

**ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У МАЛЬКОВ СТЕРЛЯДИ
(*ACIPENSER RUTHENUS* LINNAEUS, 1758) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В БАССЕЙНАХ**

© 2025 А.К. Минеев

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

Статья поступила в редакцию 14.10.2025

Изучены нарушения гематологических параметров у мальков стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) в заводских условиях. На фоне ухудшения общих размерно-весовых показателей, патолого-анатомических параметров некоторых органов (в частности – печени) и отставания от нормы в развитии у молоди выявлены ярко выраженные и многочисленные нарушения соотношения нормобластов и зрелых форм эритроцитов, сдвиги лейкоцитарной формулы, признаки лимфопении (пониженного содержания лейкоцитов). Обнаружено десять типов патологий эритроцитов, из которых 4 типа – кариопатологии. Большинство нарушений характеризуется сильным превышением норм содержания таких эритроцитов в кровяном русле 60-100% исследованных особей, что является одним из признаков нарушения обмена веществ в результате анемии и длительного голодания. *Ключевые слова:* мальки стерляди, лейкоцитарная формула, патологии эритроцитов.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-4(2)-326-333

EDN: QHLYRO

Работа выполнена в рамках бюджетной темы «Влияние изменений природно-климатических условий на состояние биоразнообразия и функционирование природных и антропогенно-измененных экосистем» № 1024032600218-3-1.6.20.

ВВЕДЕНИЕ

Стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) – ценная промысловая рыба семейства осетровых, обитающая в крупных реках Европы, в том числе – в Волге [1]. В настоящее время природные популяции стерляди находятся под угрозой исчезновения, в связи с чем этот вид включен в Красную книгу МСОП как «вымирающий вид», занесен в Приложение II CITES и Красную книгу России [2–4]. Любительский и промышленный лов стерляди в России запрещён во всем Волжско-Каспийском бассейне [5]. Главными факторами уменьшения численности природных популяций стерляди являются загрязнение рек промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками, браконьерский вылов, обмеление рек. Росту популяции стерляди препятствуют созданные на реках водохранилища, способствующие кардинальному изменению исходного гидрологического, температурного и кислородного режимов водотока. При этом плотины ГЭС перекрывают пути нерестовых миграций стерляди из моря в верховья рек. В настоящее время в целях сохранения вида ведутся достаточно активные мероприятия по его охране и искусственному разведению. Зачастую это выращивание на специализированных фермах и рыбозаводных предприятиях. Морфофизиологическое состояние рыбы зависит от условий ее содержания. При этом отход определенного количества (%) выращиваемой молоди является нормой при идеальных условиях содержания. Дополнительными причинами повышенной элиминации мальков зачастую являются нарушения кислородного и температурного режимов, а также некачественные корма [6, 7]. Проблема качества кормов в современном интенсивном рыбоводстве является актуальной [7]. Оценка эффективности используемых рационов, тех или иных их компонентов должна определяться на основании учета не только физиологических особенностей обмена веществ, но и особенностей картины крови [8]. Все изменения, происходящие в организме, отражаются на гематологических показателях. Исследование крови дает достаточно ясную картину даже на самых ранних этапах различных заболеваний, а также при изменениях условий обитания рыб [9]. Правильная и своевременная диагностика изменений картины крови позволяет выявить возникающий дисбаланс или патологию в организме рыб, поэтому для оценки физиологического состояния производителей необходимо проводить комплексное гематологическое исследование [10, 11]. При оценке неблагоприятных воздействий, в том числе – влияния кормов разного качества, на физиологическое состояние рыб в аквакультуре успешно используются такие

Минеев Александр Константинович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией гидробиологии. E-mail: mineev7676@mail.ru

гематологические показатели как соотношение форм эритроцитов, концентрация эритроцитов и лейкоцитов, показатели лейкоцитарной формулы [12].

Целью настоящей работы являлось изучение некоторых гематологических нарушений у мальков стерляди при выращивании на рыбозаводном предприятии и выявление их возможных причин.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для гематологических исследований использовалась молодь стерляди (мальки-сеголетки), изъятая из выростных емкостей плавучего производственно-экспериментального рыбозавода ФГБУ «Средневожрыбвод» ПРВЗ-01Э (п/о Копылово, г. Тольятти) непосредственно перед выпуском в Саратовское водохранилище в сентябре 2024 г. ПРВЗ-01Э представляет собой несамостоятельную баржу, общая площадь помещений которой составляет 1200 м², в том числе: производственных – 630 м², из которых площадь инкубационно-выростного цеха – 460 м², площадь участка выращивания живых кормов – 170 м². Сохранение и воспроизводство рыбных запасов на Средней Волге – одно из главных направлений деятельности ФГБУ «Средневожрыбвод». Одной из особенностей производственного цикла на данном предприятии является выращивание молоди стерляди на воде, забираемой из Саратовского водохранилища в районе локализации предприятия. Это осуществляется для более успешной адаптации выращиваемой молоди к условиям природных местообитаний в Саратовском водохранилище после выпуска. Однако, контроль за качеством забираемой и используемой в дальнейшем процессе выращивания волжской воды (присутствие поллютантов, их концентрации, насыщение кислородом, наличие биопатогенов и т.д.) осуществляется нерегулярно и не в полном объеме, в то же время качество используемой волжской воды может являться одной из потенциальных причин ухудшения размерно-весовых и гематологических параметров молоди стерляди.

Выборка из 30 особей стерляди была исследована методом патоморфологического анализа на предмет внешних и внутренних морфологических патологий, из них на 15 экземплярах проведен гематологический анализ. Все мальки были одного возраста 0+ (60-70 суток), но различались морфофизиологическими параметрами. В частности, весовые показатели одновозрастных рыб варьировали от 1,2 до 2,8 граммов при норме в 3,0 и более грамм, что может свидетельствовать о разной пищевой активности во время выращивания. Часть молоди была истощена, а последующее вскрытие показало отсутствие корма в желудках и кишечнике.

Препараты периферической крови изготавливали в лабораторных условиях. Периферическую кровь изымали при купировании хвостового стебля. Мазки крови изготавливали по стандартной методике, фиксировали этанолом и окрашивали по методу Романовского-Гимза. Применяли непрямой метод подсчета форменных элементов крови [13] с последующим анализом гематологических показателей. Для оценки неблагоприятных воздействий на организм животных вычислялось соотношение эритроцитов и лейкоцитов, изучался состав лейкоцитарной формулы и индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ), качественно характеризующий дисбаланс разных форм лейкоцитов [14].

Патологические изменения форменных элементов крови рыб определили согласно рекомендациям Л.Д. Житиной с соавторами (1989) [15]. Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами [16]. Анализ значений гематологических параметров осуществляли с помощью пакета программ Excel 2010 и Statistica 12. Микрофотосъемка клеток крови производилась окулярной цифровой микрофотокамерой «Levenhuk C-Series» C510 NG (производство КНР) и микроскопа «Биолар» (производство Польша). Для графической иллюстрации результатов использовали программы: Adobe Photoshop CS6, Paint.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В цеховых условиях некоторый отход молоди стерляди при разведении и выращивании является нормой. Одним из критических периодов, когда гибель мальков может достигать наибольших значений, является переход на внешнее питание [7].

В процессе доращивания молоди стерляди до 3-хграммовой навески, предназначенной для последующего пополнения природных популяций Саратовского водохранилища, на предприятии до 2023 года использовались гранулы марки «Coppens». Однако, в связи с прекращением импорта кормов данного производителя, в 2023 г. произошел переход на отечественный корм марки «Биско», что, предположительно, вызвало у большинства особей жировое перерождение печени и последующее снижение размерно-весовых показателей. С 2024 г. при выращивании стерляди на предприятии применялся корм марки «РусМодусФид», предположительно также вызывающий ухудшение размерно-весовых показателей вплоть до полного отказа особей от употребления данных гранул.

В производственном процессе в 2024 г. произошли и другие негативные изменения: снизились процент вылупления (от общего количества икры), доля молоди перешедшей на внешнее питание, снизилась суточная норма потребления корма, увеличились сроки выращивания от вылупления до начала выпуска и средний суточный отход личинок и мальков стерляди (табл. 1). Одной из вероятных причин подобных негативных изменений, в свою очередь, может являться ухудшение других условий выращивания, например, нарушение качества забираемой для производства волжской воды (ее химических показателей: уровня загрязнений, содержания кислорода, минерализации и т.д.).

Таблица 1. Изменения производственных параметров молоди стерляди
(по данным регулярного производственного учёта)

Название параметра	до 2023 г.	в 2024 г.
Средние показатели вылупления от общего количества икры, %	65–80 %	49,3 %
Средние показатели молоди, перешедшей на внешнее питание, %	60–70 %	24,2%
Сроки выращивания от вылупления до начала выпуска (кол-во суток)	45–50	60–70 (в среднем 63)
Норма потребления корма в сутки (% от икhtiомассы)	15–25 %	3–6 %
Средний суточный отход личинок и мальков, %	0,5 %	2,5–2,7 %
Мах суточный отход молоди при переходе на внешнее питание, %	5–6 %	18,8 %

Так в 2024 г. более чем втрое увеличился максимальный суточный отход молоди при переходе на внешнее питание, а последующий суточный отход личинок и мальков при внешнем кормлении увеличился в среднем в пять и более раз (табл. 1). При этом только 24,2 % особей принимали новый корм при переходе на внешнее питание, тогда как ранее этот показатель доходил до 70 % (что считается нормой при разведении в условиях цеха). Суточные показатели потребления нового корма в сутки (в % от общей икhtiомассы) также снизились в 3–4 раза, а сроки выращивания выживших особей до приемлемых размерно-весовых показателей для выпуска в окружающую среду увеличились в среднем на 15–20 суток.

Последующее вскрытие элиминированных особей показало, что у большинства из них (80–90 %) наблюдались следующие признаки истощения: полное отсутствие содержимого пищевода, желудка и кишечника, бледно-розовый и желтовато-розовый цвет печени, общее недоразвитие внутренних органов (печени, почек и селезенки), недостаток мышечной массы и, как следствие – отставание от нормальных весовых показателей (2,5–3,0 г). Все перечисленное указывает на длительный отказ особей от употребления используемых гранулированных кормов и голодание, являющееся наиболее вероятной причиной отхода. Выжившие особи, достигшие сроков выпуска в окружающую среду, также имели признаки истощения и отставали в размерно-весовых показателях от нормы. Контрольное вскрытие партии таких рыб (30 особей) также показало слабое наполнение пищевого тракта кормом и органолептические признаки нарушений развития печени, что, с большой долей вероятности, могло являться последствием частичного отказа от питания или аллергической реакцией на корм.

Исследование некоторых параметров красной крови: соотношение зрелых эритроцитов и их незрелых форм, относительная доля лейкоцитов в крови, состав лейкоцитарной формулы, показатели встречаемости патологических эритроцитов подтвердили негативные изменения в организме рыб, зафиксированные ранее при патологоанатомическом вскрытии. Соответствующие данные представлены в таблице 2.

Анализ содержания оксифильных и порлихроматофильных нормобластов в красной крови показал, что их общее среднее количество значительно превышено у 9-ти из 15 особей, а в некоторых случаях достигает 54,0% (табл. 2), то есть более половины всех красных клеток. У 3-х из 15-ти экземпляров обследованной молоди содержание разных форм нормобластов в красной крови было значительно понижено по сравнению с условной нормой (21,8 %). И лишь у 3-х рыб содержание форм незрелых эритроцитов в крови соответствовало норме.

В целом, повышенный уровень эритропоэза может быть свойственен для молоди разных видов рыб, но зачастую такая реакция крови характерна для рыб в условиях стресса как некоторый компенсаторный механизм [6]. Известно, что снижение уровня зрелых эритроцитов в крови сеголеток

Таблица 2. Некоторые гематологические параметры у мальков стерляди перед выпуском в 2024 г.

Название параметра			Значение параметра, $\frac{M \pm m}{min-max}$	
			фактическое	условная норма для 0+ (для пресной воды, по: Серпунин Г.Г., 2010)
Относительная доля нормобластов (оксифильных и полихроматофильных) в красной крови, %			$\frac{29,2 \pm 1,44}{16,8-54,0}$	21,8 *
Общая доля лейкоцитов в кровяном русле, %			$\frac{19,4 \pm 1,25}{13,8-33,0}$	25,25 $\pm$ 1,19
Лейкоцитарная формула, %	гранулоциты	Эозинофилы	$\frac{3,9 \pm 1,57}{0-6,8}$	2,50 $\pm$ 1,46
		Нейтрофилы (все формы)	$\frac{15,40 \pm 2,88}{7,5-21,6}$	6,58 $\pm$ 1,73 -
	агранулоциты	Лимфоциты (все формы)	$\frac{80,8 \pm 4,01}{69,7-88,6}$	88,87 $\pm$ 2,35
		Моноциты	$\frac{0,8 \pm 0,28}{0-1,9}$	1,42 $\pm$ 0,57
Индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ)			$\frac{0,24 \pm 0,11}{0,13-0,40}$	0,16 $\pm$ 0,06

Примечание: $\overline{M \pm m}$ – среднее значение показателя и его статистическая ошибка, min и max – минимальное и максимальное зафиксированное значение изучаемого показателя в крови отдельной особи, * – данные приведены по Лепилиной И.Н. с соавторами (2006) [17].

стерляди, выращенных в садках, указывает на перераспределение составляющих общего обмена не на рост, а на выработку адаптационных механизмов в более напряженных условиях, чем в проточных бассейнах [6]. Однако в наших условиях подобная реакция зафиксирована именно в проточных бассейнах, что указывает на стрессовые условия выращивания.

Исследованию состава лейкоцитов в настоящее время уделяется огромное внимание, тем более что это дает ценную информацию об условиях среды обитания, характере течения патологических процессов, индуцируемых токсикантами, паразитами, недоброкачественными кормами и другими неблагоприятными факторами [18]. Снижение уровня лейкоцитов в кровяном русле, увеличение доли зрелых форм нейтрофилов и эозинофилов и другие отклонения в лейкоцитарной формуле сеголеток стерляди также может указывать на нарушения обмена веществ и, соответственно, являться причиной ухудшения размерно-весовых показателей при применении некачественных кормов [12, 8, 7].

В нашем случае средняя доля эозинофилов и всех форм нейтрофилов у сеголеток стерляди значительно превышает относительно условной нормы (табл. 2), при этом содержание нейтрофилов более чем вдвое превышает норму, что может являться одним из признаков воспалительных процессов в результате аллергической реакции. Абсолютное и относительное количество нейтрофилов у стерляди изменяется в зависимости от среды обитания. Эти клетки одними из первых оказываются в зоне воспаления ткани, где они всегда многочисленны. Их основная функция – выделение веществ, которые, во-первых, привлекают в зону воспаления другие клетки и, во-вторых, способствуют элиминации бактерий [19]. Кроме того, в очаге воспаления нейтрофилы проявляют слабую фагоцитарную активность. Таким образом, перераспределение клеток белой крови в сторону увеличения нейтрофильных гранулоцитов свидетельствует об активных процессах фагоцитоза (очаги воспаления и некроза в печени, почках, дегенеративные изменения в половых клетках) в организме стерляди. Образование и развитие нейтрофилов у рыб происходит в почке [20].

В то же время несколько понижена доля агранулоцитов: лимфоцитов (всех форм) меньше нормы в среднем на 8%, моноцитов – почти в 2 раза (табл. 2). Соответственно, значение индекса сдвига лейкоцитов (ИСЛ), представляющего собой соотношение гранулоцитов и агранулоцитов, значительно превышает норму (0,16) у 9-ти из 15-ти обследованных особей, достигая значений 0,21–0,4, что также является признаком воспалительных процессов.

Известно, что по мере роста молоди к осени у годовиков должно значительно возрастет количество лимфоцитов ~ 4,2 раза [21]. При этом в нашем случае общая относительная доля всех лейкоцитов в кровяном русле, составляющая в среднем 19,4% вместо 25,5%, значительно ниже условной нормы у 12-ти из 15-ти обследованных особей (табл. 2), что является явным признаком угасания иммунных реакций организма в результате возможного длительного голодания.

В крови исследованной молодежи стерляди отмечены также высокие показатели встречаемости патологических эритроцитов (табл. 3). Всего обнаружено двенадцать типов клеточных патологий (рис. 1–9), среди которых шесть типов являлись кариопатологиями.

Таблица 3. Патологии эритроцитов у мальков стерляди перед выпуском в 2024 г.

Тип патологии эритроцита	№, экз.	Параметры встречаемости, % $M \pm m / \min - \max$
Дакриоциты (каплевидные)	9 из 15	$0,90 \pm 0,26 / 0,27 - 3,70$
Ацентрическое ядро	15 из 15	$15,03 \pm 0,99 / 5,20 - 28,69$
Вакуолизация цитоплазмы	9 из 15	$5,12 \pm 0,61 / 1,21 - 18,34$
Фестончатые выросты оболочки	12 из 15	$2,38 \pm 0,42 / 0,38 - 5,08$
Серповидные эритроциты	6 из 15	$0,23 \pm 0,13 / 0,20 - 0,26$
Цитолиз (тени)	3 из 15	$0,16 \pm 0,11 / 0,10 - 2,87$
Деформация ядра*	6 из 15	$12,27 \pm 0,91 / 27,62 - 33,91$
Кариолизис*	9 из 15	$2,63 \pm 0,44 / 2,86 - 5,24$
Кариорексис*	4 из 15	$2,03 \pm 0,39 / 2,49 - 7,52$
Отсутствие ядра*	1 из 15	$0,28 \pm 0,28 / 0,28$
Двухъядерные эритроциты*	1 из 15	$0,11 \pm 0,11 / 0,11$
Митоз*	1 из 15	$0,12 \pm 0,12 / 0,12$

Примечание: № – частота встречаемости рыб с отдельным типом эритропатологии, * – типы кариопатологий эритроцитов, $M \pm m$ – среднее значение показателя встречаемости патологических эритроцитов, его статистическая ошибка, $\min$ и $\max$ – минимальное и максимальное зафиксированное значение встречаемости патологий эритроцитов (на 1000 клеток) в крови отдельной особи

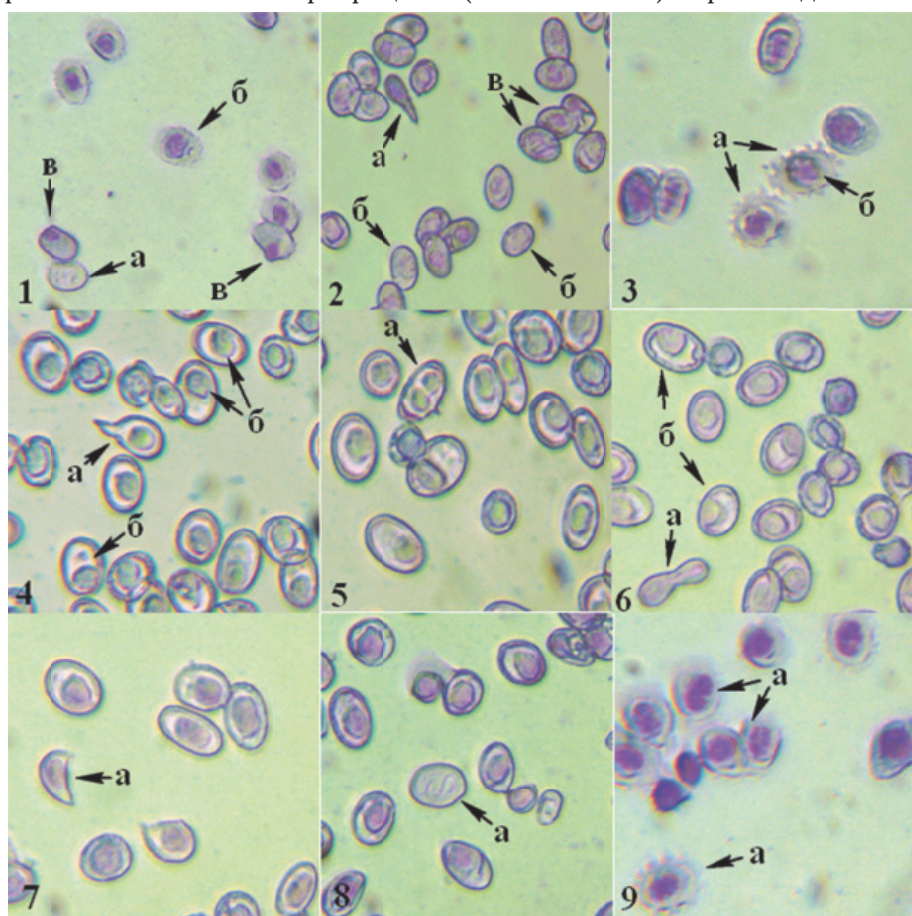


Рис. Патологии эритроцитов мальков стерляди: 1 ($\times 100$), а - отсутствие ядра, б - вакуолизация цитоплазмы, в - ацентрическое ядро; 2 ($\times 100$), а - дакриоцит, б - кариолизис, в - кариорексис; 3 ($\times 200$), а - фестончатые выросты оболочки, б - деформация ядра; 4 ($\times 200$), а - дакриоцит, б - ацентрическое ядро; 5 ($\times 200$), а - двухъядерный эритроцит; 6 ($\times 200$), а - митоз, б - ацентрическое ядро; 7 ($\times 200$), а - серповидная деформация эритроцита; 8 ($\times 200$), а - кариолизис; 9 ($\times 200$), а - цитолиз

Известно, что появление патологичных форм эритроцитов — это следующий этап функциональной недостаточности клеток в силу снижения в них содержания гемоглобина, являющегося признаком анемии и возможного длительного голодания. В таких случаях среди эритроцитов встречается олигохромазия (бледная окраска эритроцитов), анизоцитоз (неодинаковые размеры эритроцитов), пойкилоцитоз (эритроциты различной формы), безъядерные эритроциты, отмечается вакуолизация цитоплазмы, что может служить признаком нарушения внутриклеточного обмена [17].

В нашем случае безъядерные эритроциты обнаружены у единственной исследованной особи, то же относится и к двухъядерным эритроцитам и к клеткам в состоянии митоза, но встречаемость мальков с такими патологиями как кариолизис, дакриоцитоз, вакуолизация цитоплазмы, деформация оболочки (фестончатые выросты) и ацентрические ядра фиксировались у 9-ти, 12-ти и 15-ти экземпляров из 15-ти исследованных соответственно (табл. 3). При этом средний процент встречаемости некоторых патологий в крови отдельных рыб достигал больших значений: ацентрическое ядро – 15,05 % клеток (max – 28,69%), деформация ядра – 12,27% (max – 33,91%), вакуолизация цитоплазмы – 5,12% (max – 18,34%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значительное ухудшение размерно-весовых и других важных производственных показателей выпускаемой молодежи стерляди, произошедшее в 2024 г., с некоторой долей вероятности, могло быть связано с рядом причин.

Снижение процента вылупления (от общего количества икры) при увеличении сроков выращивания от вылупления до начала выпуска и средний суточный отход личинок и мальков, вероятно, больше зависело от низкого качества забираемой волжской воды, анализ основных показателей которой осуществлялся нерегулярно и не в полной мере.

В то же время снижение процента молодежи, перешедшей на внешнее питание, и суточная норма потребления корма в большей мере являлись возможным последствием смены основных искусственных кормов в процессе выращивания. В пользу этого предположения свидетельствует тот факт, что нарушение обменных процессов, вызванное кормлением определенным видом корма, привело не только к ухудшению линейно-весовых показателей, но и отразилось на морфологическом состоянии печени (побледнение, жировое перерождение), и ухудшении некоторых гематологических показателей. Увеличение доли полихроматофильных и оксифильных нормобластов и снижение доли зрелых эритроцитов в крови более половины обследованных рыб свидетельствует о процессе компенсации общей стрессовой реакции. Лейкопения – общее снижение содержания лейкоцитов, выявленные нарушения лейкоцитарной формулы у 60–80% особей, многочисленные патологии эритроцитов также могут указывать на нарушения обмена веществ и являться следствием истощения рыб при применении некоторых видов корма. Однако, фактор воздействия некачественной воды при выращивании мальков стерляди, находящихся на внешнем питании, также нельзя исключать, а нужно рассматривать как дополнительный источник в комплексе общего негативного воздействия на производственные процессы. Происходящие негативные изменения, их возможные причины и последствия для качества выращиваемой в цеховых условиях молодежи стерляди требуют дальнейшего подробного исследования.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность директору плавучего производственно-экспериментального рыбоводного завода ФГБУ «Средневожжрыбвод» ПРВЗ-01Э Мороз Е.Г. и инженеру Ларионовой А.Р. за предоставление мальков стерляди для научного исследования и производственные консультации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решетников Ю.С., Котляр А.Н., Расс Т.С., Шатуновский М.И. Пятиязычный словарь названий животных. Рыбы. М.: Русский язык, 1989; с. 53.
2. *Acipenser ruthenus* (англ.). The IUCN Red List of Threatened Species. Дата обращения: 27 декабря 2024.
3. *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 (англ.). CITES. Дата обращения: 27 декабря 2024.
4. Класс Лучепёрые рыбы – Actinopterygii // Красная книга Российской Федерации: животные / отв. ред. К. Б. Гонгальский, Т. А. Бритаев, Д. С. Павлов, В. В. Рожнов. 2-е изд. М.: Изд-во ВНИИ Экология, 2021. С. 313–314.
5. Приложение. Правила рыболовства Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна. ГАРАНТ. base.garant.ru. Дата обращения: 16 ноября 2019.
6. Величко М.С. Адаптационные возможности молодежи стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) при выращивании в различных рыбоводных системах. Автореф. дисс. ... канд-та биол. наук. Калининград, Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ». 2009. 24 с.
7. Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб. Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «Калининградский гос. тех. ун-т». 2010. 459 с.

8. Остроумова И.Н. Физиологическая оценка состояния рыб при искусственном разведении // Современные вопросы экологической физиологии рыб. М.: Наука. 1979. С. 59–67.
9. Рамазанова М.Г., Абдуллаева Н.М. Изменения морфофизиологических показателей крови стерляди (*Acipenser ruthenus*) при их выращивании в искусственных условиях // Известия СамНЦ РАН. 2017. Т. 19, № 2(3). С. 513–517.
10. Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Использование гематологических показателей для отбора рыболоводно-продуктивных самок и самцов осетровых рыб // Вестник АГТУ. 2008. № 3. С. 18–21.
11. Abdullaeva N.M., Gabibov M.M., Asadulaeva P.A., Ramazanova M.G. Analysis of the leukogram of sturgeons (*Acipenser baerii* (Brandt) and *A. gueldenstaedtii* (Brandt)) grown in artificial reservoirs // Inland Water Biology. 2015. V. 8, № 4. P. 421–425.
12. Головина Н.А. Морфофункциональная характеристика крови рыб – объектов аквакультуры. Автореф. дисс. ... док-ра биол. наук. М. 1996/ 53 с.
13. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 184 с.
14. Житенева Л.Д., Рудницкая О.А., Калужная Т.И. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Справочник. Ростов н/Д.: АЗНИИРХ, 1997. 149 с.
15. Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов н/Д.: Кн. изд-во, 1989. 112 с.
16. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 293 с.
17. Лепилина И.Н., Романов А.А., Федорова Н.Н. Некоторые гематологические показатели стерляди в речной и морской периоды жизни // Вестник АГТУ: Рыбное хозяйство. 2006. № 3(32). С. 145–150.
18. Микряков Д.В., Балабанова Л.В., Микряков В.Р. Влияние транспортировки на состав лейкоцитов периферической крови и иммунокомпетентных органов стерляди *Acipenser ruthenus* // Осетровое хозяйство. 2010. № 4. С. 10–15.
19. Verburg-van Kemenade L. B. M., Groeneveld A., Van Rens B. T. T. M., Rombout J. H. W. M. Characterization of macrophages and neutrophilic granulocytes from the pronephros of carp (*Cyprinus carpio*) // J. Exp. Biol. 1994. V. 187. P. 143–158.
20. Ellis A. E. The leucocytes of fish: a review // J. Fish Biol. 1977. № 11. P. 435–491.
21. Мамедов Ч.А., Шафиев К.В., Ганизаде С.Н. Первый опыт формирования ремонтно-маточного стада стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) при использовании УЗВ в условиях Азербайджана // Advances in Biology & Earth Sciences. 2020; Т. 5, № 2. С. 119–127.

HEMATOLOGICAL DISORDERS IN STURGEON FISH (*ACIPENSER RUTHENUS* LINNAEUS, 1758) WHEN GROWING IN PUMPS

© 2025 A.K. Mineev

Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Institute of Ecology of Volga River Basin RAS, Togliatti, Russia

Violations of hematological parameters in sterlet fry (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) were studied in factory conditions. Against the background of deterioration in overall size and weight parameters, pathological and anatomical parameters of some organs (in particular, the liver) and lagging behind the norm in the development of juveniles, pronounced and numerous violations of the ratio of normoblasts and mature forms of red blood cells, shifts in the leukocyte formula, signs of lymphopenia (low white blood cell count) were revealed. Ten types of erythrocyte pathologies were found, of which 4 types are karyopathologies. Most of the disorders are characterized by a severe excess of the content of such red blood cells in the bloodstream of 60-100% of the studied individuals, which is one of the signs of metabolic disorders as a result of anemia and prolonged starvation.

Key words: sterlet fry, leukocyte formula, erythrocyte pathology.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-4(2)-326-333

EDN: QHLYRO

REFERENCES

1. Reshetnikov Yu.S., Kotlyar A.N., Rass T.S., Shatunovskij M.I. Pyatiyazychnyj slovar' nazvanij zhivotnyh. Ryby. М.: Russkij yazyk, 1989; s. 53.
2. *Acipenser ruthenus* (angl.). The IUCN Red List of Threatened Species. Data obrashcheniya: 27 dekabrya 2024.
3. *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 (angl.). CITES. Data obrashcheniya: 27 dekabrya 2024.
4. Klass Luchepyoroye ryby – Actinopterygii // Krasnaya kniga Rossijskoj Federacii: zhivotnye / otv. red. K. B. Gongal'skij, T. A. Britaev, D. S. Pavlov, V. V. Rozhnov. 2-e izd. М.: Izd-vo VNII Ekologiya, 2021. S. 313–314.
5. Prilozhenie. Pravila rybolovstva Volzhsko-Kaspijskogo rybohozyajstvennogo bassejna. GARANT. base.garant.ru. Data obrashcheniya: 16 noyabrya 2019.
6. Velichko M.S. Adaptacionnye vozmozhnosti molodi sterlyadi (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) pri vyrashchivanii v razlichnyh rybovodnyh sistemah. Avtoref. diss. ... kand-ta biol. nauk. Kaliningrad, Izd-vo FGOU VPO «KGTU». 2009. 24 s.

7. *Serpunin G.G.* Gematologicheskie pokazateli adaptacij ryb. Kaliningrad: Izd-vo FGOU VPO «Kaliningradskij gos. tekhn. un-t». 2010. 459 s.
8. *Ostroumova I.N.* Fiziologicheskaya ocenka sostoyaniya ryb pri iskusstvennom razvedenii // *Sovremennye voprosy ekologicheskoy fiziologii ryb*. M.: Nauka. 1979. S. 59–67.
9. *Ramazanova M.G., Abdullaeva N.M.* Izmeneniya morfofiziologicheskikh pokazatelej krovi sterlyadi (*Acipenser ruthenus*) pri ih vyrashchivanii v iskusstvennykh usloviyakh // *Izvestiya SamNC RAN*. 2017. T. 19, № 2(3). S. 513–517.
10. *Grozesku Yu.N., Bahareva A.A.* Ispol'zovanie gematologicheskikh pokazatelej dlya otbora rybovodno-produktivnykh samok i samcov osetrovyyh ryb // *Vestnik AGTU*. 2008. № 3. S. 18–21.
11. *Abdullaeva N.M., Gabibov M.M., Asadulaeva P.A., Ramazanova M.G.* Analysis of the leukogram of sturgeons (*Acipenser baerii* (Brandt) and *A. gueldenstaedtii* (Brandt)) grown in artificial reservoirs // *Inland Water Biology*. 2015. V. 8, № 4. P. 421–425.
12. *Golovina N.A.* Morfofunkcional'naya harakteristika krovi ryb – ob»ektov akvakul'tury. Avtoref. diss. ... dok-ra biol. nauk. M. 1996/ 53 s.
13. *Ivanova N.T.* Atlas kletok krovi ryb (sravnitel'naya morfologiya i klassifikaciya formennykh elementov krovi ryb). M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1983. 184 s.
14. *Zhiteneva L.D., Rudnickaya O.A., Kalyuzhnaya T.I.* Ekologo-gematologicheskie harakteristiki nekotorykh vidov ryb. Spravochnik. Rostov n/D.: AzNIIRH, 1997. 149 s.
15. *Zhiteneva L.D., Poltavceva T.G., Rudnickaya O.A.* Atlas normal'nykh i patologicheskikh izmenennykh kletok krovi ryb. Rostov n/D.: Kn. izd-vo, 1989. 112 s.
16. *Lakin G.F.* Biometriya. M.: Vysshaya shkola, 1990. 293 s.
17. *Lepilina I.N., Romanov A.A., Fedorova N.N.* Nekotorye gematologicheskie pokazateli sterlyadi v rechnoj i morskoj periody zhizni // *Vestnik AGTU: Rybnoe hozyajstvo*. 2006. № 3(32). S. 145–150.
18. *Mikryakov D.V., Balabanova L.V., Mikryakov V.R.* Vliyanie transportirovki na sostav lejkocitov perifericheskoy krovi i immunokompetentnykh organov sterlyadi *Acipenser ruthenus* // *Osetrovoe hozyajstvo*. 2010. № 4. S. 10–15.
19. *Verburg-van Kemenade L. B. M., Groeneveld A., Van Rens B. T. T. M., Rombout J. H. W. M.* Characterization of macrophages and neutrophilic granulocytes from the pronephros of carp (*Cyprinus carpio*) // *J. Exp. Biol.* 1994. V. 187. P. 143–158.
20. *Ellis A. E.* The leucocytes of fish: a review // *J. Fish Biol.* 1977. № 11. P. 435–491.
21. *Mamedov Ch.A., Shafiev K.V., Ganizade S.N.* Pervyj opyt formirovaniya remontno-matochnogo stada sterlyadi (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) pri ispol'zovanii UZV v usloviyakh Azerbajdzhana // *Advances in Biology & Earth Sciences*. 2020; T. 5, № 2. S. 119–127.