

УДК 574.64+597.551.2:591.[1/5]

## Особенности лейкоцитарной формулы у некоторых карповых рыб Запорожского водохранилища (Украина)

Е. В. Федоненко, Т. С. Шарамок, Т. В. Ананьева

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепр, Украина  
E-mail: sharamok@i.ua

Исследования проводились в двух зонах Запорожского водохранилища с разной интенсивностью и видами антропогенного воздействия — нижней части, расположенной в аграрной зоне (условно «экологически чистый» участок), и в Самарском заливе с высоким содержанием тяжёлых металлов в воде. Объектами исследования были сазан (*Cyprinus carpio*) и карась серебряный (*Carassius gibelio*). Кровь из хвостовой вены отбирали у четырёхлетних особей обоих полов, выловленных в осенний период. У сазана и карася из загрязнённой зоны Запорожского водохранилища обнаружено существенное увеличение (в 2 и 1,5 раза соответственно) общего количества лейкоцитов крови за счёт всех форм гранулоцитов. В лейкоцитарной формуле сазана показан значительный прирост (в 5 раз) числа палочкоядерных нейтрофилов на фоне снижения сегментоядерных. У карася количество сегментоядерных нейтрофилов увеличивалось в 7 раз, в то время как число палочкоядерных не изменялось. У сазана выявлено повышение количества эозинофилов и базофилов соответственно в 2,3 и 1,5 раза. У карася повышение этих форм лейкоцитов было выражено в большей степени — в 7 раз по сравнению с условно чистой зоной. Содержание лимфоцитов и моноцитов достоверно не отличалось у особей обоих видов рыб из «экологически чистого» и загрязнённого участков. Полученные данные свидетельствуют об активации неспецифического иммунитета у рыб, что может указывать на скрытые воспалительные процессы в результате комплексного воздействия токсикантов водной среды.

**Ключевые слова:** сазан *Cyprinus carpio*, карась серебряный *Carassius gibelio*, лейкоцитарная формула, индекс сдвига лейкоцитов, Запорожское водохранилище.

### ВВЕДЕНИЕ

При адаптации рыб к неблагоприятным условиям обитания кровь играет роль чувствительного индикатора состояния внутренней и внешней среды. Таким образом, состояние кровеносной системы можно использовать для оценки экологического состояния водной среды [Курамшина и др., 2015].

Техногенные воздействия на среду обитания рыб приводят к угнетению врождённого

и приобретённого иммунитета [Секретарюк, Лобойко, 2000]. Так, в воде с повышенными концентрациями тяжёлых металлов у рыб происходит изменение общего количества лейкоцитов, процентного содержания нейтрофилов и лимфоцитов. По мнению некоторых учёных, лимфоциты периферической крови рыб могут служить индикатором иммунотоксичности тяжёлых металлов [Данилів, Мазепа, 2009]. Изучение лейкоцитов даёт возможность оце-

нить общее физиологическое состояние организма, его устойчивость, способность адаптироваться к условиям среды и, в частности, к токсическим веществам, загрязняющим водоёмы [Онисковец и др., 2016]. Многочисленными исследованиями доказано, что в качестве показателя степени загрязнённости водоёмов целесообразно использовать лейкоцитарную формулу рыб [Минеев, Калинин, 2012; Шеина, 2014].

Цель работы — проанализировать особенности количественного соотношения лейкоцитов *Cyprinus carpio* L., 1758 и *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) из участков Запорожского водохранилища с различной степенью загрязнения.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Запорожское водохранилище является водным объектом комплексного назначения на юго-востоке Украины, расположенным на территории аграрно-промышленных зон и находящимся под мощным антропогенным воздействием. Площадь водосбора водохранилища составляет 463 000 км<sup>2</sup>, длина — 128,5 км, средняя глубина — 8 м; вода принадлежит к гидрокарбонатному классу кальциевой группе II типа.

Пробы отбирали в двух точках водохранилища (рис. 1), которые отличаются по эколого-гидрологическим условиям и имеют важное рыбопромысловое значение: нижний участок (48°22'30,75" с.ш.; 35°20'80,05" в.д.) и Самарский залив (48°53'40,21" с.ш.; 35°18'73,20" в.д.).

В акватории водохранилища обнаружены устойчивые зоны повышенной концентрации тяжёлых металлов, высокой минерализации и эвтрофикации [Федоненко и др., 2012]. Нижний участок водохранилища обладает удовлетворительным водообменом, расположен в аграрной зоне и почти не испытывает на себе влияния промышленных стоков. Самарский залив характеризуется слабой проточностью и большой площадью мелководий, что приводит к «цветению» воды и застойным явлениям. На гидроэкологический режим залива влияют высокоминерализованные шахтные воды, содержащие взвешенные частицы и тяжёлые металлы.

Объектами исследования были половозрелые (четырёхлетки) особи сазана и карася серебряного, которых отлавливали с помощью жаберных сетей при проведении научно-исследовательских и контрольных обловов в осенний период 2015–2016 годов. Для исследо-

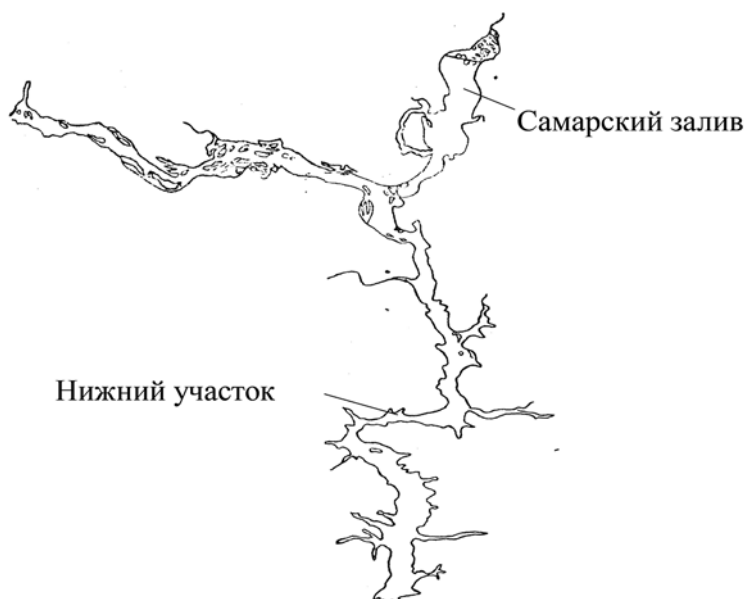


Рис. 1. Схема Запорожского водохранилища и точки отбора проб

вания использовали по 12 экземпляров рыб каждого вида с одного участка.

Кровь отбирали из хвостовой вены рыб. Цитологические исследования лейкоцитов проводились на мазках крови, окрашенных по Романовскому-Гимза, при увеличении  $\times 1300$  с использованием микроскопа BIOLAM ЛОМО и микрофотосъемки цифровой камерой «Sciencelab T500 5.17 M». На препаратах просматривали 100 полей зрения и рассчитывали процентное соотношение клеток белой крови [Иванова, 1983].

Синхронно с ихтиологическими исследованиями проводили гидрохимический анализ по общепринятым унифицированным методикам [Методи гідроекологічних досліджень..., 2006]. Содержание в воде тяжёлых металлов кадмия, свинца, меди, цинка, железа и марганца определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре С115-М1. Всего было проанализировано 24 пробы воды. Статистическую обработку осуществляли с помощью Microsoft Excel.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание тяжёлых металлов в воде и гидрохимические характеристики нижней части

Запорожского водохранилища, в основном, соответствовали рыбохозяйственным нормативам, за исключением концентрации меди, превышающей ПДК в семь раз (табл. 1).

В воде Самарского залива концентрация меди превышала ПДК в 8 раз, марганца — в 1,7; свинца — в 1,5 и кадмия — в 2 раза. Содержание всех исследуемых тяжёлых металлов в воде Самарского залива выше по сравнению с нижним участком. Выявлены статистически значимые различия между содержанием марганца и кадмия (65% и 75% соответственно при  $p \leq 0,05$ ) в двух районах водохранилища.

Исследования белой крови рыб показали более высокое количество лейкоцитов у обоих видов, выловленных в Самарском заливе по сравнению с нижним участком Запорожского водохранилища. Это может указывать на возрастающую защитную функцию крови в организме под действием химических токсикантов. Общее количество клеток белой крови у сазана из Самарского залива было почти вдвое больше, чем у особей, выловленных на нижнем участке, и составляло  $47,8 \pm 7,3$  тыс./мкл и  $23,4 \pm 1,8$  тыс./мкл, соответственно. У карася наблюдалась подобная тенденция:  $39,1 \pm 4,1$  тыс./мкл и  $26,4 \pm 2,55$  тыс./мкл

Таблица 1. Химический состав воды Запорожского водохранилища

Показатель	Точки отбора проб		Нормативные значения [ДСТУ 2284:2010]
	Нижний участок (n=6)	Самарский залив (n=6)	
Водородный показатель, рН	$8,13 \pm 0,02$	$8,7 \pm 0,08$	6,5–8,5
Общая минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	$267,6 \pm 31,17$	$2355,0 \pm 217,75$	1000
Содержание растворенного кислорода, мг/дм <sup>3</sup>	$8,26 \pm 0,30$	$7,0 \pm 0,15$	$\geq 6$
Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	$0,35 \pm 0,043$	$0,52 \pm 0,025$	1
Азот нитритный, мг/дм <sup>3</sup>	$0,009 \pm 0,06$	$0,012 \pm 0,0006$	0,2
Азот нитратный, мг/дм <sup>3</sup>	$0,17 \pm 0,026$	$0,48 \pm 0,028$	2,0
Фосфор фосфатов, мг/дм <sup>3</sup>	$0,2 \pm 0,003$	$0,28 \pm 0,01$	0,2–0,5
Перманганатная окисляемость, мгО/дм <sup>3</sup>	$10,3 \pm 0,11$	$12,0 \pm 0,13$	5–10
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	$0,04 \pm 0,002$	$0,06 \pm 0,003$	0,5
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	$0,008 \pm 0,0004$	$0,007 \pm 0,0003$	0,001
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	$0,003 \pm 0,0003$	$0,004 \pm 0,0005$	0,01
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	$0,006 \pm 0,0004$	$0,017 \pm 0,001$	0,01
Свинец, мг/дм <sup>3</sup>	$0,1 \pm 0,004$	$0,15 \pm 0,028$	0,1
Кадмий, мг/дм <sup>3</sup>	$0,0025 \pm 0,0002$	$0,01 \pm 0,0029$	0,005

соответственно, разница составляла почти 50% ( $p \leq 0,05$ ).

В лейкоцитарной формуле сазана отмечался рост числа палочкоядерных нейтрофилов почти в 7 раз на фоне уменьшения количества сегментоядерных клеток в 1,4 раза. У карася наблюдалась противоположная закономерность: число сегментоядерных нейтрофилов было выше в 2,8 раз у особей из Самарского залива при незначительном снижении (на 7%) количества палочкоядерных нейтрофилов (табл. 2). Вероятно, это указывает на активацию гранулопоэза в организме рыб в ответ на интоксикацию, возникшую вследствие хронического воздействия комплекса химических токсикантов.

Нейтрофилы как наиболее реактивные клетки крови высокочувствительны к различным изменениям внутренней среды, которые сопровождаются нарушениями гомеостаза во многих системах организма. При патологических состояниях организма нейтрофилы выделяют в кровь вещества, обладающие бактерицидными и антиоксидантными свойствами, а также могут оказывать стимулирующее воздействие в процессе регенерации в различных органах и тканях, осуществляют фагоцитоз иммунных комплексов антиген-антитело [Волков, 1971].

Надёжным критерием оценки состояния отдельных особей являются отклонения в соотношении различных форм лейкоцитов [Крылов, 1974; Балабанова, Микряков, 2002], в частности индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ). По-

вышение относительного содержания незрелых нейтрофильных клеток в периферической крови называется сдвигом влево, а снижение доли палочкоядерных нейтрофилов в присутствии гиперсегментированных ядер определяется как сдвиг вправо [Житенева и др., 1997]. Изменение 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.

ИСЛ сазана из нижней части Запорожского водохранилища составлял 0,26, а у особей из Самарского залива — 1,9, что указывает на сдвиг влево в лейкоцитарной формуле. Нейтрофильный лейкоцитоз со сдвигом влево наблюдается, как правило, при оформленных воспалительных процессах и различных интоксикациях [Моисеенко, 2000]. У карася из «условно чистой» зоны водохранилища ИСЛ составлял 0,47, а у особей из Самарского залива — 0,16, что указывает на сдвиг вправо и может свидетельствовать о нарушении функций почек и печени.

У обоих видов рыб был выявлен нейтрофилез, который можно рассматривать в качестве адаптационного механизма, повышающего защитную функцию крови в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов. Данный процесс, переходя в длительную или хроническую форму, в дальнейшем провоцирует различные нарушения во внутренних ор-

**Таблица 2.** Показатели лейкоцитарной формулы крови сазана и карася серебряного в Запорожском водохранилище

Вид рыбы	Сазан		Карась серебряный	
	Нижний участок водохранилища	Самарский залив	Нижний участок водохранилища	Самарский залив
Палочкоядерные нейтрофилы	1,3±0,2	7,0±0,1*	3,0±0,3	2,8±0,4
Сегментоядерные нейтрофилы	5,0±0,1	3,6±1,2*	6,4±0,8	18±2,1*
Эозинофилы	1,5±0,3	3,4±0,6*	0,5±0,05	3,5±0,7*
Базофилы	2,8±0,3	4,5±1,5*	0,1±0,03	0,7±0,2*
Лимфоциты	82,4±1,6	72,8±2,2	82,3±2,6	65,7±1,8
Моноциты	7,7±0,6	9,3±1,9	7,7±1,6	9,3±1,1

\* Достоверные отличия данных между сравниваемыми участками водохранилища,  $p \leq 0,05$ .

ганах рыб (некрозы, дистрофии и т.д.) [Минеев, 2012].

Наряду с нейтрофилезом у рыб Запорожского водохранилища выявлены признаки эозинофилии. Количество эозинофилов у особей обоих исследуемых видов из Самарского залива увеличивалось в 2,25 и 7 раз, количество базофилов — в 1,6 раз и 7 раз у сазана и карася соответственно, что также можно отнести к последствиям повышенной токсической нагрузки на популяции рыб данного водоёма.

Количество моноцитов в крови рыб Самарского залива, в отличие от других форм лейкоцитов, было на 17% ниже, чем у рыб, изъятых из нижнего участка Запорожского водохранилища. Низкий процент моноцитов в лейкоцитарной формуле не всегда является признаком хорошего физиологического состояния. Они могут концентрироваться в очагах воспаления, трансформируясь здесь в тканевые макрофаги, что часто наблюдается при длительном воздействии неблагоприятных факторов среды [Жиденко и др., 2005].

Количество лимфоцитов у сазана из исследуемых участков не отличалось достоверно и варьировало между максимальными значениями в нижней зоне Запорожского водохранилища — 82,4%, и минимальными значениями в Самарском заливе — 72,8%. Разница между содержанием лимфоцитов составляла 11,7% и не была статистически достоверной. Также не было выявлено статистически достоверных отличий в количестве лимфоцитов у карася, выловленного в разных участках водохранилища, разница составляла 20%.

### Выводы

В результате проведённых исследований обнаружено, что кровь сазана и карася серебряного Запорожского водохранилища имеет выраженный лимфоидный характер. Содержание лимфоцитов находится на уровне 65,7–82,4%.

Антропогенное воздействие на экосистему водохранилища обуславливает у исследуемых видов карповых рыб повышение количества лейкоцитов за счет всех форм гранулоцитов (нейтрофилов, базофилов, эозинофилов) на фоне тенденции к снижению моноцитов и лимфоцитов. Увеличение гранулоцитопоза

является достаточно распространённым и неспецифическим ответом организма рыб на ряд неблагоприятных факторов среды обитания, включая интоксикацию тяжёлыми металлами и химическими ядами [Житенева, 2001]. Связано это, прежде всего, с освобождением организма от остатков разрушенных клеток и с активным фагоцитозом чужеродной органики.

В лейкоцитарной формуле рыб обоих видов обнаружены сдвиги в количественных соотношениях лейкоцитов, подтверждающие реакцию организма на усиленный негативный пресс со стороны окружающей среды. Выявленные признаки нейтрофилеза и эозинофилии можно рассматривать в качестве адаптационного механизма, повышающего защитную функцию крови в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов.

### ЛИТЕРАТУРА

- Балабанова Л. В., Микряков В. Р. 2002. Сравнительная характеристика действия нафталина и фенола на показатели белой крови карася *Carassius carassius* (L.) // Биология внутренних вод. № 2. С. 100–102.
- Волков Н. В. 1971. Экспериментальное исследование физиологии крови рыб при действии на них неблагоприятных факторов внешней среды. Петрозаводск. 84 с.
- Данилів С. І., Мазепа М. А. 2009. Реакція лейкоцитів периферичної крові коропа на надлишкові концентрації свинцю // Рибогосподарська наука України. № 2. С. 105–109.
- Жиденко А. А., Мехед О. Б., Близнюк Е. В. 2005. Влияние пестицидов на качественный и количественный состав свободных аминокислот в тканях карпа // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных. Мат. межд. науч. конф. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. С. 70–72.
- Житенева Л. Д., Макаров Э. В., Рудницкая О. А. 2001. Эволюция крови. Р-н-Д.: Деловой мир. 114 с.
- Житенева Л. Д., Рудницкая О. А., Калужная Т. И. 1997. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Справочник. Ростов н/Д.: АзНИИРХ. 149 с.
- Иванова Н. Т. 1983. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность. 186 с.
- Крылов О. Н. 1974. Методические указания по гематологическому обследованию рыб в водной токсикологии. Л.: ГосНИОРХ. 39 с.
- Курамышина Н. Г., Нуртдинова Э. Э., Матвеева А. Ю. 2015. Эколого-физиологическое состоя-

- ние ихтиофауны малых рек южного Урала // Вестник Оренбургского гос. университета. № 4. Вып. 179. С. 20–24.
- Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. 2006. Під ред. В. Д. Романенко. К.: ЛОГОС. 408 с.
- Минеев А. К. 2012. Некоторые гематологические параметры ротана-головешки (*Percottus glenii* Dybowski, 1877) из озёр Круглое и Пляжное Самарской области // Российский Журнал Биологических инвазий. № 1. С. 58–71.
- Минеев А. К., Калинин Е. А. 2012. Особенности лейкоцитарной формулы у плотвы (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) из водоёмов разного типа (на примере Саратовского водохранилища и малых рек республики Удмуртия) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 14. № 1. С. 213–217.
- Моисеенко Т. И. 2000. Морфологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С. С. Шварца) // Экология. № 6. С. 463–472.
- Онисковець М. Я., Вахуткевич І. Ю., Скаб О. Б. 2016. Вплив йонів свинцю на лейкоцити крові коропа лускатого // Науковий вісник ЛДАВМ ім. С. З. Гжицького. Т. 18. № 2 (67). С. 146–148.
- Риба жива. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 2284:2010. 2012. К.: Держспоживстандарт України. 16 с.
- Секретарюк К. В., Лобойко Ю. В. 2000. Эколого-цитогенетичний моніторинг при вирощуванні коропа у рибницьких ставах // Науковий вісник ЛДАВМ ім. С. З. Гжицького. Т. 2 (№ 2). Ч. 4. С. 126–129.
- Федоненко О. В., Єсіпова Н. Б., Шарамок Т. С., Ананьева Т. В., Яковенко В. О. 2012. Сучасні проблеми гідробіології: Запорізьке водосховище. Дніпропетровськ: ЛІРА. 279 с.
- Шенина Т. А. 2014. Состав крови и содержание тяжёлых металлов в органах и тканях трёх видов рыб в бассейне реки Камы. Автореф. дис... канд. биол. наук. Пермь. 22 с.
- blood physiology under the influence of unfavorable environmental factors on them]. Petrozavodsk. 84 s.
- Daniliv S. I., Mazepa M. A. 2009. Reaktsiya lejkotsitiv periferichnoi krovi koropa na nadlishkovi kontsentratsii svintsyu [A reaction of peripheral blood leucocytes of carp on high concentrations of lead] // Ribogospodars'ka nauka Ukraini. № 2. S. 105–109.
- Zhidenko A. A., Mekhed O. B., Bliznyuk E. V. 2005. Vliyanie pestitsidov na kachestvennyj i kolichestvennyj sostav svobodnykh aminokislot v tkanyakh karpa [Influence of pesticides on the qualitative and quantitative composition of free amino acids in carp tissues] // Aktual'nye problemy ehkologicheskoy fiziologii, biokhimii i genetiki zhivotnykh. Mat. mezhd. nauch. konf. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta. S. 70–72.
- Zhiteneva L. D., Makarov E. V., Rudnitskaya O. A. 2001. Ehvolyutsiya krovi [Evolution of blood]. Rostov n/D.: Delovoj mir. 114 s.
- Zhiteneva L. D., Rudnitskaya O. A., Kalyuzhnaya T. I. 1997. Ehkologo-gematologicheskie kharakteristiki nekotorykh vidov ryb [Ecological and hematological characteristics of some fish species]. Spravochnik. R-n-D: AzNIIRKH. 149 s.
- Ivanova N. T. 1983. Atlas kletok krovi ryb [Atlas of blood cells of fish]. M.: Legkaya i pishchevaya promyshlenost'. 186 s.
- Krylov O. N. 1974. Metodicheskie ukazaniya po gematologicheskomu obsledovaniyu ryb v vodnoj toksikologii [Methodological guidelines for hematological examination of fish in aquatic toxicology]. L.: GosNIORKH. 39 s.
- Kuramshina N. G., Nurtdinova E. E., Matveeva A. Yu. 2015. Ehkologo-fiziologicheskoe sostoyanie ikhtiofauny malykh rek yuzhnogo Urala [Ecological and physiological state of ichthyofauna of small rivers in the Southern Urals] // Vestnik Orenburgskogo gos. universiteta. № 4. Vyp. 179. S. 20–24.
- Metodi gidroekologichnikh doslidzhen' poverkhnevikh vod [Methods of hydroecological researches of surface waters]. 2006. Pid red. V. D. Romanenko. K.: LOGOS. 408 s.
- Mineev A. K. 2012. Nekotorye gematologicheskie parametry rotana-goloveshki (*Percottus glenii* Dybowski, 1877) iz ozer Krugloe i Plyazhnoe Samarskoj oblasti [Some hematologic parameters of *Percottus glenii* (Dybowski, 1877) from Lake Krugloe and Lake Plyazhnye of Samara Region] // Rossijskij Zhurnal Biologicheskikh invazij. № 1. S. 58–71.
- Mineev A. K., Kalinin E. A. 2012. Osobennosti lejkotsitarnoj formuly u plotvy (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) iz vodoemov raznogo tipa (na primere Saratovskogo vodokhranilishcha i malykh rek respubliki Udmurtiya) [Features leukocyte formula in roach

#### REFERENCES

Balabanova L. V., Mikryakov V. R. 2002. Sravnitel'naya kharakteristika dejstviya naftalina i fenola na pokazateli beloj krovi karasya *Carassius carassius* (L.) [Comparative characteristics of the effects of naphthalene and phenol on the indices of white blood of crucian *Carassius carassius* (L.)] // Biologiya vnutrennikh vod. № 2. S. 100–102.

Volkov N. V. 1971. Ehksperimental'noe issledovanie fiziologii krovi ryb pri dejstvii na nikh neblagopriyatnykh faktorov vneshnej sredy [Experimental study of the fish

- (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) from the reservoir different type (for example Saratov Reservoir and small rivers Republic of Udmurtia) // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk*. T. 14. № 1. S. 213–217.
- Moiseenko T. I. 2000. Morfologicheskie perestrojki organizma ryb pod vliyaniem zagryazneniya (v svete teorii S. S. Shvartsa) [Morphological reorganization of the fish body under the influence of pollution (in the light of the theory of S. Shvarts)] // *Ehkologiya*. № 6. S. 463–472.
- Oniskovets' M. Ya., Vakhutkevich I. Yu., Skab O. B. 2016. Vpliv joniv plyumbumu na lejkotsiti krovi koropa luskatogo [Lead influence on blood leukocytes scaly carp] // *Naukovij visnik LDAVM im. S. Z. Gzhits'kogo*. T. 18. № 2 (67). S. 146–148.
- Riba zhiva. Zagal'ni tekhnichni vimogi: DSTU2284:2010 [Live fish. General technical requirements]. 2012. K.: Derzhspozhivstandart Ukraïni. 16 s.
- Sekretaryuk K. V., Loboiko Yu. V. 2000. Ekologo-tsitogenetichnij monitoring pri viroshchuvanni koropa u ribnits'kikh stavakh [Ecological and cytogenetic monitoring in carp growing in fishing ponds] // *Naukovij visnik LDAVM im. S. Z. Gzhits'kogo*. T. 2 (№ 2). CH. 4. S. 126–129.
- Fedonenko O. V., Yesipova N. B., Sharamok T. S., Ananieva T. V., Yakovenko V. O. 2012. Suchasni problemi gidrobiologii: Zaporiz'ke vodokhovichche [Ecological and cytogenetic monitoring in carp growing in fishing grounds: Zaporizke Reservoir]. Dnipropetrovs'k: LIRA. 279 s.
- Sheina T. A. 2014. Sostav krovi i sodержanie tyazhelykh metallov v organakh i tkanyakh trekh vidov ryb v bassejne reki Kamy [The composition of blood and the content of heavy metals in the organs and tissues of three species of fish in the basin of the Kama River.]. Avtoref. dis... kand. biol. nauk. Perm'. 22 s.

Поступила в редакцию 21.03.2017 г.

Принята к печати 28.03.2017 г.

## Features of the leukocyte formula in some carp fish from the Zaporozhian Reservoir (Ukraine)

*E. V. Fedonenko, T. S. Sharamok, T. V. Ananieva*

Oles Honchar Dnepr National University, Dnepr, Ukraine

The researches were held in two zones of the Zaporozhian Reservoir with different degrees and types of anthropogenic impact — the lower part located in the agrarian zone (conventionally «environmentally clean» site) and in the Samara Bay with a high content of heavy metals in water. The subjects of the study were common carp (*Cyprinus carpio*) and prussian carp (*Carassius gibelio*). Blood from the tail vein was taken from four-year-olds of both sexes caught in the autumn period. In common carp and prussian carp from the contaminated zone of the Zaporozhian Reservoir, a significant increase (in 2 and 1.5 times, respectively) of the total amount of white blood cells due to all forms of granulocytes was found. In the common carp leukocyte formula, a significant increase (5 times) in the amount of stab neutrophils was showed against the background of a decline in segmented nuclei. In prussian carp, the amount of segmented neutrophils was increased in 7 times, while the number of stab neutrophils did not change. In common carp, the amounts of eosinophils and basophils were increased in 2.3 and 1.5 times respectively. In prussian carp, the increase in these forms of white blood cells was expressed to a greater extent — 7 times compared with the «conventionally clean» zone. The lymphocyte and monocyte contents were not significantly different in individuals of both fish species from «environmentally clean» and contaminated sites. The obtained data testify to the activation of nonspecific immunity in fish, which can indicate the latent inflammatory processes as a result of the complex effect prussian carp of toxicants on the aquatic environment.

**Key words:** common carp *Cyprinus carpio*, prussian carp *Carassius gibelio*, leukocyte formula, leukocyte shift index, the Zaporozhian Reservoir.