

НЕКОТОРЫЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ БЫЧКА-КРУГЛЯКА (*NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS* PALLAS, 1814) САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2013 А.К. Минеев

Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти

Поступила в редакцию 21.11.2012

Представлены результаты исследований гематологических показателей бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) Саратовского водохранилища. Приведены данные о состоянии некоторых параметров красной и белой крови у представителей данного вида. Описана динамика таких важных гематологических показателей, как соотношение зрелых и незрелых форм эритроцитов, соотношение клеток эритроидного и лимфоидного ряда крови, доля основных форм лейкоцитов среди клеток белой крови. На основе состава лейкоцитарной формулы выявлено количество особей бычка-кругляка с признаками таких заболеваний как нейтрофилез и эозинофилия. Объясняется возможность использования гематологических показателей бычка-кругляка для оценки влияния на особей комплекса неблагоприятных экологических факторов как показателя экологического состояния водоема.

Ключевые слова: бычок-кругляк, эритроциты, патология, гематологические параметры, отклонения, устойчивость, адаптационные реакции.

ВВЕДЕНИЕ

Бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) является видом, вселившимся в Саратовское водохранилище после его образования. Он был обнаружен на Средней Волге в 1968 г. в Куйбышевском водохранилище [3], а затем – в Саратовском [4]. Данный вид в настоящее время является массовым в прибрежной зоне водоема вследствие своей широкой экологической пластичности. После встраивания бычка-кругляка в экосистему Саратовского водохранилища он стал пищевым объектом для таких видов рыб как обыкновенный судак (*Stizostedion lucioperca* Linnaeus, 1759) и берш (*Stizostedion volgense* Gmelin, 1788). Однако до настоящего времени оставалось неясным влияние неблагоприятных факторов окружающей среды (различного рода загрязнений) на гематологические параметры бычка-кругляка из водоема не являющегося для него материнским.

Многочисленными исследованиями показано, что кровь и сердечнососудистая система рыб, подвергающиеся выраженным функциональным расстройствам и патологическим изменениям при воздействии различных ядов, являются весьма ценными индикаторами состояния особи [28, 2, 12].

Известно, что рыбы очень чувствительны к содержанию в воде химических агентов и отвечают на их присутствие изменениями как в белой, так и в красной крови, даже если их концентрация не превышает ПДК [5, 9, 8], тем более, что действие различных токсикантов может суммироваться и усиливаться (аддитивный и синергический эф-

фект). Ранее было установлено [17], что гематологические параметры бычка-кругляка в условиях Саратовского водохранилища подвержены негативным изменениям под воздействием различных неблагоприятных факторов (в том числе влиянию антропогенных загрязнений) не в меньшей степени, чем подобные показатели крови у аборигенных карповых и окуневых видов рыб.

Таким образом, некоторые показатели крови бычка-кругляка, несмотря на его устойчивость к воздействию комплекса неблагоприятных факторов является надёжным индикатором степени токсичности или нетоксичности водной среды.

Целью настоящей работы явилось изучение некоторых гематологических показателей бычка-кругляка из двух районов Саратовского водохранилища и использование их в качестве одного из критериев экологического состояния данных акваторий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для гематологических исследований особей бычка-кругляка вылавливали в районе Мордовинской поймы и Васильевских островов Саратовского водохранилища (п. Брусяны, п. Лбище). Сбор материала производился в весенне-летний период 2010 г. Возраст особей определяли по отолитам [22]. Всего изучено 51 особь бычка-кругляка из обоих участков водоема (табл. 1).

Таблица 1. Число обследованных особей бычка-кругляка разного возраста из разных участков Саратовского водохранилища

участок Саратовского водохранилища	Число особей разного возраста, экз.		
	2+	3+	4+
п. Лбище (напротив устья р. Чапаевка)	13	12	1
п. Брусяны (18 км. ниже устья р. Чапаевка)	14	11	-

Основную массу выловленных рыб составляли половозрелые особи в возрасте 2+ и 3+, единично встречена особь 4+. Так как изучаемые нами гематологические параметры не зависят от возраста половозрелых рыб, а по рыбам некоторых возрастов выборка нерепрезентативна, то далее мы не разделяем всех особей на возрастные группы.

Кровь отбирали из хвостовой артерии. Мазки крови изготавливали на месте вылова, затем фиксировали их 96° этанолом. После просушки препараты окрашивали по методу Романовского–Гимза. При подсчёте форм эритроцитов и лейкоцитарной формулы использовали оптический бинокулярный микроскоп с иммерсионным объективом. На мазках крови подсчитывали подряд все встречающиеся в поле зрения форменные элементы крови и на специальных бланках отмечали их в зависимости от принадлежности к тем или иным группам. Согласно общепринятой методике [10] подсчёт различных форм клеток начинали с середины мазка, перемещая поля зрения методом зигзага к краю предметного стекла, так как форменные элементы крови из-за их различного удельного веса размещаются на разных участках препарата. В середине мазка, например, среди эритроцитов преимущественно находятся лимфоциты, по краям – нейтрофилы, эозинофилы и т.д. [10]. Для оценки неблагоприятных воздействий на организм животных мы вычисляли соотношение нормобластов и зрелых эритроцитов, соотношение эритроцитов и лейкоцитов, а также применяли Индекс Сдвига Лейкоцитов (ИСЛ), который является в наших исследованиях одним из основных показателей состояния белой крови [8]. Приведён также подсчёт клеток эритроидного ряда с выраженными патологиями. Статистическую обработку полученных данных осуществляли общепринятыми методами [13] с применением программы Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Воды Саратовского водохранилища постоянно содержат различного рода органические и неорганические загрязнители. В исследуемом районе, напротив устья р. Чапаевка, вместе с водостоком этой реки в Саратовское водохранилище поступают характерные для данного района загрязняющие вещества: сульфаты, БПК₅, ХПК, азот нитритный, соединения меди, магния, фенолы, альфа- и гамма-ГХЦГ. Вода р. Чапаевка в двух контрольных створах из года в год характеризуется как “грязная” 4 “А” класса качества. Отмечается стабильное загрязнение воды соединениями меди – до 4 ПДК, азотом нитритным – до 2 ПДК. Среднегодовое содержание трудно окисляемых органических веществ (по ХПК) наблюдалось на уровне 3 ПДК, максимальное превышало 15 ПДК, число превышений норматива было равно 100%. Обнаружено присутствие хлорорганических пес-

тицидов. Среднегодовые концентрации превышали условные ПДК: по α -ГХЦГ в 4 раза, по γ -ГХЦГ в 2 раза. Максимальные концентрации превышали условно установленную норму: по α -ГХЦГ – в 20 раз (критерий ЭВЗ), по γ -ГХЦГ – в 9 раз (критерий ЭВЗ) [7]. Вода реки Чапаевка с подобными характеристиками поступает непосредственно в район нашего исследования - п. Лбище, а затем в район Мордовинско-Бруснянской поймы Саратовского водохранилища.

Оба района исследования характеризуются сходными экологическими условиями: каменистое дно, скорость течения в прибрежной зоне 0,25 – 0,45 м/с, сходный кислородный режим. Два этих района разделены участком Мордовинско-Бруснянской поймы протяжённостью 15-20 км, в акватории которой данный вид рыб не встречается. Район пристани Лбище расположен непосредственно напротив впадения устья р. Чапаевка в Саратовское водохранилище, то есть подвержен непосредственному воздействию загрязнённых вод этой реки. Район пристани Брусняны расположен ниже устья р. Чапаевки на 18 км.

Многообразие функций крови – одной из дифференцированных реактивных тканей – ставит её в ряд ценных индикаторов состояния особи [8]. Дифференцированность крови бесспорна, так как эта ткань состоит из плазмы и различных видов клеток, каждая из которых выполняет свою характерную функцию, соответственно и функции самой крови многообразны (газообмен, трофическая функция, специфические и неспецифические иммунные функции и т.д.). К тому же все без исключения составляющие элементы крови первыми в организме реагируют на те, или иные изменения внешней среды, соответственно очень быстро изменяются и многочисленные гематологические показатели, что является доказательством повышенной реактивности этой ткани. Таким образом, гематологические параметры рыб могут успешно использоваться в качестве одного из показателей в системе комплексного биологического мониторинга водных экосистем [14, 24, 21].

Известно, кровь рыб показательно реагирует на загрязнение водоёмов сточными водами большим разнообразием форм патологических изменений красных клеток крови, чего практически не бывает при инфекционных и инвазионных заболеваниях [12, 17, 21].

На фоне выраженных отклонений в изученных гематологических параметрах у бычка-кругляка из двух участков Саратовского водохранилища нами зафиксировано 13 видов патологий эритроцитов (табл. 2), ранее описанных нами для многих видов рыб из данного района водохранилища [17].

Все обнаруженные виды клеточных патологий встречаются у особей бычка-кругляка независимо от их возраста. Ранее показано, что при усили-

вающемся загрязнении водоёма у рыб массово появляются различные патологические формы эритроцитов: деформированные в разной степени клетки, шистоциты, амитотически делящиеся эритроциты, вакуолизованные эритроциты, сморщенные эритроциты и клетки с кариорексисом и кариолизисом [12]. Подобную картину мы наблюдаем у бычка-кругляка из Саратовского водохранилища, что является одним из доказа-

тельств сильной антропогенной нагрузки на данный водоём.

Наиболее часто встречаемой патологией эритроцитов оказалась деформация клетки – изменение формы клетки без изменения её площади (рис. 1.1б), она обнаружена у 60,78% бычка-кругляка. Количество эритроцитов с данным нарушением в красной крови у некоторых особей достигало 56,00% (табл. 2).

Таблица 2. Встречаемость эритроцитов с различными типами патологий у бычка-кругляка Саратовского водохранилища в 2010 г.

Тип патологии эритроцита	Частота встречаемости аномальных эритроцитов, %		
	lim	М	m
Изменение формы клетки	2,25-56,00	19,29	0,24
Сморщивание клетки	4,50-17,75	9,25	0,25
Кариолизис	4,50-8,50	6,58	0,23
Ацентрическое ядро	2,00-9,25	5,47	0,26
Вздутие клетки	1,00-8,50	4,67	0,28
Вакуолизация цитоплазмы	0,50-7,00	2,94	0,31
Веретеновидная деформация	0,50-5,25	2,80	0,31
Каплевидная деформация	0,25-6,75	2,00	0,33
Цитолиз (шистоцитоз)	0,50-0,75	0,63	0,11
Пикноз	0,50-0,75	0,63	0,11
Кариорексис	0,50	0,50	0,50
Деформация ядра	4,50	4,50	4,50
Два ядра	0,25	0,25	0,25

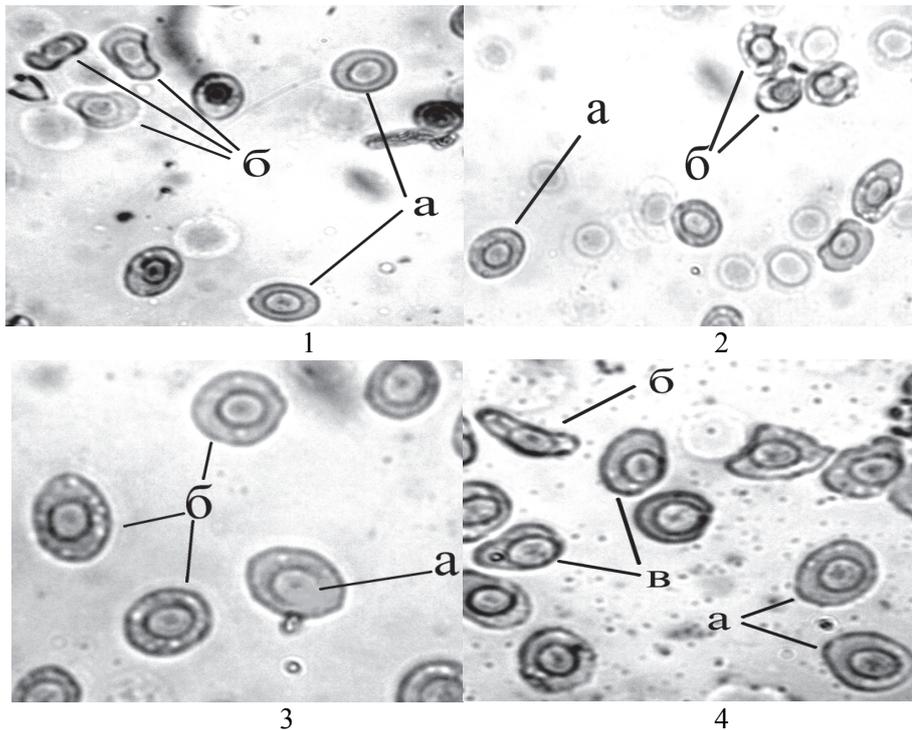


Рис. 1. Некоторые патологии эритроцитов:

1а, 2а, 3б, 4а – эритроциты нормального размера и формы (без патологий); 1б – деформация эритроцита – изменение формы клетки без изменения её площади; 2б – сморщивание эритроцита; 3а – кариолизис; 4б – веретеновидная деформация эритроцита; 4в – ацентрическое ядро

В крови значительного количества рыб обнаруживались такие патологии как сморщивание эритроцита (рис. 1.2б), кариолизис (рис. 1.3а) и ацентрическое ядро (рис. 1.4в). Среднее содержание эритроцитов с подобными нарушениями в

красной крови не превышало 9,25% (сморщивание клетки) и 6,58% (кариолизис), однако, для некоторых нарушений было характерно достаточно высокое максимальное содержание патоло-

гических эритроцитов в красной крови – 17,75% клеток (сморщивание клетки) (табл. 2).

Вздутые эритроцита, вакуолизация цитоплазмы, веретеновидная деформация эритроцита, каплевидная деформация эритроцита, цитолиз (шистоцитоз) и пикноз обнаружены у небольшого количества особей, а доля клеток с этими патологиями в кровяном русле отдельных рыб незначительна. Такие патологии как кариорексис, деформация ядра эритроцита и два ядра в одной клетке у бычка-кругляка зафиксированы единично. Подробное описание всех выше перечисленных нарушений строения клеток неоднократно приведено в литературе [12, 8, 17].

Средние показатели встречаемости эритроцитов с наиболее частыми типами патологий у бычка-кругляка в 2010 г. оказались достаточно высокими, что свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке в районах исследования.

Меньше четверти изученных рыб из обоих районов Саратовского водохранилища ($21,57 \pm 5,81\%$) не имели клеточных патологий в кровяном русле, то есть являлись здоровыми по данному признаку. В крови $37,25 \pm 6,84\%$ особей обнаруживались эритроциты с одним типом патологии. Чаще всего встречались рыбы с двумя и более типами патологий эритроцитов – $41,18 \pm 6,96\%$. Таким образом, общая доля рыб с клеточными патологиями составила $78,43 \pm 5,82\%$, что можно считать одним из доказательств неблагоприятия популяции бычка-кругляка в условиях Саратовского водохранилища.

Среди рыб, обитающих в прибрежной зоне исследуемых районов Саратовского водохранилища, доля особей без патологий эритроцитов не превышает $20,51 \pm 8,24\%$ в районе п. Лбище и $25,00 \pm 13,06\%$ в районе п. Брусяны (рис. 2).

Встречаемость особей с двумя и более видами патологий эритроцитов среди бычка-кругляка несколько меньше в районе п. Брусяны ($33,33 \pm 14,21\%$), так как данный район находится на некотором удалении от источника загрязнения. В то время как в районе п. Лбище доля таких особей составляет $43,59 \pm 8,04\%$. Число рыб с одним видом клеточной патологии в красной крови различается в разных районах незначительно (рис. 2).

Другим важным показателем благополучного состояния, как отдельной особи, так и популяции рыб является уровень гемопоэза в красной крови. Ранее успешно оценивалось состояние рыб по количеству эритроцитов [6, 34], по интенсивности процесса гемопоэза [32, 33], по количеству нормобластов [27, 29]. Особь может условно считаться здоровой по уровню гемопоэза если в красной крови содержится 25,00-35,00% нормобластов. Доказано также, что при воздействии на рыб различных загрязнителей, в частности ртути, коли-

чество нормобластов и полихроматофильных эритроцитов (незрелых форм эритроцитов) падает до 0,2%, а основную массу красных клеток составляют зрелые эритроциты – 99,8% [12], то есть качество процесса гемопоэза падает до минимума.

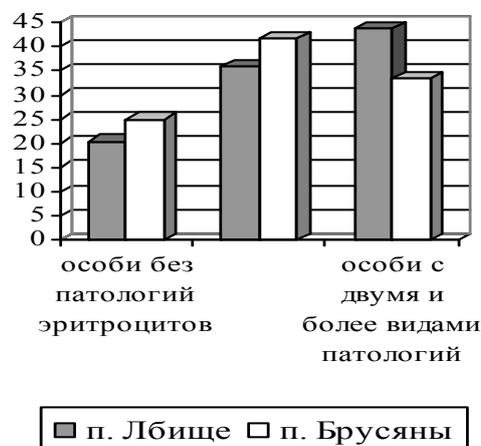


Рис. 2. Встречаемость половозрелых особей бычка-кругляка из разных районов Саратовского водохранилища с различным количеством патологий эритроцитов

Таблица 3. Встречаемость особей бычка-кругляка с различным содержанием нормобластов в красной крови

Вид рыб	Содержание нормобластов в красной крови, %			
	0,00-25,00% (пониженное)	25,00-35,00% (норма)	35,00-50,00% (повышенное)	> 50,00% (патология)
бычок-кругляк	$98,04 \pm 1,96$	$1,96 \pm 1,96$	-	-

Изучение уровня нормобластов в красной крови бычка-кругляка показало, что в 2010 г. среди обследованных рыб наибольшую часть составляли особи с пониженным содержанием этих клеток в кровяном русле (табл. 3). Это признак пониженного уровня гемопоэза, что может быть вызвано неполным соответствием условий обитания оптимальным. Особь с нормальным уровнем нормобластов в крови зафиксирована единично. Таким образом, на разных участках Саратовского водохранилища (п. Лбище и п. Брусяны) в 2010 г. основу популяции составили особи с пониженным уровнем гемопоэза.

Другим важным показателем состояния особи является соотношение клеток эритроидного и лимфоидного ряда крови. Для взрослых рыб нормальным считается содержание в крови белых клеток соответствующее 25 – 35%. Установлено, что у рыб под воздействием различных загрязнителей снижается функция иммунитета, по сравнению с таковой у рыб из незагрязнённых участков обитания [21]. Эксперименты на плотве (*Rutilus*

rutilus) показали, что аккумуляция ртути приводит к уменьшению количества лимфоцитов и возрастанию количества моноцитов и нейтрофилов [26]. Аккумуляция кадмия, также вызывает уменьшение количества лимфоцитов, повышение в кровяном русле клеток, обладающих фагоцитарной активностью, и разрушение миелоцитов [25].

Среди всех обследованных особей не зафиксировано ни одной с повышенным или патологически повышенным содержанием лейкоцитов в крови (табл. 4). Однако количество рыб с нормальным уровнем лейкоцитов в кровяном русле не превышает четверти от всех обследованных. Основу популяции бычка-кругляка на обоих изученных участках Саратовского водохранилища составляют особи с признаками лейкопении, что также является признаком повышенной антропогенной нагрузки. Нами не зафиксировано существенных различий по частоте встречаемости особей бычка-кругляка с пониженным и с нормальным содержанием лейкоцитов на разных участках данного водоема. Не выявлено таких различий и для рыб разного возраста (2+ и 3+).

Таблица 4. Встречаемость особей бычка-кругляка с различным содержанием лейкоцитов в кровяном русле

Вид рыб	Содержание лейкоцитов в крови, %			
	0,00-25,00% (пониженное)	25,00-35,00% (норма)	35,00-50,00 (повышенное)	> 50,00% (патология)
бычок-кругляк	76,47±5,99	23,53±5,99	-	-

Таким образом, большинство особей бычка-кругляка из обоих участков Саратовского водохранилища имеют недостаточное количество лейкоцитов в кровяном русле для нормального функционирования иммунной системы, что является следствием воздействия различных загрязнителей. Многочисленные исследования доказали, что загрязнение окружающей среды влияет на иммунную систему рыб именно таким образом [16, 26, 31].

Надёжным критерием оценки состояния отдельной особи являются также отклонения в лейкоцитарной формуле [12, 1]. В качестве показателя, в некоторой степени подтверждающего условное неблагополучие исследованных видов рыб, мы использовали Индекс Сдвига Лейкоцитов (ИСЛ), который отражает отклонения в гематологических параметрах [8]. Повышение относительного содержания незрелых нейтрофильных клеток в периферической крови называется сдвигом влево. Снижение доли палочкоядерных нейтрофилов и присутствие гиперсегментированных ядер определяется как сдвиг вправо [8]. Иными словами, ИСЛ является отношением гранулоци-

тов и агранулоцитов. У разных видов рыб допустимое значение ИСЛ может отличаться; в частности, у большинства рыб семейства *Cyprinidae* значение ИСЛ равно 0,30 [8].

Для бычка-кругляка Саратовского водохранилища неизвестны значения нормального уровня ИСЛ, поэтому значения условной нормы (0,25-0,35) [17] вычислены нами из соотношения различных форм гранулоцитов и агранулоцитов, выявленных у рыб здоровых по остальным гематологическим показателям.

Из данных таблицы 5 следует, что основная доля всех обследованных рыб имела повышенный уровень ИСЛ, что обусловлено высоким содержанием гранулоцитов (эозинофилов, нейтрофилов и т.д.) среди лейкоцитов. У бычка-кругляка частота встречаемости таких особей в популяции Саратовского водохранилища достигает 94,12±3,33%. Количество рыб с условно нормальным уровнем ИСЛ среди бычка-кругляка зафиксировано единично в районе п. Брусяны, удалённого от источника загрязнения на 18 км. Невелико и количество особей с пониженным показателем ИСЛ.

Сдвиг показателя ИСЛ в ту или иную сторону от условной нормы является признаком заболевания или усиленного негативного пресса со стороны окружающей среды, а высокая частота встречаемости таких особей является признаком неблагополучия популяции в целом, особенно если велика также доля рыб с ненормальным уровнем нормобластов и лейкоцитов в кровяном русле. В нашем случае количество особей с повышенным значением ИСЛ являлось доминирующим в обоих исследуемых районах Саратовского водохранилища, что является свидетельством высокого уровня загрязнения данных участков акватории.

Таблица 5. Встречаемость особей бычка-кругляка видов с различным уровнем ИСЛ

Вид рыб	Доля особей с различным уровнем ИСЛ, %		
	ИСЛ < нормы	0,25-0,35 (условная норма ИСЛ для взрослых рыб)	ИСЛ > нормы
бычок-кругляк	3,92±2,74	1,96±1,96	94,12±3,33

Повышение показателя ИСЛ является симптомом таких заболеваний как нейтрофилез и эозинофилия. Нейтрофилез вызывается повышением доли нейтрофильных гранулоцитов (окрашивающихся нейтрально, в оттенки серого и светло-голубого цветов) среди лейкоцитов. Эозинофилия является следствием повышения количества эозинофильных гранулоцитов, данные клетки окрашиваются стандартными методами в оттенки красного, ярко-розового и малинового цветов. В норме данные виды гранулоцитов должны содержаться в белой крови, но их количество должно

быть в два-три раза ниже, чем количество лимфоцитов, палочкоядерных лейкоцитов и моноцитов, которые являются агранулоцитами.

Из таблицы 6 видно, что у наибольшей части обследованных особей (из числа рыб с повышенным значением ИСЛ) в обоих районах Саратовского водохранилища зафиксированы признаки нейтрофилеза, что является несомненным последствием неблагоприятных внешних воздействий как на отдельных рыб, так и на популяцию в целом.

Таблица 5. Встречаемость бычка-кругляка (среди рыб с повышенным показателем ИСЛ) больных эозинофилией и нейтрофилезом

вид	Район исследования	Встречаемость особей с признаками заболеваний, %	
		эозинофилия	нейтрофилез
бычок-кругляк	п. Лбище	13,16±5,56	86,84±5,56
	п. Брусяны	16,67±11,24	83,33±11,24

По мнению некоторых авторов [5, 11, 15, 20, 30] у рыб в большинстве случаев отмечается лейкоцитоз в присутствии каких-либо загрязнителей. При этом наблюдается нейтрофилёз, а остальные показатели весьма разнородны: могут быть как лимфоцитоз, так и лимфоцитопения – пониженное содержание лимфоцитов (табл. 4), как моноцитоз, так и моноцитопения, эозинофилия или число эозинофилов остаётся неизменным.

Нейтрофилы – активные ферментообразователи, им свойственна и фагоцитарная функция. Нейтрофильный лейкоцитоз со сдвигом влево (в сторону увеличения доли палочкоядерных нейтрофилов) наблюдается, как правило, при оформленных воспалительных процессах и различных интоксикациях [20, 30]. Таким образом, нейтрофилёз можно рассматривать в качестве адаптационного механизма, повышающего защитную функцию крови в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов [23]. Данный процесс, переходя в длительную или хроническую форму, впоследствии провоцирует различные нарушения во внутренних органах рыб (некрозы, дистрофии и т.д.) [18, 19].

В этом случае повышенное количество рыб с нейтрофилёзом (табл. 6) в обоих участках Саратовского водохранилища (район п. Лбище и район п. Брусяны) можно трактовать как следствие проявления у большинства особей адаптационных реакций в ответ на неблагоприятные факторы среды. Встречаемость некоторого количества особей бычка-кругляка с признаками эозинофилии среди больных рыб, также является признаком неблагополучия особей и популяции в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно полученным результатам, у бычка-кругляка в условиях двух изученных участков Саратовского водохранилища, испытывающих

значительную нагрузку комплекса отрицательных факторов среды, обнаружены патологии в морфологии клеток крови, встречаемость которых высока, и выраженные отклонения в некоторых гематологических параметрах – уровень гемопоза, соотношение эритроцитов и лейкоцитов, соотношение различных форм лейкоцитов.

Наблюдающиеся у большого числа рыб в 2010 г. нарушения в соотношении клеток красной и белой крови, высокая доля особей с пониженным содержанием лейкоцитов и сдвигом ИСЛ от нормы указывают на сильное воздействие комплекса разных неблагоприятных факторов (в основном антропогенных), которое носит хронический характер. Выявленные гематологические нарушения характерны для половозрелых особей разных возрастов (2+ и 3+), а встречаемость здоровых рыб низка, как в условиях непосредственного воздействия загрязнённых вод, так и на значительном удалении от источника загрязнения.

В силу своей повышенной экологической пластичности бычок-кругляк продолжает успешно конкурировать с аборигенными видами рыб, и за последние десятилетия он полностью освоил свободную экологическую нишу прибрежной литорали Саратовского водохранилища. Однако, комплекс неблагоприятных факторов (в том числе различных видов загрязнений) воздействует на популяцию бычка-кругляка не в меньшей степени, чем на популяции аборигенных видов рыб, о чём свидетельствует большая доля половозрелых особей (86,84±5,56% и 83,33±11,24%) в обоих участках водохранилища с повышенным содержанием нейтрофилов в белой крови. Данный факт можно расценивать как проявление активной адаптационной реакции к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, так как нейтрофилы выполняют активную фагоцитарную функцию. У половозрелых рыб разных возрастов данные показатели практически не различаются в исследованных участках водоема.

Так как бычок-кругляк становится массовым (зачастую доминирующим) представителем ихтиофауны в прибрежных участках Саратовского водохранилища, а также является подверженным неблагоприятным воздействиям окружающей среды не в меньшей степени, чем аборигенные виды рыб, то его можно считать перспективным объектом-индикатором экологического состояния водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балобанова Л.В., Микряков В.Р. Сравнительная характеристика действия нафталина и фенола на показатели белой крови карася *Carassius carassius* (L.) // Биол. внутр. вод. 2002. №2. С. 100-102.
2. Вернидуб М.Ф. Влияние сточных вод газосланцевого производства на физиологические процессы и на развитие личинок молодого лосося // Мат-лы совещ. по вопр. рыбоводства. М.: Наука. 1959. С.103-112.
3. Гавлена Ф.К. Каспийский бычок-кругляк *Neogobius melanostomus affinis* (Eichwald) – новый элемент ихтиофауны Сред-

- ней Волги // Биология внутренних вод. Информ. бюлл. 1970. № 6. С 44 – 45.
4. *Гавлена Ф.К.* Ихтиофауна р. Сок и её притоков // В кн.: Материалы конференции по изучению водоёмов бассейна Волги “Волга – 1”. Куйбышев. 1971. С. 254 – 261.
 5. *Гольдин В.М.* Некоторые гематологические показатели рыб Камского водохранилища в связи с загрязнением промышленными стоками // Учёные записки Пермского университета. 1975. Вып. 338. С. 123 – 131.
 6. *Головина Н.А., Тромбицкий И.Д.* Гематология прудовых рыб. Кишинёв: Изд-во “Штиинца”, 1989. 156 с.
 7. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области в 2008 г. 2009. Вып. 19. Астахов Ю.С., Губернаторов А.Е., Довбыш В.Н. и др. (ред.). Самара: Министерство природопользования, лесного хозяйства и окружающей среды Самарской обл., 344 с.
 8. *Житенёва Л.Д., Рудницкая О.А., Калужная Т.И.* Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Справочник. Ростов н/Д: АЗНИИРХ, 1997. 149 с.
 9. *Иванова Н.Т.* Метод морфологического анализа крови в ихтиопатологических исследованиях // Изв. ГосНИОРХ. 1977, № 5. С. 114 – 117.
 10. *Иванова Н.Т.* Атлас клеток крови рыб. Москва: “Лёгкая и пищевая промышленность”, 1983. С. 64 – 71. 184 с.
 11. *Котов А.М.* Сезонная динамика гематологических показателей у некоторых черноморских рыб и их изменение при экспериментальном отравлении нефтепродуктами // Гидробиологический журнал. 1976. Вып. 12. № 4. С. 63 – 68.
 12. *Крылов О.Н.* Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. Л.: ГосНИОРХ, 1974. 39 с.
 13. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: “Высшая школа”. 1990. 293 с.
 14. *Лукьяненко В.И.* Экологические аспекты ихтиотоксикологии. М.: Агропромиздат, 1987. 239 с.
 15. *Метелев В.В.* Токсичность и некоторые вопросы механизма действия пропанада на организм рыб // Труды ВНИИ ветеринарной санитарии. 1974. Вып. 50. С. 72 – 75.
 16. *Микряков В.Р., Балабанова Л.В., Заботкина Л.А.* Реакция иммунной системы на загрязнение воды токсикантами и закисление среды. М.: Наука, 2001. 126 с.
 17. *Минеев А.К.* Морфологический анализ и патологические изменения структуры клеток крови у рыб Саратовского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2007. № 1. С. 93-100.
 18. *Минеев А.К.* Некоторые гистологические нарушения гонад у головешки-ротана (*Percottus glenii* Dybowski, 1877) и бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) Саратовского водохранилища // Известия Самарского Научного Центра РАН. 2009. Т.11, № 1. С. 185 – 191.
 19. *Минеев А.К.* Некоторые гистологические патологии печени и сердца у головешки-ротана (*Percottus glenii* Dybowski, 1877) и бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) Саратовского водохранилища // Известия Самарского Научного Центра РАН. 2011. Т.13, № 1. С. 203 – 206.
 20. *Моисеенко Т.И.* Морфологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С.С. Шварца) // Экология. 2000. № 6. С. 463 – 472.
 21. *Моисеенко Т.И.* Водная экотоксикология. М.: Наука, 2009. 400 с.
 22. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: “Пищевая промышленность”, 1966. 376 с.
 23. *Пескова Т.Ю.* Адаптационные изменения земноводных в антропогенно загрязнённой среде: Дис. ... д-ра биол. наук. Тольятти. 2004. 284 с.
 24. *Серунин Г.Г.* Ихтиогематологические исследования как элемент биологического мониторинга водоёмов // Наземные и водные экосистемы Северной Европы: управление и охрана. Мат-лы междунар. конф., посвящ. 50-летию Ин-та Карел. Науч. центра РАН. Петрозаводск, 8-11 сентября 2003 г. Петрозаводск: Ин-т биол. КарелНЦ РАН. 2003. С. 130-131.
 25. *Степанова В.М., Чуйко Г.М., Павлова В.Ф.* Хроническое действие кадмия на клетки ретикулярной ткани селезёнки и периферической крови мозамбикской телупии (*Oreochromis mossambicus* Peters) // Биология внутр. вод. 1998. № 3. С. 136 – 140.
 26. *Талкина М.Г., Комов В.Т., Чеботарёва Ю.В., Гремячих В.А.* Комплексная оценка длительного воздействия ртути на молode плотвы в экспериментальных условиях // Вопр. ихтиол. 2004. Т. 44. № 6. С. 847 – 852.
 27. *Тарасенко О.Н., Мельников В.Г.* Морфологическая структура форменных элементов крови леща, сазана и судака // В кн.: Современные вопросы экологической физиологии рыб. М.: Наука. 1979. С. 239 – 246.
 28. *Терсков Г.В., Гительзон И.И.* Метод химических (кислотных) эритрограмм // Биофизика. 1957. Т. 11. № 2. М. С. 259 – 266.
 29. *Хрущёв Н.Г., Ланге М.А., Золотова Т.Е., Бессонова А.В.* Характеристика клеток эритроидного ростка у зеркального карпа (перспективы использования при оценке физиологического состояния рыб) // Сер. биол. РАН, Вестник РАН. Биол. 1993. С. 83-87.
 30. *Brozio F., Litzbarski H.* Untersuchungen über physiologische und histologische Veränderungen am Karpfen nach Toxapheneinwirkung // Teil I. Z. Binnenfisch. DDR. 1977. Vol. 24. № 4. P.215 – 226.
 31. *Heath A.G.* Water Pollution and Fish Physiology. L.: Lewis Publ., 2002. 506 p.
 32. *Houston A.N.* Components of the hematological response of fishes to environmental temperature change: a review // Environ. Physiol. of fishes. Ali. (ed.) Plenum Publ. Corp. 1980. P. 241.
 33. *Lane H.C., Sharp T.P.* Changes in the population of polyribosomal containing red cells of peripheral blood of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Rich., following starvation and fleeing // J. Fish Biol. 1980. V. 17. P. 75.
 34. *Llorent M.T., Martos A., Castano A.* Detections of cytogenetic alterations and blood cell changes in natural populations of carp // Ecotoxicology. 2002. V. 11. № 1. P. 27-34.

REJECTIONS IN HAEMATOLOGICAL PARAMETERS OF *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* (PALLAS, 1814) OF SARATOV RESERVOIR

© 2013 A. K. Mineev

Institute of Ecology of Volga Basin RAS, Togliatti

The results of investigations hematological of the round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) of the Saratov Reservoir. The data on the condition of some of red and white blood cells in representatives of the species. Describe the dynamics of important hematological parameters, the ratio of mature and immature forms of erythrocytes, the ratio of erythroid cells and lymphoid blood leukocytes share of the major forms of white blood cells. Based on the composition of the blood count revealed the number of individuals round goby with signs of diseases such as neutrophilia and eosinophilia. Explained by the use of hematological of the round goby to assess the impact on individuals of complex environmental hazards as an indicator of the ecological status of the reservoir.

Key words: *Neogobius melanostomus*, red corpuscles, pathology, haematological parameters, rejections, stability, adaptation reactions.