

УДК 591.111.1+591.69

DOI: 10.17072/1994-9952-2020-3-227-235.

Т. А. Шеина, Н. В. Костицына, М. А. Бакланов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

## ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПАРАЗИТОФАУНА РОТАНА *PERCCOTTUS GLENII* МОНОВИДОВОГО ИХТИОЦЕНОЗА МАЛОГО ГОРОДСКОГО ВОДОЕМА

Представлены результаты гематологического и паразитологического исследования ротана *Perccottus glenii* из малого водоёма искусственного происхождения, расположенного в окрестностях г. Перми. В водоёме ротан является единственным представителем ихтиофауны. Сбор материала осуществляли в весенне-летний период 2019 г. Всего исследовано 55 особей ротана (30 экз. – 8 мая и 25 экз. – 12 июля). Выявлены достоверные различия большинства количественных показателей клеток крови рыб в весенний и летний периоды: в летний период выше количество клеток гемопоэтического ряда (кроме лимфоцитов и моноцитов), в целом содержание зрелых лейкоцитов в микролитре крови летом ниже. Паразитофауна ротана в исследованном водоёме крайне обеднена и представлена инфузорией *Trichodina nigra*, цестодой *Nippotaenia mogurndae* и нематодами, последних у ротана в данном водоёме ранее не регистрировали. Выявлена взаимосвязь гематологических показателей и экстенсивности инвазии паразитами: у более зараженных рыб достоверно выше количество молодых форм эритроцитов, клеток предшественников лейкоцитов, а также нейтрофилов и эозинофилов. Высокая численность ротана в исследованном водоёме, отсутствие отклонений в развитии у всех исследованных особей и низкая доля рыб с патологиями клеток крови свидетельствуют об относительном благополучии изученной части популяции ротана.

**Ключевые слова:** *Perccottus glenii*; гематологические показатели; паразитофауна.

T. A. Sheina, N. V. Kostitsyna, M. A. Baklanov

Perm State University, Perm, Russian Federation

## HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND PARASITE FAUNA OF AMUR SLEEPER *PERCCOTTUS GLENII* IN A SINGLE-SPECIES ICHTHYOCENOSIS OF A SMALL URBAN RESVOIR

The article presents the results of hematological and parasitological studies of Amur sleeper *Perccottus glenii* of a small reservoir of artificial origin located in the vicinity of Perm. In this reservoir, Amur sleeper is the only representative of the ichthyofauna. The collection of material was carried out in the spring-summer period of 2019. A total of 55 specimens of Amur sleeper were studied (30 specimens on May 8 and 25 specimens on July 12). Significant differences were found in the majority of quantitative indicators of fish blood cells in the spring and summer periods: in summer, the number of hematopoietic cells is higher (except for lymphocytes and monocytes), and in general, the content of mature leukocytes in the blood microliter in summer is lower. The parasite fauna of Amur sleeper in the studied reservoir is extremely impoverished and is represented by the infusoria *Trichodina nigra*, cestode *Nippotaenia mogurndae* and nematodes, the latter were not recorded in Amur sleeper in this reservoir previously. The relationship between hematological parameters and the extent of parasite invasion was revealed: in more infected fish the number of immature erythrocytes, protoleukocytes, as well as neutrophils and eosinophils is significantly higher. The large numbers of Amur sleeper in the studied reservoir, the absence of developmental anomalies in all the studied specimens, and the low proportion of fish with blood cell pathologies indicate the relative well-being of the studied part of the Amur sleeper population.

**Key words:** *Perccottus glenii*; hematological parameters; parasite fauna.

### Введение

Ротан *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 – пресноводная рыба семейства Odontobutidae, характеризующаяся высокой экологической пластичностью и широкими адаптивными возможностями. В

Европейской части России этот вид является интродуцентом, натурализовавшимся в большинстве водоёмов [Решетников, 2009]. Вселяясь в пойменные водоёмы, он быстро наращивает свою численность, оказывая значительное влияние на состояние популяций аборигенных видов рыб, в ряде

случаев становясь единственным представителем ихтиофауны [Tatar et al., 2017; Grabowska et al., 2019]. В Пермском крае ротан встречается с 1983 г. в мелких копаных водоемах, расположенных вдоль автомобильной дороги Кунгур–Суксун [Зиновьев, Устюгова, Пушкин, 1989]. В настоящее время он широко расселился по территории края [Лугаськов, 2009].

Кровотворение и состав крови рыб являются самыми динамичными параметрами внутренней среды, отвечающими за адаптивные процессы в ответ на изменение условий обитания [Medne, Balode, 2012; Pradhan, Patra, Pal, 2014]. Нарушение физиологического состояния отражается на гематологических показателях [Верголяс, 2016; Ahmed, Sheikh, 2020], поэтому показатели крови могут служить индикатором состояния организма и условий его существования [Микряков и др., 2001; Zutshi, Prasad, Nagaraja, 2010; Chen et al., 2019]. В 2012–2013 гг. проведены исследования ротана из водоемов Пермского края; установлено, что лейкоцитарная формула крови представлена лимфоцитами, нейтрофилами, моноцитами, эозинофилами и клетками лейкопоэтического ряда. В целом белая кровь имеет ярко выраженный лимфоидный характер. Большинство клеток зернистого ряда представлено эозинофилами, что может быть свидетельством наличия паразитов рыб [Шеина, 2014].

В 2012 г. С.Г. Соколовым с соавторами проведены исследования и установлены особенности паразитофауны ротана, обитающего в некоторых водоемах г. Перми. Выявлено наличие 12 видов и форм паразитов и высказано предположение о зависимости видового состава паразитов у ротана, как интродуцированного вида, от богатства ихтиофауны водоемов-реципиентов [Соколов, Бакланов, Зиновьев, 2014].

Настоящая работа посвящена изучению гематологических параметров периферической крови и паразитофауны ротана из малого водоема (копаного пруда), расположенного в окрестностях г. Перми.

## Материал и методы исследования

Сбор материала осуществляли в весенне-летний период 2019 г. из копаного пруда (57°57'23 с.ш., 56°02'03 в.д.) в бассейне р. Юрчим (левобережный приток р. Камы второго порядка). Отлов рыбы производили с помощью малькового неводка длиной 7 м и ячеей 2 мм. Всего исследовано 55 особей ротана (30 экз. – 8 мая и 25 экз. – 12 июля). Длина тела до конца чешуйного покрова (SL) составила от 6.4 до 9.6 см (среднее значение: 7.7±0.1 см). Возраст рыб, установленный по чешуе, составил 2–3 года. В весенней выборке соотношение полов составляло 1:1, в летней – преобладали самцы (72%).

Для проведения гематологических исследова-

ний кровь брали из хвостовой артерии с помощью инсулинового шприца, согласно методике В.В. Метелева [1965] не позднее чем через 15–20 сек. после извлечения рыбы из воды. Во избежание повышенной свертываемости использовали гепарин. Для подсчета эритроцитов и лейкоцитов применяли счетную камеру Горяева. Лейкоцитарную формулу и процентный состав зрелых и незрелых клеток красной крови определяли по мазкам (для фиксации и окраски использовали раствор Лейшмана). Просмотр мазков крови производили при увеличении 10×90. При установлении процентного состава клеток эритропоэтического ряда за 100% принимали 100 просчитанных эритроцитов, то же – при рассмотрении форм лейкоцитов. Идентификацию клеток красной и белой крови вели по системе Н.Т. Ивановой [1983]. На основе полученных данных рассчитывали интегральный индекс сдвига лейкоцитов: соотношение гранулоцитов и агранулоцитов [Житенева, Рудницкая, Калюжная, 1997]. Статистический анализ результатов проводили с использованием методов описательной статистики (анализ средних и их отклонений). Для установления достоверности отличий средних значений между выборками в отношении указанных признаков, рассчитывали достоверность разности по *t*-критерию Стьюдента (при  $p < 0.05$ ).

Исследование рыб на наличие паразитов проводили методом полного паразитологического вскрытия по общепринятой методике [Быховская-Павловская, 1985]. Диагностику паразитов осуществляли по определителям [Определитель паразитов..., 1984, 1987]. Фиксировали наличие паразитов, для количественной характеристики зараженности животных использовали экстенсивность инвазии (доля зараженных особей, выраженная в процентах от общего числа изученных рыб).

Анализировали различия гематологических параметров рыб в группах, отличающихся по экстенсивности инвазии, используя критерий Манна-Уитни.

## Результаты и их обсуждение

Показатели крови рыб позволяют оценить состояние популяции в разные периоды годового цикла [Лугаськова, 2003; Pradhan, Patra, Pal, 2014]. К тому же, все без исключения составляющие элементы крови первыми в организме реагируют на изменения внешней среды, соответственно очень быстро изменяются и многочисленные гематологические показатели, что является доказательством повышенной реактивности этой ткани [Минеев, 2012; Fazio et al., 2016].

При анализе гематологических показателей проб, взятых в весенний и летний периоды, выявлены достоверные различия большинства показателей (табл. 1).

Таблица 1

## Гематологические показатели периферической крови ротана

| Показатель                |                                  | 08.05.2019   | 12.07.2019    |
|---------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|
| Количество клеток в 1 мкл | Эритроциты, млн/1 мкл            | 1.39±0.019   | 1.59±0.017*   |
|                           | Лейкоциты, тыс./1 мкл            | 153.84±1.030 | 134.29±1.243* |
| Незрелые эритроциты       | Относительное количество, %      | 7.4±0.28     | 9.9±0.52*     |
|                           | Абсолютное количество млн/1 мкл  | 0.10±0.004   | 0.16±0.008*   |
| Зрелые эритроциты         | Относительное количество, %      | 92.6±0.28    | 90.1±0.52*    |
|                           | Абсолютное количество млн/1 мкл  | 1.29±0.019   | 1.44±0.020*   |
| Клетки-предшественники    | Относительное количество, %      | 7.5±0.29     | 9.2±0.35*     |
|                           | Абсолютное количество тыс./1 мкл | 11.60±0.463  | 12.45±0.534   |
| Нейтрофилы                | Относительное количество, %      | 4.4±0.21     | 5.9±0.30*     |
|                           | Абсолютное количество тыс./1 мкл | 6.72±0.325   | 7.91±0.419*   |
| Эозинофилы                | Относительное количество, %      | 4.1±0.20     | 5.5±0.34*     |
|                           | Абсолютное количество тыс./1 мкл | 6.36±0.307   | 7.56±0.476*   |
| Моноциты                  | Относительное количество, %      | 1.3±0.17     | 1.3±0.19      |
|                           | Абсолютное количество тыс./1 мкл | 1.96±0.261   | 1.71±0.252    |
| Лимфоциты                 | Относительное количество, %      | 82.7±0.52    | 78.1±0.73*    |
|                           | Абсолютное количество тыс./1 мкл | 127.20±1.064 | 104.67±1.095* |

\* достоверные отличия по t-критерию Стьюдента ( $p < 0.05$ ).

У всех рыб обнаружены зрелые эритроциты эллипсоидной формы и незрелые клетки округлой формы. Установлено, что в летний период относительное количество молодых форм достоверно больше, что обусловлено повышением уровня эритропоэза.

В летний период абсолютное количество эритроцитов (как молодых, так и зрелых форм) у исследованных рыб достоверно выше аналогичного показателя в весенней выборке, что, скорее всего, связано с различным содержанием растворенного кислорода в воде. Уровень эритропоэза определяется особенностями биологии рыб, гидрохимическим режимом водоёма, периодом вегетационного сезона, воздействий паразитов и др. [Серпунин, 2010; Corrêa et al., 2016]. Так, в экспериментах на ротане В.К. Головановым с соавторами установлено, что при повышении температуры увеличивается относительное количество незрелых форм эритроцитов [Голованов и др., 2016]. Ускорение эритропоэза и увеличение содержания зрелых эритроцитов в кровеносном русле надо рассматривать как компенсаторную реакцию на гипоксию у рыб, поскольку эритроциты рыб переносят кислород, диоксид углерода, поддерживают кислотно-щелочное равновесие, транспортируют низкомолекулярные вещества, участвуют в механизмах дезинтоксикации в организме.

Патологически измененные эритроциты обнаружены у 18% исследованных особей. Выявлены такие нарушения морфологии, как ацентрическое расположение ядра и пойкилоцитоз, но наличие

аберрантных эритроцитов не превышает величину их спонтанного образования, которая в норме составляет не более 1% [Шляхтин, Перевозникова, Дмитриев, 2014; Минеев, Минеева, 2019].

Количество лейкоцитов у ротана из летней пробы достоверно ниже количества клеток белой крови рыб из весенней выборки, что обусловлено снижением количества лимфоцитов (с  $127.20 \pm 1.064$  до  $104.67 \pm 1.095$  тыс./1 мкл). Относительное количество клеток предшественников, нейтрофилов и эозинофилов, наоборот, достоверно выше у рыб, выловленных в летний период. Показатели содержания нейтрофилов и эозинофилов у исследованных рыб превышают подобные показатели ротана из относительно чистого водоёма вблизи г. Добрянки (Пермский край), изученного в 2012 г. [Шейна, 2014]. Повышенное содержание нейтрофилов может являться следствием воздействия поллютантов, паразитарных инвазий, алиментарного токсикоза и др.; эозинофилия свидетельствует, как правило, о паразитарных инвазиях [Clauss, Dove, Arnold, 2008; Roubbedakis et al., 2015]. Количество моноцитов у рыб из весенней и летней выборки достоверно не отличалось, а их число по отношению ко всем клеткам белой крови являлось наименьшим, что свидетельствует об отсутствии воспалительных процессов.

Соотношение гранулоцитов и агранулоцитов позволяет судить о наличии у рыб патологических процессов. Условная норма уровня индекса сдвига лейкоцитов для ротана составляет 0.25–0.35 [Минеев, 2012]. Для большинства рыб весенней вы-

борки характерен агранулоцитоз (93% исследуемых особей), у 7% – условная норма. В летней выборке доля особей с агранулоцитозом составила 36%, условной нормой – 40%, гранулоцитозом – 24%. Выявленные отклонения в соотношении различных форм лейкоцитов являются адаптивным механизмом, который повышает защитную функцию крови и является достаточно распространенным и неспецифическим ответом организма рыб [Минеев, 2013].

Фауна паразитов ротана из водоемов г. Перми, по исследованиям С.Г. Соколова, М.А. Бакланова и Е.А. Зиновьева в 2012 г., представлена 12 видами и неопределенными до вида формами паразитов. Среди исследованных водоёмов изучался пруд, который представлен и в данном исследовании. Так, семь лет назад у ротана из копаного водоёма левобережья р. Камы обнаружены: *Trichodina nigra* Lom, 1960 (100% встречаемость), *Nippotaenia mogurndae* Yamaguti et Miyata, 1940 (100% встречаемость) и *Hydrozetes* cf. *Parisiensis* Grandjean, 1948 (1 экземпляр в одной из десяти исследованных рыб) [Соколов, Бакланов, Зиновьев, 2014].

В 2019 г. у ротанов в исследованном водоеме обнаружены два вида паразитов и неопределенные до вида паразиты *Nematoda*. Мы наблюдаем крайне малочисленный состав видов паразитов рыб, что было зафиксировано и в предыдущем исследовании. В целом, в местах инвазии у ротана паразитофауна значительно беднее по видовому составу, чем в естественных местах обитания [Соколов, Жуков, 2016; Иешко, Коросов, Соколов, 2019]. Наиболее интенсивно (100%-ная встречаемость) рыбы заражены *Nippotaenia mogurndae* – это цестода, паразитирующая в кишечнике, является специфичным паразитом рыб семейства Odontobutidae [Дубинина, 1971]. Зараженность данным паразитом значительно выше у рыб, находящихся в приобретенной части своего ареала [Соколов, Жуков, 2016]. Заражение рыб происходит при проглатывании планктонных рачков (копепод), которыми питаются мелкие особи ротана. Взрослые особи рыб заражаются вследствие каннибализма [Решетников и др., 2010].

Инфузория *Trichodina nigra*, паразитирующая на жабрах, также отмечена повторно. Экстенсивность инвазии составила в общем 9% (только у 5 рыб из весенней пробы отмечен данный паразит). Как правило, наблюдается определённая сезонная динамика в интенсивности заражения ротана инфузориями. Наибольшие показатели заражения характерны для летнего периода, спад наблюдается в осенне-весенний период, поскольку инфузории довольно термофильны и дают максимум численности в более тёплый период [Заиченко, 2015]. Надо отметить низкую встречаемость инфузорий и в весенней выборке, что может свидетельствовать о

действии случайных факторов на распространенность данного паразита.

Также в слизи с поверхности тела рыб обнаружена нематода, не определенная вследствие плохой сохранности паразита. Экстенсивность инвазии составила 58%. Ранее паразиты, относящиеся к данному типу, не были обнаружены у ротана в Пермском крае [Соколов, Бакланов, Зиновьев, 2014]. Исследуемый водоем во время весеннего половодья объединяется с соседними, и в это время возможно обогащение паразитофауны.

Ранее С.Г. Соколов, М.А. Бакланов, Е.А. Зиновьев [2014] выдвинули гипотезу о зависимости видового состава паразитов ротана на территории вне нативного ареала от богатства ихтиофауны водоемов-реципиентов. Подтверждением данной точки зрения является то, что у ротана из моновидового ихтиоценоза в течение 5 лет сохраняется крайне бедный состав паразитов. Также хочется отметить, что в небольших водоемах искусственного происхождения уровень зараженности эктопаразитами рыб может быть подвержен резким колебаниям.

По уровню зараженности паразитами выделено 2 группы рыб: 1) с наличием только одного паразита (*Nippotaenia mogurndae*) и 2) с наличием 2–3 видов паразитов. У этих групп рыб сравнивали гематологические показатели (табл. 2).

У рыб, зараженных 2–3 видами паразитов, достоверно выше количество клеток эритропоэтического и лимфопоэтического ряда, а также нейтрофилов и эозинофилов. У самцов различия в параметрах периферической крови в зависимости от уровня зараженности выражены сильнее, чем у самок (табл. 3).

При сравнении гематологических параметров ротана разного пола выявлены следующие достоверные различия: количество эритроцитов у самок ниже (у самцов выше абсолютные показатели зрелых форм), а лейкоцитов, наоборот, выше за счет увеличения абсолютного количества лимфоцитов. Относительное количество эозинофилов у самцов выше, чем у самок.

В целом полученные данные свидетельствуют об успешной натурализации ротана в некоторых водоёмах г. Перми. В исследованном копаном водоёме он вытеснил местную ихтиофауну, оставшись единственным видом рыб, что, скорее всего, повлияло на наличие небольшого количества видов паразитов рыб. Выявленные отклонения в гематологических показателях являются адаптивным механизмом, который может быть связан с понижением содержания кислорода в воде в летний период, что особенно заметно на фоне антропогенной нагрузки на водоем и высокой степени инвазии рыб специфическим внутрикишечным паразитом (*Nippotaenia mogurndae*).

Таблица 2

**Различия гематологических показателей периферической крови ротана в зависимости от уровня зараженности паразитами**

| Показатель                            | <i>U</i> | <i>p</i>  |
|---------------------------------------|----------|-----------|
| Эритроциты (млн/1 мкл)                | 331.5000 | 0.853921  |
| Зрелые формы эритроцитов (%)          | 193.5000 | 0.007732* |
| Молодые формы эритроцитов (%)         | 193.5000 | 0.007732* |
| Зрелые формы эритроцитов (млн/1 мкл)  | 325.5000 | 0.772296  |
| Молодые формы эритроцитов (млн/1 мкл) | 212.5000 | 0.020921* |
| Лейкоциты (тыс./1 мкл)                | 298.5000 | 0.444816  |
| Клетки-предшественники (%)            | 91.0000  | 0.000002* |
| Нейтрофилы (%)                        | 190.0000 | 0.006527* |
| Лимфоциты (%)                         | 111.0000 | 0.000017* |
| Моноциты (%)                          | 328.5000 | 0.812859  |
| Эозинофилы (%)                        | 194.0000 | 0.008176* |
| Клетки-предшественники (тыс./1 мкл)   | 58.0000  | 0.000000* |
| Нейтрофилы (тыс./1 мкл)               | 164.0000 | 0.001288* |
| Лимфоциты (тыс./1 мкл)                | 263.0000 | 0.166155  |
| Моноциты (тыс./1 мкл)                 | 339.0000 | 0.965037  |
| Эозинофилы (тыс./1 мкл)               | 177.0000 | 0.003004* |

\* достоверные отличия по критерию Манна-Уитни.

Таблица 3

**Различия гематологических показателей периферической крови самцов и самок ротана в зависимости от уровня зараженности паразитами**

| Показатель                            | Самцы    |           | Самки    |           |
|---------------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|                                       | <i>U</i> | <i>p</i>  | <i>U</i> | <i>p</i>  |
| Эритроциты (млн/1 мкл)                | 79.5000  | 0.117927  | 42.50000 | 0.730614  |
| Зрелые формы эритроцитов (%)          | 39.0000  | 0.000995* | 41.50000 | 0.679277  |
| Молодые формы эритроцитов (%)         | 39.0000  | 0.000995* | 41.50000 | 0.679277  |
| Зрелые формы эритроцитов (млн/1 мкл)  | 94.5000  | 0.335838  | 39.00000 | 0.580839  |
| Молодые формы эритроцитов (млн/1 мкл) | 40.5000  | 0.001176* | 47.00000 | 1.000000  |
| Лейкоциты (тыс./1 мкл)                | 100.0000 | 0.468278  | 23.00000 | 0.088368  |
| Клетки-предшественники (%)            | 15.0000  | 0.000005* | 19.50000 | 0.043902* |
| Нейтрофилы (%)                        | 62.0000  | 0.023342* | 17.50000 | 0.029550* |
| Лимфоциты (%)                         | 22.0000  | 0.000033* | 13.50000 | 0.011952* |
| Моноциты (%)                          | 108.0000 | 0.681130  | 45.50000 | 0.890599  |
| Эозинофилы (%)                        | 43.5000  | 0.001902* | 24.50000 | 0.103473  |
| Кл. предшественники (тыс./1 мкл)      | 12.0000  | 0.000002* | 11.00000 | 0.007058* |
| Нейтрофилы (тыс./1 мкл)               | 63.0000  | 0.026052* | 12.00000 | 0.009270* |
| Лимфоциты (тыс./1 мкл)                | 63.0000  | 0.026052* | 44.00000 | 0.836486  |
| Моноциты (тыс./1 мкл)                 | 106.0000 | 0.624584  | 37.00000 | 0.489225  |
| Эозинофилы (тыс./1 мкл)               | 44.0000  | 0.002219* | 18.00000 | 0.036185* |

\* достоверные отличия по критерию Манна-Уитни.

Низкую долю рыб с патологиями клеток крови можно рассматривать как доказательство относительного благополучия изученной части популяции ротана. В настоящее время рыбы справляются с неблагоприятными воздействиями окружающей среды, о чем также свидетельствует их высокая численность в водоеме и отсутствие отклонений в

развитии у всех исследованных особей.

### Заключение

Изучены паразитофауна и гематологические параметры ротана из копаного водоёма в окрестностях г. Перми. У рыб обнаружено 2 вида и одна

неопределенная форма паразитов. У 100% изученных особей ротана диагностирована инвазия цестодой *Nippotaenia mogurndae*. Нематоды (встречаемость 58%) впервые отмечены в составе паразитофауны ротана из водоёмов г. Перми. Экстенсивность инвазии инфузорией *Trichodina nigra* составила в общем 9%, причём у ротана из летней выборки паразит не обнаружен. При анализе гематологических показателей установлено, что количество эритроцитов у ротана выше, а лейкоцитов (за счёт лимфоцитов), наоборот, ниже в летний период в сравнении с весенним. Ротан из летней выборки отличается более высоким уровнем гемопоза, а также большим содержанием нейтрофилов и эозинофилов в сосудистом русле. Для большинства рыб весенней выборки характерен агранулоцитоз (93% исследуемых особей), в летней выборке доля особей с агранулоцитозом составила 36%, а гранулоцитозом – 24%. Выявлена взаимосвязь гематологических показателей и экстенсивности инвазии паразитами. У рыб, зараженных большим количеством паразитических видов, достоверно выше количество клеток гемопозитического ряда в микролитре крови (кроме зрелых лейкоцитов), из лейкоцитов – выше содержание нейтрофилов и эозинофилов. У самцов различия в параметрах периферической крови в зависимости от уровня зараженности выражены сильнее, чем у самок.

Авторы благодарят Н.А. Четанова (Пермский государственный национальный исследовательский университет) за помощь в статистической обработке материала.

Работа выполнена при поддержке гранта № 2019-0858 Министерства высшего образования и науки Российской Федерации.

### Библиографический список

- Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
- Верголяс М.Р. Кровь как интегральная система организма // ScienceRise. 2016. № 2/1 (19). С. 7–11.
- Голованов В.К. и др. Влияние высокой температуры на показатели крови у молоди серебряного карася *Carassius auratus* и головешки-ротана *Percottus glenii* // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 99–106.
- Дубинина М.Н. Ленточные черви рыб бассейна Амур // Паразитологический сборник. 1971. Т. 25. С. 77–119.
- Житенева Л.Д., Рудницкая О.А., Калужная Т.И. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Ростов н/Д: Молот, 1997. 152 с.
- Заиченко Н.В. Паразитофауна ротана *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (Osteichthyes: Odontobutidae) в некоторых водоёмах Киевской области // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2015. Т. 8, № 2. С. 46–52.
- Зиновьев Е.А., Устюгова Т.В., Пушкин Ю.А. Вексовые изменения в составе ихтиофауны р. Кама, новые виды // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира: тез. докл. Уфа, 1989. С. 342–344.
- Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. 184 с.
- Иешко Е.П., Коросов А.В., Соколов С.Г. Видовое богатство сообществ паразитов ротана *Percottus glenii* (Actinopterygii, Odontobutidae) в нативной и приобретенной частях ареала хозяина // Паразитология. 2019. Т. 53, № 2. С. 145–158.
- Лугаськова Н.В. Эколого-физиологические особенности крови сиговых рыб в период нагула в субарктической зоне бассейна реки Оби // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43, № 6. С. 835–841.
- Лугаськов А.В. Ротан в водоёмах Урала (распространение, биология и морфология) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2009. № 1–2. С. 19–23.
- Метелев В.В. Методы взятия крови у рыб // Ветеринария. 1965. № 8. С. 80–81.
- Микряков В.Р. и др. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление воды. М.: Наука, 2001. 126 с.
- Минеев А.К. Некоторые гематологические параметры ротана-головешки (*Percottus glenii* Dybowski, 1877) из озер Крутлое и Пляжное Самарской области // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2012. №1. С. 58–72.
- Минеев А.К. Неспецифические реакции у рыб из водоемов средней и нижней Волги // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15, № 3–7. С. 2301–2318.
- Минеев А.К., Минеева О.В. Гематологические параметры и паразитофауна обыкновенного пескаря *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) в рыбноводном водоёме // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 47. С. 123–141.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л.: Наука, 1984. Т. 1. 428 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л.: Наука, 1987. Т. 3. 583 с.
- Решетников А.Н. Современный ареал ротана *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) в Евразии // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2009. № 1. С. 22–35.
- Решетников А.Н. и др. Заражение *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) паразитом *Nippotaenia mogurndae* Yamaguti et Miyata, 1940 (Nippotaenidae, Cestoda) вследствие каннибализма // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2010. № 4. С. 69–73.
- Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб. Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. 460 с.

- Соколов С.Г., Жуков А.В. Разнообразие паразитов ротана *Perccottus glenii* Dybowski 1877 (Actinopterygii: Perciformes) в условиях крупномасштабного расширения ареала хозяина // Известия РАН. Сер. биологическая. 2016. № 4. С. 439–448.
- Соколов С.Г., Бакланов М.А., Зиновьев Е.А. Особенности паразитофауны ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877, Actinopterygii, Odontobutidae) в водоёмах города Перми // Экология. 2014. № 5. С. 397–400.
- Шеина Т.А. Состав крови и содержание тяжелых металлов в органах и тканях у трех видов рыб в бассейне р. Камы: дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2014. 235 с.
- Шляхтин Г.В., Перевозникова Т.В., Дмитриев С.Г. Биологический мониторинг вокруг крупных техногенных объектов г. Саратова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 4. С. 96–104.
- Ahmed I., Sheikh Z.A. Comparative study of hematological parameters of snow trout *Schizopyge plagiostomus* and *Schizopyge niger* inhabiting two different habitats // The European Zoological Journal. 2020. Vol. 87, Iss. 1. P. 12–19.
- Chen H. et al. Hematological analysis of *Ctenopharyngodon idella*, *Megalobrama amblycephala* and *Pelteobagrus fulvidraco*: Morphology, ultrastructure, cytochemistry and quantification of peripheral blood cells // Fish & Shellfish Immunology. 2019. Vol. 90. P. 376–384.
- Clauss T.M., Dove A., Arnold J.E. Hematologic disorders of fish // Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 2008. Vol. 11. P. 445–462.
- Corrêa L.L. et al. Hematological alterations in *Astyanax altiparanae* (Characidae) caused by *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) // Diseases of Aquatic Organisms. 2016. Vol. 120, Iss. 1. P. 77–81.
- Fazio F. et al. Comparative study of some hematological and biochemical parameters of Italian and Turkish farmed Rainbow Trout *Oncorhynchus Mykiss* (Walbaum, 1792) // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2016. Vol. 16, Iss. 3. P. 715–721.
- Grabowska J. et al. Competitive interactions for food resources between the invasive Amur sleeper (*Perccottus glenii*) and threatened European mudminnow (*Umbra krameri*) // Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems. 2019. Vol. 29, Iss. 12. P. 2231–2239.
- Medne R., Balode M. Hematological analyses of some fish species in the Gulf of Riga // Oceanology. 2012. Vol. 52, Iss. 6. P. 797–802.
- Pradhan S.C., Patra A.K., Pal A. Hematological and plasma chemistry of Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) // Journal of Applied Ichthyology. 2014. Vol. 30, Iss. 1. P. 48–54.
- Roumbedakis K. et al. Influence of ectoparasites on hematological parameters of wild and cultured dusky grouper from Southeastern Brazil // Boletim do Instituto de Pesca. 2015. Vol. 41, Iss. 4. P. 907–915.
- Tatar S. et al. Habitat establishment, captive breeding and conservation translocation to save threatened populations of the Vulnerable European mudminnow *Umbra krameri* // ORYX. 2017. Vol. 51, Iss. 4. P. 718–729.
- Zutshi B., Prasad S.G.R., Nagaraja R. Alteration in hematology of *Labeo rohita* under stress of pollution from Lakes of Bangalore, Karnataka, India // Environmental Monitoring and Assessment. 2010. Vol. 168. P. 11–19.

### References

- Ahmed I., Sheikh Z.A. Comparative study of hematological parameters of snow trout *Schizopyge plagiostomus* and *Schizopyge niger* inhabiting two different habitats. *The European Zoological Journal*. V. 87, Iss. 1 (2020): pp. 12-19.
- Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. *Parazity ryb: rukovodstvo po izucheniju* [Parasites of fishes: study guide]. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 121 p. (In Russ.).
- Chen H. et al. Hematological analysis of *Ctenopharyngodon idella*, *Megalobrama amblycephala* and *Pelteobagrus fulvidraco*: Morphology, ultrastructure, cytochemistry and quantification of peripheral blood cells. *Fish & Shellfish Immunology*. V. 90 (2019): pp. 376-384.
- Clauss T.M., Dove A., Arnold J.E. Hematologic disorders of fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. V. 11 (2008): pp. 445-462.
- Corrêa L.L. et al. Hematological alterations in *Astyanax altiparanae* (Characidae) caused by *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae). *Diseases of Aquatic Organisms*. V. 120, Iss. 1 (2016): pp. 77-81.
- Dubinina M.N. [Tapeworms of fishes of the Amur River basin]. *Parazitologičeskij sbornik*. V. 25 (1971): pp. 77-119. (In Russ.).
- Fazio F. et al. Comparative study of some hematological and biochemical parameters of Italian and Turkish farmed Rainbow Trout *Oncorhynchus Mykiss* (Walbaum, 1792). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. V. 16, Iss. 3 (2016): pp. 715-721.
- Golovanov V.K., Zobotkina E.A., Nekrutov N.S., Grachyova E.L. [Effect of high temperature on blood parameters in juvenile Silver carp *Carassius auratus* and Amur sleeper *Perccottus glenii*]. *Vestnik AGTU. Serija: Rybnoe chozjajstvo*. Iss. 1 (2016): pp. 99-106. (In Russ.).

- Grabowska J. et al. Competitive interactions for food resources between the invasive Amur sleeper (*Perccottus glenii*) and threatened European mudminnow (*Umbra krameri*). *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*. V. 29, Iss. 12 (2019): pp. 2231-2239.
- Ieshko E.P., Korosov A.V., Sokolov S.G. [Species richness of parasite assemblages in the chinese slipper *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Actinopterygii) in the host's native and non-native ranges]. *Parazitologija*. V. 53, Iss. 2 (2019): pp. 145-158. (In Russ.).
- Ivanova N.T. *Atlas kletok krovi ryb* [Atlas of fish blood cells]. Moscow, Legkaya i pishhevaya promyshlennost' Publ., 1983. 184 p. (In Russ.).
- Lugas'kov A.V. [Rotan in the Urals (distribution, biology and morphology)]. *Rybovodstvo i rybnoe khozjajstvo*. Iss. 1-2 (2009): pp. 19-23. (In Russ.).
- Lugas'kova N.V. [Specific Ecologo-Physiological Features of the Blood of Coregonids in the Feeding Period in the Subarctic Zone of the Ob Basin]. *Voprosy ikhtologii*. V. 43, Iss. 6 (2003): pp. 835-841. (In Russ.).
- Medne R., Balode M. Hematological analyses of some fish species in the Gulf of Riga. *Oceanology*. V. 52, Iss. 6 (2012): pp. 797-802.
- Metel'ev V.V. [Methods of taking blood from fish]. *Veterinariya*. Iss. 8 (1965): pp. 80-81. (In Russ.).
- Mikryakov V.R., Balabanova L.B., Zabolotkina E.A., Laterova T.B., Popov A.V., Silkina N.I. *Reakcija immunnogo sistema ryb na zagryaznenie vody toksikantami i zakislenie vody* [Reaction of fish immune system to acidification and contamination of water by toxicants]. Moscow, Nauka Publ., 2001. 126 p. (In Russ.).
- Mineev A.K. [Some hematological parameters of *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877) from lake Krugloe and lake Plyajnoe of Samara region]. *Rossijskij Žurnal Biologičeskich Invazij*. Iss. 1 (2012): pp. 58-72. (In Russ.).
- Mineev A.K. [Nonspecific reactions in fish from waters middle and lower Volga]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*. V. 15, Iss. 3-7 (2013): pp. 2301-2318. (In Russ.).
- Mineev A.K., Mineeva O.V. [Hematological parameters and parasite fauna of the gudgeon *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) in a fish-breeding pond]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologija*. Iss. 47 (2019): pp. 123-141. (In Russ.).
- Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR*. [Keys to parasites of freshwater fish of the USSR]. Leningrad, Nauka Publ., 1984, V. 1, 428 p. (In Russ.).
- Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR*. [Keys to parasites of freshwater fish of the USSR]. Leningrad, Nauka Publ., 1987, V 3, 583 p. (In Russ.).
- Pradhan S.C., Patra A.K., Pal A. Hematological and plasma chemistry of Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). *Journal of Applied Ichthyology*. V. 30, Iss. 1 (2014): pp. 48-54.
- Reshetnikov A.N. [The current range of Amur sleeper *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) in Eurasia]. *Rossijskij Žurnal Biologičeskich Invazij*. Iss. 1 (2009): pp. 22-35. (In Russ.).
- Reshetnikov A.N., Protasova E.N., Sokolov S.G., Pel'gunov A.N., Voropaeva E.L. [Infection of *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) by parasite *Nippotaenia mogurndae* Yamaguti et Miyata, 1940 (Nippotaeniidae, Cestoda) through cannibalism]. *Rossijskij Žurnal Biologičeskich Invazij*. Iss. 4 (2010): pp. 69-73. (In Russ.).
- Roumbedakis K. et al. Influence of ectoparasites on hematological parameters of wild and cultured dusky grouper from Southeastern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*. V. 41, Iss. 4 (2015): pp. 907-915.
- Serpunin G.G. *Gematologičeskie pokazateli adaptacii ryb* [Hematological parameters of fish adaptation]. Kaliningrad, KGTU Publ., 2010. 460 p. (In Russ.).
- Sheina T.A. *Sostav krovi i sodержanie tjaželykh metallov v organach i tkanjach u trech vidov ryb v bassejne reki Kamy*. Diss. kand. biol. nauk [Blood composition and heavy metal content in organs and tissues of three fish species from the Kama river basin]. Perm, 2014. 235 p. (In Russ.).
- Shlyakhtin G.V., Perevoznikova T.V., Dmitriev S.G. [The biological monitoring around large technogenic objects of the Saratov]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya serija. Serija Chimija. Biologija. Ėkologija*. V. 14, Iss. 4 (2014): pp. 96-104. (In Russ.).
- Sokolov S.G., Baklanov M.A., Zinov'ev E.A. [Peculiarities of the chinese sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877, Actinopterygii, Odontobutidae) parasite fauna in reservoirs of Perm]. *Ėkologija*. Iss. 5 (2014): pp. 397-400. (In Russ.).
- Sokolov S.G., Zhukov A.V. [The diversity of parasites in the chinese sleeper *Perccottus glenii* Dybowski 1877 (Actinopterygii: Perciformes) under the conditions of large-scale range expansion]. *Izvestiya RAN. Seriya biologičeskaya*. Iss. 4 (2016): pp. 439-448. (In Russ.).
- Tatar S. et al. Habitat establishment, captive breeding and conservation translocation to save threatened populations of the Vulnerable European mudminnow *Umbra krameri*. *ORYX*. V. 51, Iss. 4 (2017): pp. 718-729.
- Vergolyas M.R. [Blood as integral system of an organism]. *ScienceRise*. Iss. 2/1 (19) (2016): pp. 7-11. (In Russ.).
- Zaičenko N.V. [Parasite fauna of rotan *Perccottus*

glenii Dybowski, 1877 (Osteichthyes: Odontobutidae) in some waterbodies of Kiev region]. *Rossijskij Žurnal Biologičeskich Invazij*. V. 8, Iss. 2 (2015): pp. 46-52. (In Russ.).

Zhiteneva L.D., Rudnitskaya O.A., Kalyuzhnaya T.I. *Ėkologo-gematologičeskie charakteristiki nekotorych vidov ryb*. [Ecological and hematological characteristics of some fish species]. Rostov-on-Don, Molot Publ., 1997. 152 p. (In Russ.).

Zinov'ev E.A., Ustyugova T.V., Pushkin YU.A. [Centennial changes in the ichthyofauna of the Kama

river: new species]. *Vsesoyuznoe soveshhanie po probleme kadastra i ucheta zhivotnogo mira: Tez. dokl.* Ufa, Bashkir. Publ., 1989. pp. 342-344. (In Russ.).

Zutshi B., Prasad S. G. R., Nagaraja R. Alteration in hematology of *Labeo rohita* under stress of pollution from Lakes of Bangalore, Karnataka, India. *Environmental Monitoring and Assessment*. V. 168 (2010): pp. 11-19.

Поступила в редакцию 09.07.2020

### Об авторах

Шеина Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, инженер лаборатории биогеохимии техногенных ландшафтов  
Естественнонаучный институт

старший преподаватель кафедры зоологии позвоночных и экологии  
ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
**ORCID:** 0000-0002-1200-6800  
614990, Пермь, ул. Букирева, 15;  
gilevata@yandex.ru; (342)2396440

Костицына Наталья Вячеславовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии  
ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
**ORCID:** 0000-0002-8681-2135  
1614990, Пермь, ул. Букирева, 15;  
biology.psu@yandex.ru; (342)2396440

Бакланов Михаил Алексеевич, кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой зоологии позвоночных и экологии  
ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
**ORCID:** 0000-0002-2649-5852  
614990, Пермь, ул. Букирева, 15;  
mabakl@yandex.ru; (342)2396228

### Информация для цитирования:

Шеина Т.А., Костицына Н.В., Бакланов М.А. Гематологические показатели и паразитофауна ротана *Percottus glenii* моновидового ихтиоценоза малого городского водоема // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2020. Вып. 3. С. 227–235. DOI: 10.17072/1994-9952-2020-3-227-235.

Sheina T.A., Kostitsyna N.V., Baklanov M.A. [Hematological parameters and parasite fauna of Amur sleeper *Percottus glenii* in a single-species ichthyocenosis of a small urban reservoir]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologija*. Iss. 3 (2020): pp. 227-235. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2020-3-227-235.

### About the authors

Sheina Tatyana Aleksandrovna, candidate of biology, engineer of the laboratory of technogenic landscape biogeochemistry  
Institute of Natural Science.

senior lecturer of the Department of vertebrate zoology and ecology  
Perm State University.  
**ORCID:** 0000-0002-1200-6800  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;  
gilevata@yandex.ru; (342)2396440

Kostitsyna Natalya Vyacheslavovna, candidate of biology, associate professor of the Department of vertebrate zoology and ecology  
Perm State University.  
**ORCID:** 0000-0002-8681-2135  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;  
biology.psu@yandex.ru; (342)2396440

Baklanov Mikhail Alekseevich, candidate of biology, associate professor, head of the Department of vertebrate zoology and ecology  
Perm State University.  
**ORCID:** 0000-0002-2649-5852  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;  
mabakl@yandex.ru; (342)2396228

