

Научная статья

УДК 639.2/.3

doi : 10.34655/bgsha.2023.70.1.006

## **БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ГИБРИДА РУССКОГО И СИБИРСКОГО ОСЕТРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЛЕКСА ХИТОЗАН- $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИН С ЛЕВОФЛОКСАЦИНОМ**

**Ирина Васильевна Поддубная<sup>1</sup>, Оксана Николаевна Руднева<sup>2</sup>,  
Оксана Александровна Гуркина<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

<sup>1</sup>poddubnayaiv@yandex.ru

<sup>2</sup>rudnevmu@yandex.ru

<sup>3</sup>gurkinaoa@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены результаты исследования по изучению влияния комплекса хитозан- $\beta$ -циклодекстрин с левофлоксацином на показатели крови гибрида русского и сибирского осетра в условиях установки замкнутого водоснабжения. Опыт выполнялся в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии» ФГБОУ ВО Вавиловского университета на четырех группах гибридных особей. Кровь для исследований брали на 6-е и 11-е сутки эксперимента у трех типичных для каждой группы особей. Забор крови осуществляли из сердечной мышцы у голодной рыбы сразу после вылова, при этом очищали слизь с кожи, протирая спиртом, с помощью шприца собирали кровь в пробирки с активатором сгустка. Препараты мазков периферической крови производили согласно общепринятым методикам. Для анализа исследовали основные биохимические показатели: билирубин прямой, билирубин общий, белок общий, АсТ, АлТ, креатинин, глюкоза, щелочная фосфатаза, минеральные элементы (кальций и фосфор). Авторами было выявлено, что отсутствуют достоверные отличия по биохимическим показателям крови у опытных групп относительно контрольной группы. Микроядерный тест использовался для оценки цитогенетических аномалий периферической крови рыб. Согласно полученным данным у подопытных особей обнаружены следующие типы ядер: норма, микроядра, амитоз, двуядерные клетки, ядро с пузырьком и ядро с насечкой. Однако, число эритроцитов с микроядрами было незначительным, что свидетельствует об отсутствии генетических нарушений у осетров опытных и контрольной групп. Таким образом, данный комплекс  $\beta$ -циклодекстринов с левофлоксацином не оказывает отрицательного воздействия на состояние крови.

**Ключевые слова:** гибрид осетра, комплекс  $\beta$ -циклодекстринов с левофлоксацином, биохимические показатели крови, строение микроядер.

Original article

**BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF A HYBRID OF RUSSIAN AND SIBERIAN STURGEON WHEN USING THE CHITOSAN- $\beta$ -CYCLODEXTRIN COMPLEX WITH LEVOFLOXACIN****Irina V. Poddubnaya<sup>1</sup>, Oksana N. Rudneva<sup>2</sup>, Oksana A. Gurkina<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup>Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia<sup>1</sup>poddubnayaiv@yandex.ru<sup>2</sup>rudnevmu@yandex.ru<sup>3</sup>gurkinaoa@yandex.ru

**Abstract.** *The paper deals with the studies of the effect of the chitosan- $\beta$ -cyclodextrin complex with levofloxacin on blood parameters of a hybrid of Russian and Siberian sturgeon under a closed recirculating aquaculture system. The experiment was carried out in the "Progressive Biotechnologies" research laboratory in the Vavilov University on four groups of hybrid individuals. Blood for research was taken on the 6<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> days of the experiment from three individuals typical for each group. Blood sampling was carried out from the heart muscle of a hungry fish immediately after catching, while mucus was cleaned from the skin by rubbing with alcohol, blood was collected into test tubes with a clot activator using a syringe. Peripheral blood smear preparations were made according to generally accepted methods. For analysis, the main biochemical parameters were studied: direct bilirubin, total bilirubin, total protein, AsT, ALT, creatinine, glucose, alkaline phosphatase, mineral elements (calcium and phosphorus). The authors found out that there were no significant differences in the biochemical parameters of blood in the experimental groups compared to the control group. The micronucleus test was used to assess cytogenetic abnormalities of peripheral blood of fish. According to the data obtained, the following types of nuclei were found in experimental individuals: norm, micronuclei, amitosis, binuclear cells, a nucleus with a bubble and a nucleus with a notch. However, the number of erythrocytes with micronuclei was insignificant, which indicates the absence of genetic disorders in sturgeons of the experimental and control groups. Thus, this complex of beta-cyclodextrins with levofloxacin does not have a negative effect on the blood condition.*

**Keywords:** sturgeon hybrid, complex of  $\beta$ -cyclodextrins with levofloxacin, blood biochemical parameters, structure of micronuclei.

**Введение.** Профилактические обработки рыб современными препаратами – гаранты их здоровья и эпизоотической безопасности рыбоводных хозяйств. При этом лечебно-профилактические обработки и применение любых препаратов максимально эффективны и безопасны при строгом выполнении ветеринарно-санитарных и рыбоводных требований к содержанию рыб и среде их обитания. Так, например, при дефиците растворенного в воде кислорода снижается пищевая активность рыб и полнота поедаемости лечебных кормов, а также при их попадании в воду лекарственное средство вымывается и не усваивается рыбой [1].

Поэтому ведутся исследования по

поиску новых лекарственных и профилактических средств и совершенствуются методы и способы их введения в организм гидробионтов.

В связи с этим использование комплекса хитозан- $\beta$ -циклодекстрина в виде субстрата для лекарственных и профилактических средств является актуальным направлением исследований. Данный комплекс является важным инструментом при доставке лекарств, вследствие крошечного размера и пористой природы он может связывать малорастворимые препараты в пределах их матрицы и улучшать их биодоступность [2].

В качестве «начинки» для комплекса использовали препарат левофлоксацин.

Это противомикробное бактерицидное средство широкого спектра действия из группы фторхинолонов.

Данный антибиотик может оказывать влияние на физиологическое состояние и показатели крови гибрида русско-сибирского осетра.

Изучение биохимии крови рыб и цитогенетический анализ являются важнейшими аспектами оценки иммунно-физиологического состояния организма [3-6].

**Цель работы** – изучить влияние комплекса хитозан- $\beta$ -циклодекстрин в различной дозировке левофлоксацина на биохимические показатели крови и аномалии ядер эритроцитов.

**Материалы и методы.** Эксперимент был выполнен на базе лаборатории Прогрессивных биотехнологий ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова». По принципу групп-аналогов сформировали четыре подопытные группы из 40 гибридных особей сеголетков русского и сибирского осетра со средней массой 110,0 г и разместили их по 10 экземпляров в четыре аквариума объемом 250 л каждый. Рыбам первой и третьей опытных групп для определения эффективности лечения были нанесены механические повреждения, т.е. порезы мышечной ткани глубиной 0,5 см и длиной 2,0 см в районе спинного плавника без повреждения нервных окончаний. Контрольная группа здоровых особей изучаемый комплекс не получала, а также третья опытная группа поврежденной рыбы. Две опытные группы получали корм с комплексом хитозан- $\beta$ -циклодекстрин в различной дозировке левофлоксацина. Дозы ввода действующего вещества были следующими: первая опытная группа поврежденных особей получала левофлоксацин в количестве 4,1 мг на 1 кг массы рыбы для лечения в течение 5 суток; вторая опытная группа здоровой рыбы – 0,96 мг на 1 кг массы рыбы для профилактических целей в течение 10 суток.

Во время эксперимента изучали биохимические показатели сыворотки крови

и провели микроядерный тест. Статистическая обработка полученного материала проводилась с применением общепринятых методик при помощи приложения Excel из программного пакета Office XP и Statistica 6.0 с учетом рекомендаций Г.Ф. Лакина [7]. При этом определяли объем выборки, среднее арифметическое ( $M$ ), статистическую ошибку ( $m$ ), критерий достоверности Стьюдента.

Для выполнения лабораторных исследований были взяты биологические образцы. Взятие крови производили у голодной рыбы в течение 5–10 минут после отлова из сердечной мышцы, удаляли слизь, протирали кожу спиртом, затем вводили шприц в сердечную мышцу и собирали кровь в пробирки с активатором сгустка. Забор крови и приготовление мазков осуществляли в соответствии с предлагаемыми рекомендациями [8-11, 12].

Препараты мазков периферической крови готовили общепринятым методом в полевых условиях. Камеральную обработку препаратов проводили в лабораторных условиях. Мазки фиксировали 96° этанолом в течение 30 минут, высушивали и окрашивали по Романовскому-Гимза 5 минут. В ходе осуществления микроскопического анализа от каждой особи было обследовано по 1000 эритроцитов периферической крови.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Биохимические исследования сыворотки крови проводились в лаборатории ветеринарного госпиталя соответственно стандартным требованиям в течение 24 часов после получения ее из организма рыб. Кровь брали у трех стандартных особей из каждой группы (контрольной и двух опытных). Данные приводятся в виде среднего значения  $\pm$  стандартной ошибки среднего. Анализируя таблицу 1, можно отметить, что содержание общего и прямого билирубина на 6-е сутки (после пятидневного курса лечения антибиотиком) повысилось в группе осетров, подвергавшихся ранению и последующему лечению, на 4,33 и 1,17 мкмоль/л соответственно, по сравнению с контролем. Следует отметить, что в на-

ших исследованиях значение прямого билирубина у особей 1-й опытной группы на

6-е сутки являлось достоверным относительно контроля.

**Таблица 1** – Биохимические показатели сыворотки крови осетров

Показатель	Единица измерения	Группа			
		контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
6-е сутки эксперимента					
Билирубин общий	мкмоль/л	14,17±0,54	19,10±2,72	12,07±1,13	12,80±2,18
Билирубин прямой	мкмоль/л	3,00±0,25	4,17±0,27*	3,50±0,86	3,07±0,54
АсТ	ед./л	61,67±6,42	61,33±4,49	49,67±7,63	41,53±6,73
АлТ	ед./л	54,17±5,96	71,43±7,54	51,60±2,62	43,07±7,20
Белок общий	г/л	73,43±6,78	72,63±2,38	73,30±3,04	66,90±5,27
Креатинин	мкмоль/л	97,30±8,97	109,73±11,11	90,43±3,83	85,23±16,70
Глюкоза	ммоль/л	4,23±0,35	3,60±0,33	3,53±0,57	4,20±0,80
Щелочная фосфатаза	ед./л	76,30±4,50	107,67±30,92	76,97±6,47	70,33±7,60
Кальций	ммоль/л	3,33±3,62	3,57±0,11	2,8±0,15	3,33±0,11
Фосфор	ммоль/л	1,97±0,04	2,13±0,08	2,12±0,07	2,13±0,16
11 сутки эксперимента					
Билирубин общий	мкмоль/л	15,27±1,14	16,23±3,06	15,10±3,65	15,20±4,05
Билирубин прямой	мкмоль/л	2,63±0,92	3,03±0,63	3,40±0,82	3,60±1,17
АсТ	ед./л	54,73±10,55	49,73±6,87	39,43±2,56	46,33±5,72
АлТ	ед./л	54,07±6,34	37,23±2,04	61,73±2,37	48,93±8,26
Белок общий	г/л	73,23±4,93	73,17±2,66	76,33±1,08	75,00±2,55
Креатинин	мкмоль/л	102,33±4,32	96,70±7,49	99,60±6,61	94,40±0,49
Глюкоза	ммоль/л	3,97±0,58	5,07±0,29	3,93±0,08	4,50±0,44
Щелочная фосфатаза	ед./л	73,60±18,79	73,67±11,10	78,13±5,19	66,80±5,28
Кальций	ммоль/л	3,23±0,18	3,30±0,19	3,33±0,11	3,30±0,14
Фосфор	ммоль/л	1,97±0,15	2,00±0,07	2,20±0,19	2,27±0,23

\*P≥0,95

Высокое значение билирубина в 1-й опытной группе обусловлено ранением рыб, т.е. осетры находились в стрессовом состоянии, что и сказалось на функциях печени.

Снижение показателей прямого билирубина на 11-е сутки прослеживается в контроле, 1-й и 2-й опытных группах, однако наименьшее снижение у особей 1-й опытной группы.

На 6-е сутки опыта фермент АлТ повысился относительно контрольных цифр в 1-й опытной группе на 17,26 ед./л. К 11-м суткам этот показатель снизился до конт-

рольных цифр.

Коэффициент де Ритиса на всем протяжении эксперимента не выходил за грани нормы в пределах от 0,9 до 1,73 [9]. Повышение показателя де Ритиса наблюдают при патологиях сердечной мышцы, а снижение – при патологиях печени. В начале эксперимента этот показатель составил в контрольной группе – 1,14, в 1-й опытной группе – 0,86, во 2-й опытной группе – 0,96, в 3-й опытной группе – 0,96. Коэффициент де Ритиса на 11-е сутки, соответственно, в контрольной группе – 1,01, в 1-й опытной группе – 1,34, во 2-й

опытной – 0,64, в 3-й опытной – 0,95.

Общий белок в сыворотке крови определяют для установления функций и состояния печени и почек. Содержание общего белка во всех группах находилось в пределах нормальных значений от 66,90 г/л до 76,33 г/л.

Показатель креатинин свидетельствует о работе выделительной системы организма – почек, а также при травмировании или атрофии мышц его значения могут изменяться. Повышается значение креатинина при применении лекарственных средств (антибиотиков тетрациклинового ряда, цефалоспоринов, нестероидных противовоспалительных средств). Увеличение креатинина на 6-е сутки в 1-й опытной группе до 109,73 мкмоль/л, по видимому, связано с нагрузкой на почки в связи с ранением и вводом антибиотика, а на 11-е сутки наблюдалось уменьшение этого показателя на 13,03 мкмоль/л.

Значения глюкозы в сыворотке крови зависят от интенсивности и характера питания. Лишь в 1-й опытной группе отмечалось резкое повышение глюкозы на 1,47 ммоль/л. Полученный показатель может свидетельствовать о наличии стресс-фактора.

Повышенное содержание щелочной фосфатазы в сыворотке крови свидетельствует о нарушении функций печени. За время проведения эксперимента значения щелочной фосфатазы составили от 66,80 до 107,67 ед./л. Максимальное значение было зафиксировано в 1-й опытной группе на 6-е сутки опыта, что превышало контрольные цифры на 31,37 ед./л.

По содержанию кальция и фосфора во всех группах за весь период опыта значительных отличий не обнаружено.

На основании полученных данных отмечено, что у рыб опытных групп не выявлено превышающих значений показателей, кроме прямого билирубина в 1-й опытной группе на 6-е сутки, относительно контрольной группы.

В крови рыб часто встречаются микроядра, которые представляют собой обособленные фрагменты клеточного ядра и несут неполную часть генома. Механизм формирования микроядра связы-

вают с обособлением под собственной ядерной оболочкой либо отдельной хромосомы, либо ацентрического участка хромосомы. Подсчет количества микроядер является основой для широко используемого биометрического метода.

В результате проведенного микроядерного теста было выявлено, что в анализируемом материале в большинстве случаев встречались эритроциты с нормальным строением.

В таблице 2 представлены результаты микроядерного теста.

Проверка нормальности распределения проводилась графически и по критериям Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилкса  $W$  и критерию Лиллиефорса. Рассчитывались асимметрия и эксцесс. Оценка достоверности различий между выборками проводилась по критерию Манна-Уитни.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что на 6-е сутки эксперимента в контрольной и 3-й опытной группах количество эритроцитов с микроядрами почти в 2 раза превышало значение данного показателя относительно оставшихся групп.

Медиана по микроядрам была выше у рыб контрольной и 3-й опытной групп на 6-е сутки, ее значение равнялось 2. В остальных же случаях медиана между группами не имела отличий.

В крови осетров во всех подопытных группах встречались следующие типы эритроцитов: нормального строения, с микроядром, с амитозом, двуйдерные, с пузырьком на ядре (лопастное ядро) и имеющими насечку на ядре (зазубренное ядро) [4].

Нормальными эритроцитами считали ядра, имеющие четко очерченные границы, эллипсовидной или округлой формы, хорошо и равномерно окрашенные, без вакуолей. Клеточная мембрана и ядерная оболочка на препаратах имели ровные края. У обследованных осетров эритроциты были представлены молодыми формами (округлое ядро) и зрелыми клетками (ядро эллипсовидной формы).

В некоторых мазках встречался конденсированный хроматин в виде скопления ярко-зеленых нитей (рис. 1).

Таблица 2 – Результаты микроядерного теста осетров

Группа	Дней от начала опыта	Номер пробы	Всего эритроцитов, шт.	Эритроциты с микроядрами, шт.	Медиана по мкя, шт.
контрольная	6-е сутки	1	1000	3	2
		2	1000	2	
		3	1000	0	
	11-е сутки	1	1000	1	1
		2	1000	2	
		3	1000	1	
1-я опытная	6-е сутки	1	1000	1	1
		2	1000	1	
		3	1000	2	
	11-е сутки	1	1000	0	1
		2	1000	1	
		3	1000	1	
2-я опытная	6-е сутки	1	1000	1	1
		2	1000	0	
		3	1000	1	
	11-е сутки	1	1000	2	1
		2	1000	1	
		3	1000	0	
3-я опытная	6-е сутки	1	1000	2	2
		2	1000	2	
		3	1000	1	
	11-е сутки	1	1000	1	1
		2	1000	2	
		3	1000	1	

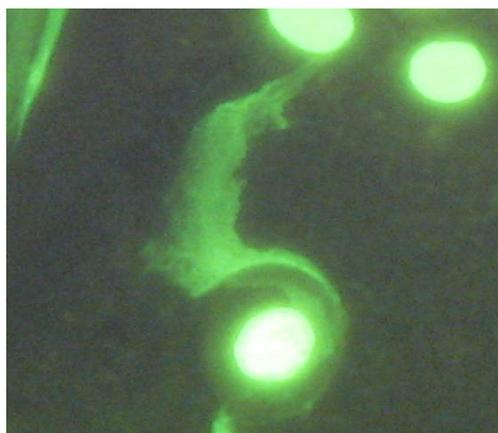


Рисунок 1. Деконденсированный хроматин

В малом количестве были обнаружены ядра с насечками. В некоторых мазках были обнаружены эритроциты, у которых в цитоплазме находилось микроядро. Обычно микроядра возникают из фрагментов хромосом, которые лишены центромер и поэтому исключаются из кле-

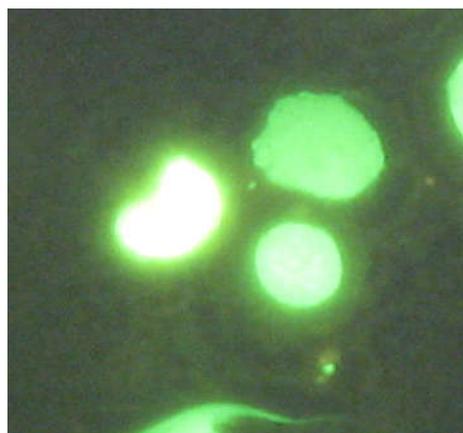


Рисунок 2. Ядро аномальной формы

точных ядер в момент деления клеток [5].

Во всех пробах не было обнаружено клеток с двумя микроядрами, клетки содержали лишь одно микроядро. Однако были обнаружены эритроциты, ядра которых предположительно находились в процессе амитоза.



Рисунок 3. Амитоз

Кроме клеток, находящихся в процессе непрямого деления, были также отмечены эритроциты с двумя ядрами (рис. 4), возможно, уже закончившие деление.

Ещё одной аномальной формой эритроцитов является форма с различного

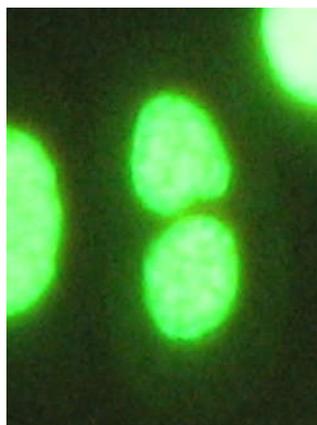


Рисунок 4. Два ядра

рода выпячиваниями ядра. В данных пробах были отмечены выпячивания в виде пузырьков (рис. 5), описываемые как лопастные (рис. 6), а также ядра с апоптозом (рис. 7) [6,11].

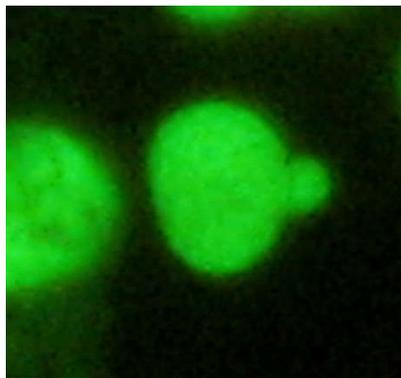


Рисунок 5. Пузырек на ядре

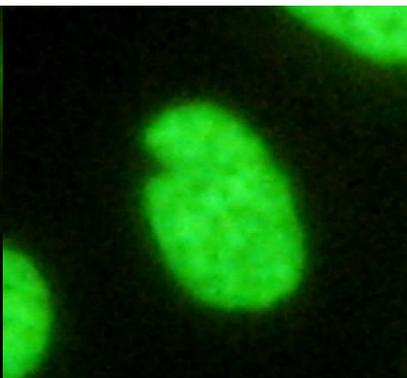


Рисунок 6. Насечка на ядре

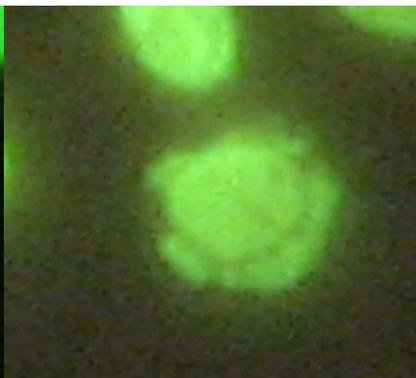


Рисунок 7. Апоптоз

Опираясь на полученные данные, можно высказать предположение, что низкий уровень «микроядерности» у рыб указывает на цитогенетическую и гемопозитическую стабильность подопытных гидробионтов.

**Заключение.** Достоверных отличий по биохимическим показателям крови у опытной группы не выявлено относительно контрольной группы. Комплексы β-циклодекстринов с левофлоксацином не оказали отрицательного воздействия на состояние крови.

Кроме того, невысокие показатели наличия микроядер косвенно подтверждают соответствие условий выращивания требованиям к физико-химическим параметрам воды и отсутствие инвазий у

рыбы как опытных, так и контрольной групп.

#### Список источников

1. Васильева Т.А. Скачков Д.П. Эффективность комбинированных микронизированных лекарственных форм на основе никлозамида и альбендазола при ботриоцефалезе карпов // Российский паразитологический журнал. 2022. №16 (4). С. 450-456. doi: 10.31016/1998-8435-2022-16-4-450-456. EDN : OGIHMQ
2. Дейген И.М., Егоров А.М., Кудряшова Е.В. Структура и стабильность комплексов фторхинолонов с гидроксипропил-β-циклодекстрином для создания новых лекарственных форм противотуберкулезных препаратов // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2015. Т. 56, № 6.

C. 387-392. EDN : VDKQMR

3. Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов-на-Дону, 1989. 112 с.

4. Ильинских Н.Н., Новицкий В.В., Ванчугова Н.Н., Ильинских И.Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1991. 272 с.

5. Крюков В.И., Кочкарёв П.В. Частота микроядер в клетках крови рыб пресных водоёмов полуострова Таймыр // Образование, наука и производство. 2013. № 1. С. 35-37. EDN: QCKEDJ

6. Кузина Т.В. Цитогенетические нарушения в эритроцитах промысловых видов рыб Волго-Каспийского канала // Экокультура и фитобиотехнологии улучшения качества жизни на Каспии: материалы международной конференции с элементами научной школы для молодежи. Астрахань, Издательский дом «Астраханский университет», 2010. С. 300-303.

7. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.

8. Пирс Э. Гистохимия. Москва: ИЛ, 1963. 944 с.

9. Ромейс Б. Микроскопическая техника. Москва: Изд-во иностр. лит., 1953. 718 с.

10. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. Москва.: Сов. наука, 1957. 467 с.

11. Спирина Е.В., Романова Е.М. Цитогенетический гомеостаз и гематологические параметры африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*) на фоне использования пробиотика «Споротермин» // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (47). С. 94-99. doi: 10.18286/1816-4501-2019-3-94-99. EDN : OWEXMR

12. Rigler R. Microfluorimetric characterization of intracellular nucleic acids and nucleoproteins byacridine orange // *Acta physiol. scand.*, 1966, V.67. Suppl. 267 с.

### References

1. Vasilyeva T.A. Skachkov D.P. The efficacy of combined micronized niclosamide and albendazole-based dosage forms against bothriocephalosis of Cyprinids. *Russian Journal of Parasitology*. 2022;16(4):450-456 (In Russ.)

2. Deigen I.M., Egorov A.M., Kudryashova E.V. Structure and stability of fluoroquinolones-2-hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin perspective anti-tuberculosis formulations // *Bulletin of Moscow University. Series 2. Chemistry*. 2015;56(6):387-392 (In Russ.)

3. Zhiteneva L.D., Poltavtseva T.G., Rudnitskaya O.A. Atlas of normal and pathologically altered blood cells in fish. Rostov-on-Don, 1989. 112 p. (In Russ.)

4. Ilinskikh N.N., Novitskii V.V., Vanchugova N.N., Ilinskikh I.N. Mikroyadernyy analiz i tsitogeneticheskaya nestabil'nost' [Micronucleus analysis and cytogenetic instability]. Tomsk: Publishing House Vol. unta, 1991. 272 p. (In Russ.)

5. Kryukov V.I., Kochkarev P.V. The frequency of micronuclei in the blood cells of fish from fresh water bodies of the Taimyr Peninsula. *Obrazovanie, nauka i proizvodstvo*. 2013;1:35-37 (In Russ.)

6. Kuzina T.V. Cytogenetic disorders in erythrocytes of commercial fish species of the Volga-Caspian Canal. *Ecoculture and phytobiotechnologies for improving the quality of life in the Caspian. Proc. of Int. Conf. with elements of a scientific school for youth*. Astrakhan, 2010. Pp. 300-303 (In Russ.)

7. Lakin G.F. Biometriya. [Biometrics]. Moscow. Higher School, 1990. 352 p. (In Russ.)

8. Pierce E. Gistokhimiya [Histochemistry]. Moscow. IL, 1963. 944 p. (In Russ.)

9. Romeis B. Mikroskopicheskaya tekhnika. [Microscopic technique]. Moscow. Izd-vo inostr. lit., 1953. 718 p.

10. Roskin G.I., Levinson L.B. Mikroskopicheskaya tekhnika [Microscopic technique]. Moscow : Sov. science, 1957. 467 p. (In Russ.)

11. Spirina E.V., Romanova E.M. Cytogenetic homeostasis and hematological parameters of the African catfish (*Clarias gariepinus*) against the background of the use of the probiotic «Sporotermín». *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019;3(47):94-99 (In Russ.)

12. Rigler R. Microfluorimetric characterization of intracellular nucleic acids and nucleoproteins byacridine orange. *Acta physiol. scand.* 1966;67(1):267.

**Сведения об авторах**

**Ирина Васильевна Поддубная** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»;

**Оксана Николаевна Руднева** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»;

**Оксана Александровна Гуркина** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура».

**Information about the authors**

**Irina V. Poddubnaya** - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Genetics, Animal Breeding, Feeding and Aquaculture;

**Oksana N. Rudneva** - Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Genetics, Animal Breeding, Feeding and Aquaculture;

**Oksana A. Gurkina** – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Genetics, Animal Breeding, Feeding and Aquaculture.

Статья поступила в редакцию 12.01.2023; одобрена после рецензирования 07.02.2023; принята к публикации 20.02.2023.

The article was submitted 12.01.2023; approved after reviewing 07.02.2023; accepted for publication 20.02.2023.