

УДК 597.554.3–111

## Патоморфологические изменения эритроцитов молоди леща *Abramis brama* Волжско-Каспийского бассейна

А.В.Конькова<sup>1</sup>, Н.Н.Фёдорова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
(ФГБНУ «КаспНИРХ», г. Астрахань)

<sup>2</sup> Астраханский государственный технический университет  
(ФГБОУ ВО «АГТУ», г. Астрахань)  
E-mail: avkonkova@rambler.ru

В последнее время физиологическое состояние многих гидробионтов Волжско-Каспийского бассейна в условиях антропогенной нагрузки, оказываемой промышленной и хозяйственной деятельностью региона, значительно ухудшилось. В свою очередь, неблагоприятные условия водной среды, сложившиеся в дельте р. Волги и в Северном Каспии, не могли не сказаться и на физиологическом статусе массового объекта промысла — леща *Abramis brama*, уловы которого за последние десятилетия сократились в несколько раз. Для оценки жизнеспособности рыб и ранней диагностики патологий, являющихся возможными причинами сокращения численности гидробионтов, проведены гематологические исследования красной крови молоди данного вида рыб. Поскольку данные об особенностях эритропоэза у младших возрастных групп леща в естественных условиях Волго-Каспия отсутствуют, целью исследования стал анализ морфологических особенностей эритроцитов молоди *Abramis brama*. В настоящей работе приведены результаты исследований красной крови годовиков и двухлеток леща Волжско-Каспийского бассейна. У обследованных рыб выявлены патоморфологические изменения эритроцитов, проявившиеся в изменении формы, окраски и размера клеток, нарушениях, связанных с изменениями ядра и делением клетки, а также с дегенеративными процессами. Диагностированные нарушения форменных элементов красной крови (пойкилоцитоз, анизацитоз, агглютинация, гипохромазия, нарушение осморезистенции, смещение ядра, инвагинация ядра, микроядра, пикноз, хроматинолиз, кариорексис, кариолизис, амитоз, образование шистоцитов, вакуолизация цитоплазмы, гемолиз, ядерные тени) свидетельствовали о воздействии на организм рыбы неблагоприятных факторов среды её обитания, главным образом, о неудовлетворительных токсикологических условиях исследуемого водоёма.

**Ключевые слова:** дельта Волги, Северный Каспий, молодь леща *Abramis brama*, патоморфологические изменения эритроцитов, эритропоэз, патологии.

### ВВЕДЕНИЕ

В последнее время физиологическое состояние многих гидробионтов Волжско-Каспийского бассейна в условиях антропогенной нагрузки, оказываемой промышленной и хозяйственной деятельностью региона, значительно

ухудшилось [Крючков, и др., 2004; Карыгина, Воронина, 2013; Володина, 2014; Карыгина и др., 2014; Конькова и др., 2015]. В свою очередь, неблагоприятные условия водной среды, сложившиеся в дельте р. Волги и в Северном Каспии, не могли не сказаться и на

физиологическом статусе массового объекта промысла — леща *Abramis brama* (L., 1758), уловы которого за последние десятилетия заметно сократились [Левашина, Иванов, 2014]. В целях установления причин резкого снижения запасов данного вида рыб в регионе необходимо проведение комплексного изучения популяции леща. Для оценки жизнеспособности рыб и ранней диагностики патологий, являющихся возможными причинами сокращения численности гидробионтов, особое значение имеет анализ крови, и, в первую очередь, исследования, раскрывающие закономерности протекания эритропоэза. Поскольку данные о нем у младших возрастных групп леща в естественных условиях Волго-Каспия отсутствуют, целью исследования стал анализ морфологических особенностей эритроцитов молоди *Abramis brama*, являющихся объективным индикатором, как состояния организма рыб, так и условий среды их обитания.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящей работы послужили результаты исследований красной крови годовиков и двухлеток леща (средней промысловой длиной  $11,34 \pm 0,44$  см и массой  $37,06 \pm 5,06$  г), выловленных донным 4,5-метровым тралом в западной акватории северной части Каспийского моря (где проходит основной нагул молоди карповых рыб после миграции из водоемов дельты р. Волги) летом 2014 г. Район исследования охватывал акваторию от Смирновского осередка до о. Малый Жемчужный. Вылов рыбы проводили в соответствии с общепринятыми методиками [Инструкции по сбору..., 2011], продолжительность траления составила 20 мин., всего проведено 14 тралений.

Гематологические исследования проводили согласно общепринятым методикам [Лабораторный практикум ..., 1983; Иванова, 1983; Методические указания ..., 1999]. Периферическую кровь отбирали из хвостовой артерии путём отсечения хвостового стебля у анального плавника. Мазки просушивали и окрашивали по Паппенгейму. Руководствуясь атласами форменных элементов крови рыб, определили патоморфологические изменения эритроцитов [Жите-

нева и др., 1989; Иванова, 1983; Изергина и др., 2014]. Для каждой особи изготавливали 1–2 мазка. На каждом мазке просматривали 1200 форменных элементов крови. Всего проанализировано 62 препарата и 74400 клеток.

Микроскопирование окрашенных мазков крови проведено с помощью микроскопа «БИОМЕД-6 LED». Микрофотосъемка форменных элементов крови осуществлена с помощью фотонасадки DCM 510.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У обследованных рыб эритроциты были представлены молодыми бластными формами и зрелыми клетками. В общей сложности среднее количество молодых клеток составило  $0,75 \pm 0,15\%$  от всего числа эритроцитов. Молодые клетки, в зависимости от степени развития, представляли собой круглые или слегка вытянутые клетки, размеры ядер которых варьировали от крупных, занимавших большую часть клетки, до мелких. По степени зрелости окраска цитоплазмы молодых клеток изменялась от интенсивно синего до светло-фиолетового цвета. В большинстве случаев зрелые эритроциты имели эллипсоидную форму, вытянутое ядро красно-фиолетового цвета, прозрачную цитоплазму серо-розового цвета. Наряду со здоровыми клетками были зарегистрированы и патологичные. Количество изменённых эритроцитов от всего числа клеток красной крови варьировало от 0,20 до 44,40%, в среднем составляя  $8,10 \pm 1,93\%$ . По характеру и степени проявления нарушения эритроцитов были условно распределены на 4 группы:

1. изменения формы, окраски и размера клеток;
2. изменения ядер;
3. нарушения, связанные с делением клетки;
4. дегенеративные изменения клетки.

Патологии, связанные с изменениями формы, окраски и размера клеток и относившиеся к первой группе патоморфологических нарушений, проявились в пойкилоцитозе, анизацитозе, агглютинации, гипохромазии и нарушении осморезистенции.

Пойкилоцитоз (изменение формы) отмечен в мазках у 35,48% обследованных рыб. В сравнении с нормально развивающимися

эритроцитами изменённые клетки имели различную форму: треугольную, пятиугольную, грушевидную, серповидную (рис. 1 а). Количество пойкилоцитозных эритроцитов у одной особи достигало 40,00% от общего числа клеток, в среднем у рыб в периферической крови на долю эритроцитов с изменённой формой приходилось  $2,97 \pm 1,49\%$ .

Анизоцитоз (разноразмерность) выявлен в мазках периферической крови у 32,26% исследованных лещей. В основном морфопатологические изменения проявлялись в уменьшении размера эритроцитов (рис. 1 а). Число подобных клеток не превышало 0,80% всех эритроцитов, в среднем составляло  $0,10 \pm 0,04\%$ .

Агглютинация (слипание) эритроцитов зафиксирована у 32,26% рыб. Цепочки эритроцитов насчитывали из от 3 до 30 клеток. На мазке крови, выполненном от одной рыбы, встречалось не более 2 таких агглютинированных скопления эритроцитов. Частота встречаемости клеток с агглютинацией, в среднем составляла  $0,33 \pm 0,12\%$  от числа всех эритроцитов.

Гипохромазию (состояние клетки, когда обеднённые гемоглобином участки цитоплазмы занимают значительную поверхность эритроцита, и только небольшая зона сохраняет способность окрашиваться) регистрировали у 29,03% обследованных гидробионтов (рис. 1 б). Доля гипохроматизированных клеток варьировала от 0,40 до 9,20% всех эритроцитов, в среднем составляя —  $0,64 \pm 0,33\%$ . Ос-

ветвление цитоплазмы косвенно свидетельствовало о малом содержании гемоглобина.

Нарушение осмотической резистентности эритроцитов (фестончатый край) отмечено в мазках у 29,03% обследованных лещей (рис. 1 в). Количество клеток с зубчатой поверхностью колебалось от 0,10 до 3,00%, в среднем составляя  $0,30 \pm 0,15\%$ .

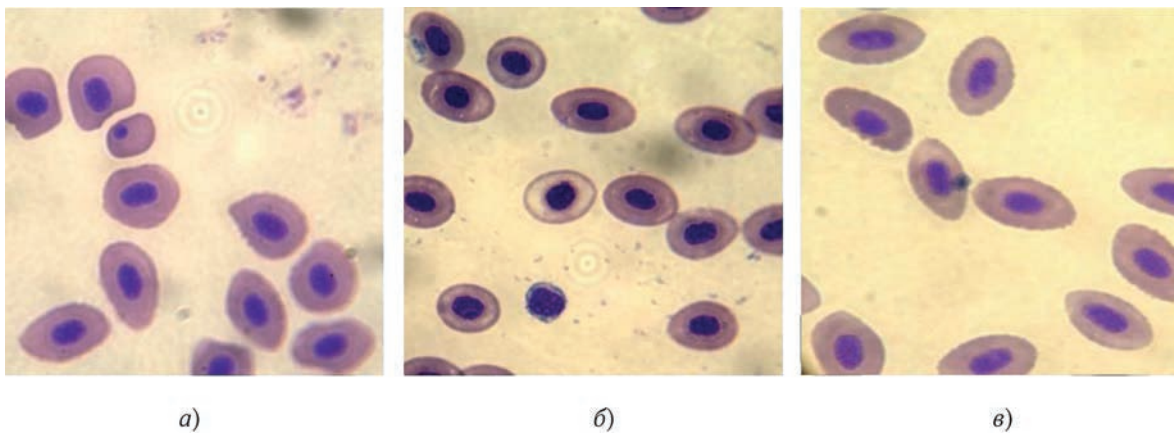
Ко второй группе нарушений, связанных с изменениями ядра, относились: смещение ядер к периферии, инвагинация ядра, микроядра, пикноз, хроматинолиз, кариорексис, кариолизис.

Смещение ядер к периферии было отмечено у 41,94% обследованных рыб. В большинстве случаев ядро было смещено к периферии (рис. 2 а) и в редких случаях имело пристеночное расположение. В среднем количество клеток со смещёнными ядрами составляло  $0,15 \pm 0,04\%$  всех эритроцитов.

Инвагинация ядра, возникавшая в результате нарушения ядерно-плазменных отношений и резистенции ядерной оболочки, отмечена только в одном случае (рис. 2 б).

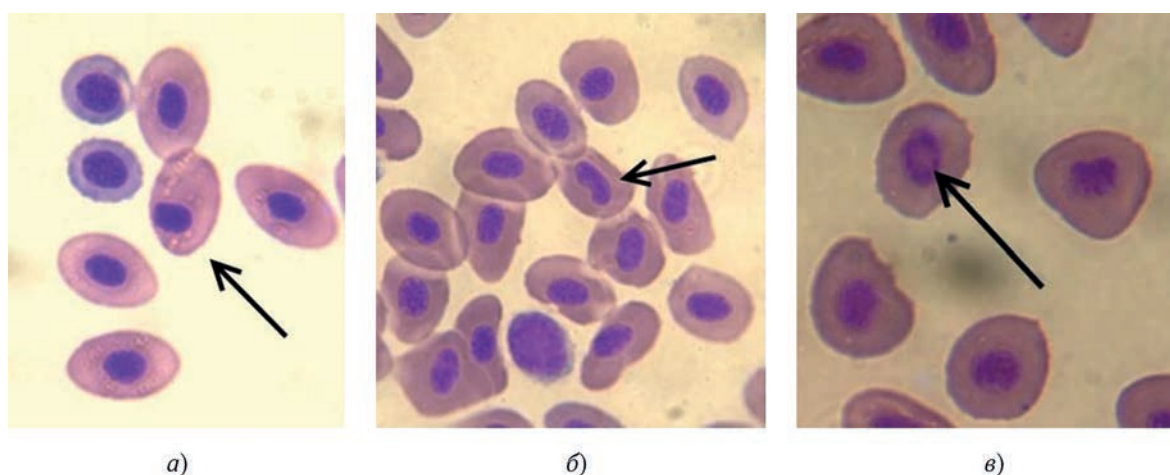
На мазке только одной рыбы выявлено присутствие в цитоплазме микроядра, являвшегося патологической структурой. Обычно микроядра возникают из фрагментов хромосом, которые лишены центромер и поэтому исключаются из клеточных ядер в момент деления клеток [Кузина, 2011].

Хроматинолиз или процесс распада хроматина, при котором ядро приобретало светлую



**Рис. 1.** Изменения формы, окраски и размера эритроцитов молоди леща (ОК 16 ОБ 100, окраска по Паппенгейму):

а — пойкилоцитоз, анизоцитоз; б — гипохромазия; в-нарушение осморезистенции (фестончатый край)



**Рис. 2.** Нарушения, связанные с изменениями ядра эритроцитов молоди леща (ОК 16 ОБ 100, окраска по Паппенгейму):

*а* — смещение ядра; *б* — инвагинация ядра; *в* — хроматинолиз

окраску (рис. 2 *в*), зарегистрирован в мазках у 29,03% обследованных лещей. Среднее количество эритроцитов, имевших выявленные патологии, на одну особь составило  $0,09 \pm 0,03\%$  от общего числа эритроцитов.

Пикноз (кариопикноз) отмечен единично в мазках у трёх рыб. Визуально данное явление проявлялось в уплотнении и сморщивании ядра.

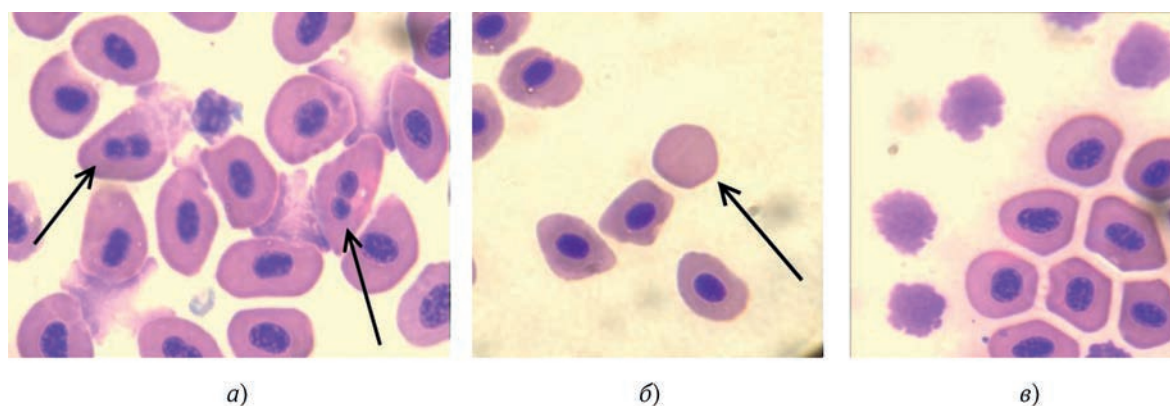
Кариорексис (распад хроматина ядра на бесформенные скопления гранул и обломков) выявлен у 12,90% рыб. От общего числа клеток красной крови эритроциты с кариорексисом составили  $0,38 \pm 0,16\%$ .

Кариолиз (полное растворение в цитоплазме клетки частиц распавшегося вследствие ка-

риорексиса клеточного ядра) отмечен в мазках у 12,90% гидробионтов. Кариолизные эритроциты присутствовали на мазках равномерно, в среднем составили  $0,003 \pm 0,002\%$  от общего количества эритроцитов. Кариолиз является самым последним этапом некробиоза и происходит после кариопикноза и кариорексиса.

К третьей группе нарушений, связанных с делением клетки, относился амитоз.

Амитоз отмечен в мазках у 45,16% обследованных рыб (рис. 3 *а*). Амитотическое деление эритроцитов отмечено в отдельных случаях до 1,40% клеток, в среднем на долю клеток с амитозом приходилось  $0,18 \pm 0,06\%$  от общего числа всех эритроцитов. При амитозе деление клетки сопровождалось прямым



**Рис. 3.** Нарушения, связанные с делением и дегенеративными изменениями эритроцитов молоди леща (ОК 16 ОБ 100, окраска по Паппенгейму):

*а* — амитоз; *б* — безъядерный эритроцит; *в* — ядерные тени



разделением (перешнуровыванием) ядра. Нередко при этом образовывались шистоциты и микроциты.

К четвертой группе нарушений, связанных с дегенеративными изменениями клеток красной крови лещей, были отнесены: вакуолизация цитоплазмы, гемолиз и ядерные тени, отмеченные у 12,90%, 9,68% и 83,87% рыб, соответственно. Помимо указанных патологий, к данной группе нарушений можно отнести и образование шистоцитов, безъядерных фрагментов цитоплазмы, возникающих при amitotическом делении. Шистоциты отмечены единично в мазках у двух рыб (рис. 3 б). Как правило, они не долговечны, в скором времени погибают. Образование безъядерных эритроцитов — приспособительная реакция при анемиях, сопровождающихся гипоксией, токсикозах и усиленном метаболизме, когда сокращается потребление кислорода, переносимого самой клеткой [Житенева и др., 1989].

На долю вакуолизованных клеток приходилось в среднем  $10,25 \pm 6,85\%$  всех эритроцитов. Несмотря на то, что вакуолизация цитоплазмы красной крови отмечалась у небольшого количества лещей, интенсивность её проявления у отдельных рыб была значительной, достигая 30,00% клеток от общей численности эритроцитов.

Гемолиз охватывал в среднем  $0,04 \pm 0,02\%$  клеток. Процесс распада эритроцитов проявлялся в набухании клетки, разрушении мембраны и хроматина (бесструктурное светлое ядро). Как и в случае с вакуолизацией данное явление не носило массовый характер, а в отличие от неё и степень проявления была невысока.

В достаточном количестве на мазках большинства рыб присутствовали ядерные тени, образовавшиеся после полного распада цитоплазмы и ядра (рис. 3 в), поэтому количество нежных ядерных теней эквивалентно количеству гемолизных клеток. У отдельных рыб число подобных теней достигало 6,00% числа всех клеток красной крови, в среднем частота встречаемости была на уровне  $1,89 \pm 0,31\%$ .

В целом нарушения эритроцитов, выявленные у молоди леща, свидетельствовали о дестабилизации физиологических процессов в организме обследованных рыб. Так, анизацитоз

и пойкилоцитоз являются дегенеративными явлениями и показывают функциональную недостаточность кроветворных органов, а также наблюдаются при выраженной анемии, которая и была выявлена у одной трети обследованных рыб. Наряду с вышеуказанными патологиями, было обнаружено смещение ядер к периферии (возникающее при набухании), образование микроцитов и безъядерных эритроцитов, что свидетельствовало о патологическом делении клетки почкованием, когда от эритроцита отделялись небольшие комочки цитоплазмы. Появление микроцитов связано с кислородной недостаточностью рыб и присутствием различных токсикантов в воде [Житенева и др., 1989]. К дегенеративным изменениям также можно отнести инвагинацию ядра, выражающую дегенерацию самого эритроцита, и гемолиз, затрагивающий в некоторых случаях значительную часть форменных элементов. В целом количество клеток с различными видами патологии достигало 44,40%, в среднем составляя  $8,10 \pm 1,93\%$ , наряду с этим, у 41,93% рыб численность эритроцитов с морфологическими нарушениями превышала 5,00% всех клеток, что свидетельствовало о глубоких или необратимых патологических процессах, протекавших в организме половины обследованных рыб.

Согласно данным ряда учёных, причины появления подобных изменений могли быть различного характера и, в первую очередь, являться результатом протекания токсикозов, проявляющихся у рыб в условиях хронического загрязнения воды [Житенева и др., 1989; Моисеенко, 1998; Каниева, Воробьев, 2006; Лукин и др., 2010; Изергина и др., 2014; Королева, 2015]. Ввиду того, что эколого-токсикологическая обстановка дельты р. Волги и Северного Каспия в период исследований являлась напряжённой, вследствие воздействия на эти районы ряда опасных веществ (нефтепродуктов, хлорорганических пестицидов, ртути), концентрации которых значительно превышали рыбохозяйственные нормативы [Конькова и др., 2015], а также ввиду аналогичности между выявленными нами у рыб патологиями и изменениями, регистрирующимися у представителей ихтиофауны при воздействии отдельных групп поллютантов, можно сделать вывод о том, что обнаруженные

у молоди леща патологии эритроцитов могли явиться реакцией организма данного вида рыб на комплексное воздействие опасных токси- кантов, присутствовавших в воде.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты проведённого гематологического анализа свидетельствовали о глубоких, а в некоторых случаях и необрати- мых процессах, протекавших в организме мо- лодки леща Волжско-Каспийского бассейна, связанных с угнетением кроветворной и ды- хательной функций обследованных рыб. У го- довиков и двухлеток *Abramis brama* отмечены следующие нарушения, условно разбитые на 4 типа: пойкилоцитоз, анизацитоз, агглюти- нация, гипохромазия, нарушение осморези- стенции (изменения формы, окраски и разме- ра клеток); смещение ядра, инвагинация ядра, микроядра, пикноз, хроматинолиз, кариорек- сис, кариолизис (изменения ядер); амитоз (нарушения, связанные с делением клетки); образование шистоцитов, вакуолизация цито- плазмы, гемолиз, ядерные тени (дегенератив- ные изменения клетки). В целом для оценки состояния организма важно соотношение всех видов нарушений крови. Однако в диагно- стическом плане вероятно наиболее информа- тивны нарушения, относящиеся к последней четвертой группе, так как экстенсивность и ин- тенсивность их проявления у рыб объективно отражают процессы гемопоэза в норме и при заболеваниях. Выявленные у молоди леща патологии эритроцитов явились результатом комплексного воздействия неблагоприятных факторов, главным образом неудовлетвори- тельных токсикологических условий водоёма.

### ЛИТЕРАТУРА

- Володина В.В. 2014. Морфофункциональное состоя- ние органов и тканей каспийского тюленя (*Phoca caspica*, Smelin, 1788) в современных экологиче- ских условиях. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Астрахань: АГТУ. 24 с.
- Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. 1989. Атлас нормальных и патологически изменён- ных клеток крови рыб. Ростов-на-Дону: Ростов- ское книжное изд. — во. 110 с.
- Иванова Н.Т. 1983. Атлас клеток крови рыб (сравни- тельная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). М.: Лёгкая и пищевая пром- ышль. 184 с.
- Изергина Е.Е., Изергин И.Л., Изергин Л.И. 2014. Атлас клеток крови лососевых рыб материкового побережья северной части Охотского моря. Мага- дан: Кордис. 127 с.
- Инструкции по сбору и обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их об- итания. 2011. Под общей редакцией Г.А.Судакова. Астрахань: КаспНИРХ. 193 с.
- Каниева Н.А., Воробьев В.И. 2006. Влияние каспий- ской нефти на рыб (физиология, биохимия и мор- фология). Астрахань: Изд-во АГТУ. 180 с.
- Карыгина Н.В., Воронина Е.А. 2013. Нефтяное за- грязнение и эпизоотическое состояние экосистемы Среднего Каспия // Проблемы сохранения экоси- стемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений. Материалы V Международной научно-практической конференции. Астрахань, 26–27 сентября 2013 г. Астрахань: Изд-во «Касп- НИРХ». С. 97–100.
- Карыгина Н.В., Проскурина В.В., Лардыгина Е.Г., Дектярева Л.В., Кравченко Е.А., Голова- тых Н.Н., Галлей Е.В., Дьякова С.А., Шокаше- ва Д.И. 2014. Абиотические и биотические факто- ры, формирующие условия обитания биоресурсов Каспийского моря // Сохранение биологических ресурсов Каспия. Материалы и доклады Между- народной научно-практической конференции. Аст- рахань, 18–19 сентября 2014 г. Астрахань: Изд-во АГТУ. С. 210–214.
- Конькова А.В., Иванов В.П., Фёдорова Н.Н., Кары- гина Н.В., Галлей Е.В., Львова О.А. 2015. Вли- яние загрязнения экосистемы Волго-Каспийского бассейна нефтепродуктами, пестицидами и рту- тью на морфологию органов молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. № 3. С. 12–17.
- Королева И.М. 2015. Гематологические показатели си- говых рыб в водоёмах Кольского севера в условиях антропогенной нагрузки // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других ги- дробиионтов. Расширенные материалы IV Между- народной конференции. Борок, 24–27 сентября 2015 г. Ярославль: Филигрань. С. 32–39.
- Крючков В.Н., Абдурахманов Г.М., Фёдорова Н.Н. 2004. Морфология органов и тканей водных жи- вотных. М.: Наука. 144 с.
- Кузина Т.В. 2011. Цитофизиологические особенности крови промысловых рыб Волго-Каспийского кана- ла. Автореферат дисс. ... канд. биол. наук: Аст- рахань: АГУ. 26 с.
- Лабораторный практикум по болезням рыб. 1983. Под ред. В.А.Мусселиус, В.Ф.Ванягинский, А.А.Ви-

- хман и др. Под общ. ред. В.А.Мусселиус. М.: Легкая и пищевая пром-сть. 296 с.
- Левашина Н.В., Иванов В.П. 2014. Промысловое использование популяции леща *Abramis brama* Linnaeus, 1758 в Волго-Каспийском районе // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. № 2. С. 37–49.
- Лукин А.А., Шарова Ю.Н., Беличева Л.А. 2010. Оценка состояния организма рыб при загрязнении водных экосистем нефтепродуктами и отходами целлюлозно-бумажного производства // Рыбное хозяйство. № 6. С. 47–52.
- Методические указания по проведению гематологического обследования рыб (утв. 02 февраля 1999 г. № 13–4–2-/1487 Министерством сельского хозяйства и природопользования Российской Федерации). 1999. // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 2. М.: Отд. маркет. АМБ-агро. С. 69–97.
- Моисеенко Т.И. 1998. Гематологические показатели рыб в оценке их токсикозов (на примере сига *Coregonus lavaretus*) // Вопросы ихтиологии. Т. 38. № 3. С. 371–380.
- References**
- Volodina V.V. 2014. Morfofunkcional'noe sostoyanie organov i tkanej kaspijskogo tyulenyа (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788) v sovremennykh e'kologicheskikh usloviyakh [Morphofunctional state of organs and tissues of the Caspian seal (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788) in the current environmental conditions]. Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Astraxan': AGTU. 24 s.
- Zhiteneva L.D., Poltavceva T.G., Rudnickaya O.A. 1989. Atlas normal'nykh i patologicheskikh izmenennykh kletok krovi ryb [Atlas of normal and pathologically altered blood cells of fish]. Rostov-na-Donu: Rostovskoe knizhnoe iz-vo. 110 s.
- Ivanova N.T. 1983. Atlas kletok krovi ryb (sravnitel'naya morfologiya i klassifikaciya formennykh e'lementov krovi ryb) [Atlas of fish blood cells (comparative morphology and classification of blood cells of fish)]. M.: Legkaya i pishhevaya prom-st'. 184 s.
- Izergina E.E., Izergin I.L., Izergin L.I. 2014. Atlas kletok krovi lososevykh ryb materikovogo poberezh'ya severnoy chasti Oхotskogo moryа [Atlas of blood cells salmon continental coast of the northern part of the Okhotsk Sea]. Magadan: Kordis. 127 s.
- Instrukcii po sboru i obrabotke materialov vodnykh bioresursov Kaspijskogo bassejna i sredi ix obitaniya [Instructions for collecting and processing the materials of aquatic biological resources of the Caspian basin and their habitats]. 2011. Pod obshej redakciej G.A.Sudakova. Astraxan': KaspNIRX. 193 s.
- Kanieva N.A., Vorob'ev V.I. 2006. Vliyanie kaspijskoj nefti na ryb (fiziologiya, bioximiya i morfologiya) [Influence of Caspian oil to the fish (physiology, biochemistry and morphology)]. Astraxan': Izd-vo AGTU. 180 s.
- Karygina N.V., Voronina E.A. 2013. Neftyanoe zagryaznenie i e'pizooticheskoe sostoyanie e'kosistemy Srednego Kaspiya [Oil pollution and epizootic state of the ecosystem of the Middle Caspian] // Problemy soxraneniya e'kosistemy Kaspiya v usloviyax osvoeniya neftegazovykh mestorozhdenij. Materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Astraxan', 26–27 sentyabryа 2013 g. Astraxan': Izd-vo «KaspNIRX». S. 97–100.
- Karygina N.V., Proskurina V.V., Lardygina E.G., Dektyareva L.V., Kravchenko E.A., Golovatykh N.N., Gallej E.V., D'yakova S.A., Shokasheva D.I. 2014. Abioticheskie i bioticheskie faktory, formiruyushhie usloviya obitaniya bioresursov Kaspijskogo moraya [Abiotic and biotic factors that form the habitat of biological resources of the Caspian Sea] // Soxranenie biologicheskix resursov Kaspiya. Materialy i doklady Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Astraxan', 18–19 sentyabryа 2014 g. Astraxan': Izd-vo AGTU. S. 210–214.
- Kon'kova A.V., Ivanov V.P., Fedorova N.N., Karygina N.V., Gallej E.V., L'vova O.A. 2015. Vliyanie zagryazneniya e'kosistemy Volgo-Kaspijskogo bassejna nefteproduktami, pesticidami i rtut'yu na morfologiyu organov molodi leshha *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) [The effect of contamination of the ecosystem of the Volga-Caspian Basin oil products, pesticides and mercury on the morphology of juvenile authorities bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758)] // Zashhita okruzhayushhej sredi v neftegazovom komplekse. № 3. S. 12–17.
- Koroleva I.M. 2015. Gematologicheskie pokazateli sigovykh ryb v vodoemax Kol'skogo severа v usloviyax antropogennoj nagruzki [Hematological parameters of whitefish in the waters of the Kola North in the conditions of anthropogenic loads] // Problemy patologii, immunologii i oxrany zdorov'ya ryb i drugix gidrobiontov. Rasshirennye materialy IV Mezhdunarodnoj konferencii. Borok, 24–27 sentyabryа 2015 g. Yaroslavl': Filigran'. S. 32–39.
- Kryuchkov V.N., Abduraxmanov G.M., Fedorova N.N. 2004. Morfologiya organov i tkanej vodnykh zhivotnykh [Morphology aquatic animal organs and tissues]. M.: Nauka. 144 s.
- Kuzina T.V. 2011. Citofiziologicheskie osobennosti krovi promyslovykh ryb Volgo-Kaspijskogo kanala [Cytophysiological especially blood food fishes of the Volga-Caspian canal]. Avtoreferat diss. ... kand. biol. nauk: Astraxan': AGU. 26 s.

- Laboratornyj praktikum po boleznyam ryb [Laboratory workshop on fish diseases], 1983. Pod red. V.A.Musselius, V.F.Vanyatinskij, A.A.Vixman i dr. Pod obshh. red. V.A.Musselius. M.: Legkaya i pishhevaya prom-st'. 296 s.
- Levashina N.V., Ivanov V.P. 2014. Promyslovoe ispol'zovanie populyacii leshha (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) v Volgo-Kaspijskom rajone [Fisheries use of a population of bream (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) in the Volga-Caspian region] // Vestnik Astraxanskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe xozyajstvo. № 2. S. 37–49.
- Lukin A.A., Sharova Yu.N., Belicheva L.A. 2010. Ocenka sostoyaniya organizma ryb pri zagryaznenii vodnyx e'kosistem nefteproduktami i otvodami cellyulozno-bumazhnogo proizvodstva [Assessment of the fish organism in contaminated aquatic ecosystems petroleum products and waste of pulp and paper production] // Rybnoe xozyajstvo. № 6. S. 47–52.
- Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu gematologicheskogo obsledovaniya ryb [Guidance for the inspection of fish hematological] (utv. 02 fevralya 1999 g. № 13-4-2-/1487 Ministerstvom sel'skogo xozyajstva i prirodopol'zovaniya Rossijskoj Federacii). 1999. // Sbornik instrukcij po bor'be s boleznyami ryb. Ch. 2. M.: Otd. market. AMB-agro. S. 69–97.
- Moiseenko T.I. 1998. Gematologicheskie pokazateli ryb v ocenke ix toksikozov (na primere siga *Coregonus lavaretus*) [Hematological parameters in assessing their fish toxicosis (example whitefish *Coregonus lavaretus*)] // Voprosy ixtiologii. T. 38. № 3. S. 371–380.

Поступила в редакцию 30.03.16 г.  
Принята после рецензии 20.07.16 г.

## Pathomorphological changes of erythrocytes of bream juvenile *Abramis brama* of the Volga-Caspian basin

A.V.Kon'kova<sup>1</sup>, N.N.Fedorova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Caspian research institute of fishery (FSBSI «KaspNIRKH», Astrakhan)

<sup>2</sup>Astrakhan State technical University

Recently the physiological states of many aquatic organisms of the Volga-Caspian basin deteriorate in the conditions of the anthropogenic load exerted by industrial and economical activities of the region. Adverse conditions of the aquatic environment in the Volga River delta and in the Northern Caspian inevitably influence the physiological status of the mass object of fishing, bream *Abramis brama*. During last decades the harvest of this species reduced by several times. To assess the fish viability and to provide early diagnostics of pathology as possible reasons of decline in fish abundance, a series of hematologic studies on the red blood in juvenile bream was carried out. The data on the specificity of erythropoiesis in the juvenile bream in the natural conditions of the Volga-Caspian Sea are absent. This is why the study aimed in the analysis of the morphological features of erythrocytes in juvenile *A. brama*. The present paper provides the results of studies on the red blood in yearlings and two-year old specimens of bream of the Volga-Caspian basin. Pathomorphological changes of erythrocytes were revealed in the examined fishes. These alterations concern the color and size of cells, malformations associated with changes in nucleus and cell division and the degenerative processes. The recorded alterations (malformations of the red blood corpuscles — poikilocytosis, anisocytosis, agglutination, hypochromasia, malfunction of osmotic resistance, displacement of the nucleus, invagination of the nucleus, micronuclei, pyknosis, chromatinolysis, karyorhexis, karyolysis, amitosis, formation of shistocytes, vacuolization of cytoplasm, haemolysis, nuclear shadows), indicate the impact of unfavorable environmental factors on fish, unsatisfactory toxicological conditions of the studied waters in particular.

**Key words:** the Delta of the Volga River, the Northern Caspian Sea, juvenile of bream *Abramis brama*, pathomorphological changes of erythrocytes, erythropoiesis, pathological processes.