

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF HYDROCOLE

Научная статья
УДК 597.42
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-77-84>
EDN PDQLKU

Влияние иммобилизованной формы пробиотического препарата «Экофлор» на показатели неспецифического гуморального иммунитета осетровых рыб

А. Д. Жандалгарова^{1✉}, Д. В. Микряков², Ю. А. Сергина³,
А. А. Бахарева⁴, Ю. Н. Грозеску⁵, А. Н. Неваленный⁶, В. И. Никипелов⁷

^{1, 3-6} Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, zhandalgarova@mail.ru✉

² Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук,
п. Борок, Ярославская обл., Россия

^{4, 5} Филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
в Ташкентской области Республики Узбекистан,
Ташкент, Республика Узбекистан

⁷ Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста,
Подольск, Московская обл., Россия

Аннотация. В настоящее время в связи с интенсивным развитием аквакультуры повысился интерес к изучению иммунной системы и иммунного ответа у рыб. При выращивании рыб в аквакультуре условия их содержания должны способствовать поддержанию оптимальной активности врожденного иммунитета. Установлено, что иммунитет рыб в большей степени зависит от внешних воздействий, и условия среды обитания представляют собой активные регуляторы иммунореактивности рыб. В настоящее время для повышения и регуляции иммунного гомеостаза рыб в аквакультуре нашли широкое применение различные пробиотические препараты, обладающие способностью корректировать микробиологические и иммунные показатели за счет действия симбионтных микроорганизмов. Представлены сведения о проведении экспериментальных исследований по оценке влияния пробиотического препарата «Экофлор», иммобилизованного на энтеросорбенте, на уровень бактерицидной активности сыворотки крови, количество иммунодефицитных особей, содержание неспецифических иммунных комплексов в сыворотке крови и иммунокомпетентных органах, а также на уровень С-реактивного белка годовиков стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758). Отмечено, что использование пробиотического препарата в экспериментальной дозировке 6 г/кг комбикорма оказывает влияние на показатели неспецифического гуморального иммунитета. Так, стерлядь, выращенная на комбикормах с указанной нормой ввода препарата, характеризуется повышенным уровнем бактерицидной активности сыворотки крови – 98 % – и отсутствием иммунодефицитных особей – 0 %. Кроме того, данная дозировка способствует снижению концентрации неспецифических иммунных комплексов в сыворотке крови до $2,25 \pm 1,65$ и иммунокомпетентных органах годовиков стерляди: в печени и селезенке до $0,06 \pm 0,02$ и $0,30 \pm 0,30$ соответственно. Результаты анализа уровня С-реактивного белка указывают на то, что данный препарат не вызывает воспалительных реакций в организме рыб.

Ключевые слова: аквакультура, стерлядь, пробиотический препарат, энтеросорбент, бактерицидная активность сыворотки крови, иммунодефицитные особи, иммунные комплексы, С-реактивный белок

Для цитирования: Жандалгарова А. Д., Микряков Д. В., Сергина Ю. А., Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., Нева-
ленный А. Н., Никипелов В. И. Влияние иммобилизованной формы пробиотического препарата «Экофлор» на по-
казатели неспецифического гуморального иммунитета осетровых рыб // Вестник Астраханского государственного
технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 77–84. [https://doi.org/10.24143/2073-5529-
2023-2-77-84](https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-77-84). EDN PDQLKU.

Original article

Influence of immobilized form of probiotic preparation Ecoflor on indicators of non-specific humoral immunity of sturgeons

A. D. Zhandalgarova^{1✉}, D. V. Mikryakov², Yu. A. Sergina³,
A. A. Bakhareva⁴, Yu. N. Grozesku⁵, A. N. Nevalenny⁶, V. I. Nikipelov⁷

^{1, 3-6}Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, zhandalgarova@mail.ru✉

²Papanin Institute of Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences,
Borok, Yaroslavl region, Russia

^{4, 5}Branch of Astrakhan State Technical University in the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, Republic of Uzbekistan

⁷Federal Research Center of Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst,
Podolsk, Moscow Oblast, Russia

Abstract. Currently, due to the intensive development of aquaculture, interest in the study of the immune system and immune response in fish has increased. When growing fish in aquaculture, the conditions of their maintenance should contribute to maintaining the optimal activity of innate immunity. It has been established that the immunity of fish is more dependent on external influences, and environmental conditions are active regulators of fish immunoreactivity. Currently, various probiotic preparations with the ability to correct microbiological and immune parameters due to the action of symbiotic microorganisms have been widely used in aquaculture to increase and regulate the immune homeostasis of fish. Information is presented on the conduct of experimental studies to assess the effect of the probiotic drug “Ecoflor”, immobilized on enterosorbent, on the level of bactericidal activity of blood serum, the number of immunodeficient individuals, the content of nonspecific immune complexes in blood serum and immunocompetent organs, as well as on the level of C-reactive protein of sterlet yearlings (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758). It is noted that the use of a probiotic drug in an experimental dosage of 6 g/kg of compound feed has an effect on the indicators of nonspecific humoral immunity. Thus, sterlet grown on compound feeds with the specified rate of drug administration is characterized by an increased level of bactericidal activity of blood serum – 98% and the absence of immunodeficiency – 0%. In addition, this dosage helps to reduce the concentration of nonspecific immune complexes in the blood serum to 2.25 ± 1.65 and immunocompetent organs of sterlet yearlings: in the liver and spleen to 0.06 ± 0.02 and 0.30 ± 0.30 , respectively. The results of the analysis of the level of C-reactive protein indicate that this drug does not cause inflammatory reactions in the body of fish.

Keywords: aquaculture, sterlet, probiotic, enterosorbent, bactericidal activity of blood serum, immunodeficient species, immune complexes, C-reactive protein

For citation: Zhandalgarova A. D., Mikryakov D. V., Sergina Yu. A., Bakhareva A. A., Grozesku Yu. N., Nevalenny A. N., Nikipelov V. I. Influence of immobilized form of probiotic preparation Ecoflor on indicators of non-specific humoral immunity of sturgeons. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry*. 2023;2:77-84. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-77-84>. EDN PDQLKU.

Введение

Известно, что нормальная микрофлора пищеварительного канала играет важную роль в поддержании здоровья организма хозяина, принимая активное участие в различных метаболических процессах, а также в формировании и функционировании иммунной системы и в обеспечении противoinфекционной защиты [1]. В последние годы накоплено большое количество данных о роли микробиоты желудочно-кишечного тракта в функционировании иммунной системы и поддержании иммунного гомеостаза, однако по-прежнему вопрос о возможности использования различных пробиотических препаратов для модуляции иммунного ответа является актуальным. Пробиотики различного состава и раз-

ных производителей отличаются как пробиотическим, так и иммуностимулирующим эффектом. Между их способностью восстанавливать расстройства микробиоты и их иммуномодулирующей активностью не всегда существует прямая связь.

В состав ряда пробиотиков, кроме симбионтных бактерий, могут входить и дополнительные вещества, в частности энтеросорбенты, в комплексе влияющие в той или иной степени на иммунный ответ. Также эффективность сорбированных пробиотиков обусловлена формой их выпуска, способствующей обеспечению высокой биодоступности и доставке входящих в их состав пробиотических бактерий живыми и в достаточном количестве в необходимые отделы кишечника. В связи с этим использование иммобили-

зованных форм пробиотических препаратов в условиях индустриальной аквакультуры с целью повышения иммунного статуса рыб является актуальным.

Цель исследований – оценить влияние иммобилизованной формы пробиотического препарата «Экофлор» на показатели неспецифического гуморального иммунитета годовиков стерляди.

Материал и методы исследований

Экспериментальные работы проводились на базе лаборатории иммунологии Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук. В качестве объектов исследований выступили годовики стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) средней массой $84,0 \pm 1,76$ г.

Для проведения исследований использовали пробиотический препарат «Экофлор», представляющий собой консорциум штаммов лакто- и бифидобактерий: *B. bifidum*, *B. longum* и *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum*, иммобилизованных на углерод-минеральном сорбенте СУМС-1.

Исследуемые рыбы были разделены на группы: контрольную и 3 опытных. Стерлядь контрольной группы выращивалась с применением продукционных кормов фирмы Sorrens, первой опытной группы – с добавлением в корм пробиотика-энтеросорбента «Экофлор» в дозировке 2 г/кг комбикорма, во второй и третьей группах дозировка пробиотика-энтеросорбента «Экофлор» составляла 4 и 6 г/кг соответственно. Продолжительность эксперимента составила 30 суток. Отбор проб проводили перед началом эксперимента, на 7-е и 14-е сут, а также в конце эксперимента. Для проведения исследований кровь у осетровых рыб отбирали методом отсечения хвостового стебля.

Для оценки влияния пробиотического препарата на энтеросорбенте на неспецифический гуморальный иммунитет осетровых рыб в сыворотке крови исследовали бактерицидную активность (БАСК), количество иммунодефицитных особей (ИМД), со-

держание неспецифических иммунных комплексов (ИК), уровень С-реактивного белка (СРБ). Бактерицидную активность определяли с помощью фотонейтриметрического колориметрирования согласно методике, описанной О. В. Смирновой и Т. А. Кузьминой в [2] и адаптированной для рыб в [3, 4]. В зависимости от уровня БАСК выявляли долю ИМД особей, сыворотка крови которых не угнетала развитие тест-микробов. Содержание ИК устанавливали спектрофотометрически при длине волны 450 нм методом селективной преципитации с 4 % полиэтиленгликолем молекулярной массой 6 000 [5]. Уровень СРБ определяли визуально по реакции агглютинации латекс-реагента с сывороткой крови, используя набор реагентов «СРБ-Ольвекс».

Статистическую обработку результатов исследований проводили согласно общепринятым методам математической обработки с использованием элементов статистического анализа.

Результаты исследований

При иммунологических исследованиях в аквакультуре важную роль играет определение БАСК. Бактерицидная активность сыворотки крови представляет собой интегральный показатель функционального состояния врожденных факторов гуморального иммунитета: систем комплемента, лизоцима, иммуноглобулинов, противомикробных пептидов, лектинов, преципитинов, β -лизуина, пропердина, дефензина и др. [1, 3, 4, 6–8]. В настоящее время в аквакультуре БАСК применяется для оценки последствий влияния токсических и паразитарных агентов на естественную резистентность и иммунный статус рыб [9].

По результатам проведенных исследований установлено, что применение пробиотического препарата на энтеросорбенте «Экофлор» способствовало изменению уровня БАСК в период выращивания (рис. 1).

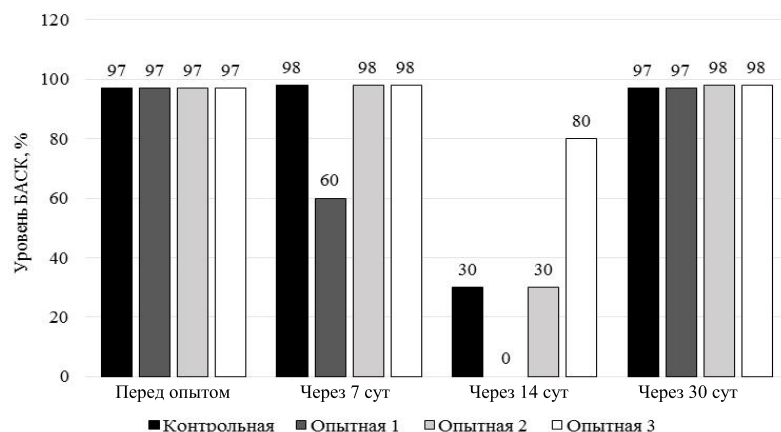


Рис. 1. Уровень БАСК в сыворотке крови годовиков стерляди, выращенной с использованием пробиотического препарата

Fig. 1. BABS level in the blood serum of sterlet yearlings grown using a probiotic preparation

Перед началом экспериментальных работ БАСК годовиков стерляди составляла 97 %. На 7-е сут экспериментального выращивания в контроле во второй (4 г/кг) и третьей (6 г/кг) опытных группах

данный показатель фактически остался неизменным и оставался на достаточно высоком уровне – 98 % при полном отсутствии ИМД особей (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Количество ИМД особей при выращивании стерляди с использованием пробиотика

The number of immunodeficient species in growing sterlet fed with a probiotic

Время эксперимента	Количество ИМД особей, %, по группам			
	контрольная	опытная 1	опытная 2	опытная 3
Перед опытом	0	0	0	0
Через 7 сут	0	40	0	0
Через 14 сут	60	100	60	0
Через 30 сут	0	0	0	0

Стерлядь первой опытной группы, потреблявшая пробиотический препарат «Экофлор» в дозировке 2 г/кг комбикорма, характеризовалась снижением уровня БАСК до 60 %, при этом количество ИМД особей увеличилось до 40 %.

Через 14 сут выращивания обнаружено, что БАСК рыб первой опытной группы составила 0 % при возросшем уровне ИМД особей до 100 %. В контрольной и во второй опытной группах БАСК не превышала 30 %, в то время как уровень ИМД особей вырос до 60 %. В третьей опытной группе БАСК снизилась на 18 %, а количество ИМД особей осталось на прежнем уровне. В конце экспериментальных работ уровень БАСК во всех группах выращивания вырос до 97–98 %, а количество ИМД особей снизилось до 0 %.

Таким образом, по результатам проведенных иммунологических исследований установлено, что основные изменения уровня БАСК произошли на 14-е сут после начала экспериментального кормления. Наиболее значимое снижение данного показателя зафиксировано у годовиков стерляди второй опытной группы, получавших пробиотический препарат «Экофлор» в количестве 4 г/кг комбикорма. Однако необходимо отметить, что на протяжении всего периода экспериментальных исследований высокий уровень БАСК и отсутствие ИМД особей отмечен только у рыб третьей опытной группы, получавшей пробиотический препарат в количестве 6 г/кг комбикорма, что указывает на положительное влияние данной дозировки на неспецифический гуморальный иммунитет.

Известно, что неспецифические иммунные комплексы – это комплексы «антиген – антитело»

и связанные с ними компоненты комплемента, образующиеся в результате взаимодействия с низкомолекулярными чужеродными соединениями (гаптенами, растворимыми антигенами и аутоантигенами). Они играют важную роль в процессах регуляции иммунных реакций, элиминации ксенобиотиков из организма и поддержании иммунологического и биохимического гомеостаза. Клетки крови с помощью компонентов комплемента связывают растворимые ИК и доставляют к макрофагам иммунокомпетентных органов, обеспечивая клиренс крови от ИК. При насыщении организма чужеродными телами происходит избыточное образование ИК вследствие супрессии клиринговой функции клеток фагоцитарной системы [1, 10]. Нарушение этого механизма наблюдается при инфекционных, инвазионных, токсических и аутоиммунных болезнях.

При исследовании содержания неспецифических ИК в сыворотке крови и иммунокомпетентных органах стерляди обнаружены отличия как в разные сроки отбора проб, так и между различными группами рыб, а также тканями и органами.

При изучении уровня ИК в сыворотке крови годовиков стерляди установлено, что в течение первых двух недель экспериментальных работ значимых отличий между различными группами рыб не зафиксировано (рис. 2).

В конце выращивания у стерляди контрольной группы данный показатель значительно увеличился как по сравнению с опытными группами, так и по сравнению с данными до начала эксперимента.

В результате анализа уровня ИК в тканях печени годовиков стерляди обнаружен наиболее высокий уровень неспецифических ИК (рис. 3).

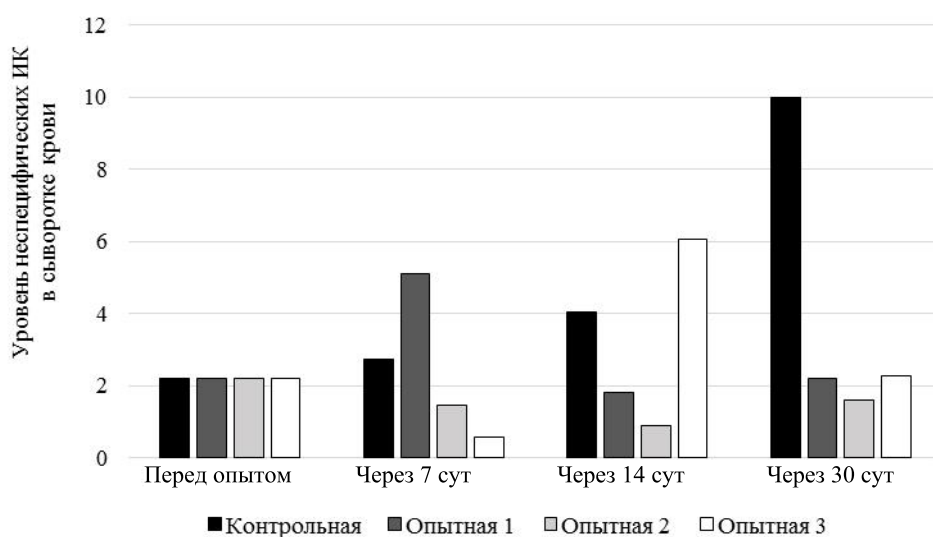


Рис. 2. Уровень неспецифических иммунных комплексов в сыворотке крови стерляди

Fig. 2. Level of nonspecific immune complexes in the sterlet blood serum

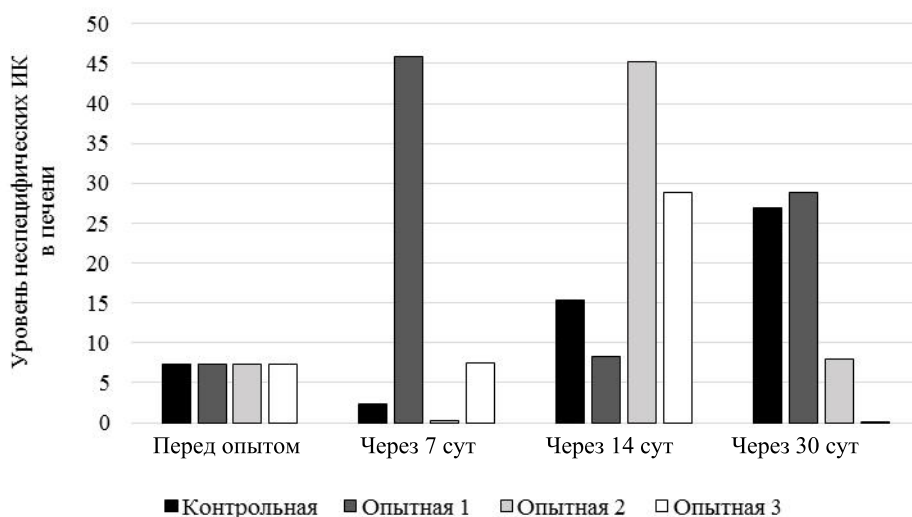


Рис. 3. Уровень неспецифических иммунных комплексов в печени стерляди

Fig. 3. Level of nonspecific immune complexes in the sterlet liver

Через неделю исследований у стерляди первой опытной группы содержание ИК было значительно выше, чем в других вариантах выращивания, и составило $45,80 \pm 14,85$. На 14-е сут произошло повышение показателей ИК до $45,27 \pm 9,97$ во второй опытной группе, выращиваемой с использованием пробиотика в дозировке 4 г/кг комбикорма, что на 66,1 % выше, чем в контрольном варианте выращивания. В конце экспериментальных исследований в третьей опытной группе (при использовании дозировки 6 г/кг) происходит снижение уровня ИК до $0,06 \pm 0,02$.

При изучении влияния пробиотика-энтеросорбента «Экофлор» на уровень ИК в почках годовиков стерляди обнаружено, что в течение всего периода экспериментальных работ данный показатель не претерпевал значительных колебаний и находился в стабильном состоянии (рис. 4).

Установлено, что изменение данного показателя сходно с данными сыворотки крови: отсутствие значимых отличий в первые 14 сут выращивания и более высокий уровень в контрольной группе в конце эксперимента.

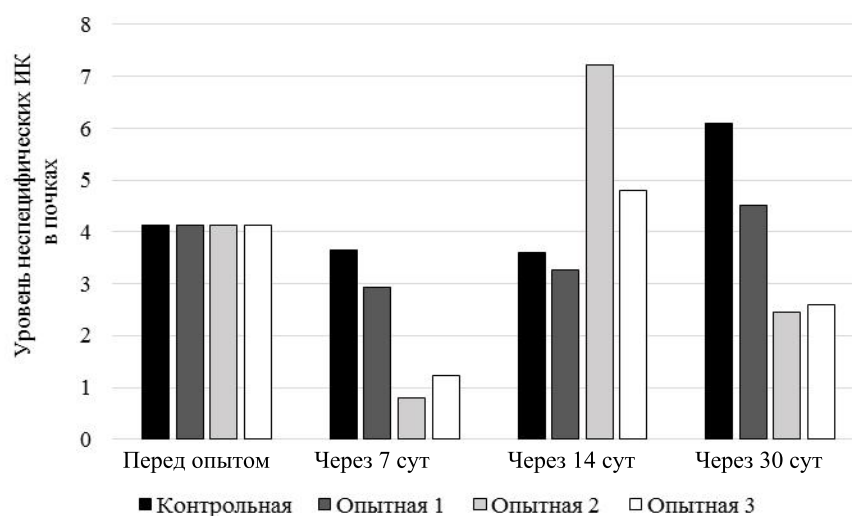


Рис. 4. Уровень неспецифических иммунных комплексов в почках стерляди

Fig. 4. Level of nonspecific immune complexes in the sterlet kidneys

Изучение уровня неспецифических ИК в селезенке стерляди в период выращивания позволило установить, что на 7-е сут произошло повышение данного

показателя в третьей опытной группе (6 г/кг) до $3,30 \pm 1,62$, в то время как в контроле и других опытах показатель не превышал $1,16 \pm 0,55$ (рис. 5).

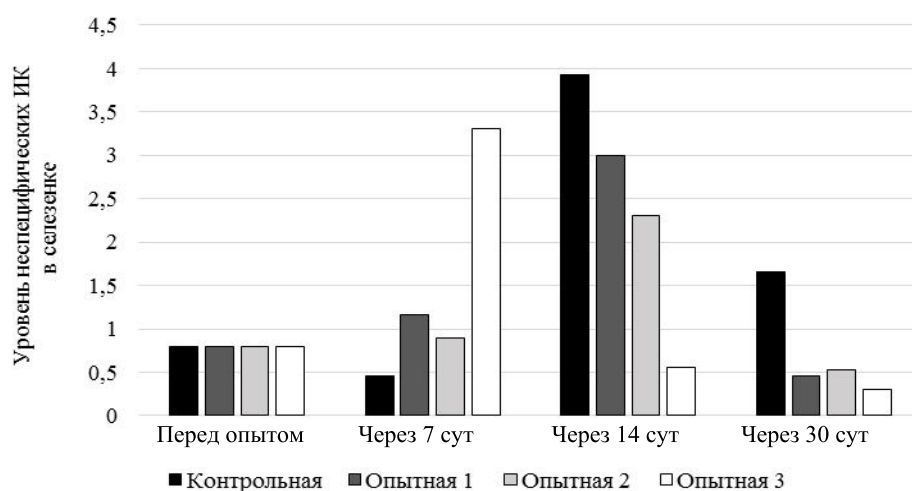


Рис. 5. Уровень неспецифических иммунных комплексов в селезенке стерляди

Fig. 5. Level of nonspecific immune complexes in the sterlet spleen

Достоверные отличия были зафиксированы только на 14-е сут эксперимента. Так, показатель ИК в третьей опытной группе стабилизировался и снизился до $0,56 \pm 0,12$, в то время как контроль характеризовался повышенным значением данного показателя и составил $3,93 \pm 1,67$.

Таким образом, установлено, что более низкие показатели уровня ИК в тканях и органах были характерны для стерляди опытной группы, в корм которой добавляли препарат «Экофлор» в дозировке 6 г/кг. Полученные данные хорошо согласуются с высокими показателями БАСК.

Не менее важным показателем, отражающим уровень неспецифического гуморального иммунитета рыб, является СРБ. Данный показатель является белком острой фазы, наиболее чувствительным лабораторным маркером инфекции, воспаления и тканевого повреждения, уровень которого повышается при воспалительных процессах в организме.

В период проведенных исследований у большинства рыб всех групп выращивания перед началом опытных работ был зафиксирован отрицательный уровень СРБ (менее 6 мг/л) (табл. 2).

Уровень С-реактивного белка годовиков стерляди, выращенной с использованием пробиотического препарата

Level of C-reactive protein of sterlet yearlings grown using a probiotic preparation

Время эксперимента	Уровень СРБ, мг/л, по группам			
	контрольная	опытная 1	опытная 2	опытная 3
Перед опытом	< 6	< 6	< 6	< 6
Через 7 сут	< 6	< 6	< 6	< 6
Через 14 сут	< 6	< 6	< 6	< 6
Через 30 сут	< 6	< 6	6	6

Необходимо отметить, что на 7- и 14-е сут экспериментальных исследований во всех группах уровень СРБ остался на прежнем уровне. На 30-е сут выращивания в контрольной и в первой опытной группах зафиксирован отрицательный уровень СРБ (менее 6 мг/л). Слабоположительный уровень (более 6 мг/л) отмечен только у особей из 2 и 3 опытных групп в конце наблюдений. Полученные данные указывают на то, что данный препарат не вызывал воспалительную реакцию в организме стерляди.

Заключение

По результатам проведенных исследований установлено, что применение пробиотика-энтеросорбента «Экофлор» в составе комбикормов для

осетровых рыб оказывает влияние на показатели неспецифического гуморального иммунитета. Характер влияния различается в зависимости от дозировки препарата. Положительный эффект зафиксирован в опытной группе, потреблявшей комбикорм с препаратом «Экофлор» в дозировке 6 г/кг комбикорма. У данной группы стерляди наблюдались наиболее высокие показатели бактерицидной активности сыворотки крови и отсутствие иммунодефицитных особей на низкий уровень неспецифических иммунных комплексов в сыворотке крови и иммунокомпетентных органах. В группах рыб, получавших более низкую дозировку препарата, отмечено снижение уровня БАСК и наличие ИМД особей, а также более высокий уровень содержания ИК.

Список источников

1. Койхо Р., Саншайн Д., Бенджамини Э. Иммунология: учеб. пособие. М.: Академия, 2008. 368 с.
2. Смирнова О. В., Кузьмина Т. А. Определение бактерицидной активности сыворотки методом нефелометрии // Журн. микробиологии. 1966. № 4. С. 8–11.
3. Микряков В. Р. Закономерности функционирования иммунной системы пресноводных рыб: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во ИЭМиЭЖ АН СССР, 1984. 37 с.
4. Микряков В. Р. Закономерности формирования приобретенного иммунитета у рыб. Рыбинск: Изд-во ИБВВ РАН, 1991. 154 с.
5. Гриневич Ю. А., Алферов А. Н. Определение иммунных комплексов в крови онкологических больных // Лабораторное дело. 1981. № 8. С. 493–496.
6. Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология. М.: Мир, 2000. 592 с.

7. Campoverde C., Milne D. J., Estévez A., Duncan N., Secombes C. J., Andree K. B. Ontogeny and modulation after PAMPs stimulation of β -defensin, hepcidin, and piscidin antimicrobial peptides in meagre (*Argyrosomus regius*) // Fish & Shellfish Immunology. 2017. V. 69. P. 200–210.
8. Van der Marel M. C. Carp mucus and its role in mucosal defense: PhD Thesis, Wageningen University. The Netherlands. 2012. 189 p.
9. Суворова Т. А., Силкина Н. И. Влияние антибактериального и пробиотического препаратов на специфический и неспецифический иммунитет и окислительные процессы в организме рыб // Тр. ИБВВ РАН. 2019. Вып. 87 (90). С. 62–70.
10. Логинов С. И., Смирнов П. Н., Трунов А. Н. Иммунные комплексы у животных и человека: норма и патология. Новосибирск: Изд-во РАСХН. Сиб. отд. ИЭВС и ДВ, 1999. 144 с.

References

1. Koikho R., Sanshain D., Bendzhamini E. *Immunologia: uchebnoe posobie* [Immunology: textbook]. Moscow, Akademiia Publ., 2008. 368 p.
2. Smirnova O. V., Kuz'mina T. A. *Opredelenie bakteritsidnoi aktivnosti syvorotki metodom nefelometrii* [Determination of bactericidal activity of serum by nephelometry]. *Zhurnal mikrobiologii*, 1966, no. 4, pp. 8–11.
3. Mikriakov V. R. *Zakonomernosti funktsionirovaniia immunnoi sistemy presnovodnykh ryb. Avtoreferat disser-*

4. Mikriakov V. R. *Zakonomernosti formirovaniia priobretnogo immuniteta u ryb* [Patterns of developing acquired immunity in fish]. Rybinsk, Izd-vo IBVV RAN, 1991. 154 p.
5. Grinevich Iu. A., Alferov A. N. *Opredelenie immunnykh kompleksov v krovi onkologicheskikh bol'nykh*

Zhandalagova A. D., Mikriakov V. V., Sergina Yu. A., Vakhteva A. A., Gvozdeski Yu. N., Nevalishny A. N., Nikiforov V. I. Influence of immobilized form of probiotic preparation EcoFlor on indicators of non-specific humoral immunity of sturgeons

[Determination of immune complexes in blood of cancer patients]. *Laboratornoe delo*, 1981, no. 8, pp. 493-496.

6. Roit A., Brostoff Dzh., Meil D. *Immunologiya* [Immunology]. Moscow, Mir Publ., 2000. 592 p.

7. Campoverde C., Milne D. J., Estévez A., Duncan N., Secombes C. J., Andree K. B. Ontogeny and modulation after PAMPs stimulation of β -defensin, hepcidin, and piscidin antimicrobial peptides in meagre (*Argyrosomus regius*). *Fish & Shellfish Immunology*, 2017, vol. 69, pp. 200-210.

8. Van der Marel M. C. *Carp mucus and its role in mucosal defense: PhD Thesis, Wageningen University*. The Netherlands. 2012. 189 p.

9. Suvorova T. A., Silkina N. I. Vliianie antibakterial'nogo i probioticheskogo preparatov na spetsificheskiy i nespetsificheskiy immunitet i oksiditel'nye protsessy v organizme ryb [Influence of antibacterial and probiotic preparations on specific and nonspecific immunity and oxidative processes in fish organism]. *Trudy IBVV RAN*, 2019, iss. 87 (90), pp. 62-70.

10. Loginov S. I., Smirnov P. N., Trunov A. N. *Immunnye komplekсы u zhivotnykh i cheloveka: norma i patologiya* [Immune complexes in animals and humans: norm and pathology]. Novosibirsk, Izd-vo RASKhN. Sib. otd. IEVS i DV, 1999. 144 p.

Статья поступила в редакцию 05.12.2022; одобрена после рецензирования 28.02.2023; принята к публикации 01.06.2023
The article is submitted 05.12.2022; approved after reviewing 28.02.2023; accepted for publication 01.06.2023

Информация об авторах / Information about the authors

Аделя Джуманияшевна Жандалгарова – кандидат сельскохозяйственных наук; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; zhandalgarova@mail.ru

Даниил Вениаминович Микряков – кандидат биологических наук; заведующий лабораторией иммунологии; Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова Российской академии наук; daniil@ibiw.ru

Юлия Александровна Сергина – ассистент кафедры аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; 0954632@bk.ru

Анна Александровна Бахарева – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; профессор кафедры водных биоресурсов и технологий; филиал Астраханского государственного технического университета в Ташкентской области Республики Узбекистан; bahareva.anya@yandex.ru

Юлия Николаевна Грозеску – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; заведующий кафедрой аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; профессор кафедры водных биоресурсов и технологий; филиал Астраханского государственного технического университета в Ташкентской области Республики Узбекистан; grozesku@yandex.ru

Александр Николаевич Неваленный – доктор биологических наук, профессор; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; rector@astu.org

Владислав Игоревич Никипелов – младший научный сотрудник лаборатории генетических технологий в агро- и аквахозяйстве; Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста; Vladnikipelovvij@mail.ru

Adelya D. Zhandalgarova – Candidate of Agricultural Sciences; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; Astrakhan State Technical University; zhandalgarova@mail.ru

Daniil V. Mikryakov – Candidate of Biological Sciences; Head of the Laboratory of Immunology; Papanin Institute of Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences; daniil@ibiw.ru

Yulia A. Sergina – Assistant of the Department of Aquaculture and Fisheries; Astrakhan State Technical University; 0954632@bk.ru

Anna A. Bakhareva – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; Astrakhan State Technical University; Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Technologies; Branch of Astrakhan State Technical University in the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan; bahareva.anya@yandex.ru

Yulia N. Grozesku – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Aquaculture and Fisheries; Astrakhan State Technical University; Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Technologies; Branch of Astrakhan State Technical University in the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan; grozesku@yandex.ru

Alexander N. Nevalenny – Doctor of Biological Sciences, Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; rector@astu.org

Vladislav I. Nikipelov – Junior Researcher of the Laboratory of Genetic Technologies in Agro- and Aquatic Farming; Federal Research Center of Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst; Vladnikipelovvij@mail.ru

