

Изменение убойных показателей осетров при применении полимерных систем с левофлоксацином

И. В. Поддубная[✉], доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»

О. Н. Руднева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»

О. А. Гуркина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

410012, Россия, Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3; [✉]poddubnayaiv@yandex.ru

Резюме. Работу проводили с целью изучения влияния комплекса хитозан-β-циклодекстрина с левофлоксацином на убойные параметры гибрида русского и сибирского осетра (РОХЛО), выращенного в аквариальной установке. Исследование выполняли на 50 особях осетра массой от 240,0 до 246,0 г, из которых сформировали пять подопытных групп: две контрольные и три опытные. Для получения выраженного эффекта от введения комплекса хитозан-β-циклодекстрина в течение 10 дней до начала опыта рыбу кормили комбикормом с истекшим сроком хранения, с перекисным числом $24,68 \pm 2,22$ (ОРН), что предполагало модельное нарушение пищеварения и дисбиоз кишечника. Особи 1-й и 2-й контрольных групп изучаемый комплекс не получали, кроме того, особи 2-й контрольной группы в процессе опыта продолжали получать в пищу некачественный корм. Опытные группы получали качественный корм с комплексом β-циклодекстрина в различной дозировке левофлоксацина (первая – комплекс с 20 %, вторая – с 15 % и третья – с 10 % левофлоксацина). Все рыбы были травмированы, моделированные раны представляли собой дорсальные надрезы кожных покровов длиной 2 см и глубиной 0,5 см. В ходе эксперимента был выполнен контрольный убой рыбы по 3 особи из 5 подопытных групп на 8 и 14 сутки. В процессе убоя были оценены массы: убойная; кожи; головы и плавников; хрящевой ткани; мышечной ткани; сердца; печени; желудка; кишечника; жабр, слизи, крови и др. внутренних органов, а также длина рыбы. Рассчитали индексы внутренних органов и коэффициент упитанности по Фультону. Результаты анализа демонстрируют, что на 14 сутки убойная масса подопытной рыбы закономерно превосходила данный показатель на 8 сутки в 1-й контрольной на 25,00 г, во 2-й контрольной на 4,33 г, в 1-й опытной на 20,67 г, во 2-й опытной на 20,00 г, в 3-й опытной группе на 19,34 г. Лидерство по убойной массе отмечается у рыб третьей опытной группы. Оценка физиологического состояния гибридных особей показала, что индексы внутренних органов находились в пределах нормы.

Ключевые слова: осетр, полимерная система, убойные показатели, индексы внутренних органов, левофлоксацин.

Для цитирования: Поддубная И. В., Руднева О. Н., Гуркина О. А. Изменение убойных показателей осетров при применении полимерных систем с левофлоксацином // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (68). С. 151-158. doi:10.18286/1816-4501-2024-4-151-158

Changes in slaughter parameters of sturgeons when applying polymer systems with levofloxacin

I. V. Poddubnaya[✉], **O. N. Rudneva**, **O. A. Gurkina**

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov

410012, Russia, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bldg. 4, bldg. 3 [✉]poddubnayaiv@yandex.ru

Abstract. The aim of the work was to study the effect of the chitosan-β-cyclodextrin complex with levofloxacin on slaughter parameters of the hybrid of Russian and Siberian sturgeon reared in an aquarium setup. The study was performed on 50 sturgeon individuals weighing from 240.0 to 246.0 g, of which five experimental groups were formed: two control and three experimental. To obtain a pronounced effect from the chitosan-β-cyclodextrin complex, the fish were fed with compound feed with an expired date, with a peroxide value of 24.68 ± 2.22 (ORN) for 10 days before the experiment, which suggested a model digestive disorder and intestinal dysbiosis. Individuals of the 1st and 2nd control groups did not receive the studied complex, in addition, individuals of the 2nd control group continued to receive low-quality feed during the experiment. The experimental groups received high-quality feed with a β-cyclodextrin complex in different dosages of levofloxacin (the first - a complex with 20%, the second - with 15% and the third - with 10% of levofloxacin).

All fish were injured, the modeled wounds were dorsal cuts of the skin 2 cm long and 0.5 cm deep. During the experiment, a control slaughter of fish was performed (3 individuals from 5 experimental groups) on the 8th and 14th days. The following weights were assessed: slaughter weight; skin; head and fins; cartilage; muscle tissue; heart; liver; stomach; intestines; gills, mucus, blood and other internal organs, as well as the length of the fish. The indexes of internal organs and the fatness coefficient according to Fulton were calculated. The results of the analysis demonstrate that the slaughter weight of the experimental fish on the 14th day naturally exceeded the given parameter on the 8th day in the 1st control group by 25.00 g, in the 2nd control group by 4.33 g, in the 1st experimental group by 20.67 g, in the 2nd experimental group by 20.00 g, in the 3rd experimental group by 19.34 g. Leadership in slaughter weight is noted in fish of the third experimental group. Evaluation of the physiological state of hybrid individuals showed that the indexes of internal organs were within the normal range.

Keywords: sturgeon, polymer system, slaughter parameters, indexes of internal organs, levofloxacin.

For citation: Poddubnaya I. V., Rudneva O. N., Gurkina O. A. Changes in slaughter parameters of sturgeons when applying polymer systems with levofloxacin // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;4(68): 151-158 doi:10.18286/1816-4501-2024-4- 151-158

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00061
<https://rscf.ru/project/24-26-00061/>»

Введение

Одним из главнейших и перспективных направлений рыбоводства является осетроводство, его составными частями служат производство белковой продукции, восполнение численности редких осетровых видов рыб [1,3].

Огромное значение приобретает выращивание осетровых индустриальными методами, позволяющими контролировать все этапы производственного процесса и получать продукцию в короткие сроки. Эффективность производства осетровых в индустриальных хозяйствах в 2,5 раза выше по сравнению с предприятиями, где используются водоисточники с естественной температурой воды [2, 4, 5]. Однако, даже в таких индустриальных организациях существуют определенные трудности, такие как высокие плотности посадки, организация полноценного кормления, соответствующего физиологическим потребностям и проблемы с заболеваемостью гидробионтов. Меры профилактики и лечения водных животных зачастую трудоемки, поэтому оптимизация этих мероприятий имеет первостепенное значение.

Антибиотические средства являются наиболее распространенным инструментом в борьбе с многочисленными инфекциями рыб [6]. Способность антибиотиков оказывать выраженный терапевтический эффект характеризуется рядом факторов: идентификация возбудителя заболевания; чувствительность микроорганизмов к воздействию применяемого антибиотика; оптимальная концентрация действующего вещества; минимизация потерь лекарственного средства при контакте с водой аквариумных установок; исключение сопутствующих сторонних раздражителей.

Антибиотики непосредственно не обладают лечебным эффектом, но они способны подавить развитие микроорганизмов в течение времени, требуемого для ответа иммунной системы [7].

Лекарственным средством, обладающим выраженной противомикробной активностью, является антибиотик фторхинолонового ряда

левофлоксацин. В качестве способа доставки препарата в организм была использована полимерная система с циклодекстрином.

Полимерные системы с контролируемым высвобождением биологически активного вещества, в данном случае, левофлоксацина образуют комплекс, обладающий заданной физиологической активностью, регулируемой фармакокинетикой. Технология контролируемого высвобождения позволяет обеспечить постоянную концентрацию биологически активного вещества в крови, определенную скорость высвобождения, защиту биоактивных соединений, устранение побочных эффектов лекарств, оптимизацию терапии, стабилизацию лекарственного средства [8].

Цель работы заключалась в изучении применения комплекса хитозан-β-циклодекстрин с левофлоксацином на убойные параметры гибрида русского и сибирского осетра (РОхЛО), выращенного в аквариальной установке.

Материалы и методы

Работу проводили в научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные биотехнологии в аквакультуре» кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» ФГБОУ ВО Вавиловский университет. Во время опыта было исследовано применение комплекса хитозан-β-циклодекстрина заполненного действующим веществом левофлоксацин на убойные показатели и индексы внутренних органов гибридных особей осетровых рыб. Исследуемые комплексы β-циклодекстринов были синтезированы и предоставлены кафедрой «Химическая энзимология» МГУ им. М.В. Ломоносова.

В процессе опыта исследовали массы: убойную; кожи; головы и плавников; хрящевой ткани; мышечной ткани; сердца; печени; желудка; кишечника; жабр, слизи, крови и др. внутренних органов, а также длину рыбы (*Технология переработки рыбы и гидробионтов: метод. рекомендации к выполнению лабораторных работ / сост. Н. Ю. Сарбатова,*

Н. Н. Забашта, А. А. Нестеренко. Краснодар: КубГАУ, 2020. 118 с.). Рассчитали индексы внутренних органов и коэффициент упитанности по Фультону на 8 и 14 сутки приема антибактериального препарата в различной дозировке.

Данный показатель характеризует упитанность, «мясисость» рыб. Упитанность характеризуется соотношением мяса и массы тела и содержанием жира в нем к длине тела в кубе или массы тела к его

объему. Для определения упитанности используют формулу Фультона:

$$K = \frac{p \cdot 100}{L^3},$$

где p – масса рыбы с внутренностями, г;

L – длина всей рыбы, см

Были сформированы пять подопытных групп по принципу пар-аналогов по 10 особей в каждой. Средняя масса рыбы в начале эксперимента составила от 240,0 до 246,0 г (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Состояние рыбы	Тип кормления
контрольная-1	травмирована	Основной рацион качественный корм (ОР)
контрольная-2	травмирована	Основной рацион некачественный корм (ОРН)
1-опытная	травмирована и получает лечение	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрина с 20 % левофлоксацина
2-опытная	травмирована и получает лечение	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрина с 15 % левофлоксацина
3-опытная	травмирована и получает лечение	ОР + комплекс хитозан-β-циклодекстрина с 10 % левофлоксацина

Чтобы получить достоверный эффект от введения комплексов хитозан-β-циклодекстринов в течение 10 дней до начала опыта, рыбу кормили комбикормом с истекшим сроком хранения, с перекисным числом $24,68 \pm 2,22$ (ОРН), что предполагало модельное нарушение пищеварения. Сбалансированный по питательным веществам основной рацион (качественный корм) имел в своем составе: 46 % – сырого протеина, 17 % – сырого жира, 8 % – сырой золы, 1,9 % – сырой клетчатки.

Для травмирования рыбам всех подопытных групп наносили скальпелем порезы мускулатуры в районе спинного плавника длиной 2,0 см, глубиной 1,0 см. Исследуемые вещества вносили в корм и

интенсивно перемешивали в течение 5 минут для равномерного распределения.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием Microsoft Excel 2007 (Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.). При обработке использовали: среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической, среднее квадратическое отклонение, выборку. Достоверность различий выборок оценивали по критерию Стьюдента. Пороги достоверности (* $P \geq 0,95$, ** $P \geq 0,99$, *** $P \geq 0,999$).

Результаты

Информация по убойной массе подопытных групп на 8 и 14 сутки отражены на рисунке 1.

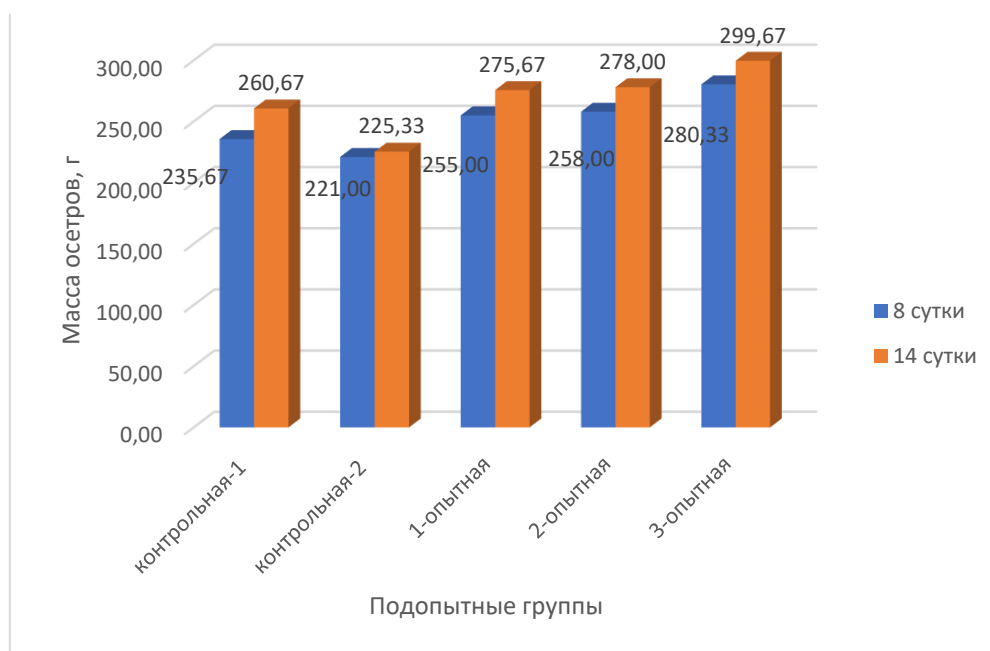


Рис. 1. Информация по убойной массе подопытных групп

Перед началом опыта предубойная масса в контрольных группах соответствовала значениям средней живой массы особей в группах. Средняя живая масса одной особи в 1-й контрольной $240,0 \pm 0,70$ г, во 2-й контрольной $240,0 \pm 0,75$ г, в 1-й опытной $245,0 \pm 0,68^{***}$ г, во 2-й опытной $240,0 \pm 0,72$ г, в 3-й опытной $246,0 \pm 0,77^{***}$ г.

4.2.6. Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство (биологические науки)

Максимальную предубойную массу отмечали у гибридов из 3-й опытной группы – $299,67 \pm 11,8$ г (** $P \geq 0,99$), что на 39,0 г больше, чем у рыб 1-й контрольной и на 74,3 г больше особей из 2-й контрольной группы.

У рыб 1-й контрольной группы средняя длина тела составила $38,67 \pm 1,47$ см, а рыб у 2-й контрольной группы – $38,33 \pm 0,41$ см (* $P \geq 0,95$). Из опытных групп максимальная длина рыбы отмечена у особей из 1-й группы, а коэффициент упитанности по Фультону у осетров из 3-ей опытной группы. Соотношение массы тела к биологической длине в кубе

показывает, что осетры 1-й контрольной группы имеют коэффициент упитанности 0,420, у особей 2-й группы он несколько меньше – 0,392, что свидетельствует о большей упитанности рыб, получавших корм хорошего качества.

Относительный вес внутренних органов свидетельствует о физиологическом состоянии организма в целом в различных условиях обитания.

Информацию по средней массе частей тела, внутренних органов и тканей подопытных осетров демонстрирует рисунок 2.

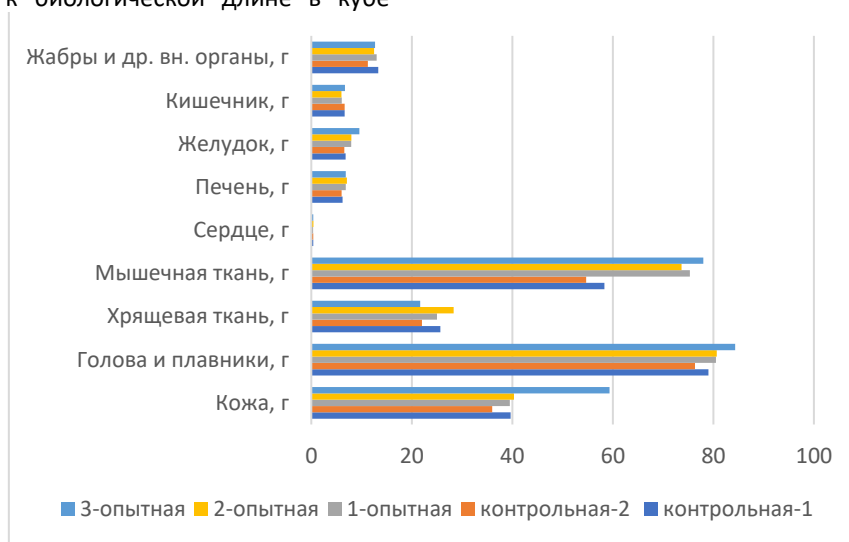


Рис. 2. Средняя масса частей тела, внутренних органов и тканей на 8 сутки

Максимальную массу мышечной ткани имеют осетры из 3-й опытной группы, что на 19,67 г больше, чем в 1-й контрольной группе и на 23,33 г выше, чем во 2-й контрольной группе, травмированных, но не получавших лечение. Подобная

тенденция прослеживается по массе кожи, головы и плавников, желудку и кишечнику.

На рисунке 3 представлена информация по индексу внутренних органов на 8 сутки.

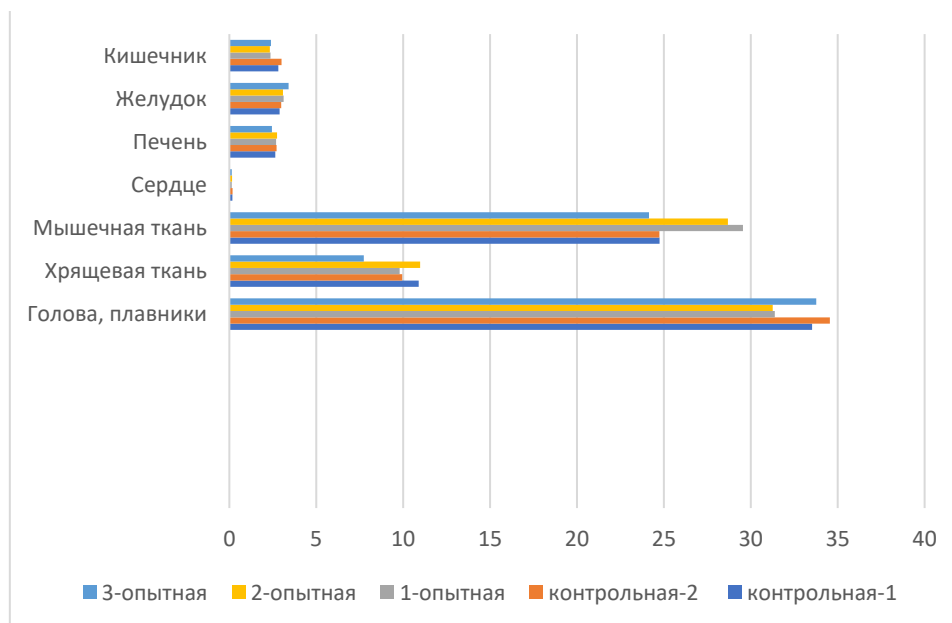


Рис. 3. Индексы частей тела, внутренних органов и тканей на 8 сутки (%)

Масса кожи от живой массы рыбы в опытных группах составила от 15,49 % до 21,17 %, в

контрольных группах в среднем 16 %. На массу головы и плавников, от массы всей рыбы во всех

подопытных группах приходилось от 31,26 % до 34,55 %, в контрольных группах соответственно от 33,53 % до 34,55 %. Наибольшую массу мышечной ткани в процентном соотношении отмечали у рыб 1-й опытной группы – 29,55 %, во всех остальных группах этот показатель был ниже, для 1-й контрольной

- 24,75 %, для 2-й контрольной – 24,74 %, для 2-й опытной – 28,68 %, для 3-й опытной – 27,82 %.

Данные о средней массе частей тела, внутренних органов и тканей подопытных осетров на 14 сутки представлены на рисунке 4.

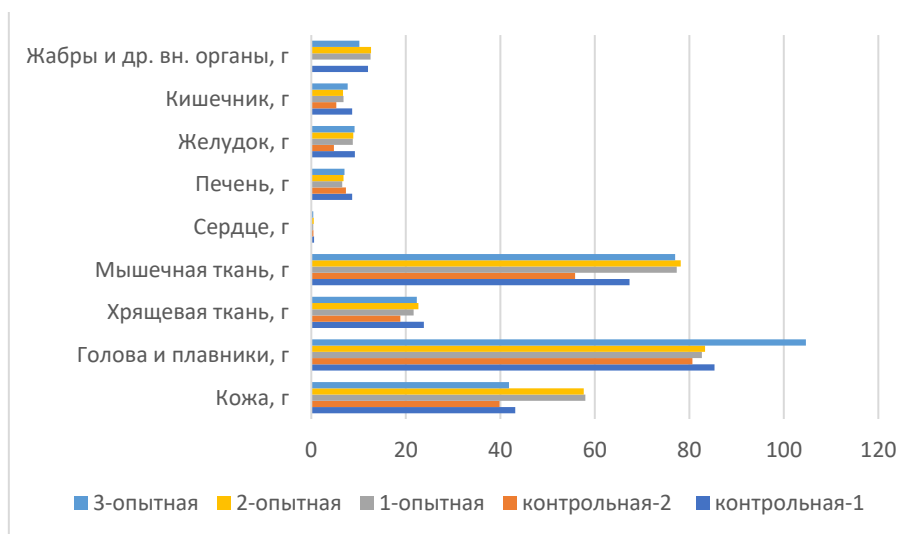


Рис. 4. Средняя масса частей тела, внутренних органов и тканей на 14 сутки

Однако, при этом по массе кожи осетры из 3-й группы более, чем на 16,0 г уступают гидробионтам из 1-й опытной группы, по массе хрящевой ткани особям из 2-й опытной группы на 0,34 г, им же уступают и по массе мышц на 1,17 г.

Относительное количество мышечной ткани у рыб опытных групп достаточно постоянно от 77,00 до 78,17 г.

По коэффициенту упитанности выделяются особи из 1-й опытной группы, этот показатель на 0,069 выше, чем в 1-й контрольной и на 0,114 выше, чем во 2-й контрольной группах.

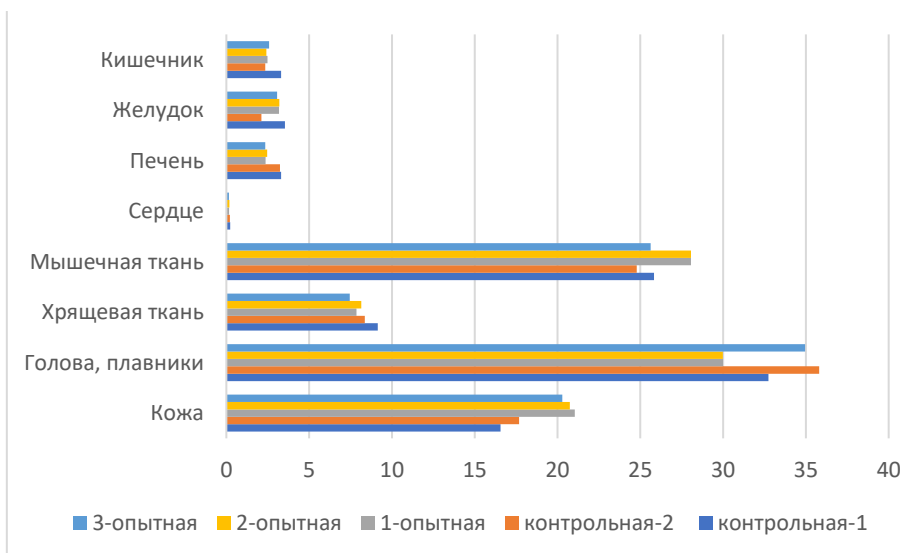


Рис. 5. Индексы частей тела, внутренних органов и тканей на 14 сутки (%)

На 14 сутки по индексу мышечной ткани отмечено превосходство у особей из 1-й опытной группы, которые превысили значения 1-й контрольной группы на 4,48 и 2-й контрольной группы на 3,36 % (рис. 5).

Отдельное внимание необходимо обратить на индекс печени, поскольку кормление

некачественным кормом и прием антибиотиков негативно сказывается на этом органе. Индекс печени служит общим показателем обеспеченности организма пищей, параметром напряженности энергетического обмена, а также токсичности окружающей среды для организма [9]. На 8-е сутки самые высокие значения индекса печени наблюдали у особей

2-й контрольной и 2-й опытной групп – 2,72 и 2,74, по сравнению с данными по гепатосоматическому индексу 1-й контрольной группы. На 14-сутки действие антибиотика снижается и по сравнению с 1-й контрольной группой значения индекса печени у опытных групп уменьшились на 0,94; 0,85; 0,96 соответственно.

Обсуждение

Технологиям выращивания различных видов осетровых с использованием индустриальных технологий посвящены работы многих исследователей и все они сходятся во мнении, что на убойные показатели рыб оказывают влияние следующие виды рыбы, технология содержания, применяемые комбикорма и биологически активные добавки [10-17].

Согласно Исследованиям Мирошниковой Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., совместное включение наночастиц железа и биодобавок и пробиотика зарекомендовало себя положительно, их добавление в корм способствует росту и развитию рыб, улучшению обменных процессов в организме [19].

Убойные показатели и индексы внутренних органов оказались выше у 3-й опытной группы на 14 сутки по сравнению с 8 сутками и по сравнению с особями из контрольных групп. Вероятно, это связано с ростом и развитием самих гидробионтов, а также с применением циклодекстринового комплекса с 10 % левофлоксацина.

Литература

1. Использование индустриальных методов выращивания осетровых рыб в условиях Дагестана / М. А. Мамаев., М. М. Шихшабеков, Н. И. Рабазанов и др. // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. 2017. №1. С.67-74.
2. Использование мини УЗВ в практической подготовке специалистов индустриальной аквакультуры / В. П. Кулаченко, И. В. Кулаченко, Р. А. Исаев и др. // Рыбное хозяйство. 2015- №4. С.14-18.
3. Сковорода Е. Г., Павлова Я. В. Сравнительная морфологическая характеристика стерляди из разных аквакультурных популяций // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. № 4(40). С. 18-24.
4. Волкова, А. Ю., Хуобонен М. Э. Результаты выращивания двухлеток ленского осетра при использовании кормов "Rehuraio", "Correns", "Гидрокорм" // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2008. № 5. С. 35-37. EDN VJPMR.
5. Волкова А. Ю., Хуобонен М. Э. Оценка морфометрических и рыбоводно-биологических показателей сибирского осетра (ACIPENSERBAERII BRANDT) ленской популяции при выращивании в условиях крайнего севера // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного Технического Университета. Т. 22. №2. 2019. С.243-248.
6. Яковлев В. П., Литовченко К. В. Левофлоксацин - новый антимикробный препарат группы фторхинолонов // Инфекция и антимикробная терапия. 2001. Т.3. №5. С. 132–140.
7. Скурдина А. А., Данилов, М. Р., Ле-дейген, И. М., Кудряшова, Е. В. Комплексы моксифлоксацина с полимерными наночастицами сульфобутилового эфира β-циклодекстрина. синтез и физико-химические свойства // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2018. №4. С. 305-312.
8. Григорьева М. В. Полимерные системы с контролируемым высвобождением биологически активных соединений // Biotechnol. acta. 2011. №2. С. 10-23.
9. Мурадова Л. В., Сиротина М. В. Мониторинг состояния популяции карася серебряного (Carassius gibelio) озера Каменик Костромской области // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. № 2-1. С.150-154.
10. Свирский В. Г., Скирин В. И. Морфологическая характеристика амурского (Acipenser schrenckii), сибирского (Acipenser baerii) осетров и гибридов первого поколения (амурский осетр х сибирский осетр, сибирский осетр х амурский осетр) // Известия ТИНРО. 2007. Т.150. С.317-327.
11. Аламдари Х., Пономарёв С. В. Использование пробиотических препаратов при кормлении осетровых рыб: результаты испытания при температуре воды ниже оптимально // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С.133-140.

Заключение

По результатам убоя гибридных особей осетровых рыб можно отметить, что на 14 сутки убойная масса подопытной рыбы закономерно превосходила данный показатель на 8 сутки у 1-й контрольной на 25,00 г, у 2-й контрольной- на 4,33 г, у 1-й опытной- на 20,67 г, у 2-й опытной - на 20,00 г, у 3-й опытной группы - на 19,34 г. Причем лидерство отмечается у рыб 3-й опытной группы на 39,00 г по сравнению с 1-й контрольной группой на 14-е сутки. Проводя оценку физиологического состояния гибридных особей, было обнаружено, что все индексы внутренних органов находились в пределах нормы. Так на 14-е сутки самые высокие значения индекса печени из опытных групп принадлежат особям 2-й опытной группы и его значение составляет 2,46, в двух других группах его величина несколько ниже. Однако, по сравнению с 1-й контрольной группой значение индекса печени у 2-й опытной группы ниже на 0,85 по сравнению со 2-й контрольной на 0,78 соответственно.

Полученные результаты расширяют сведения о выращивании осетровых рыб в индустриальных условиях с использованием полимерных систем для доставки антибиотика фторхинолонового ряда. Значения убойных показателей подтверждают, что использование данного комплекса хитозан-β-циклодекстрин с 10 % левофлоксацина не вызывает патологических отклонений в организме гидробионтов.

12. Алымов Ю. В., Кокоза А. А., Загребина О. Н. Результаты выращивания молоди русского осетра на кормах разных производителей // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2015. № 1-2. С. 61-65.
13. Астафьева С. С., Лозовский А. Р. Физиологическое состояние организма гибрида русский осетр × сибирский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*) после зимовки в садках в дельте Волги // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. № 3 (182). С. 60-69.
14. Басонов О. А., Станковская Т. П., Судакова А. В. Зоогигиенические условия содержания и кормления осетровых в промышленных условиях // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3(31). С. 24-28
15. Вятчин В. В., Пономарев С. В. Сравнительные показатели основных характеристик и компонентов продукционных кормов импортного и отечественного производства // Наука и практика в XXI веке: межвузовский сборник научных трудов, Астрахань, 15 ноября 2020 года. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2020. С. 105-109.
16. Рыбоводно-биохимическая оценка гибрида русский + ленский осетр в условиях Чиркейского водохранилища / Ф. М. Магомаев, И. К. Газимагомедова, Д. Н. Магомедгаджиева и др. // Вестник Дагестанского Государственного университета. 2013. № 6. С. 162-167.
17. Мибуро З., Ахмеджанова А.Б. Сравнительная оценка морфофизиологических показателей производителей и потомства русского осетра и его гибридных форм с сибирским видом // Материалы 62-ой Международной научной конференции Астраханского Государственного Технического Университета. Астрахань, 2018. С.262.
18. Поддубная И. В., Васильев А. А., Сучков В. В. Эффективность выращивания гибридов осетровых рыб с использованием в рационе биологически активных веществ // Аграрный научный журнал. 2022. № 2. С. 50-53. doi: 10.28983/asj.y2022i2pp50-53
19. Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Киякова Ю. В. Оценка эффективности применения наночастиц железа и биодобавок в кормлении карпа // Аграрный научный журнал. 2018. №9. С.34-36.

References

1. Use of industrial methods of sturgeon rearing in Dagestan / M. A. Mammaev, M. M. Shikhshabekov, N. I. Rabazanov et al. // Vestnik of Dagestan State University. Series 1: Natural Sciences. 2017. No. 1. P. 67-74.
2. Use of mini RAS in practical training of industrial aquaculture specialists / V. P. Kulachenko, I. V. Kulachenko, R. A. Isaev et al. // Fisheries. 2015- No. 4. P. 14-18.
3. Skvortsova E. G., Pavlova Ya. V. Comparative morphological characteristics of sterlet from different aquaculture populations // Vestnik of the AIC of the Upper Volga region. 2017. No. 4 (40). P. 18-24.
4. Volkova, A. Yu., Khuobonen M. E. Results of rearing two-year-old Lena sturgeon using such feeds as "Rehuraio", "Coppens", "Gidrokorm" // Fish farming and fish industry. 2008. No. 5. P. 35-37. - EDN VJPMPR.
5. Volkova A. Yu., Khuobonen M. E. Evaluation of morphometric and fish-farming-biological parameters of the Siberian sturgeon (*ACIPENSERBAERIIBRANDT*) of the Lena population when rearing in the conditions of the far north // Vestnik of Murmansk State Technical University. Works of Murmansk State Technical University. Vol. 22. No. 2. 2019. P. 243-248.
6. Yakovlev V. P., Litovchenko K. V. Levofloxacin - a new antimicrobial drug of the fluoroquinolone group // Infection and antimicrobial therapy. 2001. Vol. 3. No. 5. P. 132-140.
7. Skuredina, A. A., Danilov, M. R., Le-deigen, I. M., Kudryashova, E. V. Moxifloxacin complexes with polymeric nanoparticles of sulfoethyl ether β -cyclodextrin. synthesis and physicochemical properties // Vestnik of Moscow University. Series 2. Chemistry. 2018. No. 4. P. 305-312.
8. Grigorieva M. V. Polymer systems with controlled release of biologically active compounds // Biotechnol. acta. 2011. No. 2. P. 10-23.
9. Muradova, L. V., Sirotnina, M. V. Monitoring the state of the population of silver crucian carp (*Carassius gibelio*) of Lake Kamenik, Kostroma Region // Vestnik of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2016. No. 2-1. P. 150-154.
10. Svirsky V. G., Skirin V. I. Morphological characteristics of Amur (*Acipenser schrenckii*), Siberian (*Acipenser baerii*) sturgeons and first-generation hybrids (Amur sturgeon x Siberian sturgeon, Siberian sturgeon x Amur sturgeon) // Vestnik of Pacific branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography. 2007. Vol. 150. P. 317-327.
11. Alamdari Kh., Ponomarev S. V. Use of probiotic preparations in feeding sturgeon fish: test results at water temperatures below optimal // Vestnik of ASTU. Series: Fisheries. 2013. No. 3. P. 133-140.
12. Alymov Yu. V., Kokoza A. A., Zagrebina O. N. Results of rearing young Russian sturgeon on feeds from different manufacturers // Fish farming and fish industry. 2015. No. 1-2. P. 61-65.
13. Astafieva S. S., Lozovsky A. R. Physiological state of the body of the hybrid Russian sturgeon × Siberian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*) after wintering in cages in the Volga Delta // Fish farming and fish industry. 2021. No. 3 (182). P. 60-69.
14. Basonov O. A., Stankovskaya T. P., Sudakova A. V. Zoohygienic conditions for keeping and feeding sturgeons in industrial conditions // Vestnik of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 2021. No. 3(31). P. 24-28

15. Vyatchin V. V., Ponomarev S. V. Comparative parametres of the main characteristics and components of imported and domestically produced feed // Science and practice in the 21st century: interuniversity collection of scientific papers, Astrakhan, November 15, 2020. Astrakhan: Publishing house "Astrakhan University", 2020. P. 105-109.
16. Fish farming and biochemical assessment of the Russian + Lena sturgeon hybrid in the conditions of the Chirkey reservoir / F. M. Magomaev, I. K. Gazimagomedova, D. N. Magomedgadzhieva, et al. // Vestnik of Dagestan State University. 2013. No. 6. P. 162-167.
17. Miburo Z., Akhmedzhanova A. B. Comparative assessment of morphophysiological parameters of producers and offspring of Russian sturgeon and its hybrid forms with the Siberian species // Proceedings of the 62nd International Scientific Conference of Astrakhan State Technical University. Astrakhan, 2018. P.262.
18. Poddubnaya I. V., Vasiliev A. A., Suchkov V. V. Efficiency of rearing sturgeon hybrids using biologically active substances in the diet // Agrarian Scientific Journal. 2022. No. 2. P.50-53. doi: 10.28983/asj.y2022i2pp50-53
19. Miroshnikova E. P., Arinzhanov A. E., Kilyakova Yu. V. Evaluation of the efficiency of using iron nanoparticles and bioadditives in carp feeding // Agrarian scientific journal. 2018. No. 9. P. 34-36.