

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГИБРИДА ОСЕТРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ДОЗ ФТОРХИНОЛОНА, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЦИКЛОДЕКСТРИНОВЫЙ КОМПЛЕКС С ЭНТЕРОСГЕЛЕМ

Поддубная И.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Руднева О.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Гуркина О.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Зименс Ю.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
тел.: 88452233292, kozak510@sgau.ru

**ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»**

***Ключевые слова:** гибрид осетра, кормление, комбикорм, антибиотик, β -циклодекстрин, энтеросгель, гематологические показатели, соматические индексы органов*

В статье представлены результаты исследования некоторых физиологических показателей гибрида русского и сибирского осетра при пероральном введении с комбикормом профилактических доз левофлоксацина 10 и 15 %, антибиотика фторхинолонового ряда, включенного в комплекс энтеросгель- β -циклодекстрин для определения темпа роста, состояния внутренних органов и биохимических показателей крови.

Выявлено увеличение средней массы осетров опытной группы, которой вводилось 10 % левофлоксацина, абсолютный прирост одной особи в этой группе составил 43,1 г., по относительному и среднесуточному приросту осетры этой группы также превышали контроль на 3,3 % и 0,56 г. По ряду биохимических показателей крови (общий и прямой билирубин, аминотрансферазы, общий белок, глюкоза, кальций и фосфор) на всем протяжении опыта опытные группы имели значения ниже или на уровне цифр 1-й контрольной группы. Соматические индексы мышечной ткани были выше у опытных групп, а гепатосоматический и кардиосоматический индексы были на уровне

контрольных цифр. Коэффициент Фультон к концу опыта у особей 2-й опытной группы был самым высоким – 0,304.

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

Введение. В настоящее время быстрыми темпами развиваются современные биотехнологии по использованию наночастиц различной природы в рыбоводстве. Для повышения рыбопродуктивности используют биологически активные добавки хелатных форм металлов (железа, кобальта, меди), на основе наночастиц, обладающих высокой способностью влиять на активность ферментов, эффективно противостоять влиянию патогенной и условно-патогенной флоры за счёт активизации защитных иммунных функций [1, 2, 3, 4], а также по использованию наночастиц в качестве доставки лекарственных и профилактических препаратов организм животных. Для доставки лекарств могут применяться разнообразные типы наночастиц: липосомы, мицеллы, дендримеры, супермолекулы, нанокристаллы и другие [5]. Изучаются возможности использования производных комплексов циклодекстринов для повышения биодоступности лекарственных и профилактических веществ, изменяя в лучшую сторону их свойства по растворимости, стабильности, органолептике [6]. Циклодекстрины, имея форму «тора» с гидрофобной внутренней поверхностью легко удерживают молекулы различных веществ, предотвращая их от биоразложения. Сочетание циклодекстриновых носителей с различными полимерами с большим количеством ковалентных внутримолекулярных связей может обуславливать изменение свойств препарата по сравнению с простым комплексом лекарство-циклодекстрин. В качестве возможного компонента такого комплекса выступает энтеросгель, который характеризуется хорошей водорастворимостью, биосовместимостью и биоразлагаемостью, антимикробной активностью [7].

Материалы и методы исследований. Для проведения исследований непосредственно перед применением корм смешивали с комплексом энтеросгель-β-циклодекстрин согласно запланированным нормам и кратности кормления. Было отобрано 40 особей гибрида

русского и сибирского осетра средней массой 241-243 г и распределены на 4 группы в 4 аквариума. 1-я контрольная группа получала сбалансированный по питательным веществам осетровый корм (ОР), 2-я контрольная группа получала корм с истекшим сроком хранения (ОРН), 1-й опытной группе с основным рационом вводился комплекс энтеросгель-β-циклодекстрин с 15 % левофлоксацина, 2-й опытной группе - комплекс с 10 % левофлоксацина. Все рыбы подопытных групп были помечены подрезанием плавников. На протяжении всего опыта проводилась оценка физиологического состояния рыб, на 8 и 14 сутки рыба взвешивалась и измерялась, оценивались ростовые процессы, рассчитывались приросты определялся коэффициент упитанности по Фультону. Из сердца 3-х особей бралась кровь на сывороточные показатели и далее проводился контрольный убой. Части тела, ткани и внутренние органы взвешивались на аналитических весах, определялась масса и рассчитывались соматические индексы для определения их состояния под влиянием различных доз антибиотика.

Результаты исследований и их обсуждение. Данные опыта по использованию комплекса энтеросгель-β-циклодекстрин, с 15 и 10 % левофлоксацина свидетельствуют об увеличении средней массы осетров 2-й опытной группы, где абсолютный прирост одной особи составил 43,1 г. Относительный прирост показал различия между второй опытной и первой контрольной группой в 3,3 %. Среднесуточный прирост также был выше у рыб 2-й опытной группы на 0,39 г по сравнению с рыбами 1-й контрольной группы (таблица 1).

Результаты гематологических показателей являются первостепенными в оценке физиологического состояния организма рыб.

Таблица 1 – Показатели прироста молоди осетра

Показатель	Группа			
	контрольная-1	контрольная-2	опытная-1	опытная-2
Абсолютный прирост, г	35,3	-	37,6	43,1
Относительный прирост, %	14,6	-	15,5	17,9
Среднесуточный прирост, г	2,52	-	2,69	3,08

Именно они первыми реагируют на изменения окружающей среды, кормления, воздействия различных факторов.

В таблице 2 представлены данные биохимического анализа сыворотки крови гибрида осетра на протяжении опыта (таблица 2).

Таблица 2 – Сывороточные показатели крови на 8 и 14 сутки опыта

Показатель	Ед. измерения	Группа			
		контрольная-1	контрольная-2	1-опытная	2-опытная
Билирубин общий	мкмоль/л	13,63±1,75 15,80±0,15	7,80±0,42* 16,30±1,39	9,17±0,57 14,43±0,80	11,70±1,97 15,57±0,92
Билирубин прямой	мкмоль/л	2,80±0,15 3,73±0,43	1,57±0,42 3,60±0,46	1,70±0,10* 3,07±0,57	2,73±0,23 3,63±0,20
АсТ	ед./л	41,33±2,20 53,40±5,23	36,33±4,67 45,83±5,59	38,13±2,18 41,80±1,60	38,27±5,59 51,07±3,23
АлТ	ед./л	65,27±4,65 67,27±2,66	60,50±5,44 62,07±4,68	46,83±4,28* 57,77±5,83	54,00±3,06 67,23±2,09
Белок общий	г/л	85,47±2,55 86,33±5,51	83,70±4,60 86,63±4,54	77,60±0,80* 76,57±2,75	84,90±3,43 82,47±5,72
Креатинин	мкмоль/л	111,63±4,54 104,00±0,58	124,80±0,76* 103,00±1,15	90,90±0,67* 96,83±0,95**	120,47±0,53 100,30±3,42
Глюкоза	ммоль/л	2,50±0,31 2,97±0,26	2,80±0,44 3,10±0,12	2,97±0,43 2,80±0,10	3,63±0,33 3,07±0,22
Щелочная фосфатаза	ед./л	75,00±4,73 94,43±1,70	75,57±4,09 92,73±1,76	78,13±4,04 67,77±2,77**	90,43±2,61* 75,67±2,60**
Кальций	ммоль/л	3,47±0,32 3,63±0,17	3,73±0,12 3,53±0,27	3,40±0,40 3,70±0,17	3,83±0,03 3,60±0,21
Фосфор	ммоль/л	4,50±0,56 4,40±0,29	4,43±0,17 4,73±0,12	4,13±0,13 4,53±0,23	4,30±0,15 5,07±0,22

* $P \geq 0,95$, ** $P \geq 0,99$, *** $P \geq 0,999$

Примечание. В числителе результат биохимии крови на 8-е сутки опыта, в знаменателе - на 14 сутки опыта.

Концентрация общего и прямого билирубина в 1-й и 2-й опытных группах была ниже контрольных цифр как на 8-е, так и на 14-е сутки. Такая же тенденция сохраняется и по данным анализа печеночных ферментов (АсТ и АлТ). Содержание общего белка у рыб в 1-й и 2-й опытных группах оказалось ниже на 7,87 г/л и 0,57 г/л на 8-е сутки и на 9,76 г/л и на 3,86 г/л на 14-е сутки чем в 1-й контрольной группе.

Самое низкое количество креатинина на всем протяжении опыта наблюдалось в 1-й опытной группе 90,90±0,67 и 96,83±0,95 мкмоль/л ($P \geq 0,99$).

Концентрация глюкозы оказалась самой высокой во 2-й опытной группе на всем протяжении опыта. Щелочная фосфатаза на 8-е сутки во 2-й опытной группе достигла уровня $90,43 \pm 2,61$ ед./л, что на 15,43 ед./л больше, чем в 1-й контрольной группе. но на 14 сутки значения этого показателя достоверно ($P \geq 0,99$) снизились относительно цифр 1-й контрольной группы. Содержание кальция и фосфора в течение всего опыта достоверно не отличались.

Предубойная масса осетров 1 и 2-й опытных групп была выше контрольных групп и составила $254,67 \pm 2,94$ и $255,00 \pm 2,12$ ($P \geq 0,95$). По массе кожи, головы и плавников, массе мышечной ткани опытные группы также превосходили контроль ($P \geq 0,95$). Коэффициент упитанности по Фультону на 8- сутки был самым высоким в 1-й контрольной группе и соответствовал 0,320. 2-я опытная группа лишь на 0,003 отставала от нее по этому показателю. К концу опыта особи этой опытной группы лидировали по коэффициенту Фультона и достигли значения 0,304.

Соматические индексы представляют информацию о состоянии внутренних органов животных.

Наибольший индекс мышечной ткани был у рыб 2-й опытной группы и составил 23,40 и 23,72 на 8-е и 14- сутки опыта, соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Соматические индексы тканей и внутренних органов гибрида осетра на 8 и 14 сутки

Показатель	Группа			
	контрольная-1	контрольная-2	1-опытная	2-опытная
Мышечная ткань	23,20	23,38	23,30	23,40
	20,96	20,23	23,29	23,72
Сердце	0,15	0,15	0,21	0,20
	0,21	0,18	0,16	0,16
Печень	2,28	2,22	2,50	2,59
	3,25	2,75	3,04	3,10
Желудок	2,29	2,17	2,91	2,68
	4,08	3,14	2,26	2,22
Кишечник	2,04	2,06	2,55	2,57
	3,73	2,88	2,62	2,56

Примечание. В числителе данные по соматическим индексам на 8-е сутки опыта, в знаменателе - на 14 сутки опыта.

Гепатосоматический индекс на 8-е сутки несколько увеличивался у рыб 2-й опытной группы, но к концу опыта значения его снизились.

Аналогичная тенденция наблюдается у рыб этой же группы по соматическим индексам сердца, желудка и кишечника.

Заключение. Проведенные исследования показывают, что, наилучшие результаты достигнуты в группе, которой скармливался комплекс с 10 % левофлоксацина, отмечен максимальный абсолютный, относительный и среднесуточный приросты. При исследовании сывороточных показателей крови отмечено повышение показателей креатинина и щелочной фосфатазы к 8 суткам в опытных группах относительно контрольных цифр, что говорит о действии антибиотика и ответной реакции крови. К концу опыта значения этих показателей снижается до уровня 1-й контрольной группы. Контрольный убой показал, что наибольшая предубойная масса и масса мышечной ткани наблюдается в опытной группе, где вводилось 10% левофлоксацина. Гепатосоматический и кардиосоматический индексы примерно были на одном уровне у всех подопытных групп. Коэффициент упитанности по Фультону на 8-сутки опыта был снижен у осетров опытных групп, но к концу опыта коэффициент упитанности у всех опытных групп повышается до уровня 1-го контроля.

Библиографический список:

1. Маленкина К.А. Результаты исследований и рекомендации по использованию добавок микроэлементов в кормлении рыб: органические соединения, хелаты, наночастицы и комплексные препараты (обзор) / К.А. Маленкина, А.Е. Аринжанов // Проблемы биологии продуктивных животных. -2024. - №1. – С. 27-49.

2. Shiau S.Y. Ferric citrate is half as effective as ferrous sulfate in meeting the iron requirement of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. / S.Y. Shiau, L.W. Su // J. Nutr. 2003. - Vol. 133. - nr 2. - P. 483-488.

3. Аринжанов А.Е. Использование биодобавок и наночастиц железа в кормлении карпа. / А.Е. Аринжанов // Вестник ОГУ. 2015. № 6. С. 44-48.

4. Мирошникова Е.П. Элементный статус рыб при введении в рацион наночастиц железа, ферментных и пробиотических

препаратов. / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова // Микроэлементы в медицине. 2021. - Т. 22. - № 1. - С. 15-16.

5. Жданок С.А. Нанотехнологии в агропромышленном комплексе: монография / С.А. Жданок, З.М. Ильина, Н.К. Толочко; под ред. Н.К. Толочко. – Минск: БГАТУ. – 2012. – 172 с.

6. Шипилов Д.А. Синтез монокатионных производных β - циклодекстрина / Д.А. Шипилов, Г.И. Курочкина, И.И. Левина [и др.] // Журнал органической химии. – 2017. – Т. 53, № 2. – С. 290-294.

7. Нагорная Н.В. Детоксикационные свойства и клиническая эффективность энтеросорбента Энтеросгель в комплексном лечении различных заболеваний у детей / Н.В. Нагорная, А.В. Дубовая // Здоровье ребенка - 2010. -№3(24). – С. 65–70.

PHYSIOLOGICAL STATE OF STURGEON HYBRID USING PREVENTIVE DOSES OF FLUOROQUINOLONE INCLUDED IN THE CYCLODEXTRIN COMPLEX WITH ENTEROSGEL IN THE DIET

Poddubnaya I.V., Rudneva O.N., Gurkina O.A., Zimens Yu.N.

Keywords: *hybrid sturgeon, feeding, compound feed, antibiotic, β -cyclodextrin, enterosgel, hematological indices, somatic organ indices*

The article presents the results of a study of some physiological indices of a hybrid of Russian and Siberian sturgeon with oral administration with compound feed of prophylactic doses of levofloxacin 10 and 15%, a fluoroquinolone antibiotic included in the enterosgel- β -cyclodextrin complex to determine the growth rate, the state of internal organs and biochemical blood indices.

An increase in the average weight of sturgeons in the experimental group administered 10% levofloxacin was revealed, the absolute gain of one individual in this group was 43.1 g, in terms of relative and average daily gain, sturgeons in this group also exceeded the control by 3.3% and 0.56 g. According to a number of biochemical blood parameters (total and direct bilirubin, aminotransferases, total protein, glucose, calcium and phosphorus), throughout the experiment, the experimental groups had values below or at the level of the 1st control group. Somatic indices of muscle tissue

were higher in the experimental groups, and the hepatosomatic and cardiosomatic indices were at the level of the control figures. The Fulton coefficient by the end of the experiment in individuals of the 2nd experimental group was the highest - 0.304.

The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 24-26-00061, <https://rscf.ru/project/24-26-00061/>