

На правах рукописи



ШЕИНА ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА

**СОСТАВ КРОВИ И СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В
ОРГАНАХ И ТКАНЯХ У ТРЁХ ВИДОВ РЫБ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КАМЫ**

03.02.08 – экология (биология)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Пермь – 2014

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ФГБОУ ВПО ПГНИУ)

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор **Зиновьев Евгений Александрович**

Официальные оппоненты:

Литвиненко Александр Иванович – доктор биологических наук, Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства» (ФГУП «Госрыбцентр»), генеральный директор

Михеев Павел Борисович – кандидат биологических наук, Пермское отделение – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (Пермское отделенное ФГБНУ «ГосНИОРХ»), исполняющий обязанности заведующего лабораторией сырьевых ресурсов

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИЭРиЖ УрО РАН), г. Екатеринбург

Защита состоится 29 декабря 2014 г. в 13 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 212.189.02 при ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, зал заседаний Ученого Совета

Адрес сайта: <http://www.psu.ru>

E-mail: shibanova7@mail.ru

Факс: 8 (342) 237-16-11

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

Автореферат разослан 11 ноября 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Шибанова Наталья Леонидовна

Актуальность темы. В настоящее время водные экосистемы Пермского края подвержены значительному антропогенному влиянию (Холостов, Вертгейм, 2008). Сбрасываемые сточные воды и воздушные выбросы многопрофильных промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных объектов способствуют изменениям гидрохимического и гидробиологического режимов водоемов. Установлено, что со сточными водами в реки, озера и водохранилища страны поступает около 40 тыс. поллютантов в год (Тепляков и др., 2002).

Кровь – надёжный индикатор состояния организма рыб и условий их существования. Происходящие в результате отравления изменения в крови являются первыми признаками интоксикации и свидетельствуют о степени токсичности водной среды (Пегель, 1950; Пучков, 1954; Строганов, 1962; Иванова, 1983 и др.). Поэтому анализ состава крови рыб используют для биомониторинга водных объектов.

Из широкого спектра токсикантов наибольшую опасность для водных обитателей представляют тяжелые металлы (Перевозников, Богданова, 1999), аккумуляция которых ведет к биохимическим, физиологическим и морфологическим нарушениям в организме гидробионтов (Метелев и др., 1971).

В настоящее время не в полной мере установлены связи между средой обитания рыб и их организмом, показателями крови и физиологическим состоянием, полом, возрастом, течением патологических процессов. В диагностических целях при изучении загрязнения природных водоёмов качественные и количественные показатели состава крови рыб используются крайне слабо, но, зная, каковы диапазоны их изменений в условиях естественного обитания, можно оценить степень загрязнения водной среды (Clarence, 1976; Моисеенко, 1998).

Цель исследований – изучение показателей периферической крови и анализ содержания тяжелых металлов в органах и тканях избранных видов рыб, обитающих в разнотипных водоёмах бассейна реки Камы.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить и сравнить гематологические показатели 3 видов рыб, обитающих в водоёмах Пермского края;
2. Оценить содержание тяжелых металлов в воде и грунте разнотипных водоёмов;
3. Исследовать содержание тяжёлых металлов в органах и тканях пескаря, окуня и ротана в 11 водоёмах региона.

Научная новизна работы. Впервые в Прикамье одновременно исследован состав крови и содержание тяжелых металлов в органах и тканях одних и тех же видов рыб. Пескарь, окунь и ротан в регионе с точки зрения гематологии также изучены впервые. То же касается и анализа тяжелых металлов у ротана.

Теоретическая значимость заключается в анализе видовой специфики качественных и количественных параметров показателей крови и набора тяжелых металлов в органах и тканях пескаря, окуня и ротана, обитающих в водоёмах Пермского края. Кроме того, выявлены некоторые популяционные особенности динамики лейкоцитарной формулы и содержания изученных микроэлементов.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в возможности использования полученных результатов для оценки благополучия водной среды, так как установлены общие тенденции в соотношении форменных элементов крови в зависимости от загрязненности водоёмов. В работе приведены все эмпирические данные, обработанные типовыми методами статистического анализа, что позволяет в дальнейшем их использовать для сравнения.

Личный вклад автора. Автором лично проведены выбор объектов исследования, сбор материала, лабораторные исследования, выполнены обработка, анализ, обобщение и интерпретация результатов, сопоставление их с литературными данными, написание и оформление диссертационной работы. Подготовка публикаций выполнена лично или при активном участии автора.

Положения, выносимые на защиту:

1. В процессе адаптации рыб к различным экологическим условиям водоёмов выявлены стабильные и лабильные показатели красной и белой крови у трёх видов рыб Пермского края.
2. Содержание тяжелых металлов в воде и грунте 11 исследованных водоёмов сравнительно немного отклоняется от нормы, хотя для 7 элементов из 10 наблюдается некоторое превышение ПДК.
3. Изученные рыбы накапливают больше тяжелых металлов, чем их содержится в среде, особенно Mn, Zn и St. При этом бентический тип питания отражается в большем количестве этих элементов, прежде всего в печени и мышцах.

Апробация работы. Основные результаты и положения работы были представлены и обсуждались на 7 научных и научно-практических конференциях, в их числе 2 Международных: «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб» (Борок – Москва, 2011 г.); «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов» (Пермь, 2013 г.); 5 Всероссийских конференциях: «Биосфера земли: прошлое, настоящее и будущее» (Екатеринбург, 2008 г.); «Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование» (Пермь, 2013 г.); «Фундаментальные, прикладные и образовательные аспекты зоологических исследований» (Пермь, 2014); «Симбиоз Россия 2009» (Пермь, 2009); «Адаптационные реакции живых систем на стрессорные воздействия» (Киров, 2012 г.) и 1 Всероссийском конкурсе научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области биологических наук (Ульяновск, 2012 г.). Диссертация обсуждалась на заседании кафедры зоологии позвоночных и экологии биологического факультета ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 5 из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций и 9 публикаций в других журналах и материалах конференций.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, обсуждения результатов, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 235 страницах машинописного текста, содержит 35 таблиц, 50 рисунков, 33 приложения. Список литературы включает 240 источников, в том числе 29 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает благодарность своему научному руководителю д.б.н., профессору Е.А. Зиновьеву; к.б.н., доценту Н.В. Костицыной за организацию исследовательской работы; к.б.н., доценту, научному сотруднику лаборатории Экологии леса ЕНИ ПГНИУ А.В. Жекину за помощь в подготовке проб; к.б.н., доценту М.А. Бакланову и студентам кафедры зоологии позвоночных и экологии за помощь в сборе и первичной обработке материала.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Обзор литературы

Рассмотрены вопросы крови и кроветворения у рыб (Пестова, 1955; Остроумова, 1957; Велдре, 1958; Коржуев, 1958; Лукьяненко, 1969; Попов, 1969; Телль, 1970; Крылов, 1972; Houston, Rupert, 1976; Hoffmann et al., 1978; Cannon et al., 1980; Joshi, 1980 и др.). Особое внимание уделено исследованиям по тяжелым металлам в рамках общеэкологического мониторинга (Гольдин, 1978; Алябина и др., 1983; Израэль, 1984; Алабастр, Ллойд, 1984; Линник, Набиванец, 1986; Некрасов и др. 1989; Никаноров, Жулидов, 1991; Эйхенбергер, 1993 и др.). Дана краткая характеристика биологии исследованных видов рыб (Берг, 1949; Никольский, 1963; Спановская, 1964; Пушкин, 1988 и др.).

Краткий физико-географический очерк водоёмов

В работе исследовано 11 водоёмов различных по степени проточности и загрязнённости (табл. 1).

Таблица 1

Водоёмы и годы исследований

Водоём		Период исследований
1. Мотовилихинский пруд		2006-2008, 2012 гг.
2. Река Сытва		2006-2008, 2012 гг.
3. Верхнезырянское водохранилище		2008 г.
4. Река Бабка	выше с. Кукуштан	2012 г.
	в районе с. Жилино	2008, 2012 гг.
5. Нытвенский пруд		2011 г.
6. Камское водохранилище		2011 г.
7. Воткинское водохранилище	верхняя часть	2011 (все сезоны), 2012 гг.
	средняя часть	2011 г.
8. Река Мулянка		2011, 2012 гг.
9. Озеро в м-не Заостровка		2011-2013 гг.
10. Озеро в м-не Закамск		2012, 2013 гг.
11. Озеро в р-не Пермской ГРЭС		2012, 2013 гг.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования в работе являлись 3 вида наиболее распространенных рыб водоёмов Пермского края: пескарь, окунь и ротан. Сбор фактического материала производился с 2006 по 2013 гг. За этот период изучено 952 рыбы (табл. 2).

Таблица 2

Материалы, использованные в работе

Вид рыб	Морфобиологические показатели		Состав крови		Исследования содержания тяжелых металлов	
	Кол-во особей	Кол-во популяций	Кол-во особей	Кол-во популяций	Кол-во особей	Кол-во популяций
Пескарь	120	4	352	5	352	5
Окунь	180	6	390	8	390	8
Ротан	90	3	210	3	210	3
Всего	390	13	952	16	952	16

Исследование каждой особи включало в себя:

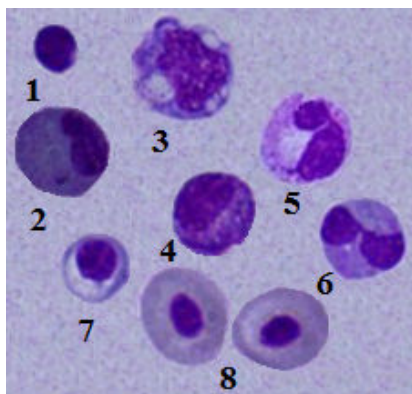
1. Измерение длины рыбы до конца чешуйного покрова (мм) с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм с левой стороны тела рыбы.

2. Сбор чешуи под передней частью спинного плавника над боковой линией. Определение возраста производили по заднему радиусу чешуи для всех экземпляров с помощью бинокля, увеличение оставалось постоянным (2 x 8 МБС - 9) (Зиновьев, Мандрица, 2003).

3. Определение пола и стадии зрелости гонад, которые проводились визуально по шестибалльной шкале (Правдин, 1966).

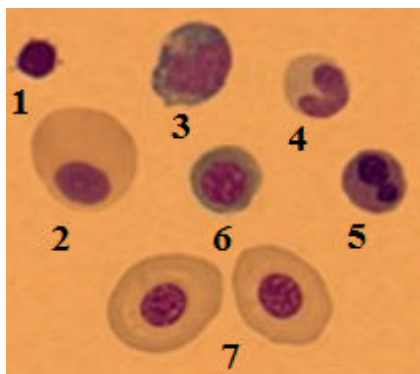
4. Сбор периферической крови из хвостовой артерии на общий анализ крови.

Кровь брали из хвостовой артерии с помощью инсулинового шприца, согласно методики В.В Метелева (1965) не позднее чем через 15-20 секунд после извлечения рыбы из воды. Для подсчета форменных элементов использовали камеру Горяева (Ивановой, 1983). Фотографии клеток крови делали с помощью микроскопа Olympus BX 51 с системой визуализации изображений и программы Cell B. Кровь карповых рыб несколько отличается от крови окуневых, что видно из рисунка 1, 2.



1. Лимфоцит
2. Моноцит
3. Кл. предшественник
4. Базофил
5. Эозинофил
6. Нейтрофил
7. Незрелый эритроцит
8. Зрелые эритроциты

Рис. 1. Клетки крови пескаря



1. Лимфоцит
2. Моноцит
3. Кл. предшественник
4. Нейтрофил
5. Эозинофил
6. Незрелый эритроцит
7. Зрелые эритроциты

Рис. 2. Клетки крови ротана

Для анализа содержания тяжелых металлов (Ni, Co, Cr, Mn, V, Ti, Cu, Zn, Pb, Sr) в органах и тканях (печень, скелет, чешуя, мышцы) исследованных объектов брали обобщенные пробы от 30 экземпляров в связи с небольшими размерами рыб. При подготовке проб использовали методику, описанную в монографии А.М. Никанорова и А.В. Жулидова (1991).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В период с 2006 г. по 2013 г. по гематологическим параметрам и содержанию тяжелых металлов исследовано 952 особи рыб. Из них 352 – это пескарь, 390 – окунь и 210 – ротан. Пескарь был изучен в возрасте 2+, 3+ лет; окунь – 1+, 2+, 3+ лет; ротан – 2+, 3+, 4+ лет. Соотношение полов пескаря и ротана 1:1, у окуня осенней и летних проб - 1:1 или 2:1 с преобладанием в выборках самок, а в зимней и весенней выборках преобладали самцы.

Кровь является чувствительным и информативным индикатором состояния организма, быстро реагирующим на изменения экзогенных и эндогенных факторов и отражающим влияние как на отдельно взятую особь, так и на популяцию в целом (Гулиев, 2014). Для периферической крови рыб характерен полиморфизм клеток – одновременное присутствие клеток различной степени зрелости. Как показали наши исследования и множество предшествующих работ, кровь рыб имеет достаточно сложную морфологическую картину (Гольдберг, 1973; Иванова, 1983; и др.). Так, лейкоцитарный состав клеток крови окуня и ротана представлен четырьмя основными группами клеток: лимфоцитами, моноцитами, а из гранулоцитов – нейтрофилами и эозинофилами, а пескарь – пятью (в крови обнаружены клетки гранулоцитов – базофилы). В целом, белая кровь рыб носит ярко выраженный лимфоидный характер. Из гранулоцитов у пескаря и ротана преобладают эозинофилы, а у окуня нейтрофилы. Сходная гематологическая картина у окуня водоёмов Калининградской области описана Г.Г. Серпуниным (2002). Необходимо отметить, что гематологические исследования пескаря, окуня и ротана водоёмов Пермского края проводились впервые.

При исследовании рыб из разнотипных водоёмов установлено, что не проявляется явных закономерностей в варьировании показателей крови рыб из водоёмов с различной степенью проточности (показатели крови окуня из р. Мулянки близки к показателям крови окуня из Мотовилихинского пруда), разного уровня годового стока (показатели крови окуня из р. Сылвы достоверно

не отличаются от показателей крови окуня из Камского водохранилища), в то время, как достоверные отличия выявлены для гематологических показателей рыб из водоёмов с разным уровнем загрязнённости. При этом изученные показатели периферической крови рыб из максимально загрязнённых водоёмов (например, окунь из р. Мулянки и Мотовилихинского пруда, где вода характеризуется как 3 класс, разряд «б» (очень загрязнённая)) достаточно близки.

Каждый гематологический показатель (в том числе количество эритроцитов и лейкоцитов, содержание гемоглобина, лейкоцитарный состав, осморезистентности) имеет характерные особенности у каждого вида (систематической группы) рыб. Нормальное состояние каждого показателя не может быть охарактеризовано одной цифрой, полученной в результате определения в течение короткого времени. Норма каждого гематологического показателя для рыб представляет собой систему данных, характеризующих закономерные сезонные и межгодовые изменения в зависимости от внутренних физиологических причин (например, голодание, менее выраженные половые и нерестовые изменения) и нормальных факторов внешней среды. Отклонения от нормы вызываются присутствием загрязняющих веществ, стрессовым состоянием, поражённостью паразитами. При этом наблюдаются отклонения от нормальных количеств форменных элементов, сдвиг лейкоцитарной формулы, появление патологических изменений в самих клетках крови. Различные загрязняющие вещества могут вызвать однотипные сдвиги в крови (Смирнова, 1978).

В целом гематологический анализ показал сходные тенденции: у рыб, обитающих в водоёмах, испытывающих значительную антропогенную нагрузку, снижено количество эритроцитов при общем лейкоцитозе в сравнении с рыбами из относительно чистых водоёмов. По мнению многих авторов (Метелев, 1974; Гольдин, 1975; Котов, 1976; Brozio, Litzbarski, 1977; Моисеенко, 2000; и др.), у рыб в большинстве случаев отмечается лейкоцитоз в присутствии каких-либо загрязнителей. Так, при анализе периферической крови пескаря выявлено, что наибольшее количество эритроцитов характерно для популяции, обитающей в р. Сылве выше г. Кунгур (средние значения в различные годы исследований колебались в пределах от 1,65 до 2,03 млн/1 мкл) и р. Бабке выше с. Кукуштан (1,99 млн/1 мкл). Количество эритроцитов пескаря из других водоёмов достоверно ниже, например, средние показатели у него из Мотовилихинского пруда за четыре года исследований колебались от 1,32 до 1,53 млн/1 мкл, количество эритроцитов пескаря из Верхнезырянского водохранилища составили 1,65 млн/1 мкл, пескаря из р. Бабки в р-не с. Жилино – от 1,32 до 1,56 млн/1 мкл. По количеству лейкоцитов наоборот наименьшее количество отмечено для пескаря из р. Сылвы (от 49,67 до 59,54 тыс./1 мкл) и пескаря из р. Бабки выше с. Кукуштан (61,48 тыс./1 мкл), больше содержится клеток белой крови у пескаря из Верхнезырянского водохранилища (61,70 тыс./1 мкл), пескаря из Мотовилихинского пруда (от 66,12 до 77,54 тыс./1 мкл) и популяции вида из р. Бабки в р-не с. Жилино (72,50 до 84,12 тыс./1 мкл). Необходимо отметить, что в периферической крови

у пескаря, обитающего в загрязненных водоёмах достоверно выше количество клеток предшественников, моноцитов и нейтрофилов, что можно расценивать, как проявление активной адаптационной реакции к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

При сравнении гематологических показателей крови пескарей, обитающих в загрязненных водоёмах, также выявляются различия, которые могут быть следствием того, что эти водоёмы загрязняются различными веществами и в различной степени. Так, Мотовилихинский пруд загрязняется стоками с хлебокомбината № 7 и промышленных предприятий, расположенных по берегам питающих пруд рек, аварийными канализационными сбросами в районе Вышка I. В водах пруда регулярно отмечается превышение ПДК по содержанию аммонийного азота, нитратов, железа, сульфатов и некоторых других поллютантов. Загрязнение аналогичными веществами характерно и для подземных вод, которые по степени развития водоупорного горизонта являются незащищенными (Экологическое обследование ..., 1999).

Источниками загрязнения Верхнезырянского водохранилища служит множество мелких сильноминерализованных ручьев. Их характерный признак – рыже-бурая окраска воды. Разгрузка минерализованных вод происходит и без явно обозначенных на местности ручьев, в виде больших обводненных пространств в долинах ручьев Пономаревский Лог, Пичуга, Рудничный и их межпойменных областей (Отчёт по НИР..., 2007).

Участок р. Бабки в районе с. Жилино загрязняется стоками промышленных отходов с птицефабрики «Платошино». В отношении данного предприятия отмечены систематические нарушения правил обращения с экологически опасными отходами. Например, 30 ноября 2007 г. произошел прорыв дамбы сборника отходов, в результате этого происшествия уровень аммиака превысил ПДК в 3 раза (Холстов, Вертгейм, 2008). Река Бабка выше с. Кукуштан испытывает меньшую антропогенную нагрузку в связи с тем, что в верхнем течении реки расположены только редкие дачные кооперативы.

Участок р. Сылвы в пределах УНБ “Предуралье” также испытывает низкую антропогенную нагрузку, т.к. находится в 12 км выше крупного центра – г. Кунгур (Холстов, Вертгейм, 2008).

Экологическая обстановка влияет на физиологическое состояние рыб, в частности, гематологические показатели (Абылкасымова, Тургамбаева, 1976). Было установлено, что показатели крови изменчивы (получены достоверные различия в параметрах у рыб, обитающих в одном водоеме в разные годы исследований), но в целом общая тенденция остаётся устойчивой. В связи с этим, ежегодный анализ позволяет найти диапазоны изменчивости для гематологических показателей, которые в дальнейшем могут служить в оценке физиологического состояния рыб и экологического благополучия водоёмов.

Исследования периферической крови окуня выявили сходные тенденции, наблюдаемые у пескаря. Для водоёмов, где исследовался окунь, наиболее благоприятная экологическая ситуация характерна для р. Сылвы (выше г. Кунгур) и Камского водохранилища. Участок р. Мулянки в р-не м-на Парковый подвергается загрязнению промышленными и бытовыми отходами,

сбросами животноводческих ферм, лесокombината, лакокрасочного завода и других предприятий, расположенных выше по течению. В целом данный участок реки можно оценить как сильно загрязненный, вода которого не пригодна для хозяйственно-бытовых и промышленных целей (Двинских, Китаев, 2011). Главным фактором загрязнения вод Нытвенского пруда, р. Нытвы и ее притоков является сельскохозяйственное производство (применение химических удобрений и гербицидов, размещение животноводческих ферм в водоохраной зоне), на втором месте находятся бытовые и промышленные стоки (Воронов, Стенно, 1991). Промышленные предприятия г. Перми и г. Краснокамска служат источниками загрязнения Воткинского водохранилища тяжелыми металлами и нефтепродуктами (Материалы ежегодного сборника..., 2010).

Экологическая ситуация подтверждается гематологическими исследованиями: наибольшее количество эритроцитов характерно для окуня из р. Сылвы (2,10-2,42 млн/1 мкл) и окуня из Камского водохранилища (1,92 млн/1 мкл). У окуня из других водоёмов клеток красной крови достоверно меньше. Так, данный показатель для окуня из р. Мулянки составил от 1,20 до 1,45 млн/1 мкл, окуня из Мотовилихинского пруда – 1,74 млн/1 мкл, окуня из Нытвенского пруда – 1,54 млн/1 мкл, из верхней части Воткинского водохранилища – от 1,29 до 1,85 млн/1 мкл (в различные годы и сезоны) и из средней части Воткинского водохранилища – 1,77 млн/1 мкл. Обратная картина в отношении лейкоцитов: наименьшее количество клеток белой крови обнаружено у окуня из Камского водохранилища (98,4 тыс./1 мкл) и окуня из р. Сылвы (100,9 – 105,8 тыс./1 мкл). Для окуня из других водоёмов характерно следующее количество лейкоцитов: для окуня из р. Мулянки – от 151,1 до 164,0 тыс./1 мкл, окуня из Мотовилихинского пруда – 141,4 тыс./1 мкл, окуня из Нытвенского пруда – 146,5 тыс./1 мкл, из верхней части Воткинского водохранилища – от 120,1 до 147,8 тыс./1 мкл (в различные годы и сезоны) и из средней части Воткинского водохранилища – 132,0 тыс./1 мкл. При этом у окуня из загрязненных водоёмов достоверно выше количество клеток предшественников, моноцитов и нейтрофилов в сравнении с показателями периферической крови окуня из относительно чистых водоёмов.

При сезонном анализе гематологических показателей окуня из верхней части Воткинского водохранилища выявлено, что наибольшее количество лейкоцитов характерно для весенней пробы в основном за счет увеличения лимфоцитов и нейтрофилов. Основная функция этих клеток – защита организма от инфекций и от токсических воздействий, скорее всего, это связано с естественными сезонными изменениями в организме рыб (рыбы выходят из зимовки и начинают нагуливаться). Также в Воткинском водохранилище максимум биогенных веществ наблюдается в весенний, минимум – в летний период. Процентное содержание форменных элементов крови может меняться в зависимости от стадии зрелости гонад и функционального состояния рыб (Спановская, Ролдугина, 1978; Сухопарова, Дубинин, 1981; Шатуновский и др., 1996).

У ротана из озера в р-не г. Добрянки в сравнении с ротаном из озер в г. Перми количество эритроцитов и лейкоцитов достоверно ниже и составляет соответственно 1,42-1,58 млн/1 мкл и 112,4-126,8 тыс./1 мкл. Для ротана из водоёма в м-не Заостровка количество клеток красной крови колеблется в пределах от 1,70 до 2,00 млн/1 мкл, клеток белой крови – от 139,25 до 158,12 тыс./1 мкл. Количество эритроцитов у этой рыбы из озера в м-не Закамск составило от 1,75 до 1,98 млн/1 мкл и лейкоцитов – от 155,12 до 168,13 тыс./1 мкл. В целом у ротана озер г. Перми выше скорость эритропоэза (большое количество молодых форм), также достоверно увеличено количество клеток предшественников, нейтрофилов и эозинофилов, что может являться следствием начальных стадий токсикоза.

Проведенные исследования показали, что морфологические характеристики незрелых и зрелых эритроцитов у всех изученных рыб не имели отклонений от нормы, в отличие, например, от исследований крови ротана из озер Круглое и Пляжное в Самарской области (рис. 3) (Минеев, 2012).

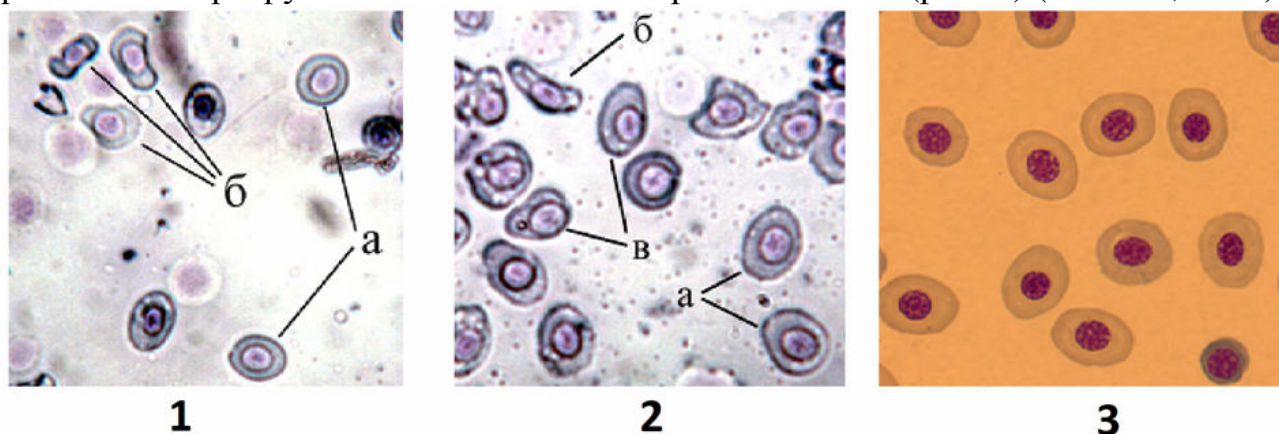


Рис. 3. Эритроциты ротана из водоёмов Самарской области (по Минееву) (1, 2) и Пермского края (3)

1а, 2а, 3 – эритроциты нормального размера и формы (без патологий);

1б – деформация эритроцита – изменение формы клетки без изменения ее площади;

2б – веретеновидная деформация эритроцита;

2в – ацентрическое ядро.

Таким образом, состояние ротана во всех изученных нами водоёмах нельзя назвать критическим, в отличие от ротана, обитающего в водоёмах Самарской области, где были обнаружены нарушения в морфологии клеток крови эритроидного ряда (изменение формы клетки без изменения ее площади, ацентрическое ядро, сморщивание клетки, и др.). У ротана из озёр Самарской области также отмечено повышенное содержание нейтрофилов на фоне общего снижения лейкоцитов в крови, что, по мнению А.К. Минеева, является признаком как ослабленного иммунитета отдельных особей, так и неблагополучия популяции в целом на фоне присутствия большого количества аномальных эритроцитов (Минеев, 2012). При анализе мазков крови ротана, обитающего в Пермском крае, нами не были выявлены отклонения в морфологии клеток, также отмечено достаточно высокое содержание лейкоцитов.

Необходимо отметить, что озёра в черте г. Перми подвержены антропогенному воздействию. Его оказывают садовые кооперативы, расположенные по берегам, автодороги, проходящая вдоль берега, также сильная рекреационная нагрузка (массовое купание летом, рыбалка). Озера, главным образом, загрязнены органическими веществами, замусорены бытовыми отходами (бутылки, пакеты, полиэтиленовые упаковки и т.д.) и строительным мусором (арматура, бетон, доски) (Бакланов, 2001). Озеро в р-не Пермской ГРЭС г. Добрянки находится на расстоянии 5 км от города и непосредственной антропогенной нагрузки не испытывает.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об усилении клеточного иммунитета у рыб, обитающих в загрязненных водоёмах, и могут являться следствием начальных стадий токсикозов, сопровождающихся мобилизацией резервных функций организма. Однако отсутствие патологичных форм клеток доказывает, что рыбы изученных водоёмов Пермского края в настоящее время справляются с неблагоприятными воздействиями окружающей среды, о чем также свидетельствует их большая численность и отсутствие отклонений в развитии у всех исследованных особей.

Одновременно в нашей работе мы пытались выяснить, связаны ли гематологические изменения с уровнем тяжелых металлов, как в водоёме, так и органах и тканях изученных рыб. Данная часть работы продиктована тем, что среди множества органических и неорганических веществ, загрязняющих окружающую среду, тяжелые металлы занимают особое место, т.к. не разлагаются, токсичны, способны включаться в пищевые цепи и обладают потенциальной способностью биоаккумулироваться во многих живых организмах (Яржомбек, 1991; Sorensen, 1992; Эйхенбергер, 1993; Кашулин, 1995 и др.).

Анализ результатов содержания тяжелых металлов в грунте, воде, а также органах и тканях рыб показал мозаичность их накопления в живых организмах и не выявил определённой связи с антропогенной нагрузкой в связи с тем, что водные экосистемы характеризуются значительным разнообразием распределения и миграции элементов (Соломин и др., 1965; Кулматов и др., 1982; Линник, 1989; Мелякина и др., 2014).

Тяжелые металлы могут депонироваться, к примеру, в костных тканях, в этих случаях содержание этих элементов в чешуе и скелете выше, чем в печени и мышцах. Это относится к таким элементам, как марганец, цинк и стронций, содержание которых в указанных тканях в несколько раз превышает ДОК для всех популяций изученных рыб (табл. 3-5; рис. 4-6). У речного окуня данная закономерность также характерна для таких элементов, как никель, медь, ванадий и свинец, для ротана – никель, ванадий, титан и свинец. Кобальт и хром обнаружены не во всех пробах.

При рассмотрении закономерностей содержания тяжелых металлов в органах и тканях пескаря выявлено, что наибольшее содержание (превышение допустимых остаточных концентраций) из изученных поллютантов характерно для стронция. Так, особенно в скелете его количество превышает ДОК в 5,2 - 14,6 раз (наибольшее у пескаря, обитающего в р. Бабке около с. Жилино).

Следует отметить, что в печени и мышцах концентрация данного металла ниже в 3 – 8 раз в сравнении с содержанием стронция в скелете и чешуе. Для пескаря из Мотовилихинского пруда концентрация данного элемента в пределах ДОК. Также в значительных количествах в пробах обнаружен марганец и цинк. Количество марганца превышает ДОК во всех изученных органах и тканях, причем в мышцах данного элемента содержится больше, чем в печени. Цинка, наоборот, в мышцах обнаружено меньше, чем в печени, причём наибольшее количество данного элемента накапливается в чешуе (в 15,5 – 57,6 раз выше ДОК). Концентрация никеля и кобальта в органах и тканях рыб превышает ДОК в 1,68 – 16,3 раз, лишь в мышцах пескаря, обитающего в Мотовилихинском пруду содержание кобальта в пределах нормы. Медь и свинец, в отличие от других элементов, наиболее интенсивно накапливается в печени. Для меди концентрация в скелете и чешуе наименьшая во всех пробах и её значение близко или ниже ДОК. Свинец так же, как и хром обнаружен не во всех пробах.

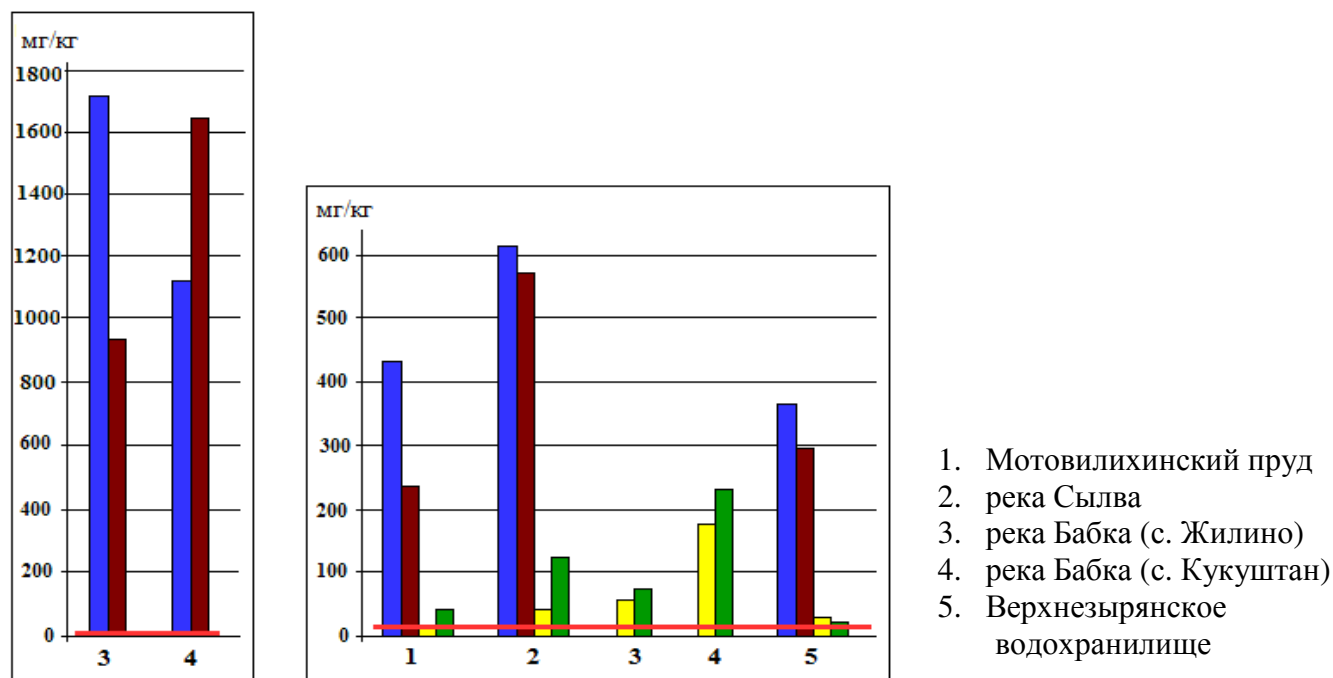
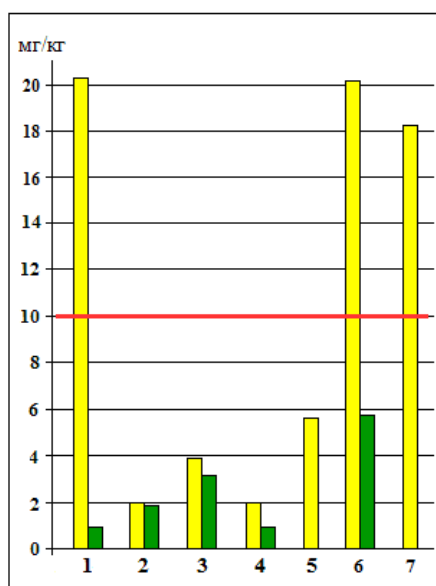
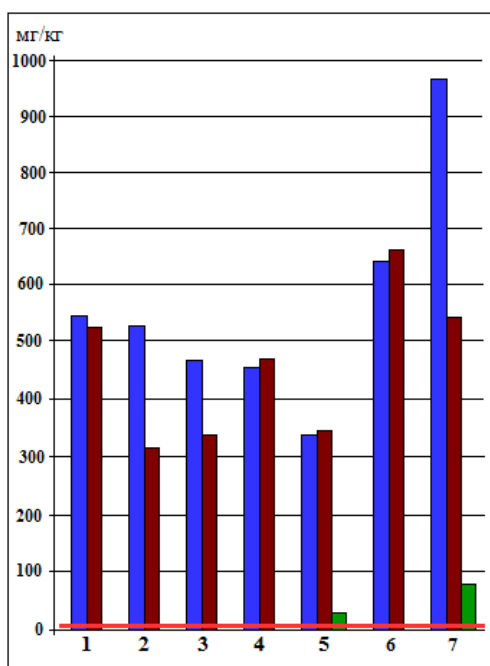


Рис. 4. Содержание марганца в органах и тканях пескаря

- содержание тяжелых металлов в скелете;
- содержание тяжелых металлов в чешуе;
- содержание тяжелых металлов в печени;
- содержание тяжелых металлов в мышцах.
- ДОК (10 мг/кг сухой массы).

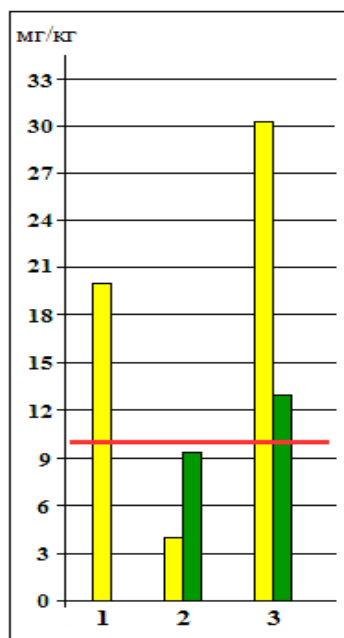
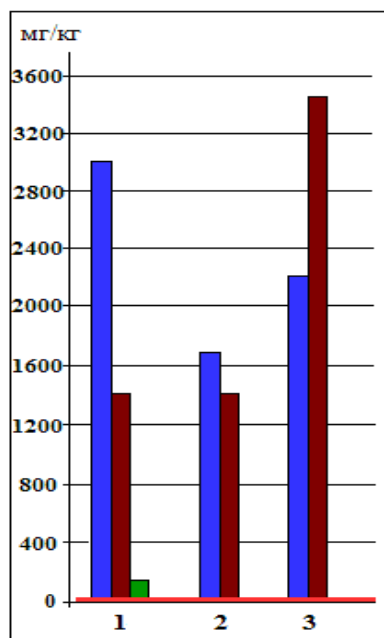


1. Мотовилихинский пруд
2. Нытвенский пруд
3. Камское водохранилище
4. Воткинское водохранилище (средняя часть)
5. Воткинское водохранилище (верхняя часть)
6. р. Сытва
7. р. Мулянка

Рис. 5. Содержание марганца в органах и тканях окуня

- - содержание тяжелых металлов в скелете;
- - содержание тяжелых металлов в чешуе;
- - содержание тяжелых металлов в печени;
- - содержание тяжелых металлов в мышцах.

— ДОК (10 мг/кг сухой массы).



1. озеро в м-не Закамск, г. Пермь
2. озеро в м-не Заостровка, г. Пермь
3. озеро в м-не Пермской ГРЭС, г. Добрянка

Рис. 6. Содержание марганца в органах и тканях ротана

- - содержание тяжелых металлов в скелете;
- - содержание тяжелых металлов в чешуе;
- - содержание тяжелых металлов в печени;
- - содержание тяжелых металлов в мышцах.

— ДОК (10 мг/кг сухой массы).

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в органах и тканях обыкновенного пескаря (мг/кг сухой массы)

Водоём	Органы и ткани	Химический элемент (ДОК)									
		Ni (0,5)	Co (0,5)	Cr (0,5)	Mn (10)	V (1,0)	Ti (10)	Cu (10)	Zn (40)	Pb (1,0)	Sr (100)
Мотовилихинский пруд	скелет	3,5	0,8	0,5	432,2	8,5	325,9	4,7	521,7	1,6	259,1
	чешуя	3,1	0,8	1,8	235,3	4,9	233,0	7,0	718,9	3,6	117,8
	печень	1,0	0,3	1,5	10,0	2,3	125,2	8,6	20,1	13,1	37,7
	мышцы	0,7	0,2	0,2	41,2	0,9	36,6	2,6	21,1	2,4	26,7
река Сылта	скелет	2,2	1,1	0,4	614,8	5,9	212,1	5,8	608,2	0,9	613,9
	чешуя	2,8	1,3	0,6	578,4	4,7	182,8	13,5	830,5	2,5	484,2
	печень	2,6	0,8	8,9	40,8	2,9	158,0	12,7	58,6	5,7	112,7
	мышцы	2,2	0,6	2,9	121,9	1,2	33,2	6,1	45,9	0,4	146,3
река Бабка (село Жилино)	скелет	2,6	1,7	н/о	1769,0	4,9	36,1	9,2	565,6	1,1	795,6
	чешуя	2,3	1,9	4,4	942,1	20,2	50,2	22,1	1732,3	3,7	529,1
	печень	2,6	1,2	3,4	59,5	8,5	199,5	22,7	87,4	14,3	112,1
	мышцы	1,7	1,0	0,1	71,1	1,7	10,0	6,0	28,9	н/о	95,1
река Бабка (станция Кукуштан)	скелет	2,8	0,8	н/о	1126,0	2,0	н/о	14,1	562,8	н/о	708,1
	чешуя	8,2	3,3	н/о	1633,0	5,4	16,3	21,8	620,3	9,8	816,4
	печень	8,0	5,3	н/о	177,2	17,7	354,5	44,3	544,2	26,6	620,3
	мышцы	5,9	2,0	н/о	236,0	3,5	35,4	27,5	275,4	2,0	562,8
Верхнезырянское водохранилище	скелет	н/о	н/о	н/о	362,8	1,8	145,1	3,6	108,8	н/о	181,4
	чешуя	0,6	0,6	н/о	297,4	3,0	59,5	13,9	793,1	1,4	99,1
	печень	0,7	0,4	3,9	23,2	2,3	387,2	19,4	12,9	1,3	38,7
	мышцы	1,7	0,2	0,4	12,8	0,4	21,3	3,0	17,1	0,1	4,3

н/о – не обнаружено

Жирным шрифтом – превышение ДОК

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в органах и тканях окуня (мг/кг сухой массы)

Водоём	Элемент (ДОК) / органы и ткани									
	Ni (0,5)	Co (0,5)	Cr (0,5)	Mn (10)	V (1,0)	Ti (10)	Cu (10)	Zn (40)	Pb (1,0)	Sr (100)
Скелет										
Мотовилихинский пруд	1,8	н/о	н/о	546,3	1,8	3,6	2,2	254,9	1,1	218,5
Нытвенский пруд	1,1	н/о	н/о	528,8	1,8	н/о	3,2	246,8	н/о	211,5
Камское водохранилище	1,0	н/о	н/о	474,6	1,6	н/о	3,2	189,8	н/о	158,2
Воткинское водохр.(ср. часть)	1,0	н/о	н/о	458,6	1,5	н/о	4,6	305,7	1,2	183,4
Воткинское водохр. (в. часть)	3,9	0,2	0,6	342,4	2,1	н/о	3,7	131,1	4,6	271,6
р. Сытва	4,3	1,2	н/о	641,3	2,3	3,8	4,7	384,9	1,0	500,1
р. Мулянка	4,9	н/о	1,6	970,7	4,1	4,9	8,8	178,3	5,4	405,2
Чешуя										
Мотовилихинский пруд	1,6	н/о	н/о	521,8	2,6	н/о	2,6	365,3	2,6	260,9
Нытвенский пруд	н/о	н/о	н/о	316,5	2,6	н/о	2,6	369,3	1,6	316,5
Камское водохранилище	1,9	1,5	н/о	338,9	1,5	н/о	3,4	290,5	н/о	242,1
Воткинское водохр.(ср. часть)	1,9	н/о	н/о	478,8	2,4	н/о	2,4	718,2	1,4	335,2
Воткинское водохр. (в. часть)	2,9	2,1	1,1	352,5	2,9	4,3	6,3	449,1	1,8	384,0
р. Сытва	3,4	3,4	н/о	662,3	3,8	11,5	23,8	492,0	1,7	918,0
р. Мулянка	5,5	н/о	н/о	546,1	2,8	0,5	10,3	818,6	2,1	799,9
Печень										
Мотовилихинский пруд	0,6	0,4	0,2	21,2	0,1	н/о	6,4	42,3	12,7	4,2
Нытвенский пруд	0,4	0,4	н/о	2,0	0,2	1,2	3,9	35,3	0,8	11,8
Камское водохранилище	0,2	0,4	н/о	3,9	0,2	0,8	5,8	27,0	0,2	15,4
Воткинское водохр.(ср. часть)	0,1	0,3	0,1	2,0	н/о	1,4	4,2	19,5	0,4	8,4
Воткинское водохр. (в. часть)	0,4	0,3	н/о	5,8	0,2	3,3	5,1	84,8	1,1	15,9
р. Сытва	0,5	0,4	0,6	20,6	0,8	10,8	7,1	44,9	1,2	31,7
р. Мулянка	0,5	0,6	0,4	18,2	0,7	6,0	7,8	31,7	1,4	13,1
Мышцы										
Мотовилихинский пруд	0,2	0,1	н/о	0,8	0,1	1,6	1,6	15,8	0,1	13,2
Нытвенский пруд	0,4	0,1	н/о	1,9	0,1	н/о	1,9	2,6	0,1	13,2
Камское водохранилище	0,3	0,1	н/о	3,3	0,2	1,8	2,6	18,3	0,2	18,3
Воткинское водохр.(ср. часть)	н/о	0,1	н/о	0,8	н/о	0,6	1,2	2,0	1,6	12,1
Воткинское водохр. (в. часть)	0,9	0,4	2,2	33,4	0,7	2,1	2,7	32,6	0,5	48,2
р. Сытва	0,6	0,1	н/о	5,8	0,2	0,4	1,9	7,1	0,1	18,7
р. Мулянка	2,3	0,5	1,3	75,5	1,1	24,5	0,9	70,4	0,9	110,5

н/о – не обнаружено

Жирным шрифтом – превышение ДОК

Таблица 5

Содержание тяжелых металлов в органах и тканях ротана (мг/кг сухой массы)

Водоём	Органы и ткани	Химический элемент (ДОК)									
		Ni (0,5)	Co (0,5)	Cr (0,5)	Mn (10)	V (1,0)	Ti (10)	Cu (10)	Zn (40)	Pb (1,0)	Sr (100)
озеро в м-не Закамск г. Пермь	скелет	20,9	3,3	н/о	3031,3	12,5	27,4	20,8	701,3	3,6	799,4
	чешуя	6,2	н/о	н/о	1400,7	2,6	17,2	24,5	707,7	1,0	317,7
	печень	0,5	0,2	н/о	20,0	0,4	2,0	5,8	19,2	0,3	14,8
	мышцы	4,2	0,6	н/о	152,9	1,1	4,3	16,5	120,2	0,7	125,0
озеро в м-не Заостровка г. Пермь	скелет	3,2	0,8	н/о	1733,4	4,0	19,7	14,4	195,7	2,4	225,2
	чешуя	2,4	н/о	1,6	1434,3	3,4	17,3	13,2	627,5	2,3	521,7
	печень	0,2	0,2	0,2	4,0	0,4	2,3	7,7	23,6	0,1	26,4
	мышцы	0,9	0,1	н/о	9,5	0,2	0,5	1,8	17,1	0,4	22,6
озеро в р-не Пермской ГРЭС г. Добрянка	скелет	5,9	н/о	н/о	2214,2	7,2	16,3	6,4	69,0	1,4	309,2
	чешуя	1,0	1,2	н/о	3457,3	4,3	14,1	8,9	1235,2	1,1	835,9
	печень	0,1	0,1	н/о	30,5	0,4	4,1	4,1	18,9	0,3	12,1
	мышцы	0,4	0,1	н/о	13,7	0,1	3,1	2,0	5,4	0,1	38,5

н/о – не обнаружено

Жирным шрифтом – превышение ДОК

Для окуня также, как и для пескаря, характерно наибольшее накопление марганца, цинка и стронция, хотя цинк и стронций не превышает ДОК во всех пробах печени, а у окуня из р. Сылвы в небольшом количестве содержится и в мышцах. В отличие от пескаря, содержание меди и свинца в скелете и чешуе превышает содержание данных элементов в печени. Содержание тяжёлых металлов в печени и мышцах окуня из р. Сылвы находится в пределах ДОК или чуть выше для никеля, хрома и марганца.

Распределение тяжелых металлов в организме ротана ближе к окуню (табл. 4, 5), что, скорее всего, связано со сходным образом их жизни. Скелет и чешуя содержат в себе большее количество металлов (кроме хрома, который не обнаружен в подавляющем большинстве проб), чем печень и мышцы, причём в печени концентрация элементов наименьшая. У ротана из изученных водоёмов в скелете и чешуе накапливается значительное количество таких элементов, как никель, марганец, цинк и стронций. Интересно, что скелет и чешуя ротана из озера в Добрянском районе содержат большее количество марганца, а чешуя также цинка и стронция, хотя данный водоём является относительно чистым (в воде и грунте здесь обнаружены наименьшие концентрации тяжелых металлов).

В связи с тем, что на величину концентрации элемента в организме рыб оказывает существенное влияние не только биогеохимический состав водной среды, грунтов и других источников микроэлементов для гидробионтов, но и физиологические особенности, связанные с созреванием половых продуктов, когда наблюдается не только изменение процессов накопления элементов в системе окружающая среда - организм, но и активное перераспределение накопленных в предшествующий период элементов между его различными частями (и органами и тканями) в организме рыб (Шабоянц и др., 2010). Это подтверждают сезонные исследования содержания тяжелых металлов в органах и тканях окуня верхней части Воткинского водохранилища 2011 г. Так, в зимней и весенней пробах содержание элементов выше, чем в летних и осенних пробах.

Выявленные закономерности распределения металлов в органах и тканях рыб обусловлены биологией и экологией выбранных видов. Таким образом, можно отметить видовую специфику в накоплении тяжелых металлов. У пескаря, как представителя придонного комплекса, содержание тяжелых металлов достаточно большое во всех органах и тканях из разных проб (табл. 3). У нектонного окуня из р. Сылвы в сравнении с пескарем, обитающим здесь же, концентрация тяжелых металлов в несколько раз меньше, в особенности марганца, цинка и стронция (табл. 4). Выявленные закономерности в распределении металлов в органах и тканях рыб согласуются с литературными данными (Чупров и др., 1989; Глушанкова, Пашкова, 1991; Рыжков, Савицкая 2000; Зайцев, Щербакова, 2006; Бичарева, Шабоянц, 2010; Вундцеттель, Кузнецова, 2013 и др.). Так, в работе М.Ф. Вундцеттеля и Н.В. Кузнецовой выявлено, что карась, ведущий придонный образ жизни, отличается более высоким содержанием тяжелых металлов во всех органах, чем окунь. Заглатывание вместе с организмами донных отложений, поедание

водной растительности, в которых аккумулируются тяжелые металлы, способствуют их большей концентрации в теле придонных рыб.

Изменение концентраций тяжелых металлов за 4 года исследований (2006-2008, 2012 гг.) в органах и тканях пескаря, обитающего в речной экосистеме (р. Сылве), более существенно, чем у пескаря из малопроточного водоёма (Мотовилихинского пруда).

Активное накопление цинка и марганца обусловлено тем, что эти элементы имеют двойную генетическую систему регуляции у рыб. Цинк входит в состав более двухсот ферментов, участвующих в метаболизме белков, углеводов, липидов и нуклеиновых кислот (Ноздрюхина, 1977; Салтыкова, 2006 и др.). Цинк концентрируется преимущественно в органах, контактирующих с внешней средой, а также репродуктивных органах (Вундцеттель, Кузнецова, 2013). Высокое содержание стронция в скелете и чешуе связано, скорее всего, с тем, что этот элемент является конкурентом кальция. Также надо отметить следующую закономерность: содержание стронция выше у рыб из р. Сылвы, возможно в связи с тем, что этот элемент в большем количестве содержится здесь в грунте и воде. Медь накапливается в большем количестве в печени, ее концентрация зависит от содержания данного элемента в водоеме (Глушанкова, Пашкова, 1991 и др.).

Как показали наши исследования (2006-2008 гг., 2012 г.), межгодовые различия в содержании тяжелых металлов в органах и тканях пескаря, обитающего в р. Сылве, значительнее по сравнению с данными показателями пескаря из Мотовилихинского пруда. Это связано с тем, что в речных экосистемах миграция элементов более выражена, в отличие от слабопроточных водоёмов, где происходит консервация тяжелых металлов в донных отложениях.

В исследованных органах и тканях рыб превышение содержания большинства элементов их допустимой остаточной концентрации наблюдается в скелете и чешуе. В мышцах в основном повышена концентрация марганца. Необходимо учитывать, что превышение ДОК для пищевых продуктов большинством тяжелых металлов в чешуе и костях является типичным для рыб и само по себе не является маркером загрязнения, по крайней мере, пока ДОК не превышена на 1-2 порядка. Напротив, превышение концентрации элемента ДОК в мягких тканях, особенно в мышцах, указывает на его повышенное содержание в организме, в результате поступления из внешней среды (Тарасенко и др., 1991; Рыжков, Савицкая 2000; Зайцев, Щербакова, 2006 и др.).

Свинец первоначально накапливается в тканях внутренних органов, его хроническое воздействие вызывает снижение активности печени и почек, но токсическое действие на организмы определяются не только взятыми в отдельности кадмием, свинцом или медью, но и комплексом всех остальных поллютантов, связанных с этими элементами корреляционными связями (Марченко, 2007).

Для более точного определения токсичности отдельных элементов в природных условиях для рыб необходимы дальнейшие специальные

исследования, поскольку тяжелые металлы образуют комплексы между собой и с другими веществами.

ВЫВОДЫ

1. Эритроцитарный состав периферической крови у пескаря, окуня и ротана мало изменчив (от 1,2 до 2,4 млн/1 мкл), количество лейкоцитов более вариабельно (от 49,7 до 168,1 тыс./1 мкл).
2. Существует видовая специфика как в наборе форменных элементов, так и в их содержании. Лейкоцитарный состав клеток крови окуня и ротана представлен четырьмя основными группами клеток: лимфоцитами, моноцитами, нейтрофилами и эозинофилами, у пескаря – пятью, кроме указанных форм, базофилами.
3. Соотношение форменных элементов крови у окуня различается по сезонам, максимальное количество эритроцитов наблюдается летом, минимальное – зимой. Наибольшее количество лейкоцитов в крови у рыб приходится на весну, наименьшее отмечается осенью.
4. У исследованных рыб из относительно чистых водоёмов количество эритроцитов крови выше, а число лейкоцитов (в основном за счет клеток-предшественников, моноцитов и нейтрофилов) ниже, чем у рыб из водоёмов с существенной антропогенной нагрузкой и более загрязненных.
5. В воде исследованных водоёмов отмечено относительно небольшое превышение предельно допустимых концентраций от 2 до 5, в грунте от 2 до 7 элементов из 10 определяемых тяжелых металлов.
6. Максимальная концентрация исследованных элементов в органах и тканях трех видов рыб отмечена для марганца (до 3795 мг/кг), цинка (до 2304 мг/кг), стронция (до 1464 мг/кг). Минимальное содержание характерно для свинца, кобальта и хрома. У всех исследованных рыб наибольшее количество тяжелых металлов содержится в скелете и чешуе, меньше - в печени и мышцах.
7. Исследованные виды рыб позволяют выявить экологические особенности в характере накопления и распределения тяжелых металлов в органах и тканях: обыкновенный пескарь – бентофаг, обитатель придонных слоев водоемов, в целом, накапливает большее количество элементов, в отличие от окуня и ротана, питающихся разнообразной пищей из толщи воды.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций:

1. Гилева (Шеина) Т.А., Зиновьев Е.А, Костицына Н.В. Сезонная динамика гематологических показателей молоди окуня верхней части Воткинского водохранилища // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле, 2013. Вып. 4. С. 171 – 174.

2. Гилева (Шеина) Т.А., Костицына Н.В. Характеристика периферической крови и содержания тяжёлых металлов в органах и тканях окуня водоёмов бассейна р. Камы // Теоретическая и прикладная экология. Киров, 2014. № 2. С. 45 – 50.
3. Гилева (Шеина) Т.А., Зиновьев Е.А., Костицына Н.В. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыб, обитающих в разнотипных водоёмах Пермского края // Аграрный вестник Урала. Екатеринбург, 2014. № 8. С. 73-78.
4. Зиновьев Е.А., Гилева (Шеина) Т.А. Морфологическая характеристика некоторых рыб бассейна реки Камы // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Самара, 2014. № 5. С. 536-542.
5. Жук В.В., Гилева (Шеина) Т.А., Шагальева С.Р., Зиновьев Е.А. Гистологические исследования рыб в Пермском университете (ПГНИУ. Пермь) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Самара, 2014. № 5. С. 533-535.

Другие публикации:

1. Гилева (Шеина) Т.А. Гематологические показатели периферической крови обыкновенного пескаря *Gobio gobio* (L.) в водоемах с различной антропогенной нагрузкой // Материалы региональных научных конференций студентов, аспирантов и молодых учёных «Фундаментальные и прикладные исследования в биологии и экологии» (2006 и 2007 гг.). Пермь, 2007. С. 195-197.
2. Гилева (Шеина) Т.А. Гематологические показатели периферической крови обыкновенного пескаря *Gobio gobio* (L.) разнотипных водоёмов // Материалы конференции молодых ученых «Биосфера земли: прошлое, настоящее и будущее» (21-25 апреля 2008 г.). Екатеринбург, 2008. С. 65.
3. Гилева (Шеина) Т.А., Костицына Н.В. Изменчивость гематологических показателей периферической крови обыкновенного пескаря в водоёмах с различным загрязнением // Материалы II Всероссийского с международным участием конгресса студентов и аспирантов-биологов «Симбиоз Россия 2009» (25-29 мая 2009 г.). Пермь, 2009. С. 103-104.
4. Гилева (Шеина) Т.А., Костицына Н.В., Зиновьев Е.А., Бакланов М.А. К содержанию тяжелых металлов в органах и тканях ряда популяций пескаря *Gobio gobio* (L.) бассейна р. Камы // Вестник Пермского университета, 2010. В. 2. С. 31-36.
5. Костицына Н.В., Гилева (Шеина) Т.А. Оценка показателей крови пескаря (*Gobio gobio*) в антропогенно трансформированных водоемах Прикамья // Расширенные материалы III международной конференции «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб». Борок – Москва, 2011. С. 311-315.
6. Гилева (Шеина) Т.А., Костицына Н.В., Зиновьев Е.А. Изучение содержания тяжелых металлов и показателей общего физиологического состояния организма рыб // Материалы Всероссийской молодежной конференции «Адаптационные реакции живых систем на стрессорные воздействия» (23 - 25 апреля 2012 г.). Киров, 2012. С. 55-58.

7. Гилева (Шеина) Т.А. Гематологические показатели рыб разных экологических групп из водоёмов Пермского края с разной антропогенной нагрузкой // Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области биологических наук. Ульяновск, 2012. С. 25-28.
8. Костицына Н.В., Владимирова Л.В., Плешакова Л.В., Гилева (Шеина) Т.А. Экологическая характеристика молоди окуня из водоёмов с различным уровнем проточности // Материалы III междунар. науч.-практ. конф. "Современные проблемы водохранилищ и их водосборов" (28 - 30 мая 2013 г). Пермь, 2013. С. 128-133.
9. Гилева (Шеина) Т.А., Костицына Н.В. Гематологические показатели ротана-головёшки некоторых водоёмов Прикамья // Материалы научно-практическая конференция "Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование" (15 – 16 октября 2013 г.). Пермь, 2013. С. 76 – 80.

