ολοκληρωμένες επεμβάσεις για τη μείωση του κινδύνου από τις πλημμύρες, 2<sup>ο</sup> συνέδριο της Ελληνικής Επιτροπής για τη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, Αθήνα.

ΕΣΥΕ (2001), Στοιχεία απογραφών πληθυσμού ετών 1981, 1991. Απόψεις των Δήμων της περιοχής σχετικά με την εξέλιξη του πληθυσμού.

Holcik J. (2000), Θεωρητικά & πρακτικά θέματα σχετικά με την εισαγωγή ψαριών (Some theoretical and practical aspects of fish introductions). Δημερίδα, 11-12 Μαΐου. Forum Έρευνας & Τεχνολογίας, Ζάππειο Μέγαρο, Αθήνα.

Κουκουβίνος, Α., Ευστρατιάδης Α., Λαζαρίδης Λ. και Μαμάσης Ν. (2006). Έκθεση δεδομένων, *Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμειυτήρα Σμοκόβου*, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιανουάριος 2006, Αθήνα. 1: 66

Κουτσογιάννης, Δ., Ευστρατιάδης Α., και Μαμάσης Ν. (2001). Αποτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων εκμετάλλευσης του στη λεκάνη του Αχελλώου και τη Θεσσαλία, Κεφ 5 της μελέτης υδατικών συστημάτων, Συμπληρωματική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων εκτροπής Αχελλώου προς τη Θεσσαλία, Εργοδότης: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Υδροεξυγιαντική, Συνεργαζόμενοι: Δ. Κουτσογιάννης.

Κουτσογιάννης, Δ., Μαμάσης Ν., Κουκουβίνος Α. και Ευστρατιάδης Α. (2008). Τελική έκθεση, *Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμειυτήρα Σμοκόβου*, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούλιος 2008. 4: 66

Μαμάσης, Ν., Μαυροδήμου Ρ., Ευστρατιάδης Α., Χαϊνταρλής Μ, Τέγος Α., Κουκουβίνος Α., Λαζαρίδου Π., Μαγαλιού Μ. και Κουτσογιάννης Δ. (2006).

Διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων οργάνωσης και λειτουργίας Φορέα Διαχείρισης έργων Σμοκόβου, Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. 2 (2): 81

Μαμάσης, Ν., Μαυροδήμου Ρ., Ευστρατιάδης Α., Χαϊνταρλής Μ, Τέγος Α., Κουκουβίνος Α., Λαζαρίδου Π., Μαγαλιού Μ. και Κουτσογιάννης Δ. (2007). Διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων οργάνωσης και λειτουργίας Φορέα Διαχείρισης έργων Σμοκόβου, Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. 2: 73

Μπουλούγουρης, Β., και Τσίτσης Α. (2002), Ύδρευση ανατολικής πλευράς Νομού Καρδίτσας, Προκαταρκτική μελέτη, Ανάδοχος: Ροϊκός Α.Ε. Σύμβουλοι Μηχανικοί.

Νεοφύτου Χρ. (1985). Ιχθυοπονία Γλυκών Υδάτων. University Studio Press A.E., Θεσσαλονίκη.

Οικονομίδης, Π., Βασιλείου Α., Μιχαλούδη Ε. και Μπούμπορη Δήμητρα (1999). Αύξηση της αλιευτικής παραγωγής της φραγμαλίμνης του Ταυρωπού με εμπλουτισμό με αθερίνα (*Atherina boyeri* Risso, 1810) από την Τριχωνίδα και παρακολούθηση του εγκλιματισμού της στο νέο περιβάλλον, Τελική Έκθεση, Εργαστήριο Ιχθυολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Οικονομίδης Π.(2000), Εισαγωγή καλλιεργούμενων υδρόβιων οργανισμών στα υδάτινα οικοσυστήματα. Επίδραση στην παραγωγή, στο περιβάλλον, στη γενετική πληροφορία. Δημερίδα, 11-12 Μαΐου. Forum Έρευνας & Τεχνολογίας, Ζάππειο Μέγαρο, Αθήνα. 9-22

Σαμαράς Σ. – Ματθαίου Α. (2006), Ελληνική Τράπεζα Γενετικού Υλικού, Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Βορείου Ελλάδας, ΕΘΙΑΓΕ, Τριμηνιαία έκδοση του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας. 23: 24-26.

Σταυρόπουλος, Ν., Σαμαράς Στ. και Ματθαίου Α. (2008), Η γεωργική βιοποικιλότητα, Εγχειρίδιο για τη συλλογή και τη διατήρηση των ντόπιων ποικιλιών, Έκδοση της εναλλακτικής κοινότητας Πελίτη, 18-23

Σταυρόπουλος, Ν., Σαμαράς Στ. και Ματθαίου Α. (2008), Προστασία, διατήρηση γενετικού υλικού, Εγχειρίδιο για τη συλλογή και τη διατήρηση των ντόπιων ποικιλιών, Έκδοση της εναλλακτικής κοινότητας Πελίτη, 72-76

Τζιτζή Σ. (2008), Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και οφέλη από την κατασκευή των μεγάλων φραγμάτων της ΔΕΗ Α.Ε., 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων (ΤΕΕ, ΤΕΕ τμ. Κεντρ. & Δυτικής Θεσσαλίας, 13-15 Νοεμβρίου 2008, Λάρισα)

Φιλίντας Αγ., Πολύζος Σερ. (2008), Φράγματα, λειτουργίες οικοσυστήματος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις., 1ο Πανελλήνιο συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων (ΤΕΕ, ΤΕΕ τμ. Κεντρ. & Δυτικής Θεσσαλίας, 13-15 Νοεμβρίου 2008, Λάρισα)

### Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

Anonymous (2002). Guidelines for stocking fish in inland waters of Ontario. : <http://www.mnr.gov.on.ca/226921.pdf>.

Anonymous (2007). Fish Tagging and Marking Techniques, Arizona Game and Fish Department, Managing Today For Wildlife Tomorrow : [http://www.azgfd.gov/w\\_c/Fish\\_Tagging\\_Marking\\_Techniques.shtml](http://www.azgfd.gov/w_c/Fish_Tagging_Marking_Techniques.shtml)

Anonymous (2008). Private zoological museum of Leonid Kurakin, *Rutilus rutilus* (L.): [http://www.google.gr/imgres?imgurl=http://rweek.ru/up/MediaLibrary/galary/zoo26-1.jpg&imgrefurl=http://rweek.ru/up/MediaLibrary/eng/ihtio.html&usg=\\_\\_0Z5c2HpzoSCpht\\_7UYToRQLIBB0=&h=207&w=420&sz=19&hl=el&start=0&zoom=1&tbnid=5xpx5I16TiBUpM:&tbnh=93&tbnw=189&ei=o6hUTfe7AcH5sga3ytDUBg&prev=/images%3Fq%3DRutilus%2Brutilus%26hl%3Del%26sa%3DX%26biw%3D1680%26bih%3D886%26tbs%3Disch:1&itbs=1&iact=rc&dur=503&oei=o6hUTfe7AcH5sga3ytDUBg&esq=1&page=1&ndsp=38&ved=1t:429,r:4,s:0&tx=109&ty=43](http://www.google.gr/imgres?imgurl=http://rweek.ru/up/MediaLibrary/galary/zoo26-1.jpg&imgrefurl=http://rweek.ru/up/MediaLibrary/eng/ihtio.html&usg=__0Z5c2HpzoSCpht_7UYToRQLIBB0=&h=207&w=420&sz=19&hl=el&start=0&zoom=1&tbnid=5xpx5I16TiBUpM:&tbnh=93&tbnw=189&ei=o6hUTfe7AcH5sga3ytDUBg&prev=/images%3Fq%3DRutilus%2Brutilus%26hl%3Del%26sa%3DX%26biw%3D1680%26bih%3D886%26tbs%3Disch:1&itbs=1&iact=rc&dur=503&oei=o6hUTfe7AcH5sga3ytDUBg&esq=1&page=1&ndsp=38&ved=1t:429,r:4,s:0&tx=109&ty=43)

Anonymous (2008). Norwest Marine Technology, Visible Implant Elastomer Tag Project Manual : <http://www.nmt.us/support/appnotes/ape06.pdf>

Anonymous (2009). Associazione “ Amici del Gondolin”, Lavarello (Coregonus Lavaretus): <http://www.amicidelgondolin.it/didattica/lavarello-coregonus-lavaretus/>

Anonymous (2011). Fish Tag information, IDAHO POWER : <http://www.idahopower.com/OurEnvironment/FishAquatic/fishStocking/fishTagInfo.cfm>

Bach, P., Dragorn L., Bertrant A., Jose E. and Misselis C. (2000). Vertical Distribution of Tuna: Ultrasonic Tagging Versus Instrumented Longline Fishing. : [http://www.soest.hawaii.edu/PFRP/pdf/symp\\_abstracts.pdf](http://www.soest.hawaii.edu/PFRP/pdf/symp_abstracts.pdf).

Baumgartner, L. and Cameron L. (2006). Effectiveness of fish stocking-research.: [http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0020/122654/effectiveness-of-fish-stocking-research.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/122654/effectiveness-of-fish-stocking-research.pdf).

Block, B.A., Dewar H., Blackwell S.B., Williams T., Boustany A., Prince E., Farwell C. and Seitz A. (2000). Archival and Pop-Up Satellite Archival Tags Reveal New Information About Atlantic Bluefin Tuna Migrations, Biology and Oceanographic Preferences. : [http://www.soest.hawaii.edu/PFRP/pdf/symp\\_abstracts.pdf](http://www.soest.hawaii.edu/PFRP/pdf/symp_abstracts.pdf).

- Brower, P.R. (2001). Anesthetic options for fish. :  
[http://www.ivis.org/advances/Anesthesia\\_Gleed/brower/ivis.pdf](http://www.ivis.org/advances/Anesthesia_Gleed/brower/ivis.pdf).
- COFI:AQ/II/2003/7. Toward responsible practices in culture based fisheries:  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/FAO/Meeting/013/Y9446e.pdf>
- Davenport, J., Baras E., Fadi G. and Jonsson G. (1999). Concerted Action "Improvements of Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries"(CATAG).:  
<http://www.nal.usda.gov/awic/pubs/Fishwelfare/Thorsteinsson.pdf>.
- FAO (Food and Aquaculture Organization) (1999). The State of World Fisheries and Aquaculture, 1998, Rome:  
<http://www.fao.org/docrep/W9900e/w9900e00.HTM>.
- FAO (Food and Aquaculture Organization) (2003). Enhancing or restoring the productivity of natural populations of shellfish and other marine invertebrate resources. FAO Fisheries Technical Paper. No. 448, Rome:  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5029e/y5029e00.pdf>.
- FAO (Food and Aquaculture Organization) (2004). Marine ranching. FAO Fisheries Technical Paper 429, Rome:  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y4783e/y4783e00.pdf>.
- Harvey, B. (1987). Tagging and marking fish for IDRC research projects. : <https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/123456789/15251/1/105022.pdf>.
- Herriot, D.(2010). Tagging programs for salmon – floy tags, Fisheries and Oceans Canada : <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/rec/tag-etiquette/program-programme-eng.htm>
- Jacobsen, J.A. and Hansen L.P. (2004). Conventional tagging methods in stock identification. : internal and external tags.  
[http://www.frs.fo/ew/media/Ritger%C3%B0ir/2004/ICES\\_CM2004\\_EE29.pdf](http://www.frs.fo/ew/media/Ritger%C3%B0ir/2004/ICES_CM2004_EE29.pdf)
- Jesse's hunting and out door (2009). Lake Elnishore fishery improving. :  
<http://www.jesseshunting.com/forums/bass-fishing/178040-lake-elsinore-wiper-plant-lastest-step-effort-make-t.html>.
- Kitsap sun (2009). Steelhead recovering, Scientists learning. Thanks to hood canal program. : <http://www.kitsapsun.com/news/2009/may/21/steelhead-recovering-scientists-learning-thanks/>.
- Morgan, S. and Bull C. (2005). Potential Techniques for Tagging and Marking Seahorses. Project Seahorse Technical Report No.7, Version 1.0. :  
[http://209.85.229.132/search?q=cache:i84UaTAmOEJ:seahorse.fisheries.ubc.ca/Documents/TechnicalReports/Tagging\\_Seahorses\\_Full.pdf+POTENTIAL+TECHNIQUES+FOR+MARKING+AND+TAGGING+SEAHORSES&cd=1&hl=el&ct=clnk&gl=gr&client=firefox-a](http://209.85.229.132/search?q=cache:i84UaTAmOEJ:seahorse.fisheries.ubc.ca/Documents/TechnicalReports/Tagging_Seahorses_Full.pdf+POTENTIAL+TECHNIQUES+FOR+MARKING+AND+TAGGING+SEAHORSES&cd=1&hl=el&ct=clnk&gl=gr&client=firefox-a).

NOAA. (1996). NOAA fisheries national habitat plan: 1997 and beyond. US Department of Commerce, Washington, D.C. [<http://kingfish.ssp.nmfs.gov/rschreib/habitat.html>]

NOAA (2011). PIT tags :

[http://www.google.gr/imgres?imgurl=http://www.nwfsc.noaa.gov/features/pt.adams/img/pit-tag.jpg&imgrefurl=http://www.nwfsc.noaa.gov/features/pt\\_adams/index.html&usq=\\_\\_SZzpntyMSecQ8AgN0jQucDdwA0Y=&h=375&w=550&sz=22&hl=el&start=0&zoom=1&tbnid=GOs5OceorHVLDM:&tbnh=137&tbnw=164&ei=aJpUTcGEMNCEswau45ndBg&prev=/images%3Fq%3D%28PIT%2Btags%29%2Bfish%26hl%3Del%26sa%3DG%26biw%3D1680%26bih%3D886%26output%3Dimages\\_json%26tbs%3Disch:1&itbs=1&iact=rc&dur=453&oei=aZpUTbzlGsW1tAan1OXoBg&esq=1&page=1&ndsp=40&ved=1t:429,r:3,s:0&tx=92&ty=52](http://www.google.gr/imgres?imgurl=http://www.nwfsc.noaa.gov/features/pt.adams/img/pit-tag.jpg&imgrefurl=http://www.nwfsc.noaa.gov/features/pt_adams/index.html&usq=__SZzpntyMSecQ8AgN0jQucDdwA0Y=&h=375&w=550&sz=22&hl=el&start=0&zoom=1&tbnid=GOs5OceorHVLDM:&tbnh=137&tbnw=164&ei=aJpUTcGEMNCEswau45ndBg&prev=/images%3Fq%3D%28PIT%2Btags%29%2Bfish%26hl%3Del%26sa%3DG%26biw%3D1680%26bih%3D886%26output%3Dimages_json%26tbs%3Disch:1&itbs=1&iact=rc&dur=453&oei=aZpUTbzlGsW1tAan1OXoBg&esq=1&page=1&ndsp=40&ved=1t:429,r:3,s:0&tx=92&ty=52)

Pitcher, T.J. (1998). Evaluating the benefits of recreational fisheries. : <http://www2.fisheries.com/archive/publications/reports/7-2.pdf>.

Rubin, J.F., Richard A. and Chevally P.A. (2000). Marking and Radiotracking. : [http://www.unil.ch/webdav/site/ee/shared/3\\_marking.pdf](http://www.unil.ch/webdav/site/ee/shared/3_marking.pdf).

Ανώνυμος (2007) Η λίμνη Σμοκόβου [http://www.karditsa-net.gr/2007/ekdromes/14lake\\_smokovou.htm](http://www.karditsa-net.gr/2007/ekdromes/14lake_smokovou.htm)

Ανώνυμος (2011α) Τα λουτρά Σμοκόβου <http://www.karditsa-net.gr/2011/loutrasmokovou.htm>

Ανώνυμος (2011β) Ιαματικός Τουρισμός στο Νομό Καρδίτσας <http://www.karditsa-net.gr/2011/diadromes/tour-iamatikos.htm>

Οικονομίδης Π.Σ. (1997). Η ιχθυοπανίδα των λιμνών. <http://wwk.kathimerini.gr/kath/7days/1997/10/05101997.pdf>

Παλαιοκόστας Αθ. (2009). Ο Κυπρίνος : [http://carpmania.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=101:2010-12-13-08-01-09&catid=53:2010-12-13-07-48-52&Itemid=86](http://carpmania.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=101:2010-12-13-08-01-09&catid=53:2010-12-13-07-48-52&Itemid=86)

## 7. ABSTRACT

The artificial lake of Smokovo was constructed with the ultimate purpose of water collection for the irrigation of a dominant area of 25.260ha in areas of the municipalities of Karditsa, Fthiotida and Larisa. Human intervention caused, as it was expected, a number of consequences both positive and negative. Among the negative implications, one could mention the change of the river Sofadite diet, as well as the general influence on the reproduction of fish, both inside the lake, due to changes of water level, as well as the river from which the lake was formed. Among the positive consequences, the diverse use of water cannot be forgotten, since they are of great interest, also the general increase of the produce due to irrigation capacity, not to mention the considerable development of the broader area into an area of high aesthetical value with innumerable favorable results not only for the area itself, but for the inhabitants, as well.

Our main goal, during this project, was to record the genomic variability of various fish in the dam of lake Smokovo and the creation of a Gene Bank from those in the University of Thessaly. Genomic conservation is of specifically great importance, since its genetic diversity was and remains, in danger. The introduction of numerous varieties/species in areas with traditional varieties and finally, the replacement of previous, local or less productive varieties, led to the elimination of a major part of the population and simultaneously, to the direct creation of Gene Resources Centers or Gene Banks.

It is an undeniable fact that in all living organisms, including marine and aquatic organisms, we can extract DNA with different protocols and create Genetic Libraries, which actually are a contemporary form of conserving genetic material but also an important tool for research and genetic improvement.

Additionally, it is also important to mention that by understanding the genetic structure of fish in any aquatic environment we can, in a relatively safe mode, be led in restockings with species who will not alter the native sea fauna. Lake dams to a great extent, constitute artificial ecosystems and subsequently are subjected to certain interventions in contrast to naturally created lakes, which, in any case, they are well-studied, can have a beneficial effect from the introduction of fish. Therefore, it is vital to foresee the phenomena which are bound to occur with the introduction of species, not only in the food chain of the ecosystem, but also the potential risks of the extinction of native species.

During the course of this project, three sampling trips had to be made in five different locations of the lake. A total of 29 organisms were submitted in techniques of DNA isolation, and in agarose gel electrophoresis so as to establish the quantity and quality of genetic material. From the values found in the spectrophotometer and the electrophoresis was carried out, seemed clear that the genetic material is “clean” and free of other ingredients.

In general, in terms of a sustainable ecosystem with specific dynamics, there is a balance between fishing wealth and genetic preservation, capable of maintaining polymorphism in future generations.

Our own contribution in this project, was to record the current variation, which can be compared to those of likewise aquatic ecosystems or ecosystems in such a way that any extreme environmental changes or human intervention can lead to a former state concerning its genetic richness.

Conclusively, we ought to mention the admittedly general development of the broader area of the lake into an area of high aesthetic value, as well as the fact that

this evolvement can actually result in the increase of touristic interest, and the general financial exploitation of the area.

Keywords: Lake of Smokovo, Gene Bank, genetic diversity, Genetic Libraries, DNA isolation, agarose gel electrophoresis.