

Научная статья
УДК 639.31
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-69-76>
EDN NTNБKB

Результаты воздействия комплекса β -циклодекстрина с левофлоксацином на убойные качества гибрида русского и сибирского осетра в регулируемых условиях

**Ирина Васильевна Поддубная[✉],
Оксана Николаевна Руднева, Оксана Александровна Гуркина**

*Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова,
Саратов, Россия, poddubnayaiv@yandex.ru[✉]*

Аннотация. При производстве продукции аквакультуры в условиях повышенных плотностей посадки гидробионтов не всегда удается избежать различных заболеваний и травм. Применение лечебных ванн и кормов часто не позволяет добиться положительного эффекта. Поэтому применение «циклодекстриновых наногубок» с включенными в их полость лечебными и профилактическими средствами позволит направленно воздействовать на биодоступность веществ и формирование продуктивных показателей гидробионтов уже с раннего постнатального онтогенеза. Все это будет способствовать совершенствованию индустриальной технологии выращивания столовых и ценных видов рыб, отличающихся более высокой выживаемостью и продуктивностью. В качестве лечебного средства был выбран антибиотик левофлоксацин – противомикробное бактерицидное средство широкого спектра действия группы фторхинолонов. Представлена информация о воздействии комплекса β -циклодекстрина с левофлоксацином на убойные качества гибрида русского и сибирского осетра. Изучено влияние данного комплекса на предубойную массу, массу отдельных внутренних органов, коэффициент упитанности, индексы внутренних органов гибридных особей по двум этапам эксперимента, выполненного в лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» Вавиловского университета. Результаты контрольного убоя демонстрируют наивысшие значения по ряду показателей у особей 2-й опытной группы, получавшей с основным рационом на первом этапе комплекс хитозан- β -циклодекстрин в различной дозировке левофлоксацина. Ее результаты превышали значения контроля по массе мышечной ткани, коэффициенту упитанности, индексу мышечной ткани соответственно. Таким образом, не выявлено негативного воздействия комплекса β -циклодекстрина с антибиотиком на функциональное состояние внутренних органов и тканей рыбы. Полученные результаты расширяют сведения о выращивании осетровых рыб в индустриальных условиях с использованием «циклодекстриновых наногубок».

Ключевые слова: гибрид, β -циклодекстрин, убойные качества, индексы внутренних органов, коэффициент упитанности

Для цитирования: Поддубная И. В., Руднева О. Н., Гуркина О. А. Результаты воздействия комплекса β -циклодекстрина с левофлоксацином на убойные качества гибрида русского и сибирского осетра в регулируемых условиях // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 69–76. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-69-76>. EDN NTNБKB.

Original article

Effects of complex of β -cyclodextrin with levofloxacin on lethal qualities of Russian and Siberian sturgeon hybrid in regulated conditions

Irina V. Poddubnaya[✉], Oksana N. Rudneva, Oksana A. Gurkina

*Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov,
Saratov, Russia, poddubnayaiv@yandex.ru[✉]*

Abstract. When producing aquaculture products in conditions of increased planting densities of aquatic organisms, it is not always possible to avoid various diseases and injuries. The use of therapeutic baths and feeds often does not allow to achieve a positive effect. Therefore, the use of cyclodextrin nanosponge with therapeutic and prophylactic agents included in their cavity will allow a targeted effect on the bioavailability of substances and the formation of productive indicators of hydrobionts already since early postnatal ontogenesis. All this will contribute to the im-

provement of industrial technology for growing table and valuable fish species, characterized by higher survival and productivity. The antibiotic levofloxacin, a broad-spectrum antimicrobial bactericidal agent of the fluoroquinolone group, was chosen as a therapeutic EDN agent. There is presented information on the effect of the complex of β-cyclodextrin with levofloxacin on the lethal qualities of a Russian and Siberian sturgeon hybrid of different live weight. The influence of this complex on the pre-slaughter mass, the mass of individual internal organs, the fatness coefficient, the indices of the internal organs of hybrid individuals was studied according to two stages of the experiment performed in the laboratory “Progressive Biotechnologies in Aquaculture” of Vavilov University. The results of the control slaughter demonstrate the highest values for the indicators in individuals of the 2nd experimental group treated with the main diet at the first stage of the complex chitosan-β-cyclodextrin in various dosages of levofloxacin. Its results exceeded the control in the muscle mass, fatness coefficient, muscle tissue index, respectively. Thus, there was no negative effect of the β-cyclodextrin complex with an antibiotic on the functional state of internal organs and tissues of fish. The results obtained expand the information about the cultivation of sturgeon fish in industrial conditions using cyclodextrin nanosponge.

Keywords: hybrid, β-cyclodextrin, lethal qualities, indices of internal organs, fatness coefficient

For citation: Poddubnaya I. V., Rudneva O. N., Gurkina O. A. Effects of complex of β-cyclodextrin with levofloxacin on lethal qualities of Russian and Siberian sturgeon hybrid in regulated conditions. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2023;2:69-76. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-69-76>. EDN NTNBKB.

Введение

В последнее время бурное развитие пресноводной аквакультуры привело к проявлению как многих новых, так и известных ранее заболеваний рыб, поэтому избежать применения антибиотиков, антигельминтиков и других препаратов невозможно [1]. Проводятся разнообразные исследования в части поиска новых лекарственных и профилактических средств, совершенствуется методика их введения в организм гидробионтов, интенсивными темпами развиваются нанотехнологии в различных направлениях промышленности и медицины. Одним из таких направлений является использование продуктов гидролиза крахмала – циклодекстринов – для доставки лечебных препаратов в организм благодаря свойствам биоразлагаемости и нетоксичности [2].

Циклодекстрины (α-, β- и γ-) представляют собой сформированные циклические олигосахариды с 6, 7 или 8 остатками D-глюкопиранозы, связанные α-1–4-гликозидами. Популярность циклодекстринов обусловлена их строением и наличием гидрофобной полости, которая может образовывать соединения различного типа с разнообразными органическими субстратами. Циклодекстрины обладают такими ценными качествами, как растворимость в воде, органических растворителях, что позволяет им образовывать вещества совершенно нового типа путем направленного изменения их структуры. В связи с этим использование наногубки в виде субстрата для лекарственных и профилактических средств является актуальным направлением исследований.

Гибрид русского и сибирского осетров, в сравнении с родительскими видами, отличается хорошим темпом роста и обладает наибольшим коэффициентом массонакопления [3, 4]. В естественных условиях эта рыба к 3–4 годам набирает товарную массу от 1,3 до 3,0 кг. Также к числу преимуществ данного гибрида относится высокая биологическая

пластичность, оптимальные качества экстерьера и недолгий межнерестовый интервал.

В качестве антимикробного препарата представляет интерес левофлоксацин, который активен в отношении большинства возбудителей бактериальных инфекций. Он быстро и практически полностью всасывается и обладает высокой биодоступностью [5].

Цель работы заключалась в изучении воздействия комплексов β-циклодекстрина с левофлоксацином на убойные качества гибрида русского и сибирского осетра, выращенного в промышленных условиях.

Материал и методика исследований

Исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» на базе кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» Вавиловского университета. В эксперименте были использованы комплексы β-циклодекстринов, заполненные антимикробным препаратом с активным действующим веществом левофлоксацин. Исследуемые комплексы β-циклодекстринов были синтезированы и предоставлены кафедрой «Химическая энзимология» Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

В процессе опыта определяли убойные показатели и функциональное состояние внутренних органов осетровых рыб.

По принципу групп-аналогов на каждый из 2-х этапов эксперимента были сформированы по 4 подопытные группы из 40 гибридных особей русского и сибирского осетра, на первом этапе эксперимента – со средней массой 110,0 г, на втором этапе – со средней массой 405,0 г. Их разместили по 10 экземпляров в 4 аквариума объемом 250 л каждый (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Схема опыта
 Scheme of experiment

Группа	Состояние рыбы	Тип кормления
Первый этап		
Контрольная	Здоровая	ОР*
1-я опытная	Повреждена и получает лечение	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин с 23 % левофлоксацина
2-я опытная	Здоровая, профилактика	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрин – эвгенол с 15 % левофлоксацина
3-я опытная	Повреждена, лечение не получает	ОР
Второй этап		
Контрольная	Здоровая	ОР
1-я опытная	Повреждена и получает лечение	ОР + комплекс силикагель-хитозан β-циклодекстрин с 16 % левофлоксацина
2-я опытная	Здоровая, профилактика	ОР + комплекс силикагель-β-циклодекстрин с 5 % левофлоксацина
3-я опытная	Повреждена, лечение не получает	ОР

* ОР – основной рацион.

Особей контрольной и третьей групп изучаемый комплекс не получали. Две опытные группы получали корм с комплексом хитозан-β-циклодекстрин в различной дозировке левофлоксацина (первая – комплекс хитозан-β-циклодекстрин с 23 % левофлоксацина, вторая – комплекс хитозан-β-циклодекстрин-эвгенол с 15 % 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 сут; вторая опытная группа здоровой рыбы – 0,96 мг на 1 кг массы рыбы для профилактических целей в течение 10 сут. Исследуемые вещества вносили в корм и интенсивно перемешивали в течение 4–5 мин для равномерного распределения.

На втором этапе контрольная группа здоровых особей, а также третья опытная группа поврежденной рыбы изучаемое вещество не получали. Две опытные группы получали корм с комплексами β-циклодекстринов и различной дозировкой левофлоксацина (первая – комплекс силикагель-хитозан β-циклодекстрин с 16 % левофлоксацина, вторая – комплекс силикагель β-циклодекстрин с 5 % левофлоксацина). Дозы ввода действующего вещества были следующими: первая опытная группа поврежденных особей получала левофлоксацин в количестве 0,99 мг на 1 кг массы рыбы для лечения в течение 5 суток подряд; вторая опытная группа здоровой рыбы – 0,35 мг на 1 кг массы рыбы для профилактических целей в течение 10 сут.

По результатам выращивания выполняли контрольный убой 3 особей примерно равных по массе из каждой группы согласно общепринятым методикам [6].

Индексы органов рассчитывали по формуле

$$X = \frac{W_o \cdot 100}{W},$$

где W_o – масса органа, г; W – масса рыбы, г.

Полученные экспериментальные данные подвергнуты биометрической обработке общепринятыми методами, с применением программно-вычислительного пакета MS Excel 2007 [7]. При обработке использовали среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической, среднее квадратическое отклонение, выборку. Достоверность различий выборок оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

Для контрольного убоя были отобраны по 3 особи из каждой подопытной группы с примерно одинаковой массой (107–110 г) на 6- и 11-е сут.

При внешнем осмотре рыбы картина в опытных и контрольной группах существенных отличий не имела. Осетры были гладкие и блестящие. Особей взвесили, измерили биологическую длину. Визуально определили эпителиальный процесс рубцевания травмированной области под действием антибиотика.

Данные полученные в ходе убоя особей на первом этапе исследований представлены в табл. 2.

Rodubnaya I. V., Rudneva O. N., Gupkina O. A. Effects of complex of β-cyclodextrin with levofloxacin on lethal qualities of Russian and Siberian sturgeon hybrid in regulated conditions

Таблица 2

Table 2

Результаты контрольного убоя рыбы (I этап)

Results of the fish control slaughter (Stage I)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
6-е сут эксперимента				
Предубойная масса, г	107,33 ± 5,76	110,33 ± 5,12	107,33 ± 2,97	108,33 ± 3,96
Масса снятой кожи, г	27,33 ± 0,41	26,67 ± 2,27	25,16 ± 2,23	26,58 ± 4,59
Масса головы и плавников, г	35,67 ± 2,68	38,21 ± 1,96	36,12 ± 2,23	36,51 ± 2,76
Масса хрящевой ткани, г	10,44 ± 0,85	9,98 ± 0,43	9,17 ± 0,35	9,20 ± 1,04
Масса мышечной ткани, г	19,33 ± 1,77	19,67 ± 2,86	19,90 ± 2,27	19,51 ± 3,50
Масса сердечной мышцы, г	0,22 ± 0,05	0,19 ± 0,04	0,20 ± 0,03	0,22 ± 0,05
Масса печени, г	2,20 ± 0,06	2,50 ± 0,04**	2,31 ± 0,04	2,14 ± 0,04
Масса ЖКТ, г	6,02 ± 0,54	7,10 ± 0,55	8,18 ± 0,85	7,79 ± 0,57
Масса остальных внутренних органов, г	6,12 ± 0,73	6,01 ± 1,26	6,29 ± 0,71	6,38 ± 0,69
Длина рыбы, см	34,43 ± 1,22	34,43 ± 2,40	34,22 ± 0,71	34,30 ± 1,19
Коэффициент упитанности по Фультону	0,263	0,270	0,268	0,268
11-е сут эксперимента				
Предубойная масса, г	130,00 ± 8,12	120,33 ± 8,84	135,00 ± 4,90	118,33 ± 7,88
Масса снятой кожи, г	32,96 ± 6,80	25,58 ± 2,60	31,08 ± 0,62	24,00 ± 5,61
Масса головы и плавников, г	36,80 ± 6,34	35,25 ± 3,45	36,33 ± 4,96	39,00 ± 3,68
Масса хрящевой ткани, г	12,51 ± 1,78	10,09 ± 1,83	12,85 ± 1,33	10,00 ± 0,71
Масса мышечной ткани, г	22,43 ± 3,83	25,58 ± 1,82	29,94 ± 1,10	21,40 ± 1,65
Масса сердечной мышцы, г	0,48 ± 0,02	0,37 ± 0,01*	0,35 ± 0,03*	0,40 ± 0,03
Масса печени, г	5,58 ± 0,04	5,64 ± 0,05	5,21 ± 0,06**	5,56 ± 0,04
Масса ЖКТ, г	11,55 ± 0,78	11,57 ± 0,06	12,93 ± 0,85	11,15 ± 0,71
Масса остальных внутренних органов, г	7,69 ± 0,81	6,25 ± 0,74	6,31 ± 0,42	6,82 ± 0,23
Длина рыбы, см	35,10 ± 0,47	34,83 ± 1,27	34,33 ± 2,27	34,70 ± 1,62
Коэффициент упитанности по Фультону	0,301	0,285	0,334	0,283

* $P < 0,01$; ** $p < 0,001$.

Средняя масса до убоя на 6-е сут эксперимента была практически одинаковой во всех подопытных группах и в среднем составила 108,33 г.

Средняя масса мышечной ткани по группам была около 19,6 г.

На 11-е сут первого этапа опыта предубойная масса превышала первоначальную во всех группах и в среднем ее величина составила 125,92 г. По массе мышечной ткани лидировали особи 2-й опытной группы, превышающие контрольную на 7,51 г, на последнем месте были осетры из 3-й опытной группы, отстающие от контрольной группы на 1,03 г, что вполне объяснимо, т. к. предубойная масса, именно в этой группе, также была минимальной – 118,33 г. Максимальный коэффициент упитанности по Фультону также был отмечен у рыб из 2-й опытной группы, он превысил на 0,033 аналогичный показатель у особей из контрольной группы.

Соматические индексы внутренних органов отражены в табл. 3. В зависимости от вида и условий выращивания размеры внутренних органов у различных рыб могут существенно отличаться. Размеры сердца зависят от плавательной активности и являются показателем энергетического потенциала [8]. На размер печени влияют питание, обмен веществ и физиологическое состояние особи.

При вскрытии рыб печень у большинства особей из подопытных групп была от светлого до темно-бордового цвета, упругой консистенции, средней массой 2,09 г в начале эксперимента и 5,50 г в конце. На 6-е сут отмечено достоверное увеличение печени в 1-й опытной группе на 16,3 % (0,001), что коррелирует с временным увеличением некоторых показателей крови под влиянием антибиотика. Но к 11-м сут ее масса в этой группе оказалась уже на уровне контроля (табл. 3).

Таблица 3

Table 3

Индекс внутренних органов (I этап)

Index of internal organs (Stage I)

Показатель	Индекс органов по группам			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
6-е сут эксперимента				
Кожа	25,46	24,17	23,44	24,54
Голова, плавники	33,23	34,63	33,65	33,70
Хрящевая ткань	9,73	9,05	8,54	8,49
Мышечная ткань	18,01	18,74	18,54	18,01
Сердце	0,21	0,17	0,19	0,20
Печень	2,05	2,27	2,15	1,98
Желудочно-кишечный тракт	5,61	8,16	7,62	7,19
11-е сут эксперимента				
Кожа	25,35	21,26	23,02	20,28
Голова, плавники	28,31	29,29	26,91	32,96
Хрящевая ткань	9,62	8,39	9,52	8,45
Мышечная ткань	17,25	21,26	22,18	18,09
Сердце	0,37	0,31	0,26	0,34
Печень	4,29	4,69	3,86	4,70
Желудочно-кишечный тракт	8,89	9,62	9,58	9,42

На 6-е сут эксперимента по индексу мышечной ткани выделялись особи 1-й опытной группы – 18,74, индекс сердца был выше у рыб контрольной группы – 0,21, а гепатосоматический индекс печени у осетров из 1-й опытной группы был 2,27. К концу опытного периода индекс мышечной ткани стал максимальным у рыб 2-й опытной группы – 22,18, преобладание индекса сердца так и сохранилось у осетров контрольной группы, а самый высокий гепатосоматический индекс печени был зафиксирован к концу опыта у особей из 3-й опытной группы – 4,70.

На втором этапе эксперимента для контрольного убоя были отобраны рыбы с примерно одинаковой массой (около 393 г) на 6-е сут.

У исследованных особей не выявлено внешних признаков патологических нарушений. Некрозных проявлений, кровоизлияний на каждом покрове не обнаружено. При визуальном осмотре внутренних органов можно отметить, что они были в хорошем состоянии, так, например, печень имела четкие контуры, была яркого насыщенного коричневого цвета, блестящая, в среднем массой 14,19 г на 6-е сут. Сердце было сформированное, правильной конусообразной формы, розового цвета, без жировой ткани, средней массой 0,69 г.

Результаты контрольного убоя на втором этапе эксперимента представлены в табл. 4.

Таблица 4

Table 4

Результаты контрольного убоя рыбы (II этап)

Results of the fish control slaughter (Stage II)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
6-е сут эксперимента				
Предубойная масса, г	393,67 ± 16,45	393,33 ± 12,49	392,33 ± 15,53	393,00 ± 7,81
Масса снятой кожи, г	73,33 ± 1,88	70,33 ± 2,59	71,15 ± 4,08	72,33 ± 3,13
Масса головы и плавников, г	133,67 ± 2,89	134,00 ± 1,84	136,00 ± 1,87	131,67 ± 2,18
Масса хрящевой ткани, г	35,67 ± 4,19	32,00 ± 2,28	36,67 ± 2,94	33,67 ± 2,23
Масса мышечной ткани, г	60,12 ± 6,06	69,59 ± 3,68	58,66 ± 4,59	65,99 ± 2,69
Масса сердечной мышцы, г	0,70 ± 0,03	0,69 ± 0,04	0,63 ± 0,05	0,72 ± 0,06
Масса печени, г	14,28 ± 0,11	13,97 ± 0,08	14,50 ± 0,08	14,00 ± 0,11
Масса ЖКТ, г	48,88 ± 0,67	46,75 ± 0,69	49,05 ± 0,56	47,62 ± 0,61
Масса остальных внутренних органов, г	27,02 ± 4,59	26,00 ± 1,41	25,67 ± 2,94	27,00 ± 5,52
Длина рыбы, см	54,00 ± 2,55	53,50 ± 3,83	54,73 ± 0,33	54,00 ± 1,87
Коэффициент упитанности по Фультону	0,250	0,257	0,239	0,250

Окончание табл. 4

Ending of the table 4

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
11-е сут эксперимента				
Предубойная масса, г	556,00 ± 8,75	548,33 ± 7,89	558,33 ± 10,42	406,67 ± 7,69
Масса снятой кожи, г	92,33 ± 3,54	93,00 ± 1,91	97,33 ± 2,87	73,33 ± 2,16*
Масса головы и плавников, г	162,67 ± 1,42	163,67 ± 2,24	162,00 ± 2,20	130,33 ± 2,88
Масса хрящевой ткани, г	38,33 ± 1,99	37,33 ± 3,49	38,67 ± 2,88	30,33 ± 3,90
Масса мышечной ткани, г	165,89 ± 3,42	167,31 ± 5,02	170,55 ± 4,08	100,30 ± 4,63
Масса сердечной мышцы, г	0,80 ± 0,05	0,84 ± 0,03	0,87 ± 0,04	0,74 ± 0,04
Масса печени, г	18,41 ± 0,12	18,06 ± 0,17	17,14 ± 0,13**	16,25 ± 0,11
Масса ЖКТ, г	48,59 ± 0,23	39,88 ± 0,32	42,72 ± 0,33	32,53 ± 0,36
Масса остальных внутренних органов, г	28,98 ± 1,66	28,24 ± 0,67	29,05 ± 1,25	22,86 ± 1,75
Длина рыбы, см	55,67 ± 2,86	54,67 ± 1,78	54,90 ± 2,55	54,17 ± 2,16
Коэффициент упитанности по Фультону	0,322	0,336	0,337	0,256

* $P < 0,01$; ** $p < 0,001$.

На втором этапе эксперимента к его концу масса органов и тканей у рыб 3-й опытной группы отличалась от контрольных цифр, т. к. особи этой группы отставали в росте. По массе мышечной ткани на 6-е сут самое высокое значение отмечено у рыб 1-й опытной группы, превысившей контрольную группу на 9,47 г, на 11-е сут по этому показателю лидирует 2-я опытная группа, значения которого превышают контрольные цифры на 4,66 г. Максимальное значение коэффициента упитанности по

Фультону на 6-е сут эксперимента отмечается в 1-й опытной группе – 0,257, к концу исследовательского периода он оказался выше во 2-й опытной группе – 0,337, что на 0,015 выше данного значения в контрольной группе.

Масса внутренних органов зависит от количества крови, содержащейся в тканях рыб. Распределение крови по различным органам неодинаковое.

Индексы внутренних органов объектов исследования приведены в табл. 5.

Таблица 5

Table 5

Индекс внутренних органов (II этап)

Index of internal organs (Stage II)

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
6-е сут эксперимента				
Кожа	18,63	17,88	18,14	18,41
Голова, плавники	33,96	34,07	34,67	33,50
Хрящевая ткань	9,06	8,14	9,35	8,57
Мышечная ткань	15,27	17,69	14,95	16,79
Сердце	0,18	0,18	0,16	0,18
Печень	3,63	3,55	3,70	3,56
Желудочно-кишечный тракт	12,42	11,89	12,50	12,12
11-е сут эксперимента				
Кожа	16,61	16,96	17,43	18,03
Голова, плавники	29,26	29,85	29,02	32,05
Хрящевая ткань	6,89	6,81	6,93	7,46
Мышечная ткань	29,84	30,51	30,55	24,66
Сердце	0,14	0,15	0,16	0,18
Печень	3,31	3,29	3,07	4,00
Желудочно-кишечный тракт	8,74	7,27	7,65	8,00

На 6-е сут исследования индекс мышечной ткани рыб в группах был от 14,95 до 17,69, при этом максимальный отмечен у особей из 1-й опытной группы. Индекс сердца у осетров из трех групп был

одинаковым, выделялись лишь рыбы из 2-й опытной группы с минимальным значением 0,16. Максимальный гепатосоматический индекс отмечен

у особой 2-й опытной группы, он превысил аналогичный показатель в контрольной группе на 0,07.

На 11-е сут исследования индекс мышечной ткани увеличился во всех подопытных группах, однако наибольший был получен во 2-й опытной группе, превысивший контрольную группу на 0,71. По индексу сердца преимущество сохранилось за рыбами 3-й опытной группы – 0,18, что на 0,04 больше данного показателя в контрольной группе, у них же оказался и максимальный гепатосоматический индекс – 4,00, превысивший контроль на 0,69.

По результатам убоев наивысшие значения по ряду показателей имели особи 2-й опытной группы,

превышающие контроль: по массе мышечной ткани на 7,51 и 4,66 г, по коэффициенту упитанности – на 0,033 и 0,015, по индексу мышечной ткани – на 4,93 и 0,71 соответственно.

Заключение

Таким образом, приведенный в работе материал позволяет сделать вывод о положительном влиянии комплексов β -циклодекстрина с левофлоксацином в профилактических дозах на органы, ткани и упитанность гибрида русского и сибирского осетра, выращенного в промышленных условиях.

Список источников

1. Микулич Е. Л. Паразитологическая оценка рыбной продукции, импортируемой в Республику Беларусь // Вестн. Вят. ГСХА. 2020. № 4 (6). С. 5.
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 // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. 2015. Т. 56, № 6. С. 387–392.
3. Пономарев С. В., Баканева Ю. М., Федоровых Ю. В. Аквакультура. СПб.: Лань, 2017. 440 с.
4. Филиппова О. П., Зуевский С. Е. Перспективы выращивания гибрида русского осетра с сибирским осетром в России // Стратегия 2020: Интеграционные процессы образования, науки и бизнеса как основа инновационного развития аквакультуры в России: сб. тр. Меж-

- дунар. науч.-практ. форума. М.: Изд-во МГУТУ, 2009. С. 56–66.
5. Яковлев В. П., Литовченко К. В. Левофлоксацин – новый антимикробный препарат группы фторхинолонов // Инфекция и антимикробная терапия. 2001. Т. 3, № 5. С. 132–140.
6. Романов В. И., Петлина А. П., Бабкина И. Б. Методы исследования пресноводных рыб Сибири: учеб. пособие. Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2012. 252 с.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
8. Курицын А. Е., Ефремов С. А., Макарова Т. А. Морфологические характеристики радужной форели (*Oncorhynchus mikiss* Walbaum) и муксуна (*Coregonus muksun* (Pallas)) при садковом выращивании // Изв. ТСХА. 2017. Вып. 3. С. 84–94.

References

1. Mikulich E. L. Parazitologicheskaya otsenka rybnoy produktsii, importiruemoi v Respubliku Belarus' [Parasitological assessment of fish products imported into Republic of Belarus]. *Vestnik Viat'skoi GSKhA*, 2020, no. 4 (6), p. 5.
2. Deigen I. M., Egorov A. M., Kudriashova E. V. Struktura i stabil'nost' kompleksov ftorkhinolonov s gidroksipropil- β -tsiklodekstrinom dlia sozdaniia novykh lekarstvennykh form protivotuberkuleznykh preparatov [Structure and stability of complexes of fluoroquinolones with hydroxypropyl- β -cyclodextrin for creation of new dosage forms of anti-tuberculosis drugs]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2. Khimiia*, 2015, vol. 56, no. 6, pp. 387-392.
3. Ponomarev S. V., Bakaneva Iu. M., Fedorovykh Iu. V. *Akvakul'tura* [Aquaculture]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2017. 440 p.
4. Filippova O. P., Zuevskii S. E. Perspektivy vyrashchivaniia gibrida russkogo osetra s sibirskim osetrom v Rossii [Prospects for growing hybrid of Russian sturgeon with Siberian sturgeon in Russia]. *Strategiia 2020: Integratsionnye protsessy obrazovaniia, nauki i biznesa kak osnova innovatsionnogo razvitiia akvakul'tury v Rossii:*

- sbornik trudov Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma*. Moscow, Izd-vo MGUTU, 2009. Pp. 56-66.
5. Iakovlev V. P., Litovchenko K. V. Levofloksatsin – novyi antimikrobnyi preparat gruppy ftorkhinolonov [Levofloxacin as new antimicrobial drug of fluoroquinolone group]. *Infektsiia i antimikrobnaiia terapiia*, 2001, vol. 3, no. 5, pp. 132-140.
6. Romanov V. I., Petlina A. P., Babkina I. B. *Metody issledovaniia presnovodnykh ryb Sibiri: uchebnoe posobie* [Methods for studying freshwater fish in Siberia: textbook]. Tomsk, Izd-vo Tom. gos. un-ta, 2012. 252 p.
7. Lakin G. F. *Biometriia* [Biometrics]. Moscow, Vysshiaia shkola Publ., 1990. 352 p.
8. Kuritsyn A. E., Efremov S. A., Makarova T. A. Morfofiziologicheskie kharakteristiki raduzhnoi foreli (*Oncorhynchus mikiss* Walbaum) i miksuna (*Coregonus muksun* (Pallas)) pri sadkovom vyrashchivaniia [Morphophysiological characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss* Walbaum) and miksuna (*Coregonus muksun* (Pallas)) in cage culture]. *Izvestiia TSKhA*, 2017, iss. 3, pp. 84-94.

Статья поступила в редакцию 09.01.2023; одобрена после рецензирования 05.04.2023; принята к публикации 31.05.2023
The article is submitted 09.01.2023; approved after reviewing 05.04.2023; accepted for publication 31.05.2023

Информация об авторах / Information about the authors

Ирина Васильевна Поддубная – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры генетики, разведения, кормления животных и аквакультуры; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова; poddubnayaiv@yandex.ru

Оксана Николаевна Руднева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; доцент кафедры генетики, разведения, кормления животных и аквакультуры; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова; oksanarud979@gmail.com

Оксана Александровна Гуркина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; доцент кафедры генетики, разведения, кормления животных и аквакультуры; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова; gurkinaoa@yandex.ru

Irina V. Poddubnaya – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Genetics, Breeding, Animal Feeding and Aquaculture; Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov; poddubnayaiv@yandex.ru

Oksana N. Rudneva – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Genetics, Breeding, Animal Feeding and Aquaculture; Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov; oksanarud979@gmail.com

Oksana A. Gurkina – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Genetics, Breeding, Animal Feeding and Aquaculture; Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov; gurkinaoa@yandex.ru

