

## ГЕМАТОПАТОЛОГИИ У РЫБ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2016 А.К. Минеев

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Статья поступила в редакцию 16.04.2016

Представлены результаты гематологических исследований рыб Куйбышевского водохранилища. Обнаружено 13 типов патологий эритроцитов, описана динамика встречаемости особей с аномалиями клеток у пяти массовых видов рыб исследованного водоема. Показано отсутствие зависимости встречаемости обнаруженных патологий эритроцитов от видовой принадлежности особей, соответственно, неспецифический характер данных нарушений. На основе анализа встречаемости особей с гематологическими нарушениями, и разнообразия клеточных патологий подтверждается высокий уровень антропогенной нагрузки на изучаемый водоем. Предлагается возможность использования гематологических патологий у рыб как показателя экологического состояния водоема при воздействии на особей комплекса неблагоприятных факторов среды.

*Ключевые слова:* Куйбышевское водохранилище, массовые виды рыб, техногенное загрязнение, патологии эритроцитов, гематологические параметры, экологическое неблагополучие.

## ВВЕДЕНИЕ

Различные биохимические и патофизиологические нарушения могут быть выявлены у различных видов водных организмов, однако, показатели физиологического состояния рыб чаще используются в диагностике последствий токсичного загрязнения вод в силу следующих причин. Рыбы являются типичными представителями водных экосистем и занимают верхнюю ступень в трофической системе водоемов. Они имеют длинный жизненный цикл, поэтому могут информативно отражать как последствия хронического загрязнения вод, так и стрессовые условия в периоды, предшествующие исследованиям [15]. В условиях антропогенного преобразования водоемов рыбы способны накапливать значительные количества токсикантов и принимать на себя основную тяжесть техногенной нагрузки, что приводит к сокращению их численности, ухудшению качественных показателей их популяций [17, 23, 19].

В условиях водоемов, характеризующихся высоким уровнем техногенного загрязнения, у представителей массовых видов рыб закономерно обнаруживаются многочисленные патологии клеток крови и нарушения гематологических параметров [13, 14]. Использование гематологических показателей рыб для мониторинга экологического состояния водоемов и в качестве показателей адаптаций отдельных особей ранее предлагалось неоднократно в составе различных методик. Комплексно, с позиций экологической ихтиогематологии исследовались гематологические показатели рыб с учетом гидрохимических

параметров, при этом установлены закономерности функционирования системы крови рыб при адаптации к различным факторам среды [20]. На примере двух видов короткоциклового рыб северо-восточной прибрежной части Черного моря (глазчатый губан – *Symphodus ocellatus* и бычок-губан – *Neogobius platyrostris*) показано, что гематологические показатели, такие как частота aberrantных форм эритроцитов на мазках крови, являются достаточно надежным индикатором оценки экологической ситуации. Авторами также доказано в токсикологических экспериментах с разными прессами поллютантов, что такая методика обладает высокой чувствительностью и характеризуется прямой корреляционной связью «доза-эффект» [2].

В связи с этим, изучение возникающих у рыб гематопатологий и понимание закономерностей их возникновения приобретает особую актуальность, так как позволяет оценить современное состояние популяций массовых видов рыб из исследуемых водоемов и прогнозировать дальнейшие качественные изменения в состоянии данного ресурса.

Целью настоящей работы явилось изучение патологий эритроцитов, возникающих у массовых видов рыб Куйбышевского водохранилища на фоне значительных отклонений в основных гематологических параметрах, и использование их в качестве одного из критериев экологического состояния данного водоема.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для гематологических исследований особей плотвы, леща, судака, бычка-кругляка и бычка-головача – наиболее массовых видов рыб данного водоема, вылавливали в 19 точках Куйбышевском

**Таблица 1.** Количество половозрелых рыб из разных водоемов, обследованных на отклонения в гематологических параметрах

Водоем	Период исследования	Кол-во обследованных особей, экз.
Куйбышевское водохранилище	1998–2002, 2005 гг.	394

водохранилище на участке от г. Свияжск (республика Татарстан) до г. Тольятти. Сбор материала производился в весенне-летний период с 1998 по 2005 г. Возраст особей определяли по отолитам [16]. Всего изучено 394 половозрелых особи пяти видов рыб (табл. 1).

Основную массу выловленных рыб составляли половозрелые особи бычка-кругляка и бычка-головача в возрасте 2+, 3+ и 4+, а также особи плотвы, леща и судака возрастов от 3+ до 7+. Так как динамика изучаемых нами гематопатологий не зависит от возраста половозрелых рыб, но находится в прямой зависимости от уровня загрязнения водоема, то далее мы не разделяем всех особей на возрастные группы.

Для соблюдения необходимых условий получения корректного репрезентативного материала нами были выбраны соответствующие методики гематологических исследований. Кровь отбиралась у особей в момент вылова. Препараты крови окрашивались азур-эозином по стандартной методике [10].

Статистическую обработку полученных данных осуществляли общепринятыми методами [12] с применением программы Excel 2007.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Куйбышевское водохранилище является крупнейшим водоемом Средней Волги, его объем при нормальном подпорном горизонте (НПП) равен 58 км<sup>3</sup>, длина распространения по реке Волга 650 км, максимальная ширина – 27 км. Негативное влияние на состояние воды Куйбышевского водохранилища оказывают предприятия

жилищно-коммунального хозяйства, энергетической и нефтехимической промышленности, сельского хозяйства [8]. Наибольшие объемы загрязненных сточных вод поступают в водоем от предприятий городских округов Зеленодольск, Казань, Ульяновск, Тольятти. Пункт наблюдений в районе г. Тольятти является замыкающим на Куйбышевском водохранилище. Наблюдение за качеством воды ежегодно ведется в трех створах: 1 – в черте с. Климовка, 30 км выше города, 2 – в 0,5 км ниже сброса сточных вод Северного промузла, 22 км выше города, 3 – в черте г.о. Тольятти, 1,3 км выше Жигулевской ГЭС. А протяжении последних лет качество воды по пункту изменялось незначительно и характеризовалось в пределах 3 класса качества с Б (очень загрязненная) до А (загрязненная), а в первом и втором контрольных створах характеризовалась как «загрязненная» [8].

Из анализа литературных данных [5, 6, 7, 8, 3, 4, 18] следует, что в воде Куйбышевского водохранилища на всем его протяжении постоянно содержится целый комплекс загрязняющих веществ, предельно допустимые концентрации (ПДК) которых могут быть значительно превышены (табл. 2).

В сложившихся экологических условиях основу популяций массовых видов рыб Куйбышевского водохранилища составляли особи с различным содержанием aberrantных форм эритроцитов в кровяном русле (табл. 3), их доля за весь период исследования соответствовала 73,60±2,22%. Процент рыб без клеточных патологий среди всех изученных видов за весь период исследования составила всего 26,40%.

У наибольшей доли особей (40,61%) в кровяном русле обнаружен единичный тип патологии эритро-

**Таблица 2.** Уровень загрязнения Куйбышевского водохранилища основными загрязняющими веществами

Загрязняющее вещество	max превышение ПДК	среднегодовое превышение ПДК
ХПК – трудноокисляемые вещества (по химическому потреблению кислорода)	5	2
БПК <sub>5</sub> – легкоокисляемые вещества (по биологическому потреблению кислорода)	4	2
Нефтепродукты	5	2
Фенолы	6	2
Сульфаты	5	2
Нитраты, нитриты	5	2,2
Mg (соединения марганца)	5	2
Cu (соединения меди)	5	2,3

**Таблица 3.** Встречаемость половозрелых особей с различным количеством патологий эритроцитов в кровяном русле среди разных видов рыб Куйбышевского водохранилища

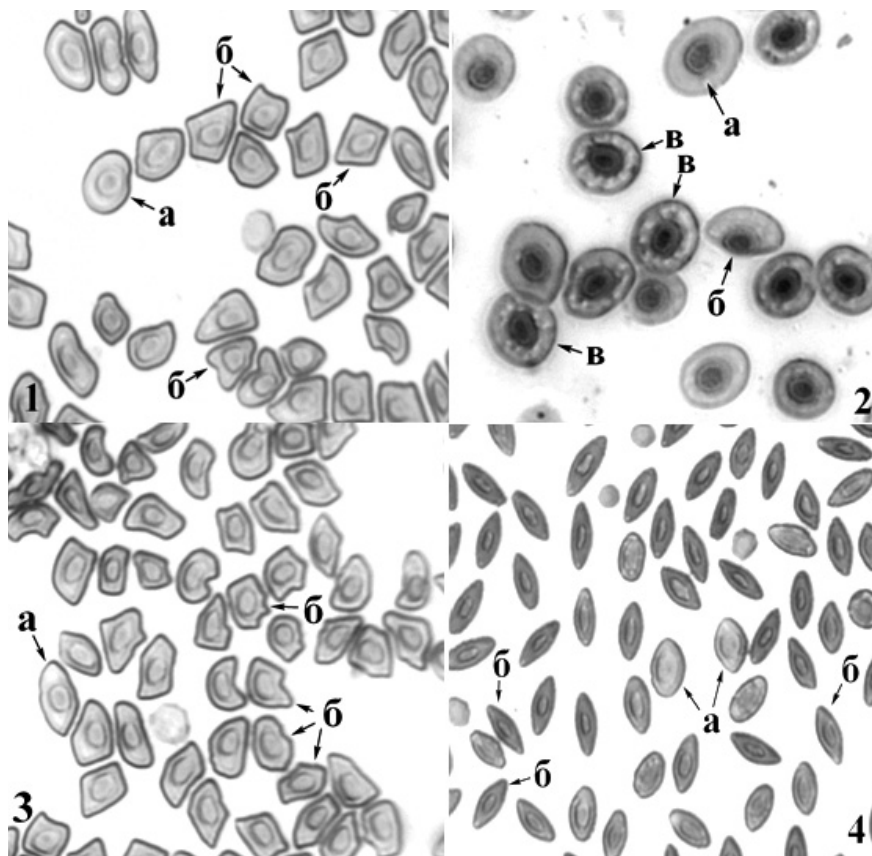
Вид рыб	Число особей, экз.	Доля рыб без патологий эритроцитов, %	Доля рыб с патологиями эритроцитов, %	
			Особи с единственным типом патологии в кровяном русле	Особи с двумя и более типами патологий в кровяном русле
Плотва	127	26,77±3,94	35,43±4,26	37,79±4,32
Лещ	98	21,43±4,17	48,98±5,08	29,59±4,63
Судак	49	30,61±6,65	36,73±6,96	32,65±6,77
Бычок-кругляк	63	28,57±5,74	42,86±6,28	28,57±5,74
Бычок-головач	57	28,07±6,00	38,59±6,51	33,33±6,30
<b>Общие данные по водохранилищу</b>	<b>394</b>	<b>26,40±2,22</b>	<b>40,61±2,48</b>	<b>32,99±2,37</b>

цитов, тогда как процент особей с двумя и более типами патологий эритроцитов несколько ниже – 32,99%.

Среди разных видов рыб существенных различий по встречаемости особей с различным количеством патологий эритроцитов не обнаружено. Однако доля здоровых рыб варьирует у разных видов от 21,43% у леща до 30,61% у судака, то есть количество рыб без патологий эритроцитов в разных популяциях изучаемого водоема не превышает трети. Это является след-

ствием достаточно высокого уровня загрязнения Куйбышевского водохранилища (табл. 2), воды которого содержат целый комплекс поллютантов техногенного происхождения.

Доминирующими типами патологий эритроцитов среди рыб Куйбышевского водохранилища являются произвольная деформация эритроцитов, ацентрическое ядро, вакуолизация цитоплазмы, сморщивание и веретеновидная деформация клетки (рис. 1).



**Рис. 1.** Основные типы патологий эритроцитов (окрашивание азур-эозином): 1 – эритроциты судака ( $\times 50$ ), а – клетка нормальной формы и размера, б – произвольная деформация эритроцитов; 2 – эритроциты бычка-кругляка ( $\times 100$ ), а – клетка с нормальным расположением ядра, в – эритроцит с ацентрическим расположением ядра, в – вакуолизация цитоплазмы; 3 – эритроциты судака ( $\times 50$ ), а – эритроцит нормальной формы и размера, б – сморщивание эритроцитов; 4 – эритроциты леща ( $\times 50$ ), а – эритроциты нормальной формы, б – веретеновидная деформация эритроцита

**Таблица 4.** Встречаемость особей с различными типами патологий эритроцитов в красной крови среди обследованных видов рыб Куйбышевского водохранилища

Типы патологий эритроцитов	Параметры встречаемости патологий эритроцитов у разных видов рыб					
	плотва	лещ	судак	бычок-кругляк	бычок-головач	
1. Произвольная деформация эритроцита	30,72±3,59 12,67 (0,20-79,25)	21,49±3,75 20,42 (0,50-74,25)	57,89±6,59 9,02 (1,75-23,50)	33,80±5,65 10,96 (2,50-22,75)	49,28±2,46 15,11 (1,00-35,50)	
2. Ацентрическое расположение ядра	17,47±2,96 12,30 (0,25-34,75)	19,83±3,64 10,73 (0,25-36,50)	26,32±5,88 2,00 (0,50-4,00)	22,54±4,99 2,72 (0,75-8,00)	26,09±5,33 1,94 (0,50-6,50)	
3. Вакуолизация цитоплазмы	13,25±2,64 7,38 (0,25-37,75)	15,70±3,32 7,50 (0,25-38,25)	-	21,13±4,88 7,45 (3,75-11,25)	1,45±1,45 3,00	
4. Вздутие эритроцита	-	-	-	-	2,90±2,03 5,55 (3,75-7,25)	
5. Сморщивание эритроцита	12,65±2,59 18,74 (0,50-81,25)	9,92±2,73 31,96 (0,50-79,75)	7,02±3,41 4,88 (1,50-10,75)	4,23±2,41 4,17 (1,75-7,25)	11,59±3,88 6,88 (1,75-14,50)	
6. Шистоцитоз (цитоллиз)	5,71±3,98 0,88 (0,50-1,25)	2,48±1,42 40,08 (8,25-67,75)	-	2,82±1,98 1,00	1,45±1,45 2,25	
7. Вереленовидная деформация эритроцита	5,42±1,76 2,61 (0,50-6,75)	6,61±2,27 3,44 (0,75-8,75)	3,51±2,46 5,75 (3,75-7,75)	-	2,90±2,03 4,63 (2,25-7,00)	
8. Каплевидная деформация эритроцита	-	4,13±1,82 1,35 (0,25-4,25)	-	-	-	
9. Деформация ядра	4,22±1,57 4,11 (0,75-10,00)	-	5,26±2,98 0,42 (0,25-0,75)	12,68±3,98 1,42 (0,50-2,25)	-	
10. Кариолизис	6,63±1,94 1,90 (0,25-3,75)	7,44±2,39 1,72 (0,25-4,25)	-	2,82±1,98 1,88 (1,50-2,25)	2,90±2,03 8,13 (1,00-15,25)	
11. Пикноз	7,23±2,02 1,78 (0,20-4,25)	8,26±2,51 2,95 (0,25-6,75)	-	-	-	
12. Раздвоение ядра эритроцита	1,20±0,85 1,13 (0,50-1,75)	2,48±1,42 3,00 (1,25-4,00)	-	-	1,45±1,45 3,00	
13. Кариорексис	-	1,65±1,16 0,38 (0,25-0,50)	-	-	-	

Примечание: числитель – доля особей с данным видом патологии эритроцита ± ошибка встречаемости (%); знаменатель – средняя встречаемость данного типа патологии эритроцита в красной крови (min – max встречаемость эритроцитов с данным типом патологии в красной крови отдельных особей) (%); «-» – данный тип патологии эритроцита не обнаружен.

Среди обследованных наиболее массовых видов рыб количество особей с данными типами патологий велико и варьирует от 21,49% у леща до 57,89% у судака (произвольная деформация эритроцита), от 17,47% у плотвы до 26,32% у судака (ацентрическое ядро) (табл. 4).

Вакуолизация цитоплазмы эритроцитов варьировала от 13,25% особей плотвы до 21,13% у бычка-кругляка, сморщивание эритроцита – от 4,23% у бычка-кругляка до 12,55% среди плотвы, а веретенноидная деформация клетки – от 2,90% у бычка-головача до 6,61% среди леща. Высоки также и показатели средней и максимальной встречаемости данных типов патологий в кровяном русле обследованных особей (табл. 4).

Особь с такими патологиями как деформация ядра эритроцита, пикноз, каплевидная деформация клетки, раздвоение ядра эритроцита, кариорексис и вздутие клетки встречаются редко или единично, а также не среди всех обследованных видов рыб. Так, например, эритроциты с каплевидной деформацией эритроцита обнаружены только у трех особей леща, а вздутие эритроцитов зафиксировано лишь у двух особей бычка-головача за весь период исследования. Невысоки и показатели средней и максимальной встречаемости данных типов патологий в кровяном русле обследованных особей (табл. 4).

Доля рыб с цитоллизом эритроцитов среди рыб Куйбышевского водохранилища варьировала от 1,45% среди бычка-головача (единичная находка) до 5,71% среди плотвы. Среди судака особей с такой патологией не встречено за весь период исследования.

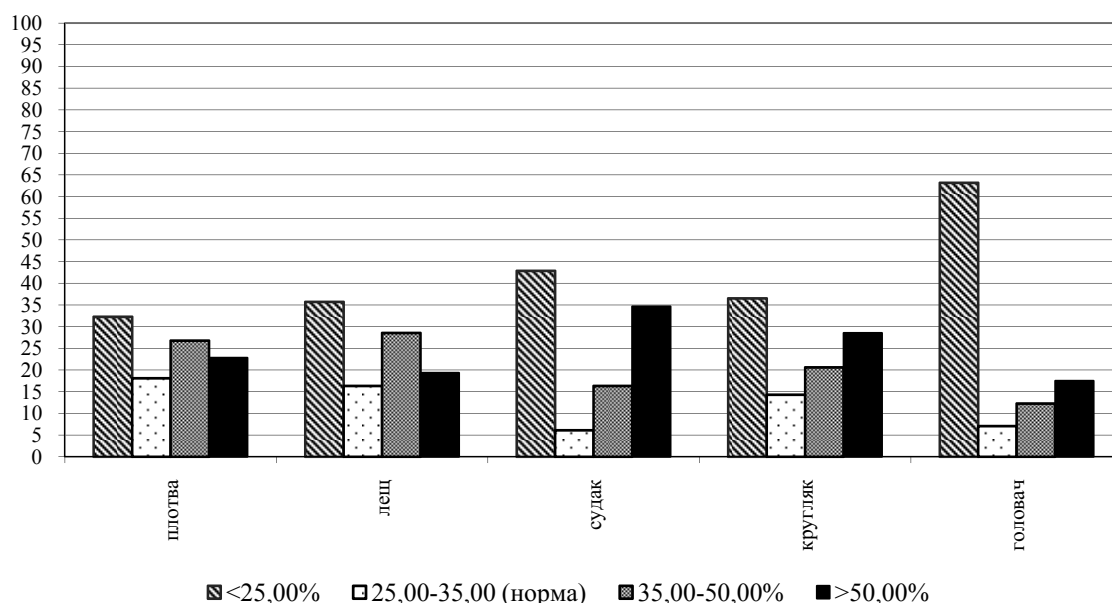
Таким образом, выявлена прямая зависимость между разнообразием патологий эритроцитов, обнаруживаемых у рыб, и уровнем антропогенной нагрузки на исследуемый водоем. При этом встречаемость отдельных типов патологий и уровень содержания aberrantных клеток в кровяном русле у отдельных особей практически не зависят от видовой принадлежности или экологических предпочтений рыб.

Показано, что как среди карповых, окуневых и бычковых видов рыб, отличающихся по способу питания, предпочтениям грунтов, скорости течения, освещенности, кислородного режима и т.д., могут обнаруживаться все описанные типы патологий эритроцитов, а частота встречаемости больных особей и содержание aberrantных эритроцитов в крови зависит, прежде всего, от уровня антропогенного воздействия на экосистему водоема.

Наиболее распространенные и массовые типы патологий эритроцитов: произвольная деформация эритроцита, ацентрическое ядро, сморщивание клетки, обнаружены у представителей всех обследованных видов рыб Куйбышевского водохранилища. При этом частота встречаемости особей с этими эритроцитарными аномалиями, среднее и максимальное содержание aberrantных клеток в крови отдельных особей аналогичны среди представителей разных видов рыб.

Многочисленные патологии эритроцитов зафиксированы у пяти массовых видов рыб из Куйбышевского водохранилища на фоне ярко выраженных отклонений в основных гематологических параметрах – соотношение зрелых эритроцитов и нормобластов, соотношение эритроцитов и лейкоцитов, соотношение различных форм лейкоцитов (гранулоцитов и агранулоцитов), что является подтверждением высокого уровня антропогенной нагрузки на водоем.

Основу популяций обследованных видов рыб составили особи с пониженным содержанием



**Рис. 2.** Встречаемость особей с различным содержанием нормобластов в красной крови среди разных видов рыб Куйбышевского водохранилища (%)

нормобластов в красной крови (<25,00%), что является признаком угнетенного гемопоэза. У судака и бычка-головача доля таких рыб достигала 42,86±7,14% и 63,16±6,45% соответственно. В то же время доля здоровых особей минимальна среди всех пяти видов рыб и варьирует от 6,12±3,46% у судака до 18,11±3,43% у плотвы. У всех видов рыб Куйбышевского водохранилища процент особей с повышенным и патологически высоким содержанием нормобластов в крови заметно превышает количество особей с нормальным соотношением зрелых эритроцитов и нормобластов (рис. 2). При этом у судака, бычка-кругляка и бычка-головача доля рыб с патологическим уровнем нормобластов превышает число рыб с незначительно повышенным содержанием этих клеток в красной крови. У судака процент таких рыб достигал 34,69±6,87%.

Таким образом, выявлена прямая зависимость состояния гемопоэза отдельных особей от уровня воздействия неблагоприятных факторов внешней среды. Показано, что чем выше уровень антропогенной нагрузки на определенный водоем, тем выше встречаемость особей среди разных видов рыб с различными нарушениями процесса гемопоэза – пониженное, повышенное и патологически высокое содержание нормобластов в красной крови, и тем ниже процент здоровых рыб в популяциях.

Другим важным показателем состояния особи является соотношение клеток эритроидного и лимфоидного ряда крови. Для взрослых рыб большинства видов нормальным считается содержание в крови белых клеток соответствующее 25,00–35,00%. Установлено, что у рыб под воздействием различных загрязнений снижается функция иммунитета, по сравнению с таковой у рыб

из незагрязненных участков обитания [15]. Эксперименты на плотве показали, что аккумуляция ртути приводит к уменьшению количества лимфоцитов и возрастанию количества моноцитов и нейтрофилов [22]. Аккумуляция кадмия, также вызывает уменьшение количества лимфоцитов, повышение в кровяном русле клеток, обладающих фагоцитарной активностью, и разрушение миелоцитов [21]. В то же время, повышенное содержание в крови клеток лимфоидного ряда является признаком воспалительного процесса, что часто является следствием несоответствия условий обитания норме.

Основу популяций пяти изученных видов рыб в Куйбышевском водохранилище составили особи с пониженным содержанием лейкоцитов в крови, от 41,73±4,39% среди плотвы до 59,18±7,09% среди судака. В то же время количество рыб с нормальным содержанием лейкоцитов в кровяном русле не превышало 29,92±4,08% среди плотвы, и было минимальным среди судака – 12,24±4,73% (рис. 3). Особи с повышенным содержанием лейкоцитов, или начальными признаками воспалительного процесса, обнаруживались среди всех пяти видов рыб. Патологически высокое содержание лейкоцитов в крови зафиксировано у четырех видов из пяти (кроме бычка-кругляка), при этом среди бычка-головача и судака доля таких особей была значительной и достигала 12,28±4,39% и 16,33±5,34% соответственно (рис. 3).

Дальнейшие исследования показали, что у большинства обследованных особей среди изученных видов рыб Куйбышевского водохранилища зафиксировано нарушение соотношения основных форм лейкоцитов в составе белой крови. Данный показатель – индекс сдвига лей-

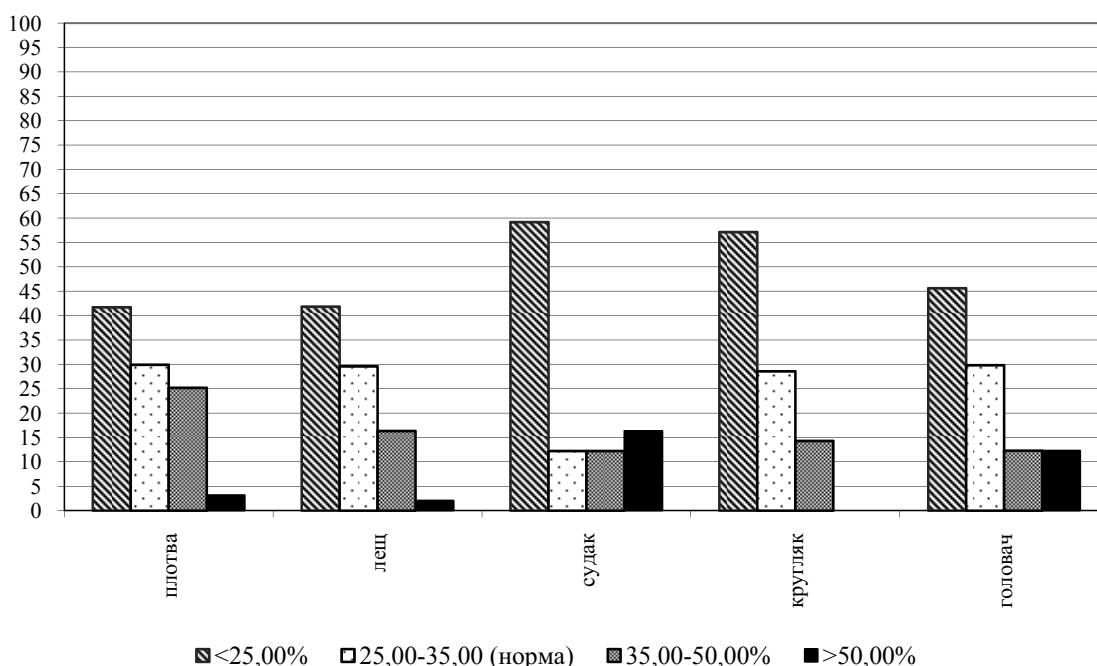


Рис. 3. Встречаемость особей с различным содержанием лейкоцитов в кровяном русле среди рыб Куйбышевского водохранилища(%)

коцитов (ИСЛ) адекватно отражает отклонения в лейкоцитарной формуле и является надежным критерием состояния отдельной особи [11, 1]. Нарушениями являются как повышение относительного содержания незрелых нейтрофильных клеток в периферической крови, что приводит к увеличению значения ИСЛ, так и снижение доли палочкоядерных нейтрофилов и присутствие гиперсегментированных ядер на фоне повышения доли лимфоцитов и моноцитов, что приводит к понижению значения ИСЛ [9].

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.

У пяти видов рыб Куйбышевского водохранилища основу популяции составили особи с пониженными значениями ИСЛ, от  $41,84 \pm 5,01\%$  среди леща до  $68,42 \pm 6,21\%$  среди бычка-головача. В то же время доля здоровых особей, с нормальным соотношением гранулоцитов и агранулоцитов, не превышала  $29,59 \pm 4,63\%$  среди леща (рис. 4).

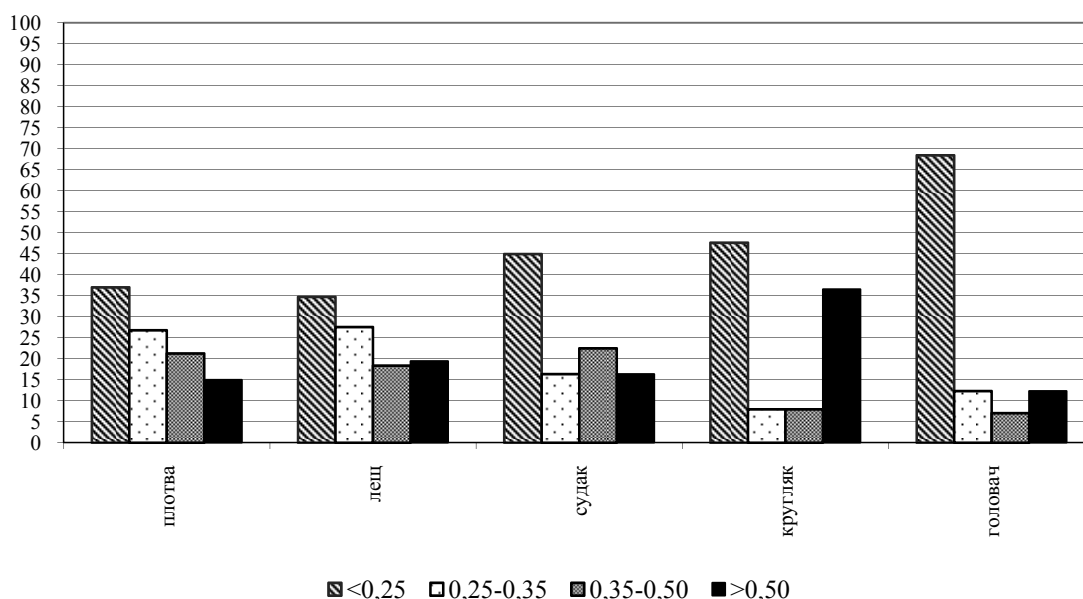
Среди всех обследованных массовых видов рыб обнаруживались особи как с повышенным, так и с патологически высоким значением ИСЛ, что является признаком как начального адаптационного процесса к неблагоприятным факторам среды, так и перешедшего в хроническую форму токсикоза в результате длительного постоянного воздействия этих факторов. У бычка-кругляка, например, процент рыб с патологически высокими значениями ИСЛ достиг максимального значения в  $36,51 \pm 6,11\%$ .

В то же время доля особей с нормальными значениями ИСЛ невысока среди всех обследо-

ванных видов, их встречаемость варьировала от  $7,94 \pm 3,43\%$  среди бычка-кругляка до  $27,55 \pm 4,54\%$  среди леща.

Таким образом, установлено, что встречаемость особей с различными отклонениями в изученных гематологических параметрах в популяциях рыб Куйбышевского водохранилища не зависит от видовой принадлежности, таксономического происхождения и экологических предпочтений рыб, но находится в прямой зависимости от характера и степени воздействия различных неблагоприятных факторов среды. Данное утверждение справедливо и для динамики встречаемости особей с различными патологиями клеток крови: чем выше уровень антропогенного загрязнения водоема, тем выше содержание aberrantных эритроцитов в красной крови отдельных особей и тем более выражено разнообразие типов клеточных патологий. Встречаемость одних и тех же типов патологий эритроцитов и отклонений в гематологических параметрах у представителей разных видов рыб (как у карповых и окуневых, так и у бычковых) в сходных экологических условиях указывает на неспецифический характер данных нарушений.

Несмотря на то, что при возможной нормализации условий обитания (снижении уровня загрязнений) некоторые гематологические параметры могут возвращаться к состоянию нормы в силу повышенной реактивности крови, то есть могут считаться обратимыми, в большинстве случаев этого не происходит, так как уровень загрязнения Куйбышевского водохранилища достаточно высок и имеет хронический характер. При этом возникающие у рыб гематопатологии приобретают хроническую форму и способны вызывать последующие тканевые патологии, которые, в свою очередь, являются необратимыми.



**Рис. 4.** Встречаемость особей с различным показателем ИСЛ среди разных видов рыб Куйбышевского водохранилища(%)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют утверждать, что популяции наиболее массовых видов рыб Куйбышевского водохранилища, подвержены сильному прессу неблагоприятных воздействий окружающей среды. Об этом свидетельствуют выраженные нарушения гематологических параметров и разнообразные патологии эритроцитов, обнаруживаемые у значительного количества особей пяти обследованных видов. Так среди плотвы доля рыб с патологиями эритроцитов в кровяном русле достигала  $73,23 \pm 3,94\%$ , а среди леща –  $78,57 \pm 4,17\%$ , что составляет значительную часть популяции. Обнаруженные нами морфофункциональные нарушения невозможно выявить при внешнем осмотре рыб, однако, их наличие адекватно характеризует состояние отдельной особи и всей популяции в целом.

Наличие разнообразных типов патологий эритроцитов и отклонений в основных гематологических параметрах у массовых видов рыб из исследованного водоема позволяют констатировать, что отдельные особи длительное время испытывает хроническое воздействие комплекса антропогенных факторов (в том числе – различного рода загрязнений), что, в свою очередь, отрицательно отразилось на качественных характеристиках их популяций. При сохранении подобного уровня воздействия отрицательных факторов среды в Куйбышевском водохранилище, мы считаем возможным не только дальнейшее ухудшение качественных показателей популяций плотвы, леща, судака, являющихся ценными промысловыми видами, а также бычка-кругляка и бычка-головача, являющихся основой кормовой базы хищных рыб, но и снижение их численности.

При этом не обнаружено какой-либо выраженной зависимости обнаружения различных типов гематопатологий от видовой принадлежности и возраста особей. Данный факт подтверждает неспецифический характер основной массы обнаруженных нами гематологических нарушений, и открывает определенные возможности использования данных патологий для корректного и адекватного экологического мониторинга водоемов с различным уровнем загрязнения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабанова Л.В., Микряков В.Р. Сравнительная характеристика действия нафталина и фенола на показатели белой крови карася *Carassius carassius* (L.) // Биология внутренних вод. 2002. № 2. С. 100–102.
2. Галкина О.А., Чихачев А.С., Мацегорова Д.И. 2002. Использование гематологических показателей у рыб для мониторинга экологического состояния прибрежной зоны Чёрного моря // Современные проблемы физиологии и экологии морских жи-

- вотных (рыбы, птицы, млекопитающие): Тез. докл. междунар. семинара. Ростов-на-Дону, 11-13 сент., 2002 г. С. 45–47.
3. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Ульяновской области в 2010 году // Министерство лесного хозяйства, природопользования и экологии Ульяновской области. Ульяновск: «Корпорация технологий продвижения», 2011. 154 с.
4. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Ульяновской области в 2012 году // Министерство лесного хозяйства, природопользования и экологии Ульяновской области. Ульяновск: «Корпорация технологий продвижения», 2013. 131 с.
5. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 1999 году. Вып. 9. Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области / Под ред. О.Л. Носковой. Самара: Ком. по охране окруж. среды Самарск. обл., 2000. 103 с.
6. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 2000 году. Вып. 11. Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области / Под ред. О.Л. Носковой. Самара: Ком. по охране окруж. среды Самарск. обл., 2001. 193 с.
7. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области в 2008 г. Вып. 19. / Под ред. Ю.С. Астахова, А.Е. Губернаторова, В.Н. Довбыш и др. Самара: Министерство природопользования, лесного хозяйства и окружающей среды Самарской обл., 2009. 344 с.
8. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2011 год. Вып. 22. // Под ред. Т.Н. Сафроновой, А.П. Ардакова, И.В. Бардиновой и др. Самара: Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской обл.: изд-во «ДСМ». 2012. С. 71–72.
9. Житенева Л.Д., Рудницкая О.А., Калюжная Т.И. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Справочник. Ростов н/Д: АзНИИРХ, 1997. 149 с.
10. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. 110 с.
11. Крылов О.Н. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. Л.: ГосНИОРХ, 1974. 39 с.
12. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа. 1990. 293 с.
13. Минеев А.К. Морфологический анализ и патологические изменения структуры клеток крови у рыб Саратовского водохранилища // Вопр. ихтиол. 2007а. № 1. С. 93–100.
14. 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.
15. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология. М.: Наука, 2009. 400 с.
16. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
17. Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. Изменение структуры рыбного населения



- эвтрофируемого водоема: монография. М.: Наука. 1982. 248 с.
18. Селезнев В.А., Цыкало В.А., Сергиенко Т.С. Содержание марганца в поверхностных водах Самарской области // В кн.: 10 лет Государственному комитету по охране окружающей среды Самарской обл. Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской обл. Вып. 6. / Под ред. В.А. Павловского, Г.С. Розенберга. Самара: Ком. по охране окруж. среды Самарск. обл., 1998. С. 108–116.
  19. Селюков А.Г. Морфофункциональные изменения рыб бассейна Средней и Нижней Оби в условиях возрастающего антропогенного влияния // Вопросы ихтиологии. 2012. Т. 52, № 5. с. 581–600.
  20. Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Калининград: Калинингр. гос. техн. ун-т. 2002. 49 с.
  21. Степанова В.М., Чуйко Г.М., Павлова В.Ф. Хроническое действие кадмия на клетки ретикулярной ткани селезёнки и периферической крови мозамбикской телалии (*Oreochromis mossambicus* Peters) // Биология внутр. вод. 1998. № 3. С. 136–140.
  22. Таликина М.Г., Комов В.Т., Чеботарева Ю.В., Гремячих В.А. Комплексная оценка длительного воздействия ртути на молодь плотвы *Rutilus rutilus* в экспериментальных условиях // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 44. № 6. С. 847–852.
  23. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / Под ред. Павлова Д.С., Мочёка А.Д. М.: Т-во науч. изд. КМК. 2006. 596 с.

## HEMATOPATHOLOGY IN FISHES OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR

© 2016 A.K. Mineev

Institute of Ecology of Volga River Basin RAS, Togliatti

Presents the results of hematological studies of fishes of the Kuibyshev reservoir. Found 13 types of pathologies of red blood cells, the dynamics of the occurrence frequency of individuals with abnormalities of cells in five common fish species in the investigated water body. Shows the lack of dependence of occurrence of detected abnormalities of erythrocytes from individuals of the species, respectively, the nonspecific nature of these violations. Based on the analysis of occurrence of individuals with hematological disorders, and variety of cellular pathologies is confirmed by high level of anthropogenic load on the studied reservoir. It is proposed the use of hematological pathologies in fish as an indicator of the ecological state of the reservoir at the effect on individuals of the complex of unfavorable factors of environment. *Key words:* Kuibyshev reservoir, the massive species of fish, industrial pollution, the pathology of the red blood cells, hematological parameters, ecological trouble.