
**ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
«ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΛΙΕΙΑ, ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ»**

**ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ**



ΕΠΩΝΥΜΟ: ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΟΝΟΜΑ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ (ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ)

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την παρούσα Διπλωματική Διατριβή περατώνονται οι σπουδές μου στο Μεταπτυχιακό Τμήμα «Βιώσιμη Αλιεία & Υδατοκαλλιέργεια». Με την ευκαιρία αυτή, θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή της εργασίας μου, κύριο Πούλο Κωνσταντίνο, για τη βοήθειά του, τις χρήσιμες συμβουλές του, την επιμονή του, την εμπιστοσύνη και το ενδιαφέρον που μου έδειξε αναθέτοντάς μου την εκπόνηση της συγκεκριμένης Διατριβής.

Επίσης, ευχαριστώ τους καθηγητές, κύριο Γναρδέλη Χαράλαμπο και κύριο Λογοθέτη Παναγιώτη, για τις εποικοδομητικές τους υποδείξεις και την πολύτιμη συμβολή τους στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, ως μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Θερμές ευχαριστίες επίσης αποδίδω σε όλους τους καθηγητές που είχα κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών, για τις πολύτιμες πληροφορίες και γνώσεις που μου έδωσαν στο διάστημα αυτό.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου και τη σύζυγό μου για όλη τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Μαρκόπουλος Ι. Παναγιώτης

Μεσολόγγι 2021

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	1
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	8
1.1. Ιστορική Αναδρομή	8
1.2. Μέθοδοι Ιχθυοκαλλιέργειας.....	9
1.2.1. Εκτατική Υδατοκαλλιέργεια.....	9
1.2.2. Η ημι-εκτατική υδατοκαλλιέργεια.....	10
1.2.3. Η εντατική θαλασσοκαλλιέργεια.....	10
1.3. Τα κυριότερα είδη υδατοκαλλιέργειας.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΨΑΡΙΩΝ	12
2.1. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΙΧΘΥΟΣ	12
2.1.1. Πτερύγια	13
2.1.2. Η βλέννα το δέρμα και τα λέπια.....	13
2.1.3. Το χρώμα	13
2.1.4. Το κεφάλι.....	14
2.1.5. Η αναπνοή των ψαριών	14
2.1.6. Τα μουστάκια	15
2.1.7. Τα ρουθούνια	15
2.1.8. Επιπωματίο.....	15
2.1.9. Η πλευρική γραμμή.....	15
2.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΙΣΧΥΟΣ	15
2.2.1. Ο εγκέφαλος	16
2.1.2. Ο σκελετός	16
2.1.3. Το αναπνευστικό και κυκλοφοριακό σύστημα του ψαριού	16
2.1.4. Το πεπτικό σύστημα των ψαριών.....	17
2.1.5. Το απεκκριτικό σύστημα των ψαριών.....	17
2.1.6. Νηκτική κύστη.....	17
2.1.7. Τα αναπαραγωγικά όργανα του ψαριού	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΙΧΘΥΩΝ	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ ΑΙΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ.....	21
4.1. Εισαγωγή	21

4.2. Αιματολογία.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΑΡΙΩΝ.....	23
5.1. Γενικά	23
5.2. Λειτουργίες αίματος.....	23
5.3. Ποιοτική σύσταση αίματος	24
5.4. Αιμοποιητικά όργανα.....	24
5.5. Πήξη αίματος	25
5.6. Ομάδες αίματος – Μεταγγίσεις	25
5.7. Κυκλοφορία αίματος.....	26
5.7.1. Η μεγάλη και η μικρή κυκλοφορία.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΑΕΡΙΩΝ ΙΧΘΥΩΝ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 :ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΙΜΟΛΗΨΙΑΣ	35
7.1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ.....	37
7.1.1 Παρασκευή επιχρισμάτων αίματος.....	37
7.1.2. Χρώση Giesma & Diff-Quick.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	39
8.1.ΓΕΝΙΚΑ	39
8.2 ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ.....	39
8.2.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	43
8.3. ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ.....	51
8.3.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	62
8.3.1.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ.....	64
8.4. ΣΥΝΟΨΗ.....	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Εξέλιξη Ελληνικής παραγωγής Τσιπούρας & Λαβρακιού. (New Times, 2019).....	9
Εικόνα 2: Είδη Ιχθυοκαλλιέργειας. (Χώτος Γ., 2015)	11
Εικόνα 3: Εξωτερική Ανατομία Ιχθύος . (Χώτος Γ., 2015).....	12
Εικόνα 4: Εγκέφαλος ιχθύος. (Γκούμας Γ., 2016).....	16
Εικόνα 5: Ροή Αίματος. (Γκούμας Γ., 2016)	24
Εικόνα 6: Προσέγγιση των αγγείων της ουράς για αιμοληψία. (Τζιρώνη Ε., 2010).....	35
Εικόνα 7: Λήψη αίματος από την καρδιά. (Τζιρώνη Ε., 2010)	36
Εικόνα 8: Λήψη αίματος με αποκοπή ουράς. (Τζιρώνη Ε., 2010)	36
Εικόνα 9: Παρασκευή επιχρισμάτων αίματος. (Τζιρώνη Ε., 2010)	37
Εικόνα 10: Set χρώσης Diff-Quick. (Τζιρώνη Ε., 2010)	38
Εικόνα 11: Ωριμα και άωρα ερυθροκύτταρα (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	40
Εικόνα 12: Θρομβοκύτταρα σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	41
Εικόνα 13: Ουδετερόφιλα σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010).....	41
Εικόνα 14: Εωσινόφιλο σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	42
Εικόνα 15: Μικρά και μεγάλα λεμφοκύτταρα σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010).....	42
Εικόνα 16: Πλασμοκύτταρο σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	43
Εικόνα 17: Μονοκύτταρο σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	43
Εικόνα 18: Διάφορες μορφές ερυθροκυττάρων και λευκοκυττάρων παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Giemsa (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	45
Εικόνα 19: Διάφορες μορφές ερυθροκυττάρων και λευκοκυττάρων παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Giemsa (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	45
Εικόνα 20: Διάφορες μορφές ερυθροκυττάρων και λευκοκυττάρων παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Giemsa (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	46
Εικόνα 21: Ωριμα και άωρα (Im) ερυθρά αιμοσφαίρια (Er), λεμφοκύτταρα (Ly) και ουδετερόφιλα (Neut) διακρίνονται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	48
Εικόνα 22: Ωριμα και άωρα ερυθρά αιμοσφαίρια (Er), μεγάλα και μικρά λεμφοκύτταρα (Ly) διακρίνονται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010).....	48
Εικόνα 23: Ωριμα και άωρα ερυθρά αιμοσφαίρια (Er), λεμφοκύτταρα (Ly), θρομβοκύτταρο (Tb) και εωσινόφιλο (Eos) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010).....	49
Εικόνα 24: Ωριμα και άωρα ερυθροκύτταρα (Er), λεμφοκύτταρα (Ly) και θρομβοκύτταρα (Tb) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010) ...	49
Εικόνα 25: Άωρα ερυθροκύτταρα (Im) και ουδετερόφιλο (Neut) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010).....	50
Εικόνα 26: Θρομβοκύτταρο (Tb), ουδετερόφιλο (Neut), άωρα ερυθροκύτταρα (Im) και ώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια (Er) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010).....	50
Εικόνα 27: Λεμφοκύτταρα (Ly), εωσινόφιλο (Eos) και πλασμοκύτταρο (Pl) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)	50
Εικόνα 28: Διάφορες μορφές θρομβοκυττάρων (Tb), λεμφοκύτταρα (Ly), και ουδετερόφιλο (Neut) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010) ...	51
Εικόνα 29: Διάφορες μορφές θρομβοκυττάρων (Tb) και μικρά και μεγάλα λεμφοκύτταρα (Ly) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση Diff-Quick (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010) ...	51
Εικόνα 30: Γενική αίματος των ψαριών. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010).....	52
Εικόνα 31: Λευκοκυτταρικός τύπος ψαριών. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	52

Εικόνα 32: Επιχρίσματα αίματος από λαβράκια θαμμένα με Giemsa stain. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)....	53
Εικόνα 33: Επιχρίσματα αίματος από λαβράκια θαμμένα με Diff-Quick stain. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	54
Εικόνα 34: Επιχρίσματα αίματος από λαβράκια θαμμένα με Diff- Quick stain. (Ime) είναι τα ανώριμα ερυθροκύτταρα, (Me) τα ώριμα και (Er) ερυθροκύτταρο με πυρηνοδιαίρεση. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	55
Εικόνα 35: Ουδετερόφιλα (Neut) σε επίχρισμα αίματος από λαβράκι. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	55
Εικόνα 36: Πλασμοκύτταρο (Plc), λεμφοκύτταρα (Ly) και ουδετερόφιλο (Neut) σε επίχρισμα αίματος. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010).....	56
Εικόνα 37: Λεμφοκύτταρα (Ly) και ουδετερόφιλο (Neut) σε επίχρισμα αίματος. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	57
Εικόνα 38: Μονοκύτταρο (Mo) σε επίχρισμα αίματος Λαβρακιού. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	57
Εικόνα 39: Θρομβοκύτταρα (Th) και λεμφοκύτταρο (Ly) σε επιχρίσματα αίματος Λαβρακιού. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	58
Εικόνα 40: Θρομβοκύτταρα (Th) και λεμφοκύτταρο (Ly) σε επιχρίσματα αίματος Λαβρακιού. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	58
Εικόνα 41: Επιχρίσματα Αίματος από Λαβράκια (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)	61
Εικόνα 42: Τιμές αιματολογικών παραμέτρων βάση φύλου (I. Ahmed, Q. M. Reshi, F. Fazio, 2019) ...	67
Εικόνα 43: Τιμές αιματολογικών παραμέτρων βάση ηλικίας (I. Ahmed, Q. M. Reshi, F. Fazio, 2019) ..	67
Εικόνα 44: Τιμές αιματολογικών παραμέτρων βάση εποχής (I. Ahmed, Q. M. Reshi, F. Fazio, 2019)...	68

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Διατριβή αναφέρεται στην επικαιροποίηση αιματολογικών παραμέτρων σε εκτρεφόμενους ιχθύες. Γίνεται ιστορική αναδρομή στις υδατοκαλλιέργειες καθώς και στην εξέλιξη αυτών στην Ελλάδα. Αναλύεται η φυσιολογία και ανατομία των ψαριών καθώς και η γενική αιματολογία και τα συστατικά στοιχεία του αίματος. Γίνεται αναφορά στις τεχνικές αιμοληψίας και στις μεθόδους επεξεργασίας και ανάλυσης δειγμάτων αίματος. Επίσης, γίνεται αιματολογική προσέγγιση ανάμεσα στα θηλαστικά και στα ψάρια.

Παρουσιάζονται αιματολογικές αναλύσεις ως αποτελέσματα έρευνας των εργασιών: α) “Μελέτη της μορφολογίας των κυττάρων του περιφερικού αίματος τσιπούρας (*Sparus aurata*)” και β) “Μελέτη της μορφολογίας των κυττάρων του περιφερικού αίματος σε εμπορεύσιμου μεγέθους λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*)”.

Λέξεις Κλειδιά: Υδατοκαλλιέργειες, Αιματολογία, Ανατομία-Φυσιολογία, Αιμοληψίες, Χρώσεις, Παρασιτώσεις

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή με τίτλο <<**ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ,ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΤΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΕ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥΣ ΙΧΘΥΕΣ. ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.>> έχει εκπονηθεί από τον φοιτητή Μαρκόπουλο Παναγιώτη.**

Η μελέτη αυτή διεξήχθη στα πλαίσια της Μεταπτυχιακής Διατριβής του Μεταπτυχιακού τμήματος **Τεχνολογίας Αλιείας - Υδατοκαλλιεργειών** του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας με τίτλο: **«Βιώσιμη αλιεία, υδατοκαλλιέργεια – Sustainable fisheries, Aquaculture»**.

Η Διατριβή αυτή ανατέθηκε από τον καθηγητή Πούλο Κωνσταντίνο και αποτελεί μια προσπάθεια για μια εμπειριστατωμένη μελέτη του θέματος με μια σύγχρονη οπτική προσπαθώντας να καλύψει πλήρως τις ανάγκες του.

Η διαδικτυακή αναζήτηση υπήρξε βασικός άξονας ανεύρεσης πηγών πληροφόρησης για το θέμα που πραγματεύεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

1.1. Ιστορική Αναδρομή

Η υδατοκαλλιέργεια είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων που αποβλέπει στην εκτροφή υδρόβιων ζωικών και φυτικών οργανισμών και περιλαμβάνει την εκτροφή θαλάσσιων ψαριών και ψαριών του γλυκού νερού, μαλακίων και μαλακόστρακων και υδρόβιων φυτών.

Οι υδατοκαλλιέργειες έχουν πολύ μακρά ιστορία. Για να φτάσουν από την εμβρυική φάση στη σημερινή τους μορφή πέρασαν από πολλά ενδιάμεσα στάδια και πειραματισμούς. Ο άνθρωπος άρχισε να εκτρέφει υδρόβιους οργανισμούς, σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα που έχουμε στη διάθεσή μας, από το 4000 π.Χ. στην Κίνα και στην Ινδονησία.

Η πρώτη γραπτή αναφορά εκτροφής σημειώθηκε το 500 π.Χ. από τον Κινέζο πολιτικό Fan Li στο βιβλίο του με τίτλο "Yang Yu Ching" ή "Classic of Fish Culture". Υπάρχουν στοιχεία εκτροφής τιλάπιας στην Αίγυπτο το 2000 π.Χ., ενώ στη Ρώμη τον 10 αιώνα π.Χ.. Οι Ρωμαίοι επικεντρώθηκαν στην εκτροφή Πέστροφας και Κέφαλου σε μικρές λίμνες. Στην Κεντρική Ευρώπη υπάρχει καταγραφή ψαριών λίμνης κατά τη λήξη του 11ου αιώνα. Επίσης, τα ψάρια που εκτρέφονταν σε δεξαμενές αποτελούσαν συνηθισμένη πηγή τροφής κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα στην Ευρώπη, όταν τα ελεύθερα διαβιούντα ψάρια ήταν σπάνια και ακριβά στις περιοχές της ενδοχώρας, μια τάση που συνεχίστηκε μέχρι και τον 19ο αιώνα .

Αν η Κίνα θεωρείται το λίκνο της υδατοκαλλιέργειας, τότε ίσως η Γαλλία είναι η γενέτειρα της σύγχρονης υδατοκαλλιέργειας με τη δημιουργία του πρώτου εκκολαπτηρίου ιχθύων το 1852 .

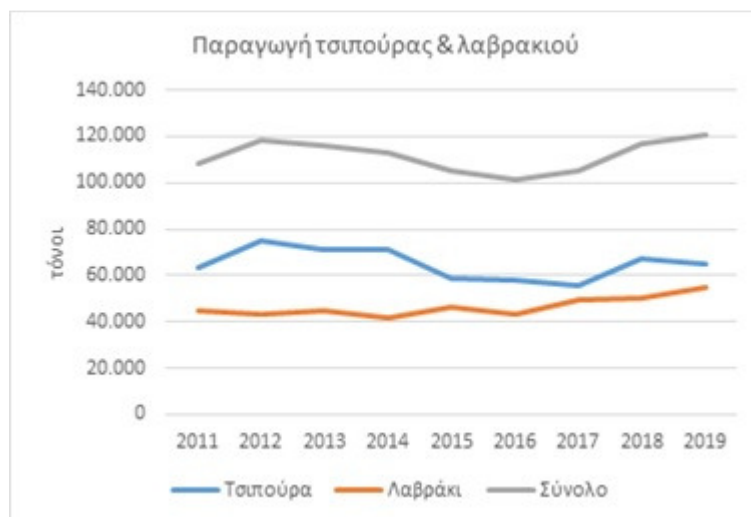
Οι υδατοκαλλιέργειες αναπτύσσονται διεθνώς με γρήγορους ρυθμούς, αξιοποιώντας χερσαίες εκτάσεις, θαλάσσιες περιοχές, τα σύγχρονα αποτελέσματα της βιοτεχνολογίας και την ανάγκη επενδύσεων σε νέους τομείς.

Οι μονάδες σταδιακά αυτονομούνται, καθετοποιούν την παραγωγή τους και αποκτούν χαρακτηριστικά βιομηχανικής κλίμακας. Παράλληλα, όμως, πολλές εγκαταστάσεις εκτροφής παραμένουν σε επίπεδα οικογενειακής παραγωγής , εξειδικεύοντας τα προϊόντα τους ή συνδυάζοντας τις υδατοκαλλιέργειες με άλλες αγροτικές ή κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Στην Ευρώπη συναντάμε την μεγαλύτερη ποικιλία υδατοκαλλιεργειών όσον αφορά στα είδη που εκτρέφονται, αλλά και στους τύπους εκτροφής.

Η εκτροφή ψαριών στην Ελλάδα άρχισε μετά το 1956 με την εκτροφή ιριδίτσας Πέστροφας. Ωστόσο, οι ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες, η γεωμορφολογία, η ποικιλία των «πηγών υδροδότησης»(ποτάμια, λίμνες, θάλασσα κ.τ.λ.), η οικονομική ενίσχυση από διάφορους φορείς και η γρήγορη και επιτυχημένη εισαγωγή τεχνολογίας & τεχνογνωσίας, συνέβαλαν στην ανάπτυξη των Ελληνικών υδατοκαλλιεργειών.

Τις επόμενες δεκαετίες, η ιχθυοκαλλιεργητική προσπάθεια κινήθηκε προς άλλα είδη, κυρίως λόγω του κλίματος και της εξαιρετικά μεγάλης ακτογραμμής της Ελλάδας. Έτσι, αναπτύχθηκε ο κλάδος της εκτροφής ευρύαλων ψαριών, που ζουν σε υψηλότερες θερμοκρασίες, όπως η τσιπούρα (*Sparus aurata L.*) και το λαβράκι

(*Dicentrarchus labrax* L.). Η συνολική παραγωγή της χώρας από υδατοκαλλιέργειες εξελίχθηκε με γρήγορους ρυθμούς, αναδεικνύοντας τη χώρα μας στη μεγαλύτερη παραγωγό ευρύαλων ιχθύων στην Ευρώπη.



Εικόνα 1: Εξέλιξη Ελληνικής παραγωγής Τσιπούρας & Λαβρακιού. (New Times, 2019)

1.2. Μέθοδοι Ιχθυοκαλλιέργειας

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι Ιχθυοκαλλιέργειας και η διαφορά τους είναι κυρίως στον τρόπο διαχείρισης του υγρού στοιχείου. Οι κυριότεροι και πιο γνωστοί είναι οι παρακάτω:

1.2.1. Εκτατική Υδατοκαλλιέργεια

Είναι η πρώτη μορφή Ιχθυοκαλλιέργειας που ανακάλυψε ο άνθρωπος από τη νεολιθική εποχή πριν από περίπου 4000 χρόνια και ουσιαστικά συνίσταται στην παγίδευση υδρόβιων οργανισμών σε λίμνες ποταμών, αβαθή λιμνών και λιμνοθαλασσών (π.χ. Τουρλίδα Μεσολογίου) ώστε να είναι διαθέσιμα και να αλιεύονται κατά το δοκούν αλλά και να δημιουργήσει ένα ιδανικό προστατευμένο περιβάλλον ανάπτυξης οργανισμών όπως: ιχθύων, μαλακίων και /ή μαλακόστρακων.

1.2.2. Η ημι-εκτατική υδατοκαλλιέργεια

Η ημι-εκτατική υδατοκαλλιέργεια στην ουσία είναι καλλιέργειες εκτατικής μορφής η οποία εμπλουτίζεται με γόνο , ο οποίος έχει εκκολαφτεί σε μικρούς κλωβούς με συμπληρώματα διατροφής.

1.2.3. Η εντατική θαλασσοκαλλιέργεια

Τη δεκαετία του 1960 κάνει την εμφάνισή της στην Ιαπωνία μια σημαντική καινοτομία στον τομέα των ιχθυοκαλλιεργειών : ο πλωτός κλωβός.

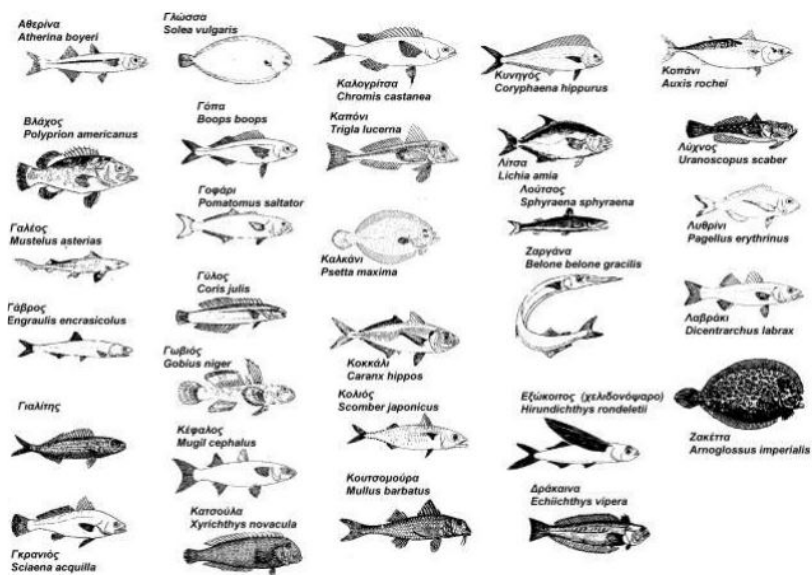
Τα ψάρια διατηρούνται αιχμάλωτα μέσα σε ένα μεγάλο δίχτυ σε σχήμα θύλακα το οποίο στερεώνεται στον βυθό και συγκρατείται στην επιφάνεια από ένα ορθογώνιο ή κυκλικό πλωτό πλαίσιο, αρχικά από μπαμπού και στη συνέχεια πολύ γρήγορα από πλαστικό. Οι κλωβοί φτάνουν στην Ευρώπη στα τέλη της δεκαετίας του 1960 για να χρησιμοποιηθούν στη δοκιμαστική εκτροφή ενός νέου είδους του Σολομού του Ατλαντικού.

Οι μεσογειακές χώρες μελετούν και αναπτύσσουν την ιχθυογονία του Λαβρακιού και της Τσιπούρας. Ο Σολομός , το Λαβράκι και η Τσιπούρα εξακολουθούν να είναι μέχρι και σήμερα τα κυριότερα προϊόντα της Ευρωπαϊκής θαλασσοκαλλιέργειας. Οι πλωτοί κλωβοί δεν είναι κατάλληλοι για τα συγκεκριμένα ψάρια που ζουν σε αμμώδεις πυθμένες.

1.3. Τα κυριότερα είδη υδατοκαλλιέργειας

- Σολομός
- Κόκκινος Τόνος
- Ιριδίζουσα Πέστροφα
- Τσιπούρα
- Κρανιός
- Μυτάκι
- Συναγρίδα
- Μαγιάτικο
- Χέλι
- Κυπρίνος
- Ούγενα
- Οξύρρυγχος
- Σαργός
- Γλώσσα
- Λαβράκι

- Μπακαλιάρος ή Βακαλάος
- Λυθρίνι
- Φαγκρί
- Συναγρίδα
- Κέφαλος
- Στρείδια
- Μύδια
- Χάβαρα
- Χτένια
- Φύκη



Εικόνα 2: Είδη Ιχθυοκαλλιέργειας. (Χώτος Γ., 2015)

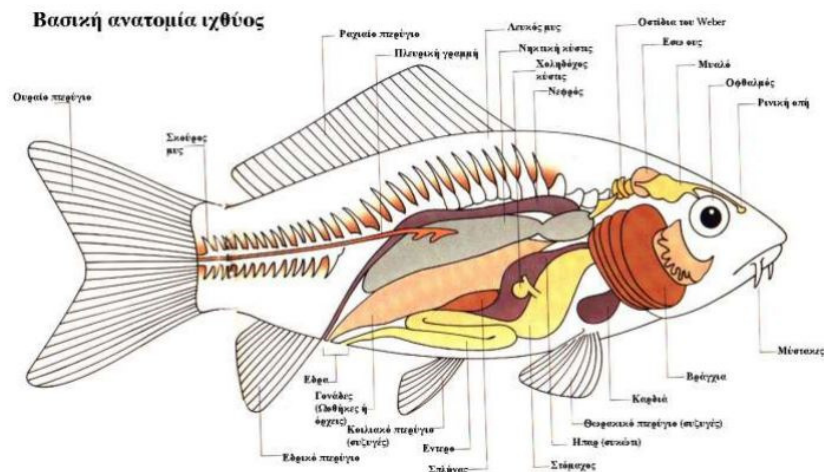
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΨΑΡΙΩΝ

Υπάρχουν περισσότερα από 30.000 καταγεγραμμένα είδη ψαριών, μοιρασμένα σε γλυκό και θαλασσινό νερό. Τα ψάρια έχουν μια τεράστια ποικιλομορφία και αυτό μπορεί να παρατηρηθεί εύκολα ακόμα και από το μικρό δείγμα, επί του συνόλου, το οποίο χρησιμοποιείται σε ενυδρεία. Τα ψάρια ήταν τα πρώτα σπονδυλωτά ζώα με κοκάλινο σκελετό που εμφανίστηκαν στη Γη και η εξέλιξή τους είναι στενά συνδεδεμένη με την ανθρώπινη ζωή.

Με το πέρασμα του χρόνου άλλαξαν ως προς το σχήμα και το μέγεθος και προσαρμόστηκαν σε διαφορετικές συνθήκες. Σήμερα τα ψάρια έχουν αποικίσει σχεδόν κάθε υδάτινο περιβάλλον τόσο αλμυρού όσο και γλυκού νερού. Το σώμα τους είναι σε γενικές γραμμές αεροδυναμικό, καλυμμένο με λεία λέπια και εξοπλισμένο με πτερύγια που τους επιτρέπουν να κινούνται με ταχύτητα και σταθερότητα. Για την αναπνοή τους τα πολύπλοκα αυτά πλάσματα αντί για πνεύμονες, κατά πλειοψηφία, χρησιμοποιούν τα βράγχια, που είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να αιχμαλωτίζουν το ελάχιστο οξυγόνο από το νερό.

Τα ψάρια, κατά κανόνα, είναι ψυχρόαιμα ζώα. Παρόμοια χαρακτηριστικά προσδιορίζουν σχεδόν όλα τα ψάρια με λίγες και σπάνιες εξαιρέσεις. Είναι σχεδιασμένα να ζουν μέσα στο νερό, διαθέτουν σιαγόνα, ένα ζευγάρι ακάλυπτα μάτια, αναπνέουν με βράγχια και έχουν σπονδυλική στήλη και πτερύγια που τους επιτρέπουν να κινούνται με ταχύτητα και σταθερότητα.

2.1. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΙΧΘΥΟΣ



Εικόνα 3: Εξωτερική Ανατομία Ιχθύος . (Χώτος Γ., 2015)

2.1.1. Πτερύγια

Τα ψάρια διαθέτουν διάφορους τύπους πτερυγίων καθένας εκ των οποίων παίζει ένα πολύ συγκεκριμένο ρόλο. Ο σχηματισμός τους και η ονομασία τους χρησιμοποιούνται συχνά για να τα ταξινομήσουμε σε διαφορετικές οικογένειες. Από τα μονά πτερύγια(εκείνα δηλαδή που δε σχηματίζουν ζευγάρι) Τα πιο σημαντικά είναι το ραχιαίο και τα εδρικά πτερύγια τα οποία βοηθούν το ψάρι να σταθεροποιηθεί όταν κολυμπάει πολύ γρήγορα ή να φρενάρει και είναι κλειστά όταν το ψάρι αναπτύσσει ταχύτητα. Το ουραίο πτερύγιο δίνει προώθηση σε συνεργασία με το πίσω μέρος του σώματος. Σε μερικά είδη όπως τα "*characins*" και τα γατόψαρα υπάρχει ένα μικρό επιπλέον 48 πτερύγιο μεταξύ του ραχιαίου και του ουραίου που λέγεται «*adipose*» (λιπώδες) πτερύγιο που δε χρησιμοποιείται ιδιαίτερα. Το ζευγάρι πτερυγίων που βρίσκονται συμμετρικά από την αριστερή και δεξιά μεριά του σώματος ονομάζονται θωρακικά και πλευρικά πτερύγια (*pectoral and pelvic fins*) Χρησιμοποιούνται για σταθεροποίηση, αλλαγή κατεύθυνσης πάνω-κάτω αριστερά δεξιά ή μπρος-πίσω, επιβράδυνση και σταμάτημα. Τα πτερύγια αποτελούνται από μια τεντωμένη μεμβράνη πάνω σε ακτίνες και μπορούνε όλα να διπλωθούν παραπλεύρως του σώματος, με εξαίρεση το ουραίο πτερύγιο. Το λιπώδες πτερύγιο είναι απλά ένα δίπλωμα του δέρματος χωρίς ακτινωτές ενώσεις. Όταν οι ακτίνες είναι μακρύτερες από την ενδιάμεσή τους μεμβράνη τότε τα πτερύγια είναι κοινώς γνωστά σαν ακανθωτά και μπορούν να αποτελέσουν κίνδυνο, όπως στην περίπτωση της γνωστής σκορπίνας

2.1.2. Η βλέννα το δέρμα και τα λέπια

Τα σώματα των ψαριών είναι επικαλυμμένα με ένα είδος βλέννας που παίζει διπλό ρόλο. Ενισχύει την υδροδυναμική λειαινώντας το σώμα και παρέχει προστασία ενάντια σε εισβολή από παράσιτα ή άλλων παθογόνων. Το παραπάνω σημείο είναι πολύ σημαντικό και απαντάει στο γιατί δεν πρέπει να μεταφέρουμε τα ψάρια με τα χέρια. Η βλέννα καταστρέφεται και διευκολύνεται η ανάπτυξη συγκεκριμένων ασθενειών. Σε αντίθεση απ' ότι πολύ πιστεύουν τα λέπια δεν είναι κολλημένα επάνω στο σώμα αλλά ενσωματωμένα κομμάτια του δέρματος και είναι ορατά πίσω από ένα λεπτό στρώμα διάφανης επιδερμίδας. Σε περίπτωση που ένα λέπι είναι σηκωμένο, τραυματισμένο ή βγαλμένο το δέρμα ομοίως επηρεάζεται και γίνεται ευάλωτο στη δράση παθογόνων.

2.1.3. Το χρώμα

Κάθε ψάρι έχει ένα βασικό χρώμα που μπορεί να μεταβληθεί. Η αστραφτερή μεταλλική τους εμφάνιση προέρχεται από τους κρυστάλλους που υπάρχουν στα κύτταρα του δέρματος. Ποικίλουν ανάλογα με την κατεύθυνση που το φως πέφτει πάνω τους. Το χρώμα ενός ψαριού είναι αποτέλεσμα διαφόρων χρωστικών ουσιών που βρίσκονται στην επιδερμίδα. Αυτές μπορούν να αλλάζουν σιγά σιγά στην περίπτωση της αναπαραγωγικής διαδικασίας ή του καμουφλάζ ελεγχόμενες από τις

ορμόνες αλλά και πιο γρήγορα έως και αστραπιαία σε μια έξαρση επιθετικότητας ή ανταγωνισμού ελεγχόμενες από τα νεύρα . Το χρώμα ενός ψαριού μεταβάλλεται ανάλογα με την ηλικία και τη διάθεση του. Υπάρχει όχι μόνο για να ικανοποιεί το μάτι αλλά διαδραματίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην κοινωνική ζωή του καθώς και στον αγώνα του για επιβίωση. Το χρώμα ενός ψαριού μπορεί επίσης να διαφέρει αν υποφέρει από κάποια ασθένεια ή από έλλειψη συγκεκριμένων θρεπτικών στοιχείων.

2.1.4. Το κεφάλι

Όποιο και αν είναι το σχήμα του, κωνικό, επιμήκη, κοντόχοντρο ή πλακουτσωτό, φιλοξενεί μερικά πολύ σημαντικά όργανα. Πρώτα απ' όλα τα μάτια, τα οποία δεν έχουν βλεφαρίδες και έχουν μεγάλη ευχέρεια κίνησης. Αυτή η κινητικότητα σε συνδυασμό με τη θέση τους στα πλαϊνά του κεφαλιού, προσφέρουν ένα εύρος οπτικού πεδίου περίπου 270°. Σε αντίθεση με το εύρος πεδίου η σαφήνεια - καθαρότητα της όρασης τους είναι συνηθισμένη. Πέρα από μια συγκεκριμένη απόσταση ξεχωρίζουν μάζες και σχήματα παρά λεπτομέρειες. Τα ψάρια είναι πολύ ευαίσθητα στις διακυμάνσεις του φωτός. Ανιχνεύουν χαμηλής έντασης φωτισμό όπως αυτό του φεγγαριού και αναγνωρίζουν χρώματα. Επόμενο έρχεται το στόμα: με μέγεθος και σχήμα που ποικίλει ανάλογα με τις διατροφικές συνήθειες των ψαριών. Τα σαρκοφάγα ψάρια έχουν γενικά μεγάλο στόμα που μπορεί να ανοίξει πολύ και είναι εφοδιασμένο με μια διάταξη αιχμηρών δοντιών, τα οποία σε κάποιες περιπτώσεις είναι καμπυλωτά με κλίση προς τα πίσω για να συγκρατούν τη λεία τους. Τα παμφάγα και φυτοφάγα ψάρια έχουν μικρότερο στόμα με επίπεδα δόντια, ιδανικά προσαρμοσμένα για να αλέθουν την τροφή. Η θέση του στόματος στο κεφάλι μπορεί ομοίως να αποκαλύψει πληροφορίες για τη διατροφή του ψαριού. Ένα στόμα στο επάνω μέρος του κεφαλιού υποδεικνύει ότι το ψάρι τρέφεται στην επιφάνεια από κομμάτια τροφής που επιπλέουν ή αιωρούνται κοντά σε αυτήν. Ένα στόμα στο μέσο του κεφαλιού υποδεικνύει ότι το ψάρι κυνηγάει μέσα στο νερό, ενώ ένα στόμα στο κάτω μέρος σημαίνει ότι το ψάρι τρέφεται στον πυθμένα.

2.1.5. Η αναπνοή των ψαριών

Το νερό εισέρχεται δια μέσω του στόματος, περνάει από τα βράγχια και αποβάλλεται από την κίνηση των επιπωματίων που τα καλύπτουν. Πάντα μένει ένα μέρος νερού μέσα στα βράγχια. Η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται δεν είναι απόλυτα αναλογική με το μέγεθος του ψαριού. Τα μικρότερα ψάρια είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές οξυγόνου και ο κανόνας λέει ότι δέκα ψάρια του ενός γραμμαρίου έκαστο καταναλώνουν περισσότερο οξυγόνο από ένα ψάρι δέκα γραμμαρίων.

2.1.6. Τα μουστάκια

Τα ψάρια που ζούνε στον πυθμένα ή σε σκοτεινό περιβάλλον (χρωματισμένο ή θολό νερό) έχουν μουστάκια περιμετρικά από το στόμα. Αυτές οι προσθετικές αποφύσεις είναι αισθητήρια όργανα που ενισχύουν κάποιες αισθήσεις όπως της αφής, δρώντας συμπληρωματικά ή μερικές φορές αντικαθιστώντας εντελώς την όραση επιτρέπουν στο ψάρι να ανίχνευση πιθανές πηγές τροφής. Στα ψάρια με μουστάκια ανήκουν πολλά είδη γατόψαρων κάθε σχήματος και μεγέθους.

2.1.7. Τα ρουθούνια

Δύο ή τέσσερα σε αριθμό είναι τοποθετημένα μπροστά από τα μάτια. Δεν παίζουν κανένα ρόλο στην αναπνοή αλλά εκτείνονται μέσα στο κεφάλι δια μέσω μιας 50 οσφρητικής κύστης. Λαμβάνουν και αναλύουν μυρωδιές, πολύ περισσότερες απ' ότι οι άνθρωποι και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις.

2.1.8. Επιπωματίο

Αυτό λειτουργεί σαν μια βαλβίδα. Προστατεύει τα βράγχια, ενώ εγγυάται την κυκλοφορία του νερού δια μέσω τους, εξασφαλίζοντας ότι τα βράγχια είναι πάντοτε σε επαφή με το νερό απ' το οποίο εξάγουν το πολύτιμο οξυγόνο.

2.1.9. Η πλευρική γραμμή

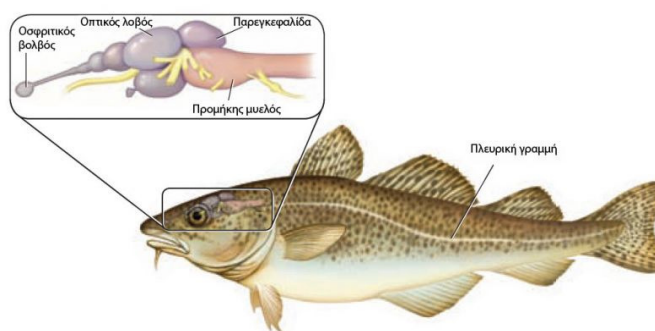
Διατρέχει συμμετρικά κατά μήκος κάθε μία απ' τις πλευρές του σώματος του ψαριού. Λιγότερο ή περισσότερο ορατή ανάλογα με το είδος, αποτελείται από μια αλληλουχία πόρων, που επικοινωνούν με ένα κανάλι, το οποίο βρίσκεται κάτω απ' το δέρμα. Αυτό το σημαντικό όργανο δεν υπάρχει σε κανένα άλλο σπονδυλωτό. Η πλευρική γραμμή με τα εξειδικευμένα κύτταρά της ανιχνεύει τις δονήσεις στο νερό οι οποίες ταξιδεύουν σαν κύματα διαφορετικής πίεσης και στέλνει στον εγκέφαλο τις πληροφορίες για ανάλυση. Με τον τρόπο αυτό τα ψάρια είναι σε επαγρύπνηση κάθε στιγμή καταλαβαίνοντας πότε τα πλησιάζει κάτι που μπορεί να είναι εχθρός, λεία, η το χέρι μας σε κάποια συντήρηση του ενυδρείου. Η σημαντικότητα της πλευρικής γραμμής είναι ολοφάνερη στην περίπτωση των τυφλών τετρά (*Anoptichthys jordani*), τα οποία αν και τυφλά ποτέ δε προσκρούουν σε κάποιο εμπόδιο.

2.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΙΣΧΥΟΣ

Το άθροισμα του βάρους των εσωτερικών οργάνων ενός τυπικού σχήματος ψαριού φτάνει βιαίως το 50-60% του συνολικού βάρους. Λέμε τυπικό σχήμα ψαριού γιατί στη φύση υπάρχουν πολλές ακρότητες με σώματα που εξωθούνται στα άκρα σε σχήματα αλλά και σε αναλογίες.

2.2.1. Ο εγκέφαλος

Ο εγκέφαλος ενός ψαριού είναι σχετικά απλός όταν τον συγκρίνουμε με άλλων πιο εξελιγμένων ζώων. Οι περιοχές που αντιστοιχούν στην όραση και την όσφρηση είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένες καταδεικνύοντας πόσο σημαντικές είναι οι αισθήσεις αυτές.



Τα ψάρια έχουν έναν εγκέφαλο που τους επιτρέπει να εκτελούν τις ζωτικές τους λειτουργίες.

Εικόνα 4: Εγκέφαλος ιχθύος. (Γκούμας Γ., 2016)

2.1.2. Ο σκελετός

Προφανώς αυτός υποστηρίζει το σώμα του ψαριού. Καθώς όμως μέσα στο νερό η άνωση εξουδετερώνει τη βαρύτητα ο σκελετός των ψαριών δεν είναι τόσο στιβαρός και ανθεκτικός όσο των ζώων της ξηράς. Αυτή η σχετική ευθραυστότητα είναι ένα μειονέκτημα και δεν είναι ασυνήθιστο, να δούμε γόνιο να βγαίνει από το αυγό, η στην περίπτωση των ζωοτόκων ψαριών κατευθείαν απ' τη μήτρα παραμορφωμένος, στριμμένος ή σε σχήμα κοτλέ. Πολλά ψάρια μάλιστα στο φιλικό περιβάλλον του ενυδρείου καταφέρνουν να επιβιώσουν διατηρώντας τα παράξενα σχήματα που αποκτήσανε εξαιτίας αυτής της αδυναμίας του σκελετού τους.

2.1.3. Το αναπνευστικό και κυκλοφοριακό σύστημα του ψαριού

Είναι πολύ χαρακτηριστικό και ιδιόμορφο. Το αίμα φορτωμένο με διοξείδιο του άνθρακα διοχετεύεται από την καρδιά στα βράγχια όπου και οξυγονώνεται. Η φύση έχει εφοδιάσει τα ψάρια με οχτώ βράγχια (τέσσερα σε κάθε πλευρά) καθένα απ' τα οποία αποτελείται από δύο φύλλα. Η συνολική επιφάνεια αυτών των πολύ βασικών 51 οργάνων αν αναπτυχθούν-ξεδιπλωθούν είναι περίπου ίση με αυτή του σώματος τους. Το έντονο κόκκινο χρώμα οφείλεται στη μεγάλη περιεκτικότητα σε αίμα. Το σκούρο χρώμα είναι σύμπτωμα αναπνευστικής δυσλειτουργίας. Τα βράγχια είναι ευαίσθητα όργανα ευάλωτα σε ζημιές από αιρούμενα σωματίδια και παράσιτα., τέτοιες ζημιές έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση πρόσληψης οξυγόνου με όλες τις επακόλουθες δυσάρεστες συνέπειες. Αφού περάσει από τα βράγχια το αίμα πλούσιο σε οξυγόνο διατρέχει όλο το σώμα και το οξυγόνο συνεχίζει να διασπάει την

τροφή στα όργανα. Στην ιστορία της εξέλιξης κάποια είδη ψαριών έχουν αποδεσμευτεί από την ανάγκη να λαμβάνουν οξυγόνο μέσα από το νερό αναπτύσσοντας ειδικά όργανα που τους επιτρέπουν να αναπνέουν ατμοσφαιρικό αέρα.

2.1.4. Το πεπτικό σύστημα των ψαριών

Εδώ δεν υπάρχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά πάρα το γεγονός ότι το στομάχι των ψαριών μπορεί να διογκωθεί πολύ ώστε να μπορέσει να κρατήσει μεγάλη λεία. Ειδικά στην περίπτωση των σαρκοβόρων. Η χώνεψη ξεκινάει στο στομάχι και συνεχίζεται δια μέσω του εντέρου. Στην περίπτωση μεγάλης λείας μπορεί να κρατήσει για μέρες, αλλά σε ένα ενυδρείο με τεχνητή τροφή δε διαρκεί παραπάνω από λίγες ώρες.

2.1.5. Το απεκκριτικό σύστημα των ψαριών

Αυτό επιτρέπει στην τροφή που δεν έχει χωνευτεί να εκκενωθεί μέσω του πρωκτού με τη μορφή περιττωμάτων. Τα ούρα σχηματίζονται στα νεφρά που βρίσκονται κάτω από την σπονδυλική στήλη και εκκενώνονται μέσω ενός ουρηθικού πόρου. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι τα ψάρια αποβάλουν αζωτούχα παράγωγα και μέσω των βράγχιών τους. Όλες οι απόβλητες ουσίες περιέχουν άζωτο και είναι τοξικές για τα ζώα, αλλά, σε ένα ισορροπημένο ενυδρείο, αυτές οι ουσίες μετατρέπονται ακολούθως σε νιτρικά, που δε προκαλούν ιδιαίτερη ζημιά, και δεσμεύονται από τα φυτά σαν θρεπτικά στοιχεία.. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν αληθινά φυτά στο ενυδρείο αυτές οι ουσίες απομακρύνονται κάνοντας τακτικά μια μικρή αλλαγή νερού.

2.1.6. Νηκτική κύστη

Το σώμα των ψαριών είναι φτιαγμένο από σάρκα και κόκαλα, λίγο βαρύτερο από το νερό της θάλασσας. Αυτό σημαίνει ότι αν έμεναν ακίνητα θα βυθίζονταν αργά αλλά σταθερά και θα πήγαιναν στο πάτο. Αυτό ίσως να είναι πλεονέκτημα για κάποια ψάρια που περνάνε το μεγαλύτερο κομμάτι της ζωής τους προσκολλημένα στον πυθμένα, αλλά για πολλά ψάρια, όπως ο τόνος και οι περισσότεροι καρχαρίες, αυτή η μόνιμα αρνητική πλευστότητα είναι ίσως ο βασικότερος παράγοντας, που τους επιβάλλει τον τρόπο ζωής τους. Ταξιδεύουν διαρκώς στην απέραντη θάλασσα, κολυμπώντας σε βάθη που υπάρχει τροφή αλλά που είναι χιλιόμετρα ψηλότερα από τον πυθμένα. Για να συγκρατηθούν εκεί είναι αναγκασμένα να κολυμπούν συνεχώς και να μην κοιμούνται ίσως ποτέ. Ο τρόπος με τον οποίο κάποια ψάρια έχουν ξεπεράσει αυτό το πρόβλημα της βύθισης ή της αέναης κίνησης λέγεται νηκτική κύστη και τα ψάρια που τη διαθέτουν μπορούν να αιωρούνται στο νερό χωρίς προσπάθεια, σε οποιοδήποτε βάθος. Πρόκειται για ένα όργανο συνδεδεμένο με το

πεπτικό σύστημα, που μοιάζει με ασκό ο οποίος γεμίζει με αέρια και βοηθάει το ψάρι να ρυθμίζει την πλευστότητά του. Η κύστη 52 αυτή αυξάνει τον όγκο του ψαριού χωρίς να μεταβάλλει το βάρος του κρατώντας το σε απόλυτη ισορροπία μέσα στο νερό. Για να κατέβει συμπιέζει την κύστη ελαττώνοντας την περιεκτικότητά της σε αέρια ενώ το αντίστροφο συμβαίνει κατά την άνοδο. Υπάρχει ο κίνδυνος κατά την άνοδο, αν αυτή είναι βεβιασμένη ο αέρας από την κύστη να μην προλάβει να αποβληθεί με αποτέλεσμα το ψάρι να βρεθεί στην επιφάνεια με την παραφουσκωμένη κύστη έξω από το στόμα του.

2.1.7. Τα αναπαραγωγικά όργανα του ψαριού

Τα αρσενικά ψάρια έχουν δυο όρχεις που συνδέονται με ένα αγγείο ενώ τα θηλυκά έχουν ωοθήκες παρατεταμένες των ωαγωγών. Και στις δυο περιπτώσεις, τα γενετικά προϊόντα, τα ωάρια και τα σπερματοζωάρια αποβάλλονται μέσω μιας γενετήσιας οπής. Εφόσον η γονιμοποίηση των αυγών γίνεται έξω απ' το σώμα, στο νερό, δεν υπάρχουν όργανα για ζευγάρωμα με εξαίρεση τα ζωοτόκα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΙΧΘΥΩΝ

Το αίμα των ψαριών όπως και των υπολοίπων σπονδυλωτών, αποτελείται από κύτταρα αιωρούμενα στο πλάσμα. Διακρίνουμε δύο κατηγορίες κυττάρων: **τα ερυθρά και τα λευκά αιμοσφαίρια**.

Τόσο τα ερυθρά όσο και τα λευκά αιμοσφαίρια προέρχονται από πρόδρομους αιμοκυτοβλάστες και παράγονται σε διάφορα όργανα αλλά ωριμάζουν μετά την απελευθέρωση τους στην κυκλοφορία.

Τα αιμοποιητικά όργανα των ελασμοβράγχιων είναι το όργανο του Leydig στον οισοφάγο, ο σπλήνας καθώς και ο ιστός που περιβάλλει τις γονάδες.

Τα ερυθρά αιμοσφαίρια παράγονται από τον ερυθρό πολφό του σπλήνα ενώ τα λευκά από τον λευκό πολφό και όλα τα υπόλοιπα αιμοποιητικά όργανα.

Αντίθετα, τα κύρια αιμοποιητικά όργανα των τελεόστεων είναι ο σπλήνας και το νεφρό. Ο θύμος αδένας έχει επίσης αιμοποιητικό ρόλο στα νερά ιχθύδια. Η δραστηριότητα του όμως σταματά στα ώριμα άτομα.

Ερυθροκύτταρα: Η πλειοψηφία των κυττάρων του αίματος είναι ερυθροκύτταρα (<4million/mm³). Σε αντίθεση με τα ερυθροκύτταρα των θηλαστικών, τα ερυθροκύτταρα των ιχθύων είναι εμπύρνηνα και η κύρια λειτουργία τους είναι η μεταφορά οξυγόνου δεσμευμένο από την αιμοσφαιρίνη, από τα βράγχια στους ιστούς. Το μέγεθός τους ποικίλει μεταξύ διαφορετικών ειδών. Συνήθως το μέγεθος είναι αντιστρόφως ανάλογο του αριθμού τους (Πίνακας 5) και δραστήρια είδη τείνουν να έχουν περισσότερα ερυθροκύτταρα. Το πιθανότερο είναι ότι το μικρότερο μέγεθος μειώνει και το χρόνο διάχυσης των αερίων. Επειδή οι ανάγκες σε οξυγόνο των ιχθύων ποικίλουν ανάλογα με το αναπτυξιακό στάδιο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, ανάλογες διακυμάνσεις παρατηρούνται και στον αιματοκρίτη τους.

Αιμοσφαιρίνη: Είναι η αναπνευστική χρωστική που αυξάνει σημαντικά τη δυνατότητα μεταφοράς οξυγόνου στο αίμα. Η αιμοσφαιρίνη των ψαριών μπορεί να είναι μονομερής ή τετραμερής. Οι μονομερείς αιμοσφαιρίνες έχουν μια πολυπεπτιδική αλυσίδα και

μοριακό βάρος περίπου 17.000 daltons. Η συγγένεια της αιμοσφαιρίνης προς το οξυγόνο επηρεάζεται επίσης από τη θερμοκρασία και το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα αισθητό στα στενόθερμα είδη, καθώς επίσης και από την παρουσία οργανοφωσφορικών, τα οποία τροποποιούν τις αλληλεπιδράσεις του οξυγόνου με το μόριο της αίμης

Λευκοκύτταρα: Τα λευκοκύτταρα είναι λιγότερα σε αριθμό από ότι τα ερυθροκύτταρα (20.000-150.000/mm³) και διακρίνονται σε διάφορες ομάδες ανάλογα με τη μορφή και τη λειτουργία τους

Λεμφοκύτταρα: Ποικίλουν σε μέγεθος (4,5 - 12 mm διάμετρο) από είδος σε είδος αλλά εμφανίζουν την ίδια τυπική μορφή: καταλαμβάνονται από ένα υπερμεγέθη πυρήνα με μια πολύ μικρή ζώνη κυτοπλάσματος στην περιφέρεια με ελάχιστα μιτοχόνδρια και ριβοσώματα. Παράγονται από το θύμο αδένα, το νεφρό και το λευκό φλοιό του σπλήνα και η κύρια λειτουργία τους είναι η ανοσοποίηση.

Θρομβοκύτταρα: Τα θρομβοκύτταρα μπορεί να έχουν οποιαδήποτε μορφή (οβάλ, στρογγυλά, αμοιβαδοειδή). Παράγονται από το σπλήνα και η κύρια λειτουργία τους είναι η πήξη του αίματος.

Μονοπύρρηνα: Τα μονοπύρρηνα αποτελούν ένα πολύ μικρό πληθυσμό των λευκοκυττάρων ειδικευμένα στη φαγοκύτωση. Εμφανίζουν συνήθως αμοιβαδοειδείς απολήξεις.

Πολυμορφοπύρρηνα: Τα πολυμορφοπύρρηνα, τέλος, εμφανίζουν κοκκιώδες κυτταρόπλασμα. Διακρίνουμε 3 βασικούς τύπους: τα εωζινόφιλα, τα βασεόφιλα και τα ουδετερόφιλα. Τα ουδετερόφιλα είναι ο συχνότερος από τους τρεις τύπους και μάλιστα μπορεί να φτάσει μέχρι και το 25% το σύνολο των λευκοκυττάρων. Δεν απαντώνται όλοι οι πληθυσμοί πολυμορφοπύρρηνων σε όλα τα είδη ψαριών και η λειτουργία τους είναι ακόμα υπό εξέταση. Οι μέχρι τώρα ενδείξεις φανερώνουν φαγοκυτταρική λειτουργία και ευαισθητοποίηση σε διάφορα αντιγόνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ ΑΙΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ

4.1. Εισαγωγή

Ο πλήρης αριθμός αίματος και το προφίλ χημείας πλάσματος είναι σημαντικά διαγνωστικά εργαλεία, με εργαστηριακά πρωτόκολλα και εύρη αναφοράς που έχουν καθιερωθεί τόσο στην ανθρώπινη ιατρική όσο και στην κτηνιατρική ιατρική των κατοικίδιων ζώων.

Οι εξελίξεις στην ιατρική του ζωολογικού κήπου περιλαμβάνουν την εφαρμογή συγκρίσιμων τεχνικών CBC / Χημείας προσαρμοσμένων σε πολλά εξωτικά είδη ζώων, συμπεριλαμβανομένων των πτηνών και των ερπετών, παρέχοντας στον κτηνίατρο ένα πολύτιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της υγείας των νεοαποκτηθέντων ζώων καραντίνας, ρουτίνες φυσικών εξετάσεων και για κλινικά άρρωστα ζώα. Με την εξαίρεση ορισμένων ειδικών διαφορών στις περιοχές αναλυτή, τα όργανα κλινικής χημείας που αναπτύχθηκαν για ανθρώπινα και κτηνιατρικά νοσοκομεία χρησιμοποιούνται εύκολα για δείγματα ψαριών.

Ωστόσο, καθώς συνεχίζουμε την ανάπτυξη μεθόδων αιματολογίας για είδη ψαριών, αντιμετωπίζουμε προκλήσεις παρόμοιες με εκείνες που συναντήθηκαν με τις πρώτες εφαρμογές τεχνικών CBC για πουλιά και ερπετά. Όπως τα χερσαία αντίστοιχα μη θηλαστικά, τα ερυθροκύτταρα ψαριών είναι πυρηνικά και ένας αριθμός λευκοκυττάρων εμφανίζει επίσης παρόμοια μορφολογία σε φιλμ αίματος τύπου Romanowsky: θρομβοκύτταρα, μονοκύτταρα, λεμφοκύτταρα και βασεόφιλα.

Μια κοινή πηγή σύγχυσης στην ονοματολογία των κυττάρων ψαριών είναι τα ποικίλα ονόματα που δίδονται στα κοκκιοκύτταρα, τα οποία μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το είδος και δεν έχουν καθαρό ομόλογο θηλαστικών ή πτηνών / ερπετών.

Επιπλέον, ο γενικός όρος «ψάρι» περιλαμβάνει μια πολύ μεγάλη και ποικίλη ομάδα υδρόβιων ζώων, συμπεριλαμβανομένων των πρωτόγονων χόνδρων ψαριών, όπως τα *holocephalans* (*ratfish*), τα σύγχρονα *elasmobranchs* (καρχαρίες, πατίνια και ακτίνες), και *teleosts* (ψάρια με αληθινά οστά). Ο στόχος αυτής της συμβολής είναι να παρέχει μια επισκόπηση των κλινικών δοκιμών χημείας και μια περίληψη της βιβλιογραφίας ως βάση για μελλοντικές εργασίες για την καθιέρωση τυποποιημένης ταξινόμησης των λευκοκυττάρων ψαριών.

4.2. Αιματολογία

Η βιβλιογραφία δείχνει ότι το ενδιαφέρον για κατανόηση των αιμοσφαιρίων των ψαριών χρονολογείται από τα μέσα του 1800. Ο *Leydig* περιέγραψε τις λεμφομυελιοειδείς δομές σε elasmobranchs ως πηγή κοκκιοκυτταροποίησης (όργανο *Leydig*) το 1857. Ο *Fänge, et al.* μελέτησε περαιτέρω αιματοποίηση σε μεγάλη ποικιλία ειδών ελασμοβράγχων και περιέγραψε τους ακόλουθους ιστούς:

- Το όργανο του *Leydig*: μια λευκή μάζα που βρίσκεται στο ραχιαίο και το κοιλιακό τοίχωμα του οισοφάγου (άφθονα κοκκιοκύτταρα και λεμφοκύτταρα).
- Το επιγονικό όργανο, που σχετίζεται με τις γονάδες (άφθονα κοκκιοκύτταρα και διακριτά κύτταρα τύπου βλαστού) ·
- Ο σπλήνας (λευκός πολτός κυρίως λεμφοκύτταρα και κόκκινος πολτός κυρίως ερυθροκύτταρα) ·
- Ο θύμος (μόνο λεμφοειδής). Στις πιο πρωτόγονες ολοκεφαλάνες, η θέση της κοκκιοκυτταροποίησης βρίσκεται στους ιστούς εντός του κρανίου.

Στις τηλεοράσεις, το πρόσθιο τμήμα του νεφρού, που αναφέρεται ως το νεφρό της κεφαλής, είναι ένα σημαντικό όργανο αιματοποίησης, με δευτερεύουσες τοποθεσίες όπως ο σπλήνας, το ήπαρ και ο θύμος αδένας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΑΡΙΩΝ

5.1. Γενικά

Το αίμα είναι γενικό θρεπτικό υγρό του σώματος, με το οποίο γίνεται η ανταλλαγή της ύλης τον οργανισμό των περισσότερων ζώων. Με τη λειτουργία της καρδιάς και με τα αιμοφόρα αγγεία, κυκλοφορεί μέσα στους ιστούς και τα όργανα του σώματος και τα διατηρεί στη ζωή.

5.2. Λειτουργίες αίματος

Οι σπουδαιότερες λειτουργίες του αίματος είναι οι εξής:

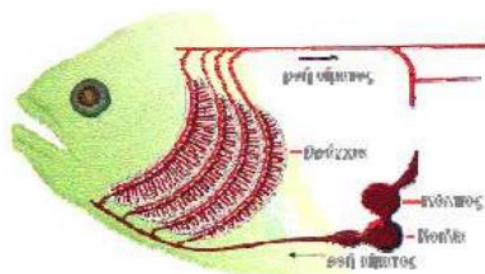
- Μεταφέρει τις θρεπτικές ουσίες σ' όλα τα μέρη του οργανισμού. Εκεί, όπου πηγαίνει αίμα, υπάρχει και θρέψη, υπάρχει ζωή. Όταν σταματήσει η παροχή αίματος, σταματάει η θρέψη, επομένως και η ζωή
- Μεταφέρει οξυγόνο από τους πνεύμονες στους ιστούς και διοξείδιο του άνθρακα από τους ιστούς στους πνεύμονες
- Μεταφέρει χρήσιμες ουσίες (ορμόνες κ.λπ.) σ' όλα τα μέρη του σώματος
- Μεταφέρει απ' τους ιστούς άχρηστες και βλαβερές ουσίες στα διάφορα όργανα απέκκρισης, όπως τα νεφρά (ούρα), το δέρμα (ιδρώτας) κλπ.
- Χρησιμεύει για την άμυνα του οργανισμού ενάντια στα μικρόβια.
- Ρυθμίζει τη θερμοκρασία του σώματος, γιατί συντελεί στην κανονική κατανομή της θερμότητας στα διάφορα μέρη του σώματος με την κυκλοφορία.

Το χρώμα του αίματος των θηλαστικών, των πτηνών των ερπετών και των ψαριών είναι κόκκινο. Αυτό οφείλεται σε μια κόκκινη χρωστική ουσία, που περιέχει, την αιμοσφαιρίνη. Αυτή παριστάνεται με τα γράμματα Ηβ, από τη λέξη HEMOGLOBIN = αιμοσφαιρίνη. Χρησιμεύει κυρίως για τη μεταφορά του οξυγόνου. Η αιμοσφαιρίνη, όταν ενώνεται με το οξυγόνο, σχηματίζει την οξυαιμοσφαιρίνη. Αυτή δίνει το οξυγόνο της στους ιστούς και έτσι γίνονται οι οξειδώσεις (καύσεις) μέσα στα διάφορα κύτταρα. Όταν η οξυαιμοσφαιρίνη χάσει το οξυγόνο της, τότε μετατρέπεται σε αναχθείσα αιμοσφαιρίνη.

Όταν το αίμα περιέχει μεγάλα ποσά οξυαιμοσφαιρίνης, τότε έχει χρώμα λαμπερό κόκκινο (αρτηριακό αίμα). Αν περιέχει μικρότερα ποσά οξυαιμοσφαιρίνης (και επομένως μεγαλύτερα αναχθείσης αιμοσφαιρίνης), τότε το χρώμα του είναι σκούρο κόκκινο (φλεβικό αίμα). Σε άλλους οργανισμούς όπως τα μαλάκια και τα αρθρόποδα το αίμα δεν περιέχει αιμοσφαιρίνη αλλά αιμοκυανίνη και έχει γαλανόλευκη απόχρωση.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα του αίματος είναι το ότι αυτό έχει γλοιώδη υφή Αυτό οφείλεται στη συνοχή που έχουν τα μόρια του υγρού του αίματος, δηλ. του πλάσματος. Η γεύση που έχει το αίμα είναι γλυφή (υφάλμυρη). Αυτό

οφείλεται στα αλκαλικά άλατα που περιέχει. Το ειδικό του βάρος είναι 1,057 δηλ. είναι λίγο βαρύτερο από ίσο όγκο νερού. Μέσα στον οργανισμό μας κυκλοφορεί μια ποσότητα από 6 περίπου κιλά αίμα, που αποτελεί το 7% όλων των υγρών που περιέχονται στον οργανισμό μας και το 1) 12 περίπου του βάρους του σώματός μας.



Εικόνα 5: Ροή Αίματος. (Γκούμας Γ., 2016)

5.3. Ποιοτική σύσταση αίματος

Το αίμα αποτελείται από ένα υγρό μέρος που λέγεται πλάσμα και από έμμορφα συστατικά (δηλ. συστατικά που έχουν ορισμένη μορφή), που είναι τα ερυθρά αιμοσφαίρια, τα λευκά αιμοσφαίρια και τα αιμοπετάλια. Τα έμμορφα συστατικά αιωρούνται μέσα στο πλάσμα.

5.4. Αιμοποιητικά όργανα

Αυτά είναι τα όργανα, στα οποία παράγονται τα έμμορφα συστατικά του αίματος, δηλ. κυρίως τα ερυθρά και τα λευκά αιμοσφαίρια. Το κυριότερο αιμοποιητικό όργανο είναι ο ερυθρός μυελός των οστών.

Τα ερυθρά αιμοσφαίρια παράγονται στον ερυθρό μυελό των οστών. Για την παραγωγή τους είναι απαραίτητη η ύπαρξη ποσοτήτων σιδήρου (γιατί αυτός περιέχεται μέσα στην αιμοσφαιρίνη), όπως επίσης βιταμίνης B12 κλπ. Τα λευκά αιμοσφαίρια παράγονται στα λεμφογάγγλια σπλήνα, αμυγδαλές, ερυθρό μυελό των οστών κλπ. Εκτός από τα αιμοποιητικά όργανα υπάρχουν και όργανα στα οποία καταστρέφονται στα ερυθρά και λευκά αιμοσφαίρια. Αυτά είναι κυρίως η σπλήνα και το δικτυοενδοθηλιακό σύστημα (ΔΕΣ).

Η σπλήνα βρίσκεται στο αριστερό και πάνω μέρος της κοιλότητας της κοιλιάς και αποτελεί όργανο στο οποίο αποθηκεύεται ένας μεγάλος αριθμός ερυθρών αιμοσφαιρίων. Επίσης η σπλήνα παράγει λεμφοκύτταρα (μια από τις διάφορες μορφές των λευκών αιμοσφαιρίων). Ειδικά κύτταρα που βρίσκονται διασκορπισμένα σε διάφορα όργανα αποτελούν στο σύνολό τους το καλούμενο δικτυοενδοθηλιακό σύστημα. Τέτοια κύτταρα υπάρχουν στο συκώτι (κύτταρα του Κούπφερ), στη σπλήνα, στους λεμφαδένες, στο μυελό των οστών κλπ. Τα κύτταρα του ΔΕΣ καταστρέφουν μικρόβια επιβλαβείς ουσίες, ξένα σώματα κλπ. Επίσης παράγουν αντισώματα. Το ΔΕΣ αποτελεί τον τόπο της καταστροφής των ερυθρών και των αιμοπεταλίων. Γενικά, πρόκειται για χρήσιμο σύστημα που προστατεύει τον οργανισμό.

5.5. Πήξη αίματος

Αν εξαιτίας ενός τραύματος χυθεί αίμα από τα αγγεία τότε αυτό πήζει μέσα σε 6 - 10 λεπτά. Η πήξη στην πραγματικότητα είναι μια άμυνα του οργανισμού, ώστε να μη χάνουμε αίμα όταν τραυματιζόμαστε. Η πήξη του αίματος είναι όμως εξαιρετικά πολύπλοκος μηχανισμός, που όμως στις βασικές γραμμές του, γίνεται ως εξής:

Μέσα στο αίμα υπάρχει η προθρομβίνη, ένα ένζυμο πήξης αδρανές (όχι δραστικό). Η προθρομβίνη, με την επίδραση ιόντων ασβεστίου και της θρομβοπλαστίνης (που ελευθερώνεται με τη καταστροφή των αιμοπεταλίων, μόλις το αίμα βγει απ' τα αγγεία), μετατρέπεται σ' ένα δραστικό ένζυμο, τη θρομβίνη. Η θρομβίνη μετατρέπει το ινωδογόνο (λεύκωμα του πλάσματος) σε ινώδες. Το ινώδες μαζί με τα έμμορφα συστατικά του αίματος (ερυθροκύτταρα, λευκοκύτταρα, αιμοπετάλια), σχηματίζει τον πλακούντα (πηγμένο αίμα). Ο πλακούντας περικλείει όλο το υγρό μέρος του αίματος, μετά όμως από λίγο ζαρώνει και τότε βγαίνει από αυτόν ένα υγρό, που λέγεται ορός.

Είναι δυνατό να υπάρχει μέσα στο αίμα μια ουσία, η ηπαρίνη, που σε ελάχιστα ποσά εμποδίζει το πήξιμο του αίματος. Εάν το αίμα δεν πήζει καθόλου, σημαίνει ότι υπάρχει αιμοφιλία, μια πάθηση κληρονομική. Άτομα που πάσχουν από αυτή είναι δυνατό, αν 66 τραυματιστούν και να πεθάνουν ακόμα εξαιτίας συνεχούς αιμορραγίας. Η αιμοφιλία μεταδίδεται κληρονομικά απ' τη μήτρα (που φαινομενικά είναι υγιής) μόνο στα αγόρια.

5.6. Ομάδες αίματος – Μεταγγίσεις

Για να δώσει κανείς αίμα σε άρρωστο που κινδυνεύει, πρέπει το αίμα του να είναι κατάλληλο. Δηλαδή το αίμα του δότη να μη "συγκολλάται" (πήζει) μέσα στο αίμα του δέκτη. Αλλιώς είναι δυνατό, η μετάγγιση του αίματος, όπως λέγεται η μέθοδος αυτή, αντί για καλό, να προκαλέσει ακόμα και το θάνατο του άρρωστου. Αυτό οφείλεται στο ότι τα ερυθρά αιμοσφαίρια περιέχουν ειδικές ουσίες, που λέγονται συγκολλητινογόνα. Αυτά είναι τα A και B. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια ενός ανθρώπου μπορούν να έχουν τα συγκολλητινογόνα A και B ή μόνο A ή μόνο B ή κανένα απ' αυτά. Επίσης στον ορό του αίματος υπάρχουν ειδικές ουσίες που λέγονται συγκολλητίνες και που είναι οι α και β. Στον ορό του αίματος ενός ανθρώπου μπορεί να υπάρχει συγκολλητίνη α ή β ή α και β ή να μην υπάρχουν οι παραπάνω συγκολλητίνες. Η συγκολλητίνη α αντιδρά με το συγκολλητινογόνο A και η συγκολλητίνη β με το συγκολλητινογόνο B. Αν επομένως σε μια μετάγγιση αίματος ο ορός του ασθενούς (δέκτη) έχει συγκολλητίνες (α ή β α και β), τότε αυτές θα συγκολλήσουν τα αιμοσφαίρια του δότη (εξαιτίας του ότι στα αιμοσφαίρια αυτά υπάρχουν συγκολλητινογόνα A ή B και β). Στην περίπτωση αυτή τα συγκολλημένα αιμοσφαίρια μπορεί να προκαλέσουν και το θάνατο ακόμη του άρρωστου. Έτσι οι άνθρωποι χωρίζονται σε διάφορες ομάδες AB, A, B, και O. Η ομάδα O μπορεί να δώσει αίμα στις ομάδες O, A, B και AB. Η ομάδα A μπορεί να δώσει αίμα στις ομάδες A και AB. Η ομάδα B μπορεί να δώσει αίμα στις ομάδες B και AB.

Η ομάδα AB μπορεί να δώσει αίμα στην ομάδα AB. Επομένως, η ομάδα O είναι πανδότης, γιατί τα αιμοσφαίρια της δεν έχουν συγκολλητινογόνα και έτσι δεν μπορούν να συγκολληθούν απ' τις συγκολλητίνες του πλάσματος οποιουδήποτε δέκτη. Η ομάδα AB είναι πανδέκτης, γιατί ο ορός της δεν έχει συγκολλητίνες και έτσι μπορεί να δεχτεί αίμα οποιασδήποτε ομάδας χωρίς να συγκολλησει τα αιμοσφαίρια του μεταγγιζόμενου αίματος.

Στις μεταγγίσεις προτιμούμε να δίνουμε στον άρρωστο αίμα της ίδιας μ' αυτόν ομάδας και, μόνο αν δεν υπάρχει καταφεύγουμε σε άλλες κατάλληλες ομάδες αίματος. Οι ομάδες αίματος μεταβιβάζονται κληρονομικά απ' τους πρόγονους στους απόγονους. Εκτός από τις ομάδες αίματος, στις μεταγγίσεις πρέπει να παίρνεται υπόψη και ένας άλλος παράγοντας, που λέγεται παράγοντας Ρέζους, γιατί ανακαλύφτηκε πρώτα στα ερυθροκύτταρα του πίθηκου Ρέζους Μακάους. Τα 85% των λευκών ανθρώπων έχουν τον παράγοντα αυτό, δηλαδή είναι Ρέζους θετικοί και τα 15% δεν τον έχουν, δηλαδή είναι Ρέζους αρνητικοί.

5.7. Κυκλοφορία αίματος

Η κυκλοφορία του αίματος γίνεται με την καρδιά και τα αγγεία.

5.7.1. Η μεγάλη και η μικρή κυκλοφορία.

Πώς γίνεται η κυκλοφορία του αίματος, ανακαλύφτηκε από τον Άγγλο Χάρβεϊ 1628. Έτσι, γνωρίζουμε σήμερα ότι το αίμα φεύγει από την αριστερή κοιλία με την αορτή και από εκεί με κλάδους, διαρκώς μικρότερους, φέρεται σ' όλα τα μέρη του σώματος. Από τις διακλαδώσεις αυτές αρχίζουν τριχοειδή αγγεία που συνενώνονται σε μεγαλύτερα και τέλος σχηματίζουν φλέβες. Πολλές φλέβες συνενώνονται και σχηματίζουν μεγαλύτερες και τελικά με την άνω κοίλη φλέβα και με την κάτω κοίλη φλέβα το φλεβικό αίμα επανέρχεται στο δεξιό κόλπο.

Από το δεξιό κόλπο το αίμα πηγαίνει στη δεξιά κοιλία και απ' αυτή με την πνευμονική αρτηρία (που λέγεται αρτηρία, αλλά στην πραγματικότητα έχει αίμα φλεβικό, δηλ. βρώμικο) φέρεται στους πνεύμονες. Από τους πνεύμονες το αίμα με τις πνευμονικές φλέβες (που λέγονται φλέβες, αλλά στην πραγματικότητα φέρουν αίμα αρτηριακό, δηλ. καθαρό) μεταφέρεται στον αριστερό κόλπο.

Έτσι διακρίνουμε τη μεγάλη κυκλοφορία και τη μικρή κυκλοφορία.

Μεγάλη κυκλοφορία: Αριστερή κοιλία - > Τριχοειδή - > Άνω και κάτω κοίλες φλέβες - > Δεξιός κόλπος.

Μικρή κυκλοφορία: Δεξιά κοιλία - > Πνευμονική αρτηρία - > Πνεύμονες - > 5- 6 Πνευμονικές φλέβες - > Αριστερός κόλπος.

Με άλλα λόγια αρτηριακό αίμα φεύγει από την καρδιά με την αορτή, δίνει θρεπτικά συστατικά και οξυγόνο σ' όλο τον οργανισμό και έπειτα με πολύ λιγότερο οξυγόνο και με τα άχρηστα προϊόντα της ανταλλαγής της ύλης (διοξείδιο του άνθρακα κλπ.), δηλ. σαν φλεβικό αίμα, ξαναγυρίζει στην καρδιά. Στη συνέχεια, πριν

ξαναρχίσει τον ίδιο κύκλο, περνάει υποχρεωτικά από τους πνεύμονες, για να καθαριστεί, να πάρει οξυγόνο και να διώξει το διοξείδιο του άνθρακα, δηλ. να μετατραπεί από φλεβικό σε αρτηριακό. Έπειτα εξακολουθεί την ίδια πορεία κλπ. Επίσης ο καθαρισμός του αίματος γίνεται και σε άλλα όργανα, κυρίως στα νεφρά.

Κατά τη διαδρομή της η αορτή δίνει διάφορους κλάδους, με τους οποίους μεταφέρεται το αίμα στην καρδιά, το συκώτι, τα νεφρά κλπ. Η καρδιά που τροφοδοτεί με αίμα όλα τα όργανα του σώματος, έχει και αυτή ανάγκη να δέχεται αίμα για τη θρέψη της, διαφορετικά η λειτουργία της θα σταματήσει. Έτσι, απ' την αρχή της αορτής, φεύγουν οι στεφανιαίες αρτηρίες που εξασφαλίζουν τη θρέψη της καρδιάς.

Οι κλάδοι των στεφανιαίων αρτηριών δεν διακλαδώνονται αρκετά μεταξύ τους. Γι' αυτό, αν αποφραχτεί κάποιος κλάδος από αυτούς, τότε η περιοχή της καρδιάς, που τρέφεται απ' αυτόν, νεκρώνεται. Αυτό είναι το λεγόμενο έμφραγμα.

Το συκώτι δέχεται 2 ειδών αγγεία. Πραγματικά στο συκώτι πηγαίνει

- **Η Ηπατική Αρτηρία** (που προέρχεται απ' την αορτή) που είναι αγγείο τροφικό, χρησιμεύει δηλ. για τη θρέψη των κυττάρων του συκωτιού και

- **Η Πυλαία Φλέβα**, που σχηματίζεται από φλέβες που προέρχονται από το στομάχι, τα έντερα, το πάγκρεας και τη σπλήνα. Η πυλαία φλέβα είναι αγγείο λειτουργικό, δηλ. μεταφέρει στο συκώτι ουσίες που απορροφήθηκαν από το έντερο και που χρησιμεύει για τις βιοχημικές επεξεργασίες (αντιδράσεις) που γίνονται μέσα στα κύτταρα του συκωτιού (π.χ. με την πυλαία φλέβα μεταφέρεται γλυκόζη, που μεταφέρεται στο συκώτι σε γλυκογόνο, επίσης αμινοξέα, από τα οποία συντίθενται λευκώματα κλπ.)

Το κυρίως φλεβικό αίμα φεύγει από το συκώτι με τις ηπατικές φλέβες που συνδέονται με την κάτω κοίλη φλέβα. Τα νεφρά δέχονται αίμα από τη νεφρική αρτηρία που προέρχεται από την αορτή. Το αίμα αυτό καθαρίζεται προσεκτικά από τις άχρηστες και βλαβερές ουσίες, που μαζί με το περισσευούμενο νερό συγκεντρώνονται μέσα σε λεπτά σωληνάκια που καταλήγουν στον ουρητήρα.

Κατά την κυκλοφορία του αίματος η καρδιά κάνει διάφορες συσπάσεις. Πρώτα συσπώνται οι κόλποι (ηρεμούν οι κοιλίες), κατόπιν συσπώνται οι κοιλίες (ηρεμούν οι κόλποι) και τέλος ηρεμούν και οι κόλποι και οι κοιλίες. Μια τέτοια κίνηση λέγεται καρδιακός παλμός.

Επομένως σε κάθε καρδιακό παλμό περιλαμβάνονται τρεις φάσεις:

- Συστολή των κόλπων.
- Συστολή των κοιλιών.
- Διαστολή ή παύλα (ηρεμία των κόλπων και των κοιλιών).

Κατά τη συστολή των κόλπων, το αίμα φέρεται στις κοιλίες. Κατά τη συστολή των κοιλιών, το αίμα δεν παλινδρομεί προς τους κόλπους, γιατί απαγορεύουν αυτό η τριγώνη βαλβίδα για το δεξιό κόλπο και η διγώνη βαλβίδα για τον αριστερό.

Επίσης στη φάση αυτή το αίμα έχει να υπερνικήσει την αντίσταση άλλων βαλβίδων (σιγμοειδείς βαλβίδες) που βρίσκονται στην αρχή της πνευμονικής αρτηρίας και στην αρχή της αορτής.

Όταν κατά τη συστολή των κοιλιών, στη δεδομένη στιγμή, η πίεση του αίματος μέσα σ' αυτές γίνει πολύ μεγάλη, τότε υπερνικείται η αντίσταση των σιγμοειδών βαλβίδων το αίμα πηγαίνει από τη δεξιά κοιλία προς την πνευμονική αρτηρία και από την αριστερή κοιλία στην αορτή. Περίπου 70 κυβ. εκ. αίματος σε κάθε συστολή των κοιλιών πηγαίνουν στην πνευμονική αρτηρία και 70 κυβ. εκ. αίματος στην αορτή.

Κατά τη διαστολή ή παύλα ηρεμούν (αναπαύονται) και οι κόλποι και οι κοιλίες. Πράγματι πολλές φορές αναλογίζεται κανείς πώς είναι δυνατό η καρδιά να κτυπάει, να πάλλεται σε μια ολόκληρη ζωή χωρίς να κουράζεται. Αυτό οφείλεται στο ότι η καρδιά αναπαύεται περισσότερο χρόνο από όσο εργάζεται, γιατί, όταν συστέλλονται οι κόλποι, οι κοιλίες αναπαύονται (ηρεμούν). Επίσης, όταν συστέλλονται οι κοιλίες, οι κόλποι αναπαύονται. Τέλος, κατά τη διαστολή αναπαύονται και οι κόλποι και οι κοιλίες. Γενικά υπολογίζεται ότι η καρδιά αναπαύεται περισσότερο χρόνο απ' όσο δουλεύει.

Κατά τη διαστολή ή παύλα, η καρδιά γεμίζει ξανά με αίμα. Έτσι βρίσκεται και πάλι γεμάτη από αίμα για να συνεχίσει τη λειτουργία της Ο σφυγμός Σε κάθε συστολή της αριστερής κοιλίας φεύγουν 70 κυβ. εκ. αίματος που πηγαίνουν στο χώρο που υπάρχει στην αρχή της αορτής. Αλλά η αορτή είναι ήδη γεμάτη με αίμα. Επομένως, για να βρουν θέση αυτά τα 70 κυβ. εκατοστόμετρα αίματος, τεντώνεται το ελαστικό τοίχωμα της αορτής. Έτσι, ο χώρος που βρίσκεται στην αρχή της αορτής, πλαταίνει και βρίσκει θέση η νέα ποσότητα του αίματος.

Το τέντωμα όμως αυτό του ελαστικού τοιχώματος, δεν μπορεί να διαρκέσει για πολύ. Το τοίχωμα έπειτα από λίγο ξαναγυρίζει στη θέση του. Έτσι γεννιέται ένα κύμα (ο σφυγμός), που μεταδίνεται κατά μήκος του ελαστικού τοιχώματος των αρτηριών. Η ταχύτητα μετάδοσης του σφυγμού είναι μεγαλύτερη της ταχύτητας ροής του αίματος (7 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, ενώ η ταχύτητα ροής του αίματος είναι 30 εκατοστόμετρα ανά δευτερόλεπτο). Κάθε σφυγμός αντιστοιχεί προς ένα καρδιακό παλμό. Κατά μέσο όρο έχουμε 70 καρδιακούς παλμούς ανά λεπτό και επίσης 70 σφίξεις ανά λεπτό.

Σφυγμό έχουν μόνο οι αρτηρίες. Οι φλέβες δεν έχουν. Αυτό συμβαίνει, γιατί το κύμα σφυγμού εξασθενεί και τελικά εξασφαλίζεται έτσι, ώστε να μην παρατηρείται πια στις φλέβες. Το σφυγμό μπορούμε να τον αισθανθούμε στις άκρες των δακτύλων στις επιφανειακές αρτηρίες και συνήθως στον καρπό του χεριού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΑΕΡΙΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

Αναπνοή

Η αναπνοή στο υδάτινο περιβάλλον παρουσιάζει διαφορετικά προβλήματα συγκρινόμενη με την αναπνοή στον αέρα. Τα περισσότερα χερσαία ζώα έχουν εσωτερικούς πνεύμονες, στους οποίους οι ανταλλαγές αερίων γίνονται με κίνηση του αέρα προς δύο κατευθύνσεις (είσοδος-έξοδος).

Αντίθετα, τα περισσότερα ψάρια έχουν εξωτερικά βράγχια, τα οποία αερίζονται με κίνηση του νερού προς μία μόνο κατεύθυνση. Το ρεύμα αυτό νερού δημιουργείται είτε με κίνηση της βραγχιακής αντλίας είτε παθητικά με απλό άνοιγμα του στόματος και του βραγχιακού επικαλύμματος. Η διηθητική δομή των βραγχίων επιτρέπει την αποτελεσματική πρόσληψη οξυγόνου από το νερό. Αυτό αποκτάει ακόμα μεγαλύτερη σημασία αν σκεφτούμε ότι η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο είναι πολύ μικρότερη από αυτή του αέρα (1-8 ml O₂/l νερού έναντι 210mlO₂/l αέρα).

Η χαμηλή διαθεσιμότητα οξυγόνου στο νερό ήταν αναμφισβήτητα ένας σημαντικός παράγοντας που ώθησε στη ανάπτυξη των βραγχίων, κατασκευών που χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλες επιφάνειες ανταλλαγής αερίων, καθώς και τους υπόλοιπους, παράξενους μηχανισμούς που τα ψάρια έχουν αναπτύξει για την πρόσληψη οξυγόνου. Από την άλλη, η χαμηλή διαθεσιμότητα οξυγόνου θέτει και όρια στο ρυθμό πρόσληψης οξυγόνου και κατά συνέπεια στο μεταβολισμό των ψαριών.

Βράγχια

Τα βράγχια αποτελούνται από άκαμπτα οστέινα ή χόνδρινα βραγχιακά τόξα που φέρουν ζεύγη πρωτογενών βραγχιακών νηματίων. Στους καρχαρίες τα ζεύγη των πρωτογενών βραγχιακών νηματίων διαχωρίζονται με ένα σαρκώδες μεσοβραγχιακό διάφραγμα.

Τα πολυάριθμα δευτερογενή βραγχιακά νημάτια που προεξέχουν προς τις δύο πλευρές των πρωτογενών νηματίων, αποτελούν τις κύριες θέσεις ανταλλαγής αερίων.

Τα δευτερογενή νημάτια ωστόσο, δεν αιματώνονται από το σύνολο του αίματος της βραγχιακής κυκλοφορίας. Στην ακίνητη ιριδίζουσα πέστροφα για παράδειγμα, μόνο 58% των δευτερογενών νηματίων εμποτίζονται με αίμα, ενώ κάτω από υποξικές συνθήκες (μικρή διαθεσιμότητα οξυγόνου) ή καταστάσεις *stress* το ποσοστό αυξάνεται στο 70%.

Αντίστοιχα, σε όλα τα ψάρια λειτουργούν ανάλογοι μηχανισμοί που αυξομειώνουν την αναπνευστική επιφάνεια σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα δευτερογενή νημάτια αποτελούνται από λεπτά επιθηλιακά κύτταρα στο εξωτερικό και βασική μεμβράνη και υποστηρικτικά κύτταρα στο εσωτερικό και επιτρέπουν την ροή των κυττάρων του αίματος χωρίς να επιφέρουν καμία αλλαγή στο σχήμα τους.

Η πρόσληψη του οξυγόνου γίνεται με διάχυση κατά μήκος των λεπτών εξωτερικών μεμβρανών. Ο ρυθμός ανταλλαγής αερίων μεγιστοποιείται με την ταυτόχρονη ροή του αίματος και του νερού προς αντίθετες κατευθύνσεις. Η αποτελεσματικότητα πρόσληψης οξυγόνου μπορεί να φτάσει μέχρι και 80% στην ιριδιζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*). Όταν όμως πειραματικά, δοκιμάστηκε η σύγχρονη ροή αίματος και νερού προς την ίδια κατεύθυνση για τα βράγχια του γληνιού (*Tinca tinca*), η πρόσληψη οξυγόνου μειώθηκε σε λιγότερο από 10%.

Γενικά, ο ρυθμός πρόσληψης οξυγόνου εξαρτάται από την επιφάνεια των δευτερογενών νηματίων, το πάχος του βραγχιακού επιθηλίου και την διαφορά στην συγκέντρωση οξυγόνου στις δύο πλευρές της μεμβράνης διάχυσης.

Κατά συνέπεια, προκειμένου να αυξήσουν το ρυθμό πρόσληψης οξυγόνου από το νερό, τα δραστήρια είδη παρουσιάζουν αυξημένη επιφάνεια δευτερογενών νηματίων και πάρα πολύ λεπτό βραγχιακό επιθήλιο. Για την αύξηση της επιφάνειας των δευτερογενών νηματίων παρατηρούνται δύο κύριες λύσεις: α) η αύξηση του αριθμού των δευτερογενών νηματίων και η πυκνή τοποθέτηση τους πάνω στα πρωτογενή νημάτια, και β) η αύξηση του μήκος των δευτερογενών νηματίων.

Η δεύτερη λύση παρατηρείται σπάνια εξαιτίας του ότι συνεπάγεται πιο εύθραυστα νημάτια. Κάποια μέλη της οικογένειας των *Thunnidae*, ωστόσο, έχουν αναπτύξει μακριά δευτερογενή νημάτια τα οποία συμβάλλουν και συγκολλούνται στα άκρα τους για να αποφεύγεται η καταστροφή από μεγάλες ταχύτητες ροής νερού.

Στους περισσότερους οστεϊχθύες ο αερισμός των βραγχίων επιτυγχάνεται με συνδυασμένες κινήσεις της στοματικής και της βραγχιακής κοιλότητας.

Στο πρώτο στάδιο, η στοματική κοιλότητα διαστέλλεται και γεμίζει νερό, το οποίο ωθείται πάνω στα βράγχια με ταυτόχρονη σύσπαση της βραγχιακής κοιλότητας και έκταση του βραγχιακού επικαλύμματος. Με τη σύσπαση της βραγχιακής κοιλότητας, το νερό ωθείται έξω από τα βραγχιακά ανοίγματα και ο κύκλος ξαναρχίζει.

Πολλές φορές παρατηρούνται σύντομες διακοπές σε αυτό τον κύκλο, που αντιστρέφουν τη ροή του νερού προκειμένου να καθαριστούν τα βράγχια από συσσωρευμένα βλέννα και άλλα προσκολλημένα σωματίδια (“βήχας”). Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του νερού που περνάει από τα βράγχια τόσο μεγαλύτερος και ο ρυθμός διάχυσης οξυγόνου. Αυτός είναι και ο λόγος που κάποιοι καρχαρίες και ράγιες είναι εφοδιασμένοι με επιπλέον δερμικές προεξοχές που εντείνουν τη ροή του νερού στη βραγχιακή κοιλότητα.

Τα ψάρια ρυθμίζουν τον όγκο νερού που περνάει από τα βράγχια με δύο κυρίως τρόπους: α) με την ταχύτητα κολύμβησης και β) με τη συχνότητα ανοίγματος του

στόματος (συχνότητα αερισμού) και του όγκου νερού που αντλούν σε κάθε άνοιγμα (όγκος αερισμού ανά κύκλο). Συνήθως τα ψάρια καταφεύγουν σε ένα συνδυασμό όταν βρίσκονται σε υποξικές συνθήκες

Δερμική αναπνοή

Σε μερικά ψάρια, η ανταλλαγή αερίων γίνεται και κατά μήκος του δέρματος. Η δερμική αναπνοή είναι ιδιαίτερα σημαντική στα προνυμφικά στάδια. Για παράδειγμα οι προνύμφες του ψαριού *Monopterus albus* έχουν ένα εκτεταμένο δίκτυο αναπνευστικών αιμοφόρων αγγείων κάτω από τα επιθήλια των πτερυγίων και του λεκιθικού σάκου πριν ακόμα αναπτυχθούν τα βράγχια. Το συγκεκριμένο είδος αυξάνει την κίνηση του νερού με κατεύθυνση από πίσω προς τα εμπρός, αντίθετα με τη ροή του αίματος για τη βελτιστοποίηση της πρόσληψης οξυγόνου.

Η δερμική αναπνοή αντιστοιχεί στο 96% της συνολικής αναπνοής στις προνύμφες (0,045g) του σολομού *Oncorhynchus tshawytscha*. Η βραγχιακή αναπνοή ξεπερνάει την δερμική μόνο αφού τα ιχθύδια αποκτήσουν βάρος 2,5- 4,0g.

Σημαντική δερμική αναπνοή παρατηρείται και σε ενήλικα άτομα. Προσδιορισμός της δερμικής αναπνοής σε ψάρια του γλυκού νερού (*Carassius carassius*, *Perca fluviatilis*, *Salmo trutta*) έδειξε ότι η δερμική αναπνοή αντιστοιχεί στις απαιτήσεις του δέρματος σε οξυγόνο ενώ στο ψάρι *Ameiurus melas* το δέρμα λειτουργεί και σαν επιπρόσθετο αναπνευστικό όργανο παρέχοντας το 5% των αναγκών σε οξυγόνο.

Εναλλακτικοί αναπνευστικοί μηχανισμοί

Τα ψάρια έχουν αναπτύξει μια σειρά εναλλακτικών αναπνευστικών μηχανισμών για να ανταπεξέρχονται σε υποξικές συνθήκες. Ενώ κάποια είδη ανεβαίνουν στα επιφανειακά στρώματα όπου το νερό σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι πλούσιο σε οξυγόνο, άλλα έχουν αναπτύξει την ικανότητα να αφήνουν τελείως το νερό για κάποιες περιόδους και να αναπνέουν ατμοσφαιρικό αέρα.

Ψάρια που μεταναστεύουν μεγάλες αποστάσεις ή έρχονται αντιμέτωπα με περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας έχουν αναπτύξει αναπνευστικούς μηχανισμούς που κυμαίνονται από τροποποιημένα βράγχια και αυξημένη δερμική αναπνοή έως αναπνευστικές δομές στο στόμα, το έντερο και πραγματικούς πνεύμονες.

Τροποποιημένα βράγχια.

Το ψάρι *Clarias batrachus* στη Ν.Α. Ασία και τη Φλόριντα είναι ένα τυπικό παράδειγμα τροποποιημένων βραγχίων. Αυτό το ψάρι έχει παχυμένα δευτερογενή νημάτια αραιά τοποθετημένα στη νωτιαία πλευρά των πρωτογενών και

διακλαδιζόμενες βολβώδεις δομές αντί για δευτερογενή νημάτια στο τρίτο και τέταρτο βραγχιακό τόξο. Αυτές οι διακλαδιζόμενες δομές μοιάζουν με “αναπνευστικά δέντρα” και εξασφαλίζουν τη διατήρηση της αναπνευστικής λειτουργίας και σε επαφή με τον αέρα.

Τα κοινά βράγχια με τα πολυάριθμα και πυκνά νημάτια τείνουν να συγκολλούνται με την επαφή τους με τον αέρα, με αποτέλεσμα να μειώνεται δραστικά η αναπνευστική επιφάνεια. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία των βραγχίων και εκτός νερού είναι η αυξημένη σχετική υγρασία. Το *Clarias batrachus* μετακινείται στην ξηρά μόνο όταν βρέχει ενώ το *Cebidichthys violaceus*, που ζει στην Καλιφόρνια στη μεσοπαραλιακή ζώνη, αναδύεται μόνο κατά την περίοδο της αμψύτιδας.

Το *Cebidichthys violaceus* έχει συμβατικά βράγχια αλλά μειώνει τις ανάγκες σε οξυγόνο ελαχιστοποιώντας τη δραστηριότητα του και μένοντας καλυμμένο ανάμεσα σε βράχια. Πολλά ψάρια της μεσοπαραλιακής ζώνης (π.χ. *Cottidae*) έχουν την ικανότητα να επιβιώνουν σύντομη ανάδυση σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας. Δέρμα. Υπάρχουν ακόμα αμφιβολίες σε ποια έκταση τα ψάρια χρησιμοποιούν δερμική αναπνοή.

Το πλέον εμπειριστατωμένο παράδειγμα είναι αυτό των χελιών (*Anguilla anguilla*), τα οποία μεταναστεύουν διανύοντας αποστάσεις και στην ξηρά υποκαθιστώντας την βραγχιακή αναπνοή με δερμική. Η αφυδάτωση του δέρματος αποφεύγεται με τον περιορισμό των μετακινήσεων στη διάρκεια της μέρας και σε όσο το δυνατόν πιο υγρές επιφάνειες όπως η βλάστηση.

Στόμα.

Τα ηλεκτρικά χέλια (*Electrophorus electricus*) σε αντίθεση με τα πραγματικά χέλια είναι υποχρεωτικοί δίπνευστοι. Αυτό το ψάρι έχει μια περιοχή γεμάτη βρόγχους και εγκοπλώσεις μέσα στη στοματική του κοιλότητα όπου γίνεται η πρόσληψη του ατμοσφαιρικού οξυγόνου, ενώ τα βράγχια έχουν ατροφήσει.

Το ηλεκτρικό χέλι αναδύεται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να ανανεώσει τις προμήθειες σε ατμοσφαιρικό οξυγόνο και “πνίγεται” αν υποχρεωθεί να παραμείνει κάτω από την επιφάνεια του νερού για μεγάλο χρονικό διάστημα. Δύο ακόμα είδη που παρουσιάζουν ανάλογους αναπνευστικούς μηχανισμούς είναι το ασιατικό *Anabas testudineus* και το αμερικάνικο *Gillichthys mirabilis*. Πρόκειται για προαιρετικούς δίπνευστους που έχουν αναπτύξει αυτό τον εναλλακτικό μηχανισμό αναπνοής για να έχουν τη δυνατότητα αναζήτησης τροφής και απόδραση από τους θηρευτές εκτός νερού. Έντερο.

Τα *Hoplosternum*, *Ancistrus* και *Plecostomus* είναι τρία γένη αφρικανικών γατόψαρων που μέρος του εντέρου τους έχει εξειδικευτεί στην πρόσληψη οξυγόνου από τον αέρα που καταπίνουν. Σε αυτά τα ψάρια, όπως και σε πολλά άλλα που αναπνέουν

αέρα, η αποβολή του CO₂ γίνεται σε κάποιο άλλο σημείο του σώματος και όχι μαζί με την πρόσληψη οξυγόνου. Επειδή το έντερο δεν βρίσκεται σε άμεση επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, η αποβολή του CO₂ γίνεται από τα βράγχια. Πνεύμονες και νηκτική κύστη.

Οι δίπνευστοι της Ν.Αμερικής (*Lepidoserin*) και της Αφρικής (*Protopterus*) είναι υποχρεωτικοί δίπνευστοι. Έχουν αναπτύξει πνεύμονες προκειμένου να επιβιώνουν σε παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας θαμμένοι μέσα στη λάσπη, όταν οι υδροβιότοποι που κατοικούν ξηραίνονται ολοκληρωτικά μέχρι την επόμενη περίοδο των βροχών. Όταν στο βιότοπο τους επανέρχεται το νερό, αναγκάζονται να αναδύονται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να αναπνεύσουν ατμοσφαιρικό αέρα.

Το CO₂ απεκκρίνεται μέσω υποτυπωδών βραγχίων. Οι δίπνευστοι της Αυστραλίας (*Neoceratodus*) που δεν έχουν να αντιμετωπίσουν το ίδιο αντίξοες συνθήκες ξηρασίας, είναι προαιρετικοί δίπνευστοι και δεν μπορούν να υποστούν παρατεταμένη ανάδυση.

Στα ψάρια που χρησιμοποιούν την τροποποιημένη νηκτική κύστη τους για την πρόσληψη ατμοσφαιρικού οξυγόνου είναι οι λεπισόστεοι (*Lepisosteus spp.*) το γένος *Polypterus* και η *Amia calva*.

Ανάγκες σε οξυγόνο

Τα ψάρια απελευθερώνουν την χημικά αποθηκευμένη ενέργεια απαραίτητα για να κινηθούν, τραφούν, αυξηθούν και αναπαραχθούν, κυρίως μέσω των διεργασιών του οξειδωτικού μεταβολισμού. Όταν το οξυγόνο δεν επαρκεί καταφεύγουν στον λιγότερο αποτελεσματικό αναερόβιο μεταβολισμό. Το ποσό του οξυγόνου που απαιτείται από ένα ψάρι για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ονομάζεται ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου (*oxygen consumption rate*).

Ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου στα ψάρια εξαρτάται από τέσσερις κυρίως παράγοντες:

- το βάρος του σώματος
- το μέτρο της δραστηριότητας
- τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος
- την κατανάλωση τροφής.

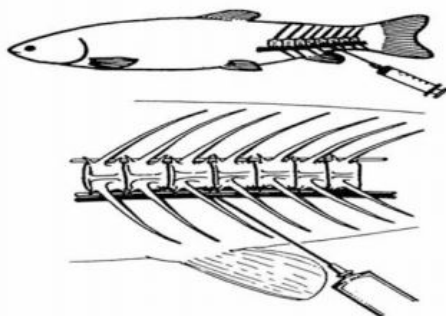
Γενικά, τα μεγαλύτερα ψάρια χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες οξυγόνου στη μονάδα του χρόνου. Όταν όμως συγκρίνουμε τις απαιτήσεις ανά μονάδα σωματικού βάρους, τότε τα μικρότερα ψάρια έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε οξυγόνο από τα μεγαλύτερα.

Επιπλέον, οι απαιτήσεις αυξάνονται σε την αύξηση της θερμοκρασίας και την κατανάλωση τροφής. Για παράδειγμα, η κατανάλωση οξυγόνου από το βακαλάο (*Gadus macrocephalus*) αυξάνεται κατά 41-48% μετά την κατανάλωση τροφής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 :ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΙΜΟΛΗΨΙΑΣ

Η λήψη αίματος από ψάρια μεγάλου μεγέθους (>200g) πραγματοποιείται από την ουραία φλέβα ή αρτηρία είτε με πλευρική είτε με κοιλιακή προσέγγιση. Κατά την πλευρική προσέγγιση, η βελόνα εισέρχεται με γωνία 45ο κάτω από την πλευρική γραμμή κοντά στη βάση του μίσχου της ουράς (σημείο τομής της πλευρικής γραμμής με το οπίσθιο άκρο του εδρικού πτερυγίου). Στη συνέχεια, προωθείται διαμέσου των μυών προς τη σπονδυλική στήλη. Στην αίσθηση αντίστασης λόγω επαφής με το σπόνδυλο, η βελόνα οδηγείται κοιλιακά και πλευρικά προς τη σπονδυλική στήλη (1-3mm) κάνοντας ταυτόχρονα αναρρόφηση με τη σύριγγα .

Η αναρρόφηση πρέπει να γίνεται αργά για την αποφυγή ρήξης των αγγείων, καθώς τα ψάρια έχουν χαμηλή πίεση αίματος. Στην κοιλιακή προσέγγιση, η βελόνα εισέρχεται διαμέσου των μυϊκών μαζών των κάτω κοιλιακών τοιχωμάτων, κάθετα με τον οριζόντιο άξονα του σώματος και 1cm οπισθίως του εδρικού πτερυγίου και ακολουθεί η ίδια διαδικασία με την πλευρική προσέγγιση . Η αιμοληψία από τα αγγεία της ουράς συστήνεται ως καλύτερη μέθοδος για τη λήψη μεγάλης ποσότητας αίματος.



Εικόνα 6: Προσέγγιση των αγγείων της ουράς για αιμοληψία. (Τζιρώνη Ε., 2010)

Η λήψη αίματος μπορεί να γίνει εναλλακτικά και από την καρδιά. Η καρδιά συνήθως βρίσκεται κοντά στο οπίσθιο άκρο της βραγχιακής κοιλότητας. Σύμφωνα με αυτή τη τεχνική, στα μεγάλα μεγέθους ψάρια, η βελόνα εισέρχεται με γωνία 20ο με 25ο προς την κοιλιακή μέση γραμμή του ψαριού στο ύψος του πρόσθιου άκρου των θωρακικών πτερυγίων και προωθείται κρανικά, ώσπου να διαπεράσει την περικαρδιακή κοιλότητα . Με τον τρόπο αυτό, μπορούν να ληφθούν 3-5 ml αίματος από ένα ψάρι 7-9 kg, χωρίς να υπάρχουν συνέπειες για την υγεία του .



Εικόνα 7:Λήψη αίματος από την καρδιά. (Τζιρώνη Ε., 2010)

Στα ψάρια μικρού μεγέθους, η σύριγγα αντικαθίσταται με τριχοειδή σωλήνα, ο οποίος εισέρχεται στην κοιλιακή επιφάνεια του ψαριού υπό γωνία 60ο ως προς τον επιμήκη άξονα του σώματος. Το ακριβές σημείο εισόδου εντοπίζεται 1 -2mm προσθίως από το σημείο τομής της κοιλιακής μέσης γραμμής με τη γραμμή που ενώνει τα πρόσθια άκρα των θωρακικών πτερυγίων .

Συγκριτικά με τη λήψη αίματος από τα αγγεία της ουράς, είναι προφανές πως η λήψη αίματος από την καρδιά εγκυμονεί περισσότερους κινδύνους για τον οργανισμό του ψαριού, γι' αυτό και συνήθως αποφεύγεται σε μεγάλα ψάρια, που η επιβίωσή τους είναι υψίστης σημασίας . Για την καλλιέργεια αίματος, σε περιπτώσεις βακτηριακής σηψαιμίας, συνίσταται η λήψη αίματος από τον κόλπο της καρδιάς, καθώς σε αυτό το σημείο παρατηρείται η μεγαλύτερη συγκέντρωση φαγοκυττάρων.

Στα ψάρια μικρού μεγέθους (μικρότερα από 8cm), η λήψη αίματος επιτυγχάνεται με την αποκοπή της ουράς στο ύψος του μίσχου της. Μετά την αναισθητοποίηση και την τοποθέτησή τους σε μία επίπεδη επιφάνεια αποκόπτεται η βάση της ουράς με τη βοήθεια νυστεριού. Στη συνέχεια, τοποθετείται ένας ηπαρινισμένος τριχοειδής σωλήνας κοιλιακά της σπονδυλικής στήλης, στη ραχιαία αρτητή που έχει αποκαλυφθεί και το αίμα προωθείται στο σωλήνα (τριχοειδές φαινόμενο) . Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι προκαλείται επιμόλυνση του υγρού των ιστών, πράγμα που πρέπει να ληφθεί υπόψη σε περίπτωση που χρησιμοποιηθούν δείγματα για χημικές αναλύσεις. Τέλος, λίγες σταγόνες αίματος μπορούν να ληφθούν με την αποκοπή των βραγχίων

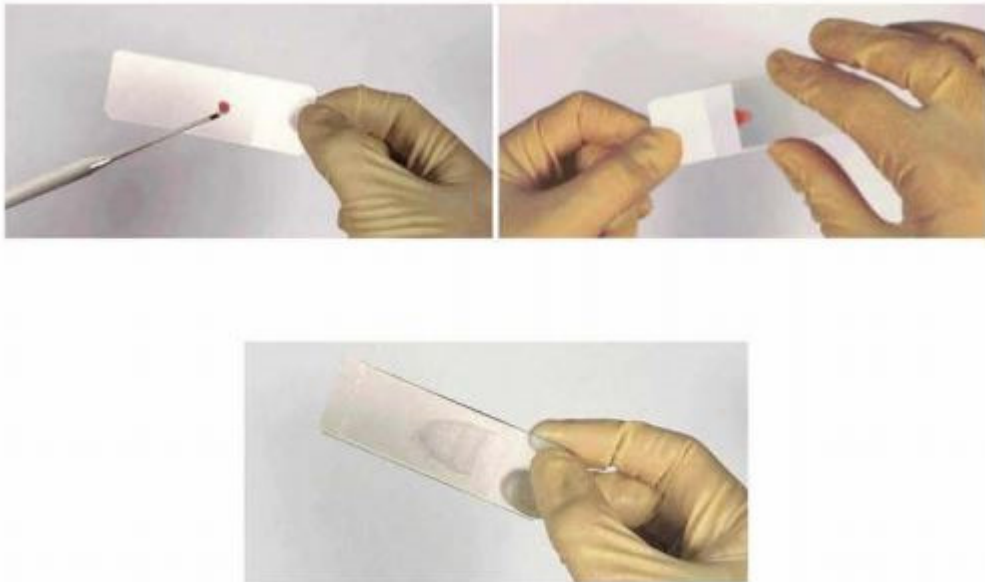


Εικόνα 8:Λήψη αίματος με αποκοπή ουράς. (Τζιρώνη Ε., 2010)

7.1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ

7.1.1 Παρασκευή επιχρισμάτων αίματος

Ο σκοπός αυτής της μεθόδου είναι η δημιουργία μιας μονοστιβάδας κυττάρων πάνω σε μία αντικειμενοφόρο πλάκα. Συνεπώς, τοποθετείται μία σταγόνα αίματος πάνω σε μία αντικειμενοφόρο πλάκα. Στη συνέχεια, τοποθετείται μία αντικειμενοφόρος με μία κλίση 35ο ως 40ο επάνω στην πρώτη και αφήνεται η σταγόνα αίματος να κυλήσει κατά μήκος της κοινής επιφάνειας των δύο αντικειμενοφόρων πλακών. Πιέζοντας σταθερά και διατηρώντας σταθερή πίεση την αντικειμενοφόρο πάνω και κατά μήκος της δεύτερης αντικειμενοφόρου πλάκας με το αίμα και μακριά από τη σταγόνα αίματος, προκειμένου να αποφευχθεί η παραμόρφωση ή η καταστροφή των αιμοκυττάρων, δημιουργείται μία λεπτή μεμβράνη αίματος.



Εικόνα 9: Παρασκευή επιχρισμάτων αίματος. (Τζιρώνη Ε., 2010)

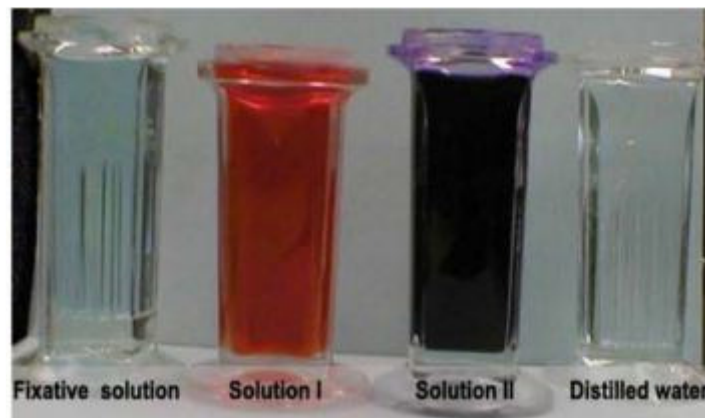
Στη συνέχεια, το επίχρισμα αφήνεται να στεγνώσει σε θερμοκρασία δωματίου. Τέλος, ακολουθεί μονιμοποίηση με μεθανόλη για 5 λεπτά και βάφεται με κατάλληλες χρωστικές. Για κάθε δείγμα αίματος παρασκευάστηκαν δύο επιχρίσματα προς χρώση.

7.1.2. Χρώση *Giesma & Diff-Quick*

Μετά την παρασκευή των επιχρισμάτων αίματος ακολούθησε η χρώση τους. Για τη χρώση και, κατ' επέκταση, την αναγνώριση των κυττάρων του αίματος χρησιμοποιήθηκαν πρωτόκολλα δύο χρώσεων: η χρώση *Giesma* και η χρώση *Diff-Quick*. Η χρώση *Giesma* χρησιμοποιείται κυρίως για τη διαφοροποίηση της μορφολογίας των περιφερικών κυττάρων του αίματος, του πυρήνα και του κυτταροπλάσματος του κάθε κυττάρου. Πριν τη χρώση, η χρωστική αραιώθηκε με την προσθήκη αποσταγμένου νερού, σε αναλογία 1/9 (V/V), όπου

χρησιμοποιήθηκε ένα μέρος χρωστικής προς εννέα μέρη αποσταγμένου νερού. Η παραμονή της χρωστικής στα επιχρίσματα αίματος διήρκεσε 20 λεπτά. Στη συνέχεια, ακολούθησε πλύσιμο με νερό βρύσης, μέχρι την απομάκρυνση της περίσσειας χρωστικής. Τέλος, τα πλακάκια αφέθηκαν να στεγνώσουν σε κατακόρυφη θέση σε θερμοκρασία δωματίου.

Η χρώση *Diff-Quick* είναι μια γρήγορη χρώση, η οποία χρησιμοποιείται και για την ταυτοποίηση των διαφόρων συστατικών του αίματος. Πρόκειται για ένα set χρώσης, που αποτελείται από δύο διαλύματα χρωστικών, η κάθε μία από τις οποίες παραμένει για 30 sec, και το μονιμοποιητικό της *Diff-Quick*. Την πρώτη χρωστική αποτελεί ένα διάλυμα ξανθίνης, η οποία χρωματίζει πορτοκαλί τους κόκκους του κυτταροπλάσματος, και η δεύτερη αποτελεί ένα διάλυμα του μπλε του μεθυλενίου, χάρη στο οποίο χρωματίζεται ο πυρήνας και το κυτταρόπλασμα σε αποχρώσεις του μπλε. Αρχικά, βυθίζονται τα επιχρίσματα μέσα στο μονιμοποιητικό της *Diff-Quick* για 30 sec και στη συνέχεια στα διαλύματα των δύο χρωστικών. Τέλος, ακολουθεί ξέπλυμα με αποσταγμένο νερό για απομάκρυνση της περίσσειας των χρωστικών ουσιών.



Εικόνα 10: Set χρώσης *Diff-Quick*. (Τζιρώνη Ε., 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

8.1.ΓΕΝΙΚΑ

Οι αιματολογικές παράμετροι χρησιμοποιούνται συνήθως ως πολύτιμοι δείκτες για την αξιολόγηση της κατάστασης της υγείας των ψαριών. Οι διακυμάνσεις στις παραμέτρους του αίματος εξαρτώνται από τα είδη ψαριών, τον υδρόβιο βίοτο, την υγεία και τη διατροφική κατάσταση, την ηλικία και τη σεξουαλική ωριμότητα.

Επιπλέον, οι παράμετροι αίματος των ψαριών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στις περιβαλλοντικές αλλαγές. Η ποιότητα του νερού, του οξυγόνου, της θερμοκρασίας και της αλατότητας αντανακλάται άμεσα στις παραμέτρους του αίματος, καθώς και βασικούς οικολογικούς παράγοντες όπως το καθεστώς τροφοδοσίας και η πυκνότητα αποθήκευσης .

Η σωστή ερμηνεία της αιματολογίας των ψαριών εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των τιμών αναφοράς, βοηθώντας στην κατανόηση της σχέσης των χαρακτηριστικών του αίματος με τη φυλογενότητα, τη δραστηριότητα, το περιβάλλον και την προσαρμοστικότητα του είδους στο περιβάλλον .

Αυτή η μελέτη στοχεύει στην παροχή βασικών δεδομένων για το αιματολογικό προφίλ δύο ειδών τελεότ ψαριών που ζουν σε διαφορετικά υδάτινα περιβάλλοντα, συγκεκριμένα ο γκρι κέφαλος *Mugil cephalus Linnaeus*, ένα θαλάσσιο χορτοφάγο ψάρι και το χρυσόψαρο *Carassius auratus*, ένα παμφάγο ψάρι γλυκού νερού.

8.2 ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ

Έπειτα από έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί σε ιχθύδια τσιπούρας, μέσου βάρους 335.73 ± 77.13 gr και μέσου ολικού μήκους 28.16 ± 2.29 cm, παραθέτω παρακάτω τα αποτελέσματα των αιματολογικών παραμέτρων.

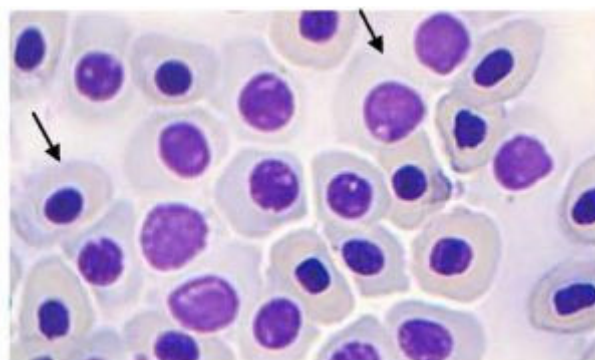
Κατά την εξέταση των έμμορφων συστατικών του αίματος πραγματοποιήθηκε η ποσοτική ανάλυση των έμμορφων συστατικών (ερυθρά, λευκά και θρομβοκύτταρα) και η μορφολογική εξέταση αυτών. Η ποσοτική ανάλυση των παραμέτρων του αίματος (Γενική αίματος) έγινε σε αυτόματο αναλυτή, όπου προσδιορίστηκε αρχικά η ερυθρή σειρά. Συγκεκριμένα, ο αριθμός των ερυθροκυττάρων (RBC), η ποσότητα της αιμοσφαιρίνης (Hgb), η τιμή του αιματοκρίτη (HCT), ο μέσος όγκος ερυθροκυττάρων (MCV), η μέση συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης ανά ερυθροκύτταρο (MCHC) και η μέση περιεκτικότητα των ερυθροκυττάρων σε αιμοσφαιρίνη (MCH).

Στη συνέχεια, προσδιορίστηκε ο λευκοκυτταρικός τύπος, ο οποίος περιλαμβάνει την εκατοστιαία αναλογία των ουδετερόφιλων, των εωσινόφιλων, των λεμφοκυττάρων, των μονοκύτταρων-μακροφάγων, καθώς και των θρομβοκυττάρων (PLT).

Τέλος, περιγράφονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της μικροσκοπικής παρατήρησης των επιχρισμάτων αίματος του γενικού συνόλου των ψαριών. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν 150 επιχρίσματα αίματος με χρώση *Giemsa* και 150 επιχρίσματα αίματος που χρωματίστηκαν με *Diff-Quick* προκειμένου να περιγραφεί η μορφολογία των κυττάρων του αίματος της τσιπούρας.

1. Ερυθροκύτταρα

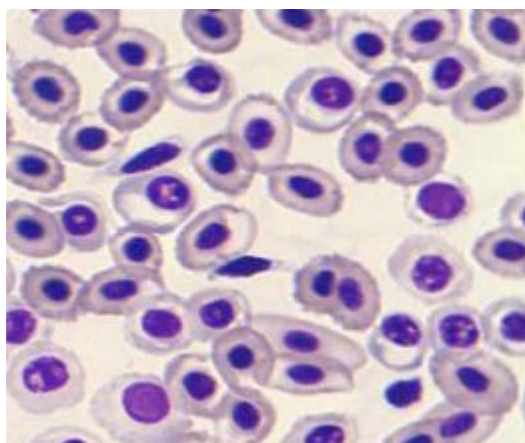
Στο περιφερικό αίμα της τσιπούρας χαρακτηριστική είναι η παρουσία των ώριμων και των άωρων ερυθροκυττάρων. Τα ώριμα ερυθροκύτταρα έχουν ωοειδές σχήμα και στο κέντρο τους υπάρχει ένας ωοειδής έντονα χρωματισμένος πυρήνας. Το κυτταρόπλασμα είναι ομοιογενές και χρωματίζεται κυανό-γκρι. Στα άωρα ερυθροκύτταρα ο πυρήνας εμφανίζεται πιο μεγάλος σε μέγεθος, βρίσκεται κεντρικά και είναι ωοειδής μορφής. Διαθέτουν χρωματίνη, δικτυωτής εμφάνισης, η οποία είναι πορφυρόχρωμη, ενώ το κυτταρόπλασμα είναι ανοιχτό κυανό με χρώση *Giemsa* και *Diff-Quick*.



Εικόνα 11: Ωριμα και άωρα ερυθροκύτταρα (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

2. Θρομβοκύτταρα

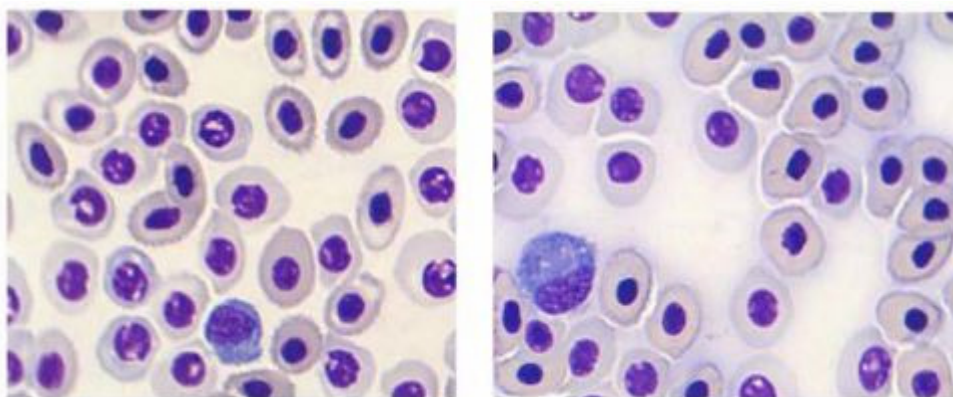
Τρεις τύποι ώριμων θρομβοκυττάρων εντοπίστηκαν κατά τη μικροσκοπική παρατήρηση. Το σχήμα τους ήταν στρογγυλό, επίμηκες και ωοειδές. Τα επίμηκη και τα ωοειδή θρομβοκύτταρα είναι πιο συχνά ορατά. Αποτελούνται από ένα μεγάλο και έντονα χρωματισμένο πυρήνα και το κυτταρόπλασμα, που δεν είναι ιδιαίτερα εμφανές.



Εικόνα 12:Θρομβοκύτταρα σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (χ40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

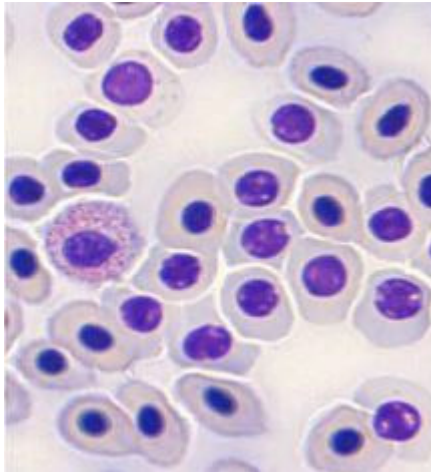
3. Κοκκιοκύτταρα

Ουδετερόφιλα, εωσινόφιλα, λευκοκύτταρα απαντώνται, κυρίως, στο περιφερικό αίμα της τσιπούρας. Τα ουδετερόφιλα είναι ωσειδής ή ακανόνιστης μορφής κύτταρα. Διαθέτουν μεγάλο, δίλοβο, συνήθως, πυρήνα, ο οποίος βρίσκεται στο κέντρο του κυττάρου και περιβάλλεται από κυτταρόπλασμα, το οποίο χρωματίζεται ελαφρώς γαλάζιο. Στο κυτταρόπλασμα περιέχονται κόκκοι, που χρωματίζονται βαθύ μπλε με χρώση *Giemsa* και *Diff-Quick*.



Εικόνα 13:Ουδετερόφιλα σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (χ40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

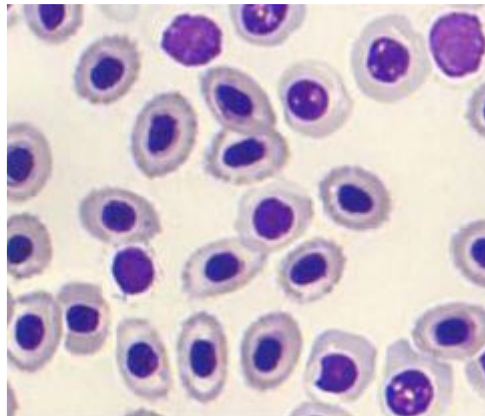
Τα εωσινόφιλα είναι στρογγυλά κύτταρα με έναν κεντρικό πυρήνα. Στο κυτταρόπλασμα, γαλάζιου συνήθως χρώματος, περιέχονται άφθονα κοκκία, τα οποία βάφονται κόκκινο με χρώση *Diff-Quick*. Βασεόφιλα δεν παρατηρήθηκαν στα επιχρίσματα του αίματος της τσιπούρας.



Εικόνα 14:Εωσινόφιλο σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

4. Λεμφοκύτταρα

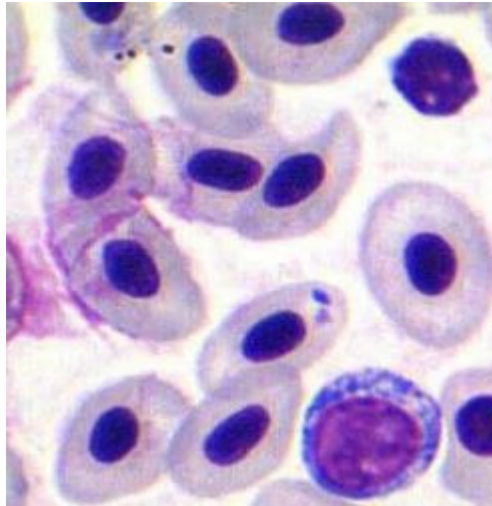
Στο αίμα της τσιπούρας παρατηρούνται μικρά και μεγάλα λεμφοκύτταρα, στρογγυλής ή ακανόνιστης μορφής κύτταρα, που αποτελούνται από ένα μεγάλο, στρογγυλό και έντονα χρωματισμένο πυρήνα, ο οποίος περιβάλλεται από ένα λεπτό κυτταρόπλασμα, μπλε, κυρίως, χρώματος



Εικόνα 15:Μικρά και μεγάλα λεμφοκύτταρα σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

5. Πλασμοκύτταρα

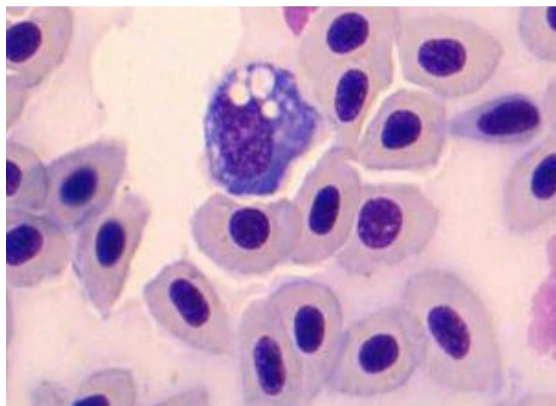
Πλασμοκύτταρα διακρίθηκαν σπάνια. Πρόκειται για κύτταρα με στρογγυλό πορφυρό χρωματισμένο πυρήνα και ένα έντονο σκούρο μπλε χρωματισμένο κυτταρόπλασμα με χρώση *Giemsa*.



Εικόνα 16:Πλασμοκύτταρο σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

6. Μονοκύτταρα μακροφάγα

Τα μονοκύτταρα-μακροφάγα έχουν την εικόνα ενός κυττάρου με μεγάλο, στρογγυλό πυρήνα, νεφροειδούς σχήματος, ο οποίος βρίσκεται κεντρικά και ένα σκούρο μπλε κυτταρόπλασμα με ορισμένα κοκκία και φυσαλίδες, τα οποία βάφονται μπλε με *Giemsa*.



Εικόνα 17:Μονοκύτταρο σε επίχρισμα αίματος τσιπούρας (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

8.2.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αυτή η μελέτη σχεδιάστηκε για να παρέχει πληροφορίες σχετικά με το εκτρεφόμενο είδος της τσιπούρας, προκειμένου να προωθηθεί η έγκαιρη διάγνωση της νόσου και η κατανόηση της φυσιολογίας του οργανισμού. Ικανοποιητικά συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν όσον αφορά τη μορφολογία των κυττάρων του αίματος, καθώς και τις μεθόδους και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση αίματος στα ψάρια. Ωστόσο, ο προσδιορισμός των τιμών των αιματολογικών παραμέτρων και η διακύμανση των τιμών τους αποτελεί σημαντική απόδειξη για την ύπαρξη πολλών παραγόντων, που μπορούν να επηρεάσουν αυτές

τις παραμέτρους, καθώς και να συμβάλλει στην αναγνώριση και την κατανόηση αυτής της επίδρασης. Σύμφωνα με μελέτες και σε άλλα είδη ιχθύων, οι τιμές των αιματολογικών παραμέτρων μεταβάλλονται ανάλογα με την ηλικία, το γένος, την ποιότητα του νερού, τη φωτοπερίοδο και την εποχή (*Hrubec and Smith, 2000*).

Κατά τον προσδιορισμό των αιματολογικών παραμέτρων υπολογίστηκε πως ο μέσος όρος της τιμής του αιματοκρίτη είναι $22.3 \pm 4.15\%$, η τιμή της αιμοσφαιρίνης 9.65 ± 2.78 g/dl, ο μέσος όγκος ερυθροκυττάρων (MCV) είναι $85,8 \pm 10,95$ fL, η μέση συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης ανά ερυθροκύτταρο (MCHC) $44,3 \pm 12,52$ g/dl και η μέση περιεκτικότητα των ερυθροκυττάρων σε αιμοσφαιρίνη (MCH) $37,24 \pm 9,66$ pg, τιμές οι οποίες θα μπορούσαν να χαρακτηρίσουν την ποσοτική ανάλυση του αίματος στο σύνολο των ιχθύων στις δεδομένες συνθήκες εκτροφής, σε χωμάτινες εγκαταστάσεις, χωρίς σημαντικό στατιστικό σφάλμα.

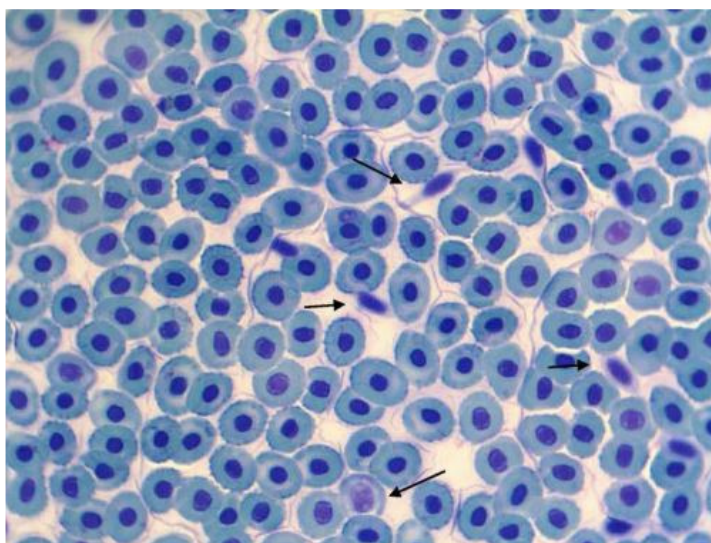
Το περιφερικό αίμα της τσιπούρας αποτελείται από ερυθροκύτταρα, θρομβοκύτταρα, κοκκιοκύτταρα, λεμφοκύτταρα, πλασμοκύτταρα και μονοκύτταρα μακροφάγα σε αναλογίες που είναι σύμφωνες με εκείνες άλλων σπονδυλωτών. Ωστόσο, κάποιες ιδιαιτερότητες οι οποίες θεωρούνται χαρακτηριστικές των ψαριών, δεν έλλειπαν και από το αίμα της τσιπούρας. Ειδικότερα, η παρουσία πυρήνα στα ώριμα ερυθροκύτταρα και θρομβοκύτταρα, το οποίο θεωρείται χαρακτηριστικό των ψαριών, παρατηρήθηκε και στο αίμα της τσιπούρας.

Αξίζει να σημειωθεί πως κατά την μικροσκοπική παρατήρηση των επιχρισμάτων του αίματος εντοπίστηκαν δύο ή περισσότερες μορφές κυττάρων του ίδιου είδους, όπως διάφορες μορφές ερυθροκυττάρων και θρομβοκυττάρων. Οι μορφές αυτές αντιστοιχούν, συνήθως, σε ανώριμες μορφές των κυττάρων. Επιπλέον, είναι γεγονός πως τα κύτταρα που απαντώνται στο αίμα της τσιπούρας στο υψηλότερο ποσοστό είναι τα λεμφοκύτταρα.

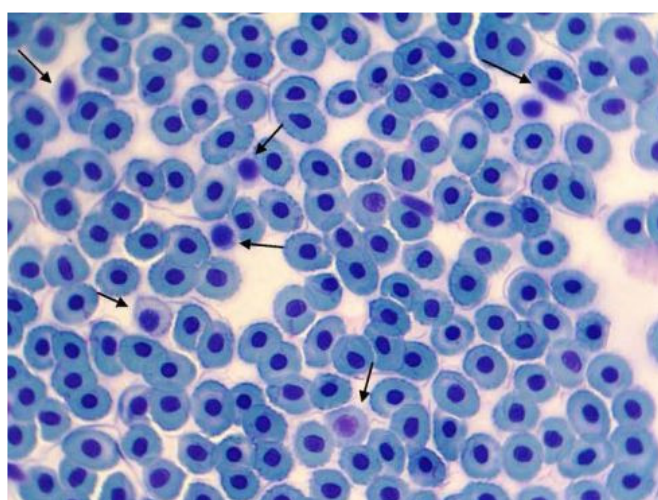
Κατά την αιματολογική ανάλυση παρατηρήθηκε πως το ποσοστό λίπους στο αίμα ήταν πολύ αυξημένο, και η έντονη λιπαιμία είχε ως συνέπεια την αυξημένη αιμόλυση των κυττάρων, γεγονός που επηρεάζει τις μετρήσεις των κυττάρων σε αυτόματο αναλυτή και τον προσδιορισμό των παραμέτρων του αίματος. Η λύση των κυττάρων μπορεί να προκαλέσει σφάλμα κατά την αναγνώριση και την αρίθμηση των κυττάρων, καθώς αλλάζει η μορφολογία των κυττάρων αυτών που έχουν υποστεί λύση. Έτσι, τα ερυθροκύτταρα μπορεί να υποστούν λύση και ο πυρήνας τους να χρωματίζεται όμοια με λευκοκύτταρο. Ακόμη, όταν τα θρομβοκύτταρα είναι ενεργά, είναι στρογγυλής μορφής και εμφανίζουν ομοιότητες με τα λεμφοκύτταρα, με αποτέλεσμα να συμβαίνει εσφαλμένη διάκριση και ταυτοποίηση των κυττάρων (*Hrubec and Smith, 2000*).

Η μορφολογία των κυττάρων του αίματος της τσιπούρας μελετήθηκε σε επιχρίσματα αίματος τα οποία χρωματίστηκαν με χρώση *Giemsa* και με χρώση *Diff-Quick*. Είναι γεγονός πως η ποιότητα των επιχρισμάτων επηρεάζει την ποιότητα και την αξιοπιστία της μέτρησης των κυττάρων (*Hrubec and Smith, 2000*). Οι διάφορες χρωστικές που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη χρώση επιχρισμάτων αίματος,

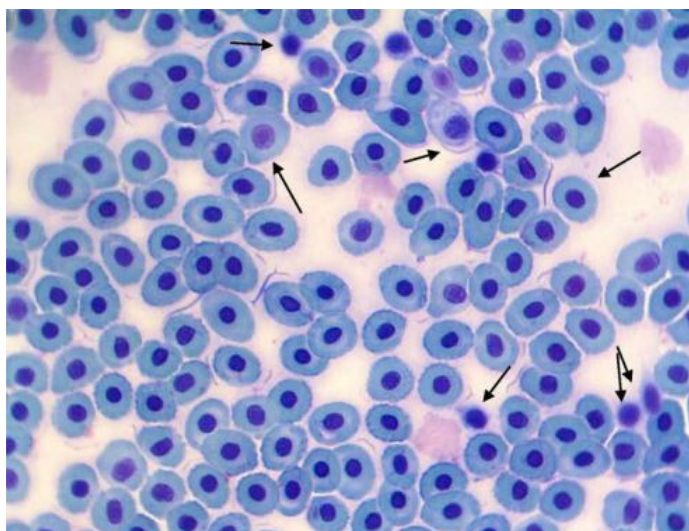
όπως *Giemsa*, *eosin* ή *toluidine blue*, τροποποιήθηκαν σε διάφορες μελέτες προκειμένου να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα για τη χρώση επιχρισμάτων (Lopez-Ruiz *et al.*, 1992). Η περιγραφή των κυττάρων με τις δύο διαφορετικές χρώσεις που χρησιμοποιήσαμε είναι παρόμοια, ωστόσο όμως στα επιχρίσματα αίματος με χρώση *Giemsa* η διάκριση των κυττάρων γίνεται με μεγαλύτερη δυσκολία, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα σφάλματος στην αναγνώριση και την ταυτοποίηση των κυττάρων, γεγονός που αποδεικνύεται και με την παρατήρηση της εικόνας των επιχρισμάτων που χρωματίστηκαν με χρώση *Giemsa*.



Εικόνα 18: Διάφορες μορφές ερυθροκυττάρων και λευκοκυττάρων παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Giemsa* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



Εικόνα 19: Διάφορες μορφές ερυθροκυττάρων και λευκοκυττάρων παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Giemsa* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



Εικόνα 20: Διάφορες μορφές ερυθροκυττάρων και λευκοκυττάρων παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Giemsa* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

Ερυθροκύτταρα

Τα ερυθροκύτταρα αποτελούν τον τύπο των κυττάρων που κυριαρχεί στο περιφερικό αίμα της τσιπούρας, καθώς και στην πλειοψηφία των ιχθύων (*Rowley et al.*, 1988). Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του αίματος επιβεβαιώνουν την παραπάνω άποψη, καθώς πρόκειται για τα πιο πολυάριθμα κύτταρα με μέσο όρο $2.63 \times 10^6 / \text{KL}$. Στα επιχρίσματα αίματος, ένας βαθμός βασηοφιλίας παραμένει στα ερυθροκύτταρα, η οποία εξαρτάται από την ωριμότητα του κυττάρου (*Weinreb*, 1963). Σε ορισμένα είδη παρατηρήθηκαν ως επί το πλείστον ώριμα ερυθροκύτταρα (*Gardner and Yevich*, 1969). Ωστόσο, στα επιχρίσματα αίματος τσιπούρας παρατηρήθηκαν ώριμες και άωρες μορφές εμπύρηνων ερυθροκυττάρων. Η παρουσία των δύο αυτών μορφών κυττάρων έχει επιβεβαιωθεί και με την παρατήρηση με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (*Lopez-Ruiz et al.*, 1992).

Θρομβοκύτταρα

Στα ψάρια, τα θρομβοκύτταρα αποτελούν τη δεύτερη πιο κοινή, μετά τα ερυθροκύτταρα, κατηγορία κυττάρων του αίματος (*Groman*, 1982, *Murray*, 1984), γεγονός που επαληθεύεται και με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του αίματος στον αυτόματο αναλυτή, με μέσο όρο της τιμής των θρομβοκυττάρων στα δείγματα αίματος που αναλύσαμε να αγγίζει $400 \times 10^3 / \mu\text{L}$. Ωστόσο, η μορφολογία τους έχει ελάχιστα μελετηθεί συγκριτικά με τα ερυθροκύτταρα και τα λευκοκύτταρα (*Zapata*, 1980). Στην τσιπούρα εντοπίσαμε στρογγυλά και επιμήκη, κυρίως, θρομβοκύτταρα ώριμης μορφής. Δεν παρατηρήθηκαν προθρομβοκύτταρα, όπως συνέβη σε ανάλογη μελέτη σε κυπρινοειδή (*Gardner and Yevich*, 1969). Πολλές ομοιότητες υπάρχουν μεταξύ θρομβοκυττάρων και λεμφοκυττάρων, με αποτέλεσμα να υπάρχει σύγχυση κατά την αναγνώρισή τους. Ωστόσο, στην τσιπούρα η διαφοροποίηση ήταν πιο εύκολη εξαιτίας των χρωματικών χαρακτηριστικών των δύο αυτών τύπων κυττάρων. Το κυτταρόπλασμα των θρομβοκυττάρων ήταν άχρωμο, έχοντας την εικόνα φωτοστέφανου γύρω από τον έντονα χρωματισμένο πυρήνα, σε αντίθεση με το

χρωματισμένο κυτταρόπλασμα των λεμφοκυττάρων. Επιπλέον, στο αίμα της τσιπούρας δεν παρατηρήθηκαν κοκκία στα θρομβοκύτταρα παρόμοια με εκείνα που έχουν αναφερθεί σε λαβράκι (*Romestand and Trilles, 1984*).

Κοκκιοκύτταρα

Κανένα άλλο είδος κυττάρων στα ψάρια δεν έχει προκαλέσει τόση σύγχυση όσο τα λευκοκύτταρα (*Rowley et al., 1988*). Παρόλα αυτά όμως, η χρήση των διαφόρων τεχνικών χρώσεων και η προσεκτική μελέτη των αποτελεσμάτων επέτρεψαν τον εντοπισμό των ουδετερόφιλων, των εωσινόφιλων και των βασεόφιλων κυττάρων στο περιφερικό αίμα της τσιπούρας. Παρατηρείται ότι τα ουδετερόφιλα έχουν, κυρίως, ένα ακανόνιστο ωοειδές περίγραμμα, ένα μεγάλο πυρήνα με λοβούς, καθώς και μεγάλα διάσπαρτα κοκκία.

Πρόκειται για τα πιο συνηθισμένα κοκκιοκύτταρα στο αίμα των ψαριών, όπου το ποσοστό τους αγγίζει το 23% κατά μέσο όρο στο αίμα που αναλύθηκε. Τα εωσινόφιλα είναι σφαιρικά, με στρογγυλό κεντρικό πυρήνα και πολυάριθμα μικρότερα διάσπαρτα κοκκία, τα οποία βάφονται κόκκινα. Τα βασεόφιλα δεν εντοπίστηκαν στα επιχρίσματα του αίματος της τσιπούρας. Η απουσία ή η σπανιότητα των βασεόφιλων στο αίμα των ψαριών έχει ευρέως παρατηρηθεί σε διάφορες μελέτες (*Drezwina, 1911, Werzberg, 1911, Saunders, 1966, Weinberg et al., 1972*).

Λεμφοκύτταρα

Τα λεμφοκύτταρα αποτελούν τα κύτταρα που παρατηρούνται πιο συχνά στο αίμα των ψαριών (*Rowley et al., 1988*), γεγονός που αποδεικνύει και η παρουσία τους σε υψηλό ποσοστό, κατά μέσο όρο 74%, στις εκτρεφόμενες τσιπούρες που μελετήθηκαν. Ορισμένοι συγγραφείς περιγράφουν έναν ενιαίο τύπο λεμφοκυττάρων (*Weinberg et al., 1972, Hightower et al., 1984, Roubal, 1986, Kusuda and Ikeda, 1987*), αλλά συνήθως περιγράφονται μικρά και μεγάλα λεμφοκύτταρα, τα οποία αντιπροσωπεύουν διαφορετικά στάδια ωρίμανσης των κυττάρων αυτών (*Barber and Westermann, 1975, Etlinger et al., 1976, Ellis, 1977, Christensen et al., 1978, Cannon et al., 1980*). Η παρουσία των λεμφοκυττάρων στο αίμα της τσιπούρας, που μελετήσαμε, χαρακτηρίζεται από μικρά και μεγάλα λεμφοκύτταρα, παρόμοιας δομής με εκείνα που διακρίνονται στα άλλα σπονδυλωτά, κυρίως ψάρια (*Blaxhall, 1983, Savage, 1983, Cenini, 1984, Temmink και Bayne, 1987, Doggett και Harris, 1989, Fujimaki και Isoda, 1990*).

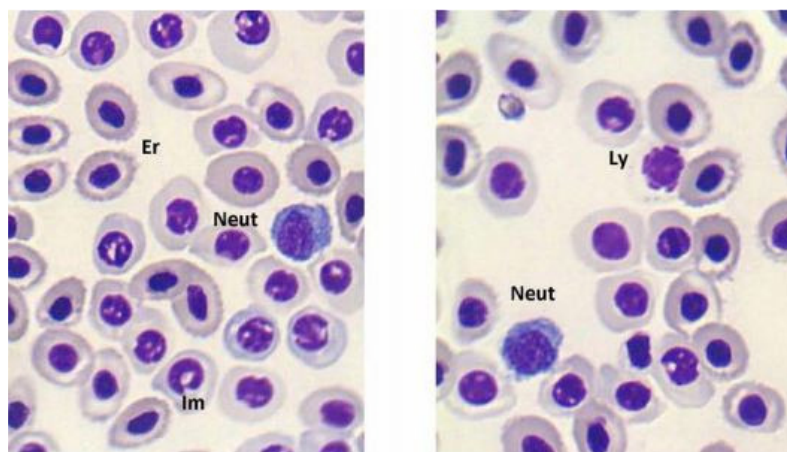
Πλασμοκύτταρα

Υπάρχουν αναφορές σύμφωνα με τις οποίες δεν έχουν εντοπιστεί πλασμοκύτταρα στο αίμα των ψαριών κατά την παρατήρηση με ηλεκτρονικό

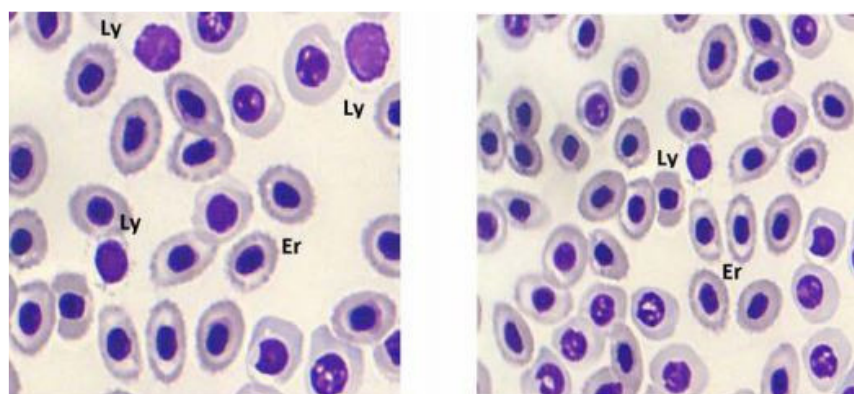
μικροσκόπιο (Romestand and Trilles, 1984). Ωστόσο, στο επίχρισμα αίματος της τσιπούρας εντοπίσαμε ελάχιστα πλασμοκύτταρα που διαθέτουν ένα μεγάλο στρογγυλό πυρήνα, περιβαλλόμενο από κυτταρόπλασμα, το οποίο χρωματίζεται έντονα μπλε.

Μονοκύτταρα – Μακροφάγα

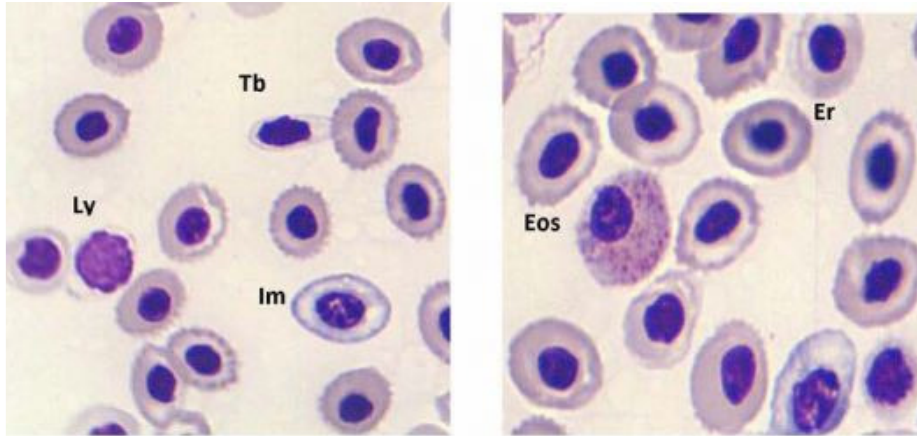
Οι περισσότερες από τις μελέτες σχετικά με το αίμα των τελεόστεων ιχθύων υποδεικνύουν την απουσία των μονοκυτταρων-μακροφάγων (Catton, 1951, Jakowska, 1956, Boyar, 1962, Weinreb, 1963, Saunders, 1968). Με την παρατήρηση με οπτικό μικροσκόπιο εντοπίσαμε μονοκύτταρα-μακροφάγα στο αίμα της τσιπούρας σε ποσοστό 3% κατά μέσο όρο, αποτελούμενα από νεφροειδούς μορφής πυρήνα και κυτταρόπλασμα, το οποίο εμφανίζει έντονη κενοτοπίωση. Η μορφολογία των κυττάρων στο αίμα της τσιπούρας απεικονίζεται εκτενέστερα στις εικόνες, που ακολουθούν:



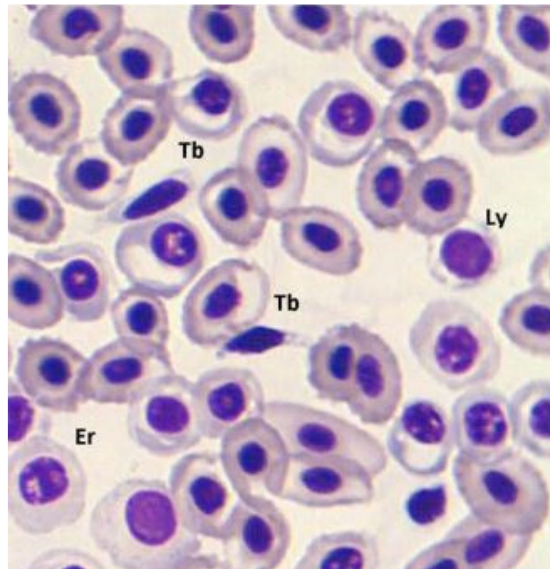
Εικόνα 21: Ώριμα και άωρα (Im) ερυθρά αιμοσφαίρια (Er), λεμφοκύτταρα (Ly) και ουδετερόφιλα (Neut) διακρίνονται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



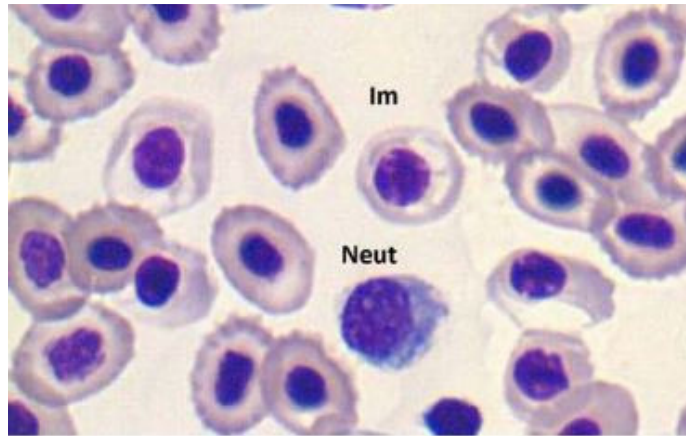
Εικόνα 22: Ώριμα και άωρα ερυθρά αιμοσφαίρια (Er), μεγάλα και μικρά λεμφοκύτταρα (Ly) διακρίνονται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



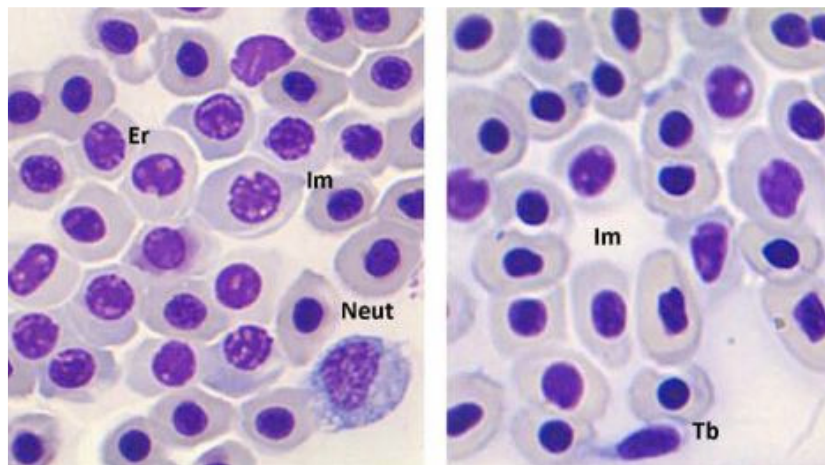
Εικόνα 23: Ωριμα και άωρα ερυθρά αιμοσφαίρια (Er), λεμφοκύτταρα (Ly), θρομβοκύτταρο (Tb) και εωσινόφιλο (Eos) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



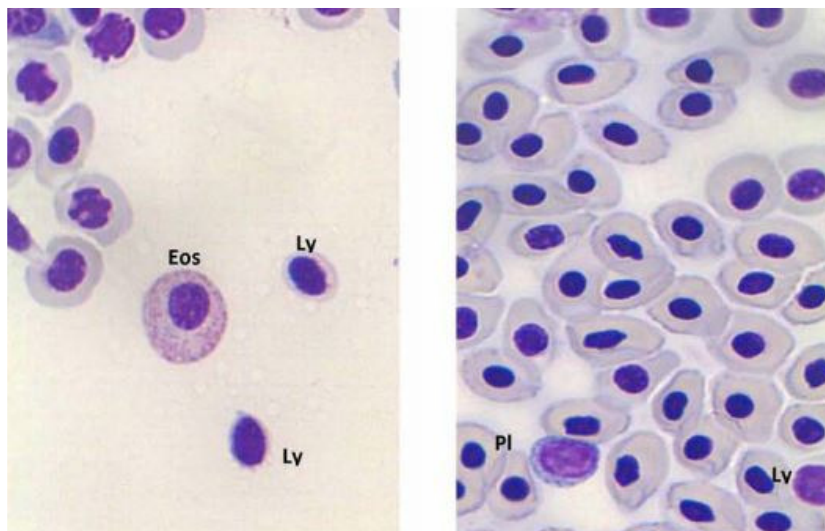
Εικόνα 24: Ωριμα και άωρα ερυθροκύτταρα (Er), λεμφοκύτταρα (Ly) και θρομβοκύτταρα (Tb) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



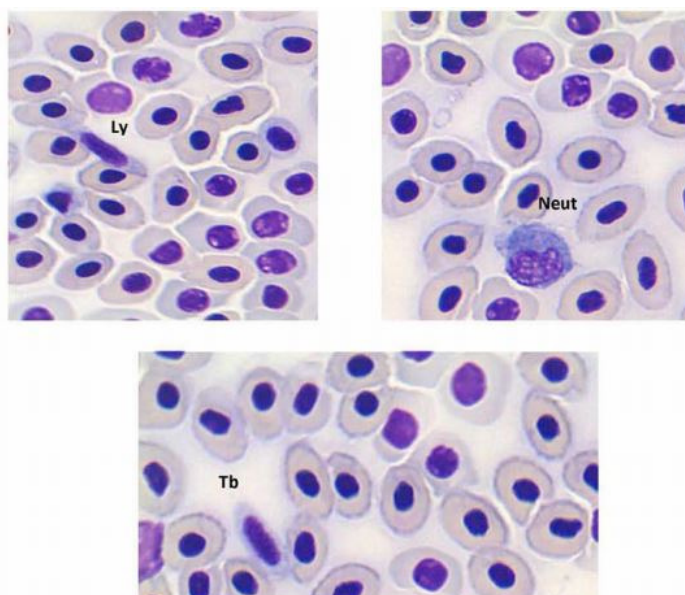
Εικόνα 25: Άωρα ερυθροκύτταρα (Im) και ουδετερόφιλο (Neut) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



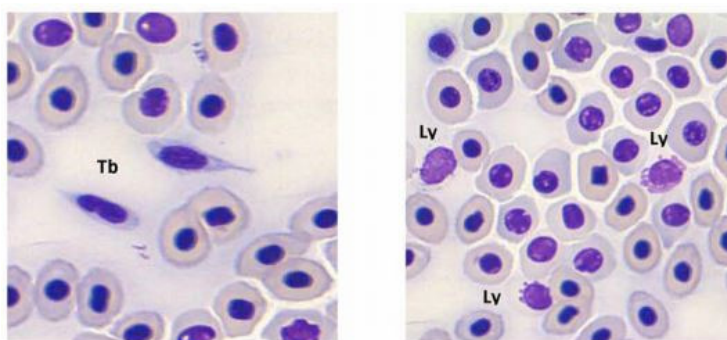
Εικόνα 26: Θρομβοκύτταρο (Tb), ουδετερόφιλο (Neut), άωρα ερυθροκύτταρα (Im) και ώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια (Er) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



Εικόνα 27: Λεμφοκύτταρα (Ly), εωσινόφιλο (Eos) και πλασμοκύτταρο (Pl) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



Εικόνα 28: Διάφορες μορφές θρομβοκυττάρων (Tb), λεμφοκύτταρα (Ly), και ουδετρόφιλο (Neut) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)



Εικόνα 29: Διάφορες μορφές θρομβοκυττάρων (Tb) και μικρά και μεγάλα λεμφοκύτταρα (Ly) παρατηρούνται σε επιχρίσματα αίματος τσιπούρας με χρώση *Diff-Quick* (x40). (Τζιρώνη Ε., 2010)

8.3. ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ

Πριν από κάθε δειγματοληψία μετρήθηκε το ολικό μήκος από κάθε λαβράκι, καθώς και το βάρος του σε ζυγό ακριβείας. Ο μέσος όρος του ολικού μήκους των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη ήταν 29,18cm και ο μέσος όρος του βάρους 304,67gr και αντιστοιχούν στο εμπορεύσιμο μέγεθος των ψαριών που δίνονται στην κατανάλωση. Η τυπική απόκλιση του ολικού μήκους ήταν 3,56cm και του βάρους 55,9gr. Επίσης η επιλογή των ψαριών ήταν ανεξάρτητη από το φύλο τους. Μετά την αιμοληψία το αίμα από το κάθε ψάρι τοποθετήθηκε σε φιαλίδια με αντιπηκτικό. Από το κάθε δείγμα έγιναν δύο επιχρίσματα αίματος. Από τα 150 δείγματα αίματος που συλλέχθηκαν επιλέχθηκαν τυχαία 20 φιαλίδια, που αντιστοιχούν στο 13,3% του συνολικού δείγματος, τα οποία στάλθηκαν σε ειδικό εργαστήριο, όπου έγιναν οι γενικές εξετάσεις αίματος σε ειδικό αναλυτή.

Ο μέσος όρος του ολικού μήκους των 20 ψαριών που επιλέχτηκαν τυχαία για να σταλούν στο εργαστήριο για ανάλυση ήταν 31,42cm και ο μέσος όρος του βάρους 329,35gr. Η τυπική απόκλιση του ολικού μήκους ήταν 2,4cm και του βάρους 72,2gr. Το βάρος και το μήκος στους δύο πληθυσμούς (150 και 20 ψάρια) μας ακολουθούν την κανονική κατανομή. Ακολουθώντας την F κατανομή θέλουμε να διαπιστώσουμε αν οι τυπικές αποκλίσεις του βάρους και του μήκους των ψαριών των δύο πληθυσμών μας είναι στατιστικώς ίσες. Από τον πίνακα βρίσκουμε πως το P value = 1,52 ενώ εφαρμόζοντας τον τύπο του t test βρίσκουμε 1,67. Επομένως συμπεραίνουμε πως η διαφορά των τυπικών αποκλίσεων του βάρους και του μήκους των ψαριών στους δύο πληθυσμούς μας δεν είναι στατιστικώς σημαντική και άρα τα 20 ψάρια μπορούν να αντιπροσωπεύσουν τον πληθυσμό των 150.

Κωδικός δείγματος	WBC×10 ³ /μl	RBC×10 ⁶ /μl	HGBg/dl	HCT%	MCVfl	MCHpg	MCHCg/dl	PLT×10 ³ /μl
F 1	49,38	4,12	12,2	41,7	101,1	29,5	29,2	55
F 2	44,02	3,79	12,9	36,4	96,1	34,1	35,5	631
F 3	76,3	4,5	12,5	40	97,2	36	31,25	589
F 4	90,5	3,6	13	35,8	96,5	58,6	36,3	458
F 5	120,5	2,9	16,5	42,3	100,6	45	39	612
F 6	141,7	2,85	17,2	27,3	95,9	60,5	63,1	604
F 7	136,4	3,71	12,7	16,6	36,5	34,2	43,7	158
F 8	58,6	4,6	12,5	23,5	95,5	56,3	53,2	259
F 9	44,4	3,69	13,2	35,9	97,4	35,9	36,8	698
F 10	94,7	3,54	16,2	32,2	91	45,9	50,4	110
F 11	68,2	3,8	16,5	41,8	100,8	45,2	39,5	356
F 12	93,3	3,25	18,6	26,7	40,7	36,4	40,9	153
F 13	93,3	4,8	10,3	32,6	95,4	36,4	31,6	452
F 14	74,6	2,65	12,5	26,7	76,5	35,7	46,8	157
F 15	115,5	4,6	20,5	20,8	90,5	42,9	98,5	549
F 16	95,6	3,5	23,6	38,5	96,7	25,9	61,3	258
F 17	46,6	4	12,6	41	97,6	47,6	30,7	365
F 18	65,4	3,96	11,5	26,8	67,7	28,9	42,7	107
F 19	76,65	4,02	22,7	43	106,7	56,4	52,8	503
F 20	65,4	3,8	16,5	41,8	100,8	45,2	39,5	356

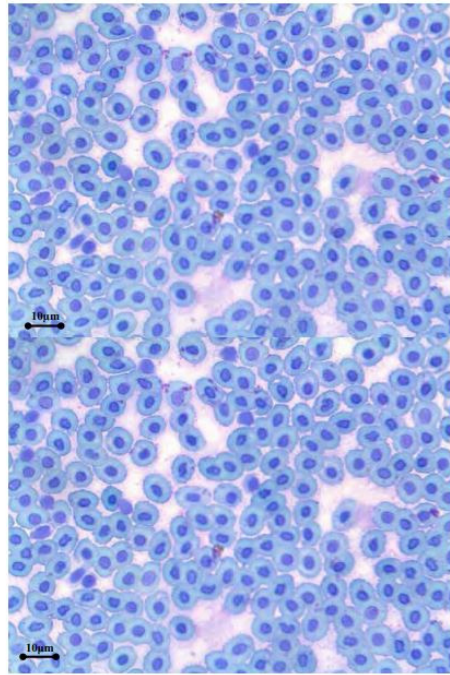
Εικόνα 30: Γενική αίματος των ψαριών. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)

Παρατηρήθηκε ότι τα λαβράκια εμπορεύσιμου μεγέθους έχουν μέσο αιματοκρίτη 32,3 %. Έγινε, επίσης, ο λευκοκυτταρικός τύπος από το επίχρισμα αίματος από κάθε ψάρι. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 41.

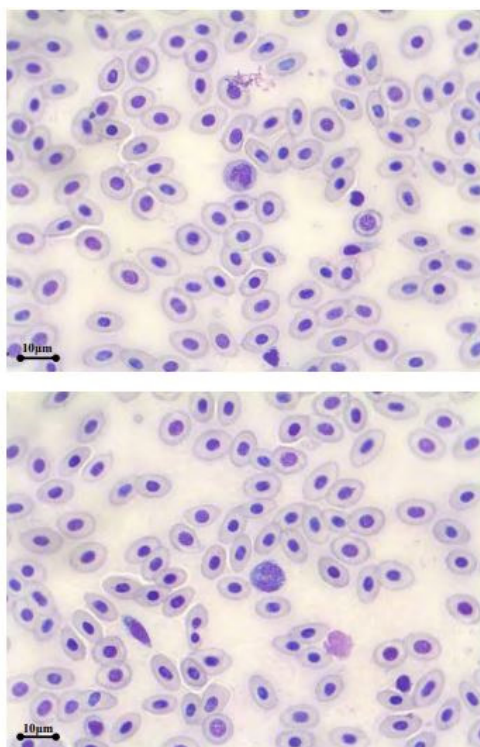
Κωδικός δείγματος	%NEUT	%LYMPH	%MONO	%EOS	%BASO
F 1	22,8	69,6	7,6	0	0
F 2	32	64,6	3,4	0	0
F 3	33,3	69	2,3	0	0
F 4	28,8	72,6	1,4	0	0
F 5	34,1	68,3	2,4	0	0
F 6	25,3	72,9	1,9	0	0
F 7	24,1	71,5	4,4	0	0
F 8	30,7	80,3	1,1	0	0
F 9	25,7	65,5	8,8	0	0
F 10	12,8	85,9	1,4	0	0
F 11	35,2	68,3	3,5	0	0
F 12	18,7	79,2	2,1	0	0
F 13	20,2	81,3	1,5	0	0
F 14	34,2	68,4	2,6	0	0
F 15	26,8	75,6	2,4	0	0
F 16	66,3	36,3	2,6	0	0
F 17	21,2	83,4	4,6	0	0
F 18	24,9	65,4	9,7	0	0
F 19	27,6	61,7	10,6	0	0
F 20	12,8	85,9	1,4	0	0

Εικόνα 31: Λευκοκυτταρικός τύπος ψαριών. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)

Παρατηρείται ότι το ποσοστό των λεμφοκυττάρων είναι μεγαλύτερο από αυτό των ουδετερόφιλων, γεγονός που κάνει εντύπωση, καθώς στα άλλα είδη ζώων, αλλά και στον άνθρωπο, το ποσοστό, που υπερτερεί σε φυσιολογικές συνθήκες, είναι αυτό των ουδετερόφιλων. Το παραπάνω γεγονός επαληθεύεται και από την μικροσκοπική παρατήρηση των επιχρισμάτων αίματος. Σε τυχαία οπτικά πεδία παρατηρούνται περισσότερα λεμφοκύτταρα και πολύ λιγότερα ουδετερόφιλα. Στη συνέχεια, παρατίθενται ενδεικτικές φωτογραφίες από τα επιχρίσματα αίματος και με τις δύο χρωστικές.



Εικόνα 32: Επιχρίσματα αίματος από λαβράκια βαμμένα με *Giemsa stain*. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)



Εικόνα 33: Επιχρίσματα αίματος από λαβράκια βαμμένα με *Diff-Quick stain*. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)

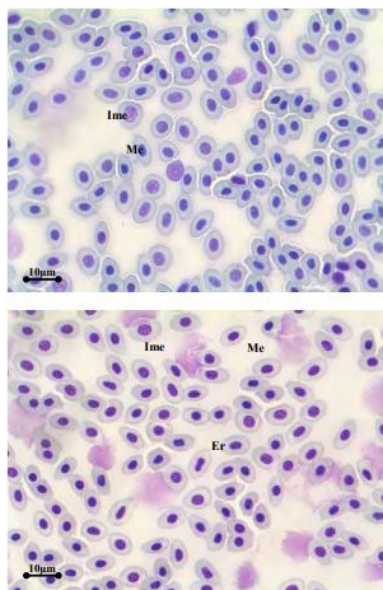
Από την παρατήρηση των επιχρισμάτων και με τις δύο χρωστικές παρατηρήθηκε ότι, σε γενικές γραμμές, περισσότερο αναγνωρίσιμα και διακριτά ήταν τα στοιχεία του αίματος στα επιχρίσματα που ήταν βαμμένα με τη χρώση *Diff-Quick*. Για αυτή τη διαπίστωση δεν υπάρχει κάποια αναφορά στη διεθνή βιβλιογραφία. Είναι μια παρατήρηση που έγινε κατά την μικροσκόπηση των δειγμάτων και βασίστηκε καθαρά σε ατομική κρίση. Παρακάτω απεικονίζονται φωτογραφίες επιχρισμάτων βαμμένων με *Diff-Quick* και πάνω σε αυτές θα γίνει η περιγραφή των στοιχείων του αίματος.

Ερυθροκύτταρα

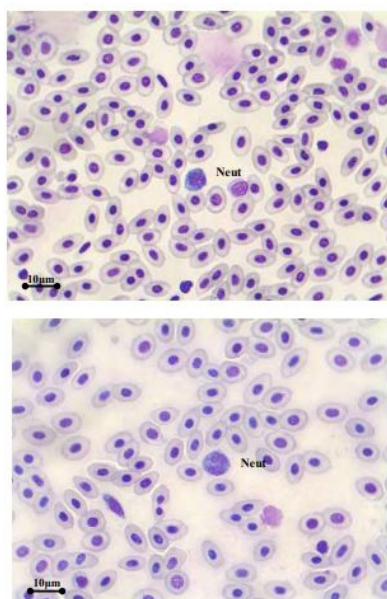
Παρατηρήθηκαν δύο τύποι ερυθροκυττάρων. Το σχήμα των ερυθροκυττάρων που πλειοψηφεί είναι ελλειπτικό ή οβάλ με κεντρικό πυρήνα που χρωματίζεται έντονα μπλε-μοβ μέσα σε ένα ανοιχτότερο γκρι-μπλε κυτταρόπλασμα. Αυτά αποτελούν τα ώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια που σε ένα υγιή ενήλικο οργανισμό είναι και τα περισσότερα σε αναλογία. Παρατηρήθηκαν και πολύ λιγότερα ανώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια ή αλλιώς δικτυοερυθροκύτταρα τα οποία είναι συνήθως μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα ώριμα και περισσότερο στρογγυλά σε σχήμα. Διαθέτουν έναν κεντρικό πυρήνα ο οποίος είναι περισσότερο ροζ σε χρώμα ενώ το κυτταρόπλασμα είναι μπλε-γκρι όπως και προηγουμένως.

Λευκά αιμοσφαίρια

Κοκκιοκύτταρα Στα επιχρίσματα αίματος εντοπίστηκαν, κατά κύριο λόγο, ουδετερόφιλα. Τα ουδετερόφιλα ήταν σε ποικίλα μεγέθη και σχήματα, αλλά πάντα μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα ερυθρά αιμοσφαίρια. Ο πυρήνας παρατηρήθηκε ότι χρωματίζεται μωβ, παρουσιάζει λοβίωση, και το κυτταρόπλασμα έχει έντονο μπλε χρώμα.



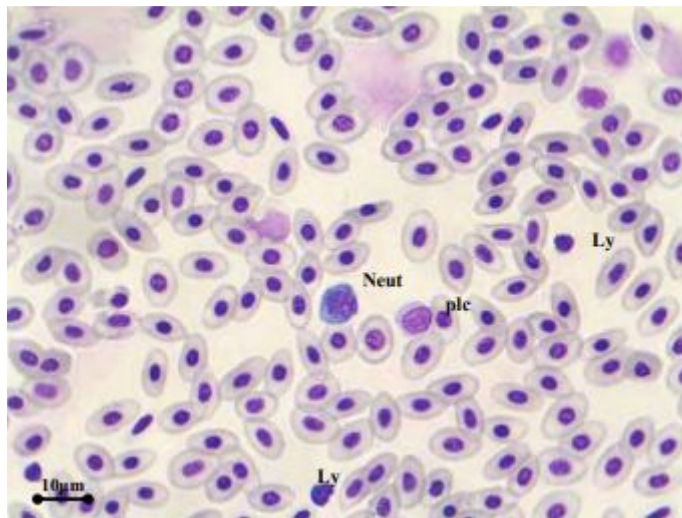
Εικόνα 34: Επιχρίσματα αίματος από λαβράκια βαμμένα με *Diff-Quick stain*. (Ime) είναι τα ανώριμα ερυθροκύτταρα, (Me) τα ώριμα και (Er) ερυθροκύτταρο με πυρηνοδιαίρεση. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)



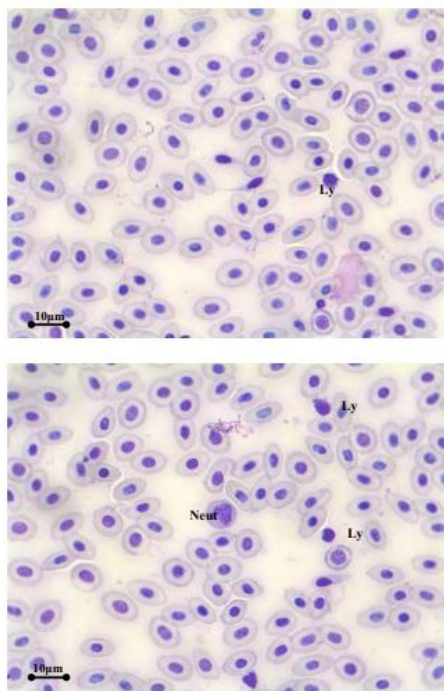
Εικόνα 35: Ουδετερόφιλα (Neut) σε επίχρισμα αίματος από λαβράκι. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)

a) Λεμφοκύτταρα

Τα λεμφοκύτταρα που βρέθηκαν είναι σφαιρικά σε σχήμα και σε μέγεθος κυρίως μικρότερα του ερυθροκυττάρου. Ο πυρήνας χρωματίζεται σκούρο μωβ και το κυτταρόπλασμα που συνήθως υπερκαλύπτεται από τον πυρήνα έχει σκούρο μπλε χρώμα. Η κυτταρική μεμβράνη του κυτταροπλάσματος συχνά παρατηρείται ότι διαθέτει ψευδοπόδια ή αποφύσεις. Η αναλογία πυρήνα–κυτταροπλάσματος στα λεμφοκύτταρα είναι μεγαλύτερη από ότι αυτή των κοκκιοκυττάρων. Στα επιχρίσματα βρέθηκαν και μεγαλύτερου μεγέθους λεμφοκύτταρα σε σχήμα οβάλ και στρογγυλό μωβ πυρήνα και κυτταρόπλασμα σκούρο μπλε. Αυτά τα λεμφοκύτταρα ονομάζονται πλασμοκύτταρα (*plasma cells*) και είναι πολύ σπάνια στα επιχρίσματα υγιών ψαριών.



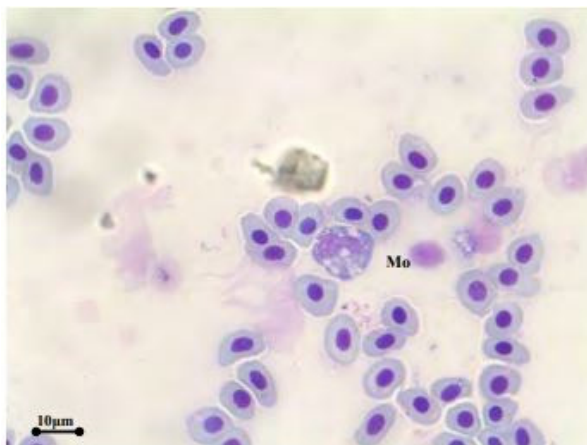
Εικόνα 36: Πλασμοκύτταρο (plc), λεμφοκύτταρα (Ly) και ουδετερόφιλο (Neut) σε επίχρισμα αίματος. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)



Εικόνα 37: Λεμφοκύτταρα (Ly) και ουδετερόφιλο (*Neut*) σε επίχρισμα αίματος. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)

b) Μονοκύτταρα

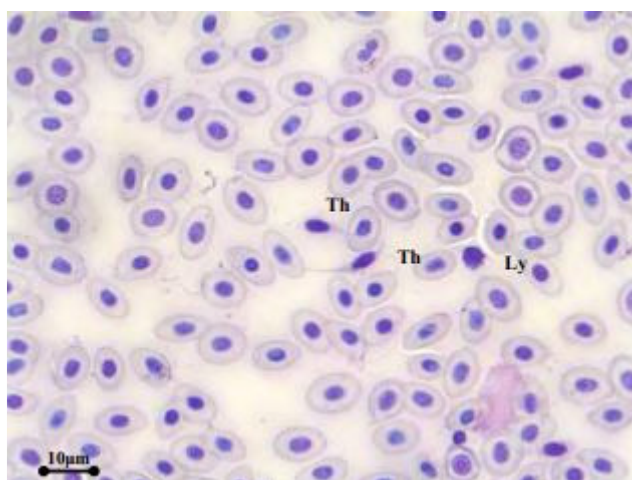
Σε αυτήν την κατηγορία κυττάρων ο έκκεντρος πυρήνας παρατηρήσαμε ότι βάφεται σκούρο μοβ και έχει σχήμα νεφροειδές ενώ το κυτταρόπλασμα είναι ανοιχτό γαλάζιο συνήθως με κενोटόπια και με κυτταρική μεμβράνη που εκτείνει ψευδοπόδια. Η αναλογία πυρήνα/κυτταροπλάσματος είναι ανάμεσα σε αυτήν των λεμφοκυττάρων και κοκκιοκυττάρων. Το μέγεθός τους είναι όμοιο ή λίγο μεγαλύτερο από αυτό των ουδετερόφιλων και σίγουρα μεγαλύτερο των ερυθρών.



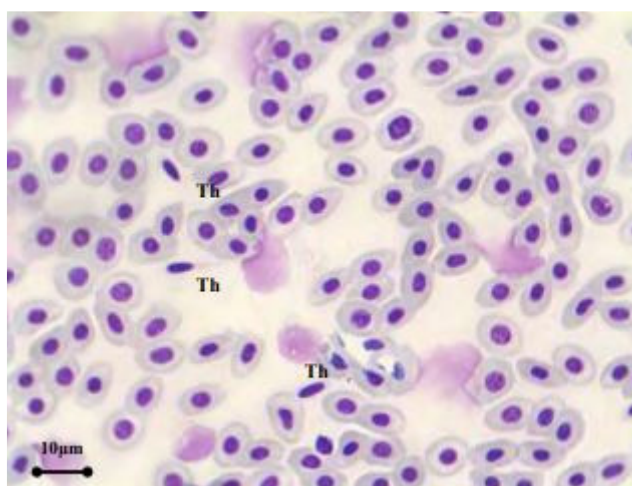
Εικόνα 38: Μονοκύτταρο (Mo) σε επίχρισμα αίματος Λαβρακιού. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)

Θρομβοκύτταρα ή αιμοπετάλια

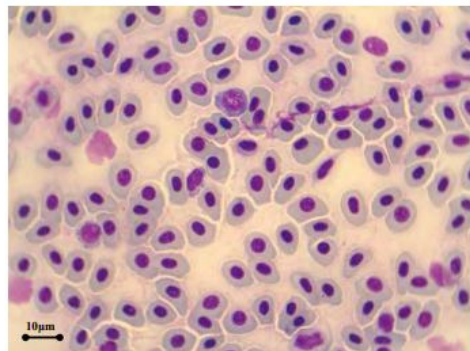
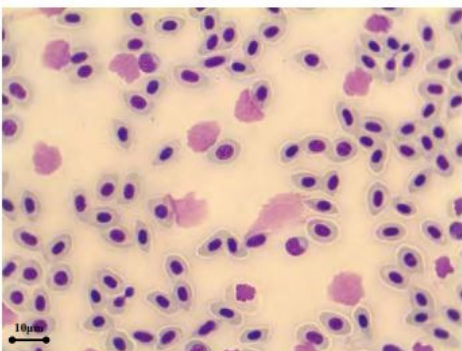
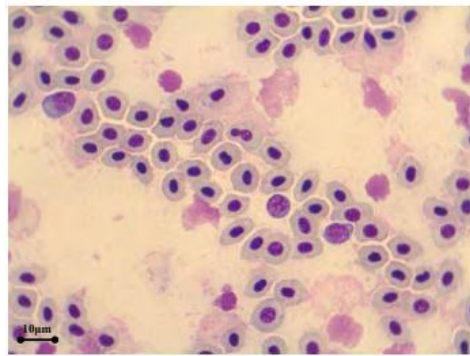
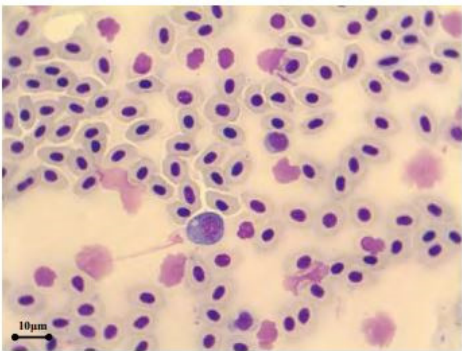
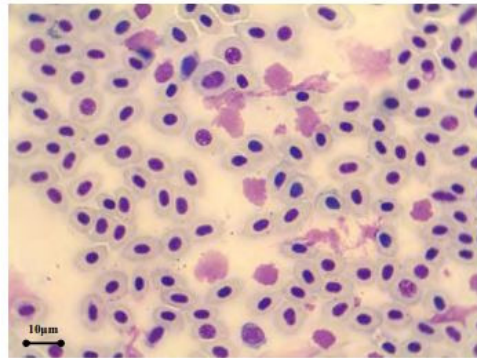
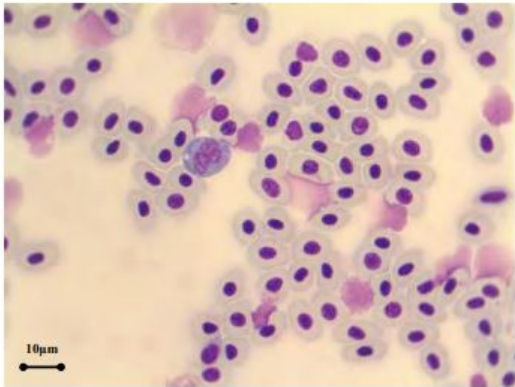
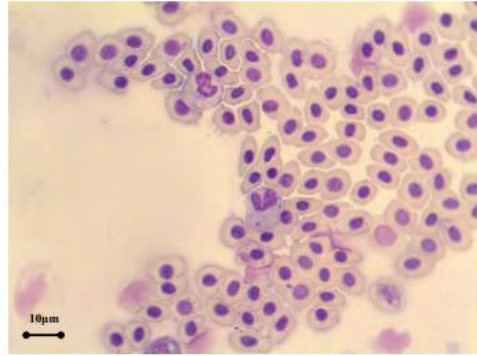
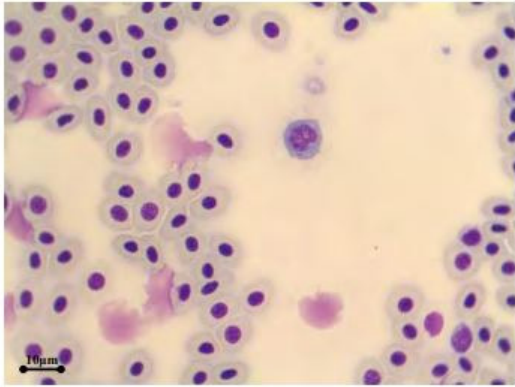
Τα θρομβοκύτταρα που παρατηρήθηκαν στο λαβράκι είχαν, κατά κύριο λόγο, σχήμα ατρακτοειδές, με πυρήνα που ακολουθεί το σχήμα του κυττάρου. Συνήθως απαντώνται ως μεμονωμένα κύτταρα και σπάνια σε ομάδες. Ο πυρήνας βάφεται σκούρος μπλε και είναι κεντρικός και μεγάλος, ενώ το κυτταρόπλασμα έχει χρώμα πολύ ανοιχτό γκρι-μπλε και περιβάλλει τον πυρήνα. Έχουν μέγεθος που ποικίλλει και αυτό, που τα κάνει εύκολα αναγνωρίσιμα, είναι το σχήμα τους.

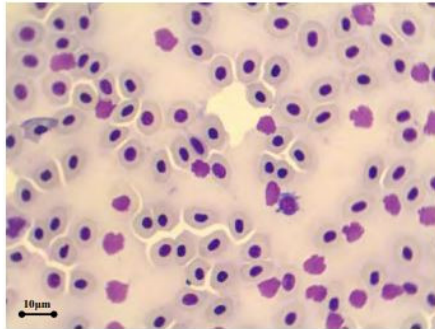
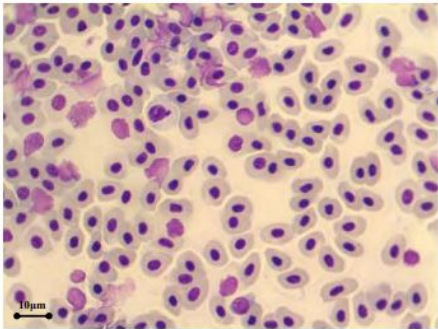
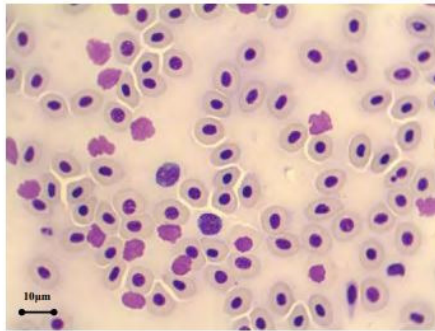
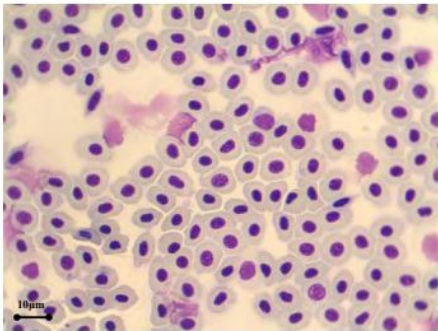
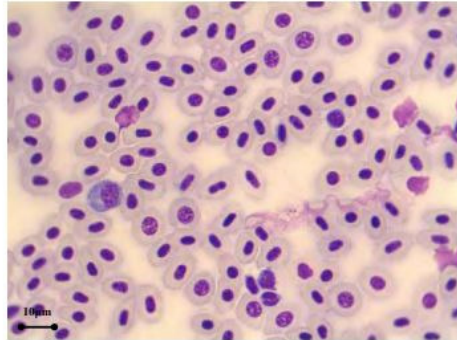
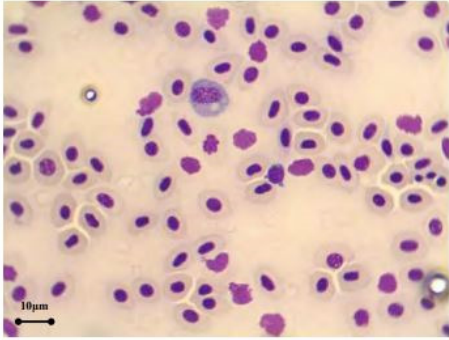
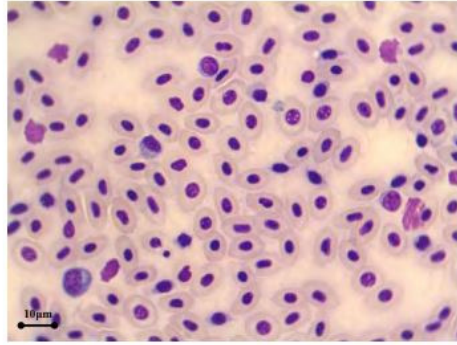
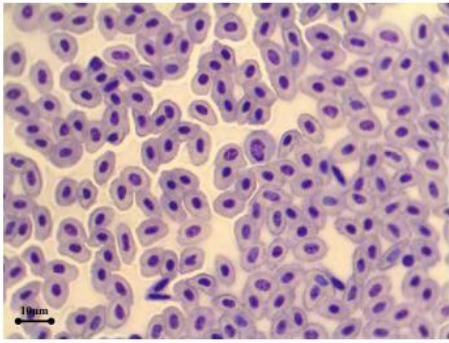


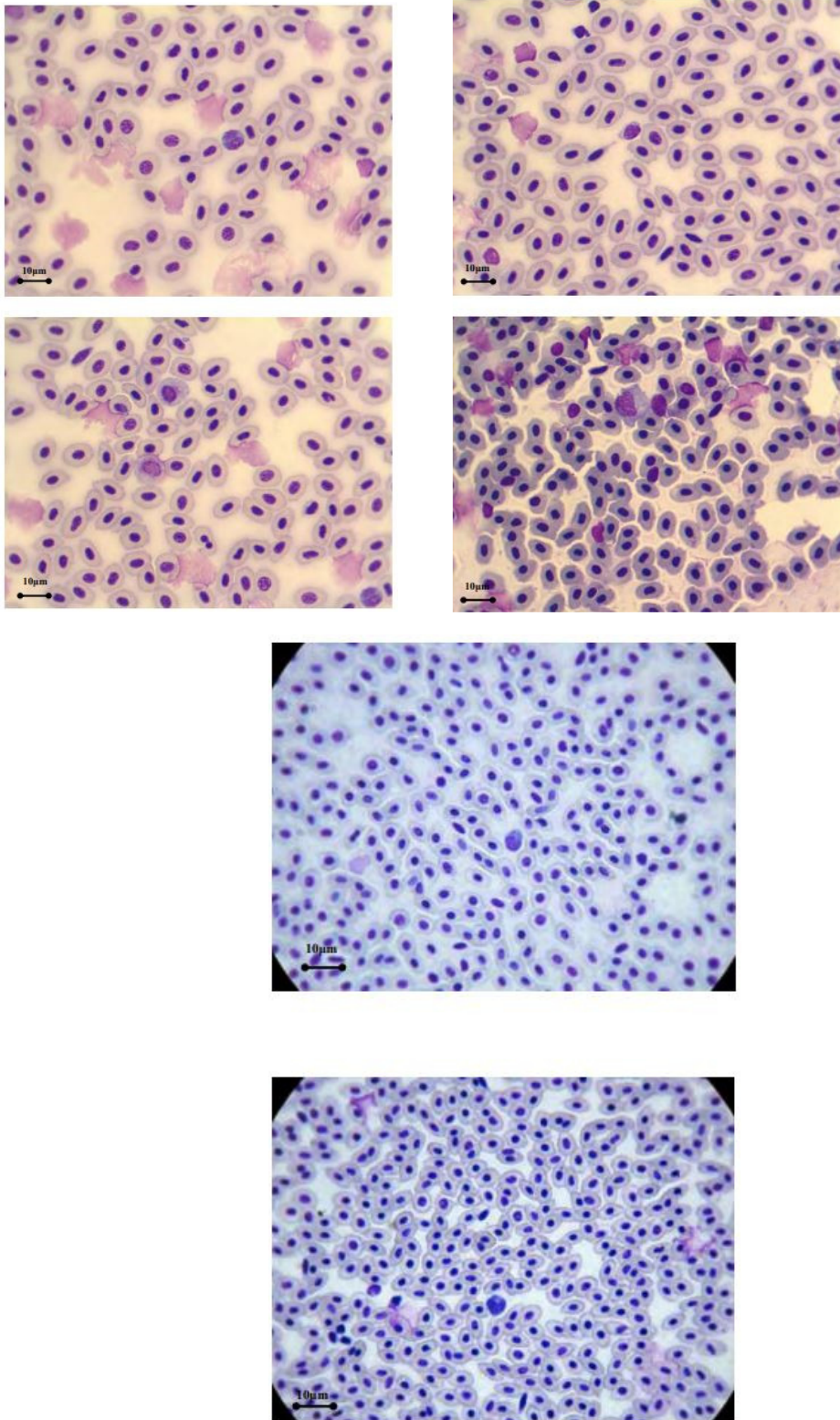
Εικόνα 39: Θρομβοκύτταρα (Th) και λεμφοκύτταρο (Ly) σε επιχρίσματα αίματος Λαβρακιού. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)



Εικόνα 40: Θρομβοκύτταρα (Th) και λεμφοκύτταρο (Ly) σε επιχρίσματα αίματος Λαβρακιού. (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)







Εικόνα 41: Επιχρίσματα Αίματος από Λαβράκια (Νέρου Χρ. - Μ., 2010)

8.3.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.3.1.1. ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΤΟ *DICENTRARCHUS LABRAX*

Το αιματολογικό προφίλ στα ψάρια δεν χρησιμοποιείται σχεδόν καθόλου για την εκτίμηση της υγείας τους, γιατί πρώτα από όλα είναι δύσκολη η συλλογή των δειγμάτων αίματος, δεύτερον, δεν υπάρχει εξοικείωση στην μικροσκόπηση των αιματολογικών επιχρισμάτων και βέβαια δεν υπάρχουν καθορισμένα στοιχεία αναφοράς, που να διευκολύνουν τόσο την ανάγνωση των αιμογραμμάτων, όσο και τα αποτελέσματα των αιματολογικών εξετάσεων (*Clauss et al.*, 2008).

Παρ' όλα αυτά, η αξιολόγηση των αιματολογικών παραμέτρων δίνουν χρήσιμες πληροφορίες για την υγεία των ψαριών, ειδικά σε ότι έχει να κάνει με τα συγγενή και επίκτητα νοσήματα, που προκαλούν μεταβολές στα κύτταρα του αίματος και στις τιμές της γενικής αίματος. Ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δίνεται και σε εξωγενείς παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τις φυσιολογικές τιμές, όπως το γένος, η ηλικία, η εποχή, η ποιότητα του νερού, ο τρόπος αλίευσης, οι χειρισμοί και τα διάφορα αναισθητικά, που ενδέχεται να έχουν χρησιμοποιηθεί (*Bolasina* 2006).

Γενικά, δεν υπάρχουν στη βιβλιογραφία τιμές αναφοράς για τον αιματοκρίτη, τον αριθμό των ερυθρών (RBC, μ/l -1), τη συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης (Hb, gr/dl), το μέσο όγκο ερυθρών (MCV, fl), τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα αιμοσφαιρίνης ανά ερυθροκύτταρο (MCHC gr/dl) και τη μέση περιεκτικότητα των ερυθροκυττάρων σε αιμοσφαιρίνη (MCH). Αυτό που φαίνεται από τις διάφορες μελέτες που έχουν γίνει μέχρι τώρα τόσο στο λαβράκι όσο και στα άλλα είδη ψαριών, είναι πως οι τιμές μεταβάλλονται ανάλογα με την ηλικία, το γένος, την ποιότητα του νερού, τη φωτοπερίοδο και την εποχή (*Hrubec and Smith* 2000).

Σαν γενική αρχή επικρατεί η άποψη πως αιματοκρίτης με τιμή 45% και πάνω είναι ένδειξη πολυκυτταραιμίας στο ψάρι η οποία μπορεί να οφείλεται σε αφυδάτωση του οργανισμού ειδικά αν συνοδεύεται από αύξηση των ολικών πρωτεϊνών του αίματος. Επίσης πολυκυτταραιμία συναντούμε στα σεξουαλικά ώριμα αρσενικά ψάρια, στα ψάρια που εκτίθενται σε υποξία και σε stress (*Blaxhall* 1972, *Fange* 1992, *McDonald and Milligan* 1992).

Τα είδη της αναιμίας στο ψάρι είναι ικανοποιητικώς μελετημένες και αναφερόμαστε σε τιμές αιματοκρίτη κάτω του 20%. Υπάρχουν τρία είδη αναιμίας: η αιμορραγική (απώλεια αίματος), η αιμολυτική (καταστροφή των ερυθροκυττάρων) και η υποπλαστική (μειωμένη ερυθροποίηση). Η ορολογία που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των τριών ειδών αναιμίας στο ψάρι είναι η ίδια που εφαρμόζεται και στα άλλα είδη ζώων και αφορά στο μέγεθος των κυττάρων (μικροκυτταρική, μακροκυτταρική και ορθοκυτταρική), στη συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης (υπόχρωμη

και ορθόχρωμη), στην καταστροφή κυττάρων (αιμολυτική ή αιμορραγική) και στο αν είναι αναγεννητική ή μη αναγεννητική. Σε κάθε περίπτωση πάντως η περιγραφή των κυττάρων του αίματος δίνουν πληροφορίες για τον αιτιολογικό παράγοντα της κάθε αναιμίας.

Τα αίτια της μη αναγεννητικής αναιμίας μπορεί να είναι διάφορες φλεγμονώδεις νόσοι, διατροφικές διαταραχές, τοξίνες και ασθένειες της σπλήνας και των νεφρών. Αναγεννητική αναιμία και επομένως παρουσία άωρων ερυθροκυττάρων στο περιφερικό αίμα μπορεί να έχουμε σε περιπτώσεις περιβαλλοντικού stress, όπως σε υποξία, τοξίνες και αλλαγές της θερμοκρασίας .

Η αιμορραγική αναιμία στο ψάρι μπορεί να οφείλεται σε τραύμα, έλκη, παράσιτα όπως ισόποδα), έλλειψη βιταμινών K και B, ιούς όπως ο ιός της αιμορραγικής σηψαιμίας και βακτήρια (*Aeromonas spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Yersinia spp.*) Σε περίπτωση που η αιμορραγική αναιμία είναι χρόνια μπορεί να επιδεινώνεται από απώλεια σιδήρου.

Η αιμολυτική αναιμία στο ψάρι μπορεί να οφείλεται σε βακτήρια όπως *Flanobacterium columnare*, *Aeromonas spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Vibrio spp.*, περιβαλλοντικές τοξίνες όπως τα νιτρικά, η οξεία ή χρόνια έκθεση στην αμμωνία το διοξείδιο του άνθρακα , οι μυκοτοξίνες και ο, ιοί όπως ο ιός της νέκρωσης των ερυθροκυττάρων (VEN).

Τέλος η υποπλαστική αναιμία μπορεί να οφείλεται στο βακτήριο *Yersinia* , σε τοξίνες όπως η αμμωνία και τα βαρέα μέταλλα , η έλλειψη βιταμίνης B12 και σε ασθένειες της σπλήνας και των νεφρών. Επιπλέον στο λαβράκι έχουν ενοχοποιηθεί διάφορα παράσιτα τα οποία προκαλούν μεταβολές στις αιματολογικές παραμέτρους προκαλώντας κυρίως αιμορραγική ή μακροκυτταρική αναιμία, όπως το *Ceratomyxa oestroides* και το *Nerocila orbigny* .

Στο πείραμα που πραγματοποιήσαμε, το αίμα το πήραμε από λαβράκια εκτροφής εμπορεύσιμου μεγέθους και σε θερμοκρασία νερού 24 ο C τον μήνα Ιούλιο. Ο μέσος όρος του ολικού μήκους των 20 ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη των αιματολογικών παραμέτρων ήταν 31,42cm και ο μέσος όρος του βάρους 329,35gr gr. Από τις αναλύσεις που έγιναν σε κτηνιατρικό εργαστήριο, βρήκαμε πως η μέση τιμή του αιματοκρίτη που μετρήθηκε υπό αυτές τις συνθήκες εκτροφής και διαχείρισης είναι 32.3%

8.3.1.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

Ερυθροκύτταρα

Από τα επιχρίσματα αίματος που έγιναν, παρατηρήθηκε ότι τα ερυθρά αιμοσφαίρια του Λαβρακιού έχουν σχήμα ελλειπτικό και είναι εμπύρνα, όπως και σε όλα τα είδη ψαριού. Επίσης, παρατηρήθηκε και μικρό ποσοστό άωρων ερυθρών ή αλλιώς δικτυοερυθροκυττάρων, τα οποία είναι σαφώς μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα ώριμα και με σχήμα περισσότερο στρογγυλό. Το γεγονός ότι εντοπίζονται δικτυοερυθροκύτταρα στο αίμα σημαίνει πως ένα μέρος της ερυθροποίησης πραγματοποιείται στα ψάρια και στο περιφερικό αίμα. Ο λόγος των άωρων ερυθροκυττάρων προς των ώριμων μέσα στο αίμα μπορεί να αποτελέσει στο ψάρι, όπως και στα υπόλοιπα είδη ζώων, δείκτη ερυθροποίησης.

Το γεγονός ότι η ερυθροποίηση στο ψάρι μπορεί να επηρεαστεί από την αναιμία, τις μεταβολές της θερμοκρασίας, την εναλλαγή των εποχών καθώς και από την αιμορραγία, μπορεί να σημαίνει πως στις παραπάνω περιπτώσεις μεταβάλλεται και ο αριθμός των δικτυοερυθροκυττάρων που κυκλοφορούν στο περιφερικό αίμα. Τέλος, ως δείκτης ερυθροποίησης, ο αριθμός των άωρων ερυθροκυττάρων μπορεί να διαφοροποιηθεί εξαιτίας κάποιας αναιμίας ή κάποιας μεταβολής στις συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα του νερού σε οξυγόνο.

Λευκοκύτταρα

Τα λευκοκύτταρα ποικίλλουν τόσο πολύ ανάλογα με το είδος του ψαριού, που είναι δύσκολο ακόμα και να αναγνωριστούν κάποιοι τύποι κυττάρων. Συχνά χρησιμοποιείται για την αναγνώρισή τους η σύγκρισή τους μορφολογικά με λευκοκύτταρα από τα ανώτερα θηλαστικά, ενώ μια άλλη λύση είναι το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

Κοκκιοκύτταρα

Οι πληροφορίες που υπάρχουν για τα κοκκιοκύτταρα των ψαριών είναι πολύ συγκεχυμένες. Θεωρητικά τα τρία είδη κοκκιοκυττάρων που υπάρχουν στο αίμα των θηλαστικών (ουδετερόφιλα, βασίφιλα και εωσινόφιλα) υπάρχουν και στα ψάρια. Παρ' όλα αυτά σε κάποια είδη περιγράφονται πάνω από τρία είδη σε άλλα ένα ή δύο. Τα πιο πολλά κοκκιοκύτταρα που συναντούμε στα λαβράκια της μελέτης είναι τα ουδετερόφιλα, τα οποία σε μέγεθος είναι μεγαλύτερα ή ίσα με τα ώριμα ερυθρά και έχουν πυρήνα λοβώδη. Το ποσοστό των ουδετερόφιλων στο αίμα των λαβρακιών της μελέτης ήταν κατά μέσο όρο 27.8%. Δεν παρατηρήθηκαν στα επιχρίσματα αίματος του λαβρακιού καθόλου εωσινόφιλα και βασίφιλα κοκκιοκύτταρα.

Λεμφοκύτταρα

Τα λεμφοκύτταρα είναι τα περισσότερα αριθμητικά αλλά και τα περισσότερο ποικιλόμορφα λευκοκύτταρα των ψαριών . Το ποσοστό των λεμφοκυττάρων στο αίμα των ψαριών της μελέτης είναι κατά μέσο όρο 71.2%. Στα λαβράκια τα λεμφοκύτταρα που παρατηρήθηκαν είναι σφαιρικά σε σχήμα και σε μέγεθος κυρίως μικρότερα του ερυθροκυττάρου. Επίσης παρατηρήθηκαν και μεγαλύτερου μεγέθους λεμφοκύτταρα τα οποία ονομάζονται πλασμοκύτταρα (*plasma cells*) και είναι πολύ σπάνια στα επιχρίσματα υγιών ψαριών, όπως έχει αποδειχθεί και σε μελέτες που χρησιμοποίησαν διάφορες τεχνικές ανοσοφθορισμού.

Σε κάποιες μελέτες που έχουν γίνει, τα λεμφοκύτταρα έχουν κατηγοριοποιηθεί αυθαίρετα σε μικρά και μεγάλα λεμφοκύτταρα. Οι *Ellis* και *Roubal* περιέγραψαν τα λεμφοκύτταρα σε μία ομάδα. Συχνά, είναι δύσκολο να προσδώσεις το επίθετο «μικρό» ή «μεγάλο» στα λεμφοκύτταρα, καθώς ο όγκος τους μεταβάλλεται συνεχώς.

Μονοκύτταρα

Το μέγεθός τους είναι όμοιο ή λίγο μεγαλύτερο από αυτό των ουδετερόφιλων και σίγουρα μεγαλύτερο των ερυθρών. Το χαρακτηριστικό τους είναι η παρουσία κενотоπιών στο κυτταρόπλασμα. Το ποσοστό των μονοκυττάρων στο αίμα των λαβρακιών είναι κατά μέσο όρο 3.7%. Ο διαχωρισμός τους από τα ουδετερόφιλα είναι ευκολότερος με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ενώ συχνά χρησιμοποιείται ο όρος μονοκύτταρα / μακροφάγα για να περιγραφεί αυτή την κατηγορία κυττάρων με φαγοκυτταρικές ιδιότητες ή μορφολογικά χαρακτηριστικά όμοια με αυτά των μονοκυττάρων των ανώτερων θηλαστικών .

Αιμοπετάλια ή θρομβοκύτταρα

Τα αιμοπετάλια ή αλλιώς θρομβοκύτταρα στο ψάρι δεν είναι ίδια με τα αιμοπετάλια των θηλαστικών. Μορφολογικά, στο λαβράκι παρατηρήθηκε πως έχουν κατά κύριο λόγο σχήμα ατρακτοειδές, με πυρήνα που ακολουθεί το σχήμα του κυττάρου. Συνήθως, απαντώνται ως μεμονωμένα κύτταρα και σπάνια σε ομάδες. Στη μελέτη, η μέση τιμή των αιμοπεταλίων στο αίμα των λαβρακιών είναι $371.5 \times 10^3 / \mu\text{l}$. Όσον αφορά στη λειτουργία τους, στα ψάρια έχει αναφερθεί ότι παίζουν κάποιο ρόλο στην πήξη του αίματος, ενώ τους προσδίδονται και φαγοκυτταρικές ιδιότητες . Παρόλο που τα θρομβοκύτταρα στο ψάρι είναι άφθονα, είναι πολύ λίγα καταγεγραμμένα για τη μορφολογία τους και για τις λειτουργικές του ιδιότητες .

8.4. ΣΥΝΟΨΗ

1. Η διαφορά των τυπικών αποκλίσεων του βάρους και του μήκους των ψαριών στους δύο πληθυσμούς μας δεν είναι στατιστικώς σημαντική, άρα οι τιμές των αιματολογικών παραμέτρων στα 20 ψάρια μπορούν να αντιπροσωπεύσουν,

χωρίς μεγάλο στατιστικό λάθος, αυτές του πληθυσμού των 150 υπό τις δεδομένες συνθήκες εκτροφής.

2. Η μέση τιμή του αιματοκρίτη που μετρήθηκε υπό αυτές τις συνθήκες εκτροφής και διαχείρισης είναι 32.3%.

3. Στα επιχρίσματα περιφερικού αίματος υπάρχουν και δικτυοερυθροκύτταρα.

4. Το ποσοστό των ουδετερόφιλων στο αίμα των λαβρακιών της μελέτης ήταν κατά μέσο όρο 27.8%

5. Δεν ανιχνεύτηκαν καθόλου εωσινόφιλα και βασίφιλα κοκκιοκύτταρα στο περιφερικό αίμα του λαβρακιού.

6. Το ποσοστό των λεμφοκυττάρων στο αίμα των ψαριών της μελέτης είναι κατά μέσο όρο 71.2%. Αυτή η λεμφοκυττάρωση ενδέχεται να οφείλεται σε μη διαφοροποίηση των λεμφοκυττάρων από τα ενεργοποιημένα αιμοπετάλια και τους πυρήνες των λυμένων ερυθρών.

7. Το ποσοστό των μονοκυττάρων στο αίμα των λαβρακιών είναι κατά μέσο όρο 3.7%.

8. Η μέση τιμή των αιμοπεταλίων στο αίμα των λαβρακιών είναι 371.5×10^3 /μλ. Όσον αφορά στη λειτουργία τους, στα ψάρια έχει αναφερθεί ότι παίζουν κάποιο ρόλο στην πήξη του αίματος ενώ τους προσδίδονται και φαγοκυτταρικές ιδιότητες.

9. Η *Diff Quick* ήταν η χρώση η οποία διευκόλυνε στην παρατήρηση των κυττάρων του είδους *Dicentrarchus labrax* και συνέβαλλε στη διαφοροποίησή τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4.1.: ΤΙΜΕΣ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΣΗ ΦΥΛΟΥ

Table 1 Influence of sex on hematological parameters of different fish species

Teleosts			Hematological parameters						
Species	n	Sex	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Hb (g/dL)	Hct (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/dL)
<i>Alburnoides eichwaldii</i> ^a	34	M	2.35 \pm 0.66	9.78 \pm 2.26	6.96 \pm 1.02	33.39 \pm 6.13	158.66 \pm 41.79	34.29 \pm 9.50	21.77 \pm 3.94
	56	F	2.32 \pm 0.77	9.13 \pm 2.29	6.94 \pm 1.46	39.10 \pm 9.49	181.08 \pm 61.14	35.45 \pm 9.46	20.64 \pm 5.83
<i>Gymnocypris eckloni</i> ^b	26	M	1.63 \pm 0.07	29.00 \pm 2.30	6.93 \pm 0.59	30.67 \pm 2.70	187.81 \pm 15.61	42.49 \pm 4.31	22.75 \pm 2.86
	22	F	1.57 \pm 0.06	29.50 \pm 2.50	6.57 \pm 0.52	22.42 \pm 36.92	172.34 \pm 15.17	41.48 \pm 3.14	24.50 \pm 3.39
<i>Heteroclaris hybrid</i> ^c	10	M	3.09 \pm 0.08	17.41 \pm 1.65	11.21 \pm 0.75	32.67 \pm 1.86	105.80 \pm 5.16	36.48 \pm 3.12	37.11 \pm 1.12
	10	F	3.20 \pm 0.11	19.36 \pm 1.30	12.41 \pm 0.30	32.33 \pm 1.59	101.08 \pm 4.09	38.82 \pm 0.45	38.54 \pm 1.77
<i>Schizothorax davidi</i> ^d	19	M	2.15 \pm 0.07	2.32 \pm 0.10	7.55 \pm 0.65	43.42 \pm 3.67	201.94 \pm 18.06	35.20 \pm 3.33	17.56 \pm 2.29
	13	F	2.25 \pm 0.09	2.48 \pm 0.14	7.61 \pm 0.73	40.83 \pm 3.81	181.27 \pm 14.71	33.90 \pm 3.03	18.86 \pm 2.60
<i>Synodontis membranacea</i> ^e	432	M	3.81 \pm 1.49	3.15 \pm 0.92	8.34 \pm 1.99	33.47 \pm 12.67	78.30 \pm 37.89	33.47 \pm 12.67	26.45 \pm 14.58
	376	F	3.86 \pm 1.49	3.15 \pm 0.98	8.24 \pm 1.94	32.53 \pm 12.30	77.03 \pm 38.11	32.53 \pm 12.30	26.62 \pm 15.89
<i>Cyprinus carpio</i> ^f	20	M	1.8 \pm 0.93	25.5 \pm 1.6	9.11 \pm 0.77	36.0 \pm 2.4	197.3 \pm 1.7	50.9 \pm 1.54	25.7 \pm 0.76
	20	F	1.8 \pm 0.15	21.7 \pm 1.8	8.2 \pm 0.67	30.93 \pm 2.6	171.9 \pm 3.54	45.5 \pm 1.52	26.3 \pm 0.39
<i>Rhinogobio ventralis</i> ^g	7	M	2.10 \pm 0.26	64.3 \pm 6.3	9.90 \pm 0.51	42.0 \pm 3.87	204.79 \pm 36.54	47.84 \pm 6.67	23.62 \pm 2.43
	10	F	2.30 \pm 0.35	70.2 \pm 17.9	9.56 \pm 1.2	39.40 \pm 5.68	174.34 \pm 27.69	42.15 \pm 5.40	24.39 \pm 2.56

^a Kohanestani et al. (2013) provided a study of 90 spirin *Alburnoides eichwaldii* (34 males and 56 females). Values expressed as mean \pm standard deviation

^b Tang et al. (2015) provided a study of 48 *Gymnocypris eckloni* (26 males and 22 females). Values expressed as mean \pm standard deviation

^c Okorie-Kanu and Unakalamba (2015) provided a study of 20 hybrid catfish *Heteroclaris* (26 males and 22 females). Values expressed as mean \pm standard error

^d Zhu et al. (2017) provided a study of 32 *Schizothorax davidi* (19 males and 13 females). Values expressed as mean \pm standard deviation

^e Owolabi (2011) provided a study of 808 *Synodontis membranacea* (432 males and 376 females). Values expressed as mean \pm standard deviation

^f Baghizadeh and Khara (2015) provided a study of 20 *Cyprinus carpio* fish including female and male. Values expressed as mean \pm standard deviation

^g Zhao et al. (2018) provided a study of 17 *Rhinogobio ventralis* (7 males and 10 females). Values expressed as mean \pm standard deviation

Εικόνα 42: Τιμές αιματολογικών παραμέτρων βάση φύλου (*I. Ahmed, Q. M. Reshi, F. Fazio, 2019*)

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4.2.: ΤΙΜΕΣ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΣΗ ΗΛΙΚΙΑΣ

Table 2 Influence of age on hematological parameters of different fish species

Teleosts			Hematological parameters						
Species	n	Age (years)	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Hb (g/dL)	Hct (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/dL)
<i>Esox lucius</i> ^a	Not mentioned	1	1.41 \pm 0.25	6.6 \pm 1.9	6.0 \pm 1.41	25.25 \pm 0.96	202.25 \pm 16.13	35.5 \pm 2.52	23.75 \pm 1.50
		2	1.36 \pm 0.23	7.9 \pm 1.2	6.83 \pm 1.09	29.33 \pm 6.42	216.00 \pm 28.39	50.17 \pm 6.60	23.00 \pm 1.56
		3	1.05 \pm 0.30	7.2 \pm 1.9	6.13 \pm 1.21	26.30 \pm 5.23	255.89 \pm 31.91	58.28 \pm 8.66	22.62 \pm 1.21
		4	0.91 \pm 0.55	8 \pm 1.04	6.0 \pm 1.15	35 \pm 3.46	257.5 \pm 21.75	50.5 \pm 6.81	21.25 \pm 0.96
		5	0.91 \pm 0.13	7.02 \pm 1.5	5.8 \pm 1.01	24.2 \pm 4.02	272 \pm 15.08	61.6 \pm 4.52	22.4 \pm 0.50
		6	1.10 \pm 0.80	7.3 \pm 1.5	7.0 \pm 0.	30.5 \pm 0.53	297 \pm 2.14	68.5 \pm 0.53	24.5 \pm 0.53
<i>Cyprinus carpio</i> ^b	20	1	1.61 \pm 0.22	17.8 \pm 1.5	7.5 \pm 1.4	34.5 \pm 3.52	215.22 \pm 17.18	46.66 \pm 3.81	21.76 \pm 1.9
		2	1.87 \pm 0.13	24.1 \pm 5.1	9.09 \pm 0.66	33.7 \pm 4.71	183.79 \pm 13.74	48.48 \pm 3.44	26.19 \pm 0.58
		3	1.75 \pm 0.85	23.1 \pm 4.4	8.2 \pm 0.8	33.2 \pm 5.72	185.43 \pm 13.62	48.03 \pm 2.85	25.89 \pm 0.78
<i>Rhamdia quelen</i> ^c	10	1	1.84 \pm 0.09	26.15 \pm 4.08	9.48 \pm 0.66	39.60 \pm 0.98	219.49 \pm 12.31	52.37 \pm 4.22	23.83 \pm 1.26
		2	1.80 \pm 0.10	19.08 \pm 1.79	9.12 \pm 0.26	42.57 \pm 0.94	244.67 \pm 12.16	51.88 \pm 2.08	21.5 \pm 0.63
		4	1.78 \pm 0.12	17.87 \pm 2.24	9.67 \pm 0.40	43.28 \pm 0.61	258.69 \pm 19.35	56.7 \pm 3.53	22.29 \pm 0.74

^a Fallah et al. (2014) studied *Esox lucius* from age 1–6 years. Values expressed as mean \pm standard deviation

^b Baghizadeh and Khara (2015) provided a study of 60 *Cyprinus carpio* fish of three age groups. Values expressed as mean \pm standard deviation

^c Nascimento et al. (2016) provided a study of 80 *Rhamdia quelen* of three age groups. Values expressed as mean \pm standard deviation

Εικόνα 43: Τιμές αιματολογικών παραμέτρων βάση ηλικίας (*I. Ahmed, Q. M. Reshi, F. Fazio, 2019*)

8.4.3.: ΤΙΜΕΣ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΣΗ ΕΠΟΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

Table 3 Influence of season on hematological parameters of different fish species

Teleosts			Hematological parameters						
Species	n	Season	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Hb (g/dL)	Hct (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/dL)
<i>Alburnoides eichwaldii</i> ^a	15	Autumn	1.94 \pm 0.11	8.09 \pm 0.78	6.55 \pm 0.34	23.75–35.06	144.16 \pm 50.62	39.76 \pm 9.07	27.71 \pm 7.27
	30	Winter	1.53 \pm 0.36	6.28 \pm 0.08	6.02 \pm 0.41	30.75–32.66	231.45 \pm 61.63	40.65 \pm 12.75	19.06 \pm 2.13
	20	Spring	2.60 \pm 0.36	9.16 \pm 1.32	7.61 \pm 0.64	38–44.42	168.44 \pm 41.57	28.18 \pm 4.34	17.11 \pm 2.19
<i>Esox lucius</i> ^b	25	Summer	2.78 \pm 0.55	11.78 \pm 1.13	9.10 \pm 0.94	38.75–42.61	149.28 \pm 42	33.21 \pm 6.52	23.02 \pm 5.17
	40	Autumn	1.22 \pm 0.32	6.9 \pm 0.11	6.5 \pm 1.27	28.09 \pm 5.88	242.2 \pm 42.8	55.47 \pm 9.74	22.8 \pm 1.39
		Winter	1.16 \pm 0.30	7.6 \pm 0.17	6.6 \pm 1.07	28.33 \pm 5.62	251.3 \pm 39.3	57.67 \pm 10.35	22.8 \pm 1.16
Spring		1.06 \pm 0.22	7.0 \pm 0.13	5.9 \pm 1.08	24.92 \pm 4.07	245.08 \pm 28.7	55.96 \pm 6.88	22.4 \pm 1.12	
<i>Rutilus frisii kutum</i> ^c	21	Summer	1.06 \pm 0.31	7.7 \pm 0.17	6.0 \pm 1.12	25.85 \pm 5.63	245.9 \pm 28.7	56.85 \pm 6.90	28.8 \pm 1.49
		Autumn	1.14 \pm 0.03	2.20 \pm 0.02	10.66 \pm 0.34	53.76 \pm 2.08	466.25 \pm 7.40	93.14 \pm 1.98	20.02 \pm 0.43
		Winter	0.63 \pm 0.04	6.26 \pm 1.16	9.17 \pm 0.37	47.00 \pm 1.13	765.03 \pm 78.22	146.10 \pm 16.3	19.49 \pm 0.60
<i>Schizothorax niger</i> ^d	17	Spring	0.94 \pm 0.05	4.77 \pm 1.01	7.67 \pm 0.37	37.59 \pm 2.25	407.78 \pm 20.67	85.97 \pm 6.86	21.01 \pm 1.01
	12	Autumn	1.63 \pm 0.04	6.89 \pm 0.23	8.37 \pm 0.16	30.56 \pm 0.74	187.55 \pm 1.76	51.45 \pm 0.69	27.43 \pm 0.30
	12	Winter	1.24 \pm 0.03	4.68 \pm 0.23	7.10 \pm 0.16	24.29 \pm 0.62	194.52 \pm 1.97	57.13 \pm 0.60	29.25 \pm 0.26
	12	Spring	1.70 \pm 0.08	6.03 \pm 0.11	8.75 \pm 0.15	32.14 \pm 1.03	190.39 \pm 3.82	52.27 \pm 1.75	27.39 \pm 0.51
	12	Summer	2.28 \pm 0.09	9.46 \pm 0.30	9.82 \pm 0.17	39.07 \pm 1.07	172.12 \pm 3.03	43.49 \pm 1.24	25.21 \pm 0.34

^a Kohanestani et al. (2013) provide a study of 90 *Alburnoides eichwaldii* (34 males and 56 females). Values expressed as mean \pm standard deviation except for Hct which shows range values

^b Fallah et al. (2014) studied a total of 40 *Esox lucius* from age 1–6 years. Values expressed as mean \pm standard deviation

^c Bani and Vayghan (2011) studied 52 *Rutilus frisii kutum* in different seasons. Values expressed as mean \pm standard deviation

^d Ahmed and Sheikh (2017) studied 48 *Schizothorax niger* specimens (12 in each season). Values expressed as mean \pm standard deviation

Εικόνα 44: Τιμές αιματολογικών παραμέτρων βάση εποχής (*I. Ahmed, Q. M. Reshi, F. Fazio, 2019*)

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ahmed I. & Reshi Q. M. & Fazio F., (2019) The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological parameters in different fish species.
- [2] Comparative study of hematology of two teleost fish (*Mugil cephalus* and *Carassius auratus*) from different environments and feeding habits, (2017)
- [3] Hematology and Blood Chemistry for Fish Species, thefishsite.com
- [4] New Times (2019), Ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια: 120.500 τόνοι παραγωγής αξίας 545,6 εκατ. ευρώ .
- [5] Parker R (1995) Aquaculture Science. Delmar Thomson Learning, 2nd end, NY, USA, p. 1-26.
- [6] Study of some hematological and biochemical parameters of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry in western part of Mazandaran province, Iran Zorriehzahra M.J.1,2*, Hassan M.D2, Gholizadeh M.3 and Saidi A.A.
- [7] Αθανασοπούλου Φ., ΔΕΛΤΙΟΝ ΕΛΛ. ΚΤΗΝ. ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ (2001), Τα κυριότερα παρασιτικά νοσήματα των εκτρεφόμενων ελληνικών θαλάσσιων ψαριών.
- [8] Βεκτέση Δέσποινα (2006), Μεταβολές των αιματολογικών και βιοχημικών παραμέτρων στο λαβράκι (*Dicentrarchus labrax* L.) μετά την επίδραση δύο επιπέδων νιτρικών.
- [9] Γκούμας Γ. (2016), ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ
- [10] Ετήσια έκθεση Σ.Ε.Θ. (2020), Ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια.
- [11] Νέρου ΧΡ. Μ. (2010), Μελέτη της μορφολογίας των κυττάρων του περιφερικού αίματος σε εμπορεύσιμου μεγέθους λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*). "
- [12] Πάσχος Γ. (2004) Ιχθυοκαλλιέργειες εσωτερικών υδάτων, Β' έκδοση, Ιωάννινα.
- [13] Τζιρώνη Ευτυχία, Καρδίτσα (2010), "Μελέτη της μορφολογίας των κυττάρων του περιφερικού αίματος τσιπούρας (*Sparus aurata*)"
- [14] Χώτος Γ. (2015), ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΨΑΡΙΑ