

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины

Кафедра болезней мелких животных и птиц

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА
ПРУДОВЫХ РЫБ
В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИЯХ**

Учебно-методическое пособие для слушателей факультета
повышения квалификации и переподготовки кадров

Витебск
ВГАВМ
2019

УДК 639.331.7(07)
ББК 48.7
О62

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины»
от 20.11.2018 г. (протокол № 4)

Авторы:

доктор ветеринарных наук, профессор *В. А. Герасимчик*; старший преподаватель *А. Г. Кошнеров*; ассистент *А. А. Цариков*; аспирант *О. В. Низалидина*

Рецензенты:

директор ЛДУ «Витебская областная ветеринарная лаборатория» *И. А. Даровских*; старший научный сотрудник НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ, кандидат ветеринарных наук, доцент *А. В. Притыченко*

О62 **Определение гематологического статуса прудовых рыб в норме и при патологиях** : учеб. - метод. пособие для слушателей факультета повышения квалификации и переподготовки кадров / В. А. Герасимчик [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 40 с.

Пособие предназначено для слушателей факультета повышения квалификации и переподготовки кадров, ветврачей-ихтиопатологов, а также может быть использовано в качестве дополнительной литературы для студентов факультета ветеринарной медицины, обучающихся по специальности 1–74 03 02 «Ветеринарная медицина», аспирантов и магистрантов.

УДК 639.331.7(07)
ББК 48.7

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Список использованных сокращений	4
Введение	5
1. Морфологический состав крови рыб	6
2. Взятие крови у рыб	9
3. Приготовление и окраска мазков крови	11
4. Определение содержания гемоглобина в крови рыб	13
4.1. Колориметрический метод (по Сали)	13
4.2. Цианметгемоглобиновый метод	14
5. Исследование эритроцитов в крови рыб	15
5.1. Определение количества эритроцитов	15
5.2. Определение содержания незрелых эритроцитов	17
5.3. Определение гематокритного числа	17
5.4. Определение среднего содержания гемоглобина в эритроците	18
5.5. Определение цветового показателя	18
5.6. Определение среднего объема эритроцитов	19
5.7. Определение скорости оседания эритроцитов	19
6. Исследование лейкоцитов в крови рыб	20
6.1. Определение количества лейкоцитов	20
6.2. Выведение лейкограммы	21
7. Патологические изменения в крови рыб	22
8. Изменения в крови рыб при отдельных болезнях	24
Список использованной литературы	26
Приложения	29

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Нв	– гемоглобин
Б	– базофилы
БЛ	– бластные формы
ИИ	– интенсивность инвазии
Л	– лимфоциты
М	– моноциты
ММН	– метамиелоциты нейтрофильные
МН	– миелоциты нейтрофильные
ОЧН	– общее число нейтрофилов
ПБ	– псевдобазофилы
ПК	– пенистые клетки
ПМ	– промиелоциты
ПН	– палочкоядерные нейтрофилы
ПЭ	– псевдоэозинофилы
СГЭ	– содержание гемоглобина в эритроците
СН	– сегментоядерные нейтрофилы
СОЭ	– скорость оседания эритроцитов
х.ч.	– химически чистый
ЦП	– цветовой показатель
Э	– эозинофилы

ВВЕДЕНИЕ

Необходимым условием успешного ведения интенсивного рыбоводства и воспроизводства рыб является тщательный контроль их физиологического состояния.

Кровь представляет собой жидкую ткань организма, функционально тесно связанную со всеми тканями и клетками организма. Любая патология в тканях влияет на те или иные показатели крови и наоборот – изменения в составе или свойствах крови ведут к определенным изменениям в тканях.

Любые изменения состава крови, морфологические и химические, возникают как отражение происходящих в организме физиологических и патологических процессов.

Гематологические исследования используются при оценке физиологического состояния рыб, при диагностике болезней, лечении рыб, а также для прогнозирования исхода болезней.

При проведении гематологических исследований рыб используют методики, подобные тем, что применяются при изучении крови у теплокровных животных, с учетом ряда особенностей, связанных с клеточным составом и физико-химическими свойствами крови рыб (Давыдов и др., 2006). Так как количество лимфоцитов у рыб, в отличие от многих видов животных, больше, чем нейтрофилов, часто указывают на то, что она является «лимфоцитарной».

Очень важное диагностическое значение имеет точное знание морфологии и соотношения всех форменных элементов крови. При патологических состояниях в крови рыб регистрируются морфологически измененные клеточные элементы.

Кровь, как наиболее лабильная ткань, быстро реагирует на действие различных факторов. Поэтому для ранней диагностики болезней, в том числе и незаразных, наряду с паразитологическими, микробиологическими и вирусологическими исследованиями важное значение имеет гематологическое исследование.

В рыбоводстве при гематологическом исследовании принято определять такие показатели крови, как количество гемоглобина, количество эритроцитов, содержание незрелых эритроцитов, гематокритная величина, среднее содержание гемоглобина в эритроците, цветовой показатель, средний объем эритроцитов, скорость оседания эритроцитов, количество лейкоцитов, а также выводить лейкограмму.

1. МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ РЫБ

Кровь рыб состоит из жидкой части – плазмы – и взвешенных в ней форменных элементов (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты). Оставшаяся после свертывания крови и экстракции кровяного сгустка жидкая часть называется сывороткой.

Плазма крови, получаемая путем отстаивания (центрифугирования) стабилизированной крови, состоит примерно на 80% из воды, 18% белков и 2% остальных растворенных веществ (Ведемейер и др., 1985). Концентрация каждого компонента крови регулируется организмом рыбы и поддерживается в нормальном состоянии на определенном уровне. Диапазоны нормативного содержания того или иного компонента могут быть определены путем обследования большого количества клинически здоровых рыб. Они имеют огромное значение при диагностике болезней.

Клетки крови занимают от одной трети до половины объема крови рыб. Большая часть из них – **эритроциты**. Общий объем эритроцитов относительно всей массы крови составляет у хрящевых рыб 20–25%, у костных рыб – 19–38% (Коржуев, 1950). Эритроциты рыб имеют правильную эллипсоидную форму и, в отличие от млекопитающих, расположенное в центре ядро. Наличием ядра объясняется большая продолжительность жизни эритроцитов у рыб (у некоторых видов рыб – до полутора лет). На окрашенных мазках ядро выглядит в виде плотной структуры красно-фиолетового цвета. Широкий слой цитоплазмы окрашивается оксифильно. Эритроциты содержат гемоглобин. Количество гемоглобина у здоровых рыб зависит от темпа роста, условий обитания, сезона года и физиологического состояния организма.

Основные гематологические показатели отдельных рыб в норме представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Гематологические показатели отдельных видов рыб в норме

Показатели	Лосось	Форель	Щука	Линь	Лещ	Карась	Сазан	Окунь	Сом
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	1,3	1,2	1,4	1,8	1,7	1,6	2,6	1,5	1,4
Гемоглобин, г/л	98	100	79	89	96	89	97	91	70
Гематокрит, %	36,0	30,0	20,0	22,0	24,0	23,0	27,0	29,0	20,0
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	32,0	25,5	37,5	52,0	49,0	51,0	43,0	40,0	38,0
Лейкограмма, %:									
Общее число нейтрофилов	12,0	18,0	9,0	4,0	18,0	15,0	6,0	9,0	11,0
Палочкоядерные нейтрофилы	15,0	2,0	4,0	1,0	2,0	6,0	3,0	4,0	2,0
Лимфоциты	71,0	64,0	84,0	93,0	77,0	76,0	88,0	85,0	76,0
Моноциты	2,0	16,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0

Большое значение при гематологическом исследовании рыб имеет определение поперечного и продольного диаметров эритроцитов. Зная эти данные,

можно определить интенсивность эритропоеза у рыб, наличие кровепаразитов, разрушение эритроцитов при инфекциях и токсикозах.

У разных видов рыб количество эритроцитов различно и заметно меняется в зависимости от возраста, пола, сезона года, физиологического состояния организма, болезней и других причин.

Количество **лейкоцитов** у рыб различно и зависит от многих факторов (возраст, пол и др.). Основная функция лейкоцитов – защитная, т.е. они представляют собой составную часть иммунной системы рыб. Поэтому при инфекционных болезнях количество лейкоцитов увеличивается, что свидетельствует об усилении защитной реакции организма.

Лейкоциты костных рыб разделяются на клетки, содержащие специфическую зернистость, – гранулоциты (в цитоплазме обязательно наличие зернышек, или гранул) и незернистые – агранулоциты (в цитоплазме зерна отсутствуют). К зернистым лейкоцитам относят нейтрофилы, эозинофилы, базофилы, псевдобазофилы и псевдоэозинофилы. К незернистым – лимфоциты и моноциты.

При микроскопии мазков крови, окрашенных специальными основными и кислыми красками по методу Май-Грюнвальда с докраской по Романовскому, все перечисленные формы лейкоцитов различаются по строению ядра и цитоплазмы у разных видов рыб. При этом ядро имеет красно-фиолетовый цвет, а цитоплазма – голубой, розовый или розовато-фиолетовый в зависимости от того, какую краску адсорбируют гранулы цитоплазмы: кислую (розовый) или щелочную (голубой). Розовато-фиолетовый цвет свидетельствует о поглощении и той, и другой краски. Комбинация обоих методов (способ Паппенгейма) дает наилучшие результаты.

Лейкоциты рыб в основном представлены лимфоцитами (на долю лимфоцитов приходится 55–99% клеток от общего количества лейкоцитов).

Лимфоциты – округлые, нередко амебовидной формы, с занимающим большую часть объема клетки крупным красно-фиолетовым ядром. Цитоплазма резко базофильная, бесструктурная, расположенная в виде ободка вокруг ядра, имеет небольшие выросты по периферии клетки. Часто встречаются голоядерные формы. Лимфоциты у рыб представлены преимущественно Т- и В-клетками.

Потомками В-лимфоцитов являются **плазматические клетки**, продуцирующие иммуноглобулины. Плазматические клетки (плазмоциты) встречаются у рыб крайне редко, что свидетельствует о низкой степени развития гуморального иммунитета. Плазмоциты имеют более крупный размер, чем другие лимфоидные клетки. Широкий слой цитоплазмы резко базофильный. Ядро не расчленено, хроматин имеет округлую форму. Перинуклеарное пространство хорошо выражено.

Моноциты несколько больше по размерам, чем лимфоциты, имеют округлую форму, красновато-фиолетовое ядро. Цитоплазма у них дымчатая, иногда наблюдается базофильная зернистость и вакуоли. На ранних стадиях развития просматривается одно или несколько ядрышек. После созревания эти клетки

мигрируют в печень, селезенку, кишечник, органы дыхания и считаются оседлыми.

Нейтрофилы имеют красно-фиолетовое ядро, которое может быть округлым, зазубренным или рассеченным, многолопастным в зависимости от вида рыб. Цитоплазма почти бесцветная, специфическая зернистость мелкая, серовато-розовая, отчетливо видна лишь с применением фазово-контрастной микроскопии.

Псевдобазофилы имеют плотное, красно-фиолетовое ядро, расположенное ацентрично. В цитоплазме слабо базофильная зернистость красно-фиолетового цвета.

Псевдоэозинофилы – клетки округлой формы с плотным красно-фиолетовым бобовидным ядром. Цитоплазма имеет розоватую зернистость.

Тромбоциты представляют собой мелкие клетки эллипсоидной, овальной, амебовидной, округлой формы с плотным красно-фиолетовым ядром и серо-розовой цитоплазмой. В тромбоцитах карповых отмечена метахроматическая зернистость разной формы (Spillman, 1966).

Клетки крови у разных видов рыб имеют свои морфологические особенности (приложение А). У *радужной форели* среди гранулоцитов преобладают нейтрофилы. Зрелые клетки имеют плотное расчлененное на две или три доли красно-фиолетовое ядро, бледно-сиреневую цитоплазму без зернистости. Эозинофилы имеют выраженную очерченную ацидофильную зернистость. Ядро слабоокрашено красно-фиолетового цвета округлой формы. Базофилы имеют выраженную красно-фиолетовую зернистость. Почти бесцветное ядро не рассечено. Клетки моноцитоидного типа единичны, имеют груботяжистое красно-фиолетовое ядро и широкий слой дымчатой цитоплазмы. Лимфоциты округлой или амебовидной формы с крупным красно-фиолетовым ядром и узким слоем базофильной цитоплазмы. Лимфобласты крупнее лимфоцитов, имеют большое красно-фиолетовое ядро с ядрышками. Тромбоциты веретенообразной формы имеют плотное красно-фиолетовое ядро, обрамленное слоем грязно-розовой цитоплазмы (Иванова, 1995).

У *карпа* и *сазана* нейтрофилы имеют едва заметную серо-розовую зернистость и бесцветную цитоплазму. У зрелого нейтрофила ядро слабо рассечено, красно-фиолетового цвета. Нейтрофилы встречаются в крови в течение всего года и представлены всеми формами их онтогенеза. У псевдоэозинофилов ядро округлой или овальной формы. У эозинофилов ядро плотное, овальное или округлое, цитоплазма заполнена плотно лежащими зеленовато-оранжевыми гранулами. Встречаются эпизодически, как и псевдобазофилы, которые имеют красно-фиолетовые гранулы в виде крупных хлопьев на фоне слабо окрашенной цитоплазмы (Головина, Тромбицкий, 1989).

Форменные элементы *растительных рыб* (*белого* и *пестрого толстолобиков*, а также *белого амура*) очень похожи. Гранулоциты представлены нейтрофилами, псевдоэозинофилами, псевдобазофилами и зернистыми лейкоцитами с абсолютной ацидофилией. Из незрелых лейкоцитов встречаются лимфоциты и моноциты. Также встречаются клетки с вакуолизированной цитоплазмой.

У осетровых рыб морфология клеток крови почти одинакова. Зернистые лейкоциты представлены миелобластами, промиелоцитами, миелоцитами, метамиелоцитами, палочкоядерными и сегментоядерными гранулоцитами. По способу окраски гранул подразделяются на нейтрофильные и эозинофильные элементы. Нейтрофилы на конечной стадии развития имеют резко рассеченное красно-фиолетовое ядро, гранулы мелкие слабо выраженного сероватозернистого оттенка. Встречаются клетки с вакуолизированной цитоплазмой.

Соотношение разных форм лейкоцитов, выраженное в процентах, называется **лейкограммой**. В норме у различных видов рыб лейкограмма разная и изменяется в зависимости от физиологического состояния рыбы, характера питания, активности движения, солености воды, возраста и пола. При заболеваниях процентное соотношение отдельных форм лейкоцитов изменяется.

Основные морфологические показатели крови рыб в норме представлены в приложении Б.

2. ВЗЯТИЕ КРОВИ У РЫБ

Оборудование и реактивы

Шприц с инъекционными иглами (стерильные), пастеровские пипетки (стерильные), часовое стекло, пробирки, скальпель, ножницы, 5%-ный раствор натрия цитрата, 0,2%-ный раствор гепарина (5000 ЕД/мл), спирт этиловый 70%-ный, пропаксат, хиналдин, серный эфир, марля, вата.

Методика взятия крови

Кровь берут у голодной рыбы, выдержанной в хорошо аэрированной воде в течение 5-10 мин. после отлова. Если это невозможно, то пойманную рыбу следует сразу помещать в ведро с водой из водоема, содержащей релаксирующую концентрацию одного из анестетиков: пропаксат (0,6-0,8 мг/л), хиналдин (25-30 мг/л), серный эфир (1,0-1,5%) и др. Вода, в которой находится анестезированная рыба, должна постоянно аэрироваться.

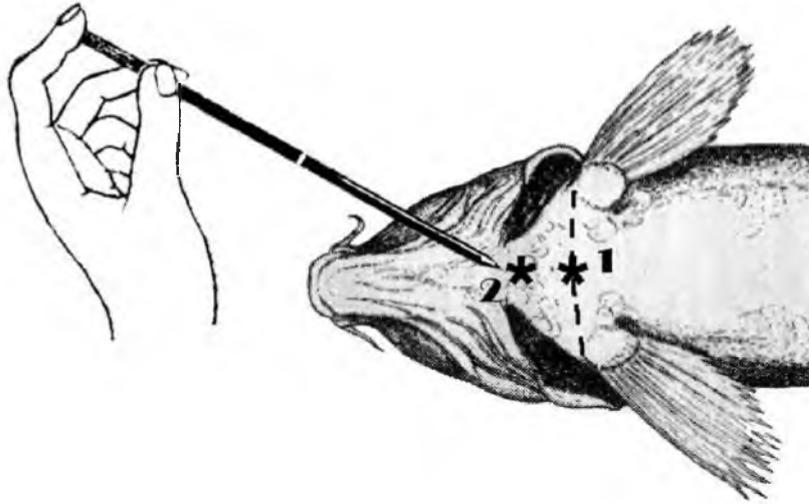
Для взятия крови используют шприц с инъекционной иглой либо пастеровскую пипетку. Инструменты предварительно обрабатывают водным раствором антикоагулянтов: 5%-ным цитрата натрия или 0,2%-ным гепарина.

Место пункции после снятия чешуи обрабатывают 70%-ным спиртом и высушивают ватным тампоном для удаления слизи. Место взятия крови нельзя сжимать во избежание попадания тканевой жидкости, искажающей результаты. Повторно брать кровь из одного и того же места не рекомендуется.

Анализируемая кровь должна быть свежей, жидкой. Во избежание разрушения эритроцитов (гемолиза) кровь берут в подготовленные пробирки (или часовое стекло), сливая осторожно по стенке.

В зависимости от размера объекта и необходимого количества кровь берут несколькими способами: из сердца, хвостовой артерии, жаберных вен, или путем отсечения хвоста.

При взятии крови **из сердца** (рисунок 1) место укола находится в середине отрезка, соединяющего основание грудных плавников (у форели), и чуть выше этой точки – у карповых рыб. Иглу вводят в место укола под углом 45° относительно фронтальной плоскости.



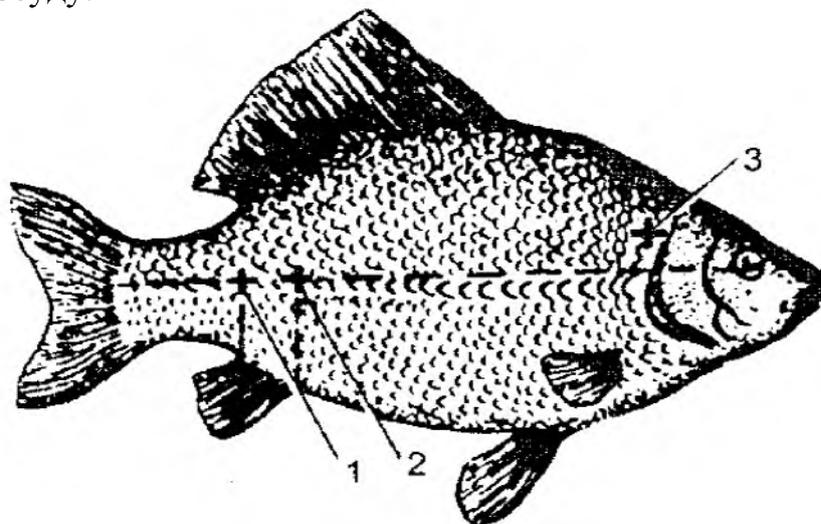
1 – у форели; 2 – у карпа

Рисунок 1 – Взятие крови из сердца [7]

При взятии крови **из хвостовой артерии** (рисунок 2) место укола находится в точке, образованной при условном пересечении средней линии и линии, идущей перпендикулярно от анального отверстия у сеголетков, и от заднего края анального плавника – у карповых рыб старшего возраста.

При взятии крови **из жаберных вен** (рисунок 2) предварительно удаляют жаберную крышку и вводят инъекционную иглу в вену у основания одной из жаберных дуг.

При взятии крови **из культи хвоста** срезают спинной и анальный плавники, удаляют чешую, слизь, протирают кожу спиртом, затем отсекают хвостовой стебель по медиальной линии позади анального плавника и собирают кровь в стерильную посуду.



1 – из хвостовой артерии у рыб старше 1 года; 2 – из хвостовой артерии у сеголетков;
3 – из жаберных вен

Рисунок 2 – Места взятия крови у карпа [7]

3. ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ОКРАСКА МАЗКОВ КРОВИ

Оборудование и реактивы

Предметные стекла, шлифованное стекло для изготовления мазка, краска Май-Грюнвальда, рабочий раствор краски азур-эозина (по Романовскому), дистиллированная вода (рН 6,8-7,1), нейтрализованная фосфатным буфером.

Подготовка предметных стекол

Стекла кипятят в 1%-ном растворе двууглекислой соды в течение 10 мин., охлаждают и промывают водопроводной, а затем дистиллированной водой в течение 5 мин. Стекла помещают в слегка подкисленный соляной кислотой раствор дистиллированной воды на 2-3 мин., затем дважды промывают дистиллированной водой, высушивают на воздухе или в сушильном шкафу.

Чистые стекла хранят в смеси спирта и эфира (1:1) в банке с притертой пробкой. Высушивают их непосредственно перед употреблением чистой салфеткой или фильтровальной бумагой. Стекла извлекают из банки пинцетом (нельзя извлекать голыми руками). Исцарапанные и плохо обезжиренные стекла к употреблению непригодны.

Приготовление рабочих растворов

Буферный раствор:

- однозамещенный фосфорнокислый калий или натрий (1,7 г соли на 100 мл дистиллированной воды) – *раствор А*;
- двухзамещенный фосфорнокислый калий или натрий (1,7 г соли на 100 мл дистиллированной воды) – *раствор Б*.

Растворы могут храниться в холодильнике в течение 5 дней. Для получения раствора с рН 6,8–7,2 необходимо смешать 1 часть раствора А и 2 части раствора Б: 10 мл раствора А и 20 мл раствора Б на 1 литр дистиллированной воды.

Стандартный раствор Гимзы (азур-эозина):

- азур-1 – 3,772 г;
- эозин – 2,165 г;
- метиленовый синий (медицинский) – 1,563 г;
- метанол (чистый) – 750,0 мл;
- глицерин (чистый) – 256,0 мл.

Рабочий раствор для окраски по методу Гимзы:

- стандартный раствор Гимзы – 5 мл;
- дистиллированная вода (с рН 6,8–7,2) – 20 мл.

Раствор для окраски по методу Паппенгейма:

- фиксатор Май-Грюнвальда: 250 мг порошка Май-Грюнвальда + 100 мл метилового спирта (раствор подогревают при температуре +70°C на водяной бане до полного растворения порошка, фильтруют и хранят в бутылке с притертой пробкой);

- рабочий раствор готовой краски Романовского-Гимзы (1 мл краски + 4 мл дистиллированной воды с рН 6,8). Готовая краска Романовского-Гимзы перед приготовлением рабочего раствора фильтруется.

Раствор для окраски по модифицированному методу Паппенгейма:

- 0,3%-ный раствор красителя Май-Грюнвальда (300 мг порошка красителя растворяют в 100 мл метилового спирта. Раствор созревает 3 дня в темном месте);
- азур-II (азур-I + метиленовый синий) (1,0 г растворяют в 1000 мл кипящей воды);
- эозин (1,0 г эозина калия или 0,5 г эозина натрия растворяют в 1000 мл кипящей воды).

Методика приготовления и окрашивания мазков

Приготовление мазков. Кровь после взятия наносят в виде небольшой капли на заранее подготовленное обезжиренное предметное стекло, на расстоянии 1,5-2,0 см от его шлифованного края. Большим и указательным пальцами правой руки берут шлифованное стекло за боковые ребра, ставят на предметное стекло под углом 45° и подвигают тыльной стороной к капле, которая от соприкосновения растекается. Скользящим движением продвигают шлифованное стекло вперед (рисунок 3). Кровь должна равномерно распределяться по предметному стеклу в виде мазка.

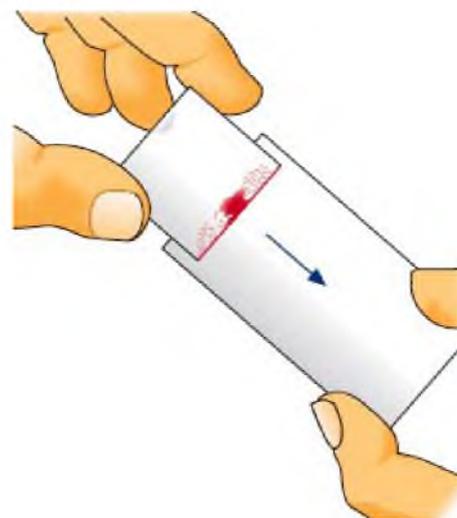


Рисунок 3 – Приготовление мазка крови [7]

От каждой рыбы готовят не менее 2 мазков. После приготовления мазка его высушивают на воздухе в течение 10-15 мин.

Фиксация мазков. Неокрашенные мазки необходимо фиксировать. Нефиксированные мазки при хранении быстро теряют способность воспринимать краску и становятся непригодными.

Наиболее надежным фиксатором является метиловый спирт, в котором мазки выдерживают 3-5 мин. Можно использовать для фиксации также этиловый спирт – 20-30 мин., этиловый спирт и эфир поровну – 10-30 мин., денатурированный спирт – 30 мин., ацетон – 5 мин., ацетон и метиловый спирт поровну – 5 мин.

Мазки крови помещают в специальные штативы и сосуды, заливают одним из вышеупомянутых фиксаторов так, чтобы они покрылись жидкостью полностью. Следят за тем, чтобы препараты не соприкасались мазками друг с другом.

Окраска мазков.

Схема окраски по методу Гимзы:

- высушенные мазки фиксируют в метиловом спирте в течение 3 мин.;
- выдерживают в рабочем растворе в течение 30 мин.;

- промывают водой и высушивают.

Схема окраски по методу Романовского-Гимзы:

- высушенные мазки фиксируют в метиловом спирте в течение 5 мин.;
- выдерживают в рабочем растворе готовой краски Романовского-Гимзы в течение 5-7 мин.;

- промывают водой и высушивают.

Схема окраски по методу Паппенгейма:

- перед окраской предварительной фиксации мазков не требуется;
- на подсохшие на воздухе мазки наливают краску-фиксатор Май-Грюнвальда и выдерживают в течение 3 мин.;
- не сливая краски, к ней добавляют такое же количество дистиллированной воды и выдерживают в течение 1 мин.;
- краску с мазка сливают и, не ополаскивая мазок, наливают рабочий раствор готовой краски Романовского-Гимзы и выдерживают в течение 5-15 мин.;
- мазки промывают водой и высушивают на воздухе, установленными вертикально в специально изготовленной сушилке.

Схема окраски по модифицированному методу Паппенгейма:

- высушенные мазки фиксируют в метиловом спирте в течение 3 мин.;
- окрашивают 0,3%-ным раствором Май-Грюнвальда, на 1 часть которого добавлено 4 части фосфатного буфера в течение 10 мин.;
- докрашивают азур-эозином (1 часть раствора азура + 1 часть раствора эозина + 5 частей фосфатного буфера) в течение 20 мин.;
- смывают краситель водой и высушивают на воздухе.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЕМОГЛОБИНА В КРОВИ РЫБ

Гемоглобин – это дыхательный пигмент, содержащийся в эритроцитах. Определять содержание гемоглобина можно 2 способами: по Сали и цианметгемоглобиновым методом.

Наиболее распространенным и простым является метод определения гемоглобина по Сали. Однако он дает ряд объективных (постепенное усиление окраски) и субъективных (визуальное сравнение цвета) ошибок. Цианметгемоглобиновый метод является наиболее точным.

4.1. Колориметрический метод (по Сали)

Метод основан на сравнении интенсивности окраски исследуемого раствора с интенсивностью окраски стандартного раствора. Гемоглобин крови под действием соляной кислоты превращается в солянокислый гематин, окрашивающий раствор в коричневый цвет.

Оборудование и реактивы. Гемометр Сали (рисунок 4), капилляр от гемометра Сали, глазная пипетка, стеклянная палочка, 0,1 н. раствор соляной кислоты (на 1 л дистиллированной воды добавляют 8,2 мл соляной кислоты х.ч. с удельным весом 1,19), дистиллированная вода.

Методика определения. В градуированную пробирку гемометра Сали до метки «2» наливают 0,1 н. раствор соляной кислоты. Затем в пробирку с помощью капилляра от гемометра Сали вносят 20 мкл исследуемой крови, осторожно промывая капилляр несколько раз в верхнем слое жидкости. Полученную смесь перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на 10 мин.

По истечении этого времени в пробирку по каплям доливают дистиллированную воду до тех пор, пока интенсивность ее окраски не совпадет с интенсивностью окраски стандартного раствора.

Учет результатов. Количество гемоглобина отсчитывают по нижнему мениску рабочего раствора на градуированной пробирке (показатели в г% выражают в г/л), 1 г% равен 10 г/л.

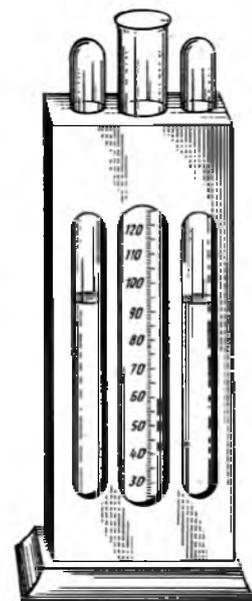


Рисунок 4 – Гемометр Сали
[<https://studfiles.net>]

4.2. Цианметгемоглобиновый метод

Метод основан на окислении гемоглобина железосинеродистым калием в метгемоглобин, образующий с ацетонциангидрином окрашенный гемиглобинцианид, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию гемоглобина.

Оборудование и реактивы. Фотоэлектроколориметр или спектрофотометр с зеленым светофильтром и кюветами толщиной 1 см, химические пробирки с пробками, автоматический пипет-дозатор с регулируемым объемом (или капилляр от гемометра Сали, градуированная пипетка на 5 мл), трансформирующий раствор (натрий углекислый кислый – 2,0 г, калий железосинеродистый – 0,4 г, ацетонциангидрин – 1 мл, дистиллированная вода – до 2 л), калибровочный (стандартный) раствор (концентрация указывается на ампуле).

Методика определения. Сначала содержимое флакона с калибровочным (стандартным) раствором выливают в кювету с толщиной 1 см, которую помещают в фотоэлектроколориметр, и измеряют оптическую плотность калибровочного (стандартного) раствора ($E_{ст}$), используя зеленый светофильтр (длина волны 540 нм), относительно трансформирующего раствора.

Затем мерной пипеткой в пробирку наливают 5 мл трансформирующего раствора и добавляют 0,02 мл крови. Содержимое пробирки хорошо перемешивают и через 10 мин. измеряют оптическую плотность раствора ($E_{пр}$) на фотоэлектроколориметре, используя зеленый светофильтр (длина волны 540 нм), относительно трансформирующего раствора.

Учет результатов. Расчет концентрации гемоглобина проводят по формуле:

$$Hb = C_{cm} \times \frac{E_{np}}{E_{cm}}, \quad (1)$$

где Hb – содержание гемоглобина (г/л);
 C_{cm} – концентрация гемоглобина в калибровочном (стандартном) растворе;
 E_{np} – оптическая плотность (экстинкция) пробы;
 E_{cm} – оптическая плотность (экстинкция) калибровочного (стандартного) раствора.

5. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ В КРОВИ РЫБ

5.1. Определение количества эритроцитов

Количество эритроцитов в крови определяют с помощью камерного метода (в счетной камере) или фотоэлектроколориметрическим методом.

Определение количества эритроцитов в счетной камере

Оборудование и реактивы. Химические пробирки с пробками, автоматические пипет-дозаторы с регулируемым объемом (или градуированная пипетка на 5 мл, капилляр от гемометра Сали), счетная камера с сеткой Горяева, микроскоп, разбавитель (0,85%-ный или 3%-ный раствор натрия хлорида, или 5%-ный раствор натрия цитрата).

Методика определения. Автоматическим пипет-дозатором в химическую пробирку наливают 4 мл разбавителя и добавляют 0,02 мл крови.

При отсутствии пипет-дозаторов градуированной пипеткой в химическую пробирку наливают 4 мл разбавителя. В капилляр от гемометра Сали набирают кровь до метки 20 (0,02 мл) и выдувают в пробирку, осторожно промывая капилляр несколько раз в верхнем слое жидкости.

Содержимое пробирки перемешивают (получается разведение 1:200).

Покровное стекло притирают к счетной камере до появления радужных (ньютонских) колец.

Перед заполнением камеры содержимое пробирки несколько раз перемешивают и капилляром от гемометра Сали заполняют счетную камеру (рисунк 5) 1-2 каплями.

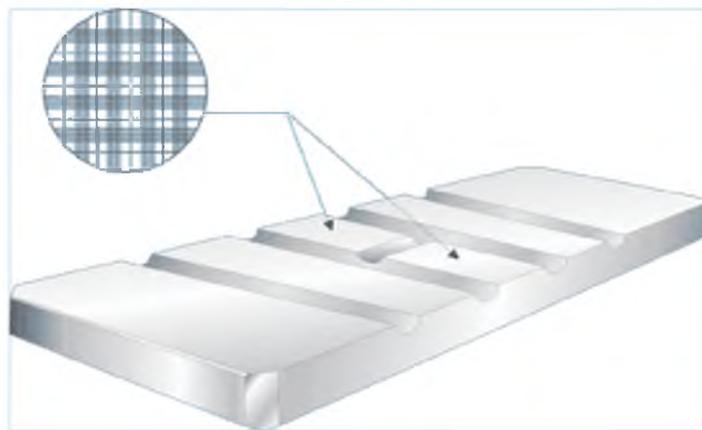


Рисунок 5 – Счетная камера с сеткой Горяева [7]

После заполнения камеру оставляют на 1-2 мин. в покое для оседания форменных элементов крови, а затем помещают ее под микроскоп.

Учет результатов. Через 1-2 мин. начинают подсчет количества эритроцитов под малым увеличением микроскопа в 5 больших квадратах, расположенных по диагонали, каждый из которых разделен на 16 маленьких.

Подсчитывают эритроциты, лежащие внутри маленького квадрата, и те, которые находятся на левой и верхней его границах.

Количество эритроцитов в 1 л крови определяют по формуле:

$$X = A \times \frac{4000 \times 200(100)}{80} = A \times 10000(5000), \quad (2)$$

где X – содержание эритроцитов в 1 мм^3 крови;

A – количество эритроцитов, подсчитанных в 5 больших квадратах;

$1/4000 \text{ мм}$ – объем одного маленького квадрата;

200 или 100 – разбавление крови;

80 – количество маленьких квадратов.

Для подсчета эритроцитов в 1 л результат необходимо умножить на 10^{12} .

Определение количества эритроцитов фотоэлектроколориметрическим методом

Метод не трудоемок и удобен для серийной работы, однако недостатком его является зависимость результата не только от количества эритроцитов, но и от их размера, а также от концентрации гемоглобина.

Оборудование и реактивы. Фотоэлектроколориметр или спектрофотометр с красным светофильтром и кюветами толщиной 3 мм, пробирки, 3%-ный раствор хлористого натрия, автоматический пипет-дозатор с регулируемым объемом (или капиллярная пипетка от гемометра Сали).

Методика определения. В пипет-дозатор набирают кровь в количестве 0,02 мл, обтирают кончик насадки ваткой и, опустив его в жидкость Тюрка, выдувают в пробирку с 4 мл 3%-ного раствора хлористого натрия.

При отсутствии пипет-дозаторов кровь набирают в капилляр от гемометра Сали до метки 20 (0,02 мл), обтерев кончик капилляра ваткой и опустив его в жидкость Тюрка, выдувают в пробирку с 4 мл 3%-ного раствора хлористого натрия, осторожно промывая капилляр несколько раз.

Содержимое пробирки хорошо перемешивают и через 30-40 мин. рабочий и контрольный (3%-ный раствор хлористого натрия) растворы наливают в кюветы 3 мм и, используя красный светофильтр (при длине волны 750 нм), проводят измерения на фотоэлектроколориметре.

Учет результатов. Количество эритроцитов вычисляют по специальной таблице, которую предварительно выводят опытным путем на основании построения калибровочной кривой (сравнивают с камерным методом).

5.2. Определение содержания незрелых эритроцитов

По соотношению молодых и зрелых форм эритроцитов оценивают активность эритропоэза. Соотношение эритроцитов выражают в процентах.

Оборудование и реактивы. Микроскоп, окрашенные мазки крови, иммерсионное масло.

Ход определения и учет результатов. Под микроскопом на мазке крови просматривают не менее 1000 эритроцитов при увеличении в 1000 раз.

Родоначальными клетками красного ряда являются *эритробласты*. Это клетки округлой формы с резко базофильной (ярко-синей) гомогенной цитоплазмой. Крупное красно-фиолетовое ядро расположено в центре и содержит четко контурированные зерна хроматина клетки. В ядре имеются ядрышки, вокруг ядра – перинуклеарное пространство.

Следующей стадией созревания являются *базофильные нормобласты*. Это клетки округлой формы. Цитоплазма окрашена в синий цвет, но слабее, чем у эритробластов. Резко очерченные, пятнистые ядра красно-фиолетового цвета расположены в центре.

Полихроматофильные нормобласты овальной формы. В связи с тем, что в цитоплазме этих клеток появляется гемоглобин, она окрашивается в грязно-розовый цвет. Хроматин ядра группируется, и его контуры приобретают отчетливую колесовидную форму и структуру.

Оксифильные нормобласты – клетки овальной формы с гомогенной оранжевой цитоплазмой. Округлое красно-фиолетовое ядро с характерным резко контурированным рисунком хроматина и ахроматина расположено в центре клетки. Эритроциты отличаются от своей предыдущей стадии лишь характерной эллипсоидной формой.

Клетки идентифицируют, используя «Атлас клеток крови рыб» (Иванова, 1983) или другой и выводят процент различных стадий созревания эритроцитов по формуле:

$$X = \frac{n}{1000} \times 100 = 0,1 \times n, \quad (3)$$

где X – относительное содержание незрелых эритроцитов (%);

n – количество незрелых эритроцитов, встречающихся при подсчете 1000 эритроцитов (шт).

5.3. Определение гематокритного числа

Гематокритное число – это отношение объема эритроцитов к общему объему крови, выраженное в %.

Гематокритное число дает представление о процентном соотношении между плазмой и форменными элементами крови.

Оборудование и реактивы. Капилляры, центрифуга, растворы антикоагулянтов: раствор гепарина (5000 ЕД/мл), или раствор Геллера и Пауля (на 100 мл

воды берут щавелевокислый аммоний – 1,2 г, щавелевокислый калий – 0,8 г), или 5%-ный раствор лимоннокислого натрия.

Методика определения. Капилляры предварительно обрабатывают одним из растворов антикоагулянта (несколько раз споласкивают капилляры раствором гепарина и высушивают при комнатной температуре или в капилляры насаживают на 1/10 часть раствора Геллера и Пауля и высушивают в сушильном шкафу при температуре +60°C).

В подготовленные таким образом капилляры набирают кровь.

Конец капилляра закупоривают с помощью замазки (пластилина, мыла) и центрифугируют до получения постоянного объема эритроцитов. В качестве стандартного условия для получения надежных гематокритных данных принимается центрифугирование при 3000 об./мин. в течение 30 мин. При соблюдении этого условия между эритроцитами не остается жидкости, но она и не выпадает из них.

Учет результатов. Объем эритроцитов и плазмы отсчитывают при помощи миллиметровой линейки.

Процентное отношение столба эритроцитов к высоте всего столба крови является гематокритной величиной.

5.4. Определение среднего содержания гемоглобина в эритроците

Среднее содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ) определяют расчетным методом по формуле:

$$СГЭ = \frac{Hb}{E}, \quad (4)$$

где СГЭ – среднее содержание гемоглобина в эритроците (10^{-12} г);
Hb – содержание гемоглобина (г/л);
E – количество эритроцитов (10^{12} /л).

5.5. Определение цветового показателя

Цветовой показатель (ЦП) – величина, которая отражает содержание гемоглобина в эритроцитах по отношению к норме.

Цветовой показатель определяют расчетным методом по формуле:

$$ЦП = \frac{n_1 \times Hb_2}{n_2 \times Hb_1}, \quad (5)$$

где ЦП – цветовой показатель;
 n_1 – количество эритроцитов в норме (10^{12} /л);
 n_2 – количество эритроцитов в конкретном случае (10^{12} /л);
 Hb_1 – содержание гемоглобина в норме (г/л);
 Hb_2 – содержание гемоглобина в конкретном случае (г/л).

5.6. Определение среднего объема эритроцитов

Для выяснения наличия микро- и макроцитозов наряду с непосредственным измерением размеров эритроцитов на мазках удобнее вычислять средний объем эритроцитов косвенно, расчетным методом.

Средний объем эритроцитов определяют по формуле:

$$V_{cp} = \frac{ГЧ \times 10}{n}, \quad (6)$$

где V_{cp} – средний объем эритроцитов (мкм^3);

$ГЧ$ – гематокритное число (%);

n – количество эритроцитов ($10^{12}/\text{л}$).

5.7. Определение скорости оседания эритроцитов

Кровь, тем или иным способом сохраненная от свертывания, при стоянии разделяется на 2 слоя: нижний, состоящий из осевших на дно эритроцитов и других форменных элементов, и верхний – из прозрачной плазмы.

Оседание эритроцитов – это свойство эритроцитов оседать при сохранении крови в несвертывающемся состоянии. Вначале оседают не связанные между собой элементы, затем происходит их агломерация – соединение в группы, которые вследствие большей силы тяжести оседают быстрее. Процессу агломерации способствуют белковые компоненты плазмы (глобулины, фибриноген) и мукополисахариды. Поэтому процессы, приводящие к увеличению в крови вышеуказанных компонентов, сопровождаются ускорением оседания эритроцитов.

В зависимости от физических и химических свойств крови эритроциты оседают в капиллярах с различной скоростью.

Скорость оседания эритроцитов определяется по методу Панченкова и выражается в мм/ч.

Оборудование и реактивы. Часовое стекло, аппарат Панченкова (рисунок 6), состоящий из штатива и специальных капилляров, на которых нанесена миллиметровая шкала длиной 10 см, верхнее деление шкалы отмечено «0» и «К» (кровь), против деления 50 имеется метка «Р» (раствор), 5%-ный раствор трехзамещенного лимоннокислого натрия.

Ход определения. Промывают капиллярную пипетку раствором лимоннокислого натрия, затем набирают этот раствор до метки «Р» и выливают его на часовое стекло.

Тем же капилляром набирают кровь 2



Рисунок 6 – Аппарат Панченкова
[<https://megaobuchalka.ru>]

раза до метки «К» и спускают в часовое стекло.

Тщательно перемешав, смесь набирают в капилляр до метки «К» и ставят вертикально в штатив между двумя резиновыми прокладками, чтобы кровь не вытекла, на 1 ч.

По истечении этого времени определяют скорость оседания эритроцитов.

Учет результатов. Величину столбика плазмы, освободившегося от эритроцитов, учитывают по делениям на капиллярной пипетке.

6. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕЙКОЦИТОВ В КРОВИ РЫБ

6.2. Определение количества лейкоцитов

Количество лейкоцитов в крови определяют с помощью камерного метода (в счетной камере).

Оборудование и реактивы. Микроскопы, счетные камеры Горяева, покровные стекла, 1%-ный раствор уксусной кислоты, подкрашенной метиленовой синькой (жидкость Тюрка), пробирки с резиновыми пробками, автоматический пипет-дозатор с регулируемым объемом (или пипетки на 1,0 мл), спирт, вата, эфир.

Методика определения. Для подсчета лейкоцитов пипеткой отмеряют в пробирку 0,4 мл жидкости Тюрка.

В пипет-дозатор набирают кровь в количестве 0,02 мл, обтирают кончик насадки ваткой и, опустив его в жидкость Тюрка, выдувают в пробирку с 4 мл 3%-ного раствора хлористого натрия.

При отсутствии пипет-дозаторов в капилляр от гемометра Сали набирают кровь до отметки (0,02 мл), обтерев кончик капилляра ваткой и опустив его в жидкость Тюрка, медленно выдувают и этим же раствором дважды промывают капилляр.

Пробирку закрывают резиновой пробкой, и содержимое тщательно перемешивают. Уксусная кислота разрушает оболочки эритроцитов и лейкоцитов, а метиленовая синька окрашивает ядра лейкоцитов в синий цвет.

Учет результатов. Подсчет лейкоцитов ведут в счетной камере Горяева под малым увеличением микроскопа в 100 неразграфленных больших квадратах. Большой квадрат равен 16 малым, что соответствует $100 \times 16 = 1600$ малым квадратам.

Последовательность рабочих операций та же, что и при подсчете эритроцитов.

Подсчет лейкоцитов в 1 мм^3 крови ведут по формуле:

$$X = A \times \frac{4000 \times 20}{1600} = A \times 50, \quad (7)$$

где A – количество лейкоцитов, подсчитанных в 100 больших квадратах;

$1/4000 \text{ мм}^3$ – объем одного маленького квадрата;

20 – разведение крови;

1600 – количество малых квадратов.

Для подсчета лейкоцитов в 1 л результат необходимо умножить на 10^9 .

6.2. Выведение лейкограммы

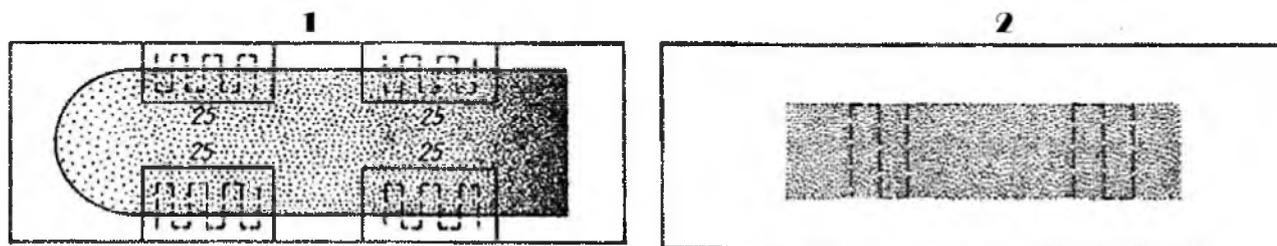
Для характеристики лейкоцитозов и лейкопений, возникающих у рыб при различных заболеваниях, используют дифференциальный подсчет лейкоцитов, то есть выводят лейкограмму. Количество различных групп лейкоцитов выражают в процентах.

Лейкоцитарный состав у рыб представлен нейтрофилами, эозинофилами и псевдоэозинофилами, базофилами и псевдобазофилами, относящимися к гранулоцитам; лимфоцитами и моноцитами, относящимися к агранулоцитам, а также бластными формами.

Оборудование и реактивы. Микроскоп, счетчик для подсчета форменных элементов крови, окрашенные мазки крови (см. п. 3), иммерсионное масло.

Методика определения. Для определения лейкограммы подсчитывают 100 или 200 лейкоцитов в мазке под увеличением микроскопа в 1000 раз (объектив $\times 100$, окуляр $\times 10$). На край мазка помещают каплю иммерсионного масла.

Подсчет лейкоцитов ведут только в тонкой части мазка, где эритроциты лежат одиночно, а не сложены в «монетные столбики». Если мазок широкий, то исследуют его в 4 местах, если узкий – в 2 (в начале и в конце) (рисунок 7). Подсчет лейкоцитов ведут, отступив 2-3 поля зрения от края мазка, по зигзагу (по линии «Меандра»). Это необходимо для получения более точных результатов подсчета каждого вида лейкоцитов, т. к. они распределяются по поверхности мазка неравномерно, а именно: более тяжелые базофилы, эозинофилы и моноциты находятся ближе к краям, а более легкие лимфоциты – ближе к центру. Такое движение продолжают до тех пор, пока не будет сосчитана половина клеток. Затем переходят на противоположную сторону мазка и считают вторую половину клеток.



1 – четырехпольный; 2 – двухпольный

Рисунок 7 – Методы подсчета лейкоцитов [7]

Учет результатов. Используют счетчик для подсчета форменных элементов крови. Подсчитывают только целые, неразрушенные клетки.

При наличии в мазке крови плазматических клеток, незрелых, бластных и трудно дифференцируемых форм лейкоцитов они должны быть введены в лейкограмму, а для последних дано описание их морфологии.

Если в анализе крови не было выявлено отклонений от нормы в количественном составе форменных элементов крови, а при подсчете первых 100 лейкоцитов не обнаружено никаких отклонений от нормы в составе лейкограммы, то ограничиваются подсчетом этого количества клеток. Если при этом были выявлены какие-либо отклонения от нормы, необходим подсчет не менее 200 лейкоцитов.

Процентное содержание клеток в лейкограмме рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{m}{n} \times 100, \quad (8)$$

где X – относительное содержание определяемой группы лейкоцитов в лейкограмме (%);

m – количество клеток одной группы, найденное при подсчете лейкоцитов (шт);

n – количество подсчитанных лейкоцитов (100 или 200) (шт).

Лейкограмма указывает только на относительное соотношение лейкоцитов. Для определения их абсолютного значения используют формулу пересчета, т.е. выясняют количество каждого вида клеток в 1 л крови:

$$X = \frac{m \times n}{100}, \quad (9)$$

где X – количество определяемой группы лейкоцитов в 1 л крови (шт/л);

m – относительное содержание определяемой группы лейкоцитов в лейкограмме (%);

n – содержание лейкоцитов в 1 л крови (шт/л);

100 – общий процент всех лейкоцитов в лейкограмме (%).

7. ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КРОВИ РЫБ

Патологические процессы при заболеваниях рыб так или иначе вызывают нарушение кровоснабжения тканей, расстройство обменных процессов и ухудшение их функций.

Кровь быстро отвечает на любые раздражения: ухудшение гидрохимического режима, химические загрязнения водоемов, проникновение возбудителей заболеваний, травмы, воздействие лечебных обработок и т.д. В связи с этим анализ расстройств кровообращения и патологических изменений в крови очень важен, так как позволяет использовать гематологические показатели для диагностики заболеваний.

Для оперативного мониторинга загрязнений водоемов также определяют гематологический статус у рыб как организмов, которые завершают трофическую цепь экологической пирамиды. Гематологический анализ у рыб позволяет получить при минимальных материальных затратах достоверную информацию о состоянии экосистемы водоема.

Изменения бывают количественными и качественными. Изменение количества всей крови в сторону увеличения ее массы называется гиперволемие (полнокровие), а в сторону уменьшения – гиповолемиа (малокровие). У рыб эти патологические изменения крови изучены недостаточно.

При качественных изменениях крови меняется состав плазмы и форменных элементов – эритроцитов и лейкоцитов.

Состав периферической крови здоровых рыб очень лабилен и зависит от условий среды их обитания. При воспалении состав клеток периферической крови изменяется вследствие миграции из гемопоэтических органов в кровь клеток моноцитоидной и лимфоидной дифференцировки. В крови рыб обнаруживаются в значительном количестве малодифференцированные клетки, способные к размножению (Золотова, 1989; Хрущов и др., 1993).

К патологическому явлению в красной крови рыб относится изменение общего количества эритроцитов и гемоглобина, содержащегося в них. Оба показателя при заболеваниях рыб чаще всего уменьшаются.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) также является показателем состояния здоровья рыб. Этот показатель значительно увеличивается при воспалительных процессах в организме.

При различных заболеваниях у прудовых рыб возможно появление большого количества бластных форм – гемоцитобластов, миелобластов и промиелоцитов.

Гемоцитобласты имеют красно-фиолетовое ядро, которое занимает почти всю клетку. В ядре просматриваются ядрышки. На цитоплазму нежно-голубого цвета приходится незначительная часть.

Миелобласты имеют сетчатое ядро, которое окружает более широким слоем слабо базофильная цитоплазма. В ядре просматриваются ядрышки. В периферической крови эти клетки встречаются редко.

Промиелоциты – крупные клетки овальной формы, больших размеров чем предыдущая стадия. Ядро красно-фиолетового цвета расположено эксцентрично, имеет ядрышки. На более поздних стадиях в цитоплазме видна специфическая зернистость.

Лейкоциты рыб способны к макрофагальной трансформации (Демченко, 1980). Указанный феномен исследован у двухлетков карпа и белого амура (Балахнин, Панченко, 1983). Установлено, что мононуклеары крови и иммунокомпетентных органов карпа при кратковременном культивировании преобразуются в макрофаги в зависимости от источника лейкоцитов, и доля таких клеток в крови, селезенке и печени составляет 35%, 29% и 26,5% соответственно. У здоровых карпов этот показатель в 2 раза ниже, чем у рыб с хроническим течением эритродерматита; установлено, что в крови больных особей он достигает 70%.

Аналогичные результаты получены и на белых амурах. У здоровых и зараженных ботриоцефалами рыб (при ИИ 1,25 экз./рыбу) уровень макрофагальной трансформации составил 11,4% и 29,1% соответственно. Кроме того, доля рыб, у которых отмечена реакция, среди незараженных белых амуров составила лишь 35,3%, тогда как у инвазированных особей – 100%.

8. ИЗМЕНЕНИЯ В КРОВИ РЫБ ПРИ ОТДЕЛЬНЫХ БОЛЕЗНЯХ

Вирусная геморрагическая септицемия форели. У больных рыб уменьшается количество эритроцитов (от 1,6 до $0,5 \times 10^{12}/л$), уровень гемоглобина (с 70-100 до 31 г/л), гематокрита (с 25 до 10,7%), лейкоцитов (с 40-60 до $8,8 \times 10^9/л$). Наблюдается гемолиз, микроцитоз, амитоз ядер эритроцитов.

Воспаление плавательного пузыря карпа. При остром течении болезни наблюдают увеличение количества нейтрофилов и базофилов, уменьшение количества лимфоцитов и исчезновение бластных форм. У двухлеток карпа гематокрит снижается до 27% (норма – 40%), содержание гемоглобина, количества эритроцитов уменьшается в 2 раза, а общего белка – в 1,5 раза. Регистрируют также снижение количества псевдоэозинофилов и нейтрофильных гранулоцитов. Ядро и цитоплазма моноцитов часто вакуолизированы, отмечается появление в крови нетипичных для карпов нейтрофилов с повышенной сегментацией ядра и сегментоядерных нейтрофилов (Секретарюк и др., 2002).

Аэромоноз. При хроническом течении в первой половине болезни резко увеличивается содержание нейтрофилов (до 5-6%, при норме 0,4-2,6%), что является диагностическим показателем. Во второй половине заболевания увеличивается количество моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов. Содержание нейтрофилов и количество гемоглобина понижается.

Бранхиомикоз (приложение В1). В начале заболевания происходит снижение количества эритроцитов, гемоглобина, гематокрита; СОЭ – увеличивается. Отмечается увеличение общего количества лейкоцитов, моноцитов, уменьшение количества нейтрофилов.

При усилении заболевания отмечается анемия. В крови резко уменьшается количество лимфоцитов – с 95-99% до 55-64%, увеличивается количество нейтрофилов – с 0-2,5% до 9,5-24,5%.

Цитоплазма нейтрофилов часто вакуолизирована, у базофилов и некоторых нейтрофилов появляются цитоплазматические образования типа псевдоподий (Секретарюк и др., 2002).

При выздоровлении соотношение форм лейкоцитов нормализуется.

Сапролегниоз (приложение В2). В крови пораженных сеголеток буффало выявлено значительное уменьшение уровня гемоглобина, гематокрита и других показателей – как результат нарушения дыхательной функции рыб под влиянием сапролегниевых грибов.

Миксоблез (приложение В3). В крови инвазированных толстолобиков наблюдается снижение количества эритроцитов и уровня гемоглобина, моноцитоз, который связан с воспалительным процессом в жаберном аппарате рыб.

Ихтиофтириоз (приложение В5, В6). Отмечают снижение в 2-3 раза количества гемоглобина, гематокрита и эритроцитов. В крови появляются полихроматофильные нормобласты (до 24,5%), что приводит к анизоцитозу и полихроматофилии. Общее количество лейкоцитов увеличивается до $86 \times 10^9/л$ (норма – $50 \times 10^9/л$). В лейкограмме наблюдают уменьшение числа лимфоцитов, увеличение нейтрофилов за счет палочкоядерных и сегментоядерных форм.

Хилодонеллез (приложение В4). Зимой при заболевании карпов отмечают

увеличение эритроцитов с 1,5 до $1,8 \times 10^{12}$ /л. Средний объем эритроцитов уменьшается – с 322 до 238 мкм³, гематокрит снижается с 48 до 43%. В крови появляются молодые формы эритроцитов, базофильные и полихроматофильные нормобласты (до 12%), в то же время в норме они единичны. Наблюдаются снижение в 2 раза палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов и псевдоэозинофилов. Количество лимфоцитов увеличивается с 75,4 до 83,3%.

Летом не наблюдают изменений показателей красной крови. Количество лейкоцитов увеличивается почти в 2 раза (с 19,2 до $32,2 \times 10^9$ /л). Почти в 3 раза увеличивается количество нейтрофилов (как молодых, так и зрелых). Количество лимфоцитов уменьшается (с 75,9 до 26,6%). Наблюдается полисегментация ядер нейтрофилов и псевдоэозинофилов.

Дактилогироз (приложение В7). В крови увеличивается количество молодых форм эритроцитов (до 41%), в результате чего наблюдается полихроматофильная анемия и анизоцитоз. Количество лимфоцитов уменьшается, а моноцитов – увеличивается. Увеличивается также количество гранулоцитов за счет эозинофилов, которые отсутствуют в норме. Встречаются моноциты с вакуолизированными ядрами и цитоплазмой.

Диплостомоз метацеркариозный (приложение В8, В9, В10). Наиболее характерной реакцией крови на инвазию личинками диплостома у рыб является нейтрофилия за счет метамиелоцитов и палочкоядерных форм.

Постодиплостоматоз метацеркариозный. Количество эритроцитов уменьшается до $2,26 \times 10^{12}$ /л, а уровень гемоглобина составляет 43,7%, вместо 45,8%, как у здоровых рыб.

Кавиоз (приложение В11). У больных рыб наблюдают полное отсутствие базофилов, увеличение в 2 раза псевдоэозинофилов и зрелых нейтрофилов.

Ботриоцефалез (приложение В12). Интенсивное заражение рыб вызывает уменьшение количества эритроцитов и увеличение СОЭ.

Дилепидоз (приложение В13). При сильном заражении карпа личинками отмечается снижение содержания гемоглобина, увеличение числа моноцитов, нейтрофилов и полиморфноядерных агранулоцитов.

Сангвиникоз. Вследствие закупорки капилляров жабр яйцами трематоды у инвазированных рыб нарушается кровообращение и кислородный обмен, что приводит к омертвлению отдельных участков жабр. Изменяется картина крови, развивается лейкоцитоз, количество лейкоцитов снижается на 18-28%, а гемоглобина – на 16-27%, увеличивается количество полиморфноядерных клеток и моноцитов в 1,5-2 раза.

Филометроидоз (приложение В14). У максимально зараженных рыб отмечают увеличение СОЭ (на 50%), количества лейкоцитов (на 40%), уменьшение количества эритроцитов и гемоглобина. В лейкоцитарной формуле наблюдают уменьшение количества лимфоцитов (на 32%), увеличение количества полиморфноядерных клеток (на 68%) и нейтрофилов – в 3 раза.

При хроническом течении болезни регистрируют уменьшение количества эритроцитов (на 26%), увеличение количества лейкоцитов (на 21%) и уменьшение уровня гемоглобина (на 3,6%). СОЭ увеличивается на 27% (Секретарюк и др., 2002).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балахнин, И. А. Возможность оценки иммунологического статуса рыб по реакции трансформации мононуклеаров / И. А. Балахнин, И. А. Панченко // 2 Всесоюз. совещ. по инвазионным болезням рыб : тез. докл. – М., 1983. – С. 23–25.
2. Болезни прудовых рыб / О. Н. Бауер [и др.]. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 320 с.
3. Ведемейер, Г. А. Стресс и болезни рыб / Г. А. Ведемейер, Ф. П. Мейер, Л. Смит. – Л. : Наука, 1985. – 118 с.
4. Герасимчик, В. А. Болезни рыб и пчел : учебное пособие / В. А. Герасимчик, Е. Ф. Садовникова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 296 с. : цв. ил.
5. Головина, Н. А. Влияние некоторых заболеваний карпа (воспаление плавательного пузыря, бранхиомикоза, ихтиофтириоза) на гематологические показатели / Н. А. Головина, А. В. Поддубная, В. В. Манкирова // Вестник зоологии. – 1977. – № 5. – С. 29–33.
6. Головина, Н. А. Гематология прудовых рыб / Н. А. Головина, И. Д. Тромбицкий. – Кишинев : Штиинца, 1989. – 156 с.
7. Давыдов, О. Н. Патология крови рыб / О. Н. Давыдов, Ю. Д. Темниханов, Л. Я. Куровская. – Киев : ИНКОС, 2006. – 206 с.
8. Демченко, Т. А. Определение феномена макрофагальной трансформации мононуклеарных клеток в культуре лейкоцитов крови для оценки иммунологического состояния организма : методические рекомендации / Т. А. Демченко. – Л., 1980. – 14 с.
9. Золотова, Т. Е. Экспериментальное исследование кроветворения у рыб : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т. Е. Золотова. – М., 1989. – 37 с.
10. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб / Н. Т. Иванова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 300 с.
11. Иванова, Н. Т. Система крови. Материалы к сравнительной морфологии системы крови человека и животных / Н. Т. Иванова. – Ростов-на-Дону, 1995. – 154 с.
12. Каплич, В. М. Рыбоводство : учебник / В. М. Каплич, В. Б. Звягинцев, В. А. Герасимчик. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – 336 с. : цв. ил.
13. Капустина, Н. И. О паразито-хозяйственных отношениях в системе «*Khawia sinensis* – карп» при невысоких интенсивностях инвазии / Н. И. Капустина // Паразиты, болезни рыб и их профилактика : тр. ВНИИПРХ. – М., 1978. – Вып. 27. – С. 75–87.
14. Коржуев, П. А. Потребление кислорода эритроцитами крови позвоночных животных / П. А. Коржуев // Бюл. Моск. общества испытателей природы : Отделение биологических наук. – 1950. – Т. LIV, № 5.
15. Рекомендации по определению физиологического состояния рыб / В. В. Лиманский [и др.]. – М. : ВНИИПРХ, 1984. – 59 с.
16. Секретарюк, К. В. Ветеринарная санитария в рыбничествах / К. В. Секретарюк, М. М. Данько, В. В. Стибель. – М. : Универсум Паблишинг, 2002. – 177 с.
17. Скворцова, Ф. К. Показатели крови карпов, инвазированных личинками *Dilepis unilateralis* (Ruck, 1819) / Ф. К. Скворцова // Бюл. ВИГИС. – 1977. – Вып. 20. – С. 67–70.
18. Сыров, В. С. Изменение морфологического состава крови карпа при заболевании ботриоцефалюсом / В. С. Сыров // Рыбное хозяйство. – 1968. – № 6. – С. 144–147.
19. Тромбицкий, И. Д. Картина крови прудовых рыб в норме и при паразитарных заболеваниях : автореф. дис. ... канд. биол. наук / И. Д. Тромбицкий. – М., 1984. – 21 с.
20. Характеристика клеток эритроидного ростка у зеркального карпа (перспективы использования при оценке физиологического состояния рыб) / Н. Г. Хрущов [и др.] // Известия РАН. ; Сер. биол. 1. – 1993. – С. 83–87.
21. Spillman, J. Observation sur les leucocytes granuleu de quelques especes de la famille du Cyprinidae / J. Spillman // Bull. Museum nat. Natur. – 1966. – V. 38, N 2. – P. 132–142.
22. Svobodova, Z. Changes in the red white blood picture of carp after acute exposure to toxic substance / Z. Svobodova, M. Pecena // Pr. Vorn Vodnany. – 1988. – N 17. – P. 116–128.

ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ РЫБ

1. Картина крови (схема) сазана (Иванова, 1983)



- 1 – гемоцитобласт; 2 – миелобласт; 3 – эритробласт; 4 – эритроциты; 5 – лимфоциты;
6 – моноцит; 7 – псевдоэозинофильный миелоцит; 8 – сегментоядерный нейтрофил;
9 – монобласт; 10 – промиелоцит; 11 – базофильный нормобласт; 12 – полихромофильный нормобласт; 13 – лимфобласт; 14 – нейтрофильный миелоцит; 15 – нейтрофильный метамиелоцит; 16 – псевдоэозинофильный метамиелоцит; 17 – палочкоядерный нейтрофил;
18 – сегментоядерный псевдоэозинофил; 19 – палочкоядерный псевдоэозинофил;
20 – тромбоциты; 21 – амофильный гранулоцит с псевдобазофильной зернистостью;
22 – клетки с вакуолизированной цитоплазмой

2. Картина крови (схема) толстолобика (Иванова, 1983)



- 1 – гемоцитобласт; 2 – миелобласт; 3 – промиелоцит; 4 – миелоцит псевдобазофильный; 5 – миелоцит нейтрофильный; 6 – метамиелоцит нейтрофильный; 7 – палочкоядерный псевдоэозинофил; 8 – палочкоядерный нейтрофил; 9 – сегментоядерный нейтрофил; 10 – сегментоядерный псевдобазофил; 11 – лимфоциты; 12 – моноцит; 13 – эритробласт; 14 – нормобласт базофильный; 15 – нормобласт полихроматофильный; 16 – нормобласт оксифильный; 17 – эритроциты; 18 – тромбоциты; 19 – клетка с вакуолизированной цитоплазмой; 20 – эозинофил

3. Картина крови (схема) серебристого карася (Иванова, 1983)



- 1 – гемоцитобласт; 2 – миелобласт; 3 – эритробласты; 4 – эритроциты; 5 – лимфоциты;
6 – моноцит; 7 – нейтрофильный миелоцит; 8 – псевдоэозинофильный миелоцит;
9 – монобласт; 10 – промиелоциты; 11 – базофильный нормобласт; 12 – полихроматофиль-
ный нормобласт; 13 – лимфобласт; 14 – нейтрофильный метамиелоцит;
15 – псевдоэозинофильный метамиелоцит; 16 – палочкоядерный нейтрофил;
17 – сегментоядерный нейтрофил; 18 – псевдобазофил; 19 – тромбоциты

ОСНОВНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЗДОРОВЫХ РЫБ

1. Гематологические показатели сеголеток карпа, выращенных при различных технологиях

Показатели	Пруды		Садки	Бассейны	Установки с замкнутым водоснабжением
	Экстенсивная технология	Интенсивная технология			
Гемоглобин, г/л	85,1±2,3	78,1±4,5	89,0±2,4	75,4±4,3	59,5±3,4
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,5±0,04	1,35±0,4	1,09±0,4	1,3±0,2	1,0±0,04
Гематокрит, %	39,9±1,1	36,2±0,2	35,4±0,2	34,1±1,0	30,6±1,6
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	56,7±2,7	46,3±1,9	81,6±2,3	58,0±4,0	59,6±1,6
Средний объем эритроцитов, мкм ³	268,7±10,6	322,5±2,8	247±2,7	349,6±7,3	303,3±0,9
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	24,5±4,3	37±5,2	41,0±4,5	39,4±4,3	52,7±0,2
Лейкограмма, %:					
Бластные формы	0,6±0,4	0	0,4±0,1	1,7±0,2	2,1±0,3
Общее число нейтрофилов	1,6±0,2	15,5±1,6	3,2±1,0	2,8±0,7	2,0±0,3
Эозинофилы, псевдоэозинофилы	3,7±1,2	4,0±0,09	0	0	0
Базофилы, псевдобазофилы	3,6±0,8	3,5±1,4	0	1,0±0,5	1,6±0,4
Пенистые клетки	0,7±0,3	4,0±0,7	1,9±0,4	1,6±0,4	1,2±0,3
Моноциты	4,2±0,5	8,8±1,5	3,0±0,5	2,7±0,7	2,5±0,4
Лимфоциты	85,6±1,6	64,2±4,9	91,5±0,9	90,2±1,4	90,6±0,9

2. Гематологические показатели радужной форели при интенсивном способе выращивания

Показатели	Мальки	Сеголетки	Годовики	Двухлетки
Гемоглобин, г/л	67,0±3,6	72,0±1,0	97,9±0,6	87,0±0,8
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,08±0,4	1,15±0,08	1,21±0,1	1,23±0,04
Гематокрит, %	32,0±4,0	35,0±1,0	49,0±2,0	33,0±3,0
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	17,0±3,5	58,7±6,4	58,9±5,3	39,0±1,4
Общее число нейтрофилов, %	2,6±0,1	4,8±0,3	5,0±0,5	5,3±0,2
Моноциты, %	6,4±0,6	5,0±0,3	4,9±0,8	2,1±0,1
Лимфоциты, %	91,0±3,2	90,2±2,3	90,1±1,8	92,6±0,9

3. Гематологические показатели сеголеток осетровых, выращиваемых в бассейнах

Показатели	Бестер	Белуга	Стерлядь
Гемоглобин, г/л	54,9±2,1	40,9±1,5	48,3±2,3
Эритроциты, ×10 ¹² /л	0,75±0,05	0,52±0,03	0,59±0,12
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	48,6±5,7	40,8±5,3	45,9±11,8
Лейкограмма, %:			
Миелоциты нейтрофильные	2,1±0,3	4,2±0,4	1,9±0,5
Метамиелоциты нейтрофильные	1,8±0,3	4,5±0,4	2,1±0,3
Палочкоядерные нейтрофилы	9,5±0,8	15,3±1,4	2,6±0,5
Сегментоядерные нейтрофилы	9,8±1,0	14,7±1,7	2,2±0,9
Эозинофилы	11,2±1,1	26,6±2,4	2,6±0,7
Моноциты	1,4±0,3	0,7±0,2	1,9±0,5
Лимфоциты	64,2±5,1	34,0±4,1	87,7±2,3

4. Гематологические показатели белого толстолобика при выращивании в прудах в поликультуре с карпом

Показатели	Сеголетки (лето)	Сеголетки (зима)	Годовики	Двухлетки
Гемоглобин, г/л	80,9±1,4	105,9±2,3	82,1±8,0	93,3±3,1
Гематокрит, %	51,43±1,27	56,16±1,46	47,2±1,75	45,13±0,66
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,96±0,043	2,61±0,066	2,37±0,1	2,09±0,9
Средний объем эритроцитов, мкм ³	266,38±6,20	216,1±5,36	199,2±8,13	219,02±12,1
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	41,58±0,88	40,83±1,12	34,82±1,58	44,63±1,3
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	56,76±4,08	14,84±1,85	52,87±6,9	48,1±2,85
Лейкограмма, %:				
Бластные формы	1,2±0,3	0±0,71	0	0,1±76
Промиелоциты	1,1±0,2	0,2±0,98	0,2±0,65	0,2±0,1
Миелоциты нейтрофильные	0,9±0,2	1,5±0,2	0,9±0,1	0,6±0,1
Метамиелоциты нейтрофильные	0,7±0,2	5,9±1,0	12,2±1,4	3,2±0,4
Палочкоядерные нейтрофилы	0,8±0,3	2,6±0,7	3,4±0,6	0,9±0,4
Сегментоядерные нейтрофилы	0	0,5±0,1	0,2±0,67	0,2±0,77
Эозинофилы	0,5±0,2	0	0,1±0,73	0,4±0,1
Псевдоэозинофилы	3,7±0,6	0,3±0,1	0	2,7±0,5
Базофилы, псевдобазофилы	0,1±0,12	0	0	0,1±0,19
Пенистые клетки	0,20,34	0	0,1±0,79	0,2±0,1
Моноциты	0,9±0,2	0,3±0,1	0,1±0,41	0,3±0,1
Лимфоциты	90,1±0,8	88,7±2,0	82,9±2,1	91,0±0,8

**5. Гематологические показатели пестрого толстолобика
при выращивании в прудах в поликультуре с карпом**

Показатели	Сеголетки (лето)	Сеголетки (зима)	Годовики	Двухлетки
Гемоглобин, г/л	74,9±2,2	96,9±2,8	65,8±3,8	85,8±2,4
Гематокрит, %	37,81±0,2	40,67±2,85	28,6±1,27	40,18±1,69
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,85±0,051	1,79±0,073	1,49±0,24	1,67±0,082
Средний объем эритроцитов, мкм ³	204,4±12,92	247,08±28,5	195,6±8,4	243,12±14,3
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	40,67±3,42	55,17±3,92	44,98±1,45	51,38±3,2
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	26,24±4,55	10,57±1,84	34,55±2,74	39,82±3,66
Лимфоцитарная формула, %:				
Бластные формы	0	0,1±0,12	0	0
Промиелоциты	0,6±0,1	0,7±0,2	0,1±0,11	0
Миелоциты нейтрофильные	0,4±0,1	2,5±0,2	1,3±0,3	0
Метамиелоциты нейтрофильные	1,3±0,3	22,9±2,7	18,4±2,6	2,9±0,4
Палочкоядерные нейтрофилы	0,2±0,1	7,7±1,0	8,8±1,1	0,5±0,1
Сегментоядерные нейтрофилы	0	2,7±0,6	2,1±0,5	0
Эозинофилы	1,1±0,3	0,1	0	0
Псевдоэозинофилы	8,6±1,1	1,4±0,3	0,1±0,3	6,9±0,6
Базофилы, псевдобазофилы	0,4±0,1	0	0	0
Пенистые клетки	0	0	0,1	0,5±0,1
Моноциты	0,2±0,1	1,3±0,2	0,4±0,1	0
Лимфоциты	87,1±1,4	60,6±3,3	68,5±4,1	88,9±0,7

**6. Гематологические показатели каспийского лосося
при искусственном воспроизводстве**

Показатели	Ранняя молодь	Сеголетки	Годовики	Двухлетки
Гемоглобин, г/л	37,0±36	70,0±21	80,0±22	60,0±41
Эритроциты, ×10 ¹² /л	0,50–0,78	0,56–0,86	0,70±39	0,60–0,70
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	25,0±4,5	27,0±4,8	33,0±6,0	34,0±6,0
Бластные формы, %	2,0±0,6	3,0±0,3	0	4,6±0,8
Общее число нейтрофилов, %	4,1±1,3	2,5±0,2	2,5±0,3	4,7±0,3
Моноциты, %	2,0±0,3	1,6±0,2	0,4±0,01	1,7±0,1
Лимфоциты, %	91,9±2,1	92,9±1,6	97,1±2,0	89,0±1,7

**7. Гематологические показатели большеротого буффало
при выращивании в прудах в поликультуре**

Показатели	Сеголетки (лето)	Сеголетки (зима)	Годовики	Двухлетки
Гемоглобин, г/л	77,0±2,2	81,5±3,1	90,4±3,3	86,5±2,0
Гематокрит, %	32,36±2,02	40,37±1,66	36,18±1,6	41,61±0,95
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,15±0,047	1,09±0,033	1,19±0,075	1,23±0,072
Средний объем эритроцитов, мкм ³	280,58±13,11	375,79±19,0	304,92±16,12	338,61±18,83
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	66,95±1,82	75,57±3,13	80,92±3,85	70,33±3,52
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	6,75±1,37	6,3±0,85	25,93±1,88	19,97±1,76
Лейкограмма, %:				
Бластные формы	1,5±0,6	0,1±0,4	0	0
Промиелоциты	3,0±1,4	0,7±0,2	0,2±0,1	0,5±0,2
Миелоциты нейтрофильные	1,1±0,4	1,3±0,3	0,2±0,1	0,5±0,2
Метамиелоциты нейтрофильные	1,6±1,1	1,4±0,3	0,9±0,2	1,6±0,3
Палочкоядерные нейтрофилы	1,1±0,8	0,7±0,4	2,1±0,4	2,8±0,4
Сегментоядерные нейтрофилы	0,1±0,2	2,0±0,4	1,6±0,4	0,7±0,1
Эозинофилы	6,6±1,7	1,8±0,4	1,3±0,2	2,1±0,3
Псевдоэозинофилы	0	0	0	0
Базофилы, псевдобазофилы	0	0,1±75	0	0
Пенистые клетки	6,3±1,6	1,2±0,3	2,0±0,3	3,6±0,7
Моноциты	3,1±0,6	3,3±0,2	0,5±0,1	0,2±0,8
Лимфоциты	75,5±3,5	87,6±1,5	91,2±1,1	87,9±1,1

ОСНОВНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ РЫБ ПРИ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

1. Морфологические показатели крови карпа при бранхиомикозе (Головина, Тромбицкий, 1989)

Показатель	Заболевшие		Контроль (здоровые)
	без симптомов	с симптомами	
Гемоглобин, г/л	48,0±5,0	40,0±7,0	96,0±23
Гематокрит, %	33,7±0,9	22,3±2,6	40,0±35
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	40,0±66	57,1±26	53,3±11
СОЭ, мм/ч	5,4±0,9	4,2±0,5	4,0±71
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,2±0,5	0,70±0,2	1,8±2,3
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	170,0±6,3	71,0±0,7	80,0±16
Миелоциты нейтрофильные, %	0,8±0,4	1,6±0,3	3,6±0,7
Метамиелоциты нейтрофильные, %	0,8±0,6	5,5±0,9	4,3±1,1
Палочкоядерные нейтрофилы, %	2,0±0,2	5,8±0,8	5,1±0,9
Сегментоядерные нейтрофилы, %	0	1,0±0,2	1,5±0,3
Общее число нейтрофилов, %	3,6±0,6	13,9±0,9	14,5±1,1
Эозинофилы, псевдоэозинофилы, пенистые клетки, %	1,6±0,6	2,5±0,4	4,4±1,2
Базофилы, псевдобазофилы, %	1,4±0,6	2,3±0,5	2,4±1,0
Моноциты, %	10,5±1,9	5,5±1,1	2,7±0,6
Лимфоциты, %	82,0±3,0	75,8±1,4	76,7±3,3

2. Показатели красной крови сеголеток большеротого буффало при сапролегниозе (Головина, Тромбицкий, 1989)

Показатель	Здоровые	Больные
Гемоглобин, г/л	83,3±1,4	75,9±2,9
Гематокрит, %	37,8±0,7	29,9±2,0
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,1±0,1	1,0±0,1
Средний объем эритроцита, мкм ³	327,0±5,9	297,0±10,0
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	72,6±1,83	76,0±3,26

3. Показатели крови толстолобика при миксоболезе
(Головина, Тромбицкий, 1989)

Показатель	Контроль (здоровые)	Зараженные рыбы (218–1800 цист/рыбу)
Гемоглобин, г/л	80,9±1,4	80,3±1,12
Гематокрит, %	51,43±1,27	47,23±1,07
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,96±0,043	1,98±0,043
Средний объем эритроцитов, мкм ³	226,4±6,20	237,8±4,09
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	41,58±0,88	40,67±0,45
Лейкограмма, %		
Бластные формы	1,09±0,19	1,07±0,27
Промиелоциты	0,89±0,13	0,73±0,24
Миелоциты нейтрофильные	0,92±0,10	1,07±0,18
Метамиелоциты нейтрофильные	0,63±0,10	0,87±0,20
Палочкоядерные нейтрофилы	0,52±0,13	0,67±0,23
Сегментоядерные нейтрофилы	0	0,20±0,10
Общее число нейтрофилов	2,07±0,69	2,81±0,66
Эозинофилы	0,97±0,25	0,87±0,34
Псевдозозинофилы	2,42±0,31	4,27±0,75
Базофилы, псевдобазофилы	0,50±0,81	0,13±0,59
Пенистые клетки	0,29±0,12	0,33±0,15
Моноциты	0,87±0,18	1,07±0,28
Лимфоциты	91,35±0,60	88,73±1,29

4. Гематологические показатели сеголеток карпа при хилодонелезе
(Головина, Тромбицкий, 1989)

Показатели	Зима		Лето	
	больные	здоровые	больные	здоровые
Гемоглобин, г/л	103,3±6,4	95,2±3,4	97,7±2,2	96,9±3,5
Гематокрит, %	42,90±1,49	48,30±1,34	47,50±1,30	47,60±1,40
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,78±0,10	1,56±0,10	1,67±0,06	1,66±0,06
СОЭ, мм/ч	1,80±0,50	1,60±0,40	2,00±0,45	1,50±0,45
Миелоциты нейтрофильные, %	2,6±0,5	3,8±1,0	20,4±1,6	5,8±1,2
Метамиелоциты нейтрофильные, %	0,8±0,2	1,2±0,4	17,0±1,2	3,1±0,6
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0,4±0,2	1,6±0,4	7,8±0,8	3,0±0,5
Сегментоядерные нейтрофилы, %	0,4±0,2	2,7±0,7	17,0±0,4	3,7±0,7
Общее число нейтрофилов, %	4,2±0,6	9,3±1,3	62,2±0,8	15,6±0,7
Эозинофилы, пенистые клетки, %	3,3±0,5	3,4±0,9	2,3±0,4	2,0±0,4
Псевдозозинофилы, %	1,0±0,2	1,8±0,4	3,6±0,6	3,2±1,2
Моноциты, %	2,5±0,5	3,7±0,4	7,4±0,8	1,7±0,2
Лимфоциты, %	89,1±0,8	81,8±2,3	24,9±2,3	77,4±3,8

5. Изменения гематологических показателей большеротого буффало при ихтиофтириозе в пруду (Тромбицкий, 1984)

Показатель	Группа рыб				
	Осень		Зима		Выздоровливающая
	здоровая	больная	здоровая	больная	
Гемоглобин, г/л	83,3±1,4	68,2±3,6	84,1±2,2	37,1±0,3	67,5±4,5
Гематокрит, %	37,8±0,7	26,6±1,3	37,7±1,5	29,6±1,07	24,5±1,6
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,17±0,09	0,99±0,05	1,12±0,03	0,78±0,04	0,96±0,05
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	7,03±1,20	5,69±0,76	7,62±1,28	1,82±0,13	5,01±0,61
Лейкограмма, %					
Бластные формы	30±0,13	20±0,24	5±0,10	15±0,23	7±0,51
Промиелоциты	41±0,51	154±20	30±0,45	569±63	105±31
Миелоциты нейтрофильные	155±14	136±19	138±16	373±55	106±27
Метамиелоциты нейтрофильные	491±14	296±81	262±49	120±20	461±111
Палочкоядерные нейтрофилы	503±155	445±87	245±52	35±0,42	877±184
Сегментоядерные нейтрофилы	188±28	221±51	349±42	379±34	614±112
Общее число нейтрофилов	1337±380	110±0,651	994±63	528±48	2057±501
Эозинофилы, псевдоэозинофилы	266±50	456±34	184±19	49±0,67	62±0,71
Пенистые клетки	82±17	39±0,72	71±0,69	59±0,71	38±0,45
Моноциты	182±34	126±54	213±48	47±0,91	186±40
Лимфоциты	5074±960	4133 ±570	6097±725	437±66	2551±317

6. Содержание различных форм лейкоцитов в крови белого толстолобика при диплостомозе, экз/мкл (Головина, Тромбицкий, 1989)

Формы лейкоцитов	Весна		Лето	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Бластные формы	0	12±0,43	0	10±39
Промиелоциты	62±0,53	85±24	10±0,354	188±38
Миелоциты нейтрофильные	239±60	355±52	264±101	188±36
Метамиелоциты нейтрофильные	857±82	3959±378	1920±629	1266±260
Палочкоядерные нейтрофилы	1000±185	2164±228	637±177	1054±270
Сегментоядерные нейтрофилы	331±52	1112±371	36±0,91	32±0,92
Общее число нейтрофилов	2427±564	7590±928	2857±777	2540±529
Псевдоэозинофилы	775±98	280±64	1210±283	250±63
Эозинофилы	53±0,76	180±35	17±0,75	192±37
Базофилы, псевдобазофилы	0	29±0,71	10±0,67	6±0,54
Пенистые клетки	0	66±0,51	56±0,54	254±68
Моноциты	282±53	170±38	67±0,61	341±75
Лимфоциты	72159±650	13608±308	48611±668	19311±312

**7. Гематологические показатели двухлеток карпа при дактилогирозе
(Головина, Тромбицкий, 1989)**

Показатель	Группа			
	контроль (здоровые)	низкая ИИ	высокая ИИ	
Гемоглобин, г/л	58,0±2,7	53,9±4,1	34,9±4,0	
Гематокрит, %	44±0,01	44±0,02	28±0,02	
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	42,1±3,7	37,3±3,2	37,3±5,1	
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,5±0,07	1,5±0,06	1,0±0,1	
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	70,2±7,1	53,1±4,7	46,6±5,1	
Миелоциты нейтрофильные	×10 ⁹ /л	1,5±0,3	1,3±0,3	2,5±1,2
	%	2,3±0,4	2,7±0,6	2,3±0,6
Метамиелоциты нейтрофильные	×10 ⁹ /л	0,6±0,4	1,0±0,2	2,4±1,3
	%	1,0±0,5	3,6±0,5	3,1±0,7
Палочкоядерные нейтрофилы	×10 ⁹ /л	1,0±0,2	0,7±0,2	1,4±0,5
	%	1,4±0,2	1,6±0,4	3,0±0,8
Сегментоядерные нейтрофилы	×10 ⁹ /л	0,6±0,2	0,5±0,1	0,5±0,2
	%	1,1±0,4	1,2±0,1	1,1±0,3
Общее число нейтрофилов	×10 ⁹ /л	3,7±0,5	3,2±0,5	6,8±1,2
	%	5,6±0,6	9,1±1,0	9,8±2,1
Эозинофилы	×10 ⁹ /л	0,5±0,1	0,6±0,2	0,8±0,1
	%	0,8±0,3	1,3±0,2	1,8±0,1
Пенистые клетки	×10 ⁹ /л	0,6±0,4	0,6±0,2	0,7±0,2
	%	1,1±0,5	1,1±0,4	1,6±0,04
Моноциты	×10 ⁹ /л	1,8±0,3	1,8±0,3	2,9±0,8
	%	2,6±0,3	3,5±0,6	5,2±1,4
Лимфоциты	×10 ⁹ /л	63,7±7,7	46,6±4,2	34,9±3,8
	%	95,5±0,9	85,0±1,1	82,5±2,8

**8. Содержание различных форм лейкоцитов в крови пестрого
толстолобика при диплостомозе, экз/мкл (Головина, Тромбицкий, 1989)**

Формы лейкоцитов	Весна		Лето	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Бластные формы	38±0,13	10±0,24	2±0,47	8±0,19
Промиелоциты	171±21	305±77	30±0,87	71±0,72
Миелоциты нейтрофильные	220±60	394±81	126±31	101±28
Метамиелоциты нейтрофильные	1769±345	6059±985	1731±240	1504±250
Палочкоядерные нейтрофилы	1431±293	2986±637	613±89	1009±155
Сегментоядерные нейтрофилы	314±63	533±140	26±0,52	34±0,34
Общее число нейтрофилов	3748±615	9972±1380	2496±340	2672±290
Псевдоэозинофилы	1044±234	1326±303	290±65	625±133
Эозинофилы	73±0,631	93±0,231	38±0,27	271±45
Базофилы, псевдобазофилы	141±36	154±32	17±0,65	4±0,61
Пенистые клетки	10±0,32	39±0,59	15±0,45	112±30
Моноциты	278±53	371±121	97±0,77	170±26
Лимфоциты	31523±327	16902±1220	8918±1247	10984±1810

9. Содержание различных форм лейкоцитов в крови большеушного буффало при диплостомозе, экз/мкл (Головина, Тромбицкий, 1989)

Формы лейкоцитов	Весна		Лето	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Бластные формы	48±0,11	17±0,67	101±17	15±64
Промиелоциты	31±0,64	84±0,32	220±23	126±17
Миелоциты нейтрофильные	231±30	80±0,19	76±0,87	164±28
Метамиелоциты нейтрофильные	1118±360	1931±130	110±34	141±24
Палочкоядерные нейтрофилы	1326±381	2671±438	76±0,81	187±26
Сегментоядерные нейтрофилы	486±42	2230±52	8±0,40	154±30
Общее число нейтрофилов	3161±611	6912±1028	270±30	651±66
Псевдоэозинофилы	0	3±0,21	0	0
Эозинофилы	243±42	117±42	448±29	280±39
Базофилы, псевдобазофилы	14±0,48	3±0,35	0	0
Пенистые клетки	634±92	310±28	442±25	1217±180
Моноциты	544±111	171±45	211±21	211±26
Лимфоциты	19622±1128	3227±820	5096±210	12163±920

10. Лейкограмма крови сеголетков карпа при кавиозе (Капустина, 1978)

Рыбы	МН, %	МММ, %	ПН, %	СН, %	Э, %	ПЭ, %	Б, %	ПБ, %	М, %	Л, %
здоровые	0,6	0,5	0,3	0,4	0	1,0	2,5	0	10,3	83,3
больные	0,5	0,4	0,8	1,2	0	2,4	0	1,8	8,8	83,8

11. Гематологические показатели годовиков карпа при ботриоцефалезе (Сыров, 1968)

Показатель		Здоровые	Больные		
			количество паразитов в кишечнике, шт.		
			15–20	21–35	36–57
Количество гемоглобина, г/л	среднее	93	61	47	39
	max	101	64	53	42
	min	83	54	43	34
Количество эритроцитов, ×10 ¹² /л	среднее	1,70	1,07	0,74	0,56
	max	2,24	1,23	0,83	0,84
	min	1,40	0,91	0,56	0,30
Количество лейкоцитов, ×10 ⁹ /л	среднее	23,9	43,4	57,6	98,0
	max	30,7	57,6	75,0	175,0
	min	17,6	32,1	45,8	64,3
Лейкограмма, %:					
Лимфоциты		93,6	85,3	72,8	64,0
Моноциты		4,7	7,5	10,6	13,5
Палочкоядерные нейтрофилы		1,2	3,9	5,5	9,0
Общее число нейтрофилов		0,5	3,3	11,1	13,5

12. Гематологические показатели карпа при дилепидозе
(Скворцова, 1977)

Группа рыб	Показатели					
	Гемоглобин, г/л	Л, %	М, %	СН, %	ПН, %	
Сеголетки						
Здоровые	75±0,3	90,5±1,1	2,3±0,4	6,0±0,7	0,3±0,1	
Инвазированные	ИИ 1-9 личинок	70±0,4	84,2±1,5	4,1±1,0	8,8±1,1	1,5±0,2
	ИИ 10-53 личинки	63±0,1	81,8±0,5	4,5±0,7	12,1±3,7	1,6±0,7
Двухлетки						
Здоровые	93±0,3	95,5±1,7	0,2±0,1	2,6±0,8	1,1±0,8	
Инвазированные	ИИ 1-9 личинок	65±0,2	85,4±1,7	4,1±2,0	8,1±1,5	1,9±0,4
	ИИ 10-24 личинки	57±0,6	85,2±1,1	6,7±1,2	6,2±1,5	2,1±0,4

13. Гематологические показатели товарного карпа при филометроидозе
(Кошнеров, Герасимчик, Егоров, 2009)

Показатель	Здоровые	Зараженные при ИИ		
		низкая	средняя	высокая
Гемоглобин, г/л	98,0±0,65	96,4±0,76	84,9±2,63	57,0±0,12
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,6±0,05	1,51±0,09	1,45±0,05	1,32±0,05
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	26,0±0,47	44,0±0,98	62,4±0,51	84,0±1,06
Эозинофилы, псевдоэозинофилы, %	0	0	0,18±0,11	0,2±0,16
Базофилы, псевдобазофилы, %	0	0,13±0,10	0,11±0,14	0,3±0,10
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,50±0,19	1,29±0,16	1,58±0,16	1,38±0,30
Сегментоядерные нейтрофилы, %	1,22±0,11	2,22±0,27	3,44±0,34	3,60±0,30
Лимфоциты, %	95,77±0,39	93,03±0,37	90,52±0,74	89,22±0,66
Моноциты, %	1,51±0,20	3,36±0,31	4,26±0,41	5,40±0,34

14. Гематологические показатели большеротого буффало при лернеозе
(Головина, Тромбицкий, 1989)

Показатель	Здоровые	Больные
Гемоглобин, г/л	92,7±2,9	74,1±3,0
Гематокрит, %	40,3±1,1	30,0±1,3
Эритроциты, ×10 ¹² /л	1,21±0,05	0,95±0,03
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	76,4±3,8	78,8±2,2
Объем эритроцита, мкм ³	332±15	318±10
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	5,45±0,68	8,04±1,22
Бластные формы, %	0,21±0,08	0,87±0,08
Миелоциты нейтрофильные, %	2,48±0,38	6,79±1,18
Метамиелоциты нейтрофильные, %	13,85±1,87	13,04±1,36
Палочкоядерные нейтрофилы, %	15,55±1,93	9,54±1,31
Сегментоядерные нейтрофилы, %	8,98±0,32	1,27±0,37
Эозинофилы, %	0,57±0,22	1,65±0,24
Псевдоэозинофилы, %	0,07±0,02	0,34±0,10
Пенистые клетки, %	1,76±0,43	6,17±0,76
Моноциты, %	3,53±0,43	3,80±0,58
Лимфоциты, %	51,57±3,75	53,24±2,70

Учебное издание

Герасимчик Владимир Александрович,
Кошнеров Андрей Геннадьевич,
Цариков Александр Александрович и др.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПРУДОВЫХ РЫБ В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИЯХ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. А. Герасимчик
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор А. Г. Кошнеров
Компьютерная верстка Е. А. Алисейко
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 25.01.2019. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Усл. п. л. 2,50. Уч.-изд. л. 1,78. Тираж 150 экз. Заказ 1858.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 51-75-71.
E-mail: rio_vsavm@tut.by
<http://www.vsavm.by>