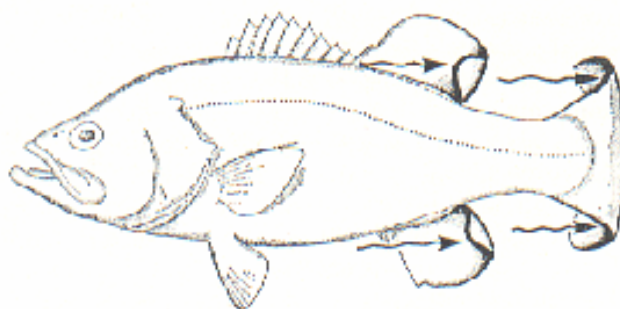

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας

Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας

ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑ II

[Σημειώσεις εργαστηριακών ασκήσεων]



ΒΙΔΑΛΗΣ Α. Κοσμάς

Βιολόγος – Ph D Ιχθυολόγος
Επίκουρος Καθηγητής

ΚΑΤΣΕΛΗΣ Ν. Γεώργιος

Βιολόγος – PhD Ιχθυολόγος

Μεσολόγγι 2001

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | 3 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1 ^ο | 5 |
| ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ | 5 |
| ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ II..... | 5 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2 ^ο | 7 |
| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ | 7 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 3 ^ο | 17 |
| ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ & ΜΕΡΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 1 | 17 |
| (ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ & ΧΡΗΣΗ ΚΛΕΙΔΑΣ)..... | 17 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 4 ^ο | 22 |
| ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ & ΜΕΡΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ | 22 |
| (ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ, ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ & ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΙΧΘΥΟΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ)..... | 22 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 5 ^ο | 29 |
| ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ & ΛΗΨΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ | 29 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 6 ^ο | 36 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΚΙΑΣ 1..... | 36 |
| (ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ & ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ) | 36 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 7 ^ο | 41 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΚΙΑΣ 2..... | 41 |
| (ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΠΟ ΣΚΛΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ) | 41 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 8 ^ο | 44 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΚΙΑΣ 3..... | 44 |
| (ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)..... | 44 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 9 ^ο | 49 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1 | 49 |

| | |
|---|-----------|
| (ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ, ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΛΟΥ & ΣΤΑΔΙΟΥ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ, ΠΡΩΤΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ) | 49 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 10⁰ | 58 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 2 | 58 |
| (ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΟΝΑΔΩΝ, ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ) | 58 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 11⁰ | 65 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ 1 | 65 |
| (ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ, ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ, ΠΡΩΤΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ) | 65 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 12⁰ | 69 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ 2 | 69 |
| (ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΜΑΧΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ, ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΡΟΦΙΚΩΝ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ, ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ) | 69 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 13⁰ | 74 |
| ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ | 74 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 14⁰ | 77 |
| ΛΗΨΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ | 77 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 15⁰ | 80 |
| ΜΑΡΚΑΡΙΣΜΑ | 80 |
| ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 16⁰ | 88 |
| ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ - ΠΙΝΑΚΕΣ ΖΩΗΣ | 88 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 95 |

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1^ο

**ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ II**

1. ΓΕΝΙΚΑ

Η **Ιχθυολογία** είναι ο κλάδος της επιστήμης, που ασχολείται με τη **μελέτη των ψαριών**. Η Ιχθυολογία ασχολείται κυρίως με την εξωτερική και εσωτερική **μορφολογία**, τη **συστηματική ταξινόμηση**, την **ανατομία** και μορφολογία των διαφόρων συστημάτων και οργάνων των ψαριών και με ορισμένα θέματα **φυσιολογίας** των ψαριών και στόχο έχει να εισάγει τους αναγνώστες σε ορισμένες βασικές έννοιες σχετικές με τα ψάρια. Επίσης ασχολείται με το σπουδαιότερο και πιο ενδιαφέρον κομμάτι, που είναι η **οικολογία** και η **βιολογία** των ψαριών. Επιπρόσθετα, συνδέεται με άλλες βιολογικές επιστήμες (βιολογική εξέλιξη, ζωογεωγραφία, παλαιοζωολογία, γενετική και γενετική βελτίωση κ.ά.), με στόχο την κατανόηση και εξήγηση φαινομένων της βιολογίας και οικολογίας των ψαριών αλλά και τη δυνατότητα επέμβασης σε εκμεταλευόμενους (αλιευόμενους ή καλλιεργούμενους) πληθυσμούς με στόχο την αύξηση της παραγωγής και την αειφόρο ανάπτυξη.

Σκοπός των σημειώσεων του εργαστηριακού μέρους φιλοδοξεί να είναι η δυνατότητα εισαγωγής του αναγνώστη σε ορισμένες βασικές έννοιες της Ιχθυολογίας και σε εργαστηριακές τεχνικές που αποτελούν τα σκαλοπάτια στα οποία βασίζεται η περαιτέρω εξέταση της δυναμικής των ιχθυοπληθυσμών και κατά συνέπεια η δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων και μοντέλων μελλοντικής πρόβλεψης σε διαχειριστικά θέματα αλιείας και σε θέματα διαχείρισης και βελτίωσης υδατοκαλλιεργειών.

Το αντικείμενο της εργαστηριακής Ιχθυολογίας εστιάζεται στη διερεύνηση οικολογικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των ψαριών και αναζητά πληροφορίες που σχετίζονται με πιθανές επεμβάσεις σε πληθυσμούς ψαριών, τους οποίους εκμεταλεύεται ο άνθρωπος.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ : Κατά την διεξαγωγή του εργαστηρίου θα πρέπει ο σπουδαστής να έχει μαζί του 1) Εργαστηριακή ποδιά 2) Τετράδιο και στυλό για σημειώσεις 3) σετ ανατομίας αποτελούμενο από ψαλίδι με ίσια οξύληκτα άκρα, λαβίδα με ίσια οξύληκτα άκρα χωρίς εσωτερικές προεξοχές ή δόντια, νυστέρι (ή δυνατόν με αποσπώμενη λεπίδα), βελόνα, καρφίτσες (4-6), λεπίδα από ξυραφάκι.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2^ο

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η **λειτουργική μορφολογία** εξετάζει (όπως φαίνεται και από το όνομα) την πιθανή λειτουργία των διαφόρων **μορφολογικών γνωρισμάτων** των ψαριών. Το νερό είναι το περιβάλλον μέσα στο οποίο τα ψάρια ζούν και κινούνται. Τα ψάρια έχουν **εξελικτικά** επιλέξει το περιβάλλον που ζούν και έχουν αναπτύξει ορισμένες εξελικτικές **προσαρμογές**, που επιτρέπουν να εκμεταλεύονται καλλίτερα το περιβάλλον τους και να αντιμετωπίζουν με επιτυχία τις αντιξοότητες του. Οι προσαρμογές των ψαριών είναι σε θέση να μας δώσουν πληροφορίες για τον **τόπο και τον τρόπο διαβίωσης** των ψαριών. Κρίνεται σκόπιμο να θυμηθούμε ορισμένες βασικές έννοιες της οικολογίας.

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ.

Η **οικολογία** είναι η επιστήμη που μελετά τη δομή και τη λειτουργία της φύσης. Στην οικολογία ξεχωρίζουμε για να μελετήσουμε μικρότερες λειτουργικές μονάδες περιβάλλοντος, που είναι τα **οικοσυστήματα**. Κάθε οικοσύστημα αποτελείται από μη ζωντανά (**Αβιοτικά**) και ζωντανά (**Βιοτικά**) μέρη, που όλα βρίσκονται **σε άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ τους** και σε μία συνεχή ανταλλαγή ύλης και ενέργειας, που τροφοδοτείται από τον ήλιο.

Τα **αβιοτικά** μέρη αποτελούν το **βίोटοπο** ενός οικοσυστήματος και διακρίνονται σε αυτά που αφορούν στο **έδαφος** (ή και το νερό) και λέγονται **εδαφότοπος** (π.χ. χημική σύσταση, μέγεθος κόκκων κ.λ.π.) και σε αυτά, που αφορούν στο **κλίμα** και λέγονται **κλιμάτοπος** (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, βροχόπτωση κ.λ.π.).

Τα **βιοτικά** μέρη, όλοι δηλαδή οι ζωντανοί οργανισμοί μιάς καθορισμένης περιοχής, αποτελούν τη **βιοκοινότητα** ή **βιοκοινωνία** ενός οικοσυστήματος. Οι οργανισμοί, σε σχέση με τη ροή ενέργειας διακρίνονται σε **παραγωγούς** (αυτότροφοι) και σε **καταναλωτές** (ετερότροφοι). Οι **αποσυνθέτες** ανήκουν στους καταναλωτές.

Με τον όρο **πληθυσμός** αναφερόμαστε σε μία ομάδα ζωντανών οργανισμών, του ίδιου είδους, που ζούν σε μία ορισμένη περιοχή. Το σύνολο των πληθυσμών των ειδών μιάς περιοχής είναι η βιοκοινότητα.

Οι **παραμέτροι**, που εξετάζουμε κυρίως για έναν πληθυσμό είναι : **α)** ή **πυκνότητα**, δηλαδή ο αριθμός των ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας (ή και όγκου) σε μία συγκεκριμένη περιοχή και **β)** η **εσωτερική δομή** (π.χ. η **ηλικιακή κατανομή**) του πληθυσμού δηλαδή ο σχετικός αριθμός ατόμων σε κάθε διακριτή ομάδα (π.χ. ηλικίας).

Ο βίोटοπος ενός οικοσυστήματος, στον οποίο ζει ένας οργανισμός ή μία ομάδα οργανισμών ονομάζεται **ενδιαίτημα** (HABITAT). Το σύνολο των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, που αφορούν στη διαβίωση ενός είδους ονομάζεται **οικολογική φωλιά** ή **οικολογικός θώκος** ή απλά **θώκος** (NICHE).

3. ΣΧΕΣΗ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΜΕ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, όλοι οι αβιοτικοί και βιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος βρίσκονται σε άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ τους.

Η **κίνηση των ψαριών** γίνεται με δύο κυρίως τρόπους : **α)** με **προωθητικές κινήσεις** που συνοδεύονται με κάμψη του όλου σώματος σαν κύμα που περνά κατά μήκος αυτού **β)** με κινήσεις των πτερυγίων ενώ το σώμα παραμένει αδρανές, όπου υπεύθυνα πτερύγια για την κίνηση μπορεί να είναι τα εδρικά (ηλεκτρικό χέλι), το ραχιαίο ή ταυτόχρονα και τα δύο (γλώσσα) ή τέλος τα θωρακικά (σαλάχια).

Η **ταχύτητα κίνησης** των ψαριών καθορίζεται **α)** από το **σχήμα του σώματος** και **β)** από τη **δομή, το σχήμα και μέγεθος**, και τη **σχετική θέση των πτερυγίων**.

Η **αναστολή της κίνησης** (σταμάτημα) γίνεται με το ουραίο πτερύγιο το οποίο αποδυναμώνει την κίνηση των κυμάτων επιστροφής του σώματος πολλές φορές σε συνδυασμό με την αντίθετη κάμψη του πίσω μέρους του ραχιαίου (επάνω) και εδρικού (κάτω) πτερυγίου, και την παράλληλη χρήση των θωρακικών πτερυγίων. Ο συνδυασμός των παραπάνω δημιουργεί επιφάνεια αντίστασης μέσα στο νερό με αποτέλεσμα το σταμάτημα ή και την αντιστροφή της κίνησης.

Ανάλογα με το **σχήμα της ουράς** τα ψάρια διακρίνονται σε **ισόλοβα** (σκουμπρί, τόνος), **επίλοβα** (καρχαρίας, οξύρυγχος) και **υπόλοβα** (λεστιά). Το εμβαδόν της ουράς σχετίζεται με τον όγκο νερού που μετατοπίζει κατά την κίνησή της και κατά συνέπεια με την πρόωση των ψαριών. Επιπλέον, σχετίζεται και με την αντίσταση που πρέπει να υπερνικήσει για την κίνηση και κατά συνέπεια με την ενέργεια που χρειάζεται να καταναλώσει το ψάρι για να κινηθεί. Έτσι, μεγάλο εμβαδόν ουράς σχετίζεται με μεγάλη **πρόωση** αλλά και μεγάλη **αντίσταση στο νερό** και αντιστρόφως. Ψάρια με μεγάλο εμβαδόν ουράς (π.χ. σκορπίνα) είναι κατά κανόνα μέτριοι κολυμβητές, έχουν όμως μεγάλη **επιτάχυνση** (ισχυρή πρόωση για μικρό διάστημα), ενώ ψάρια με μικρό εμβαδόν ουράς (π.χ. τόνος) είναι κατά κανόνα πολύ καλοί κολυμβητές, έχουν μικρή σχετικά επιτάχυνση, αλλά μπορούν να διανύουν μεγάλες αποστάσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Τα **θωρακικά και κοιλιακά πτερύγια** λειτουργούν σαν πηδάλιο, ενώ τα άζυγα (εδρικό και ραχιαίο) επιτρέπουν την πρόσθια ή την προς τα πάνω και κάτω στροφή του σώματος. Η **δυνατότητα στρέψης** του σώματος εξαρτάται από τον αριθμό των σπονδύλων (περισσότεροι σπόνδυλοι - μεγαλύτερη κάμψη του σώματος) και το μέγεθος των λεπιών (μικρά λέπια - μεγαλύτερη κάμψη). Η αντίσταση του νερού υπερκάμπτεται σε ορισμένα είδη με τη βοήθεια λίπανσης (βλέννας) του σώματος που εκκρίνεται από αδένες του δέρματος και που καθιστά την επιφάνεια του ψαριού λεία.

Ανάλογα με τη **μορφή του σώματος** τα ψάρια διακρίνονται σε:

1. Ατρακτόμορφα ή τορπιλόμορφα (σχήμα τορπίλης) - είναι οι **ταχύτεροι κολυμβητές** και ζούν στην υδάτινη στήλη (σκομβροειδή, κέφαλος, σολωμός). Για παράδειγμα, ο ξιφίας αναπτύσσει ταχύτητα 15 μέτρα/δευτ. και ο σολωμός 5 μέτρα/δευτ. Το μέγεθος του σώματος παίζει σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό της πραγματικής ταχύτητας.

2. **Βελόμορφα** - μοιάζουν με τα προηγούμενα αλλά το σώμα τους είναι πιο επίμηκες και τα άζυγα πτερύγια βρίσκονται λίγο προς τα πίσω. Επίσης **επιδέξιοι κολυμβητές** της υδάτινης στήλης.

3. **Πλατύμορφα πλευρικά** - στην κατηγορία αυτή εντάσσεται ο τύπος της λεστιάς, ο τύπος του φεγγαρόψαρου και ο τύπος της γλώσσας. Είναι ψάρια με διαφορετικό τρόπο ζωής (πελαγικά - φεγγαρόψαρο, βενθικά - γλώσσα, λεστιά).

4. **Πλατύμορφα ραχιοκοιλιακά** - εδώ ανήκουν τα σαλάχια.

5. **Οφιόμορφα** - έχουν σώμα επίμηκες κυλινδρικό (χέλια).

6. **Ταινιόμορφα** - έχουν σώμα πολύ επίμηκες και πλατύ πλευρικά. (σπαθόψαρο)

7. **Σφαιρόμορφα** - έχουν σώμα σφαιρικό με ουραίο πτερύγιο όχι καλά αναπτυγμένο.

Τα ψάρια που ζούν σε τρεχούμενα νερά έχουν αναπτύξει **ειδικές προσαρμογές** για να αντιμετωπίσουν την παράσυρση τους από την ταχύτητα ροής. Μυζητήρες ή **αγκίστρια** για την **προσκόλληση τους στον πυθμένα**, ισχυρό κυλινδρικό σώμα για την εύκολη κίνηση αντίθετα προς το ρεύμα, μικρό μέγεθος για τη διαβίωση κάτω από πέτρες ή την εύκολη μετακίνηση μεταξύ των πετρών του υποστρώματος ή τέλος εκλογή τόπου διαβίωσης σε νερά χαμηλής ταχύτητας ροής π.χ. λάκκους καταρρακτών, ποταμόλακκους κ.ά.. Τα ψάρια που ζούν σε χαμηλής ταχύτητας ρεύματα (λιμναία νερά) έχουν σώμα πιο πλατύ και δεν αναπτύσσουν υψηλές ταχύτητες. Κατά τη διάρκεια καταιγίδας στη θάλασσα τα πελαγικά ψάρια κατέρχονται σε βάθη όπου η κίνηση των κυμάτων δεν είναι αισθητή, ενώ τα παράκτια ψάρια προσαρμόζονται παραμένοντα σε μέρη που είναι δυνατόν να μην πληγωθούν από τις πέτρες με τη βοήθεια **ειδικών εξαρτημάτων** π.χ. **μυζητήρων** (από μετατροπή των κοιλιακών πτερυγίων στο γοβιό). Η δράση των κυμάτων επεκτείνεται και στην ανάμιξη των νερών με αποτέλεσμα τη μετατόπιση του θερμοκλινούς σε μεγαλύτερα βάθη. Τα ψάρια των παλιρροϊκών εκτάσεων έχουν συνήθως σχήμα πλατύ ραχιοκοιλιακά, οφιόμορφο ή κυλινδρικό. Ιδιόμορφες προσαρμογές παρατηρούνται στις περιοχές αυτές.

Για την **ρύθμιση της πλευστότητάς** τους πολλά ψάρια διαθέτουν τη **νηκτική κύστη**. Ψάρια, που δεν διαθέτουν νηκτική κύστη έχουν κατά κανόνα ειδικό βάρος σώματος σχετικά κοντά με το ειδικό βάρος του νερού στο οποίο ζουν. Η έλλειψη της νηκτικής κύστης σε ορισμένα άλλα είδη αναγκάζει τα ψάρια να διατηρούν την ισορροπία τους με την κίνηση των πτερυγίων (τόνος, καρχαρίας, σκουμπρί). Στην κατηγορία αυτή των ψαριών η μετακίνηση κατακορύφως (αλλαγή βάθους) πραγματοποιείται ταχύτατα σε αντίθεση με τα ψάρια που φέρουν νηκτική κύστη και στα οποία η κατακόρυφη μετακίνηση είναι σχετικά αργή.

Το **φως** είναι ένας παράγοντας του περιβάλλοντος, που επηρεάζει έμμεσα και άμεσα τα ψάρια. Η φωτεινότητα σε ένα ορισμένο βάθος είναι συνάρτηση της διεύθυνσης του φωτός και του μέσου από το οποίο διέρχεται. Έτσι, η γωνία πρόσπτωσης του φωτός (που σχετίζεται με την εποχή και την ώρα της ημέρας) και η θολότητα του νερού (που αναλύεται παρακάτω) είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ένταση του φωτός σε ένα ορισμένο βάθος. Τα περισσότερα ψάρια **αντιλαμβάνονται το φως με τα μάτια**.

Γενικότερα, η **θέση και το μέγεθος των ματιών** σχετίζονται άμεσα με τη βιολογία του είδους και είναι εξελικτικό γνώρισμα των διαφόρων ειδών. Έτσι, μεγαλύτερη **διόφθαλμη όραση** σχετίζεται με την ικανότητα προσδιορισμού της απόστασης ενός αντικειμένου και απαντάται συνήθως **στους θηρευτές**, ενώ η **πλάγια θέση των ματιών** σχετίζεται με την ανάγκη αντίληψης του χώρου και παρατηρείται συνήθως **σε είδη που υφίστανται θήρευση**. Στα ψάρια, που ζουν κοντά στην εύφωτη ζώνη, τα μάτια δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλα σε σχέση με το κεφάλι και το σώμα. Αντίθετα, στα ψάρια, που ζούν σε βάθη που το φως είναι περιορισμένο τα μάτια παρουσιάζονται μεγάλα σε σχέση με το κεφάλι και το σώμα. Τέλος, εκεί που το φως είναι πρακτικά μηδέν (πολύ μεγάλα βάθη ή σπήλαια, **τα μάτια μπορεί να έχουν υποπλαστεί ή και να λείπουν** τελείως, και η αντίληψη του χώρου γίνεται με άλλες αισθήσεις πλην της όρασης (με μηχανικό ή χημικό τρόπο όπως η **αφή με μουστάκια** ή άλλα ανάλογα αισθητήρια όργανα, **πλευρική γραμμή** κ.λ.π. ή οσφρηση κ.λ.π.) Στα μεσο- και βαθυ-πελαγικά ψάρια το φαινόμενο της **βιοφωταύγειας** (βιολογικού φωτισμού) είναι συνηθισμένο και επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ειδικών οργάνων παραγωγής φωτός (**φωτοφόρα**) διάσπαρτων σε διάφορα μέρη του σώματος, που είναι και συστηματικά γνώρισμα των διαφόρων ειδών ή με επιδερμικούς βλεννώδεις αδένες οι οποίοι περιέχουν μία ουσία (λουσιφερίνη-λουσιφεράση) που φωσφορίζει και εκπέμπει ασθενές φως που στο βαθύ σκοτάδι κάνει το ψάρι κυριολεκτικά να λάμπει ή με τη συμβίωση ειδικών βακτηρίων σε επιδερμικούς ιστούς του ψαριού (όπως στο ψάρι Photoblepharon)

Οι **χρωματισμοί** των ψαριών που οφείλονται στην **εξελικτική προσαρμοστικότητα** του χρώματος στο περιβάλλον που ζούν, διακρίνονται στους παρακάτω:

Μονομοι Χρωματισμοί:

1. Χρωματισμοί προσαρμογής στο περιβάλλον (καμουφλάζ):

α) πελαγικός χρωματισμός - ράχη γενικά σκούρα γαλάζια ή πράσινη ή καφέ και κοιλιά ασημόχρωμη (ρέγγα, γαύρος, σκουμπρί κ.λ.π.). Με αυτό τον τρόπο το χρώμα του ψαριού είναι ίδιο με το χρώμα του περιβάλλοντος, δηλαδή σκούρο σε φόντο σκούρο (βαθεία νερά) όταν κοιτάμε από πάνω και ασημί φωτεινό όταν κοιτάμε από κάτω προς τα επάνω.

β) φυτικός χρωματισμός - καφέ, πράσινη ή κίτρινη ράχη με εγκάρσιες κηλίδες ή λουρίδες στα πλάγια. Είναι φυτόφιλα γενικά ψάρια (τούρνα, πέρκα) και ψάρια των κοραλλιογενών υφάλων και ζούν στην εύφωτη ζώνη.

γ) βενθικός χρωματισμός - σκούρα ράχη και πλευρές αλλά καμιά φορά με σκούρες κηλίδες και ανοιχτόχρωμη κοιλιά. Ο βενθικός χρωματισμός διακρίνεται σε **χρωματισμό ρυακιού** όταν κυριαρχούν σκούρες κηλίδες στα πλάγια του σώματος μαζί πολλές φορές με επιμήκεις λουρίδες (όπως π.χ. η πέστροφα), άτομα δηλαδή που ζούν σε πετρώδες υπόστρωμα με διάφανο νερό. Τα βενθικά ψάρια των στάσιμων νερών παρουσιάζουν μία κάπως άτονη εμφάνιση των χρωμάτων (μερικός αποχρωματισμός).

ε) ο χρωματισμός των βαθυπελαγικών ψαριών είναι σκοτεινός (καφέ σκούρο κ.λ.π.) ή τελείως μαύρος και σε ορισμένες φορές έχει κόκκινες αποχρώσεις. Το κόκκινο χρώμα απορροφάται στα ανώτερα στρώματα (2-10 μέτρα) και στα μεγάλα βάθη εμφανίζεται ως μαύρο και δε διακρίνεται εύκολα από τους θηρευτές (ουδέτερος χρωματισμός). Η ύπαρξη φωτοφόρων οργάνων είναι επίσης συχνή.

στ) χρωματισμός προειδοποίησης. Ορισμένα ψάρια (κυρίως των κοραλιογενών υφάλων ή των ρηχών σχετικά νερών) έχουν έντονα χρώματα, ή έντονες ραβδώσεις ή κηλίδες (πορτοκαλί κίτρινες ή κόκκινες σε σκούρο φόντο ή αντίστροφα). Τα ψάρια αυτά είναι σηνήθως δηλητηριώδη ή τοξικά και ο χρωματισμός τους είναι προειδοποίηση για τους υποψήφιους θηρευτές.

ζ) μιμητικός χρωματισμός. Ορισμένα είδη ψαριών μιμούνται το χρωματισμό άλλων ειδών (με τα οποία δεν έχουν καμμία συστηματική συγγένεια), εκμεταλλεζόμενα το γεγονός ότι τα ψάρια τα οποία μιμούνται έχουν κάποια χαρακτηριστική ιδιότητα και τα αποφεύγουν οι θηρευτές (π.χ. είναι τοξικά ή δηλητηριώδη). Άλλες πάλι φορές μπορεί να φέρουν μία κηλίδα στο ουραίο πτερύγιο σε θέση σχεδόν συμμετρική με το μάτι (κατά τον άξονα συμμετρίας). Με αυτό τον τρόπο, κοιτάζοντάς τα από το πλάι δίνουν την εντύπωση ενός πολύ μεγαλύτερου κεφαλιού ψαριού στο θηρευτή ή μπερδεύουν το θηρευτή καθώς δεν είναι εύκολο να ξεχωρίσει το κεφάλι από την ουρά

2. Χρωματισμοί αναγνώρισης:

Τέτοιος χρωματισμός είναι ο χρωματισμός αγέλης που έχει επίσης προσαρμοστική σημασία, γιατί διευκολύνει τον προσανατολισμό των διάφορων ατόμων μεταξύ τους στο κοπάδι. Συνίσταται από μία ή περισσότερες κηλίδες στις πλευρές ή στο ραχιαίο πτερύγιο ή από μία σκοτεινή επιμήκη λουρίδα. Με αυτό τον τρόπο δίνει τη δυνατότητα ακριβούς προσανατολισμού στα αμέσως διπλανά άτομα και σχετίζεται άμεσα με τη συνεκτικότητα του κοπαδιού, που με τη σειρά της έχει ως συνέπεια καλλίτερη υδροδυναμική για ολόκληρο το κοπάδι και γυσικά ενεργειακό κέρδος (με την ίδια ενέργεια διανύονται μεγαλύτερες αποστάσεις). Άλλωστε οι κηλίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως σινιάλα σε περίπτωση επίθεσης (άν ένα ψάρι αντιληφθεί κίνδυνο εγκαταλείπει τη θέση του και αυτό, δηλαδή η μετακίνηση της κηλίδας του διπλανού ψαριού λειτουργεί ως σήμα που έχει ως αντίδραση την εγκατάληψη της θέσης και του διπλανού ψαριού, με αποτέλεσμα το γεγονός αυτό να μεταδίδεται αστραπιαία στο κοπάδι.

Ημιμόνιμοι χρωματισμοί:

Πολλές φορές τα ψάρια εμφανίζουν **μεταβολές στο χρωματισμό** κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Μεταβολές του χρωματισμού παρατηρούνται :

α) όταν το ψάρι **αλλάζει βιότοπο** κατά την περίοδο της ανάπτυξής του. Κοινή περίπτωση είναι ο σολωμός που μεταναστεύει από το ποτάμι (χρωματισμός ρυακιού) στη θάλασσα (πελαγικός χρωματισμός) ή το μπαρμπούνι, που από πελαγικό γίνεται βενθικό.

β) **ημερήσιες μεταβολές**, π.χ. χρωματισμός αγέλης την ημέρα στα Characinidae και φυτικός τη νύχτα.

γ) **γαμήλιος χρωματισμός** κατά την περίοδο της αναπαραγωγής που είναι δυνατόν να παρατηρηθεί στο ένα (π.χ. στη μαρίδα , σολομός) ή και στα δύο φύλλα.

δ) αλλαγή του χρωματισμού **ανάλογα με το υπόστρωμα** που βρίσκεται το ψάρι (εμφανίζεται σε ορισμένα είδη γλώσσας).

ε) **σταδιακός αποχρωματισμός** ή αλλαγή χρώματος όταν η διατροφή δεν είναι κατάλληλη, ή το φως είναι διαφορετικής έντασης (λόγω π.χ. μεγάλης θολότητας ή μέσα σε κλειστούς χώρους όπως ενυδρεία) ή το βάθος διαβίωσης και η πίεση είναι διαφορετική.

Σε συνδυασμό με τη ροή του νερού, η **θολότητα** πολλές φορές δημιουργεί δυσκολίες στην όραση και ορισμένες φορές βλάβες στα μάτια των ψαριών. Ψάρια προσαρμοσμένα να ζούν σε θολά νερά προφυλάσσονται με **έκκριση βλέννας** από το δέρμα τους, που έχει την ικανότητα να δημιουργεί κρόκους (θρόμβους) με τα αιωρούμενα στερεά, με αποτέλεσμα την ταχεία καθίζηση τους στον πυθμένα. Άλλα πάλι ψάρια, προσαρμοσμένα σε έντονη κίνηση νερού, που μεταφέρει πολλά διαλυμένα και αιωρούμενα σωματίδια έχουν ένα **είδος μεμβράνης, που καλύπτει τα μάτια** για να αποφεύγονται βλάβες στα ζωτικά αυτά όργανα.

Το οξυγόνο είναι επίσης ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες του περιβάλλοντος, που επιδρά στη ζωή των ψαριών. Τα **βράγχια** είναι το κύριο όργανο για τη λειτουργία της αναπνοής στα ψάρια. Διάφορες προσαρμογές των ψαριών βοηθούν στην **είσοδο νερού στα βράγχια**, όταν η στοματική κοιλότητα δε βοηθάει σ' αυτό. Τέτοιες προσαρμογές έχουν παρατηρηθεί και είναι : ή ύπαρξη στομίου στις ρίνες, η κίνηση των πτερυγίων στα εξοπλισμένα ψάρια με βαρεία θωράκιση κ.ά. Στους κυκλόστομους, εξαιτίας του παρασιτικού τρόπου ζωής που επιτελούν, το στόμα (που ενεργεί ως μυζητήρας προσκολλημένος στο σώμα των θυμάτων του) δεν μπορεί να έλθει σε άμεση επαφή με το νερό. Ορισμένα ψάρια της τροπικής κυρίως ζώνης χρησιμοποιούν απευθείας το ατμοσφαιρικό οξυγόνο για τις αναπνευστικές τους ανάγκες έχοντας μετατρέψει τη νυκτική κύστη σε σπογγώδη πνεύμονα. Οι **απαιτήσεις σε οξυγόνο** διαφέρουν από είδος σε είδος ψαριού και είναι συνάρτηση του τρόπου ζωής, που εξελικτικά έχει προσαρμοστεί το κάθε είδος. Υπάρχουν ψάρια με ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις σε οξυγόνο (π.χ. τόνος) έως πολύ χαμηλές απαιτήσεις σε οξυγόνο. Η απαίτηση σε οξυγόνο σχετίζεται εκτός των άλλων με τη μεταβολική δραστηριότητα, που με

τη σειρά της σχετίζεται με τη δυνατότητα πρόσληψης οξυγόνου. Η επιφάνεια (μέγεθος) των βραγχίων και η ταχύτητα κολύμβησης (άρα και η ταχύτητα ανανέωσης του νερού στη βραγχιακή επιφάνεια) είναι ανάλογα με τη δυνατότητα πρόσληψης οξυγόνου

Ήχοι παράγονται και από τα ψάρια και είναι ποικίλου χαρακτήρα. Οι ήχοι των ψαριών διακρίνονται σε **μηχανικούς** που παράγονται κατά τις μετακινήσεις τους, κατά τη λήψη τροφής, σκάψιμο του εδάφους κτλ. και σε **βιολογικούς** που φαίνεται να έχουν κάποια προσαρμοστική σημασία. Υπεύθυνα **όργανα παραγωγής ήχου** στα ψάρια (βιολογικοί ήχοι) είναι η νηκτική κύστη στα Labridae και Sianidae, οι θωρακικές ακτίνες μαζί με τα οστά της θωρακικής ζώνης στα γατόψαρα (Siluridae) και τα φαρυγγικά και στοματικά δόντια στα Tetradontidae. Η σκοπιμότητα παραγωγής ήχων από ορισμένα είδη ψαριών δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί απόλυτα, εν τούτοις φαίνεται ότι η παραγωγή ήχων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ηθολογίας των ψαριών αυτών. Έτσι, έχει διαπιστωθεί ότι διάφοροι ήχοι παράγονται συχνότερα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής με σκοπό την προσέλκυση του άλλου φύλου ή έχουν εκφοβιστικό χαρακτήρα, όταν τα ψάρια προστατεύουν τις φωλιές τους ή εμφανίζονται συχνότερα κατά την περίοδο εντατικής βόσκησης των κοπαδιών και φαίνεται να αποτελούν σινιάλα ειδοποίησης ή και επικοινωνίας των ψαριών.

Μερικά ψάρια μπορούν όχι μόνο να αντιλαμβάνονται αλλά και να παράγουν **ηλεκτρικές εκκενώσεις** μέσα από ορισμένα όργανα. Οι ισχυρές εκκενώσεις χρησιμεύουν για επίθεση ή άμυνα ενώ οι ασθενείς για την εκπομπή σημάτων ή την αντίληψη του χώρου. Στο κυκλόστομο *Petromyzon marinus* η παραγωγή τάσης 200-300 mV γύρω από το κεφάλι χρησιμεύει για την ανακάλυψη παρακείμενων αντικειμένων.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα των ψαριών είναι η θέση και το μέγεθος του στόματος καθώς και τα δόντια, που σε συνδυασμό με το στομάχι και το μέγεθος του εντέρου μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για την διατροφή τους.

Τα ψάρια από οικολογική άποψη είναι **καταναλωτές** (τρέφονται με βιομάζα, που παράγεται από άλλους οργανισμούς). Η τροφή των ψαριών στο φυσικό τους περιβάλλον μπορεί να αποτελείται από διάφορα σπονδυλωτά (άλλα ψάρια, λάρβες ψαριών) ασπόνδυλα (καρκινοειδή, μαλάκια, προνύμφες εντόμων) φυτά (μακρόφυτα, νηματώδη φύκη) ή ακόμη από βιογενή θρύμματα και πλαγκτόν. Ανάλογα με την **κατηγορία της κύριας προτιμώμενης τροφής** τα ψάρια (όπως και όλοι οι καταναλωτές) μπορούν να ταξινομηθούν σε :

Φυτοφάγα, που τρέφονται με φυτοπλαγκτόν, διάτομα, νηματώδη φύκη, μακρόφυτα

Θρυμματοφάγα, που τρέφονται με βιογενή θρύμματα του βένθους ή της στήλης του νερού.

Σαρκοφάγα, που τρέφονται με ζωοπλαγκτόν (κωπήποδα, αυγά ψαριών κ.ά.), βενθικά ασπόνδυλα, άλλα ψάρια ή ακόμη έντομα ή και ζώα της ξηράς (πιράνχας)

Παμφάγα, που δεν τρέφονται αποκλειστικά με μία συγκεκριμένη κατηγορία τροφής

Τα περισσότερα ψάρια είναι σαρκοφάγα σε διάφορα τροφικά οικολογικά επίπεδα.

Οι τροφικές συνήθειες των ψαριών μεταβάλλονται ανάλογα με την ηλικία και συνδέονται με μεταβολές στη δομή του σώματος. Στα σαρκοφάγα ψάρια, καθώς το μέγεθος του σώματος αυξάνει, αντίστοιχα αυξάνει και το μέγεθος της λείας με ταυτόχρονη μείωση του αριθμού των ατόμων της λείας στο στομάχι.

Η **θέση των ψαριών στην τροφική αλυσίδα** καθορίζεται από το είδος της λείας τους και από το είδος των θηρευτών τους (τι τρώνε και ποιός τους τρώει). Οι οικολογικές διακρίσεις ισχύουν και στην περίπτωση των ψαριών. Έτσι, ανάλογα με τη θέση τους στις οικολογικές πυραμίδες ενέργειας ή βιομάζας, τα ψάρια μπορεί να είναι :

καταναλωτές α' τάξης (φυτοφάγα)

καταναλωτές β' τάξης (σαρκοφάγα, που τρέφονται με φυτοφάγα)

καταναλωτές γ' τάξης (σαρκοφάγα, που τρέφονται με άλλα σαρκοφάγα) και ανώτεροι θηρευτές.

Οι διάφορες προσαρμογές, που έχουν αναπτύξει τα ψάρια για τη σύλληψη της τροφής τους, προσδίδουν ορισμένα ιδιαίτερα **μορφολογικά και ηθολογικά χαρακτηριστικά πρότυπα** στον τρόπο αναζήτησης και λήψης της τροφής. Ανάλογα με αυτά τα χαρακτηριστικά τα ψάρια διακρίνονται σε ορισμένα **χαρακτηριστικά πρότυπα ή τύπους αναζήτησης και λήψης της τροφής:**

α) θηρευτές (predators): διακρίνονται σε

κυνηγούς (hunters), αυτοί που κυνηγούν ενεργητικά τη λεία τους όπως ο τόνος

καθιστικοί θηρευτές (luckers, sit and wait pursuits), που περιμένουν τη λεία να περάσει κοντά τους και να επιτεθούν αιφνίδια (μπαρακούντα). Σε ορισμένες περιπτώσεις ψάρια φέρουν ειδικά εξαρτήματα, που μοιάζουν με υποθετική λεία, προσελκύουν τα άλλα ψάρια κοντά και τα καταβροχθίζουν (π.χ. η πεσκαντρίτσα ή σκλεπού του γένους *Lophius*). Τέτοια εξαρτήματα μπορεί να είναι ορισμένες τροποποιημένες ακτίνες πτερυγίων, που μετατρέπονται σε κινητό δόλωμα, χρωματισμός μέρους ή και όλου του σώματος κ. ά.

β) Βοσκητές (grazers): ανήκουν τα ψάρια, που κόβουν ολόκληρα κομμάτια φυτών και τα καταβροχθίζουν, άλλα ψάρια ξύνουν την επιφάνεια ζωντανών οργανισμών (όπως κοράλια, πολύποδες κ.λ.π.) ή και βράχων ή τρέφονται με την επιφανίδα ή τα επίφυτα που είναι προσκολλημένα στα στελέχη των μακροφύτων.

γ) Διηθητές (filter feeders) : ανήκουν τα ψάρια, που φιλτράρουν το νερό με τη βοήθεια των βραγχιακών ακανθών και κατακρατούν έτσι διάτομα, καρκινοειδή ή αιωρούμενα στερεά βιογενή θρύμματα. Εδώ ανήκουν τα πλαγκτονοφάγα ψάρια.

δ) Μυζητικός τύπος : απαντάται κυρίως σε βενθοφάγα (οξύρυγχος), που απομυζούν τη λεία τους από το υπόστρωμα. Ορισμένα καταβροχθίζουν τη λεία μαζί με το υπόστρωμα, πέπτουν τη λεία και αποβάλλουν το υπόστρωμα.

ε) παρασιτικός τύπος : στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κυκλόστομοι και οι μυξίνοι, που τρέφονται με σωματικά υγρά των ψαριών που παρασιτούν. Ο ενδοειδικός παρασιτισμός των νάνων αρσενικών της οικογενείας Ceratidae θα μπορούσε να συνυπολογιστεί εδώ.

Μουστάκια και άλλα ειδικά εξαρτήματα μπορούν επίσης να μας δώσουν πληροφορίες για τη διαβίωση των ψαριών.

4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Θα σας δωθούν ορισμένα ψάρια:

Με βάση τα μορφολογικά τους γνωρίσματα, τα οποία θα καταγράψετε, θα προσπαθήσετε να περιγράψετε τον τόπο και τρόπο διαβίωσης των ψαριών αυτών, εξηγώντας με βάση ποιο χαρακτηριστικό ή συνδυασμό χαρακτηριστικών καταλήγετε στο συμπέρασμά σας.

Θα παραδώσετε εργασία, που θα αναφέρει τα παραπάνω.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 3⁰

**ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ & ΜΕΡΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 1
(ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ & ΧΡΗΣΗ ΚΛΕΙΔΑΣ)**

1. ΓΕΝΙΚΑ

Η **συστηματική ταξινόμηση** είναι κεφαλαιώδης στην Ιχθυολογία. Ιδιαίτερα σημαντικό στην Ιχθυολογία αλλά και στη Δυναμική των πληθυσμών είναι το να γνωρίζουμε επακριβώς σε ποιό είδος αναφερόμαστε. Χρειάζεται λοιπόν να μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα διάφορα είδη των ψαριών με ένα τρόπο, που δεν θα επιδέχεται αμφισβήτηση και θα οδηγεί, όσες φορές και αν επαναληφθεί, στο ίδιο αποτέλεσμα.

2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ

Ο τρόπος, που μπορούμε να ξεχωρίσουμε τις διάφορες συστηματικές (ταξονομικές) κατηγορίες και κατά συνέπεια τα διάφορα είδη μεταξύ τους είναι η αναγνώριση ορισμένων διακριτών χαρακτηριστικών, που έχουν όμως όλα τα άτομα της κατηγορίας που εξετάζουμε. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα πρέπει να είναι **σταθερά** και να μην μεταβάλλονται από περιοχή σε περιοχή στην ίδια κατηγορία ή στο ίδιο είδος. Τέτοια χαρακτηριστικά ονομάζονται **συστηματικά γνωρίσματα**, είναι **σταθερά** και βρίσκονται κάτω από την επίδραση του γενοτύπου (**DNA**).

Τέτοια χαρακτηριστικά είναι τα **μεριστικά χαρακτηριστικά**, που (όπως αναφέρει και το όνομά τους) σχετίζονται με την ύπαρξη ή απουσία ορισμένων μορφολογικών γνωρισμάτων (π.χ. έχει το ψάρι χόνδρινο σκελετό ή είναι νωτοκοιλιακά πεπλατυσμένο ή έχει φαρυγγικά δόντια κ.λ.π.) ή τον αριθμό των μερών ενός γνωρίσματος στα διάφορα μέρη του σώματος των ψαριών (π.χ. έχει το ψάρι ένα ή δύο ή τρία ραχιαία πτερύγια, ή έχει 12 σκληρές και 15 μαλακές ακτίνες στο πρώτο ραχιαίο, ή έχει 26 σπονδύλους κ.λ.π.)

Το σύνολο των διαφόρων διακριτών χαρακτηριστικών, που φέρει το κάθε είδος ψαριού, αν εξεταστεί κατάλληλα, το κάνει να είναι διακριτό από όλα τα άλλα είδη, ακόμη και αυτά που είναι πολύ συγγενικά και μοιάζουν.

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ - ΧΡΗΣΗ ΚΛΕΙΔΑΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Γιά να μπορέσουμε να **κατατάξουμε συστηματικά** ένα ψάρι (να δούμε σε ποιό είδος ανήκει, αν δεν ξέρουμε) ή γιά να **ταυτοποιήσουμε** ότι το ψάρι που εξετάζουμε ανήκει στο είδος, που νομίζουμε ότι γνωρίζουμε, χρησιμοποιούμε ορισμένα συστηματικά εγχειρίδια που λέγονται **κλείδες προσδιορισμού**.

Οι κλείδες προσδιορισμού είναι **διακλαδιστικές**, δηλαδή θέτουν μία ερώτηση, (που αφορά την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού στο ψάρι, που εξετάζουμε), της οποίας η απάντηση (ναι ή όχι) οδηγεί σε δύο κλάδους, που συνεχίζουν με μία νέα ερώτηση. Ακολουθώντας τα βήματα της κλείδας προσδιορισμού καταλήγουμε σε μεγαλύτερες εως μικρότερες κατηγορίες (συνομοταξίες, ομοταξίες, τάξεις, κλάσεις, οικογένειες, γένη, είδη).

Αναλόγως του βάθους που θέλουμε να φτάσουμε, μπορούμε να συνεχίσουμε την διαδικασία αυτή μέχρι να καταλήξουμε σε κάποια ταξονομική μονάδα που επιθυμούμε. Συνήθως, χρειάζεται να ολοκληρώσουμε τη διαδικασία και να καταλήξουμε στο είδος.

Ευνόητο είναι ότι θα πρέπει να έχουμε εξοικειωθεί με τα διάφορα ανατομικά και μορφολογικά γνωρίσματα των ψαριών, που αποτελούν άλλωστε και αντικείμενο της Ιχθυολογίας Ι.

4. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Στο σημείο αυτό θα πρέπει ο σπουδαστής να αναλογιστεί αν θυμάται τι είναι π.χ. τα φαρυγγικά ή τα ινιακά δόντια, οι ρώθωνες, οι βραγχιακές άκανθες, οι σκληρές ή οι διακλαδισμένες ακτίνες κ.λ.π.

Επειδή στα διάφορα εγχειρίδια στα συστηματικά γνωρίσματα περιλαμβάνονται συνήθως τα διάφορα πτερύγια, με συγκεκριμένη ονοματολογία, θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε την ονοματολογία αυτή.

Με αγγλικό γράμμα, το οποίο ακολουθεί άνω και κάτω τελεία (:) αναφέρεται το κάθε πτερύγιο. Το γράμμα είναι το αρχικό της αγγλικής λέξης για κάθε πτερύγιο και είναι :

| | |
|----------------|----------|
| D : (Dorsal) | Ραχιαίο |
| A : (Anal) | Εδρικό |
| C : (Caudal) | Ουραίο |
| V : (Ventral) | Κοιλιακό |
| P : (Pectoral) | Θωρακικό |

Ως δείκτης κάτω από το γράμμα αναφέρεται ο αριθμός του πτερυγίου (π.χ. D_1 : το πρώτο ραχιαίο, D_2 : το δεύτερο ραχιαίο, D_3 : το τρίτο ραχιαίο)

Στη συνέχεια ακολουθεί ο αριθμός των ακτίνων του πτερυγίου. Με λατινική αρίθμηση αναφέρονται οι σκληρές ακτίνες και με αραβική αρίθμηση οι μαλακές και πολλές φορές δίνεται και ο μέσος όρος αυτών σε συγκεκριμένο δείγμα. (π.χ. D_1 : XI-XII,14-16 (15,37) που σημαίνει ότι το πρώτο ραχιαίο έχει έντεκα-δώδεκα σκληρές ακτίνες και 14-16 μαλακές με μέσο όρο μαλακών ακτίνων 15,37).

Παράδειγμα Κατασκευής κλείδας:

Εστω ότι θέλουμε να κατασκευάσουμε μια κλείδα αναγνώρισης των σχημάτων της εικόνας 1.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

1. Όλα τα σχήματα είναι κλειστές γραμμές.

2. Μερικά από αυτά έχουν γωνίες (B, Γ, Δ, Θ) ενώ άλλα είναι χωρίς γωνίες (A, E, Z).

3. Από αυτά που έχουν γωνίες μερικά τα B, Γ, Δ έχουν 4 γωνίες ενώ το Θ έχει 5 γωνίες.

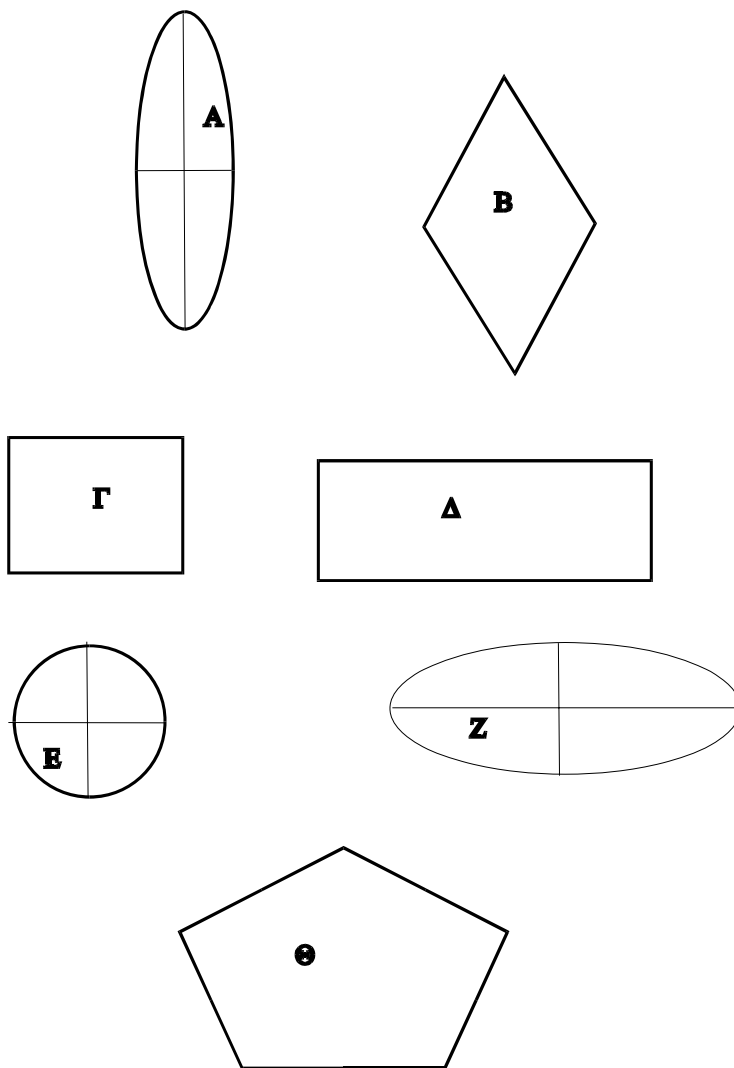
4. Από τα σχήματα με 4 γωνίες τα Γ, Δ έχουν ορθές γωνίες ενώ στο B οι δύο γωνίες είναι μεγαλύτερες από ορθές και οι δύο μικρότερες.

5. Το σχήμα Γ έχει και τις 4 πλευρές ίσες ενώ το Δ μόνο οι ανά δύο απέναντι είναι ίσες.

6. Στα σχήματα που δεν έχουν γωνίες (A, E, Z), στο E οι οριζόντια και η κάθετη διάμετρος είναι ίσες, ενώ στα A, Z, όχι.

7. Στο σχήμα A η κάθετη διάμετρος είναι μεγαλύτερη από την οριζόντια ενώ στο σχήμα Z το αντίθετο.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις μπορούν να μπουνε υπό μορφή ερωτήσεων σε μια μορφή όπως ακολουθεί:



Εικόνα 1. Γεωμετρικά σχήματα.

Κλειδα αναγνώρισης των σχημάτων της εικόνας 1.

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|---|
| 1 | α | Κλειστές γραμμές με γωνίες | 2 |
| | β | Κλειστές γραμμές χωρίς γωνίες | 5 |
| 2 | α | Κλειστές γραμμές με 4 γωνίες | 3 |
| | β | Κλειστές γραμμές με 5 γωνίες | Θ |
| 3 | α | Οι γωνίες είναι ορθές | 4 |
| | β | Οι γωνίες δεν είναι ορθές | B |
| 4 | α | Και οι 4 πλευρές είναι ίσες | Γ |
| | β | Ανά δύο απέναντι πλευρές ίσες | Δ |
| 5 | α | Κάθετη και οριζόντια διάμετρος ίσες | E |
| | β | Κάθετη και οριζόντια διάμετρος άνισες | 6 |
| 6 | α | Κάθετη διάμετρος > της οριζόντιας | A |
| | β | Κάθετη διάμετρος < της οριζόντιας | Z |

Στην πρώτη στήλη αναγράφεται ο αριθμός της ερώτησης.

Στην δεύτερη στήλη αναγράφονται με a , β η σωστή και λάθος περιπτώση της ερώτησης.

Στην τρίτη στήλη αναγράφεται η ερώτηση (περιπτώσεις a, β)

Στην τέταρτη στήλη αναγράφεται η παραπομπή στην ερώτηση που θα συνεχίσουμε εφόσον ισχύει η περίπτωση που διαλέξαμε ή το όνομα του προς αναγνώριση αντικειμένου.

Έχοντας την κλείδα που κατασκευάσαμε και έστω το σχήμα Δ , βάση των ερωτήσεων της κλείδας θα ακολουθήσουμε τον δρόμο:

$1a \rightarrow 2 \rightarrow 2a \rightarrow 3 \rightarrow 3a \rightarrow 4 \rightarrow 4\beta \rightarrow \Delta$

5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ.

(Στόχος : Η εξοικείωση με τη χρήση κλείδας αναγνώρισης ψαριών)

Θα αναγνωρισθούν 4 άγνωστα είδη ψαριών και με την βοήθεια κλείδας αναγνώρισης ψαριών η οποία θα διατεθεί στο εργαστήριο.

Η παραδοτέα εργασία θα περιέχει τα χαρακτηριστικά του κάθε είδους σε ελεύθερη απόδοση, βασισμένοι στους χαρακτήρες που περιγράφονται στις επιλογές των ερωτήσεων της κλείδας που διαλέξατε κατά την αναγνώριση του είδους.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 4^ο

**ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ & ΜΕΡΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
(ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ, ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ & ΔΙΑΚΡΙΣΗ
ΙΧΘΥΟΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ)**

1. ΓΕΝΙΚΑ

Στα είδη των ψαριών, όπως και στους περισσότερους οργανισμούς, δεν υφίστανται συνεχείς ή ομοιογενείς πληθυσμοί, αλλά συνήθως παρουσιάζεται ένα σύνολο υπομονάδων, λιγότερο ή περισσότερο διακριτών μεταξύ τους ως προς ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Έτσι, ένας πληθυσμός ψαριών μπορεί να περιλαμβάνει ομάδες ατόμων, που έχουν ζήσει και αναπτυχθεί σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, ή έχουν γεννηθεί σε διαφορετικά πεδία ωοτοκίας, ή έχουν τραφεί ως προνύμφες ή νεαρά άτομα σε διαφορετικά πεδία διατροφής. Επίσης, ένας πληθυσμός ψαριών, είναι δυνατόν να αποτελείται από ομάδες διαφορετικής ηλικίας, που σχηματίζουν διακριτά σμήνη (schools). Τέλος, τα ενήλικα άτομα, μπορεί να επιστρέφουν σε διαφορετικά αλλά συγκεκριμένα πεδία ωοτοκίας με κάποιο βαθμό πιστότητας. Τα παραπάνω είναι σχεδόν ένας πλήρης κατάλογος των χαρακτηριστικών, που αφορούν στη πληθυσμιακή δομή ενός είδους.

2. ΕΞΕΤΑΣΗ ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΕΝΟΣ ΕΙΔΟΥΣ

Σύμφωνα με τον Marr (1957) :

Υποπληθυσμός είναι ένα κομμάτι του πληθυσμού, **γενετικά αυτοσυντηρούμενο** (shelf sustaining) και είναι συνώνυμο με την Ελληνική λέξη "Δήμος". Παρά το γεγονός ότι οι διαφορές ανάμεσα στους υποπληθυσμούς ενός είδους μπορεί να είναι μικρές, εντούτοις είναι κληρονομίσιμες, ενώ

Απόθεμα είναι ένας πληθυσμός ή ένα τμήμα κάποιου πληθυσμού, όλα τα μέλη του οποίου χαρακτηρίζονται από ομοιότητες, όχι απαραίτητα κληρονομίσιμες, αλλά οφείλονται κυρίως στην **επίδραση του περιβάλλοντος**. Ένα απόθεμα μπορεί να συμπεριλαμβάνει μέλη από διαφορετικούς υποπληθυσμούς. Η σημαντικότερη διάκριση ανάμεσα στους υποπληθυσμούς και το αλιευτικό απόθεμα θεωρείται η ιδιότητα των μελών ενός υποπληθυσμού να συνενδύονται κατά την περίοδο ωοτοκίας, ενώ για τα μέλη του αποθέματος αυτό δεν είναι απαραίτητο.

Στην αλιευτική βιολογία θεωρείται σημαντικό να γνωρίζουμε την πληθυσμιακή δομή ενός είδους ψαριού και κατά πόσο αυτή είναι αρκετά σταθερή ώστε να οδηγεί σε κάποιου βαθμού γενετική διαφοροποίηση ανάμεσα στους υποπληθυσμούς. Τα παραπάνω πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την εκτίμηση του αποθέματος και των παραμέτρων δυναμικής του συνολικού πληθυσμού, γιατί έχει διαπιστωθεί ότι μπορεί να υπάρξει μεταβολή της δυναμικής του συνολικού πληθυσμού, προερχόμενη από μεταβολές επιμέρους ομάδων του. Τα ανωτέρω φανερώνουν ότι η πληθυσμιακή δομή ορισμένων ομάδων ενός είδους μπορεί να μεταβάλλεται ανεξάρτητα και να επηρεάζει την δυναμική του συνολικού πληθυσμού χωρίς να απαιτείται η ύπαρξη μεγάλου βαθμού γενετικής διαφοροποίησης ανάμεσα στις επιμέρους ομάδες.

Ο **καθορισμός του αλιευτικού αποθέματος** είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την ιχθυολογική έρευνα, γιατί δίνει την δυνατότητα εκτιμήσεων και λήψης αποφάσεων επί διαχειριστικών θεμάτων αλιείας. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές οι βιοστατιστικές παράμετροι μιάς μονάδας ιχθυαποθέματος, ιδιαίτερα οι παράμετροι της αύξησης και του ποσοστού των νεοεισερχομένων ατόμων σ' ένα ιχθυοπληθυσμό (recruitment), παρουσιάζουν

ομοιογένεια, ώστε, από πλευράς διαχείρισης, ένα απόθεμα μπορεί να θεωρηθεί ως ανεξάρτητο σύνολο ατόμων ενός είδους.

Ενας αριθμός διαφορετικών μεθόδων έχει ήδη ή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε μελέτες διάκρισης ιχθυοπληθυσμών. Κάθε κατάταξη ή απαρίθμηση των διαφόρων μεθόδων θεωρείται περισσότερο αυθαίρετη παρά φυσική, καθώς αρκετές από τις μεθόδους αλληλεπικαλύπτονται (Bagenal, 1978). Μεταξύ των μεθόδων, που έχουν χρησιμοποιηθεί για διάκριση ιχθυοπληθυσμών συγκαταλέγονται οι παρακάτω:

1.-**Ανατομικές μελέτες** με χρήση μορφομετρικών και μεριστικών χαρακτήρων (εξωτερικών και εσωτερικών), καθώς και αναλογιών ανάμεσα σε ομάδες τέτοιων χαρακτήρων ή η παρουσία-απουσία μιάς δομής (όπως δόντια, ψευδοβράγχια κ.λ.π.).

2.-**Μαρκάρισμα και επανασύλληψη**, που παράλληλα με τις πληροφορίες για την έννοια της μονάδας του ιχθυαποθέματος, χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του μεγέθους ενός πληθυσμού και την διαπίστωση μετακινήσεων και μεταναστεύσεων.

3.-**Χαρακτηριστικά του κύκλου ζωής** των ψαριών, όπως διαφορές στην εποχή αναπαραγωγής ή την θερμοκρασιακή απαίτηση για την έναρξη της αναπαραγωγής.

4.-**Φυσιολογικά χαρακτηριστικά**, όπως εγγενή αναπτυξιακά χαρακτηριστικά, τα οποία αντικατοπτρίζονται συνήθως στους ρυθμούς ανάπτυξης.

5.-**Βιοχημικές μελέτες**, όπως ανίχνευση αιματολογικών διαφορών στον ορό και τα κύτταρα του αίματος με χρήση αντιδράσεων αντιγόνου-αντισώματος, ανίχνευση διαφορών σε αμινοξέα μυών με χρωματογραφία χάρτου κ.λ.π.

6.-**Γενετικές μελέτες** με τη χρήση γενετικών σημάτων (genetic markers), δηλαδή τμημάτων του DNA ή άμεσων παραγώγων του (RNA, πρωτεΐνες), που παρουσιάζουν πολυμορφισμό μέσα στο είδος. Μεταξύ των ευρύτερα διαδεδομένων γενετικών σημάτων περιλαμβάνονται το μιτοχονδριακό DNA και οι ηλεκτροφορητικά διακριτές μορφές πρωτεϊνών (αλλοένζυμα).

Γιά τη μελέτη της **πληθυσμιακής δομής** και της **διάκρισης αμιγών αποθεμάτων** ιχθυοπληθυσμών χρησιμοποιούνται πρόσφατα οι γενετικές μέθοδοι με τη χρήση γενετικών σημάτων. Οι γενετικοί σημαντές είναι κατάλληλα εργαλεία για διάκριση των αμιγών ιχθυοαποθεμάτων, αποθεμάτων δηλαδή που παρουσιάζουν σχεδόν απόλυτη απομόνωση (πολύ μικρή ή καθόλου γενετική ροή) και για μεγάλα χρονικά διαστήματα (τάξεως εκατοντάδων χιλιάδων ή και εκατομμυρίων ετών), στα οποία οι πληθυσμοί συσσωρεύουν μεταλλακτικές αλλαγές με αποτέλεσμα τη γενετική τους διαφοροποίηση.

Γιά περιπτώσεις διαχείρισης αλιευτικών αποθεμάτων η έννοια του **αλιευτικού αποθέματος** είναι η καταλληλότερη. Κατά την έννοια του **αλιευτικού αποθέματος** η χρονική κλίμακα είναι πολύ πιο περιορισμένη. Τό ζητούμενο απ' αυτή την άποψη είναι κατά πόσο ένα **διαχειριστικό απόθεμα** δέχεται εισροή μεταναστών από γειτονικούς υποπληθυσμούς (ώστε

π.χ. σε περιπτώσεις υπεραλίευσης να μπορεί να καθοριστεί εάν και πότε το συγκεκριμένο απόθεμα θα μπορούσε να ανακάμψει). Ετσι, ένα ποσοστό ατόμων μεταξύ διαφορετικών υποπληθυσμών ενός είδους μπορεί να ανταλλάσσεται μεταξύ διαφορετικών αλιευτικών αποθεμάτων. Το ποσοστό ανταλλαγής, ενώ μειώνει την γενετική απομόνωση μεταξύ των υποπληθυσμών, εντούτοις μπορεί να μην είναι αρκετό ώστε να επιφέρει την ανάκαμψη ενός αποθέματος σε περίπτωση υπεραλίευσης σε σύντομο χρονικό διάστημα, το οποίο επιβάλλεται από οικονομικούς κυρίως περιορισμούς. Σε παρόμοιες περιπτώσεις, ενώ οι επιμέρους υποπληθυσμοί μπορούν να θεωρηθούν ως διαφορετικές μονάδες από πλευράς αλιευτικής διαχείρισης, γενετικά εμφανίζονται ομοιογενείς και δεν μπορούν να θεωρηθούν διαφορετικά αμιγή αποθέματα.

3. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ

Ο τρόπος, που μπορούμε να ξεχωρίσουμε τις διάφορες ομάδες ενός πληθυσμού είναι η αναγνώριση ορισμένων διακριτών χαρακτηριστικών, που έχουν τα άτομα της κάθε ομάδας. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα πρέπει να είναι **πλαστικά** δηλαδή να μεταβάλλονται από περιοχή σε περιοχή αλλά να είναι ίδια στην ίδια ομάδα ή σε κάθε περιοχή. Τέτοια είναι τα **μορφομετρικά και μεριστικά χαρακτηριστικά** που είναι **φαινοτυπικά** χαρακτηριστικά (που δεν βρίσκονται μόνο κάτω από την επίδραση του γενοτύπου (DNA) αλλά **κάτω από την επίδραση του περιβάλλοντος**. Αυτά μπορεί να προκύπτουν από γονίδια, των οποίων η γενετική βάση δεν είναι ακόμη σαφώς καθορισμένη. Η εμφάνιση τέτοιων φαινοτυπικών χαρακτηριστικών μπορεί να είναι αποτέλεσμα της έκφρασης γονιδίων σε συνάρτηση με το περιβάλλον, αλλά και σε συνδυασμό με ολόκληρο τον υπόλοιπο γενότυπο. Διαφορές αυτών των χαρακτηριστικών, αντικατοπτρίζονται στην ικανότητα επιβίωσης των ατόμων, με αποτέλεσμα την διαφορική αναπαραγωγή γονοτύπων προσαρμοστικά επιτυχημένων. Κατ' αυτό τον τρόπο, ενώ δεν γνωρίζουμε επακριβώς την δυνατότητα κληρονομής τέτοιων γονιδίων ή πιθανές γενετικές συσχετίσεις μεταξύ τους ή με άλλα γονίδια, **είμαστε σε θέση να διακρίνουμε διαφορές στα χαρακτηριστικά αυτά, ικανές για να προσδιορίσουμε ορισμένες διακριτές ομάδες**.

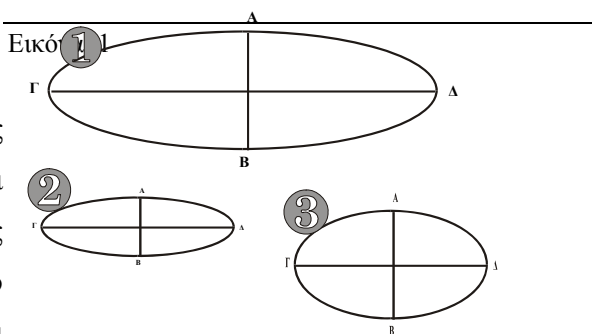
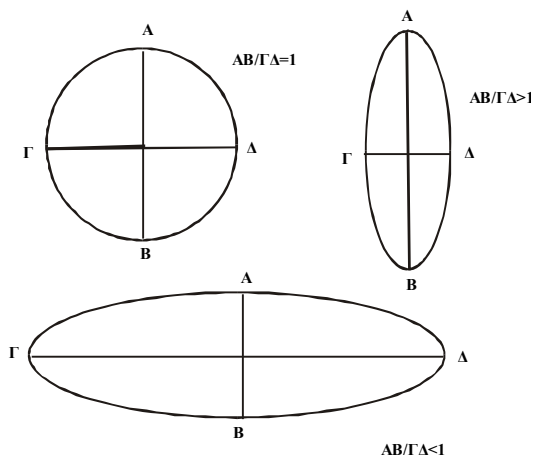
Η χρήση της μεθόδου ανάλυσης των **μορφομετρικών και μεριστικών χαρακτήρων** είναι κατάλληλη για περιπτώσεις αντίχενωσης **αλιευτικών διαχειριστικών αποθεμάτων**, καθώς οι μορφομετρικοί και μεριστικοί χαρακτήρες είναι μερικώς μόνο καθορισμένοι γενετικά και βρίσκονται καθαρά κάτω από την επίδραση της φυσικής επιλογής.

4. ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ

Μελέτη σωματικών αναλογιών (μορφομετρία)

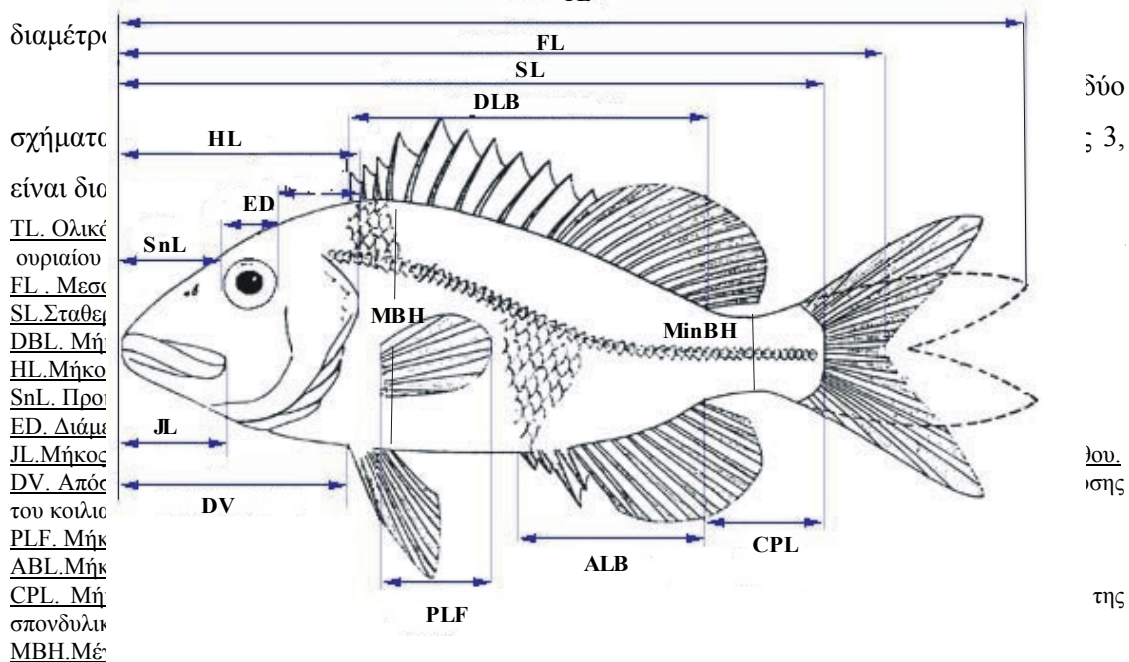
Συνήθως όταν είναι να περιγράψουμε την μορφή ενός οργανισμού χρησιμοποιούμε εκφράσεις ποιοτικού χαρακτήρα όπως πχ κοντό-χονδρό, που προσδιορίζει ότι το ύψος (ή το μήκος) είναι σχετικά μικρό σε σχέση με το πλάτος, δίνοντας την εντύπωση του κοντό-χονδρού. Αυτό μας δίνει την δυνατότητα να κατατάξουμε έναν οργανισμό στους κοντόχοντρους ή στους μακρύ-λεπτους εφόσον έχουμε και τους δύο τύπους μπροστά μας για άμεση σύγκριση ή έχουμε συμφωνήσει σε μια κλίμακα που θα κατατάσσει τους μέχρι τόσο κοντόχοντρους στους μακρύ-λεπτους και το αντίστροφο. Έτσι όταν είναι να μιλάμε για πόσο κοντόχοντρος είναι ένας οργανισμός ουσιαστικά πρέπει να κατασκευάσουμε μια ποσοτική κλίμακα που θα περιγράφει τις παραπάνω περιγραφές της μορφής.

Η χρήση των αναλογιών ενός αντικειμένου μας δίνει την ποσοτική έκφραση της μορφής του. Για παράδειγμα η διαφορά στην μορφή του κύκλου και της έλλειψης μπορούν να εκφραστούν ως λόγος της οριζόντιας διαμέτρου και της κατακόρυφης, όπου στον κύκλο ο λόγος (αναλογία) είναι ίσον με 1 (δηλαδή οι ακτίνες ίσες), ενώ στην έλλειψη ο λόγος αυτός είναι μικρότερος ή μεγαλύτερος από το την μονάδα. (Εικόνα 1). Για να είναι σωστή η σύγκριση μεταξύ των τριών σχημάτων της εικόνας 1 πρέπει ο παρονομαστής να αναφέρεται στην ίδια διάμετρο δηλαδή στην διάμετρο ΓΔ.



Εικόνα 2.

Στην εικόνα 2 φαίνεται ότι η οριζόντια διάμετρος αναφέρεται στον αριθμό της



Εικόνα 3. Σχηματική απεικόνιση μετρήσεων μερικών μορφομετρικών χαρακτήρων.

Καταχώριση Μετρήσεων:

Η καταχώριση των μετρήσεων γίνεται σε έναν πίνακα της παρακάτω μορφής όπου :

- Καταγράφουμε τα γενικά στοιχεία του δείγματος (Κωδικός δείγματος . Ημερομηνία , Τοποθεσία, κ.ά.)
- Τα ατομικά στοιχεία τα οποία συνοδεύονται από ένα ατομικό κωδικό (A/A).

Προσοχή : Οι κωδικοί (Κωδικός δείγματος, A/A) θα πρέπει να είναι μοναδικοί και να αντιπροσωπεύουν ένα συγκεκριμένο δείγμα και σε ένα συγκεκριμένο άτομο.

Κωδικός δείγματος:

Ημερομηνία :

Τοποθεσία δειγματοληψίας:

| A/A | TL | FL | SL | HL | DBL | ED | SnL | JL | DV | PLF | MBH | ABL | CPL | MinBH |
|-----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

*Οι μετρήσεις για όλους τους χαρακτήρες θα πρέπει να γίνονται στο ίδιο μετρικό σύστημα και στις ίδιες μονάδες πχ, mm ή cm ή m.

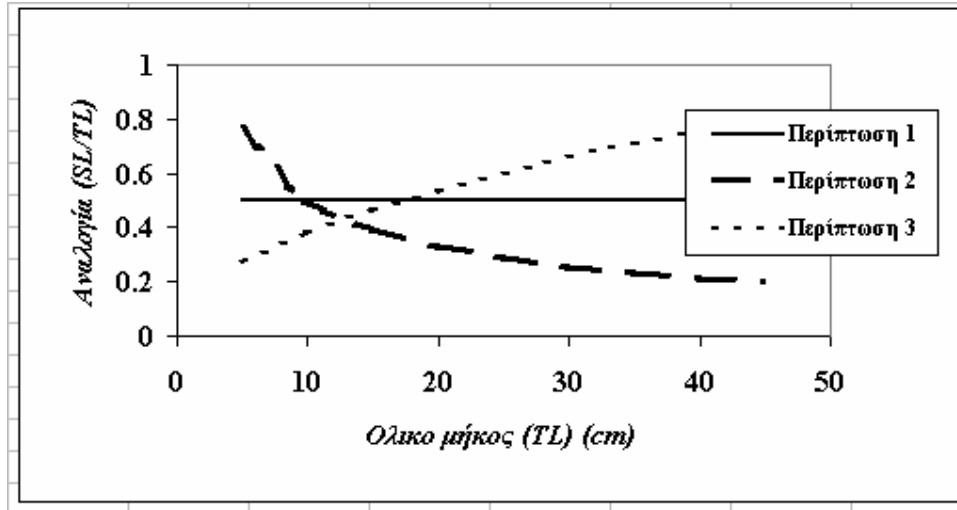
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Όπως αναφέρθηκε αρχικά, η διατήρηση της μορφής ανεξάρτητα από το μέγεθος είναι συνεφασμένη με την σταθερότητα των αναλογιών κατά την μεταβολή του μεγέθους.

Για κάθε χαρακτήρα εξετάζουμε την σταθερότητα της αναλογίας σε σχέση με κάποιο άλλο χαρακτήρα. Στην εικόνα 4 βλέπουμε τις δυνατές περιπτώσεις που περιμένουμε όσον αναφορά στην σταθερότητα της αναλογίας του χαρακτήρα SL σε σχέση με το TL. Στην περίπτωση 1 η αναλογία παραμένει σταθερή με την αύξηση του ολικού μήκους. Στην περίπτωση 2 η αναλογία παρουσιάζει τάση μείωσης με την αύξηση του ολικού μήκους, ενώ στην περίπτωση 3 η αναλογία παρουσιάζει τάση αύξησης σε σχέση με την αύξηση του ολικού μήκους. Στις περιπτώσεις 2 και 3 φαίνεται ότι η αναλογία του μελετούμενου χαρακτηριστικού αυξάνει δυσανάλογα με την αύξησης του ολικού μήκους. Στις περιπτώσεις αυτές λέμε ότι ο χαρακτήρας παρουσιάζει **αλλομετρία** και όταν παρατηρείται τάση μείωσης αυτό χαρακτηρίζεται ως αρνητική αλλομετρία ενώ στην τάση αύξησης θετική αλλομετρία.

Όταν παρατηρείται αλλομετρία σε κάποιον χαρακτήρα αναμένουμε ότι προοδευτικά με την αύξηση του μεγέθους του οργανισμού να έχουμε αλλαγή της μορφής του σώματος.

Στην περίπτωση 1 όπου έχουμε σταθερή αναλογία με την αύξηση του ολικού μήκους τότε λέμε ότι χαρακτήρας SL παρουσιάζει ισομετρία σε σχέση με το ολικό μήκος. Έτσι όταν έχουμε ισομετρία δεν αναμένουμε αλλαγή της μορφής του οργανισμού.



Εικόνα 4. Αναλογία του σταθερού μήκους σώματος ενός είδους ψαριού σε σχέση με το ολικό μήκος, συναρτήσει του ολικού μήκους.

Βέβαια περιμένουμε ότι από το σύνολο των χαρακτήρων που περιγράφουμε παραπάνω μερικοί θα παρουσιάζουν αλλομετρία (θετική ή αρνητική) και κάποιοι άλλοι ισομετρία.

Από το σύνολο των χαρακτήρων μόνο αυτοί που παρουσιάζουν αλλομετρία είναι υπεύθυνοι για την αλλαγή της μορφής.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 5^ο

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ & ΛΗΨΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Είναι σημαντικό σε μια μελέτη διατροφής ενός είδους ψαριού να γνωρίζουμε για κάποια χρονική στιγμή την πληρότητα των στομάχων του είδους. Αν μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε αυτό το θέμα τότε θα πρέπει να εξετάσουμε το σύνολο των στομάχων των ατόμων του συγκεκριμένου είδους. Το σύνολο αυτό ονομάζεται **πληθυσμός** και κάθε στοιχείο του, δηλαδή κάθε στομάχι και κατ' επέκταση κάθε άτομο, ονομάζεται μονάδα ή άτομο.

Το χαρακτηριστικό που μας ενδιαφέρει είναι η πληρότητα του στομάχου. Λέμε τότε ότι η πληρότητα του στομάχου είναι μεταβλητή που παίρνει τις τιμές: «άδειο», «μισοάδειο», «μισογεμάτο», «γεμάτο». Επειδή οι τιμές της μεταβλητής δεν είναι αριθμοί λέμε ότι η μεταβλητή αυτή είναι **ποιοτική**, δηλαδή αναφέρεται στο είδος και όχι στην ποσότητα κάποιου πράγματος.

Αν μας ενδιαφέρει να εξετάσουμε τον αριθμό των σκληρών ακτίνων του πρώτου ραχιαίου πτερυγίου ενός είδους ψαριού τότε ο πληθυσμός είναι το σύνολο των ατόμων του είδους και καθένας από τα άτομα είναι μια μονάδα ή άτομο.

Η μεταβλητή στο παράδειγμα είναι ο αριθμός των ακτίνων του πρώτου ραχιαίου και προφανώς οι τιμές της μεταβλητής αυτής είναι αριθμοί, γι' αυτό λέμε ότι οι μεταβλητές είναι **ποσοτικές**, αναφέρονται δηλαδή στην ποσότητα κάποιου πράγματος και όχι στο είδος του. Επιπλέον, οι μεταβλητές αυτές μπορούν να πάρουν μόνον κάποιες διακεκριμένες τιμές τις 0, 1, 2, ..., 18, 19, 20, γι' αυτό ονομάζονται **διακριτές μεταβλητές**.

Αν μας ενδιαφέρει ο χρόνος που κάνει ένα αστικό λεωφορείο για τη διαδρομή Αθήνα – Χαλάνδρι τότε πρέπει να εξετάσουμε ένα

σύνολο που περιέχει πολλές τέτοιες διαδρομές. Το σύνολο αυτό είναι ο πληθυσμός και καθεμία διαδρομή είναι μια μονάδα ή άτομο.

Μερικά παραδείγματα

- Το πλήθος των ατόμων ενός εκτρεφόμενου είδους σε μια ιχθυοκαλλιέργεια είναι ποσοτική και διακριτή μεταβλητή αφού μπορεί να πάρει τις τιμές 0, 1, 2,
- Το έτος έναρξης λειτουργίας των ιχθυοκαλλιεργειών της Δυτικής Ελλάδας είναι επίσης ποσοτική μεταβλητή επειδή μπορεί να πάρει τις τιμές ..., 1980, 1981, 1982, ...
- Το ολικό μήκος ενός ψαριού είναι ποσοτική και συνεχής μεταβλητή αφού δεν παίρνει μόνο κάποιες συγκεκριμένες και διακεκριμένες τιμές αλλά παίρνει οποιαδήποτε τιμή ενός διαστήματος π.χ. από 5 έως 50 cm.
- Η βάρος ενός ψαριού είναι επίσης ποσοτική και συνεχής μεταβλητή.
- Ο χρωματισμός των ψαριών είναι ποιοτική μεταβλητή επειδή οι τιμές που παίρνει δεν είναι αριθμοί. Οι τιμές αυτές μπορούν να είναι: «βενθικός», «φυτικός», «πελαγικός», «αγέλης», «γαμήλιος» κτλ.
- Ο χαρακτήρας της επίδοσης ενός σπουδαστή στο εργαστήριο της ιχθυολογίας Π είναι επίσης ποιοτική μεταβλητή και παίρνει τις τιμές: «κακώς», «ανεπαρκής», «σχεδόν καλώς», «καλώς», «λίαν καλώς», «άριστα».

Η μεταβλητή είναι ο χρόνος της διαδρομής και είναι προφανώς ποσοτική μεταβλητή αφού οι τιμές της είναι αριθμοί. Ωστόσο η μεταβλητή αυτή δεν παίρνει μόνο κάποιες διακεκριμένες τιμές αλλά παίρνει οποιαδήποτε τιμή μεταξύ π.χ. των 15 λεπτών και των 2 ωρών, γι' αυτό ονομάζεται **συνεχής μεταβλητή**.

Γενικότερα:

Πληθυσμός είναι το σύνολο του οποίου τα στοιχεία εξετάζουμε ως προς κάποια χαρακτηριστικά τους.

Μεταβλητή είναι κάθε χαρακτηριστικό ως προς το οποίο εξετάζουμε τα στοιχεία του πληθυσμού. Οι μεταβλητές διακρίνονται σε:

A) ποσοτικές, αν οι τιμές τους είναι αριθμοί.

Αυτές διακρίνονται σε:

i) **Διακριτές**, αν οι τιμές τους είναι διακεκριμένες

ii) **Συνεχείς**, αν οι τιμές τους μπορούν να είναι οποιοδήποτε αριθμοί ενός διαστήματος (α , β).

B) Ποιοτικές, αν οι τιμές τους δεν είναι αριθμοί.

ΑΠΟΓΡΑΦΗ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Εφόσον έχουμε καθορίσει ποιο σύνολο μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε και ως προς ποια χαρακτηριστικά, δηλαδή εφόσον έχουμε καθορίσει ποιους είναι ο πληθυσμός και ποιες είναι οι μεταβλητές, συλλέγουμε τις απαιτούμενες πληροφορίες από τον πληθυσμό.

Ο πιο προφανής τρόπος για να γίνει αυτό είναι να ελέγξουμε όλες τις μονάδες του πληθυσμού.

Λέμε τότε ότι κάνουμε **απογραφή**.

Για παράδειγμα, προκειμένου να βρούμε πόσα άτομα σε ένα κλωβό ιχθυοκαλλιέργειας τσιπούρας έχουν την σκελετική ανωμαλία της λόρδωσης εξετάζουμε όλα τα άτομα που βρίσκονται στον κλωβό και αναζητούμε τον αριθμό των ατόμων με λόρδωση.

Η απογραφή αν και δίνει την καλύτερη αξιοπιστία –απαντά επακριβώς στο ερώτημα- έχει προφανείς τεχνικές δυσκολίες αφού αναφέρεται σε ολόκληρο τον πληθυσμό που μπορεί να έχει πολύ μεγάλο πλήθος μονάδων. Οπότε θα απαιτεί μεγάλο κόστος έναντι της πληροφορίας που παίρνουμε.

- Αν μας ενδιαφέρει η διάρκεια ζωής των ηλεκτρικών λαμπτήρων που παράγει ένα εργοστάσιο τότε απογραφή θα σήμαινε πως θα ανάβαμε όλες τις λάμπες που παράγει το εργοστάσιο μέχρι να καούν.
- Αν μας ενδιαφέρει η κομματική προτίμηση των ψηφοφόρων τότε η απογραφή θα σήμαινε πως θα έπρεπε να ρωτήσουμε όλους τους ψηφοφόρους, έναν-έναν, ποιο κόμμα προτίθενται να ψηφίσουν.

Από τα παραπάνω παραδείγματα είναι φανερό η ανάγκη ανάπτυξης μεθόδων με τις οποίες θα εξαγάγουμε συμπεράσματα ελέγχοντας ένα μέρος μόνο του πληθυσμού, δηλαδή ένα

δείγμα και όχι ολόκληρο τον πληθυσμό. Η διαδικασία επιλογής του δείγματος ονομάζεται **δειγματοληψία**. Συνήθως η δειγματοληψία δεν είναι απλή υπόθεση.

- *Αν υποθέσουμε ότι ένα μεγάλο βαρέλι είναι γεμάτο με πράσινα και κόκκινα μήλα, ανακατεμένα. Ποια είναι περισσότερα, τα πράσινα ή τα κόκκινα μήλα; Ο μοναδικός τρόπος για να δώσουμε ακριβή απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι να μετρήσουμε όλα τα μήλα, δηλαδή να κάνουμε απογραφή. Μπορούμε ωστόσο να δώσουμε μια πολύ αξιόπιστη απάντηση χωρίς να κάνουμε όλον αυτόν τον κόπο. Θα βγάλουμε απ' το βαρέλι μερικά μήλα τα οποία θα αποτελέσουν το δείγμα και θα τα μετρήσουμε μόνο αυτά. Αν βρούμε ότι στο δείγμα τα πράσινα μήλα είναι περισσότερα τότε θα μπορούμε ίσως να υποθέσουμε ότι το ίδιο ισχύει και για ολόκληρο το βαρέλι.*

Για να μπορούμε όμως να κάνουμε αυτή την υπόθεση θα πρέπει να έχουμε εξασφαλίσει κάποιες προϋποθέσεις.

- Καταρχήν το δείγμα δεν πρέπει να είναι πολύ μικρό. Αν το δείγμα αποτελείται π.χ. από τρία μόνο μήλα τότε είναι προφανές πως δεν θα μπορούμε να βγάλουμε αξιόπιστο συμπέρασμα.
- Επιπλέον, επειδή δεν ξέρουμε με ποιο τρόπο είναι ανακατεμένα τα μήλα μέσα στο βαρέλι, δεν πρέπει να πάρουμε τα μήλα του δείγματος μόνο από την επιφάνεια του βαρελιού αλλά και από τον πυθμένα, και από τη μέση και γενικά από πολλά σημεία του βαρελιού.
- Με άλλα λόγια πρέπει να πάρουμε το δείγμα με όσο είναι **δυνατόν τυχαίο τρόπο**. Εφόσον το κάνουμε αυτό τότε θα μπορούμε να λέμε πως το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό και επομένως πως ό,τι ισχύει για το δείγμα θα ισχύει περίπου το ίδιο και για όλα τα μήλα του βαρελιού.

*Η δειγματοληψία είναι μια πολύ κρίσιμη διαδικασία της στατιστικής. Αν το δείγμα δεν έχει επιλεγεί σωστά τότε ολόκληρη η στατιστική μελέτη και τα αποτελέσματά της μπορούν να είναι εξίσου αναξιόπιστα με το οποιοδήποτε **μάντεμα**. Αν όμως έχει γίνει σωστή επιλογή του δείγματος τότε η **στατιστική μελέτη μπορεί να δώσει πολύ έγκυρα αποτελέσματα**.*

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ (Καταχώρισης Δεδομένων)

Όταν γίνεται μια δειγματοληψία στόχο έχει την μελέτη της μεταβλητής για την οποία γίνεται. Ωστόσο όμως επειδή τα συμπεράσματα από την μελέτη πρέπει να έχουν προβλεπτική αξία, όταν παίρνουμε ένα δείγμα και προκειμένου εξάγουμε συμπεράσματα για την μεταβλητή χρειαζόμαστε το σύνολο των πληροφοριών οι οποίες έδρασαν για την διαμόρφωση αυτής της εικόνας που παρουσιάζει η μεταβλητή. Πχ εάν θέλουμε να δούμε την ηλικιακή δομή του γαύρου στον Πατραϊκό κόλπο δεν έχουμε παρά να πάρουμε ένα δείγμα να αναγνωρίσουμε ηλικίες και να κατατάξουμε τα άτομα σε ηλικίες και να πούμε 10% των ατόμων είναι 0-5 έτους 60% 6-15 έτους και 30 % 16-65 ετών κτλ. Όμως η εικόνα της μεταβλητής δίνει την περιγραφή της ηλικιακής δομής την στιγμή και μόνο την στιγμή και για τον χώρο της δειγματοληψίας. Εάν τώρα τα μεγαλύτερης ηλικίας άτομα μεταναστεύουν σε βαθύτερα νερά από αυτά της δειγματοληψίας τότε θα δίναμε μια εσφαλμένη εικόνα για την πραγματική ηλικιακή δομή του πληθυσμού γαύρου στον Πατραϊκό κόλπο. Επειδή όπως είπαμε δεν έχουμε την δυνατότητα να κάνουμε απογραφή όλων των ατόμων του γαύρου του Πατραϊκού,

καταφεύγουμε και στην παράλληλη συλλογή στοιχείων που υποψιαζόμαστε ότι επηρεάζουν την μεταβλητή που μελετάμε.

Έτσι το σύνολο των πληροφοριών ενός δείγματος μπορούν να χωρισθούν σε δύο ομάδες:

α) οι πληροφορίες που συνοδεύουν το δείγμα αλλά δεν περιέχονται σε αυτό. Τέτοιες πληροφορίες είναι ο χρόνος που συλλέχθηκε το δείγμα, η περιοχή, πληροφορίες συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή κατά την δειγματοληψία και γενικά ένα σύνολο εξωγενών παραγόντων για τους οποίους υποψιαζόμαστε ότι επηρεάζουν την μεταβλητή που θέλουμε να μελετήσουμε.

β) Πληροφορίες που περιέχονται στο δείγμα και αποτελούν την μεταβλητή

Η καταχώρηση των πληροφοριών γίνεται σε πίνακες για τα οποία κυριαρχεί η φιλοσοφία να μπορούμε ανά πάσα στιγμή και γρήγορα να βρούμε όλα τα στοιχεία ενός συγκεκριμένου ατόμου. Ουσιαστικά είναι κωδικοποιημένη καταχώρηση που μας δίνει την δυνατότητα από ένα μεγάλο σύνολο δειγμάτων που θα περιλαμβάνει η μελέτη μας να μπορούμε γρήγορα να αναζητήσουμε τα ατομικά στοιχεία του ενός και μοναδικού ατόμου που μας ενδιαφέρει.

Ένας τέτοιος πίνακας ονομάζεται πρωτόκολλο και έχει την παρακάτω μορφή:

ΠΡΩΤΟΚΟΛΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΛΟΜΕΝΩΝ Αρ..... (θέτουμε αυξοντα αριθμό)

Μελέτη: ... (Τίτλος μελέτης)

Είδος:

Κωδικός δείγματος: ... (Αριθμός με συνθηματικά γράμματα πχ...25BA)

Ημερομηνία :

Τοποθεσία δειγματοληψίας:

Ωρα.....

Καλάδα.....

| A/A | Βασικές Μετρήσεις | | | | Μακροσκοπικές παρατηρήσεις | | | | Ηλικία | | | | | | | | Αναπαραγωγή | | |
|-----|-------------------|----|----|---|----------------------------|----|---|---|--------|----|----|----|----|----|----|----|-------------|----|-----|
| | TL | FL | SL | W | sex | FS | F | H | Rol | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | Rn | Wg | SM | Feq |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A/A αύξων αριθμός ατόμου
 TL, SL, FL= Ολικό, σταθερό, μεσουσουριαίο μήκος (μέτρηση σε m ή cm ή mm ανάλογα με το είδος)
 W, Wg, H= Ολικό βάρος σώματος, βάρος γονάδων, βάρος συκωτιού (μέτρηση σε mg, gr, Kg ανάλογα με το μέγεθος)
 Sex =φύλο (χρησιμοποιούμε σύμβολα για το φύλα και τα μη αναγνωρίσιμα , για υπολογιστικούς λόγους μπορούμε ναχρησιμοποιούμε 1 =αρσενικά 2 =θηλυκά 0=μη αναγνωρίσιμα)
 FS = πληρότητα στομάχου (συμπληρώνεται με μακροσκοπική κλίμακα)
 F=λίπος (συμπληρώνεται με μακροσκοπική κλίμακα)
 Rol, 1,2,3,,n= ακτίνες περιδικών δακτυλίων σκελετικού στοιχείου
 SM= Στάδιο ωριμότητας γονάδων (συμπληρώνεται με μακροσκοπική ή μικροσκοπική κλίμακα)
 Feq=Αριθμός αυγών στην γονάδα (μέτρηση με ειδική μέθοδο)

Το πρωτόκολλο αυτό περιλαμβάνει τις πληροφορίες που συνοδεύουν το δείγμα και τον κυρίως πίνακα όπου περιλαμβάνει για το κάθε άτομο όλες τις πληροφορίες που θέλουμε σε μια γρήγορη εκτίμηση της ηλικιακή δομή και βιομάζα (βασικές μετρήσεις), την σύνθεση φύλου, διατροφική κατάσταση να εξάγουμε βιολογικούς δείκτες (ηπατοσωματικός δείκτης, δείκτης λίπους, δείκτης κατάστασης), την πιο εμπειριστατωμένη εκτίμηση της ηλικίας με την μέθοδο της ανάλυσης των περιοδικών ζωνώσεων στα σκληρά σκελετικά στοιχεία, την αναπαραγωγική κατάσταση του είδους και την γονιμότητα του.

Όπως καταλαβαίνουμε τα περιεχόμενα του πρωτοκόλλου είναι διαφορετικά σε κάθε μελέτη ανάλογα με τον στόχο και να αναμενόμενα αποτελέσματα αυτής. Ωστόσο όμως σε όλα τα πρωτόκολλα τηρείται η πειθαρχία της κωδικοποίησης των στοιχείων για συντόμευση στον χρόνο καταχώρησης και αναζήτησης.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 6^ο

**ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΚΙΑΣ 1
(ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ & ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)**

ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ (για άγριους πληθυσμούς ψαριών)

Η ανάπτυξη - η βαθμιαία μεταβολή με το χρόνο του μεγέθους ενός ζωντανού οργανισμού- εξαρτάται από ενδογενείς παράγοντες που καθορίζουν την οντογενετική εξέλιξη του οργανισμού και από εξωγενείς παράγοντες οι οποίοι ρυθμίζουν, ανά οντογεννητικό στάδιο, τη μεταβολή του μεγέθους. Έτσι λοιπόν ρυθμιστικό ρόλο στην ανάπτυξη των ψαριών παίζουν το σύνολο των φυσικοχημικών παραμέτρων σε συνδυασμό με την ποσότητα και την ποιότητα της τροφής. Στα είδη των ψαριών που ζουν σε εύκρατες περιοχές η επίδραση της θερμοκρασίας και της διαθέσιμης τροφής είναι πολύ έντονη, επιφέροντας εποχιακές μεταβολές στον ρυθμό αύξησης οι οποίες αποτυπώνονται με τη μορφή δακτυλίων στα σκελετικά τους στοιχεία, και αποτελούν το βασικό εργαλείο για τη μελέτη της αύξησης.

Η μελέτη των ρυθμών αύξησης σε σχέση με την ηλικία σε μία ιχθυολογική έρευνα, αποσκοπεί στην εκτίμηση του ρυθμού μεταβολής του μήκους και του βάρους σε σχέση με το χρόνο, μια παράμετρος αποφασιστικής σημασίας για τη διαχείριση ενός ιχθυοαποθέματος.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός περιορίζεται σε εργαλεία μέτρησης του ολικού μήκους και βάρους καθώς και στην μέτρηση των μικροαποστάσεων της τάξεως του 0.1 mm. Έτσι ανάλογα με το μέγεθος των ατόμων του εξεταζόμενου πληθυσμού, οι μετρήσεις ολικού μήκους (TL), για τα άτομα μεγαλύτερα των 10 cm, γίνονται με τη χρήση ιδιοκατασκευαζόμενου ιχθυόμετρου με ακρίβεια 0.1 cm και βάρους με τη χρήση ηλεκτρονικού ζυγού με ακρίβεια 0.1 gr. Στα μικρότερα άτομα (4-10 cm) το ολικό μήκος μετράτε με τη χρήση **παχύμετρου** ενώ για το βάρος απαιτείται ακρίβεια τουλάχιστον της τάξεως του 0.01 gr (χρήση ηλεκτρονικού ζυγού). Τέλος για τον γόνο και λάρβες οι μετρήσεις ολικού μήκους γίνονται με την χρήση **μικρομετρικής κλίμακας** προσαρμοσμένη σε στερεοσκόπιο.

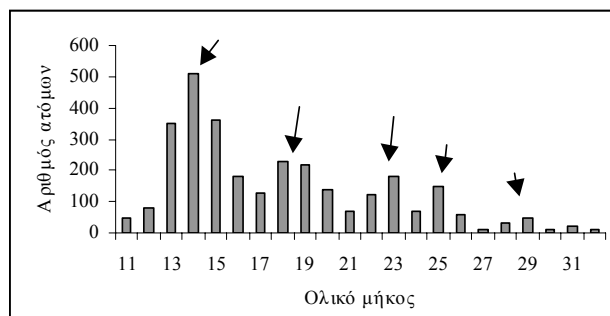
ΠΡΟΣΟΧΗ!!!!!!!!!!!!

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

- Το **δείγμα** είναι μέρος των ατόμων ενός πληθυσμού το οποίο «περιέχει» όλες τις πληροφορίες για τον πληθυσμό. Γίνεται κατανοητό ότι η αξιοπιστία των συμπερασμάτων μας που αφορούν τον πληθυσμό **εξάγονται** από το δείγμα. Έτσι λοιπόν επιβάλλεται να ελαχιστοποιήσουμε την πιθανότητα εισόδου μη πραγματικής πληροφορίας στο δείγμα. Αυτό επιτυγχάνεται με την λήψη τυχαίου δείγματος από τον προς μελέτη πληθυσμό. Στο πεδίο όμως είναι μάλλον αδύνατη η λήψη τυχαίου δείγματος, οπότε είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τον βαθμό απόκλισης από την τυχαία δειγματοληψία, η οποία προέρχεται από την χρήση του δειγματοληπτικού (αλιευτικού) εργαλείου.
- Όταν το δείγμα μας είναι αρκετά μεγάλο πχ. ολική παραγωγή μια τράτας, προχωράμε στην ομαδοποίηση (στρωματοποίηση) ως προς ένα χαρακτηριστικό πχ. το ολικό μήκος και λαμβάνουμε υποδείγμα, έτσι ώστε από έναν μεγάλο αριθμός ατόμων να εξετάσουμε κλάσμα χωρίς αλλοίωση της πρωτογενούς πληροφορίας μειώνοντας όμως το κόστος της μελέτης (χρόνος, χρήμα).

ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

- Αναγραφή για κάθε άτομο του δείγματος (ή υποδείγματος) *τόπος, τρόπος και χρόνος* συλλογής.
- Σε κάθε άτομο λαμβάνεται οι βασικές μετρήσεις, όπως ολικό (TL) ή μεσοουριαίο (FL) ή σταθερό (SL) μήκος σώματος και βάρος σώματος (W).
- Εξακρίβωση του φύλου και του σταδίου γεννητικής ωριμότητας του κάθε ατόμου.
- Λήψη των σκληρών κατασκευών που θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση και αξιολόγηση της ηλικίας (λέπια, ωτόλιθοι, ακτίνες, βραγχιακό επικάλυμμα, σπόνδυλοι).

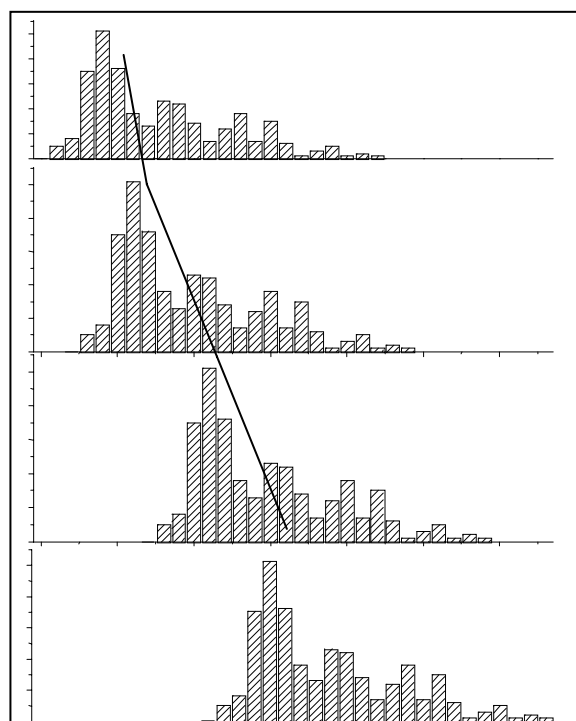


Σχήμα 1. Η μέθοδος εκτίμησης ηλικίας από στοιχεία μήκους (τα βέλη δείχνουν τις σχετικές ηλικίες).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΗΚΟΥΣ

Από την κατά μήκος σύνθεση ενός ιχθυοπληθυσμού σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή είναι δυνατόν να αναγνωριστούν κορυφές οι οποίες αποδίδονται σε σχετικές ηλικίες (σχήμα 1). Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην υπόθεση ότι όλα τα άτομα του πληθυσμού παρουσιάζουν τον ίδιο ρυθμό αύξησης και ότι το μέγεθος (μήκος) των ατόμων μιας συγκεκριμένης «γέννας» είναι μια κανονική κατανομή. Έτσι με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται «μετακίνηση» της κάθε κατανομής προς μεγαλύτερα μέσα μήκη. Για τα είδη όπου η αναπαραγωγή γίνεται μια φορά τον χρόνο, τότε σε ένα δείγμα οι διαφορετικές κατανομές που φαίνονται αποτελούν τις κατανομές μήκους των διαφορετικών ηλικιών.



Σχήμα 2. Εποχιακή μεταβολή της σύνθεσης μήκους σε έναν ιχθυοπληθυσμό (υποθετικά δεδομένα) και εκτίμηση της αύξησης από την μέθοδο Petersen.

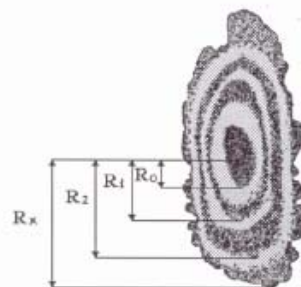
Η μέθοδος είναι γνωστή ως μέθοδος Petersen (από το όνομα του γνωστού ερευνητή) και δίνει γρήγορα αποτελέσματα έναντι μικρής ακρίβειας. Η μέθοδος δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα σε είδη που παρουσιάζουν μικρή αναπαραγωγική περίοδο και σχετικά μεγάλους ρυθμούς αύξησης, αλλά πάντα παραμένει το πρόβλημα διαχωρισμού των ατόμων της μιας ηλικίας από την άλλη στις επικαλυπτόμενες κλάσεις μήκους.

Η μέθοδος Petersen μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε δείγματα μικρότερης χρονικής κλίμακας από αυτή του έτους, δίνοντας (εφόσον μπορούν να εκτιμηθούν οι κατανομές των ηλικιακών ομάδων) αποτελέσματα εποχιακών ρυθμών αύξησης (σχήμα 2).

ΑΠΟ ΩΤΟΛΙΘΟΥΣ

Οι ωτόλιθοι είναι μικροί συμπαγείς ασβεστολιθικοί οστέيني σχηματισμοί στο εσωτερικό αυτί του ψαριού και χρησιμοποιούνται για την ισορροπία και την διάκριση διαφόρων ηχητικών κυμάτων. Από τα τρία ζευγάρια ωτόλιθων που φέρει κάθε άτομο, ο μεγαλύτερος (sagitta) χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ηλικίας.

Η εκτίμηση της ηλικίας σε **ετήσια βάση** από τους ωτόλιθους, βασίζεται στη περιοδική εμφάνιση (τις περισσότερες φορές σε κλίμακα ενός έτους) κατά την αύξησή τους, ζωνών διαφορετικής χημικής σύστασης που σχετίζονται με τους εποχιακούς ρυθμούς αύξησης του ψαριού. Οι ζώνες αυτές παρουσιάζουν **διαφορετική οπτική πυκνότητα**, ως αποτέλεσμα των μεταβολών της αναλογίας του ανθρακικού ασβεστίου (αραγωνίτης) και της πρωτεϊνικής ουσίας που εναποτίθενται στον ωτόλιθο με τη μορφή ζωνών κατά τη διάρκεια της αναπτύξεως. Οι ζώνες υψηλού ποσοστού αραγωνίτη σχηματίζονται κατά τις περιόδους της γρήγορης αύξησης του ψαριού, ενώ οι ζώνες υψηλού ποσοστού οργανικής ουσίας σχηματίζονται κατά τις περιόδους αργής αύξησης.



Σχήμα 3. Ετήσιοι δακτύλιοι στον ωτόλιθο και οι αντίστοιχες ακτίνες.

Οι ωτόλιθοι αφαιρούνται από την ακουστική κάψα με πλάγια τομή αυτής στην κοιλιακή πλευρά της, αφού προηγουμένως έχει γίνει η αφαίρεση των βραγχιακών τόξων. Στη συνέχεια ξεπλένονται με νερό και μπαίνουν για μικρό χρονικό διάστημα (20-30 sec) σε αραιό διάλυμα $NaOH$ 1% για την απομάκρυνση των υπολειμμάτων ιστών και μεμβρανών.

Στη συνέχεια από τους ωτόλιθους μεγάλου μεγέθους ψαριών, που κατά κύριο λόγο γίνεται δύσκολη η αναγνώριση των εσωτερικών δακτυλίων λόγω συσσώρευσης υλικού, αφαιρείται υλικό με τριβή της κοίλης πλευράς πάνω σε μικρού κόκκου γυαλόχαρτο (P600). Μετά ξεπλένονται με νερό για την απόρριψη της σκόνης από τον ωτόλιθο, στεγνώνονται σε απορροφητικό χαρτί και τοποθετούνται ανά ζεύγος σε μπουκαλάκια με υδατικό διάλυμα γλυκερίνης 40%, για τον εμποτισμό του ωτόλιθου με γλυκερίνη προσδίδοντας έτσι καλύτερη ευκρίνεια των δακτυλίων.

Οι ωτόλιθοι από μικρού μεγέθους άτομα που δεν παρουσιάζουν προβλήματα αναγνώρισης των εσωτερικών δακτυλίων, μετά την αφαίρεση των υπολειμμάτων ιστών και μεμβρανών, τοποθετούνται κατευθείαν στο υδατικό διάλυμα της γλυκερίνης.

Σε ορισμένα είδη ψαριών όμως απαιτείται εγκάρσια τομή του ωτόλιθου προκειμένου να γίνουν ορατοί οι δακτύλιοι.

Η πρώτη ανάγνωση γίνεται μετά την πάροδο ενός 15ήμερου, χρόνος που κρίθηκε απαραίτητος για τον εμποτισμό του ωτόλιθου με γλυκερίνη προσδίδοντας έτσι καλύτερη ευκρίνεια των δακτυλίων.

ΑΠΟ ΛΕΠΙΑ

Ανάλογες δομές που οφείλονται σε περιοδικές μεταβολές στην αύξηση των ατόμων παρατηρούνται και στα λέπια.

Τα λέπια παρουσιάζουν διαφορές όσο αναφορά τις διαστάσεις, τόσο μεταξύ των ειδών όσο και στο σώμα στο ίδιο άτομο. Αυτό θέτει τον περιορισμό για την εξάλειψη της ποικιλότητας των μετρήσεων που οφείλονται στην σχετική θέση στο σώμα του ψαριού, την λήψη από μια συγκεκριμένη **πάντα** περιοχή του σώματος για τον πληθυσμό που μελετάμε. Έτσι λοιπόν αφαιρούνται από συγκεκριμένη περιοχή του σώματος 3-4 λέπια και στη συνέχεια και για μικρό χρονικό (10-15 sec) διάστημα εμβαπτίζονται σε αραιό διάλυμα *NaOH* (1%) για την εύκολη αφαίρεση των μεμβανικών υπολειμμάτων, η οποία γίνεται εύκολα με τριβή του λεπιού μεταξύ του δείκτη και του αντίχειρα. Κατόπιν τα λέπια κλείνονται μεταξύ δύο αντικειμενοφόρων πλακών οι οποίες δένονται μεταξύ τους με κολλητική ταινία.

Μια εναλλακτική περίπτωση είναι η λήψη αποτυπώματος λεπιού πάνω σε πλάκα από συνθετικό θερμο-εύπλαστο υλικό (*cellulose acetate*) πάχους 1mm. Η τεχνική αυτή απαιτεί την χρήση θερμοπρέσας. Η χρήση των αποτυπωμάτων λεπιών παρουσιάζει μικρότερο κόστος χρόνου και χρήματος και δίνει μόνιμα παρασκευάσματα λεπιών για μακροχρόνια χρήση.

ΑΠΟ ΒΡΑΓΧΙΑΚΟ ΕΠΙΚΑΛΥΜΜΑ- ΣΠΟΝΔΥΛΟΥΣ -ΣΚΛΗΡΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ

Το βραγχιακό επικάλυμμα αφαιρείται με την χρήση ψαλιδιού και τοποθετείται σε ζεστό νερό για την αφαίρεση της σάρκας και των άλλων στοιχείων που βρίσκονται επικολημένα πάνω σε αυτό. Περαιτέρω καθαρισμός γίνεται με τριβή μεταξύ των δακτύλων κάνοντας την χρήση πανιού. Για τις σκληρές ακτίνες και τους σπόνδύλους γίνονται εγκάρσιες τομές πάχους περίπου 0.5 mm και αφού γυαλιστούν κλείνονται μεταξύ δύο αντικειμενοφόρων και στην συνέχεια γίνεται ανάγνωση της ηλικίας σε στερεοσκόπιο.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 7^ο

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΚΙΑΣ 2

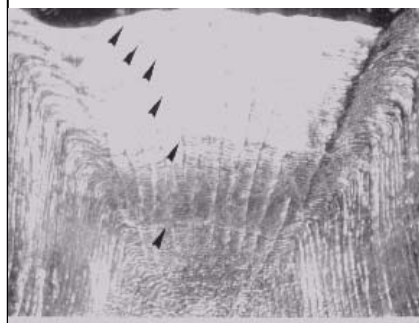
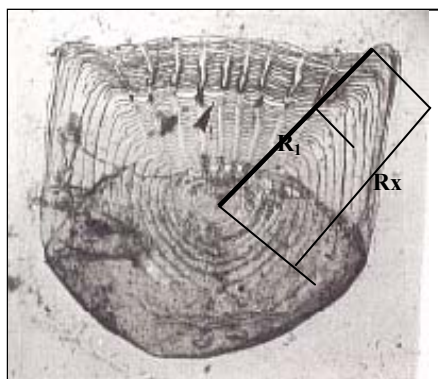
**(ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΗΛΙΚΙΑΣ ΑΠΟ ΣΚΛΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)**

ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Για την ανάγνωση οι ωτόλιθοι τοποθετούνταν σε petri με γλυκερίνη και παρατηρούταν η αδρή πλευρά του σε στερεοσκόπιο. Σε κάθε ωτόλιθο καταγράφονται οι ζώνες αργής και γρήγορης αύξησης. *Το κάθε ζεύγος ζωνών απεικονίζει την κάθε μία περίοδο αύξησης, οπότε σε πρώτη φάση μπορούμε να χαρακτηρίσουμε το κάθε άτομο $n+$ ηλικίας (που σημαίνει ότι το άτομο το χαρακτηρίσαμε μεγαλύτερο από n και μικρότερο από $n+1$ ετών δηλ. $n < x < n+1$ όπου x η «πραγματική» ηλικία του ατόμου), όπου n ο αριθμός των ζευγών ζωνών που παρατηρούνται στον ωτόλιθο.*

Ωστόσο όμως για να είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε την πραγματική ηλικία του κάθε ατόμου από τα παραπάνω, θα πρέπει:

1. Η συχνότητα των ακτινών των προσδιορισμένων ζωνών θα πρέπει να παρουσιάζει συγκεκριμένο μέγιστο για κάθε δακτύλιο, σε σταθερή περίπου απόσταση (R_i , όπου $i=1,2,3$, κτλ), από το κέντρο του ωτόλιθου.
2. Η περίοδος σχηματισμού του κάθε ζεύγους και
3. Ο χρόνος σχηματισμού του πρώτου ζεύγους ζωνών να είναι γνωστός.



Σχήμα 4. Ετήσιοι δακτύλιοι σε λέπια (α) με έναν δακτύλιο (β) με 6 δακτυλίους.

Για την διερεύνηση των παραπάνω προϋποθέσεων προχωράμε στις μετρήσεις :

- **ολική ακτίνας του ωτόλιθου (R_x)**, η οποία είναι η μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο μέχρι και του αποστρογγυλεμένου άκρου του ωτόλιθου (οπίσθιο τμήμα του ωτόλιθου σύμφωνα με τη σχετική του θέση με αυτή του ψαριού),
- και επί του άξονα της R_x επίσης στο ίδιο τμήμα του ωτόλιθου οι **ακτίνες των ετησίων δακτυλίων ($R_1, R_2, R_3, R_4, \dots$)**, όπου είναι η απόσταση μεταξύ του κέντρου του ωτόλιθου και της εξωτερικής περιφέρειας των αντίστοιχων ζωνών έντονης αύξησης. (Σχήμα 3).

Οι μετρήσεις αυτές γίνονται συνήθως με τη χρήση μικρομετρικής κλίμακας προσαρμοσμένης στον προσοφθάλμιο φακό σε στερεοσκόπιο. Ωστόσο σήμερα υπάρχουν συστήματα ανάγνωσης και καταγραφής της ηλικίας με την χρήση H/Y. Η ανάγνωση και η καταγραφή των παραπάνω μετρήσεων γίνεται δύο φορές με χρονική διαφορά (μεγαλύτερο του μήνα), χωρίς να λαμβάνονται υπόψη κάθε φορά τα αποτελέσματα της προηγούμενης μέτρησης, με στόχο την μείωση της πιθανότητας μεροληπτικής εκτίμησης. Οι ωτόλιθοι στους οποίους δε συμφωνούν τα αποτελέσματα των δύο επαναλήψεων δε λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της ηλικίας. Επίσης δε λαμβάνονται υπόψη οι ωτόλιθοι που δεν είναι δυνατή η ευκρινής παρατήρηση, δακτυλίων.

Οι ακτίνες (διαγώνιες αποστάσεις από την εστία του λεπιού μέχρι το δακτύλιο της αργής αύξησης) των δακτυλίων μετρήθηκαν με μικρομετρική κλίμακα προσαρμοσμένη στον

προσοφθάλμιο φακό του στερεοσκοπίου (Σχήμα 4). Η ανάγνωση γίνεται τουλάχιστον 2 φορές χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα αποτελέσματα της πρώτης.

Επειδή οι αποτυπώσεις στα σκελετικά στοιχεία είναι αποτέλεσμα ασυνεχειών στην διατροφική διαδικασία είναι αναμενόμενο τυχαία γεγονότα (π.χ. ασθένειες) να δημιουργήσουν αποτυπώσεις δακτυλίων. Οι αποτυπώσεις αυτές είναι γνωστές ως **ψευδοδακτύλιοι** και η διάκριση τους από τους περιοδικούς δακτυλίους έχει μεγάλη σημασία διότι η καταμέτρηση από κοινού εισάγει σοβαρό σφάλμα στον υπολογισμό της ηλικίας. Ανατομικά, οι δακτύλιοι αυτοί είναι ασυνεχής στην περιφέρεια του σκελετικού στοιχείου και δεν παρουσιάζουν σταθερή απόσταση από το κέντρο του. Εδώ θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι ως ψευδοδακτύλιοι αναφέρονται στην διεθνή βιβλιογραφία και δακτύλιοι οι οποίοι παρουσιάζουν τα παραπάνω ανατομικά χαρακτηριστικά αλλά οφείλονται σε μη τυχαία γεγονότα (πχ. αναπαραγωγή, μετανάστευση κ.α). Σε αυτή την περίπτωση που ο δακτύλιος συνδέεται με τέτοιου είδους βιολογικά γεγονότα και σχηματίζεται σε γνωστή χρονική περίοδο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της ηλικίας.

ΚΑΤΑΧΩΡΙΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Τα άτομα που φέρουν έναν δακτύλιο στο εξεταζόμενο σκελετικό στοιχείο ονομάζονται άτομα της ηλικιακής ομάδας 1^+ ή I^+ (το 1 για να υποδηλώσει τον ένα δακτύλιο και το + για να υποδηλώσει το απροσδιόριστο του χρόνου που είναι μεγαλύτερο του 1) και καταχωρούνται αντίστοιχα ως άτομα ηλικιακής ομάδας ή κλάσης ηλικίας 1^+ . Αντίστοιχα τα άτομα με 2 δακτυλίους 2^+ κ.τ.λ. Τα άτομα χωρίς δακτύλιο στα σκελετικά τους στοιχεία είναι άτομα ηλικιακής κλάσης O^+ .

!!!!!!! ΠΡΟΣΟΧΗ όμως οι ηλικιακές κλάσεις μπορεί να μην έχουν καμιά σχέση με την πραγματική ηλικία. Η αντιστοίχιση των ηλικιακών κλάσεων σε πραγματικό χρόνο θα γίνει μόνον όταν αποδοθεί ο πραγματικός χρόνος σχηματισμού του πρώτου δακτυλίου.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 8^ο

**ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΚΙΑΣ 3
(ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)**

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Αξιολόγηση προσδιορισμού της ηλικίας

Η αξιοπιστία της μεθόδου αρίθμησης των ετήσιων δακτυλίων για τον προσδιορισμό της ηλικίας, ελέγχθηκε με :

1. **την ανάλυση της σταθερότητας των ακτινών** των μετρούμενων δακτυλίων. Η συχνότητα των ακτινών των προσδιορισμένων ετήσιων δακτυλίων θα πρέπει να παρουσιάζει συγκεκριμένο μέγιστο για κάθε δακτύλιο, σε σταθερή κατά μέση τιμή απόσταση (R_i , όπου $i=1,2,3$, κτλ), από το κέντρο του ωτόλιθου.*

**Για τον έλεγχο της ορθότητας της πρώτης προϋπόθεσης γίνεται με στατιστική ανάλυση (one-way ANOVA) της σταθερότητας των ακτινών των ετήσιων δακτυλίων ανά ηλικία.*

2. **τον περιοδικό σχηματισμό των μετρούμενων δακτυλίων****, και
3. **με τη σύγκριση με τα αποτελέσματα της ανάγνωσης** της ηλικίας από άλλους τρόπους εκτίμησης της ηλικίας (αλλά σκελετικά στοιχεία, μαρκάρισμα-επανασύλληψη, ενυδρεία -κλωβοί).

***Η περιοδικότητα σχηματισμού των δακτυλίων ελέγχεται με την εκτίμηση του χρόνου σχηματισμού του δακτυλίου με βάση την ανάλυση της περιθωριακής αύξησης (marginal increment) (MI), με τη σχέση:*

$$MI = 100 \frac{(R_x - R_n)}{R_n}$$

όπου R_x η ακτίνα του ωτόλιθου κατά την στιγμή της αλίευσης, R_n η ακτίνα του τελευταίου ετήσιου δακτυλίου. Με βάση τον παραπάνω τύπο, ο ετήσιος δακτύλιος σχηματίζεται κατά τη χρονική στιγμή όπου σημειώνονται οι μικρότερες τιμές.

Ανάδρομος υπολογισμός του μήκους (Back calculation)

Ο ανάδρομος υπολογισμός του μήκους μέσω της αύξησης της ακτίνας του ωτόλιθου, βασίζεται στην συμμεταβολή της αύξησης της ακτίνας του ωτόλιθου και της αύξησης του ολικού μήκους σώματος του ψαριού.

Η περιγραφή της συμμεταβολής της αύξησης της ακτίνας του ωτόλιθου με την αύξηση του ολικού μήκους σώματος γίνεται με γραμμικό

$$TL_x = a + b R_x$$

ή εκθετικό μοντέλο

$$TL_x = a R_x^b$$

όπου TL_x το ολικό μήκος σώματος την στιγμή της αλίευσης, R_x η ακτίνα του ωτόλιθου την στιγμή της αλίευσης και a, b συντελεστές των εξισώσεων.

Αύξηση με το χρόνο

Η αύξηση με το χρόνο περιγράφηκε με την εξίσωση του *Von Bertalanffy*, η οποία στην ολοκληρωμένη της μορφή δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

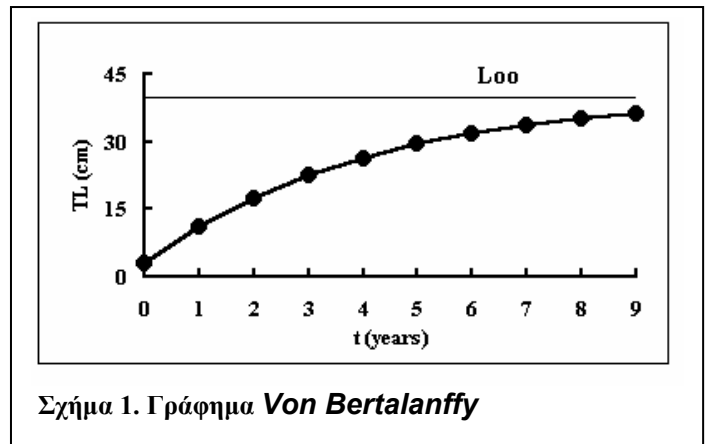
$$Y(x)=A(1-e^{-k(x-x_0)})$$

όπου από αυστηρά μαθηματικής πλευράς $Y(x)$ και x συμμεταβλητές, A άνω ασύμπτωτο όριο της $Y(x)$ όταν το x τείνει στο άπειρο, k συντελεστής καμπυλότητας και x_0 αρχική συνθήκη (διορθωτικός παράγοντας).

Η προσαρμογή του παραπάνω μοντέλου σε τιμές μήκους και χρόνο δίνουν :

$$L_t=L_{\infty}(1-e^{-k(t-t_0)}) \quad (3)$$

όπου L_t = το μήκος του ψαριού τη χρονική στιγμή t , t = είναι η ηλικία σε έτη, L_{∞} = το ασύμπτωτο μήκος του ψαριού (μέγιστο μήκος το οποίο το ψάρι τείνει να φθάσει), k συντελεστής καμπυλότητας και t_0 είναι η χρονική στιγμή όπου το ψάρι έχει μηδενικό μήκος (θεωρητική τιμή).



Σχήμα 1. Γράφημα *Von Bertalanffy*

Το γράφημα του μήκους σε

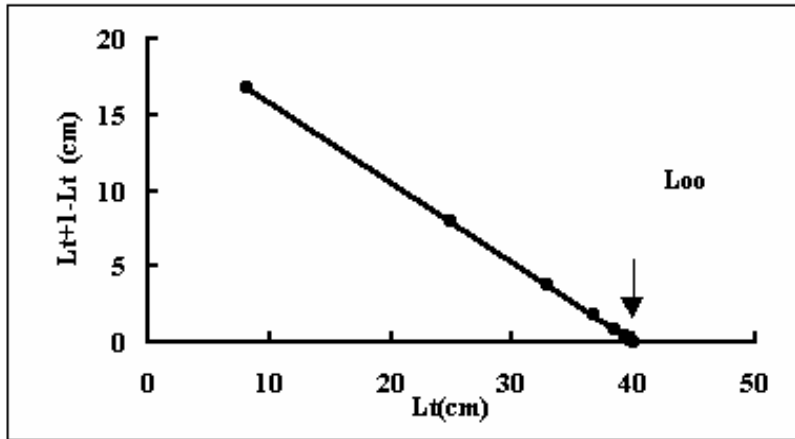
σχέση με την ηλικία σχηματίζει καμπύλη η οποία πλησιάζει ασυμπτωτικά μια παράλληλη ($Y=L_{\infty}$) προς τον άξονα της ηλικίας (Σχ 1).

Ο υπολογισμός των παραπάνω παραμέτρων της συνάρτησης μπορεί να γίνει:

- εφόπαξ με τη χρήση H/Y με τη μέθοδο της ανάλυσης μη γραμμικής παλινδρόμησης (*Nonlinear Regression Analysis*). Η μέθοδος αυτή, θεωρείται η καλύτερη διότι παρέχει ταυτόχρονα εκτίμηση των τριών παραμέτρων και του σταθερού σφάλματος αυτών, γεγονός που επιτρέπει τη σύγκριση διαφορετικών καμπυλών αύξησης.
- με τη χρήση γραφικών μεθόδων (γράφημα Ford & Walford, 1946. γράφημα Gulland-Holt, 1959).

Γράφημα Gulland-Holt:

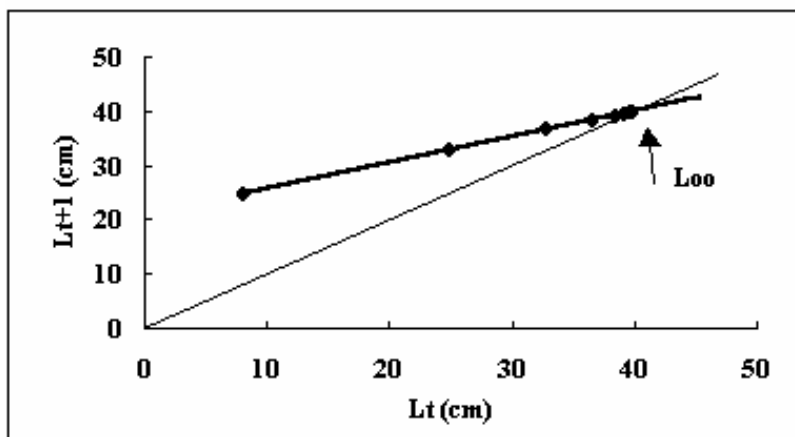
Με διαθέσιμα τα ανάδρομα μήκη κατασκευάζεται γράφημα του $L_{t+1}-L_t(L_t)$ απ όπου προκύπτει μία φθίνουσα ευθεία ($L_{t+1}-L_t= a+bL_t$) με κλίση $b=-(1-e^{-k})$ και L_{∞} το σημείο τομής της ευθείας με τον άξονα των x ($L_{t+1}-L_t=0 \Rightarrow L_{\infty}=a/(1-e^{-k})$). Οι συντελεστές a , b υπολογίζονται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.



Γράφημα Gulland-Holt

Γράφημα Ford-Walford:

Με διαθέσιμα τα ανάδρομα μήκη κατασκευάζεται γράφημα του $L_{t+1}(L_t)$ απ όπου προκύπτει μία αυξητική ευθεία ($L_{t+1}=a+bL_t$) με κλίση $b=e^{-k}$ και L_{oo} το σημείο τομής της ευθείας με τη



Γράφημα Ford-Walford

διχοτόμο ($L_{oo} = a/(1-b) = a/(1-e^{-k})$). Οι συντελεστές a , b υπολογίζονται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.

Είναι σαφές ότι και στις δύο περιπτώσεις το k θα πρέπει να είναι **πάντα θετικό** και διαφορετικό του μηδενός ($k > 0$). Επίσης και οι δύο γραφικές μέθοδοι βασίζονται στην παραδοχή ότι στο σημείο L_{oo} (μέγιστη τιμή μήκους που τείνει να φτάσει το ψάρι) η ετήσια μεταβολή του μήκους είναι μηδέν. Τέλος και στις δύο μέθοδους γίνεται ταυτόχρονη εκτίμηση του L_{oo} και του k αλλά δε γίνεται εκτίμηση του t_0 .

Η παράμετρος t_0 και στις δύο γραφικές μεθόδους που περιγράφηκαν μπορεί να υπολογιστεί με δύο μεθόδους (Gulland, 1969). Σύμφωνα με την πρώτη το t_0 υπολογίζεται από τη γραμμική παλινδρόμηση $Ln((L_{oo}-L_t)/L_{oo})=a+bt$ απ όπου προκύπτει μια φθίνουσα ευθεία με σημείο τομής με τον άξονα των x το t_0 . Ενώ εξίσου καλή εκτίμηση του t_0 αποτελεί η μέση τιμή των t_0 που προκύπτουν από την επίλυση της *von Bertalanffy* ως προς t_0 των μικρότερων ηλικιών, με την προϋπόθεση βέβαια να αντιπροσωπεύονται ικανοποιητικά στο δείγμα (Culland, 1969).

Υπολογισμός διάρκειας της ζωής του ψαριού.

Το L_{oo} είναι το μήκος το οποίο το ψάρι τείνει να φτάσει, ενώ στην φύση το μέγιστο μήκος έχει εκτιμηθεί στο 95% του L_{oo} (Beverton, 1963)

Έτσι επιλύοντας την εξίσωση *Von Bertalanffy* βρίσκουμε ότι : $t_{max} = (3/k)+t_0$

Κατά βάρος αύξηση

Η αύξηση κατά βάρος, για εμπορικούς λόγους, αποτελεί ίσως τον πιο κρίσιμο παράγοντα στην εφαρμογή ενός μοντέλου διαχείρισης ενός ιχθυοαποθέματος.

Η σχέση που συνδέει αυτές τις δύο μεταβλητές περιγράφεται απ' την εξίσωση:

$$W=aL^b, \quad (4)$$

όπου: W =το βάρος του ψαριού, L =το μήκος του ψαριού (ολικό, σταθερό ή μεσοουριαίο) και a και b σταθερές που υπολογίζονται από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων αφού λογαριθμηθεί και μετατραπεί στην γραμμική μορφή:

$$\ln(W)=\ln(a)+b\ln(L)$$

Η αύξηση του βάρους του ψαριού με το χρόνο προβλέπεται από τη σύνθεση των εξισώσεων του *Von Bertalanffy* και της σχέσης μήκους-βάρους. Έτσι αντικαθιστώντας στην σχέση $W=aL^b$ το L με την εξίσωση (3) βρίσκουμε :

$$W_t= W_{oo} (1-e^{-k(t-t_0)})^b$$

όπου W_{oo} =το μέγιστο βάρος που μπορεί να φτάσει το ψάρι και

W_t =το βάρος του ψαριού τη χρονική στιγμή t .

Ενώ η μέση ετήσια απόλυτη αύξηση του βάρους μπορεί να προβλεφθεί από την πρώτη παράγωγο της παραπάνω εξίσωσης.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 9^ο

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 1
(ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ, ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΛΟΥ & ΣΤΑΔΙΟΥ
ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ, ΠΡΩΤΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)**

A. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ- ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Γιά τη δειγματοληψία μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σκάφη εμπορικής αλιείας όσο και ερευνητικά σκάφη. Συνήθως προηγείται προκαταρκτική έρευνα, με στόχο το σωστότερο σχεδιασμό της δειγματοληψίας, ώστε να καλυφθεί δειγματοληπτικά το σύνολο των διαφόρων ομάδων του πληθυσμού και να υπάρξει αντιπροσωπευτικότητα.

α) Συλλογή του δείγματος

Οι μηνιαίες δειγματοληψίες φαίνεται να είναι οι καταλληλότερες για τον προσδιορισμό της πορείας ωρίμανσης και της αναπαραγωγικής περιόδου, ενώ εποχιακές δειγματοληψίες ίσως είναι ικανοποιητικές μόνο για παρακολούθηση του πληθυσμού (monitoring). Σε πολλές περιπτώσεις συνηθίζεται το πύκνωμα των δειγματοληψιών (συλλογή κάθε δέκα ή δεκαπέντε ημέρες) όταν φαίνεται ότι πλησιάζει η αναπαραγωγή και για όσο διάστημα φαίνεται ότι διαρκεί. Πολλαπλή δειγματοληψία στη διάρκεια μιάς μέρας κατά την αναπαραγωγική περίοδο είναι επίσης συνήθης, για τον προσδιορισμό ηθολογικών προτύπων, που σχετίζονται με την αναπαραγωγή (μετακίνηση ωρίμων ατόμων σε διαφορετικά πεδία, ώρες που τα ψάρια γεννούν κ.ά.)

β) Συντήρηση του δείγματος

Τα δείγματα, μπορούν να συντηρηθούν στην κατάψυξη σε -30°C , ενώ ένα μέρος του δείγματος μπορεί να εξετάζεται νωπό. Συντήρηση σε υδατικό διάλυμα φορμόλης (4-6 %) είναι επίσης συνήθης, όμως δεν επιτρέπει την παράλληλη απόκτηση και άλλων βιολογικών δεδομένων, που μπορούμε να συσχετίσουμε με την αναπαραγωγή. Για την μελέτη της γονιμότητας χρησιμοποιούμε τις γονάδες των ψαριών μετά από ανατομή.

B. ΣΥΛΛΟΓΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Γιά την καταγραφή των βιολογικών δεδομένων κάθε δείγματος μετράμε το ολικό και μεσουραίο μήκος με ακρίβεια χιλιοστού και το ολικό βάρος του ψαριού με ακρίβεια εκατοστού του γραμμαρίου. Στη συνέχεια, αφού εξετάσουμε μακροσκοπικά τα εσωτερικά όργανα και καταγράψουμε τους όποιους μακροσκοπικούς δείκτες και τις παρατηρήσεις μας (φύλο, σταδιο ωρίμανσης, δείκτης λίπους κ.λ.π.), αφαιρούμε τα όργανα, τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω μελέτη (λέπια, ωτόλιθοι, γονάδες, στομάχι κλπ) και τα οποία συντηρούμε κατάλληλα για κάθε περίπτωση, κωδικοποιούμε κατάλληλα, ώστε να γνωρίζουμε σε ποίο ψάρι αντιστοιχεί κάθε συντηρημένο όργανο, αφού προηγουμένως κάνουμε όλες τις απαραίτητες για κάθε περίπτωση μετρήσεις (μήκος και βάρος γονάδας, βάρος στομάχου, βάρος ήπατος κλπ) σε νωπό υλικό. Μετά την αφαίρεση των εσωτερικών οργάνων μετράμε το καθαρό βάρος του σώματος (μαζί με την καρδιά και τα νεφρά) και αναγράφουμε στα δελτία επεξεργασίας του δείγματος όποιες άλλες παρατηρήσεις θεωρούμε αναγκαίες κατά περίπτωση. Τα στοιχεία από την ανατομή των ψαριών καθώς επίσης και τα στοιχεία από τις επιμέρους μελέτες καταχωρούνται σε βάση δεδομένων σε Η/Υ.

Γ. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

1. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΥΛΟΥ

Το φύλο, εάν υπάρχει φυλετικός διμορφισμός (που είναι σχετικά σπάνιο φαινόμενο), μπορεί να καθοριστεί μακροσκοπικά από τα εξωτερικά μορφολογικά γνωρίσματα. Σε αντίθετη περίπτωση, που είναι και η πλέον συνήθης, μπορεί να καθοριστεί μετά από ανατομή του ψαριού και από μακροσκοπική εξέταση των γονάδων. Η θηλυκή γονάδα εμφανίζεται κοκιάδης, ενώ η αρσενική ομοιογενής. Σε περίπτωση, που δεν μπορούμε να καθορίσουμε μακροσκοπικά το φύλο χρειάζεται εξέταση της γονάδας σε στερεοσκόπιο ή μικροσκόπιο. Η καταγραφή του φύλου μπορεί να χρησιμοποιεί την παρακάτω υποκειμενική κλίμακα :

φύλο = 0, ανώριμα άτομα, φύλο που δεν αναγνωρίζεται παρά μόνο μετά από εξέταση σε μικροσκόπιο

φύλο = 1, αρσενικά άτομα, που το φύλο αναγνωρίζεται από μακροσκοπική εξέταση της γονάδας

φύλο = 2, θηλυκά άτομα, που το φύλο αναγνωρίζεται από μακροσκοπική εξέταση της γονάδας

φύλο = 3 (1+2), ερμαφρόδιτα άτομα, που αναγνωρίζονται από μακροσκοπική εξέταση της γονάδας

Σε κάθε δείγμα, μετά την επεξεργασία στο εργαστήριο και την ανατομή μπορούμε να έχουμε ένα πολύ σημαντικό στοιχείο από τα παραπάνω, που είναι η **αναλογία φύλου στο δείγμα**. Αν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό, η αναλογία φύλου δίνει μία **εικόνα της εσωτερικής δομής του πληθυσμού**.

2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ

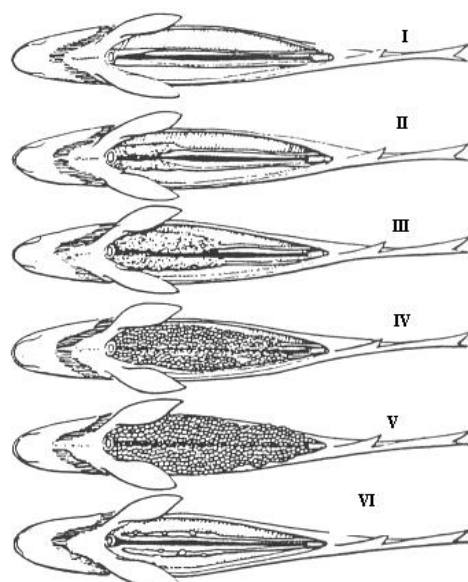
Ο προσδιορισμό των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης μπορεί να γίνει μακροσκοπικά, με τη χρήση υποκειμενικής κλίμακας. Από τις πλέον γνωστές και ευρέως χρησιμοποιούμενες είναι η κλίμακα Nikolsky (1976) και η κλίμακα Kesteven (1978), οι οποίες ενδέχεται να χρειάζονται ελαφρά τροποποίηση και προσαρμογή ανάλογα με το κάθε είδος. Στον πίνακα, που ακολουθεί δίνεται η κλίμακα Nikolsky και μία τροποποίησή της για προσαρμογή στο είδος *Spicara smaris* (μαρίδα).

ΣΤΑΔΙΑ ΩΡΙΜΑΣΗΣ ΓΟΝΑΔΩΝ ΚΑΤΑ Nikolsky (Εικ. 1)

-Στάδιο I: Άτομα ανώριμα με γονάδες λεπτές και επιμήκεις, σαν κλωστές από τις οποίες δεν αναγνωρίζονται τα φύλα.

-Στάδιο II: Οι γονάδες καταλαμβάνουν το ένα τέταρτο μέχρι ένα το τρίτο της σπλαχνικής κοιλότητας. Τα φύλα αναγνωρίζονται εύκολα. Οι όρχεις είναι φυλλοειδείς σχηματισμοί λευκού χρώματος. Οι ωοθήκες είναι κυλινδρικοί σχηματισμοί υποκίτρινου χρώματος.

-Στάδιο III: Οι γονάδες καταλαμβάνουν του ένα τρίτο μέχρι το ένα δεύτερο της σπλαχνικής κοιλότητας. Αρχίζουν να διακρίνονται μακροσκοπικά τα ωοκύτταρα. Ο χρωματισμός των ωοθηκών είναι



Εικ. 1. Στάδια ωρίμανσης γονάδων θηλυκού οστειχθού (κατά Nikolsky).

ανοικτοπορτοκαλόχρωμος με πλούσια αιμάτωση.

- Στάδιο IV:** Οι γονάδες καταλαμβάνουν τα δύο τρίτα μέχρι και όλη τη σπλαχνική κοιλότητα. Η αιμάτωση της θηλυκής γονάδος είναι έντονη. Ο χρωματισμός είναι πορτοκαλί-κίτρινος. Τα ωοκύτταρα διακρίνονται με γυμνό μάτι.
- Στάδιο V:** Τα γεννητικά προϊόντα εξέρχονται με ελαφρά πίεση του κοιλιακού τοιχώματος. Ο γεννητικός πόρος των θηλυκών είναι διογκωμένος και κόκκινος, ενώ στα αρσενικά είναι μικρότερος με υπόλευκο χρώμα. Οι ωοθήκες στην αρχή είναι κιτρινόχρωμες ενώ στο τελικό στάδιο ωρίμασης όπου τα ωοκύτταρα εξέρχονται με πολύ μικρή πίεση, έχουν αποκτήσει ζελατινώδη υφή. Τα ωοκύτταρα πολλές φορές φέρουν σταγόνα ελαίου, η οποία στις μονιμοποιημένες γονάδες διακρίνεται με γυμνό μάτι. Οι όρχις είναι κατάλευκοι.
- Στάδιο VI:** Οι γονάδες έχουν αποβάλει τα γεννητικά προϊόντα, έχουν μορφή άδειου σάκου. Οι ωοθήκες είναι σχεδόν διαφανείς, υποκίτρινες και περιέχουν ελάχιστα ποσά ωοκυττάρων.

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΚΑΙΜΑΚΑ ΩΡΙΜΑΣΗΣ ΓΟΝΑΔΩΝ ΚΑΤΑ Nikolsky ΓΙΑ ΤΟ ΕΙΔΟΣ *Spicara smaris* (μαυρίδα).

Στάδιο I. Περιλαμβάνει τις γονάδες των νεαρών θηλυκών πριν την ένταξή τους στο ενήλικο απόθεμα και πριν την πρώτη τους αναπαραγωγική περίοδο, τις γονάδες των πρωτογενών αρσενικών και των δευτερογενών αρσενικών ατόμων, μετά την αντιστροφή του φύλου. Το φύλο αναγνωρίζεται δύσκολα και μόνο κάτω από μικροσκόπιο. Οι πρωτογενείς αρσενικές γονάδες ήταν περισσότερο λεπτές σε σχέση με τις αντίστοιχες θηλυκές. Στην ηλικία αυτή (0^+) η αναλογία των πρωτογενών αρσενικών δεν ξεπερνούσε το 2%. Οι γονάδες των δευτερογενών αρσενικών, αμέσως μετά την αντιστροφή του φύλου, ήταν εξαιρετικά λεπτές και επιμήκεις δίνοντας την εντύπωση λεπτού τετωμένου καλωδίου. Και στα δύο φύλα οι γονάδες των νεαρών ψαριών ήταν διαφανείς με ομοιόμορφη κιτρινωπή χροιά έως το Νοέμβριο, 6 περίπου μήνες μετά την ωοτοκία. Από τον Δεκέμβριο οι θηλυκές γονάδες γίνονταν πιά καμπυλόγραμμες και παρόλο που παρέμεναν διαφανείς, αποκτούσαν πιά έντονο υποκίτρινο έως πορτοκαλί χρώμα. Οι γονάδες των δευτερογενών αρσενικών, που προέρχονται από αντιστροφή φύλου, κατά την ίδια χρονική περίοδο άρχιζαν σταδιακά να αποκτούν όγκο, έπαυαν να είναι εξαιρετικά λεπτές και διαφανείς και αποκτούσαν ελαφρά κιτρινωπή-ρόζ χροιά. Μετά από τις μεταβολές αυτές ακολουθούσαν την ίδια πορεία με τα πρωτογενή αρσενικά.

Στάδιο II. Οι γονάδες ήταν ακόμα λεπτές αλλά το φύλο αναγνωρίζονταν εύκολα. Οι αρσενικές γονάδες είχαν αναπτυχθεί σε πάχος και είχαν ελαφρά ροζ απόχρωση, αλλά παρέμεναν λεπτότερες από τις θηλυκές, διαφανείς, με πολύ λεπτά αγγεία στο ραχιαίο τμήμα τους και σχήμα σχεδόν επίπεδο με πολύ λεπτά άκρα. Οι γονάδες αυτές ήδη από τα μέσα Νοεμβρίου άρχιζαν να αυξάνουν ελαφρά σε πλάτος και η αλλαγή μεγέθους συνοδεύονταν με αλλαγή του χρώματος, που άρχιζε να γίνεται υπόλευκο κατά περιοχές. Οι θηλυκές γονάδες ήταν διαφανείς και έμοιαζαν μακροσκοπικά ομοιογενείς, με ελαφρά πορτοκαλί ή κιτρινωπή απόχρωση. Ήταν περισσότερο καμπυλόγραμμες από τις αρσενικές, ενώ το ραχιαίο αγγείο ήταν πλατύ με διακλαδώσεις. Δεν διακρίναμε αυγά χωρίς μικροσκόπιο.

Στάδιο III: Οι γονάδες είχαν μεγαλώσει αρκετά. Οι θηλυκές είχαν κίτρινο ή πορτοκαλί χρώμα και τα αυγά διακρίνονταν με γυμνό οφθαλμό, λόγω του έντονου κίτρινου χρώματος. Η αιμάτωση της γονάδας ήταν έντονη και το ραχιαίο αγγείο έφερε πολλές μικρές διακλαδώσεις. Οι αρσενικές γονάδες είχαν πάρει πιά έντονο λευκό χρώμα παρ' όλο που μερικές είχαν ακόμα ελάχιστα διαφανή ρόζ τμήματα. Προς το τέλος του σταδίου III άρχιζε να εμφανίζεται ο σπερματογωγός, η αιμάτωση έπαυε να είναι ορατή και η εξωτερική εμφάνιση στα αρσενικά άλλαζε καθώς άρχιζαν να αποκτούν τον χαρακτηριστικό γαμήλιο χρωματισμό, ο οποίος επρόκειτο να διατηρηθεί καθ' όλη την αναπαραγωγική διαδικασία.

Στάδιο IV: Οι γονάδες καταλάμβαναν το μεγαλύτερο μέρος της σπλαχνικής κοιλότητας. Οι ωοθήκες ήταν ακόμα συμπαγείς, αλλά άρχιζαν να διακρίνονται λίγα ενυδατωμένα ωοκύτταρα, που ήταν όψη φαιών στιγμάτων πάνω στην επιφάνεια της ωοθήκης (Φωτ. 5.3). Ο γεννητικός πόρος

διαστελλότανε στα περισσότερα θηλυκά άτομα, χωρίς η διαστολή του να αποτελεί γενικό κανόνα. Οι αρσενικές γονάδες ήταν λευκές και στην ραχιαία πλευρά τους διακρίνονταν με πίο έντονο λευκό χρώμα ο σπερματογωγός. Ο γαμήλιος χρωματισμός γινότανε περισσότερο έντονος. Κατά το διάστημα αυτό τα αρσενικά άτομα δημιουργούν φωλιές (nest builders) σε βραχώδεις ή φυκώδεις περιοχές.

Στάδιο V: Οι γονάδες καταλάμβαναν όλη την σπλαχνική κοιλότητα πιέζοντας τα υπόλοιπα όργανα. Με τη διάνοιξη του κοιλιακού τοιχώματος κατά την ανατομική διαδικασία, ένα μέρος της γονάδας πρόβαλλε προς τα έξω. Οι ωοθήκες ήταν ζελατινώδεις λόγω παρουσίας μεγάλου αριθμού ωρίμων υαλωδών ωοκυττάρων, τα οποία είχαν το μέγιστο δυνατό μέγεθός τους, ενώ η αιμάτωση και οι διακλαδώσεις της κύριας αρτηρίας κάλυπταν ολόκληρη την εσωτερική πλευρά της ωοθήκης. Ο γεννητικός πόρος των θηλυκών ήταν κόκκινος και διεσταλμένος, ενώ στα αρσενικά ήταν μικρότερος και είχε υπόλευκο χρώμα. Οι αρσενικές γονάδες είχαν δομή χαλαρή και το σπέρμα έβγαινε εύκολα με εφαρμογή πίεσης στα κοιλιακά τοιχώματα. Ο σπερματογωγός ήταν ευδιάκριτος. Η εξωτερική εμφάνιση ήταν ροζ, λόγω κυρίως της έντονης αιμάτωσης της γονάδας από πολλές εξαιρετικά διεσταλμένες και εμφανείς δευτερεύουσες διακλαδώσεις της κύριας αρτηρίας.

Στάδιο VI: Οι γονάδες είχαν αδειάσει το μεγαλύτερο μέρος του γεννητικού τους υλικού και είχαν όψη άδειου σάκου. Οι ωοθήκες ήταν σχεδόν αδιαφανείς και διακρίναμε υπολείμματα ωοκυττάρων με όψη κίτρινων στιγμάτων. Οι αρσενικές γονάδες ήταν πολύ χαλαρές, έχαναν το λευκό τους χρώμα και γίνονταν υποκίτρινες. Παράλληλα άρχιζε να χάνεται ο γαμήλιος χρωματισμός και τα αρσενικά αποκτούσαν σταδιακά τον αγελαίο χρωματισμό. Ο σπερματογωγός ήταν ακόμα ορατός, αλλά με πάχος ανομοιόμορφο, που λέπταινε από την ουραία περιοχή προς την κεφαλική. Η θηλυκή γονάδα στο πρώιμο έκτο στάδιο έμοιαζε πάρα πολύ με εκείνη του τρίτου σταδίου. Το μόνο χαρακτηριστικό που την έκανε να ξεχωρίζει ήταν το μεγαλύτερο μήκος και η μικρότερη αιμάτωση των διακλαδισμένων αγγείων στην εσωτερική της πλευρά. Σε παρασκευασμα *in fresco* διαπιστώθηκε ότι τα ωοκύτταρα είχαν διάχυτες σταγόνες λεκίθου σ' ολόκληρο το κυττόπλασμα, σε αντίθεση με εκείνα του τρίτου σταδίου, όπου οι λεκιθικές κύστες ήταν συγκεντρωμένες γύρω από τον πυρήνα.

Σε ορισμένα θηλυκά άτομα, στα οποία πιθανά επρόκειτο να ακολουθήσει η αντιστροφή του φύλου, με την απορρόφηση των ωοκυττάρων, παρατηρήσαμε ορισμένες μορφολογικές αλλαγές. Εξωτερικά το χρώμα άρχιζε να χάνει την ένταση και φωτεινότητά του, η χαρακτηριστική μαύρη κηλίδα στα πλευρά γινόταν λιγότερο έντονη, και τα πτερύγια έχαναν την απολή πορτοκαλί απόχρωση, αποκτώντας μία κιτρινωπή αχνή απόχρωση. Το σχήμα της κεφαλής έδειχνε να μεταβάλλεται και δεν έμοιαζε με το σχήμα των κανονικών θηλυκών, ούτε ακόμα με αυτό των αρσενικών. Η αλλαγή στο σχήμα της κεφαλής οφείλεται πιθανά στη σταδιακή μεταβολή των οστών του κρανίου, τα οποία στα αρσενικά άτομα είναι πλατύτερα και σκληρότερα από αυτά των θηλυκών. Η αλλαγή φύλου μπορούσε σε ορισμένες περιπτώσεις να γίνει αντιληπτή κατ' αυτόν τον τρόπο και εξωτερικά. Οι γονάδες των ψαριών, που θα αντιστραφούν σε αρσενικά αρχίζουν να αναπτύσσουν το αρσενικό τμήμα της γονάδας μετά την πλήρη απορρόφηση του θηλυκού.

Η ποσοτικοποίηση της φυσικής κατάστασης του πληθυσμού σε σχέση με την ωρίμανση δίνεται από τη χρήση ορισμένων δεικτών. Κάθε δείκτης συμπληρώνει την εποχιακή εικόνα της κατάστασης των ψαριών. Οι δείκτες αυτοί είναι:

1. Ο **γοναδοσωματικός δείκτης (GSI)**, που δίνει την εικόνα της προόδου στην γεννητική ωρίμανση των γονάδων. Εκφράζεται από τη σχέση $GSI=(Wg/Wn)*100$, όπου **Wg** είναι το βάρος των γονάδων και **Wn** το καθαρό σωματικό βάρος.

2. Ο **ηπατοσωματικός δείκτης (HSI)**, που περιγράφει την κατάσταση του ψαριού σε σχέση με την ωτοκία, αφού η συγκέντρωση ελευθέρων αμινοξέων και ορμονών αυξομειώνεται στο ήπαρ σε άμεση σχέση με την εξέλιξη της ωρίμανσης (Nicolisky, 1963,

Hoar, 1969). Εκφράζεται από τη σχέση: $HSI = (Wl / Wn) * 100$, όπου **Wl** είναι το βάρος του ήπατος και **Wn** το καθαρό σωματικό βάρος.

3. Ο **συντελεστής ευρωστίας (K)**, που εκφράζει τη μεταβολή της σχέσης μήκους-βάρους και εξετάστηκε και σε άλλο σημείο (ηλικία).

4. Ο **δείκτης λίπους**, ο οποίος μπορεί να ποσοτικοποιήσει την συσσώρευση του λίπους στα εσωτερικά όργανα. Ο δείκτης χρησιμοποιείται σε ψάρια, όπου το λίπος είναι εμφανές σε όργανα της σπλαχνικής κοιλότητας. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μακροσκοπικά την εξαβάθμια κλίμακα της Prozoionovskaya (Nikolsky, 1976), ελαφρώς τροποποιημένη για κάθε είδος ψαριού (αναλύεται στο εργαστήριο της διατροφής).

Δ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ακολουθεί στατιστική ανάλυση, κατάλληλη για κάθε περίπτωση και απεικόνιση των αποτελεσμάτων σε πίνακες και διαγράμματα.

Γίνεται εξέταση της μεταβολής στη διάρκεια του έτους, των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης των γονάδων (από το μακροσκοπικό προσδιορισμό) του πληθυσμού.

Γίνεται επίσης εξέταση της μεταβολής στη διάρκεια του έτους, των διαφόρων δεικτών, που επιλέξαμε (γοναδοσωματικός, ηπατοσωματικός, ευρωστία, λίπος).

Για τη εύρεση της **σχέσης μήκους-βάρους των γονάδων** γίνεται συνήθως στρωματοποίηση εκ των υστέρων ως προς το μήκος (post stratification), στο σύνολο των ατόμων των διαφόρων δειγμάτων. Για τα άτομα του στρωματοποιημένου δείγματος υπολογίζονται οι μηνιαίες μέσες τιμές του μήκους και βάρους των γονάδων για κάθε φύλο και σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας.

Για τον καθορισμό του **μήκους πρώτης ωρίμανσης (LM₅₀)** χρησιμοποιούμε δεδομένα των ψαριών, στα οποία έχει γίνει **προσδιορισμός της ηλικίας**, καθώς επίσης και καθορισμός του σταδίου γεννητικής ωρίμανσης. Τα δεδομένα αναλύονται χωριστά για κάθε περιοχή έρευνας, για κάθε φύλο και για κάθε ηλικιακή ομάδα. Το ποσοστό των ώριμων ψαριών σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ψαριών σε ένα συγκεκριμένο εύρος μήκους, είναι μία βιολογική παράμετρος, που συνδέει την κατά μήκος σύνθεση ενός πληθυσμού με την ωριμότητα των γονάδων. Η παράμετρος αυτή είναι χρήσιμη για τον καθορισμό της αναπαραγωγής σε σχέση με την ανάπτυξη του πληθυσμού. Όσο γρηγορότερα ένα είδος φτάνει στην πλήρη ωρίμανση, τόσο επιβραδύνεται η ανάπτυξή του, γιατί μεγάλο μέρος ενέργειας, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ανάπτυξη, χρησιμοποιείται για ωρίμανση των γονάδων και για μετακίνηση από και προς τα πεδία ωοτοκίας (Beverton and Holt, 1957). Η ίδια παράμετρος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για διάκριση αποθεμάτων. Διαφορετικά αποθέματα, που ζούν σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες, είναι δυνατόν να φτάνουν στην πλήρη ωρίμανση σε διαφορετικά μήκη.

Η **αναλογία των δύο φύλων** (θηλυκά : αρσενικά), εξετάζεται για στατιστικά σημαντική παρέκλιση από τη σχέση 1:1 (αναμενόμενη) και την παρατηρηθείσα αναλογία στο σύνολο με δοκιμή χ^2 . Με ανάλυση διακύμανσης του ποσοστού αρσενικών και θηλυκών ατόμων σε κάθε

δείγμα, ελέγχονται αποκλίσεις από την αναλογία αρσενικών και θηλυκών στο σύνολο του πληθυσμού και παράγοντες, που πιθανόν την επηρεάζουν. Ως κριτήρια κατάταξης (παράγοντες, που πιθανόν την επηρεάζουν) μπορούν να χρησιμοποιηθούν :

α. χρονικοί παράγοντες όπως το έτος, η εποχή, ο μήνας, η ώρα δειγματοληψίας και το στάδιο ωρίμανσης των γονάδων.

β. χωρικοί παράγοντες όπως η ευρύτερη περιοχή, ο σταθμός, το εργαλείο δειγματοληψίας, το αλιευτικό πεδίο, το βάθος αλίευσης και το υπόστρωμα της διαδρομής αλιείας.

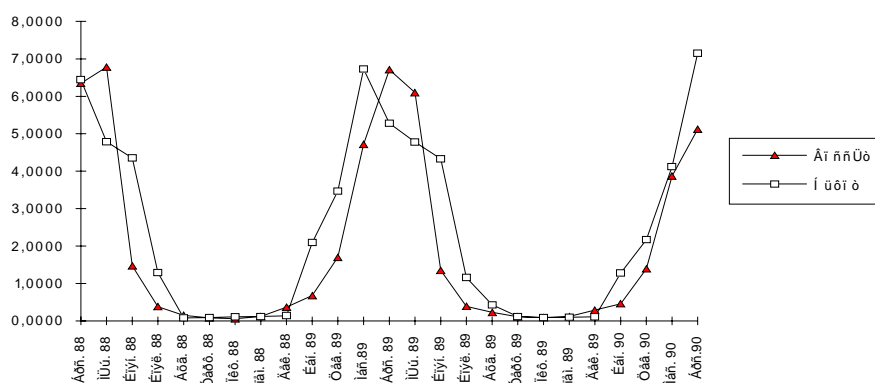
Γιά τον καθορισμό του μήκους γεννητικής ωρίμανσης (L_{50}), που ορίζεται ως το ελάχιστο μήκος κατά το οποίο τουλάχιστον το 50% των ατόμων είναι γεννητικά ώριμα, χρησιμοποιείται συνήθως η γραμμική λογιστική εξίσωση:

$$P_x = 1 / (1 + e^{-(\alpha + \beta L)})$$

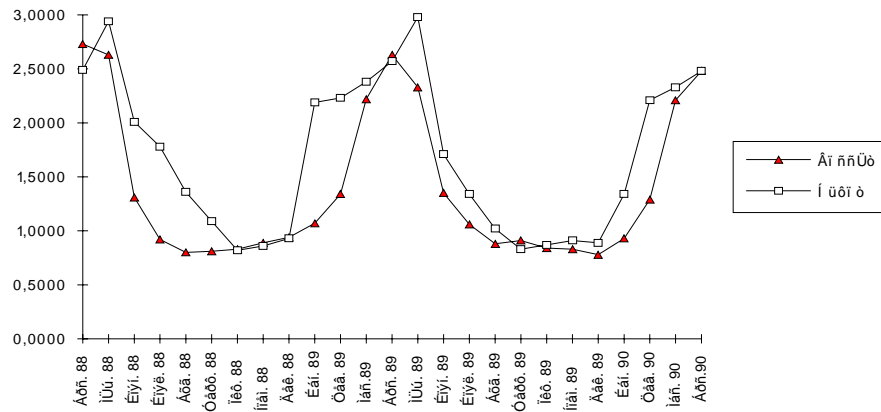
όπου: P_x είναι η υπολογισθείσα αναλογία για τα ώριμα ψάρια

L είναι το ολικό μήκος και α και β είναι οι συντελεστές της σχέσης.

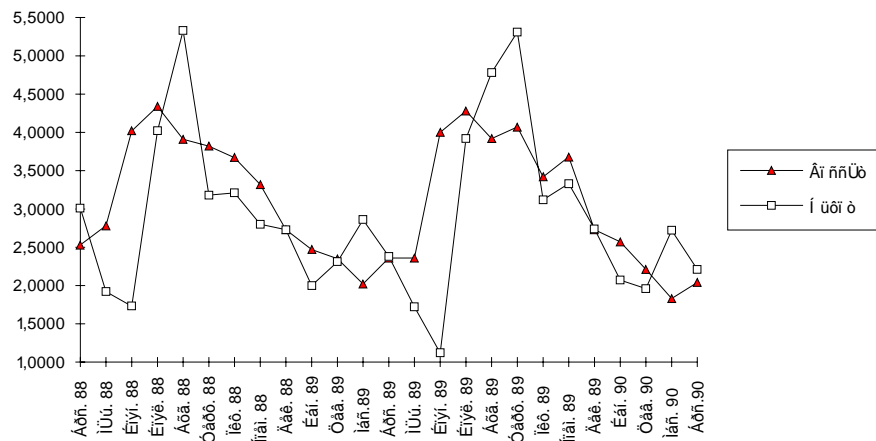
Η ανάλυση του αριθμού ωρίμων ψαριών ανά τάξη μήκους γίνεται με μη γραμμική λογιστική εξίσωση (Probit analysis) σύμφωνα με το σύστημα και τον αλγόριθμο που προτείνει ο Finney (1977). Η ανάλυση αυτή έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως για τον καθορισμό του αποτελέσματος μιάς χημικής αντίδρασης. Σ' ένα βιολογικό πληθυσμό, δίνει με ακρίβεια το L_{50} και τα όρια εμπιστοσύνης (95%) των συντελεστών α και β της ανωτέρω εξίσωσης. Ως έναρξη γεννητικής ωρίμανσης του πληθυσμού μπορούμε να ορίσουμε την ωρίμανση της γονάδας στο στάδιο III, ενώ το στάδιο ωρίμανσης II καθορίζεται αντίστοιχα ως το επίπεδο μέχρι το οποίο δεν έχει γίνει ακόμη έναρξη της ωρίμανσης. Το L_{50} είναι μαθηματικά ο μέσος της κατανομής του μήκους των ωριμαζόντων ατόμων στον πληθυσμό.



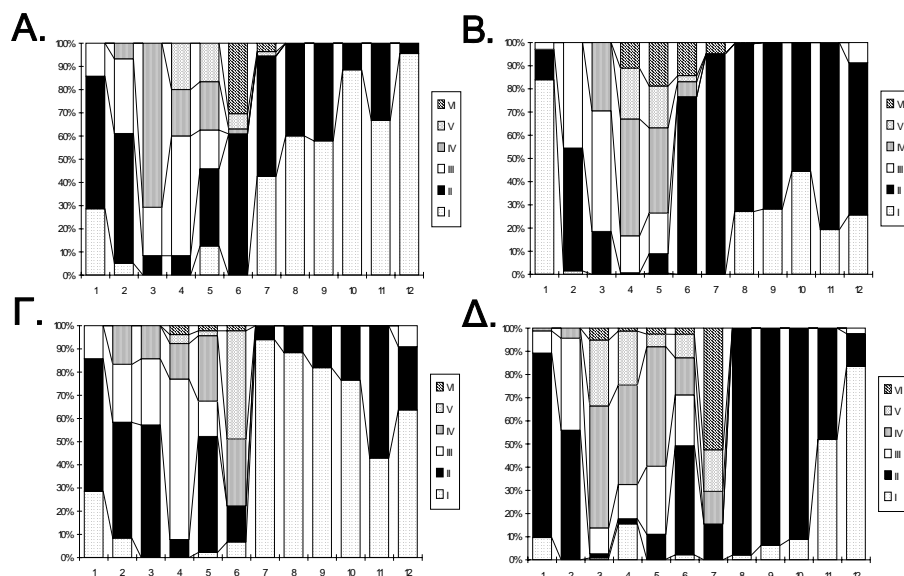
Εικ 2 Διακύμανση του μέσου μηνιαίου γοναδοσωματικού δείκτη στις δύο ευρύτερες περιοχές δειγματοληψίας (Βόρεια και Νότια Κρήτη), γιά την χρονική περίοδο : Απριλίου 1988-Απριλίου 1990. (από διδ. Διατρ. Κ. Βιδάλη 1994)



Εικ. 3. Διακύμανση του μέσου μηνιαίου ηπατοσωματικού δείκτη στις δύο ευρύτερες περιοχές δειγματοληψίας (Βόρεια και Νότια Κρήτη), γιά την χρονική περίοδο : Απριλίου 1988-Απριλίου 1990. (από διδ. Διατρ. Κ. Βιδάλη 1994)



Εικ. 4. Διακύμανση του μέσου μηνιαίου δείκτη λίπους (μακροσκοπικά) στις δύο ευρύτερες περιοχές δειγματοληψίας (Βόρεια και Νότια Κρήτη), κατά την περίοδο : Απρίλιος 1988 - Απρίλιος 1990. (από διδ. Διατρ. Κ. Βιδάλη 1994)



Εικ 5 Ποσοστά ατόμων μαρίδας στα διάφορα στάδια ωρίμανσης της κλίμακας Nikolsky, για κάθε μήνα του έτους (1 έως 12), για κάθε φύλο και ευρύτερη περιοχή δειγματοληψίας (Βόρεια και Νότια Κρήτη). **Α.** Βόρεια Κρήτη - Αρσενικά άτομα **Β.** Βόρεια Κρήτη - Θηλυκά άτομα **Γ.** Νότια Κρήτη - Αρσενικά άτομα **Δ.** Νότια Κρήτη - Θηλυκά άτομα. (από διδ. Διατρ. Κ. Βιδάλη 1994)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 10⁰

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ 2
(ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΟΝΑΔΩΝ, ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)**

1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Για τον **καθορισμό της γονιμότητας** αφαιρούνται, συντηρούνται και εξετάζονται θηλυκές γονάδες από ψάρια που ανήκουν στα στάδια ωρίμανσης IV και V (όπως έχουν καθοριστεί μακροσκοπικά), λίγο πριν και κατά την περίοδο ωοτοκίας σε όλο το εύρος ολικού σωματικού μήκους, που συναντώνται. Γίνεται τυχαία επιλογή δύο-πέντε ατόμων σε κάθε τάξη μήκους. Οι τάξεις μήκους καθορίζονται σε σχέση και με την ηλικία. Η περίοδος δειγματοληψίας προσδιορίζεται μετά από προκαταρκτική εξέταση της μεταβολής των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης των γονάδων (από το μακροσκοπικό προσδιορισμό). Παράλληλα για κάθε γονάδα είναι πολύ σημαντικό να είναι γνωστά και άλλα βιολογικά στοιχεία του κάθε ψαριού, (ηλικία κ.λ.π.). Ο συνδυασμός των παραπάνω στοιχείων δίνει το σύνολο των δεδομένων ταυτότητας για κάθε γονάδα. Η γονιμότητα συσχετίζεται με το σωματικό μήκος και βάρος και με την ηλικία.

Γιά την **πορεία ωρίμανσης** των γονάδων εξετάζονται θηλυκές γονάδες σε ψάρια, στα οποία είχε προηγουμένως μελετηθεί η ηλικία. Επιλέγεται **κατά τυχαίο τρόπο για κάθε τάξη μήκους** (όπως καθορίζονται μετά από προκαταρκτική μελέτη της καμπύλης Petersen) και **στάδιο ωρίμανσης των γονάδων** (όπως καθορίζεται μακροσκοπικά), στρωματοποιημένο δείγμα δύο-πέντε ατόμων. Στα άτομα αυτά εξετάζεται η μεταβολή στις κατανομές των διαμέτρων των ωοκυττάρων σε ολόκληρη τη γονάδα.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ

Κατά τη λήψη των βιολογικών στοιχείων των ψαριών, οι γονάδες των θηλυκών ατόμων ζυγίζονται (με ακρίβεια 0,0001 γραμ.) και στη συνέχεια τοποθετούνται σε συντηρητικό υγρό Gilson. Για την καταμέτρηση των ωοκυττάρων και την εκτίμηση της γονιμότητας οι συντηρημένες γονάδες μεταφέρονται σε μία σειρά τεσσάρων-δέκα επάλληλων κόσκινων, με σταδιακά μειούμενες διαμέτρους οπών (π.χ. 500, 250, 100, 60 μικρομέτρων (μ.)). Σε κάθε κόσκινο τα κατακρατούμενα ωοκύτταρα χωρίζονται σε τρία υποδείγματα και μετράται ο αριθμός και η διάμετρος όλων των ωοκυττάρων κάθε υποδείγματος. Η καταμέτρηση μπορεί να γίνει με βαρυμετρική μέθοδο και εκτίμηση του συνόλου από δείγμα, που εξετάζεται σε **στερεοσκόπιο**. Ακριβέστερη μέθοδος είναι η χρήση του **οπτικού συστήματος αναγνώρισης** και καταμέτρησης (OPRS, 1987). Στη συνέχεια εκτιμάται βαρυμετρικά ο αριθμός ωοκυττάρων σε κάθε γονάδα.

Η μέθοδος αυτόματης καταμέτρησης των ωοκυττάρων με το OPRS εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της οπτικής μεθόδου (μέτρηση σε στερεοσκόπιο). Κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

1.- Η δυνατότητα μέτρησης μεγάλου αριθμού δειγμάτων σε σύντομο χρονικό διάστημα και με υψηλό ποσοστό ακρίβειας.

2.- Η δυνατότητα υπολογισμού της διαμέτρου κάθε ωοκυττάρου και ταυτόχρονα της καταμέτρησης του αριθμού των ωοκυττάρων στο σύνολο κάθε δείγματος και όχι σε ένα ποσοστό, όπως γίνεται με τη χρήση της οπτικής μεθόδου, η οποία συχνά οδηγεί σε ακούσια

επιλογή ωοκυττάρων συγκεκριμένων διαμέτρων, με αποτέλεσμα την εισαγωγή συστηματικού λάθους κατά την μέτρηση.

3.-Η δυνατότητα αυτόματης εισαγωγής των μετρήσεων σε βάση δεδομένων και στη συνέχεια σε στατιστικά προγράμματα. Κατ' αυτό τον τρόπο, έχουμε στη διάθεσή μας μηχανογραφημένο το σύνολο των στοιχείων με τα οποία διευκολύνεται η κατασκευή διαγραμμάτων υψηλής ακριβείας των κατανομών των ωοκυττάρων και ο στατιστικός έλεγχος των, με αποτέλεσμα να υπάρχει άμεση δυνατότητα ελέγχου και επέμβασης σε λάθη, που είναι πιθανόν να εμφανιστούν, και αν χρειάζεται μπορούμε σύντομα να επαναλάβουμε τις μετρήσεις.

Το κυριότερο **μειονέκτημα** της μεθόδου υπεισέρχεται κατά τη διαδικασία, που προαπαιτείται για τη λήψη εικόνας. Σύμφωνα με τη μέθοδο, για να έχουμε την ακριβέστερη δυνατή εκτίμηση του βάρους της γονάδας, με βάση το οποίο θα γίνει ο υπολογισμός του ολικού αριθμού ωοκυττάρων (Nikolsky, 1963, Nielsen & Johnson, 1983), πρέπει να αφαιρέσουμε την υγρασία, μετά τον διαχωρισμό των ωοκυττάρων από τα επάλληλα κόσκινα. Η λήψη εικόνας γίνεται όμως με διερχόμενο φωτισμό και προκειμένου να αποφευχθούν ανακλάσεις, που μειώνουν την ακρίβεια μέτρησης, τα ωοκύτταρα τοποθετούνται εκ νέου σε υγρή φάση. Κατά την εναπόθεσή τους στο υγρό παρατήρησης δημιουργούνται συσσωματώματα ωοκυττάρων, τα οποία το σύστημα ανάλυσης εικόνας τα υπολογίζει ως μοναδιαία αντικείμενα. Για την αποφυγή του παραπάνω μειονεκτήματος δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή υπερβολικής ξήρανσης των προς μέτρηση δειγμάτων.

Τα διάφορα στάδια, που ακολουθούνται για την εκτίμηση της γονιμότητας περιγράφονται αναλυτικότερα κατωτέρω.

α) Συντήρηση και προπαρασκευή γονάδων

Λόγω της ιδιαιτερότητας της μεθόδου καταμέτρησης στο OPRS, τα ωοκύτταρα πρέπει να γίνουν τελείως αδιαφανή, και μετά τον διαχωρισμό τους κατά τάξη μεγέθους η μεβράνη της ωοθήκης και τα υπολείμματα των ωοθυλακίων δεν πρέπει να δίνουν μεγάλο αριθμό θρυμμάτων, γιατί αυτό δημιουργεί στατιστικά σημαντικό σφάλμα καταμέτρησης, με συνυπολογισμό θρυμμάτων ωοθυλακίων ως ωοκυττάρων.

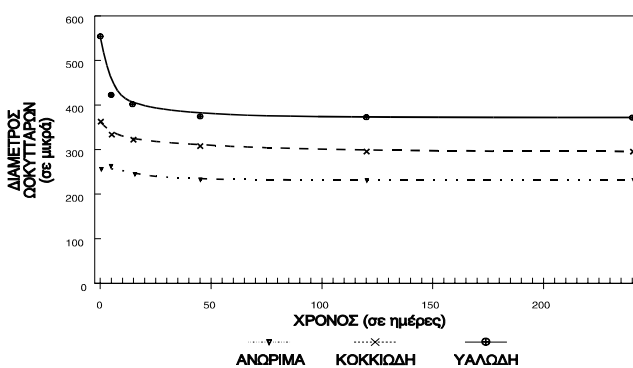
Η συντήρηση των γονάδων γίνεται σε τροποποιημένο υγρό Gilson (Bagenal, 1978), το οποίο όμως θα πρέπει να ελεγχθεί ως προς την καταλληλότητα μετά από προκαταρκτικό έλεγχο διαφόρων υγρών συντήρησης όπως :

- 1.- τροποποιημένο υγρό Gilson,
- 2.- διάλυμα ουδέτερης φορμαλίνης 6 % και
- 3.- αλκοολούχο διάλυμα πικρικού οξέως (υγρό Bouin)

Οι συντελεστές μεταβολής της διαμέτρου των ωοκυττάρων, που βρίσκονται από τον ανωτέρω έλεγχο, χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των πραγματικών διαμέτρων στα συντηρημένα δείγματα. Για τον έλεγχο χρησιμοποιείται ικανό δείγμα (πέντε-δέκα γονάδες). Οι διάμετροι των ωοκυττάρων μετρώνται αμέσως μετά την αφαίρεσή τους από την γονάδα με τη βοήθεια στερεοσκοπίου. Δημιουργούνται εννέα σειρές ωοκυττάρων, μία για κάθε ομάδα

διαμέτρου σε κάθε συντηρητικό υγρό. Πριν από την τοποθέτηση των ωοκυττάρων στα διαλύματα συντήρησης οι ομάδες ωοκυττάρων εξετάζονται ως προς την σκληρότητα και αδιαφάνειά τους.

Το σύνολο των διαμέτρων των ωοκυττάρων μετράται κατ' επανάληψη στις εννέα σειρές ωοκυττάρων μετά από 5, 15, 45, 120 και 240 ημέρες συντήρησης. Υπολογίζεται η μέση διάμετρος σε κάθε σειρά μετά από κάθε μέτρηση. Οι μεταβολές της μέσης διαμέτρου σε σχέση με το χρόνο συντήρησης φαίνονται στην Εικόνα 5.1.



Εικ.1. Γραφική απεικόνιση της μεταβολής της διαμέτρου των ωοκυττάρων κατά κατηγορία, σε σχέση με το χρόνο παραμονής σε συντηρητικό διάλυμα Gilson.

Αφού επιλεγεί το κατάλληλο υγρό συντήρησης χρειάζεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα οι συντηρούμενες γονάδες να αναδεύονται ελαφρά, ώστε να επιτευχθεί καλλίτερη διείσδυση του συντηρητικού, χωρίς όμως να καταστραφούν τα ωοκύτταρα.

β) Διαχωρισμός και καταμέτρηση των ωοκυττάρων

Η διαδικασία καταμέτρησης των ωοκυττάρων περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

Στο πρώτο στάδιο ολόκληρη η γονάδα διαχωρίζεται σε τάξεις μεγέθους ωοκυττάρων από μία σειρά επάλληλων κοσκίνων. Η γονάδα μεταφέρεται από το συντηρητικό υγρό στο πρώτο κόσκινο και θρυμματίζεται με διαδοχικές, χαμηλής έντασης υδροβολές. Ο διαχωρισμός των ωοκυττάρων σε κατηγορίες μεγέθους προτιμάται, έναντι της καταμέτρησης όλων των ωοκυττάρων της γονάδας μαζί, γιατί έχει μικρότερη απόκλιση κατά την μέτρηση των τεμαχίων. Στα διαχωρισμένα ωοκύτταρα κάθε κόσκινου γίνεται οπτική εξακρίβωση της καθαρότητάς τους σε στερεοσκόπιο και υπολογίζεται το ποσοστό θρυμμάτων της γονάδας σε σχέση με τον ολικό αριθμό μετρούμενων τεμαχίων (ωοκυττάρων και θρυμμάτων).

Στο δεύτερο στάδιο η μάζα των μεμονωμένων ωοκυττάρων μεταφέρεται από τα κόσκινα διαλογής με τη βοήθεια υδροβολέα σε τριβλίο (petri), του οποίου το απόβαρο είναι γνωστό. Μετά την απομάκρυνση του νερού με πιπέτα pasteur, η μάζα των μεμονωμένων ωοκυττάρων αφήνεται να στεγνώσει σε θερμοκρασία δωματίου για αφαίρεση της πλεονάζουσας υγρασίας. Το περιεχόμενο κάθε τριβλίου μετά την ξήρανση, ζυγίζεται με ζυγό ακριβείας και ακρίβεια 0,0001 γραμ. και χωρίζεται σε τρία υποδείγματα τα οποία ζυγίζονται επίσης με την ίδια ακρίβεια. Στη συνέχεια τα τρία υποδείγματα τοποθετούνται σε διαφανείς

πλαστικές πλάκες, στις οποίες έχει προηγουμένως σημειωθεί το μέγιστο εμβαδόν λήψης εικόνας σε κάθε μεγέθυνση.

Η μέτρηση των ωοκυττάρων στο OPRS μπορεί να γίνει με διερχόμενο ψυχρό φωτισμό με τοποθέτηση των διαφανών πλακών σε τράπεζα ψυχρού φωτισμού (λαμπτήρων φθορισμού). Η εικόνα λαμβάνεται με ψηφιοποίηση. Στη συνέχεια η εικόνα αναλύεται με δυαδικό χρωματικό σύστημα με προρυθμιζόμενο όριο μεταξύ λευκού και μαύρου. Με την χρωματική επεξεργασία όλα τα αντικείμενα της εικόνας, με φωτεινότητα κατώτερη από το προρυθμιζόμενο όριο, μετατρέπονται σε μαύρες κουκίδες. Αναλόγως του ορίου χρωματικής αντίθεσης επιλέγονται προς αποτύπωση αντικείμενα με διαστάσεις μεγαλύτερες από ένα καθορισμένο μέγεθος.

Μετά την καταμέτρηση των ωοκυττάρων κάθε δείγματος, με ειδικό λογισμικό πρόγραμμα, τα αντικείμενα κατατάσσονται αυτόματα σε κατηγορίες ανάλογες της μετρούμενης διαμέτρου. Από κάθε υποδείγμα γίνεται βαρυμετρικά εκτίμηση του ολικού αριθμού ωοκυττάρων ανά τάξη διαμέτρου της γονάδας. Με τη χρήση άλλου λογισμικού προγράμματος υπολογίζεται για κάθε γονάδα η κατανομή συχνότητας των ωοκυττάρων ανά τάξη διαμέτρου.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Γιά την εκτίμηση της **πορείας της ωρίμανσης** χρησιμοποιήσαμε την ανάλυση της κατανομής συχνότητας ωοκυττάρων κατά τάξη διαμέτρου σε κάθε μία από τις 42 εξετασθείσες γονάδες, και ελέγξαμε πιθανές διαφοροποιήσεις από το στάδιο ωρίμανσης, το μήνα δειγματοληψίας, και την τάξη μήκους των ψαριών.

Γιά την εξακρίβωση πιθανής **διαφοροποίησης της πορείας ωρίμανσης** μεταξύ διαφορετικών τμημάτων της γονάδας και τον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητάς τους, ως προς την εκτίμηση της γονιμότητας, σε γονάδες σταδίου ωρίμανσης IV, ελέγχεται με ανάλυση της διακύμανσης η εκτιμώμενη γονιμότητα κάθε γονάδας, με κριτήριο κατάταξης το τμήμα της γονάδος, το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμησή της. Η γονιμότητα εκτιμάται σύμφωνα με τη σχέση:

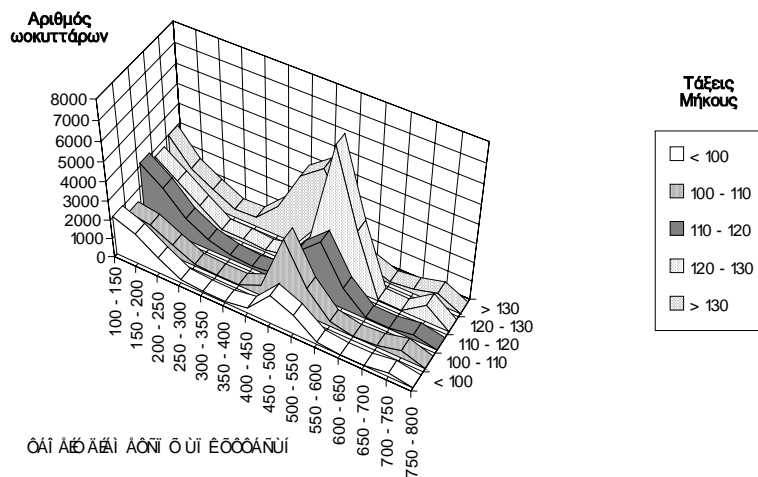
$$F = W * (\sum E_i / \sum w_i)$$

όπου: **W** είναι το βάρος των δύο γονάδων σε γραμμάρια

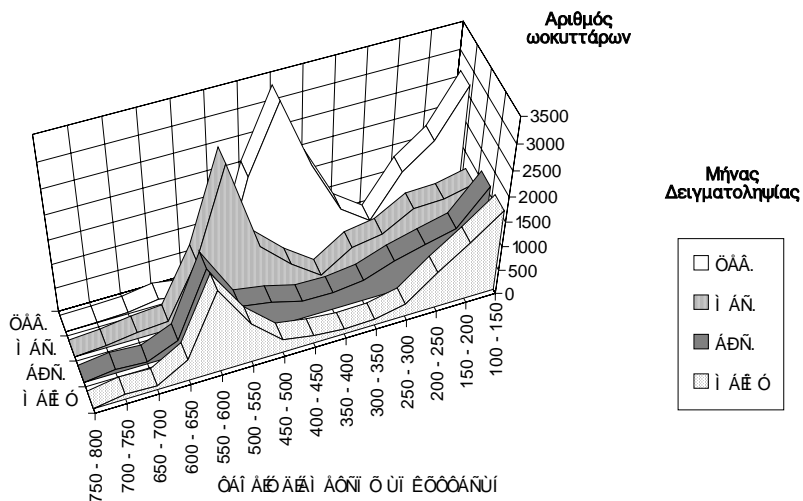
E_i είναι ο αριθμός των ωοκυττάρων κάθε δείγματος και

w_i το βάρος σε γραμμάρια του κάθε δείγματος.

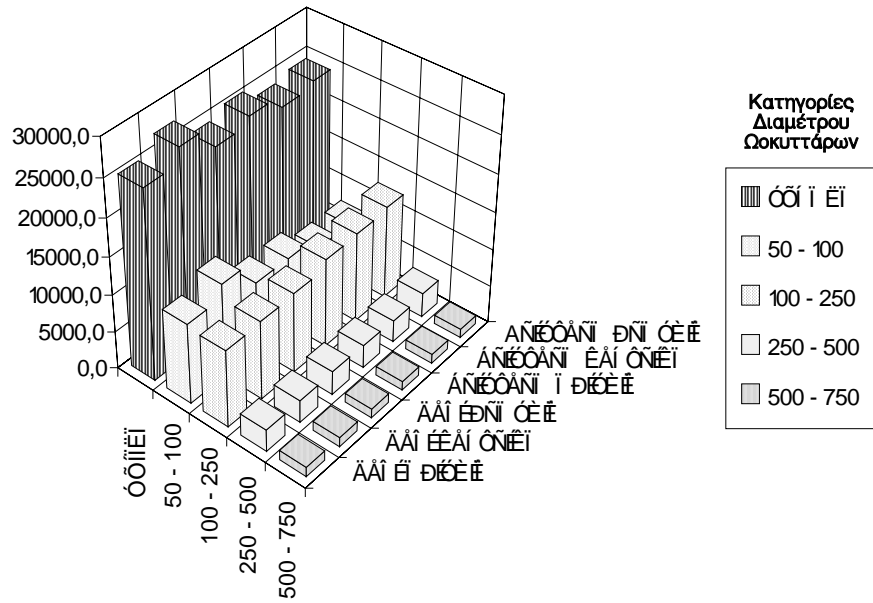
Η γονιμότητα συσχετίζεται με το σωματικό βάρος, το σωματικό μήκος και την ηλικία. Η παλινδρόμηση γονιμότητας-βάρους συνήθως δίνει υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης. Εντούτοις προτιμάται από τους ερευνητές η συσχέτιση με το μήκος, γιατί το μήκος μετράται ακριβέστερα, σχετίζεται άμεσα με την ηλικία και δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από εξωγενείς παράγοντες κατά τη διάρκεια της ωοτοκίας όπως το βάρος.



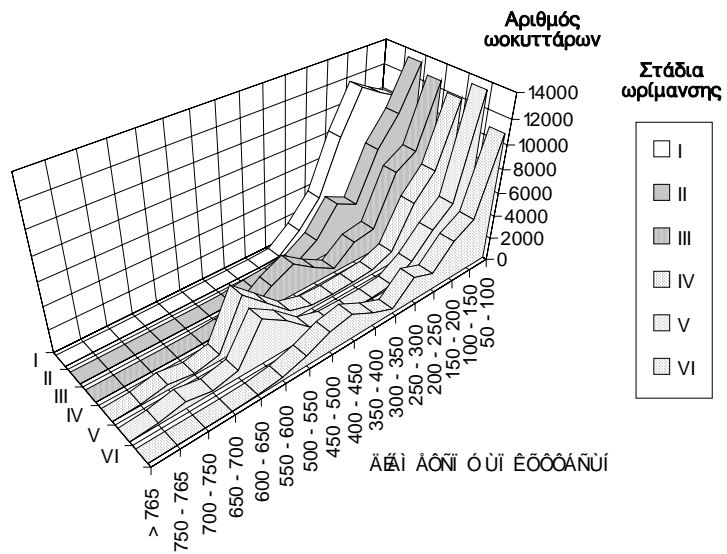
Εικ. 2. Αριθμός ωοκυττάρων κατά τάξη διαμέτρου, σε πέντε θηλυκά άτομα μαρίδας, που ανήκουν στο ίδιο στάδιο ωρίμανσης (IV), όλων των τάξεων μήκους, και αλιεύθηκαν στον κόλπο Ηρακλείου (Απρ. 1989).



Εικ. 3. Αριθμός ωοκυττάρων κατά τάξη διαμέτρου των, σε τέσσερα θηλυκά άτομα μαρίδας, που ανήκουν στο ίδιο στάδιο ωρίμανσης (IV), ίδιας τάξης μήκους (100-110 χλστμ.), και αλιεύθηκαν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους του ίδιου έτους (1989), στον κόλπο Ηρακλείου.



Εικ. 4. Εκτιμώμενος (συνολικός και κατά τάξεις διαμέτρου) αριθμός ωοκυττάρων, σε κάθε τμήμα γονάδας μαρίδας, σταδίου ωρίμανσης IV, που χρησιμοποιήθηκε για την καταμέτρηση και εκτίμησή των.



Εικ.5. Αριθμός ωοκυττάρων κατά τάξη διαμέτρου των, σε έξι θηλυκά άτομα μαρίδας, που ανήκουν στην ίδια τάξη μήκους (100-110 χλστμ.) και αλιεύθηκαν στον κόλπο Ηρακλείου.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 11⁰

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ 1
(ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ, ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ, ΠΡΩΤΗ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)**

1. Γενικά.

Η διατροφή είναι μια από τις πιο σημαντικές λειτουργίες ενός οργανισμού. Όλες οι βασικές λειτουργικές διαδικασίες λαμβάνουν χώρα με δαπάνη ενέργειας, η οποία εισέρχεται στον οργανισμό με μορφή τροφής.

Η μελέτη της διατροφής αποτελεί αντικείμενο βασικής σπουδαιότητας για την ιχθυολογική έρευνα και μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση της αυτοικολογίας, των μηχανισμών παραγωγής της αλιεύσιμης βιομάζας, καθώς και του οικολογικού ρόλου των ιχθυοπληθυσμών σε ένα θαλάσσιο οικοσύστημα. Επιπλέον, μπορεί να δώσει τα απαραίτητα στοιχεία των διατροφικών απαιτήσεων ενός είδους και κατ' επέκταση τις δυνατότητες παραγωγής σιτηρεσίων για την καλλιέργεια του είδους. Η μελέτη της διατροφής βασίζεται στην ανάλυση του περιεχομένου των στομάχων.

Στην άσκηση θα εξετάσουμε όλη την πορεία δουλειάς, που απαιτείται για την εξέταση και την ορθότερη εκτίμηση της διατροφικής διαδικασίας ενός είδους.

2. Συλλογή και συντήρηση του δείγματος.

α) Συλλογή.

Ο σωστός σχεδιασμός της δειγματοληψίας πρέπει να προηγείται πάντοτε κάθε μελέτης. Για το σχεδιασμό της μελέτης της διατροφής συνήθως παίζουν ρόλο οι παρακάτω παράγοντες:

- 1) Ημερήσια διακύμανση της έντασης της διατροφής .
- 2) Εποχιακή διακύμανση της ποιότητας και ποσότητας της διατροφής.
- 3) Διακυμάνσεις σε ποιότητα και ποσότητα της διατροφής, που εξαρτώνται από το μέγεθος των ατόμων του ίδιου είδους
- 4) Διακυμάνσεις στην ένταση της διατροφής, που πιθανά οφείλονται σε άλλους βιολογικούς παράγοντες (π.χ. διαδικασία αναπαραγωγής).
- 5) Η επιλογή του εργαλείου δειγματοληψίας.

β) Συντήρηση.

Η συντήρηση του δείγματος γίνεται σε 4-10% υδάτινου διαλύματος φορμόλης κατά προτίμηση σε θαλασσινό νερό. Για μικρά σε μέγεθος ψάρια το ψάρι μπορεί να συντηρείται ολόκληρο. Για πολύ μεγάλα σε μέγεθος, μπορούμε να αφαιρέσουμε προσεκτικά και να συντηρήσουμε μόνο το πεπτικό σύστημα. Η παραμονή στο συντηρητικό υγρό καλό είναι να διατηρείται για 10-12 μήνες, οπότε επέρχεται σκλήρυνση των ιστών. Τα στομάχια κάθε ατόμου θα πρέπει να φυλάσσονται χωριστά, και να ταξινομούνται.

Παράλληλα, θα πρέπει να κρατούνται ορισμένα βιολογικά στοιχεία για να υπάρχει ένα είδος ταυτότητας του οργανισμού, από τον οποίο προέρχεται το στομάχι. Τέτοια στοιχεία θεωρούνται το ολικό και το μεσουραίο μήκος, το βάρος και το βάρος μετά την αφαίρεση των οργάνων της σπλαχνικής κοιλότητας (καθαρό βάρος), καθώς επίσης το φύλο και το στάδιο ωρίμανσης.

Μακροσκοπικά, και όπου αυτό είναι δυνατόν, μπορούν να αναγράφονται επίσης η σχετική περιεκτικότητα του ψαριού σε λίπος, και η σχετική πληρότητα του στομάχου. Αν και οι κλίμακες μακροσκοπικού προσδιορισμού της περιεκτικότητας σε λίπος και της σχετικής στομαχικής πληρότητας είναι υποκειμενικές και χρειάζονται προσαρμογή σε κάθε είδος

ψαριού, εντούτοις χρησιμοποιούνται ευρέως, γιατί δίνουν μία αρκετά ικανοποιητική αριθμητική προσέγγιση των αντίστοιχων χαρακτηριστικών.

Το βάρος της γονάδας και του ήπατος επίσης είναι βιολογικά στοιχεία, που βοηθούν στην εκτίμηση ορισμένων βιολογικών δεικτών της φυσικής κατάστασης του ψαριού, που σχετίζονται με τη διατροφή. Τέτοιοι βιολογικοί δείκτες της φυσικής κατάστασης ενός ιχθυοπληθυσμού είναι οι ακόλουθοι:

1. Ο γοναδοσωματικός δείκτης, ο οποίος δίνει την εικόνα της προοδευτικής αλλαγής της γεννητικής ωρίμανσης, και εκφράζεται από τη σχέση:

$$GSI = (Wg / Wn) * 100$$

όπου **Wg** είναι το βάρος της γονάδας και **Wn** το καθαρό σωματικό βάρος

2. Ο ηπατοσωματικός δείκτης, ο οποίος περιγράφει την κατάσταση του ψαριού σε σχέση με την εξέλιξη της ωρίμανσης των γονάδων και εκφράζεται από τη σχέση :

$$HSI = (WI / Wn) * 100$$

όπου **WI** είναι το βάρος του ήπατος και **Wn** το καθαρό σωματικό βάρος

3. Ο δείκτης ευρωστίας, ο οποίος περιγράφει τη φυσική κατάσταση του ψαριού χρησιμοποιώντας το σωματικό μήκος και το βάρος του και εκφράζεται από τη σχέση :

$$K_2 = Wt / a * L^b \quad (\text{δείκτης ευρωστίας κατά Le Cren})$$

Ο δείκτης αυτός, για **a = 1** και **b = 3** γίνεται ο κλασικός δείκτης ευρωστίας κατά Fulton, ο οποίος για μετρήσεις **βάρους σε γραμμάρια και μετρήσεις μήκους σε χιλιοστά** δίνεται από τη σχέση :

$$K1 = 10^n * (Wt / L^3) \quad (\text{δείκτης ευρωστίας κατά Fulton})$$

όπου : **n** είναι ακέραιος εκθέτης (1,2,3,...), **Wt** είναι το ολικό σωματικό βάρος, **L** είναι το ολικό μήκος και

a και **b** είναι οι συντελεστές της γραμμής παλινδρόμησης μεταξύ μήκους και βάρους, που έχει τη μορφή :

$$\text{Log } Wt = \text{Log } a + b * \text{Log } L, \text{ ή αλλιώς } Wt = a * L^b$$

Οι μακροσκοπικοί δείκτες, που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι ο δείκτης της περιεκτικότητας σε λίπος και οι δείκτες σχετικής πληρότητας του στομάχου, του εντέρου και του οισοφάγου.

Για την αριθμητική προσέγγιση της περιεκτικότητας σε λίπος θα προτείναμε την εξαβάθμια κλίμακα της **Prozorovskaya**. Η κλίμακα αυτή παριστάνεται σχηματικά στην Εικόνα 1 και έχει ως ακολούθως :

Δείκτης λίπους 0 : Δεν υπάρχει καθόλου λίπος στο έντερο. Μερικές φορές το έντερο μπορεί να καλύπτεται από κάποια συνδετική ταινία. Επεκτάσεις αυτής της ταινίας μπορεί να βρίσκονται ανάμεσα στις αναστροφές του εντέρου.

Δείκτης λίπους 1 : Λεπτά συσσωματώματα λίπους κατανέμονται στις εσωτερικές πτυχώσεις του εντέρου. Συχνά εμφανίζεται μία στενή, αδιάκοπη λωρίδα λίπους στις εσωτερικές πτυχώσεις.

Δείκτης λίπους 2 : Στενή, αδιάκοπη λωρίδα πυκνού λίπους καλύπτει πλήρως τις εσωτερικές πτυχώσεις του εντέρου. Στο εδραίο τμήμα του εντέρου αρχίζουν να εμφανίζονται εξωτερικά ορισμένα μικρά συσσωματώματα λίπους.

Δείκτης λίπους 3 : Πλατειά, αδιάκοπη λωρίδα λίπους καλύπτει τις εσωτερικές πτυχώσεις του εντέρου και στο εδραίο πλέον τμήμα του, η οποία παραμένει αδιάκοπη και στην εξωτερική πλευρά των πτυχώσεων. Τριγωνικά συσσωματώματα λίπους εμφανίζονται στις εξωτερικές πλευρές των καμπυλών, που δημιουργεί το έντερο.

Δείκτης λίπους 4 : Σχεδόν το σύνολο του εντέρου είναι καλυμμένο από πυκνό λίπος. Υπάρχουν όμως περιοχές του εντέρου, κυρίως στο πρώτο τμήμα του, που δεν καλύπτονται από λίπος.

Δείκτης λίπους 5 : Ολόκληρο πλέον το έντερο είναι καλυμμένο από πυκνό λίπος χωρίς να υπάρχουν ακάλυπτες περιοχές του. Συσσωματώματα λίπους αρχίζουν να καλύπτουν και άλλα όργανα και κυρίως τη γονάδα στη σπλαχνική κοιλότητα.

Για τη σχετική πληρότητα του στομάχου μία επίσης υποκειμενική κλίμακα, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η ακόλουθη :

| |
|---|
| <p>Δείκτης σχετικής πληρότητας 0 : Στομάχια εντελώς άδεια</p> <p>Δείκτης σχετικής πληρότητας 1 : Στομάχια με ελάχιστη τροφή (έως 20 %)</p> <p>Δείκτης σχετικής πληρότητας 2 : Στομάχια με αρκετή τροφή, όχι πλήρη</p> <p>Δείκτης σχετικής πληρότητας 3 : Στομάχια πλήρη (ολόκληρο το στομάχι είναι γεμάτο, αλλά τα τοιχώματά του είναι σχετικά σκληρά και αδιαφανή)</p> <p>Δείκτης σχετικής πληρότητας 4 : Στομάχια υπερπλήρη με πολύ τεντωμένα και σχεδόν λεπτά, διαφανή τοιχώματα.</p> |
|---|

Αντίστοιχες κλίμακες με την παραπάνω μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αριθμητική προσέγγιση της σχετικής πληρότητας του εντέρου και του οισοφάγου.



Εικ.1. Σχηματική απεικόνιση της κλίμακας μακροσκοπικού προσδιορισμού του δείκτη λίπους της Prozoronskaya.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 12^ο

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ 2
(ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΜΑΧΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ, ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ
ΤΡΟΦΙΚΩΝ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ, ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)**

1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΜΑΧΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ.

Η ανάλυση του στομαχικού περιεχομένου μπορεί να είναι ποιοτική (συστηματική ταξινόμηση όλων των λειών που παρουσιάζονται μέχρι το επίπεδο του είδους) και ποσοτική (ποσοστό της κάθε λείας στο σύνολο). Η ποιοτική ανάλυση προηγείται πάντα της ποσοτικής.

Υπάρχουν τρεις κύριες μέθοδοι ποσοτικής ανάλυσης του στομαχικού περιεχομένου.

- α) Αριθμητική μέθοδος
- β) Ογκομετρική μέθοδος
- γ) Βαρυμετρική ή Σταθμική μέθοδος

Και για τις τρεις μεθόδους είναι απαραίτητο τα τεμάχια της τροφής να εξεταστούν κάτω από μικροσκόπιο και να διαχωριστούν όσο το δυνατόν καλλίτερα σε ταξινομικές ομάδες. Συνήθως η ταξινόμηση αυτή δε χρειάζεται να φτάσει μέχρι το είδος, καθώς οι ανάγκες της μελέτης καλύπτονται και από το διαχωρισμό σε ευρύτερες ομάδες.

Η επιλογή της μεθόδου ανάλυσης εξαρτάται τόσο από τους στόχους της μελέτης, όσο και από τη φύση της τροφής. Αν η μελέτη είναι συγκριτική και η τροφή αποτελείται από πολλές μικρές λείες διαφόρων ταξινομικών ομάδων συνήθως χρησιμοποιούμε την αριθμητική και τη σταθμική μέθοδο. Αν οι λείες είναι λίγες και μεγάλες χρησιμοποιούμε συνήθως μόνο τη σταθμική. Αν αντίθετα η μελέτη στοχεύει στην ενεργειακή απόδοση της τροφής χρησιμοποιείται η σταθμική ανάλυση με βάση το ξηρό βάρος σε συνδυασμό με θερμιδομετρικές ή χημικές αναλύσεις. Ο συνδυασμός περισσότερων της μιας μεθόδων επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τους στόχους της μελέτης.

Οι πιο πάνω μέθοδοι αφορούν το σύνολο σχεδόν των εργαλείων μελέτης της διατροφής των ιχθυοπληθυσμών. Για την ευκολότερη προσέγγιση της περιγραφής της διαίτας ενός πληθυσμού και για συγκρίσεις μεταξύ της διαίτας κατηγοριών ενός ή περισσότερων ιχθυοπληθυσμών συνήθως χρησιμοποιούνται ορισμένοι προκαθορισμένοι δείκτες. Τέτοιοι δείκτες είναι οι ακόλουθοι :

1. Συχνότητα παρουσίας. (f)

Χρησιμοποιείται και στις τρεις μεθόδους ανάλυσης και δίνεται από τη σχέση:

$$f = 100 * \frac{\text{Αριθμός στομάχων, που περιείχαν μία κατηγορία τροφής}}{\text{Συνολικός αριθμός στομάχων, που περιείχαν τροφή}}$$

2. Ποσοστιαία σύνθεση ή αφθονία (C_n), (C_w), (C_v)

Χρησιμοποιείται επίσης και στις τρεις μεθόδους ανάλυσης. Ως ποσό προς μέτρηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντίστοιχα ο αριθμός των τεμαχίων τροφής (C_n **αριθμητική αφθονία**), το βάρος (C_w **σταθμική αφθονία**) ή ο όγκος τους (C_v **ογκομετρική αφθονία**) και δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$C_n \text{ ή } C_w \text{ ή } C_v = 100 * \frac{\text{Ποσό μίας κατηγορίας τροφής}}{\text{Συνολικό ποσό τροφής}}$$

3. Δείκτης συλλεκτικότητας (S.I.)

Δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$S.I. = W_a / W_\pi = \frac{\text{Ποσοστιαία σύνθεση στο στομάχι της τροφής } a}{\text{Συνολικό ποσό τροφής}}$$

4. Δείκτης επιλογής (E.I.)

Δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$E.I. = (W_{\alpha} - W_{\pi}) / (W_{\alpha} + W_{\pi}) \text{ και λαμβάνει τιμές από } -1 \text{ έως } +1$$

5. Δείκτης πληρότητας (C.I.)

Δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$C.I. = 10000 * (W_s / W_f) = \frac{\text{Βάρος περιεχομένου του στομάχου}}{\text{Βάρος ψαριού}}$$

6. Δείκτης σχετικής σπουδαιότητας στην διαίτα (I.R.I.)

Εκφράζει μαθηματικά τη σημασία της κάθε λείας στην διαίτα και επιτρέπει την αριθμητική οριοθέτηση των κατηγοριών των διαφόρων λειών σε κύριες, δευτερεύουσες και τυχαίες. Δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$I.R.I. = f * (C_n + C_w)$$

όπου: **f** είναι η συχνότητα παρουσίας της λείας **a** και

C_n και **C_w** είναι η αριθμητική και σταθμική αφθονία της ίδιας λείας

4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ.

Πριν από τη μελέτη του στομαχικού περιεχομένου, επειδή τα ψάρια συντηρούνται σε φορμόλη, τα ξεπλένουμε για δύο περίπου μέρες με νερό.

Στο προς εξέταση υλικό, σημειώνουμε στον πίνακα της τελευταίας σελίδας τα χαρακτηριστικά αλειίας του δείγματος. Κατόπιν μετράμε και καταγράφουμε τα παρακάτω βιολογικά χαρακτηριστικά :

Ολικό σωματικό μήκος, Μεσουραίο μήκος και ολικό σωματικό βάρος.

Στη συνέχεια, με το ανατομικό ψαλίδι, κόβουμε το τοίχωμα της κοιλιακής χώρας ξεκινώντας από το άνοιγμα της έδρας και καταλήγοντας στο κεφάλι. Επειδή μερικές φορές μαζεύεται υγρό στην σπλαχνική κοιλότητα, φροντίζουμε να το απομακρύνουμε.

Προσεκτικά ανοίγουμε τα κοιλιακά τοιχώματα και παρατηρώντας καταγράφουμε τους μακροσκοπικούς βιολογικούς δείκτες. Κατόπιν, με το ψαλίδι κόβουμε μπροστά από τον οισοφάγο και στην απόληξη της έδρας και αποχωρίζουμε από το ψάρι τον πεπτικό σωλήνα καθώς επίσης τη γονάδα και το ήπαρ. Φυλάσσουμε σε διαφορετικά τριβλία (petri), των οποίων είναι γνωστό το απόβαρο, τον οισοφάγο, το στομάχι και το έντερο.

Στην συνέχεια ζυγίζουμε το βάρος της γονάδας και του ήπατος σε ζυγό ακριβείας (με ακρίβεια 0,0001), απομακρύνοντας με απορροφητικό χαρτί την υγρασία. Στην ίδια ζυγαριά ζυγίζουμε το περιεχόμενο του στομάχου, του οισοφάγου και του εντέρου, τα οποία έχουμε καθαρίσει από τα υπολείμματα της τροφής, απομακρύνοντας και εδώ την υγρασία με απορροφητικό χαρτί.

Στο petri, που περιέχει τα υπολείμματα τροφής του εντέρου, εξετάζουμε σε στερεοσκόπιο και όπου αυτό είναι δυνατόν, τα υπολείμματα των διαφόρων λειών (περιβλήματα οστράκων, δόντια, χυττινώδη περιβλήματα δεκαπόδων, κωπηπόδων κ.λ.π.). Στο petri, που περιέχει τα υπολείμματα τροφής του οισοφάγου σημειώνουμε την ύπαρξη ή όχι

τροφής σαν ένδειξη της πιθανής αποβολής τροφής κατά τη σύλληψη. επίσης εξετάζουμε την ύπαρξη ή όχι άμμου, ή άλλων άπεπτων τεμαχίων.

Στο petri, που περιέχει τα υπολείμματα τροφής του στομάχου προσπαθούμε να αναγνωρίσουμε σε στερεοσκόπιο όλες τις λείες, και αφού τις κατατάξουμε σε συστηματικές ομάδες, μετράμε τον αριθμό λειών κάθε ομάδας χωριστά και το συνολικό βάρος κάθε ομάδας, σημειώνοντας παράλληλα το βαθμό πέψης.

Σε περιπτώσεις, όπου ο χρόνος εξέτασης σε στερεοσκόπιο προβλέπεται μακρός, για να μην ξεραίνεται το περιεχόμενο του στομάχου, μπορούμε να προσθέτουμε είτε διάλυμα γλυκερίνης 5-10 % όγκου σε όγκο σε νερό, είτε απλά νερό. Η συντήρηση των διαχωρισμένων λειών γίνεται με διάλυμα φορμαλίνης 2 % σε νερό σε φιαλίδια, στα οποία αναγράφεται το άτομο από το οποίο προήλθαν και η συστηματική ομάδα, στην οποία ανήκουν.

5. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΑΝΑΦΟΡΩΝ.

Γιά τις αναφορές της άσκησης θα γίνουν:

- α) κατανομή ολικού μήκους των ψαριών κάθε δείγματος και διαχωρισμός του δείγματος σε κύριες τάξεις μήκους.
- β) θα συμπληρωθεί για κάθε ψάρι ο δείκτης πληρότητας (C.I.) και θα βρεθεί ο M.O. για κάθε είδος και για κάθε τάξη μήκους.
- γ) σε κάθε είδος και τάξη μήκους θα βρεθούν οι δείκτες C_n, C_w, f και IRI και θα γίνει απεικόνιση των C_n και C_w σε πίττες.
- δ) συμπεριλάβετε όποιες παρατηρήσεις σας σχετικά με την σημαντικότητα ορισμένων κατηγοριών λείας στη δίαιτα των εξεταζόμενων κατηγοριών ψαριών (είδη και τάξεις μήκους).

Αλιευτικός σταθμός :Ημερομ.Αλιείας:

Αλιευτικό εργαλείο :Ημερομ. Επεξεργασίας :

Άλλα στοιχεία αλιείας :Είδος :

Άλλα στοιχεία :Παρατηρήσεις :

| A/α | TL | FL | TW | EW | SEX | MS | GW | LW | FI | SC | IC | PSC |
|-----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

FI: Δεικτης λίπους

SC: Στομαχικό περιεχόμενο

IC: περιεχόμενο εντέρου

PSC: περιεχόμενο οισοφάγου

(ΟΛΑ ΤΑ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΣΕ ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΟΠΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 13^ο

ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι βιολογικοί δείκτες αποτελούν τις περισσότερες φορές ένα ιδιαίτερα σημαντικό εργαλείο στα χέρια ενός Ιχθυολόγου, γιατί μπορούν να περιγράψουν (πιθανά όχι με πολύ μεγάλη ακρίβεια όπως άλλες εργαστηριακές μέθοδοι), την κατάσταση, που βρίσκεται κάθε ψάρι, και στη συνέχεια από το σύνολο των ατομικών δεδομένων του κάθε ψαριού, και ανάλογα με την καταλληλότητα και τη χρονική διάρκεια της δειγματοληψίας, να μας δώσουν μία σαφή (αν και όχι πάντα ακριβή) εικόνα των διαφόρων μεταβολών, που έχει υποστεί ο πληθυσμός στην διάρκεια της μελέτης

Ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι ακόμη και αν οι διάφοροι δείκτες είναι υποκειμενικές κλίμακες, εν τούτοις μπορούν να αριθμοποιηθούν και αν ο ερευνητής, που κατέγραψε τα στοιχεία είναι ο ίδιος, ή ακολούθησε κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο καταγραφής, τα στοιχεία μπορούν να θεωρηθούν συγκρίσιμα.

2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Ως βιολογικούς δείκτες μπορούμε να θεωρήσουμε οποιαδήποτε κλίμακα, μακροσκοπική ή αριθμητική (του τύπου πολύ-λίγο-καθόλου ή μαθηματικό τύπο) με λίγα ή περισσότερα σκαλοπάτια (διαβαθμίσεις), που έχει είτε συνεχείς (1,378) είτε μη συνεχείς (1 - 2 - 3 - κ.λ.π.) μεταβλητές και η οποία περιγράφει ένα βιολογικό χαρακτηριστικό. (π.χ. φύλο του ψαριού : αρσενικό =1, Θηλυκό =2, ανώριμο = 0, ερμαφρόδιτο =3, υπερώριμο ή γερασμένο =4 κ.ο.κ.)

Με τη χρήση τέτοιων δεικτών μπορούμε να ποσοτικοποιήσουμε ένα χαρακτηριστικό και να έχουμε μία σαφή και συγκριτική εικόνα της βιολογικής κατάστασης ενός είδους.

Επιπρόσθετα, με συνδυασμό τέτοιων δεικτών, μπορούμε να έχουμε διαβάθμιση ενός χαρακτηριστικού σε συγκεκριμένες ομάδες του πληθυσμού (π.χ. φύλο ή βαθμός ωρίμανσης και πληρότητα στομάχου)

3. ΓΝΩΣΤΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Από τα μέχρι στιγμής εργαστήρια, που έχετε πραγματοποιήσει έχετε γνωρίσει ορισμένους βιολογικούς δείκτες. Θα μπορούσαμε να θυμηθούμε με συντομία τους παρακάτω :

1. Ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI),
2. Ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI),
3. Ο δείκτης ευρωστίας,
4. Ο δείκτης της περιεκτικότητας σε λίπος,
- 5., 6., 7. Ο δείκτης σχετικής πληρότητας του στομάχου, του εντέρου και του οισοφάγου
8. Το φύλο,
9. Ο βαθμός ωρίμανσης,
10. Η Συχνότητα παρουσίας (f)
- 11, 12, 13. Οι δείκτες ποσοστιαίας σύνθεσης ή αφθονίας κατά αριθμό (C_n), κατά βάρος (C_w), και κατόγκο (C_v)
14. Ο δείκτης συλλεκτικότητας (S.I.).
15. Ο Δείκτης επιλογής (E.I.)

16. Ο δείκτης πληρότητας (C.I.)

17. Ο δείκτης σχετικής σπουδαιότητας στην διαίτα (I.R.I.)

Εκτός από τους παραπάνω, μία σειρά άλλων χαρακτηριστικών μπορεί να ποσοτικοποιηθεί ή να μετρηθεί.

4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ.

Θα σας δωθούν ορισμένα άτομα ενός είδους.

Θα κάνετε τις απαραίτητες ενέργειες και θα καταγράψετε μακροσκοπικά (χρησιμοποιώντας δική σας κλίμακα) τους δείκτες που γνωρίζετε.

Χρησιμοποιώντας τα βιολογικά δεδομένα από την επεξεργασία των ψαριών θα διαμορφώσετε τους δείκτες που επίσης γνωρίζετε.

Θα παραδώσετε εργασία, που θα περιλαμβάνει τα παραπάνω

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 14^ο

ΛΗΨΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα δεδομένα από τις εμπορικές συλλήψεις ψαριών είναι πολύ σημαντικά για την αλιευτική βιολογία. Η χάραξη μιάς οποιασδήποτε αλιευτικής πολιτικής στηρίζεται στην γνώση δύο παραγόντων **α)** πόσο είναι το ιχθυοαπόθεμα, το οποίο υφίσταται αλίευση και **β)** πόσο αλιεύεται

Στην πρώτη παράμετρο απαντά η εκτίμηση των ιχθυοαποθεμάτων με διάφορες μεθόδους προσέγγισης, ενώ στη δεύτερη απαντά η επεξεργασία δεδομένων από τις εμπορικές συλλήψεις.

2. ΛΗΨΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΣΥΛΛΗΨΕΩΝ

Δεδομένα από τις εμπορικές συλλήψεις συλλέγονται από αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες και αφορούν στον έλεγχο της αλιείας. Οι υπηρεσίες αυτές είναι :

Το Υπουργείο Γεωργίας με τους διάφορους φορείς του όπως οι Νομαρχιακές Διευθύνσεις και οι Εποπτείες αλιείας, οι Ιχθυόσκαλες, Διάφορες Δημοτικές Επιχειρήσεις κ.ά., η Ε.ΣΤ.Υ.Ε. (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας), η ΕΤ.ΑΝ.ΑΛ. (Εταιρεία Ανάπτυξης Αλιευμάτων), Ερευνητικά κέντρα που ανήκουν στο Υπουργείο Γεωργίας [ΙΝ.ΑΛ.Ε. του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. (Ινστιτούτο Αλιευτικών Ερευνών του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Ερευνας)], ή στο Υπουργείο Ανάπτυξης [Ε.Κ.Θ.Ε. (Εθνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών), Ι.ΘΑ.ΒΙ.Κ. (Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης)]

Εκτός από τους δημόσιους φορείς, δεδομένα από τις εμπορικές συλλήψεις μπορούμε να έχουμε από Ιδιωτικούς φορείς (Αναπτυξιακές εταιρείες, που δραστηριοποιούνται στις επιμέρους Περιφέρειες, Νομαρχίες ή Δήμους κ.ά., από συνεταιρισμούς αλιέων και από μεμονωμένους αλιείς, ιδιοκτήτες σκαφών.

Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι πρωτογενή δεδομένα ή ήδη επεξεργασμένα στοιχεία.

3. ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΣΥΛΛΗΨΕΩΝ

Τα δεδομένα των εμπορικών συλλήψεων αφορούν στην ποσότητα του αλιεύματος ανά είδος ή κατηγορία αλιεύματος, τα αλιευτικά σκάφη που αλίευσα (αριθμός ή ιπποδύναμη ή χωρητικότητα) χωρισμένα σε κατηγορίες και σε ορισμένες περιπτώσεις οι ημέρες που αλίευσε το κάθε σκάφος, το προσωπικό που απασχολεί κ.ά. Στόχος της συλλογής των δεδομένων αυτών είναι ο καθορισμός ενός μεγέθους συγκρίσιμου μεταξύ ανόμοιων κατά τα λοιπά αλιευτικών εργαλείων και μεθόδων. Το μέγεθος αυτό είναι η ολική σύλληψη ή η **σύλληψη ανά μονάδα προσπάθειας** (Catch per Unit of Effort - C.P.U.E.) Η καταχώρηση των δεδομένων αυτών γίνεται σε φύλλα εργασίας σε υπολογιστές, όπου καταγράφονται αναλυτικά στοιχεία για κάθε αλιευτικό σκάφος. Επειδή όμως αυτό δεν είναι πάντα εύκολο (τα στοιχεία τα οποία παραδίνονται μπορεί να μην είναι πάντοτε ακριβή) γίνεται έλεγχος και έρευνα.

4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΣΥΛΛΗΨΕΩΝ

Η **ανάλυση των εμπορικών συλήψεων** εστιάζεται στα παρακάτω. Η αύξηση της ολικής σύλληψης ή της **σύλληψης ανά μονάδα προσπάθειας** (Catch per Unit of Effort - C.P.U.E.) είναι ενδεικτικό σημείο της άφιξης ψαριών σε κάποιο μέρος, ενώ η μείωση αυτής σημαίνει την αναχώρηση των ψαριών. Η αύξηση της σύλληψης οφείλεται όχι μόνο στη συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων μεταναστευτικών ψαριών, σε συγκριτικά μικρή αλιευόμενη έκταση (π.χ. στόμιο εκβολών) που τα κάνει πολύ τρωτά στα αλιευτικά μέσα, αλλά και στη συμπεριφορά των ίδιων των ψαριών που δεν καταβάλλουν προσπάθεια να αποφύγουν τη σύλληψη. Αντίθετα, οι συλλήψεις είναι πολύ μικρότερες όταν πρόκειται απλώς για ψάρια που κινούνται για εύρεση τροφής, που διαχειμάζουν ή παραμένουν ακίνητα.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 15^ο

ΜΑΡΚΑΡΙΣΜΑ

Η ΣΗΜΑΝΣΗ (ΜΑΡΚΑΡΙΣΜΑ) ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

1. Γενικά

Η σημασίας του μαρκαρίσματος είναι κεφαλαιώδης για την Ιχθυολογία όσον αφορά στο ρόλο που διαδραματίζει στην ορθή αλιευτική διαχείριση. Ιδιαίτερα στα ψάρια, όπου η αλιεία τους είναι ανεπτυγμένη και τα αποθέματα ορισμένων ειδών αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο εξάντλησης, λόγω υπεραλίευσης, η εφαρμογή του μαρκαρίσματος κρίνεται ουσιαστικά απαραίτητη. Τα δεδομένα από το μαρκάρισμα προσφέρουν πληροφορίες που αφορούν την εκτίμηση και δομή των ιχθυαποθεμάτων, τις μεταναστεύσεις, την αύξηση, την βιολογία των ειδών και τις συνήθειες τους.

Σε πολλές περιπτώσεις, το μαρκάρισμα προμηθεύει τα απαραίτητα δεδομένα, που χρειάζονται για να επηρεάσουν την αλιευτική πολιτική, ιδιαίτερα όταν πρέπει να αντιμετωπιστούν κρίσιμα προβλήματα όπως: εξαντλημένα αποθέματα, διαχείριση μεταναστευτικών αποθεμάτων και διαμάχες ανάμεσα σε δικαιοδοσίες χωρών ή άλλων ομάδων (π.χ. παράκτιοι αλιείς και αλιείς μηχανοκινήτων σκαφών) οι οποίες εκμεταλλεύονται το ίδιο απόθεμα.

2. Το μαρκάρισμα και η σημασία του στην αλιευτική διαχείριση.

2.1. Το μαρκάρισμα και οι χρήσεις του

Η σήμανση (μαρκάρισμα) των ψαριών αποτελεί μία από τις σπουδαιότερες εργασίες για τους επιστήμονες που μελετούν τους ζωϊκούς οργανισμούς. Η σήμανση ψαριών πρωτοχρησιμοποιήθηκε σε σολομούς στις Η.Π.Α. το 1873. Ο όρος «μάρκα» (mark) αποδίδεται στο μαρκάρισμα των ψαριών με την χρησιμοποίηση μογιόλας, ένωσης ή άλλου μέσου που αφήνει ένα είδος σφραγίδας εξωτερικά ή εσωτερικά του σώματος των ψαριών. Ο όρος «σήμα» (tag) αποδίδεται σε κάθε αντικείμενο που προσαρτάται σε κατάλληλο σημείο του σώματος του ψαριού εσωτερικά ή εξωτερικά.

Η χρήση της μάρκας - σήματος, σκοπό έχει να αποτελέσει **μέσο αναγνώρισης** του οργανισμού που την φέρει. Γενικά η μάρκα είναι ένας παράγοντας που κάνει ένα ψάρι να ξεχωρίζει **ατομικά** ή το συμπεριλαμβάνει ως **μέλος μιας ομάδας ψαριών**.

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία ειδών και τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την σήμανση και το μαρκάρισμα των ψαριών.

Σκοποί του μαρκαρίσματος είναι, η εκτίμηση των ιχθυαποθεμάτων ή η παρακολούθηση των μετακινήσεων ψαριών, από την στιγμή του μαρκαρίσματος και απελευθέρωσης, μέχρι την επανασύλληψή τους (χρόνος ελευθερίας).

Το μαρκάρισμα **χρησιμοποιείται** σε μελέτες που αφορούν:

- α)** Εκτιμήσεις αποθεμάτων
- β)** Μετακινήσεις - μεταναστεύσεις
- γ)** Προσδιορισμό ηλικίας και αύξησης ή έλεγχο της εγκυρότητάς τους
- δ)** Μελέτη των αποθεμάτων (ανταλλαγές - αναμείξεις)
- ε)** Εκτίμηση άλλων πληθυσμιακών παραμέτρων (ποσοστά θνησιμότητας, ποσοστά εκμετάλλευσης, ποσοστά ανανέωσης πληθυσμού)

στ) Διερεύνηση βιολογίας και συμπεριφοράς των υδρόβιων οργανισμών.

Η ιδεατή μέθοδος μαρκαρίσματος, σχετίζεται με την ικανοποιητική **μονιμότητα της μάρκας στο ψάρι**, καθώς και με την εύκολη και αλάνθαστη αναγνώρισή της, από οποιονδήποτε αλιεύσει ένα μαρκαρισμένο ψάρι.

Επίσης η χρησιμοποιούμενη μέθοδος επιβάλλεται να είναι **εύκολη και απλή στην εφαρμογή της σε συνθήκες πεδίου, χαμηλού κόστους** και να **μην επιδρά στην αύξηση, στην θνησιμότητα, στη συμπεριφορά, στην ευκολία σύλληψης** από τα αλιευτικά εργαλεία και στην εμπορική αξία του μαρκαριζόμενου ψαριού.

Δυστυχώς οι υπάρχουσες έως τώρα τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί, ανταποκρίνονται μόνο σε ορισμένες από τις παραπάνω προϋποθέσεις. Παρ'όλα αυτά, ένας ερευνητής μπορεί να επιλέξει την κατάλληλη μέθοδο μαρκαρίσματος η οποία συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα, ανάλογα με τις απαιτήσεις και τους σκοπούς του εκάστοτε προγράμματος ή μελέτης που διενεργείται.

2.2. Ο ρόλος του μαρκαρίσματος στη διαχείριση αλιείας

Από μια έρευνα εκτίμησης των αποθεμάτων, πολλών ειδών ψαριών που έγινε στην Αυστραλία, παρατηρήθηκε ότι το 50 - 80% των γνώσεων σχετικά με την αλιεία, πηγάζει από δεδομένα μαρκαρίσματος. Οι μάρκες-σήματα, επαληθεύουν την αξία τους **στα πέντε σημαντικότερα προβλήματα που διέπουν την αλιεία**: εκμετάλλευση αποθεμάτων, αύξηση ψαριών, μετακινήσεις, επιβίωση και εκτίμηση πληθυσμών. Τα παραπάνω είναι ουσιώδη γιατί :

- Πολλά ιχθυαποθέματα αποτελούν στόχο εκμετάλλευσης από πολλές ομάδες αλιέων
- Οι μελέτες αύξησης εξαρτώνται έμμεσα από δεδομένα μαρκαρίσματος. Το μαρκάρισμα αποτελεί τον καλύτερο τρόπο να μετρήσουμε τα χρονικά διαστήματα που μεσολαβούν μεταξύ διαφόρων μεγεθών ψαριών που παρατηρήθηκαν, ή να εκτιμήσουμε την εγκυρότητα άλλων μεθόδων προσδιορισμού της ηλικίας και αύξησης που χρησιμοποιούνται.
- Διάφορα μοντέλα (υποδείγματα ή πρότυπα) μετακινήσεων, συχνά δεν μπορούν να γίνουν κατανοητά, λόγω της πολυπλοκότητάς τους, εκτός εάν υπάρχουν δεδομένα από μαρκάρισμα και επανασύλληψη ψαριών.
- Τέλος, ορισμένες μέθοδοι μαρκαρίσματος χρησιμοποιούνται σε μελέτες, που αφορούν πληθυσμιακές εκτιμήσεις και προσδιορισμό ποσοστών επιβίωσης ενός ιχθυαποθέματος. Το μεγαλύτερο μέρος της στατιστικής επεξεργασίας που έχει αναπτυχθεί όσον αφορά στο μαρκάρισμα ψαριών σχετίζεται με τα δύο παραπάνω προβλήματα εκτίμησης.

Κάθε μια από αυτές τις χρήσεις του μαρκαρίσματος, συνεισφέρει σε σημαντικό βαθμό στην αλιευτική διαχείριση.

3. Κύριες κατηγορίες μαρκαρίσματος και τύποι σημαντήρων (μάρκες).

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία ειδών και τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την σήμανση και το μαρκάρισμα των ψαριών. Αρκετές μάρκες έχουν μια μακρά παράδοση χρήσης εξαιτίας των επιτυχιών που σημείωσαν. Στο πέρασμα του χρόνου, άλλαξαν μόνο τα υλικά κατασκευής τους, διατηρούσαν όμως την μορφή και το μέγεθός τους. Η εφαρμογή μεγάλων προγραμμάτων μαρκαρίσματος, με εξειδικευμένους στόχους και κατάλληλη επιλογή των θαλασσιών ειδών που μαρκάρωνταν (ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες), οδήγησαν σε μια μεγάλη διαφοροποίηση των μαρκών, κάθε μια από τις οποίες εξυπηρετούσε ένα συγκεκριμένο σκοπό. Η ανάπτυξη των επιστημών Βιολογίας, Χημείας και Ηλεκτρονικής, συνέβαλλαν αποτελεσματικά σ' αυτήν την διαφοροποίηση και ανάπτυξη της τεχνολογίας μαρκαρίσματος.

Για πρακτικούς λόγους οι μάρκες χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες (υποομάδες), με βάση κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφοροι τύποι κατηγοριών όπου οι μάρκες ταξινομούνται με διαφορετικό τρόπο κάθε φορά σύμφωνα με κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ως προς το οποίο εξετάζονται. Θα αναφερθούμε συνοπτικά σε τρεις τύπους - μεθόδους ταξινόμησης των μαρκών που παρατηρήθηκαν.

1. Ανάλογα με τον **τρόπο διεξαγωγής του μαρκαρίσματος**, οι μάρκες χωρίζονται σε ομαδικές και ατομικές. Στην κατηγορία «ομαδικές» περιλαμβάνονται οι μάρκες που αφήνουν ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό σε μια ομάδα ψαριών ώστε να ξεχωρίζει από άλλες ομάδες. Στην κατηγορία «ατομικές» κάθε ψάρι μαρκάρεται με μια ξεχωριστή ατομική μάρκα και το κάνει να ξεχωρίζει από όλα τα υπόλοιπα ψάρια που μαρκαρίστηκαν. Έτσι οι μάρκες ταξινομούνται ως ακολούθως:

α) ομαδική τεχνική μαρκαρίσματος

- κόψιμο ή τρύπημα πτερυγίου
- Σφράγισμα
- Τατουάζ
- Υποδόριος ένεση (βαφές, ένεση με υγρό «Latex», φθορίζουσες ενώσεις)
- Βιολογικό μαρκάρισμα
- Υδρακουστικό μαρκάρισμα

β) ατομικό μαρκάρισμα

- Εσωτερικές μάρκες
- Υποδόριες μάρκες
- Εξωτερικές μάρκες
- Εσωτερικοί ηχητικοί σημαντές(πομποί)

2. Αναλόγως του είδους και της σύνθεσης, ταξινομούνται σε 4 κατηγορίες:

α) βιολογικές ή φυσικές μάρκες

- παράσιτα
- μεριστικά και μορφομετρικά χαρακτηριστικά
- γενετικοί σημαντές (μιτοχονδριακό DNA κ.ά.)

β) χημικές μάρκες

- με εμφάνιση
- με ένεση
- με τατουάζ

- με εισαγωγή χημικών (φάρμακα) μέσω τροφής

γ) σωματικές μάρκες

• εσωτερικές (εντός της κοιλότητας του σώματος, υποδόριες, κωδικές - συρμάτινες, μικροσήμανση)

- εξωτερικές (ακρωτηριασμός, σφράγισμα, άλλες σωματικές μάρκες)

δ) ηλεκτρονικές ή ακουστικές μάρκες

3. Ανάλογα με το αν ανιχνεύονται εσωτερικά ή εξωτερικά του σώματος των ψαριών, ταξινομούνται σε δύο γενικές κατηγορίες

α) εξωτερικά παρατηρούμενες μάρκες

• φυσικές μάρκες (μεριστικά και μορφομετρικά χαρακτηριστικά, αναλογίες μεγεθών των μελών του σώματος, διάφορα άλλα ταξινομημένα μοντέλα ανάλυσης).

• τεχνητές (ακρωτηριασμός, σφράγισμα, βαφές/χρώματα, σωματικές μάρκες).

β) εσωτερικά παρατηρούμενες μάρκες

• φυσικές μάρκες (αποτυπώνονται στα σκελετικά-οστέινα-μέρη του σώματος των ψαριών που ανήκουν σε άγριους πληθυσμούς και οφείλονται σε διάφορους περιβαλλοντικούς και βιολογικούς παράγοντες).

• τεχνητές μάρκες (με τεχνητά προκαλούμενες αλλαγές διάφορων παραμέτρων: θερμοκρασία - διατροφή, ή με προσθήκη διαφόρων χημικών ουσιών όπως ακεταζολαμίδη, οξυτετρακυκλίνη κ.α.).

4. Εφαρμογές και χρήσεις του μαρκαρίσματος

4. 1. Επιλογή της μεθόδου μαρκαρίσματος

Η επιλογή της κατάλληλης μάρκας παίζει σπουδαίο ρόλο στην επιτυχία της εκάστοτε μελέτης. Γι' αυτό απαιτείται μεγάλη προσοχή στην επιλογή ή ακόμα και στην προσαρμογή της μάρκας εκείνης, που προσεγγίζει περισσότερο τις ανάγκες της διενεργούμενης μελέτης. Αν και δεν υπάρχουν συγκεκριμένα κριτήρια επιλογής μιας μεθόδου μαρκαρίσματος, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε κάποιους παράγοντες που επηρεάζουν ή σχετίζονται με την επιλογή αυτή :

α) Αντικειμενικός σκοπός του μαρκαρίσματος

β) Μονιμότητα της μάρκας

γ) Χαρακτηριστικά οργανισμών που μαρκάρονται (είδος, μέγεθος, δέρμα)

δ) Ορατότητα και αναγνώριση της μάρκας

ε) Πληροφορίες που περιέχονται στην μάρκα

στ) Επίδραση στην επιβίωση, συμπεριφορά, αύξηση των οργανισμών

ζ) Στρες κατά το μαρκάρισμα - χειρισμοί

η) Ευκολία εφαρμογής της μάρκας

θ) Αριθμός των οργανισμών που μαρκάρονται

ι) Χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός

ια) Εμπειρία προσωπικού που διενεργεί το μαρκάρισμα και διαθεσιμότητα

ιβ) Ανεύρεση των μαρκαρισμένων οργανισμών (συνεργασία - αμοιβές)

ιγ) Εμπειρίες από προηγούμενες μελέτες

ιδ) Κόστος από ωφέλη που θα αποκομηθούν από την μελέτη.

Οι σκοποί - στόχοι του προγράμματος μαρκαρίσματος, αποτελούν τον πιο σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την επιλογή της εκάστοτε μεθόδου μαρκαρίσματος που θα χρησιμοποιηθεί. Μάλιστα, δεν μπορεί να επιχειρηθεί ένα πρόγραμμα μαρκαρίσματος, πριν αποφασιστεί τι ακριβώς πληροφορίες απαιτούνται.

Η μονιμότητα της μάρκας, αποτελεί επίσης έναν σημαντικό παράγοντα επιλογής. Για μακροπρόθεσμες μελέτες, θα χρησιμοποιηθούν μάρκες με μεγάλη μονιμότητα ενώ σε βραχυπρόθεσμες μελέτες, αυτό δεν είναι απαραίτητο.

Τα χαρακτηριστικά του μαρκαριζόμενου οργανισμού, διαμορφώνουν αποτελεσματικά την ακολουθούμενη μέθοδο μαρκαρίσματος. Έμφαση δίδεται στο είδος του οργανισμού που μαρκάρεται, στο μέγεθος, στην σκληρότητα του δέρματος του κ.α. Αξιόλογο παράδειγμα εδώ, αποτελούν, τα βαθύβια ψάρια, τα οποία πεθαίνουν όταν μεταφερθούν στην επιφάνεια. Προκειμένου για το μαρκάρισμά τους, ο Kotthaus χρησιμοποίησε αριθμημένα αγκίστρια, τα οποία μόλις καταπιούν τα ψάρια, σπάζουν και μένουν μέσα τους.

Η ορατότητα μιας μάρκας, μπορεί να έχει ισχυρές επιδράσεις, στην εξήγηση των δεδομένων μαρκαρίσματος, στην οποία λαμβάνει υπ' όψη, ο αριθμός των επανασυλλήψεων. Δύο κύριοι παράγοντες, το χρώμα της μάρκας και η περιοχή προσάρτισης, επιδρούν στην ορατότητα, αλλά και το σχήμα της μάρκας είναι εξίσου σημαντικό. Η εκλογή του χρώματος εμπλέκει κάποιο συμβιβασμό επειδή λαμπερά χρώματα που είναι εύκολο να αναγνωρισθούν, καθιστούν τα ψάρια, στόχο και εύκολη λεία των θηρευτών. Ευτυχώς, ορισμένα χρώματα που διακρίνονται εύκολα έξω από το νερό, είναι δυσδιάκριτα εντός του νερού. Το κόκκινο, το πορτοκαλί και το κίτρινο, είναι τα χρώματα που εκλέγονται συχνότερα. Οι μάρκες όταν δίδεται έμφαση στην εύκολη αναγνώριση τους, τοποθετούνται σε εμφανή μέρη του σώματος του ψαριού (κατά μήκος της ραχιαίας επιφάνειας ή πλευρικά). Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις, τα ψάρια μαρκάρονται εσωτερικά, για την εξυπηρέτηση ιδιαίτερων στόχων.

Οι πληροφορίες που περιέχονται στην μάρκα, ποικίλλουν, ανάλογα με την εφαρμοζόμενη μέθοδο μαρκαρίσματος και τον σκοπό για τον οποίο διενεργείται. Έτσι, εάν πρόκειται π.χ. για μελέτες αποθεμάτων και διαχωρισμό αυτών, χρησιμοποιείται ομαδικό μαρκάρισμα μιας κοινής μάρκας για κάθε ομάδα ψαριών που θέλουμε να μελετήσουμε. Εάν όμως εξετάζεται η ηλικία και αύξηση των ψαριών, τότε απαιτείται ατομικό μαρκάρισμα για κάθε ψάρι, με χρήση κωδικοποιημένων μαρκών. Επίσης πολλές μάρκες αναφέρουν διεύθυνση και άλλες οδηγίες, για την επιστροφή των μαρκών που θα ανευρεθούν.

Η θνησιμότητα που παρουσιάζουν ορισμένες μάρκες επιδρά στα αποτελέσματα διάφορων μελετών όπως, πληθυσμιακές εκτιμήσεις ή ποσοστά θνησιμότητας.

Οι μάρκες που επηρεάζουν την συμπεριφορά των οργανισμών, μετά την απελευθέρωσή τους, επιδρούν στο ποσοστό ανεύρεσης των μαρκών και μπορεί να οδηγήσουν συχνά σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Επίσης μερικές σωματικές μάρκες, ελαττώνουν την ανάπτυξη των μαρκαρισμένων ψαριών και επομένως είναι ακατάλληλες για μελέτες προσδιορισμού του ρυθμού αύξησης.

Οι τεχνικές σύλληψης και οι χειρισμοί κατά την διάρκεια του μαρκαρίσματος, επιδρούν στην ωσμωρυθμιστική ικανότητα και στην φυσιολογία του ψαριού. Έτσι, ένα ψάρι

που έχει χάσει αρκετά λέπια ανευρίσκεται σε χαμηλότερο ποσοστό, από ένα ψάρι που απελευθερώθηκε σε καλή κατάσταση. Τα μικρά ψάρια είναι πιο ευαίσθητα, στην πρόκληση βλαβών και οι επιστροφές τους (επανασυλλήψεις), σχετικά μικρότερες, συγκρινόμενες σε μεγάλο μεγέθους ψάρια. Επιπλέον ορισμένα είδη ψαριών είναι πιο ευαίσθητα από άλλα. Εκείνο που πρέπει να προσεχθεί είναι, η χρησιμοποιούμενη μέθοδος να είναι εύχρηστη και γρήγορη στην εφαρμογή, διαφορετικά μπορούν να προκληθούν υψηλές θνησιμότητες. Οι τραυματισμοί που προξενούνται κατά την διενέργεια του μαρκαρίσματος, φυσιολογικά επουλώνονται ικανοποιητικά, χωρίς την χρήση αντιβιοτικών, εκτός ειδικών περιπτώσεων όπως, μαρκάρισμα σε θερμά νερά ή πρόκληση στρες και δευτερογενών μολύνσεων. Οι μάρκες που έχουν σταθερότητα, είναι καλύτερες από τις αιωρούμενες, όσον αφορά την επούλωση του τραύματος και φαίνονται να έχουν καλύτερη διατήρηση. Η δοσολογία των αναισθητικών και η διάρκεια έκθεσης των ψαριών σ' αυτά, αποτελούν επίσης παράγοντες που επιδρούν στο στρες. Η προσοχή στις συλλήψεις και στους χειρισμούς επιβάλλεται, ώστε να μην βλαφτούν ζωτικά όργανα και η εκδορά του ιστού - δέρματος, να είναι ελάχιστη. Υπερενεργητικά ψάρια, μπορούν να ηρεμήσουν με ήπια αναισθητικά και τυχόν ωσμορυθμιστικά προβλήματα, μπορούν να ελαττωθούν, με την προσθήκη γλυκού νερού.

Ο αριθμός των οργανισμών που πρόκειται να μαρκαριστούν επηρεάζει επίσης την εκλογή της κατάλληλης τεχνικής μαρκαρίσματος. Εάν απαιτείται ομαδικό μαρκάρισμα, η επιλεγόμενη μάρκα, θα πρέπει να είναι χαμηλού κόστους και εύκολη στην εφαρμογή. Οι χημικές βαφές για παράδειγμα, έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, όταν πρόκειται για μαρκάρισμα μεγάλου αριθμού ψαριών, σε βραχυπρόθεσμα προγράμματα μαρκαρίσματος. Εάν ο αριθμός των ψαριών που πρόκειται να μαρκαριστούν, είναι περιορισμένος, μια ακριβότερη μάρκα που να προμηθεύει περισσότερες πληροφορίες, είναι κατάλληλη.

Μια άλλη σχετική εξέταση που απαιτείται, για την ορθολογική εφαρμογή ενός προγράμματος μαρκαρίσματος, είναι **ο καθορισμός των πόρων και των μέσων** που διατίθενται, για την διεκπεραίωση του προγράμματος. Επίσης εξετάζεται η επιδεξιότητα, εμπειρία και διαθεσιμότητα του προσωπικού, που θα διενεργήσει το μαρκάρισμα και εκτιμούνται προσεγγιστικά, τα όρια του κόστους, στα οποία θα διακυμανθεί η αξία του προγράμματος, φροντίζοντας να είναι μέσα σε λογικά πλαίσια.

Από τα παραπάνω, καταλαβαίνουμε ότι, για να υπάρξει και να εφαρμοστεί ένα πρόγραμμα μαρκαρίσματος, είναι απαραίτητος πρώτα, ο εντοπισμός και ακριβής καθορισμός των προβλημάτων, στα οποία το μαρκάρισμα έρχεται να δώσει απαντήσεις με την εφαρμογή του. Τέτοιου είδους προβλήματα και ερωτηματικά, που συνήθως δημιουργούνται είναι: η εκτίμηση των αποθεμάτων που υπόκεινται σε υπερεκμετάλλευση, το μοντέλο διαχείρισης που πρέπει να ακολουθηθεί, η σωστή απονομή των αποθεμάτων, όπου υφίστανται διαμάχες ανάμεσα σε δικαιοδοσίες, ο εμπλουτισμός γνώσεων στην βιολογία ορισμένων ειδών με οικονομικό ενδιαφέρον.

Κάτω από τέτοιες συνθήκες και σύμφωνα με την ένταση των πιέσεων που αντιμετωπίζουν κυρίως οι διαχειριστές αλιείας, αποφασίζεται ο σχεδιασμός και εφαρμογή ενός προγράμματος μαρκαρίσματος, με συγκεκριμένο σκοπό, να βοηθήσει στην εξιχνίαση και επίλυση του εκάστοτε προβλήματος που προβάλλεται. Για να προχωρήσει το πρόγραμμα, θα

πρέπει να έχει **εξασφαλισμένη χρηματοδότηση**, πόρους και μέσα (συνεργασίες με υπηρεσίες, οργανισμούς και εργαστήρια), τα οποία θα βοηθήσουν στην διεκπαιρέωση του. Επίσης επιβάλλεται έγκαιρα, ο **καθορισμός των ειδών των ψαριών**, που θα μελετηθούν, καθώς και οι μέθοδοι μαρκαρίσματος που θα χρησιμοποιηθούν. Η επιλογή των μεθόδων, όπως αναφέραμε, παίζει σπουδαίο ρόλο και γι' αυτό μπορεί να περιλαμβάνει, αρχικά πειραματικό μαρκαρίσμα, εκτός εάν υπάρχουν προηγούμενες εμπειρίες, από εφαρμογές των μεθόδων μαρκαρίσματος, στα εξεταζόμενα είδη ψαριών. Σε κάθε περίπτωση, η επιτυχία εφαρμογής του μαρκαρίσματος, θα πρέπει να είναι εξασφαλισμένη, πριν αρχίσουν μεγάλα και πολυδάπανα προγράμματα, για μεγάλες χρονικές περιόδους.

Για την διενέργεια του μαρκαρίσματος, απαιτείται αρχικά, ο **καθορισμός των αλιευτικών εργαλείων** για την σύλληψη των οργανισμών. Η αλιεία μπορεί να πραγματοποιηθεί με ερευνητικά σκάφη, ναυλωμένα σκάφη, επαγγελματικά αλιευτικά (ανάλογα με την εποχή απόπλου), καθώς και με ψαρόβαρκες αλιέων που συμμετέχουν εθελοντικά στο μαρκαρίσμα. Επίσης θα πρέπει να εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα του προσωπικού που διενεργεί το μαρκαρίσμα και η τυχόν εκπαίδευσή του, σε περιπτώσεις που δεν είναι πεπειραμένο.

Η **διαφήμιση του προγράμματος**, κρίνεται απαραίτητη, σε ιχθυόσκαλες, αλιευτικούς συναιτερισμούς κ.α. όπου τονίζονται οι χρηματικές ανταμοιβές, για όσους αλιείς παραδίδουν στις αρμόδιες υπηρεσίες, τις μάρκες ή ολόκληρα τα μαρκαρισμένα ψάρια που εξαλίευσαν. Συνήθως επιδιώκεται η συνεργασία με επαγγελματίες και ερασιτέχνες αλιείς, γιάς να υπάρξει ικανοποιητικός αριθμός επανασυλλήψεων.

Τα δεδομένα μαρκαρίσματος, ταξινομούνται και αρχειοθετούνται με προσοχή, προκειμένου να αξιολογηθούν και να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητά τους. Επίσης καταγράφονται οι ιδιαίτερες δυσκολίες που παρουσιάστηκαν, τυχόν αλλαγές κατά την διάρκεια του προγράμματος μαρκαρίσματος και μια έκθεση των γενικών συμπερασμάτων που προέκυψαν.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 16^ο

ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ - ΠΙΝΑΚΕΣ ΖΩΗΣ

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

1. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

1. Γενικά.

Σε κάθε οικοσύστημα υπάρχουν πολλά φυτικά και ζωικά είδη, των οποίων ο ρόλος στο οικοσύστημα είναι διαφορετικός. Όλα τα άτομα, που ανήκουν στο ίδιο είδος και συνυπάρχουν χρονικά και τοπικά (δηλαδή ζουν σε ένα οικοσύστημα) αποτελούν ένα πληθυσμό. Ο σπουδαιότερος χαρακτήρας ενός πληθυσμού είναι η δυνατότητα διασταύρωσης και αναπαραγωγής των ατόμων του πληθυσμού μεταξύ τους. Τα όρια (εξάπλωσης) ενός πληθυσμού δεν είναι πάντοτε σαφή. Σε ορισμένες περιπτώσεις (που υπάρχει γεωγραφική απομόνωση) τα όρια μπορεί να είναι σαφή.

Παράμετροι ενός πληθυσμού

Σε κάθε πληθυσμό αναφερόμαστε σε στατιστικά μεγέθη (**μεταβλητές** ή **παραμέτρους**), που δεν αφορούν μεμονομένα άτομα, αλλά περιγράφουν και χαρακτηρίζουν μία ομάδα ατόμων όπως είναι ο πληθυσμός. Κύριες παράμετροι του πληθυσμού είναι η πυκνότητα και η εσωτερική δομή (όπως η ηλικιακή κατανομή, η σχέση των δύο φύλων κ.ά.).

Η **πυκνότητα** ενός πληθυσμού είναι παράγωγο μέγεθος που επηρεάζεται από πρωτογενή στοιχεία της δυναμικής του πληθυσμού όπως η γεννησιμότητα, η θνησιμότητα και η ανταλλαγή ή η διασπορά του πληθυσμού (εποικισμός ή μετανάστευση). Αναφέρεται στον αριθμό των ατόμων του πληθυσμού στην μονάδα όγκου ή επιφανείας του συγκεκριμένου οικοσυστήματος. Διακρίνεται σε :

α) ειδική οικολογική πυκνότητα. Εκφράζει την πυκνότητα του πληθυσμού παίρνοντας υπ' όψη μόνο την έκταση (ή τον όγκο), που είναι κατάλληλη κατοικία του είδους και όχι την συνολική έκταση εξάπλωσης του πληθυσμού.

β) γενική πυκνότητα. Είναι ο συνολικός αριθμός ατόμων/μονάδα του συνολικού χώρου.

Η συνηθέστερη μέθοδος προσδιορισμού της πυκνότητας είναι η μέθοδος σύλληψης και επανασύλληψης (Petersen) που εφαρμόζεται ιχνηθέτηση (μαρκάρισμα) των ατόμων.

Η πυκνότητα ενός πληθυσμού μπορεί να επηρεάζεται από πληθυσμιακούς ρυθμούς σύμφωνα με το σχήμα :

Εποικισμός
(+)
Γεννησιμότητα (+) **ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ** (-) Θνησιμότητα
(-)
Μετανάστευση

Η **κατανομή των ηλικιών** είναι επίσης χαρακτηριστική. Μπορεί να μεταβάλλεται από διάφορα δημογραφικά μεγέθη και απεικονίζει μεταβολές στη γεννησιμότητα, τη θνησιμότητα και το ρυθμό αύξησης του πληθυσμού.

II. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ

1. ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ ΧΩΡΙΣ ΗΛΙΚΙΑΚΗ ΔΟΜΗ

Στους πληθυσμούς χωρίς ηλικιακή δομή η πιθανότητα να συμβεί ένα δημογραφικό γεγονός είναι **ανεξάρτητη της ηλικίας**.

A. ΣΥΝΕΧΗ ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΥΞΗΣΗΣ

Οι γενικές παραδοχές είναι :

α) η επικάλυψη γενεών είναι απόλυτη

β) Τα δημογραφικά γεγονότα (γεννήσεις και θάνατοι) συμβαίνουν συνεχώς.

Ο γενικός τύπος είναι : $dN / dt = f(N)$

1. Εκθετικά μοντέλα αύξησης : Προϋποθέτουν ότι ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού (r) είναι σταθερός και ανεξάρτητος της ηλικίας και πυκνότητας του πληθυσμού

$$dN / dt = r * N \Rightarrow N(t) = N_0 e^{rt}$$

$r = b - m$ (b = γεννητικότητα, m = θνησιμότητα)

2. Λογιστικά μοντέλα αύξησης : Προϋποθέτουν ότι ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού (r) είναι ανεξάρτητος της ηλικίας είναι όμως συνάρτηση της πυκνότητας του πληθυσμού. Οι πληθυσμοί διαθέτουν αναδραστικούς μηχανισμούς αυτορρύθμισης της πυκνότητάς τους σε σχέση με τη βιοχωρητικότητα του περιβάλλοντος.

$$dN / N dt = r - b * N$$

$$\text{αν } r / b = K \text{ (βιοχωρητικότητα) } dN / N dt = r (1 - N / K) \Rightarrow N(t) = K / (1 + e^{-a-rt})$$

Αποκλίσεις από την κατάσταση ισορροπίας του πληθυσμού έχουν ως συνέπεια την τάση του πληθυσμού να ξαναγυρίσει στην κατάσταση ισορροπίας. Ο χρόνος που χρειάζεται ο πληθυσμός λέγεται **περίοδος ή χρόνος αποκατάστασης** (T_R) και για το λογιστικό μοντέλο είναι : $T_R = 1 / r$

Αν υπάρχει χρονική υστέρηση T στην αναδραστική ρύθμιση της πυκνότητας τότε το λογιστικό μοντέλο γίνεται :

$$dN / N dt = r [1 - N (t - T) / K]$$

B. ΑΣΥΝΕΧΗ ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΥΞΗΣΗΣ

Οι γενικές παραδοχές είναι :

α) δεν υπάρχει επικάλυψη γενεών

β) Τα δημογραφικά γεγονότα (γεννήσεις και θάνατοι) συμβαίνουν σε καθορισμένες στιγμές του βιολογικού κύκλου. Ο χρόνος είναι ασυνεχής μεταβλητή ($t, t+1, t+2, \dots$)

Ο γενικός τύπος είναι : $N_{t+1} = f(N_t)$

1. Ανάλογο του εκθετικού μοντέλου (χωρίς αυτορρύθμιση της πυκνότητας)

$$N_{t+1} = \lambda * N_t \text{ όπου } \lambda = e^r$$

άν η $f(N_t)$ θεωρηθεί γραμμική συνάρτηση

2. Ανάλογο του λογιστικού μοντέλου (με αυτορρύθμιση της πυκνότητας)

άν η $f(N_t)$ θεωρηθεί μη γραμμική συνάρτηση υπάρχουν πολλά μοντέλα που την περιγράφουν. Τα κυριότερα είναι :

| ΜΟΝΤΕΛΟ | Βιοχωρητικότητα | T_R |
|--|-----------------|---------|
| $N_{t+1} = N_t [1 + r (1 - N / K)]$ | K | $1 / r$ |
| $N_{t+1} = N_t * e^{r(1 - N / K)}$ | K | $1 / r$ |
| $N_{t+1} = \lambda * N_t^{1-b} (N > \epsilon)$ | $\lambda^{1/b}$ | $1 / b$ |

όπου ϵ είναι η οριακή τιμή της παραμέτρου r , πάνω από την οποία η δυναμική συμπεριφορά του συστήματος χάνει την κανονικότητά της και μετατρέπεται σε χαοτική. Οι παράμετροι των μοντέλων αυτών μετρούν την ισχύ των αναδραστικών μηχανισμών ρύθμισης της πυκνότητας από γενιά σε γενιά.

2. ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ ΜΕ ΗΛΙΚΙΑΚΗ ΔΟΜΗ

Στους πληθυσμούς με ηλικιακή δομή η πιθανότητα να συμβεί ένα δημογραφικό γεγονός είναι **συνάρτηση της ηλικίας**. Στους πληθυσμούς αυτούς οι ηλικιακές κλάσεις είναι διακριτές και συνήθως επικαλύπτονται.

A. ΣΥΝΕΧΗ ΜΟΝΤΕΛΑ : Πίνακες ζωής

Η μελέτη των πληθυσμών με ηλικιακή δομή σε συνεχή χρόνο γίνεται με την κατάστρωση των Πινάκων ζωής. Οι κυριότερες παράμετροι ενός πίνακα ζωής είναι :

1. λ = πεπερασμένος ρυθμός αύξησης. Μετρά τη σχετική (ανά άτομο) αύξηση του πληθυσμού από γενιά σε γενιά. Ισχύει η σχέση : $r = \ln \lambda$.
2. s_x = η πιθανότητα επιβίωσης των ατόμων της ηλικιακής κλάσης x .
3. S_x = η πιθανότητα επιβίωσης των ατόμων της ηλικιακής κλάσης x ως τη μέση της επόμενης ηλικιακής κλάσης $x+1$.
4. F_x = η γονιμότητα της ηλικιακής κλάσης x
5. R_f = ο αναμενόμενος μέσος αριθμός θηλυκών απογόνων, που παράγεται από ένα θηλυκό άτομο σε όλη τη διάρκεια της ζωής του
6. G = η μέση διάρκεια γενιάς
7. T_x = ο συνολικός χρόνος, που έζησαν τα άτομα της ηλικιακής κλάσης x
5. e_x = η μέση διάρκεια ζωής, που απομένει στο μέσο αντιπροσωπευτικό άτομο της ηλικιακής κλάσης x

B. ΑΣΥΝΕΧΗ ΜΟΝΤΕΛΑ : Μητρωτικά μοντέλα

Γιά να μελετηθούν πληθυσμοί με ηλικιακή δομή σε ασυνεχή χρόνο χρησιμοποιούνται τα δημογραφικά ανύσματα και οι μήτρες μεταφοράς.

Τα δημογραφικά ανύσματα περιγράφουν τη δομή του πληθυσμού σε μία χρονική στιγμή t , έστω N_t .

Η Μήτρα μεταφοράς (M) καθορίζει τη μετάβαση του πληθυσμού από τη δομή N_t κατά τη χρονική στιγμή t , στη δομή N_{t+1} κατά τη χρονική στιγμή $t+1$. Το δημογραφικό ανύσμα κατά τη στιγμή $t+1$ προκύπτει από τη σχέση :

$$N_{t+1} = M * N_t \text{ ή αλλιώς } N_{t+1} = M^{t+1} N_0$$

III. ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι βασικές παράμετροι των μοντέλων δυναμικής πληθυσμών είναι συνολικές έννοιες και μεταφράζουν το σύνθετο αποτέλεσμα της επίδρασης ενός συνόλου από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες στη μεταβολή του πληθυσμού.

Ένα από τα πιο παραγωγικά σημεία της οικολογικής θεωρίας, που συνδέει τις παραμέτρους r και K (από τις οποίες εξαρτάται κατά κύριο λόγο η αύξηση του πληθυσμού) με τα χαρακτηριστικά του βιοτόπου στον οποίο αυτός ζει, εκφράζεται με τις έννοιες των δύο **επιλεκτικών στρατηγικών**, r και K . Οι στρατηγικές αυτές είναι οι λειτουργικές απαντήσεις του πληθυσμού σε πιέσεις του περιβάλλοντος και σφυρηλατήθηκαν κάτω από τη δράση της φυσικής επιλογής στην πορεία της εξέλιξης των ειδών.

K-στρατηγική

Αναφέρεται σε πληθυσμούς, που ζουν σε **σταθερό βιότοπο**. Η διάρκεια γενιάς αυτών των πληθυσμών (G) είναι πολύ μικρότερη από το χρόνο (H) κατά τον οποίο ο βιότοπος παραμένει ευνοϊκός για τον πληθυσμό. ($G / H \ll 1$). Η πυκνότητά τους παραμένει σταθερή ή παρουσιάζει σταθερή ταλάντωση γύρω από τη βιοχωρητικότητα σε σχέση με το χρόνο. Οι πληθυσμοί παρουσιάζουν **μικρή γεννητικότητα και μικρή θνησιμότητα**, που συνεπάγεται **μεγάλη διάρκεια ζωής**.

Βασική επιδίωξη των πληθυσμών με K -στρατηγική είναι η **διατήρηση σταθερής πληθυσμιακής πυκνότητας**. Αυτό επιτυγχάνεται με την ικανότητα μέγιστης εκμετάλλευσης των τροφικών διαθεσίμων σε περιορισμένο περιβάλλον και την ανάπτυξη αμυντικών μηχανισμών, που αυξάνουν την δυνατότητα επιβίωσης σε περιπτώσεις δια-ειδικού ανταγωνισμού.

Ο χρόνος αποκατάστασης σε πληθυσμούς με K -στρατηγική είναι μεγάλος, ενώ ο ρυθμός γεννητικότητας αυξάνει με τη μείωση της πυκνότητας. Κατά συνέπεια διαπιστώνουμε ότι πρόκειται για πληθυσμούς που εμφανίζουν έντονο (τροφικό κατά κύριο λόγο) ενδοειδικό ανταγωνισμό.

r-στρατηγική

Αναφέρεται σε πληθυσμούς, που ζουν σε ασταθές ή έντονα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Η διάρκεια γενιάς αυτών των πληθυσμών (G) είναι πολύ μεγαλύτερη από το χρόνο (H) κατά τον οποίο ο βιότοπος παραμένει ευνοϊκός για τον πληθυσμό. ($G/H > 1$). Χαρακτηρίζει πληθυσμούς που αποικίζουν νέους βιότοπους ή οικολογικά κενά. Ο ρυθμός μετανάστευσης αυτών των πληθυσμών αποτελεί ουσιαστική παράμετρο των μοντέλων που περιγράφουν τη δυναμική τους. Έχουν **μικρή διάρκεια γενιάς** και μικρή ικανότητα για δια-ειδικό ανταγωνισμό.

Οι κύριοι αμυντικοί μηχανισμοί των πληθυσμών αυτών έναντι του δια-ειδικού ανταγωνισμού είναι η **μεγάλη γεννητικότητα**, που είναι ανεξάρτητη της πυκνότητας του πληθυσμού, και η **μετανάστευση**. Οι πληθυσμοί αρχίζουν την ανάπτυξή τους σε μία νέα περιοχή με το σχηματισμό μικρών αποικιών που η δυναμική τους περιγράφεται από το εκθετικό μοντέλο, το οποίο ως γνωστόν δεν παράγει σταθερούς πληθυσμούς. Οι πληθυσμοί

της r-στρατηγικής αποφεύγουν την αστάθεια με τη μετανάστευση. Φαινόμενα μαζικής θνησιμότητας δεν είναι σπάνια σε τέτοιους πληθυσμούς. Η πιθανότητα εξαφάνισης ενός πληθυσμού με r-στρατηγική είναι μεγάλη, όμως αν τα είδη με r-στρατηγική θεωρηθούν ως σύνολο, αποτελούν σχετικά σταθερό σύστημα.

2. ΠΙΝΑΚΕΣ ΖΩΗΣ - ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

Ο πλήρης κύκλος ζωής των ψαριών είναι δυνατόν να διαχωριστεί σε ορισμένες διακριτές περιόδους, κύρια σε σχέση με την αναπαραγωγή. Έτσι, μπορούμε να διακρίνουμε τις παρακάτω περιόδους ανάπτυξης :

α) εμβρυϊκή ανάπτυξη : είναι η περίοδος της ανάπτυξης μεταξύ της γονιμοποίησης και μέχρι της έναρξης εύρεσης εξωτερικής τροφής. Χωρίζεται σε τρία μέρη:

i) περίοδος του αυγού, όπου το έμβρυο τρέφεται από τη λέκιθο, που είναι απόθεμα τροφής που παρέχεται από το μητρικό οργανισμό και η ανάπτυξη του εμβρύου γίνεται μέσα στη μεμβράνη του αυγού,

ii) περίοδος του ελεύθερου εμβρύου (αρχικό στάδιο λάρβας που φέρει λεκιθικό σάκο), όπου η ανάπτυξη συνεχίζεται έξω από το γονιμοποιημένο αυγό, χωρίς την πρόσληψη εξωτερικής τροφής.

iii) περίοδος ατελούς ιχθυδίου (τελικό στάδιο λάρβας που δεν φέρει λεκιθικό σάκο), η ελεύθερη λάρβα στρέφεται σταδιακά σε εξωτερική τροφή και εάν δεν κατορθώσει να τραφεί εξαντλείται και πεθαίνει. Εμφανίζονται φαινόμενα φωτοτακτισμού και ρεοτακτισμού καθώς υπάρχει η δυνατότητα κολύμβησης.

β) λαρβική περίοδος : Η λαρβική περίοδος και αυτή διακρίνεται σε δύο στάδια :

i) περίοδος ατελούς ιχθυδίου όπου είναι συνέχεια του προηγούμενου σταδίου και η λάρβα τρέφεται αποκλειστικά με εξωτερική τροφή αλλά δεν έχει αναπτύξει ακόμα τα εσωτερικά και εξωτερικά τυπικά χαρακτηριστικά του ενήλικου ψαριού. Η φάση χαρακτηρίζεται από γρήγορη ανάπτυξη και πολλαπλές αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες και στην ηθολογία

ii) περίοδος τελείου ιχθυδίου, που χαρακτηρίζεται από σταθεροποίηση των εξωτερικών μορφολογικών γνωρισμάτων και συνηθειών του ψαριού. Το ιχθύδιο αρχίζει να μοιάζει εξωτερικά με το ενήλικο άτομο. Η διατροφή του εξαρτάται από την περιοχή διαβίωσης και το σχετικό μέγεθος του ψαριού.

γ) περίοδος του ανώριμου ή ανήλικου ατόμου : η εξωτερική εμφάνιση μοιάζει με αυτήν του ενήλικου αλλά οι γονάδες δεν είναι αναπτυγμένες και τα δευτερεύοντα φυλετικά χαρακτηριστικά (όπου υπάρχουν στα ενήλικα) λείπουν.

δ) περίοδος ώριμου ή ενήλικου ατόμου : Δευτερεύοντα φυλετικά χαρακτηριστικά έχουν αναπτυχθεί και υπάρχει πλήρης ικανότητα για αναπαραγωγή.

ε) περίοδος του γήρατος : σταδιακή εξασθένηση και τελικά παύση της ικανότητας αναπαραγωγής και αντίστοιχα η αύξηση σε μήκος είναι πολύ βραδεία ή σταματά.

Ιδιαίτερα βιολογικά χαρακτηριστικά όπως και διαφορετικές βιολογικές παραμέτρους (θνησιμότητα, ταχύτητα ανάπτυξης, δυνατότητα αναπαραγωγής κ.λ.π.) μπορούμε να διακρίνουμε σε κάθε επι μέρους στάδιο της ζωής ενός είδους. Είναι λοιπόν σημαντικό να γνωρίζουμε τα παραπάνω κυρίως σε εκμεταλευόμενους πληθυσμούς, όπου υπάρχει ανάγκη καθορισμού μέτρων αλιευτικής διαχείρισης και πρόβλεψης της παραγωγής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bagenal, O.B.**, 1978. Methods for assessment of fish production in freshwater (3rd ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford : 348 pp.
- Bauchot M.L. & A. Pras**, 1980. Guide des poissons marins d' Europe. Delachaux & Niestle (Eds). Paris : 427 pp.
- Beamish, R.J. & G.A. McFarlane**, 1987. Current trends in age methodology. In : "Age and growth of fish". Summerfelt, R.C. & G.E. Hall (Eds), Iowa State Univ. Press, Ames : 15-44.
- Beverton, R.J.H. & S.J. Holt**, 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Her Majesty's Stat. Off., London. Part III, Fish. Invest. Ser. II, Vol. XIX : 172-307.
- Βιδάλης, Α. Κ.**, 1994. Βιολογία και δομή των πληθυσμών της μάριδας (*Spicara smaris*, L.) στη θαλάσσια περιοχή της Ν. Κρήτης. Διδακτορική διατριβή, Παν/μιο Κρήτης, Τμ. Βιολογίας, 1994 : 252 p.
- Blaxter, J.H.S.**, 1970. Temperature-Fishes. In : "Marine Ecology", O. Kinne (Ed.). Vol. I. Wiley, Chichester: 515-616.
- Charnov, E.**, 1982. The theory of sex allocation. Princeton Univ. Press, Princeton-N.Jersey : 335 pp.
- Cushing, D.H.**, 1975. Marine ecology and fisheries. Cambr. Univ. Press, Cambridge : 278 pp.
- Dobzansky, Th.**, 1970. Genetics of the Evolutionary Process. Columbia Univ. Press, N. York : 732 pp.
- FAO**, 1993. Bull. of Fish. Statistics 32. CFCM Stat. Bull. No 9, FAO/U.N., Rome : 239 pp.
- Gulland, J.A.**, 1985. Fish stock assessment, a manual of basic methods. John Wiley & Sons, Ltd. N.York : 223 pp.
- Harden Jones F.R.**, 1981. Fish migration; strategy and tactics : 139-165. In : "Animal migration". Aidley, D.J. (Ed.). Cambr. Univ. Press, Cambridge, England.
- Helfman, G.S.**, 1978. Patterns of community structure in fishes; summary and overview. Environ. Biol. Fish., 3 : 129-148.
- Hureau, J.C. & Th. Monod**, 1979a (Eds.). CLOFNAM, Check-list of the fishes of the North-eastern Atlantic and of the Mediterranean. Vol. I. UNESCO, Paris : 682 pp.
- Hureau, J.C. & Th. Monod**, 1979b (Eds.). CLOFNAM, Check-list of the fishes of the North-eastern Atlantic and of the Mediterranean. Vol. II. UNESCO, Paris : 394 pp.
- Hyslop, F.J.**, 1980. Stomach content analysis; a review of methods and their application. J. Fish. Biol., 17 : 411-429.
- Κατσέλης, Ν. Γ. (1996)**. Βιολογία και δυναμική του ιχθύος *Liza saliens* (Mugilidae) στην λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου Αιτωλικού. Διδακτορική διατριβή Παν/μιο Πατρών 196 σελ.
- Le Cren, E.D.**, 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol., 20 (2) : 201-219.
- MacLean, J.A., & D.O. Evans**, 1981. The stock concept discreteness of fish stocks and fisheries management. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38 : 1889-1898.

- Marr, J.C.**, 1957. Contributions to the study of Subpopulations of fishes. U.S. Fish & Wildlife Serv., Spec. Sci. Rep.-Fisheries, 208 : 129 pp.
- McKeown, B.A.**, 1984. Fish migration. Croom Helm Ltd., London : 222 pp.
- Nielsen L.A. & D.L. Johnson**, 1983 (Eds, 2nd print 1985). Fisheries techniques. Am. Fish. Soc. Blacksburg : 468 pp.
- Nikolsky, G.V.**, 1963. The Ecology of fishes. Acad. Press, London & N.York : 352 pp.
- Nikolsky, C.V.** 1980. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fish resources. Koeltz Sci. Publ., Koenigstein : 323pp.
- Oliver, P. & J. Bravo de Laguna**, 1976. 1st findings in the evaluation of pelagic fishes by Acoustic Methods in Balearic waters Spain cruises pelagia-VII 75 and pelagia-XI 75. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 210 : 7-45.
- Panella, G.**, 1971. Fish otoliths. Science, 173 : 1124-1127.
- Panella, G.**, 1988. Growth patterns in fish sagittae. In : "Skeletal growth of aquatic organisms". Rhoads, D.C. & R.A. Lutz (Eds). Plenum Press, New York : 519-560.
- Pauly, D.**, 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. In : "Length based methods in fisheries research". Pauly, D. & G.R. Morgan (Eds). ICLARM, Conf. Proc. 13, Manila : 7-35.
- Pitcher, T.J.**, 1986. Functions of shoaling behaviour in Teleosts. In : "The behaviour of Teleost fishes". Pitcher, T.J. (Ed.). Croom Helm, London : 294-336.
- Reinboth, R.**, 1970. Intersexuality in fishes. Mem. Soc. Endocr. G.B., 18 : 515-543.
- Royce, W.F.**, 1952. Statistical comparison of morphological data. U.S. Fish & Wildlife Serv., Spec. Sci. Rep.-Fisheries, 208 : 7-28.
- Tait, R.V.**, 1981. Elements of marine ecology. Butterworths, London : 355 pp.
- Thomas, R.M.**, 1983. Back-calculation and time of hyaline formation in the otoliths of the pilchard off South West Africa. S. Afr. J. Mar. Sci., 1 : 3-18.
- Tortonese, E.**, 1975. Osteichthyes. (Pesci ossei). Vol. II, Ed. Calderini. Bologna : 621 pp.
- Wetherley, A.H.**, 1972. Growth and ecology of fish populations. Acad. Press, London : 350 pp.
- Weatherley, A.H. & H.S. Gill**, 1987. The biology of fish growth. Acad. Press, London : 427 pp.
- Whitehead, P.J.P., M.-L. Bauchot, J.-C Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese**, 1986 (Eds). Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II. UNESCO, Paris : 517-1007.
- Widrig, M.T. & B.A. Taft**, 1957. Measurement of population movement by observation of meristic or morphometric characters. U.S. Fish & Wildlife Serv., Spec. Sci. Rep.-Fisheries, 208 : 29-35.
- Wootton, R.J.**, 1992. Fish ecology. Blackie, Glasgow & London : 212 pp.
- Zander, C.D.**, 1982. Feeding ecology of littoral gobiid and blennioid fish of the Banyul's area (Medit. Sea); I. Main food and trophic dimension of niche ecotope. Vie et Milieu, 32 : 1-10.