

ЖАНДАЛГАРОВА АДЕЛЯ ДЖУМАНИЯШЕВНА

**НАУЧНО ОБОСНОВАННЫЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ
ФИЗИОЛОГО-ИММУНОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ОСЕТРОВЫХ РЫБ
В АКВАКУЛЬТУРЕ**

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и
производства продукции животноводства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Астраханский государственный технический университет»

Научный консультант: доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Бахарева Анна Александровна

Официальные оппоненты: **Пронина Галина Иозеповна**
доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», профессор кафедры зоологии и аквакультуры
Мирошникова Елена Петровна
доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко», заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры
Гусева Юлия Анатольевна
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», и.о. заведующего кафедрой аквакультуры и экологии имени А.Г. Банникова

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий», г. Новосибирск

Защита состоится «22» декабря 2026 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 99.2.128.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет», по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2; тел./факс (884663) 46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет», на сайте университета <http://ssaa.ru>, и на сайте ВАК Минобрнауки РФ <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Хакимов Исмагиль Насибуллович

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время аквакультура характеризуется новыми подходами к содержанию рыб в условиях плотных посадок, связанными с поддержанием естественного физиологического состояния организма и основанными на использовании биологически активных веществ. Одним из аспектов такого подхода является нормализация измененного микробиоценоза рыб в условиях водной среды установок замкнутого водоснабжения при помощи иммунобиологических препаратов микробного происхождения, предназначенных для формирования и коррекции кишечной микрофлоры, повышения иммунологически обусловленной естественной резистентности рыб, регуляции их иммунного гомеостаза, профилактики и лечения различных заболеваний, связанных с нарушением постоянства внутренней среды организма (Л.Н. Юхименко, В.Ф. Викторова, 1979; И.В. Бурлаченко, 2008; А.А. Михайлов и др., 2024; W. Li et al., 2024).

Использование биопрепаратов может позволить решить ряд проблем, связанных с физиолого-иммунологическим состоянием рыб, повысив эффективность пищеварения, стимулируя рост и развитие (Е.А. Шульга, 2006; И.В. Бурлаченко и др., 2007; К.А. Маленкина, А.Е. Аринжанов, 2024; Н.И. Кочетков и др., 2024). Бактерийные и антимикробные биологические препараты оказывают положительное влияние на функционирование желудочно-кишечного тракта, способствуют повышению адаптационных способностей организма и стимулируют его неспецифический иммунитет. Кроме того, они обладают высокой избирательной антагонистической активностью по отношению к патогенным микроорганизмам и способностью продуцировать разнообразные биологически активные вещества, повышающие иммунитет (Г.В. Кулаков, 2003; Ю.Н. Грозеску и др., 2009; К.А. Маленкина, А.Е. Аринжанов, 2024; B.C. Meskhi et al., 2025).

В современной аквакультуре иммунобиологические препараты микробного происхождения применяются с целью увеличения прироста массы, усиления естественной резистентности, профилактики стресса, профилактики заболеваний и формирования нормальной микрофлоры кишечника рыб на всех стадиях развития. Вследствие этого, изучение эффективности использования данных препаратов в аквакультуре является весьма актуальным.

Степень разработанности темы исследования. Современная аквакультура базируется на интенсивных технологиях, особенностью которых является большая концентрация рыбы на ограниченных площадях. Однако при этом возрастает риск заражения рыб возбудителями опасных инфекций. Традиционно меры борьбы с инфекционными заболеваниями сводятся к применению различных антимикробных препаратов. Постоянное и широкое применение антибиотиков, в свою очередь, вызывает появление антибиотикорезистентных штаммов микроорганизмов, в результате чего катастрофически снижается иммунный статус рыб и их выживаемость. Одним из перспективных методов борьбы с различными инфекционными заболеваниями и повышения естественной резистентности рыб в аквакультуре является применение иммунобиологических

препаратов микробного происхождения, в частности пробиотиков, синбиотиков и бактериофагов.

Исследования по использованию пробиотических и синбиотических препаратов в аквакультуре проводились такими учеными, как И.В. Бурлаченко (2006-2008), Г.В. Кулаков (2001-2004), В.В. Панасенко (2001), Л.И. Бычкова (2008), Л.Н. Юхименко (2002, 2008, 2021), Г.И. Пронина (2019, 2022, 2023), И.В. Ткачева (2016, 2018, 2022), Е.П. Мирошникова (2022-2023), Д.С. Павлов (2014, 2021), Н.А. Ушакова (2014, 2021-2023), Е.А. Шульга (2006-2009), Х.Б. Аламдари (2013-2016) и другие. Вопросам изучения иммунологического состояния рыб при использовании пробиотических препаратов уделяли большое внимание Д.В. Микряков (2011, 2013, 2023, 2025), Т.А. Суворова (2013, 2019, 2023, 2025), К.В. Гаврилин (2013), Н.А. Силкина (2019, 2025), Г.И. Пронина (2022, 2023), С.В. Кузьмичева (2023, 2025) и другие.

Исследования в области применения бактериофагов являются одним из ведущих направлений современной аквакультуры, что связано с возрастающим интересом к их практическому применению с целью диагностики, профилактики и лечения инфекционных заболеваний. Данные иммунобиологические препараты микробного происхождения применяются для увеличения линейно-весового прироста, стабилизации физиологического состояния выращиваемых рыб, уничтожения патогенных микроорганизмов, нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта с целью формирования и поддержания в нем колонизационной резистентности. Бактериофаги свободно проникают в ткани организма, оказывают иммуностимулирующее действие, не обладая иммуносупрессивным эффектом.

Исследования в данном направлении проводились такими учеными, как Д.А. Васильев (2013), Н.А. Парамонова (2013), Д.А. Викторov (2013, 2014), Т.А. Гринева (2013, 2014), И.Г. Горшков (2014), А.А. Зимин (2018), С.И. Кононенко (2018).

В настоящее время большинство вопросов, затронутых учеными в данном направлении, остаются открытыми и требуют дальнейших исследований. В связи с этим, возникла необходимость в разработке комплексного научно обоснованного подхода к изучению влияния иммунобиологических препаратов микробного происхождения на эффективность выращивания осетровых рыб, улучшению их физиолого-иммунологического и микробиологического статуса.

Цель и задачи исследования. Цель – повышение физиолого-иммунологического статуса и продуктивности осетровых рыб в аквакультуре за счет использования иммунобиологических препаратов микробного происхождения.

Поставленная цель определила следующие задачи:

– определить оптимальную дозу ввода пробиотика на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* в комбикорма и оценить ее влияние на интенсивность роста и физиолого-биохимические показатели крови осетровых рыб;

- установить норму ввода синбиотика на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* в комбикорма и выявить ее влияние на показатели роста и физиологическое состояние осетровых рыб;
- оценить влияние пробиотического и синбиотического препаратов на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* на динамику обсемененности осетровых рыб молочнокислыми микроорганизмами;
- исследовать микробную контаминацию комбикормов и оборотной воды при использовании пробиотического и синбиотического препаратов на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*;
- оценить влияние пробиотического препарата на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на энтеросорбенте СУМС-1, на темп роста и физиолого-иммунологический статус осетровых рыб и определить его оптимальную дозу;
- выявить оптимальность дозы пробиотического препарата на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на активированном угле, и установить ее влияние на рост, функциональное состояние и иммунный статус осетровых рыб;
- разработать рецептуры комбикормов с использованием пробиотических препаратов на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на энтеросорбентах, и установить их влияние на продуктивность осетровых рыб;
- провести биологическую оценку эффективности применения препаратов на основе бактериофагов с целью повышения темпов роста и физиолого-биохимических показателей крови осетровых рыб;
- оценить экономическую эффективность применения иммунобиологических препаратов микробного происхождения при выращивании осетровых рыб.

Научная новизна. Впервые теоретически обоснована и экспериментально доказана высокая биологическая эффективность применения иммунобиологических препаратов микробного происхождения, в частности иммобилизованных пробиотиков и синбиотиков, а также бактериофагов, при выращивании осетровых рыб на основании комплексных рыбоводно-биологических, физиолого-биохимических, иммунологических и микробиологических исследований.

Выявлено, что пробиотические и синбиотические препараты на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, иммобилизованных на фитосорбенте, способствуют повышению интенсивности роста осетровых рыб и улучшению физиолого-биохимических показателей крови. Доказано положительное влияние сорбированных пробиотических препаратов на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* на функциональное состояние и иммунный статус осетровых рыб. Установлено, что их применение способствует усилению активности местных и системных факторов иммунной защиты. Разработаны рецептуры комбикормов с включением сорбированных пробиотических препаратов на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и

Lactobacillus, эффективность которых экспериментально подтверждена повышением продуктивности осетровых рыб. Впервые в аквакультуре проведена оценка эффективности применения бактериофагов при выращивании осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения.

Приоритет и новизна исследований подтверждены патентами на изобретения: №2656386 «Продукционный комбикорм для производителей осетровых рыб с добавлением пробиотика и биологически активных веществ», №2812045 «Продукционный комбикорм для осетровых рыб», №2827392 «Способ повышения резистентности осетровых рыб к бактериальным инфекциям», №2024138690 «Способ повышения иммунного статуса осетровых рыб», №2024138692 «Способ коррекции иммунитета осетровых рыб», №2851496 «Продукционный комбикорм для осетровых рыб», №2851508 «Продукционный комбикорм для осетровых рыб», базами данных №2025622462 «Динамика накопления микроэлементов в органах осетровых рыб при введении в рацион продукционных комбикормов с пробиотическими препаратами в различных дозировках», №2025622612 «Лейкоцитарная формула периферической крови сибирского осетра при использовании сорбированного пробиотического препарата».

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы заключается в установлении научных подходов к организации выращивания осетровых рыб с применением иммунобиологических препаратов микробного происхождения, включая сорбированные пробиотические и синбиотические препараты на основе штаммов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, представителей р. *Bifidobacterium*, р. *Lactobacillus* и бактериофаги. Полученные результаты способствуют расширению современных представлений о возможностях их комплексного использования, механизмах влияния на интенсивность роста, физиолого-иммунологический и микробиологический статус осетровых рыб.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по применению иммунобиологических препаратов микробного происхождения при выращивании осетровых рыб, направленных на повышение продуктивности, естественной резистентности и экономической эффективности. Установлено, что использование пробиотиков, синбиотиков и бактериофагов способствует увеличению интенсивности роста и выживаемости, улучшению физиолого-биохимических показателей крови осетровых рыб. Применение сорбированных пробиотиков обеспечивает активацию факторов неспецифического иммунитета рыб, характеризующуюся повышением концентрации лизоцима до 19,06 мкг/мл и снижением уровня иммунных комплексов до 2,46 усл. ед. Использование иммобилизованных пробиотиков и синбиотиков способствует оптимизации микробиоценоза осетровых рыб за счет увеличения количества молочнокислых микроорганизмов в кишечнике до $8,57 \times 10^7$ КОЕ/г и жабрах до $5,25 \times 10^7$ КОЕ/г, а также снижения микробной контаминации комбикормов до $3,2 \times 10^5$ КОЕ/г и воды до $8,5 \times 10^4$ КОЕ/мл. Экономическая эффективность применения препаратов подтверждается повышением уровня рентабельности до 16,13%.

Исследования выполнены за счет гранта РНФ №23-76-01019 «Разработка и исследование научно обоснованных методов повышения иммунологически обусловленной естественной резистентности организма рыб и регуляции их иммунного гомеостаза при использовании иммобилизованных форм биопрепаратов микробного происхождения в интенсивной аквакультуре» (<https://rscf.ru/project/23-76-01019/>), государственного задания ФАР №223013100039-6 «Научное обоснование применения различных форм иммунобиологических препаратов микробного происхождения в современной аквакультуре», государственного задания ФАР №224020100846-7 «Изучение влияния пробиотических препаратов на формирование микробиоценоза ценных объектов индустриальной аквакультуры», государственного задания ФАР №124041100140-2 «Оценка рыбоводно-биологических и физиолого-иммунологических показателей объектов аквакультуры в зависимости от условий содержания».

Полученные результаты используются в ФГБОУ ВО «АГТУ» при чтении лекций и проведении практических занятий по дисциплинам «Корма и кормление рыб в аквакультуре», «Современные методы кормления рыб в индустриальных условиях», «Методы борьбы с болезнями рыб» для студентов направлений 35.03.08, 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Методология и методы исследований. Для проведения научных исследований были использованы классические и современные методы рыбоводно-биологических, физиолого-биохимических, микробиологических, иммунологических и экономических исследований с применением современного сертифицированного оборудования. В процессе выполнения работы были оценены рыбоводно-биологические и физиолого-биохимические показатели, исследована иммунологически обусловленная естественная резистентность рыб, проведен микробиологический анализ симбионтной микрофлоры жабр и кишечника рыб в условиях интенсивной аквакультуры.

Результаты проведенных исследований обработаны методами вариационной статистики. Для оценки достоверности различий между группами использовались t-критерий Стьюдента при трех уровнях значимости, а также однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA).

Положения, выносимые на защиту:

- пробиотический и синбиотический препараты на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, иммобилизованные на фитосорбенте, способствуют увеличению выживаемости, повышению интенсивности роста и улучшению физиолого-биохимических показателей крови осетровых рыб;

- использование иммобилизованных форм пробиотического и синбиотического препаратов на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* повышает обсемененность жабр и кишечника осетровых рыб молочнокислыми микроорганизмами;

- применение пробиотического и синбиотического препаратов на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, способствует снижению уровня

зараженности кормов патогенными микроорганизмами, снижению общего микробного числа в оборотной воде;

- применение пробиотических препаратов на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, иммобилизованных на энтеросорбентах, повышает эффективность выращивания осетровых рыб, улучшает их физиологический и иммунный статус;

- разработанные рецептуры комбикормов с использованием пробиотических препаратов на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на энтеросорбентах, повышают продуктивность осетровых рыб;

- применение бактериофагов способствует увеличению интенсивности роста и улучшению физиолого-биохимических показателей крови осетровых рыб;

- использование иммунобиологических препаратов микробного происхождения при выращивании осетровых рыб экономически эффективно и способствует повышению рентабельности и снижению себестоимости продукции.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные результаты исследований, изложенные в диссертационной работе, докладывались на научных и научно-практических конференциях: Международной научной конференции «Рациональное использование и сохранение водных биоресурсов» (Ростов-на-Дону, 2014); Международной научной конференции «Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России» (Ростов-на-Дону, 2014); Молодежной научно-практической конференции «Исследования молодых ученых – вклад в инновационное развитие России» (Астрахань, 2015); Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки, д.с.-х.н, профессора В.М. Куликова (Волгоград, 2015); «World aquaculture – 2015» (Jeju, Korea, 2015); Международной научной конференции «Состояние водных биологических ресурсов и аквакультуры Казахстана и сопредельных стран» (Алматы, Казахстан, 2019); VIII International Scientific Practical Conference «Innovative Technologies in Engineering» (ITSE 2020) (Rostov-on-Don, Russian Federation, 2020); Национальной научно-практической конференции «Каспий 2021: пути устойчивого развития» (Астрахань, 2021); International scientific and practical conference «Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science» (ESDCA 2021) (Smolensk, Russian Federation, 2021); International scientific conference «Sustainable Fisheries and Aquaculture as a basis for the development of the Blue Bioeconomy» (Kaliningrad, Russian Federation, 2022); Всероссийской междисциплинарной научной конференции «Наука и практика – 2022» (Астрахань, 2022); Всероссийской междисциплинарной научной конференции «Наука и практика – 2023» (Астрахань, 2023); II International conference «Ensuring sustainable development: Ecology, Energy, Earth Science and Agriculture» (AEES 2023) (Shenzhen, Guangdong, China, 2023); IV International scientific and practical conference «Ensuring sustainable development in the context of Agriculture, Green Energy, Ecology and Earth Science» (ESDCA 2024) (Smolensk, Russian Federation, 2024); III Национальной научно-практической конференции «Актуальные

проблемы биоразнообразия и природопользования», посвященной 25-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ» (Керчь, 2024); Всероссийской междисциплинарной научной конференции «Наука и практика – 2024» (Астрахань, 2024); Международной научно-практической конференции «Стратегия развития инновационных систем в кормлении животных», посвященной 100-летию со дня рождения д.с.-х.н., профессора Петуховой Е.А. (Москва, 2025); Международной научной конференции научно-педагогических работников Астраханского государственного технического университета (Астрахань, 2017-2025).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 52 работы, из них 13 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ, 7 в зарубежных журналах, включенных в систему цитирования Web of Science и Scopus, 7 патентов на изобретения, 2 свидетельства на базы данных.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 353 страницах печатного текста, иллюстрирована 56 рисунками и 87 таблицами. Состоит из введения, литературного обзора, материала и методов исследований, результатов собственных исследований, обсуждения результатов исследований, заключения, предложений производству, перспективы дальнейшей разработки темы и приложений. Библиографический список включает 367 источников, из них 168 на иностранных языках.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на базе Инновационного центра «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), лаборатории иммунологии ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук» (Ярославская область), Научно-производственной фирмы «Касатка» (Ярославская область), Сергиевского осетрового рыбоводного завода Каспийского филиала ФГБУ «Главрыбвод» (Астраханская область), КФХ Полякова Ю.С. (Астраханская область) по схеме, представленной на рисунке 1.

В качестве объектов исследований были использованы: русский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833), стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758), бестер (*Huso huso* x *Acipenser ruthenus*), русско-ленский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* x *Acipenser baerii*) и сибирский осетр (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) различных возрастных групп.

Для проведения исследований использовали шесть видов иммунобиологических препаратов микробного происхождения: пробиотик на основе штаммов *Bacillus subtilis* ВКПМ В-8-130, *B. subtilis* ВКПМ В-2984, *B. subtilis* ВКПМ В-4099, *B. licheniformis* ВКПМ В-4162; синбиотик на основе штаммов *Bacillus subtilis* ВКПМ В-8-130, *B. subtilis* ВКПМ В-2984, *B. subtilis* ВКПМ В-4099, *B. licheniformis* ВКПМ В-4162 и неочищенных порошков эхинацеи пурпурной и расторопши пятнистой; пробиотик на основе штаммов *Bifidobacterium bifidum* 8-3, *B. longum* ДВА-13, *B. adolescentis* ГО-13, *Lactobacillus acidophilus* 57S, *L. plantarum* П-75, *L. casei* С6, иммобилизованных на

энтеросорбенте СУМС-1; пробиотик на основе штаммов *Bifidobacterium bifidum* 1, *Lactobacillus plantarum* 8P-A3, сорбированных на активированном угле; пиобактериофаг на основе фильтрата фаголизатов бактерий *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*; интести-бактериофаг на основе фильтрата фаголизатов бактерий *Shigella flexneri*, *Shigella sonnei*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Proteus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Для оценки влияния иммунобиологических препаратов микробного происхождения в составе комбикормов осуществляли экспериментальное кормление осетровых рыб. Опытные корма с добавлением пробиотика и синбиотика на фитосорбенте изготавливали в лабораторных условиях с использованием кормовых компонентов отечественного производства. Нанесение пробиотиков-энтеросорбентов на комбикорма осуществляли методом распределения желатиновой суспензии с последующим подсушиванием и образованием на гранулах плотного желатинового слоя, удерживающего препарат при его попадании в воду. Суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела рыб и температуры воды, в соответствии общепринятой технологией выращивания (Пономарев и др., 2013).

Выращивание молоди русского осетра проводили в стеклопластиковых бассейнах объемом 1 м³, бестера и стерляди – в стеклопластиковых бассейнах типа ИЦА-1, русско-ленского осетра и сибирского осетра – в стеклопластиковых лотках объемом 5,21 м³ в течение 30 суток, двухлеток русского осетра – в садках размером 2х2х1 м в течение 150 суток.

Анализ физиолого-биохимических показателей проводили по общепринятым методикам на современном сертифицированном оборудовании (Калашников, 1939; Weichselbaum, 1946; Голодец, 1955; Гительзон, Терскова, 1956; Van Kampen, Zijistra, 1961; Trinder, 1969; Иванова, 1983; Fish bach, Dunning, 2004). Общий химический состав тканей рыб определяли общепринятыми методами (Щербина, 1983).

Иммунологические исследования проводили согласно общепринятым методикам (Folch et al., 1957; Смирнова, Кузьмина, 1966; Ермольева, Каграманова, 1966; Гончарова, 1973; Шубич, 1974; Гриневич, Алферов, 1981; Иванова, 1983; Микряков, 1984; Быховская-Павловская, 1985; Семенов, Ярош, 1985; Андреева и др., 1988; Микряков, Лапирова, 1997; Житенева и др., 1997; Субботкина, Субботкин, 2003).

Микробиологический анализ проводили в соответствии с СанПиНом 12.3.2.1078-01, ГОСТом 10444.11-2013, методикой А.С. Лабинской (1978). Выделенные бактерии идентифицировали до рода по определителям Берджи (1997). Взвешивание и измерение рыб проводили согласно рекомендациям И.Ф. Правдина (1966).



Рисунок 1 – Схема исследований

Статистический анализ проводили с использованием офисного программного комплекса «Microsoft Office» и пакета «Statistica 10.0». Для оценки достоверности различий между группами применяли t-критерий Стьюдента в модификации Уэлча (Welch's t-test) при трех уровнях статистической значимости ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$), а также однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с уровнем значимости $P \leq 0,05$.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Использование пробиотического препарата на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, иммобилизованных на фитосорбенте, при выращивании осетровых рыб

Исследования по определению оптимальных доз пробиотического препарата на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, иммобилизованных на фитосорбенте, в составе комбикормов проводили в соответствии со схемой, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема экспериментов по применению пробиотика

Группа	Объект исследований	Дозировка пробиотика в комбикорме
Стартовые комбикорма (УЗВ)		
Контрольная	русский осетр по 1000 экз. в группе	ОР
Опытная 1		ОР+1 г/кг
Опытная 2		ОР+2 г/кг
Опытная 3		ОР+3 г/кг
Продукционные комбикорма для молоди (УЗВ)		
Контрольная	русский осетр по 500 экз. в группе	ОР
Опытная 1		ОР+2 г/кг
Опытная 2		ОР+3 г/кг
Опытная 3		ОР+4 г/кг
Продукционные комбикорма при товарном выращивании (Садки)		
Контрольная	русский осетр по 100 экз. в группе	ОР
Опытная 1		ОР+3 г/кг
Опытная 2		ОР+5 г/кг
Опытная 3		ОР+7 г/кг

Оценка влияния пробиотика на фитосорбенте на эффективность выращивания молоди осетровых рыб показала, что оптимальной являлась дозировка 2 г/кг (опытная 2), при использовании которой наблюдалось увеличение линейно-весовых приростов: абсолютный прирост составил 2,3 г, среднесуточная скорость роста – 3,83%, выживаемость – 84% (рис. 2).

Выявленная эффективность дозировки 2 г/кг (опытная 2) подтверждалась и результатами оценки физиологического состояния молоди русского осетра. При ее использовании в экспериментальных условиях отмечалось достоверное повышение концентрации гемоглобина на 11,8 г/л ($P \leq 0,001$) и общего белка – на 5,8 г/л ($P \leq 0,001$) по сравнению с контролем (табл. 2).

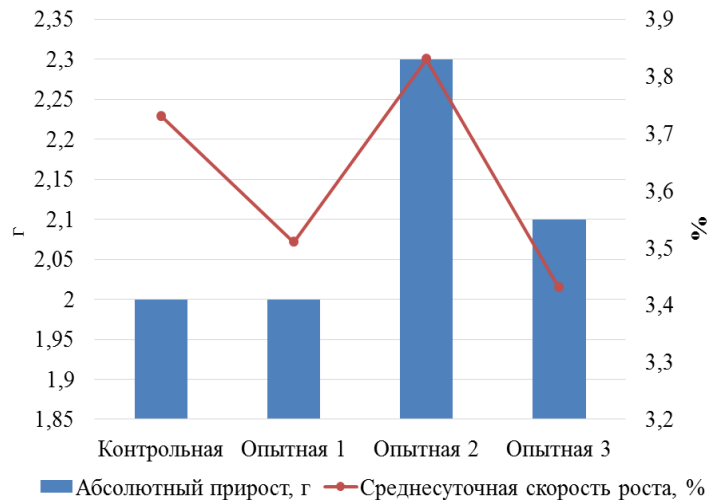


Рисунок 2 – Интенсивность роста молоди русского осетра

Таблица 2 – Физиолого-биохимические показатели крови молоди русского осетра при использовании пробиотика (n=20)

Группа	Показатель				
	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/ч	Общий белок, г/л	Общие липиды, г/л	Холестерин, ммоль/л
Контрольная	40,5±1,18	2,2±0,06	14,3±0,44	3,9±0,07	1,9±0,06
Опытная 1	47,4±2,06***	2,0±0,07	17,9±0,73***	4,4±0,23	1,7±0,07
Опытная 2	52,3±0,83***	2,0±0,05	20,1±0,84***	4,7±0,20***	1,6±0,08
Опытная 3	50,9±1,14	2,1±0,04	19,7±0,60***	4,2±0,08**	1,8±0,07

Примечание: различия достоверны при ** P≤0,01; *** P≤0,001

Наиболее выраженные изменения в лейкоцитарной формуле крови русского осетра были также отмечены во второй опытной группе (2 г/кг): достоверно увеличился уровень сегментоядерных нейтрофилов на 2,2% (P≤0,001) в сравнении с контролем при одновременном снижении палочкоядерных форм, базофилов и эозинофилов (табл. 3).

Таблица 3 – Лейкоцитарная формула крови русского осетра при использовании пробиотического препарата, % (n=10)

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Лимфоциты	76,9±2,41	77,8±1,90	78,9±1,80	77,1±1,61
Моноциты	2,7±0,19	2,8±0,21	2,4±0,24	2,6±0,33
Нейтрофилы сегментоядерные	7,7±0,14	7,4±0,12	9,9±0,27***	8,4±0,41
Нейтрофилы палочкоядерные	6,2±0,40	5,9±0,36	4,0±0,27***	6,2±0,62
Базофилы	4,7±0,22	4,6±0,37	3,6±0,28**	4,2±0,27
Эозинофилы	1,8±0,15	1,5±0,12	1,2±0,7***	1,5±0,11

Примечание: различия достоверны при ** P≤0,01; *** P≤0,001

Научно-производственный опыт в условиях Сергиевского ОРЗ по оценке эффективности использования пробиотика на фитосорбенте при выращивании молоди осетровых рыб показал его положительное влияние на темп роста и выживаемость русского осетра. Максимальный эффект наблюдался при использовании дозировки 3 г/кг (опытная 2).

Изучение показателей крови молоди русского осетра не выявило признаков отклонений в их физиологическом состоянии (рис. 3).

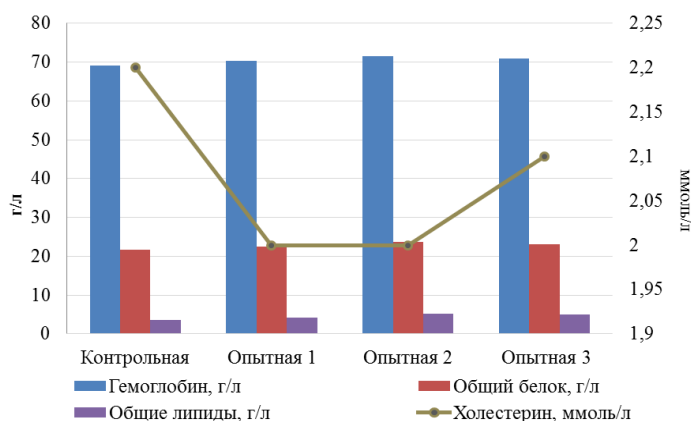


Рисунок 3 – Физиолого-биохимические показатели крови молоди русского осетра (n=20)

Наиболее оптимальные физиолого-биохимические показатели крови были характерны для второй опытной группы (3 г/кг), где отмечалось повышение концентрации гемоглобина – 71,5 г/л, общего белка – 23,6 г/л, общих липидов – 5,2 г/л. Уровень холестерина во всех опытных группах не превышал 2,1 ммоль/л.

Анализ лейкограммы периферической крови русского осетра во второй опытной группе (3 г/кг) выявил тенденцию к увеличению содержания лимфоцитов до 80,4% по сравнению с контролем (77,0%), однако различия не были статистически значимыми ($P > 0,05$). При этом уровень базофилов достоверно снизился до 2,8% ($P \leq 0,01$), а эозинофилов до 1,6% ($P \leq 0,1$), что на 1,0% и 0,5% ниже, чем в контроле.

Исследования, проведенные в условиях садкового комплекса, показали, что для рыб, выращенных с использованием пробиотического препарата, были характерны наиболее высокие рыбоводно-биологические показатели. Максимальные значения абсолютного (109,7 г) и среднесуточного приростов (3,66 г) наблюдались у рыб второй опытной группы (5 г/кг). Показатель среднесуточной скорости роста отличался незначительно и во всех вариантах колебался в пределах 0,31-0,37%.

Кроме того, опытные группы характеризовались достаточно высоким уровнем гемоглобина – 73,3-77,5 г/л, что свидетельствует об интенсивном протекании окислительно-восстановительных реакций в организме рыб (рис. 4).

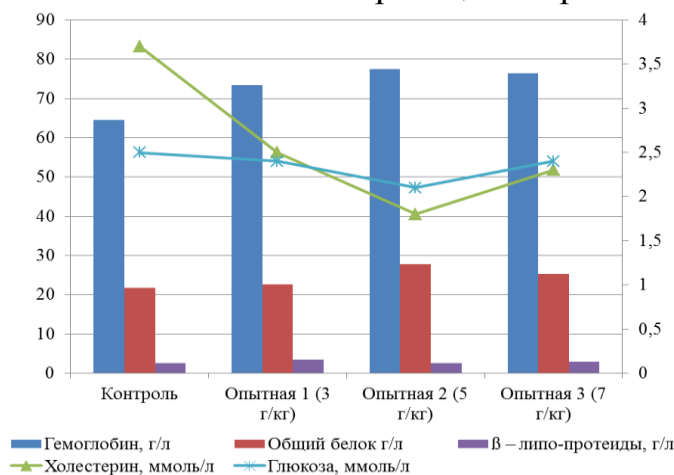


Рисунок 4 – Физиолого- биохимические показатели крови русского осетра при использовании пробиотика (n=20)

Установлено, что при применении пробиотика в дозировке 5 г/кг (опытная 2) наблюдалась тенденция к уменьшению содержания глюкозы в сыворотке крови русского осетра на 16%, в первой и третьей опытных группах – на 4% относительно контроля.

3.2 Применение синбиотического препарата, содержащего иммобилизованные штаммы *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, при выращивании осетровых рыб

Для определения оптимальных доз синбиотического препарата на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, иммобилизованных на фитосорбенте, в составе комбикормов проводили экспериментальное исследование по схеме, представленной в таблице 4.

Таблица 4 – Схема экспериментов по применению синбиотика

Группа	Объект исследований	Дозировка синбиотика в комбикорме
Стартовые комбикорма (УЗВ)		
Контрольная	русский осетр по 1000 экз. в группе	ОР
Опытная 1		ОР+1 г/кг
Опытная 2		ОР+2 г/кг
Опытная 3		ОР+3 г/кг
Продукционные комбикорма для молоди (УЗВ)		
Контрольная	русский осетр по 500 экз. в группе	ОР
Опытная 1		ОР+1,5 г/кг
Опытная 2		ОР+2,5 г/кг
Опытная 3		ОР+3,5 г/кг
Продукционные комбикорма при товарном выращивании (Садки)		
Контрольная	русский осетр по 100 экз. в группе	ОР
Опытная 1		ОР+2 г/кг
Опытная 2		ОР+4 г/кг
Опытная 3		ОР+6 г/кг

Оценка влияния синбиотика на фитосорбенте на эффективность выращивания молоди осетровых показала, что наиболее высокие показатели выживаемости наблюдались при его использовании в количестве 2 г/кг (опытная 2) – 80%. Показатели роста русского осетра в данной опытной группе характеризовались значительными изменениями: линейный рост молоди был в 1,2 раза выше по сравнению с контролем при минимальных кормовых затратах (рис. 5).

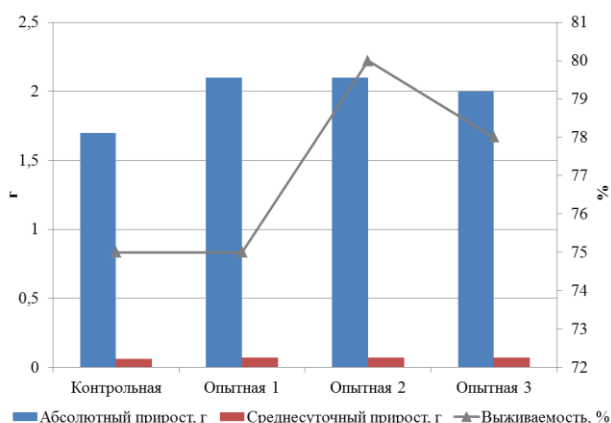


Рисунок 5 – Интенсивность роста молоди русского осетра при использовании синбиотика

Согласно результатам физиолого-биохимического анализа наилучшие показатели крови были зафиксированы при использовании синбиотика в дозировке 2 г/кг (опытная 2) (табл. 5). Полученные результаты находились в пределах физиологических норм (А.Д. Гершанович и др., 1987; П.П. Гераскин и др., 1997).

Таблица 5 – Показатели крови молоди русского осетра при использовании синбиотического препарата (n=20)

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Гемоглобин, г/л	41,7±0,52	47,3±0,92***	49,2±0,60***	45,7±0,52***
СОЭ, мм/ч	2,1±0,11	2,0±0,13	2,0±0,22	1,9±0,21
Общий белок, г/л	14,6±0,31	18,8±0,51***	20,6±0,60***	17,9±0,66***
Холестерин, ммоль/л	1,9±0,07	1,8±0,04	1,7±0,04*	1,8±0,06
Общие липиды, г/л	3,1±0,05	3,8±0,10***	4,5±0,12***	4,0±0,14***

Примечание: различия достоверны при * P≤0,05; *** P≤0,001

При изучении лейкоцитарной формулы крови молоди русского осетра наиболее выраженные изменения были выявлены также во второй опытной группе (2 г/кг): содержание сегментоядерных нейтрофилов достоверно превышало контроль на 2,0% (P≤0,001), тогда как палочкоядерных нейтрофилов и базофилов снизилось на 1,6% (P≤0,001) и 1,1% (P≤0,001), соответственно (табл. 6).

Таблица 6 – Лейкоцитарная формула крови русского осетра при использовании синбиотика, % (n=10)

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Лимфоциты	76,1±1,45	77,0±1,44	78,3±1,01	77,3±0,87
Моноциты	3,5±0,15	2,9±0,18**	2,6±0,22**	2,8±0,20**
Нейтрофилы сегментоядерные	7,7±0,25	8,3±0,25	9,7±0,21***	8,0±0,33
Нейтрофилы палочкоядерные	6,0±0,25	5,7±0,21	4,4±0,16***	6,2±0,29
Базофилы	4,8±0,20	4,5±0,21	3,7±0,21***	4,1±0,25*
Эозинофилы	1,9±0,08	1,6±0,07**	1,3±0,11***	1,6±0,18

Примечание: различия достоверны при * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001

Научно-производственный опыт в условиях Сергиевского ОРЗ продемонстрировал положительное влияние синбиотического препарата на темп роста молоди русского осетра. За весь период экспериментальных работ наибольший абсолютный и среднесуточный приросты, а также среднесуточная скорость роста были характерны для рыб второй опытной группы (2 г/кг) и составили 13,4 г, 0,45 г и 3,39%, соответственно.

Анализ крови молоди русского осетра, получавшей синбиотик в количестве 2,5 г/кг (опытная 2), соответствовал физиологическим нормам и характеризовался наилучшими показателями (рис. 6).

По результатам анализа лейкограммы крови во всех опытных группах было отмечено достоверное превышение содержания лимфоцитов относительно контроля на 4,6% (опытная 1, P≤0,01), 5,7% (опытная 2, P≤0,001), 3,8% (опытная 3, P≤0,01). Также во всех вариантах опыта достоверно снизилось количество моноцитов на 1,1-1,4% (P≤0,001) и базофилов на 0,7-1,8% (P≤0,01; P≤0,001).

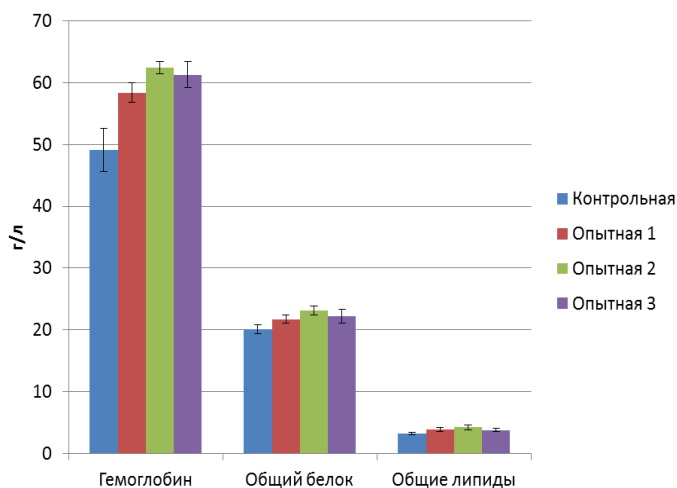


Рисунок 6 – Физиолого-биохимические показатели крови молоди русского осетра (n=20)

Изучение интенсивности роста русского осетра при использовании синбиотика в условиях садкового хозяйства позволило определить оптимальную дозировку препарата – 4 г/кг (опытная 2): абсолютный прирост составил 102,9 г, среднесуточный прирост – 3,43 г, среднесуточная скорость роста – 0,36%.

Результаты оценки физиологического состояния молоди русского осетра подтверждали целесообразность применения данной дозы (рис. 7).

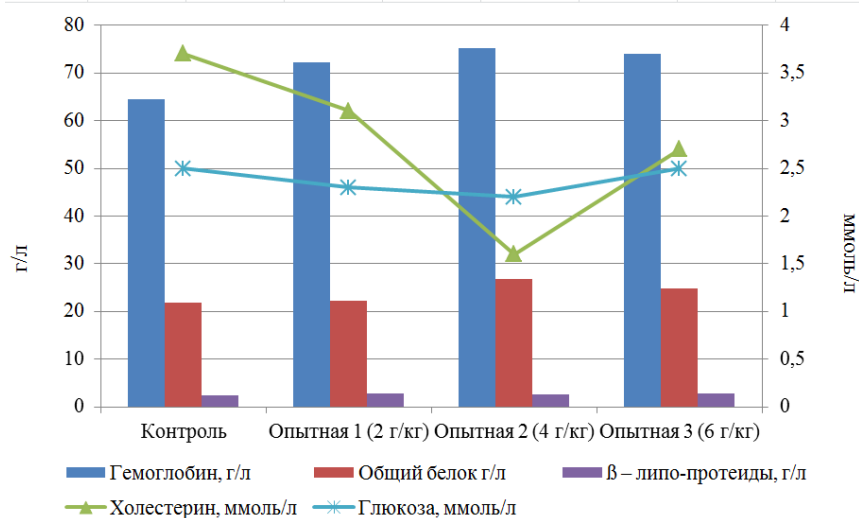


Рисунок 7 – Физиолого-биохимические показатели крови русского осетра при использовании синбиотика (n=20)

Так, у рыб, потреблявших комбикорм с указанной нормой ввода препарата, отмечалось увеличение уровня гемоглобина на 13,3%, а также общего белка на 3,6% в сравнении с контролем. Кроме того, использование синбиотика сопровождалось снижением концентрации холестерина в крови исследуемых рыб.

3.3 Микробиологическая оценка эффективности пробиотического и синбиотического препаратов при выращивании осетровых рыб

Анализ качественного состава микрофлоры молоди осетровых рыб до начала применения пробиотического и синбиотического препаратов выявил наличие в жабрах грамположительных палочек р. *Lactobacillus*, грамположительных кокков р. *Pedococcus* и *Leuconostoc*. При количественной

оценке содержание молочнокислых микроорганизмов в жабрах молоди осетровых рыб на начальном этапе варьировало в пределах $3,54 \times 10^4$ – $4,36 \times 10^5$ КОЕ/г. К концу выращивания при использовании пробиотического препарата происходило увеличение количества молочнокислых микроорганизмов до $5,25 \times 10^7$ КОЕ/г, синбиотического препарата – до $8,50 \times 10^6$ КОЕ/г.

При изучении морфологических признаков выделенных микроорганизмов до начала кормления в кишечнике молоди осетровых рыб были обнаружены: грамположительные палочки р. *Lactobacillus* и грамположительные кокки р. *Pediococcus*, *Leuconostoc*. Численность молочнокислых микроорганизмов в составе выделенной микрофлоры варьировала в пределах $2,15$ – $3,33 \times 10^5$ КОЕ/г. По окончании экспериментальных работ их содержание в группе с пробиотиком возросло до $8,57 \times 10^7$ КОЕ/г, синбиотиком – до $6,25 \times 10^6$ КОЕ/г.

Установлено, что изучаемые препараты способствуют увеличению обсемененности кишечника молочнокислыми микроорганизмами, в частности р. *Lactobacillus*, поддерживающими колонизационную резистентность слизистой кишечника к контаминации условно-патогенными микроорганизмами, а также предупреждающими перенос патогенных бактерий из кишечника в органы и ткани рыб. Присутствующие в кишечной микрофлоре педиококковые и лейконостоковые бактерии характеризуются способностью конвертировать недоступные для рыб углеводы в молочную кислоту, а также поддерживать баланс микрофлоры кишечника и улучшать конверсию корма.

Анализ санитарно-микробиологических показателей комбикормов с добавлением пробиотического и синбиотического препаратов показал постепенное снижение уровня бактериальной обсемененности во всех опытных группах. В течение первых 30 суток микробный фон комбикормов опытных групп претерпевал незначительные изменения и колебался в пределах от $3,0 \times 10^6$ до $6,1 \times 10^6$ КОЕ/г. Однако на 50-е сутки произошло резкое снижение общего количества микроорганизмов, на 70-90-е сутки микробный фон стал более стабильным.

Оценка бактериальной обсемененности воды рыбоводных бассейнов позволила сделать вывод о том, что при применении комбикормов, содержащих пробиотический и синбиотический препараты, общий микробный фон воды изменялся в сторону снижения общего микробного числа: в группе с синбиотиком с $3,1 \times 10^5$ до $8,5 \times 10^4$ КОЕ/мл, пробиотиком – с $3,1 \times 10^5$ до $9,2 \times 10^4$ КОЕ/мл. Вода контрольного бассейна характеризовалась нестабильным микробным фоном, и наблюдалось его увеличение к концу экспериментальных работ с $3,1 \times 10^4$ до $1,1 \times 10^7$ КОЕ/мл.

3.4 Оценка влияния пробиотика на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на энтеросорбенте СУМС-1, на физиолого-иммунологический статус осетровых рыб

Исследования по определению оптимальных доз пробиотического препарата на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на энтеросорбенте СУМС-1, проводили в соответствии со схемой, представленной в таблице 7.

Таблица 7 – Схема экспериментов по применению сорбированного пробиотика

Группа	Объект исследований	Дозировка пробиотика в комбикорме
Контрольная	бестер – 30 экз., стерлядь – 30 экз., русско-ленский – 50 экз., сибирский – 50 экз. в каждой группе	ОР
Опытная 1		ОР+5 г/кг
Опытная 2		ОР+7 г/кг
Опытная 3		ОР+9 г/кг

Оценка влияния пробиотического препарата на эффективность выращивания бестера выявила наиболее интенсивный рост у рыб, получавших дозировку 7 г/кг (опытная 2), с максимальными показателями абсолютного прироста – 29,4 г, среднесуточного прироста – 0,98 г и среднесуточной скорости роста – 0,49% (табл. 8).

Таблица 8 – Показатели выращивания бестера при использовании пробиотика

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Масса начальная, г	184,9±1,95	183,4±2,11	186,3±2,14	185,8±1,82
Масса конечная, г	203,3±2,05	207,8±1,87	215,7±2,32	205,3±2,11
Абсолютный прирост, г	18,4	24,4	29,4	19,5
Среднесуточный прирост, г	0,61	0,81	0,98	0,65
Среднесуточная скорость роста, %	0,32	0,42	0,49	0,33
Коэффициент упитанности по Фультону	0,41	0,42	0,42	0,39
Коэффициент массонакопления	0,02	0,02	0,03	0,02
Период выращивания, сут.	30	30	30	30

Применение сорбированного пробиотика способствовало улучшению картины крови бестера. Так, у рыб опытных групп наблюдалась тенденция к повышению концентрации гемоглобина на 5,6 г/л ($P \leq 0,01$) и общего белка на 3,0 г/л ($P \leq 0,001$) по сравнению с контролем. Кроме того, использование пробиотика-энтеросорбента способствовало достоверному снижению уровня холестерина и глюкозы до 2,74 и 0,67 ммоль/л ($P \leq 0,001$), соответственно.

В ходе оценки влияния пробиотика на эффективность выращивания стерляди было установлено, что оптимальной дозировкой также являлась 7 г/кг (опытная 2): абсолютный прирост составил 28,88 г, среднесуточная скорость роста – 1,20% (табл. 9).

Таблица 9 – Результаты выращивания стерляди с применением пробиотика

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Масса начальная, г	66,51±1,23	67,19±2,58	67,25±2,76	65,91±2,87
Масса конечная, г	90,25±2,54	94,85±1,83	96,13±2,49	92,68±3,21
Абсолютный прирост, г	23,74	27,66	28,88	26,77
Среднесуточный прирост, г	0,79	0,92	0,96	0,89
Среднесуточная скорость роста, %	1,02	1,16	1,20	1,14
Коэффициент массонакопления	0,04	0,05	0,05	0,05
Коэффициент упитанности по Фультону	0,30	0,30	0,31	0,30
Период выращивания, сут.	30	30	30	30

Проведенный гематологический анализ подтвердил положительное влияние дозировки 7 г/кг (опытная 2) на показатели крови осетровых рыб (табл. 6). Во

второй опытной группе было отмечено достоверное увеличение концентрации гемоглобина на 7,21 г/л ($P \leq 0,001$). Уровень гематокрита составил 27,6%, что является статистически значимым улучшением ($P \leq 0,001$) по сравнению с контролем. Количество эритроцитов также возросло ($0,84 \times 10^6$ мкл) ($P \leq 0,01$), в то время как в контроле данный показатель составил $0,69 \times 10^6$ мкл. Среднее содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ) в контрольной группе составило 62,7 пг, тогда как в опытных группах наблюдалось незначительное снижение данного показателя.

Результаты биохимического анализа крови стерляди показали увеличение концентрации общего белка во второй опытной группе на 10,33 г/л ($P \leq 0,001$) относительно контроля, что свидетельствует об усилении белкового обмена на фоне применения пробиотика. Одновременно отмечалось снижение уровней триглицеридов, глюкозы и холестерина на 1,29 ($P \leq 0,001$); 1,29 ($P \leq 0,001$) и 0,78 ммоль/л, соответственно.

При оценке влияния пробиотического препарата на иммунный статус осетровых рыб в условиях ООО НПФ «Касатка» было установлено, что до начала экспериментальных исследований уровень бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК) русско-ленского осетра составил 48%, однако через 14 суток под влиянием пробиотика он повысился во всех опытных группах (табл. 10). На 30-е сутки данный показатель значительно снизился в контроле и составил 30,2%, а наиболее высокий результат был характерен для первой опытной группы (5 г/кг), что, вероятно, обусловлено восстановлением синтеза неспецифических факторов иммунитета и подтверждает наличие благоприятных условий формирования иммунного статуса русско-ленского осетра. Иммунодефицитные особи (ИМД) во всех вариантах выращивания не были обнаружены.

Таблица 10 – Гуморальные факторы иммунитета русско-ленского осетра (n=10)

Группа	БАСК, %	СРБ, мг/л	ИК, ус. ед	Лизоцим, мкг/мл
контроль перед опытом *	48,0±0,83	<6	5,56±0,94	0,30±0,12
через 14 суток				
Контрольная ^a	43,4±0,15	<6	7,40±0,13	5,36±0,39
Опытная 1 ^б	57,2±0,25 ^a	<6	2,96±0,22* ^a	8,26±0,80*
Опытная 2 ^в	47,6±0,18	<6	3,20±0,40 ^a	13,48±0,30
Опытная 3 ^г	50,0±1,04	<6	4,62±0,21 ^{абв}	7,36±0,82*
через 30 суток				
Контрольная ^a	30,2±0,80*	<6	5,70±0,35	14,48±0,87*
Опытная 1 ^б	50,2±0,55 ^a	<6	10,00±0,73* ^a	14,98±0,67*
Опытная 2 ^в	42,2±0,32 ^a	<6	4,20±0,54 ^б	16,50±0,49*
Опытная 3 ^г	46,0±1,08 ^a	<6	5,00±0,19 ^б	16,38±0,97*

Примечание: * - достоверно относительно контроля перед опытом, ^{a-г} – достоверные отличия между группами рыб. Различия достоверны при $P \leq 0,05$

Содержание иммунных комплексов (ИК) в сыворотке крови русско-ленского осетра варьировало в широких пределах. Применение пробиотического препарата способствовало снижению данного показателя на 14-е сутки. Так, в опытных группах 1 и 2 содержание ИК составило 2,96±0,22 и 3,20±0,40, соответственно. Однако в конце исследований наблюдалось резкое повышение

ИК в первой опытной группе, получавшей пробиотик в дозировке 5 г/кг ($10,00 \pm 0,73$). При этом вторая опытная группа, характеризовалась пониженным уровнем данного показателя ($4,20 \pm 0,54$), что свидетельствовало о положительном влиянии дозировки 7 г/кг на снижение антигенной нагрузки на организм осетровых рыб.

Уровень лизоцима до начала экспериментальных работ не превышал $0,30 \pm 0,12$ мкг/мл, однако на 14-е сутки приема пробиотического препарата наблюдалось усиление иммунологических реакций за счет его повышения во всех опытных группах. Максимальное значение данного показателя было обнаружено в конце исследования во второй опытной группе ($16,50 \pm 0,49$ мкг/мл) (7 г/кг).

При анализе лейкограммы обнаружено, что под влиянием пробиотического препарата уровень лимфоцитов у рыб, получавших пробиотик в дозировке 7 г/кг (опытная 2), повысился на 8,65% в сравнении с контролем до начала исследований. В этой же группе было зафиксировано максимальное снижение доли моноцитов и эозинофилов на 1,0 и 6,0%, соответственно.

Изменения индекса сдвига лейкоцитов (ИСЛ) согласовывались с увеличением встречаемости клеток белой крови (индекс обилия лейкоцитов – ИО) и нарастанием фагоцитарной активности нейтрофилов (ФА), что, вероятно, связано с активацией лейкопоза. Необходимо отметить, что применение пробиотика в дозировке 7 г/кг (опытная 2) способствовало снижению ИСЛ до нижней границы референсных значений ($0,26 \pm 0,15$), а также повышению среднего цитохимического коэффициента (СЦК) ($1,49 \pm 0,12$ ед.), отражающего усиление ФА и усиление неспецифической защиты организма рыб.

При анализе процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) наиболее выраженный эффект был отмечен во второй опытной группе (7 г/кг). Через 14 суток содержание малонового диальдегида (МДА) в селезенке достоверно превышало контроль на 4,82 нмоль/г и составило $8,38 \pm 0,93$ нмоль/г ($P \leq 0,05$). К 30-м суткам уровень МДА снизился до $4,96 \pm 0,15$ нмоль/г в селезенке и $4,19 \pm 0,39$ нмоль/г в почках, что на 1,12 и 3,75 нмоль/г ниже контрольных значений, соответственно.

Исследования гуморальных факторов иммунитета сибирского осетра показали, что уровень БАСК в контрольной группе через 14 суток снизился до 53,42%, что указывает на ослабление иммунной активности осетровых рыб (табл. 11). У рыб, получавших пробиотик, данный показатель оставался выше, особенно в первой и второй опытных группах (62,66 и 61,32%, соответственно). Через 30 суток БАСК снизился во всех вариантах выращивания, однако наименьшее снижение наблюдалось в опытных группах: 42,24% (опытная 1), 39,42% (опытная 2) и 37,40% (опытная 3).

При анализе уровня ИК через 14 суток в контроле данный показатель не изменился ($6,00 \pm 0,72$), тогда как в опытных группах снизился до $1,82 \pm 0,69$, что свидетельствует о снижении иммунной нагрузки. К 30-м суткам в контрольной группе отмечалось снижение ИК ($1,90 \pm 0,38$), в то время как у рыб, получавших пробиотик, их уровень оставался выше, особенно в первой опытной группе ($5,76 \pm 1,15$).

Таблица 11 – Гуморальные факторы иммунитета сибирского осетра (n=10)

Группа	БАСК, %	СРБ, мг/л	ИК, ус. ед	Лизоцим, мкг/мл
контроль перед опытом *	65,28±2,92	<6	6,58±0,87	7,20±1,52
через 14 суток				
Контрольная ^a	53,42±2,84*	<6	6,00±0,72	6,50±2,60
Опытная 1 ^б	62,66±2,05 ^a	<6	2,64±0,27* ^a	9,30±3,40
Опытная 2 ^в	61,32±1,53 ^a	<6	1,82±0,69* ^a	11,40±3,30
Опытная 3 ^г	58,40±1,79	<6	4,64±0,41 ^{бв}	8,10±2,43
через 30 суток				
Контрольная ^a	32,40±2,46*	<6	1,90±0,38*	16,15±3,35*
Опытная 1 ^б	42,24±3,12* ^a	<6	5,76±1,15 ^a	17,15±3,45*
Опытная 2 ^в	39,42±1,00* ^a	<6	3,30±0,45*	15,04±1,82*
Опытная 3 ^г	37,40±2,25*	<6	2,56±0,64* ^б	15,46±2,95*

Примечание: * – достоверно относительно контроля перед опытом, ^{a-г} – достоверные отличия между группами рыб. Различия достоверны при P≤0,05

Концентрация лизоцима в контроле через 14 суток снизилась до 6,50 мкг/мл, в опытных группах наблюдалось ее увеличение. Максимальный уровень зафиксирован во второй опытной группе (11,40 мкг/мл), что указывает на активацию врожденного иммунитета. Через 30 суток лизоцим оставался повышенным во всех группах, особенно в первой опытной группе (17,15 мкг/мл), однако с учетом того, что для данной группы был характерен наиболее высокий уровень ИК (5,76±1,15), можно предположить, что повышение уровня лизоцима является компенсаторной реакцией организма. Установлено, что уровень ИМД особей составил 0%.

Применение пробиотика на энтеросорбенте СУМС-1 не вызвало выраженных изменений большинства показателей клеточных факторов иммунитета. Так, уровень лимфоцитов, эозинофилов и бластных форм между группами существенно не различался. В первой и второй опытных группах отмечалась тенденция к увеличению сегментоядерных нейтрофилов (17,4 и 17,6%, соответственно) по сравнению с контролем (14,0%), при этом различия были достоверны между контролем и указанными опытными группами.

Оценка ИСЛ показала, что в контроле он составил 0,61±0,08, превышая физиологическую норму для осетровых рыб (0,25-0,40). В опытных группах данный показатель был также увеличен (0,76-0,79), что связано с повышением доли нейтрофилов и снижением лимфоцитов в лейкоцитарной формуле. ИО в контроле достиг 50,24±4,09, тогда как в опытных вариантах он был ниже (40,12-44,74), отражая более сбалансированный клеточный состав. Уровень СЦК повысился с 1,15±0,3 в контроле до 1,48-1,58 в опытных вариантах, что указывает на усиление неспецифической защиты организма.

При исследовании процессов ПОЛ наиболее выраженное влияние исследуемого пробиотика было отмечено в первой опытной группе. К 30-м суткам эксперимента содержание МДА в печени достоверно снизилось до 63,46±5,23 нмоль/г по сравнению с контрольной группой (90,76±10,27 нмоль/г; P≤0,05), а в селезенке уменьшилось до 10,60±0,30 нмоль/г при 13,01±1,41 нмоль/г в контроле.

3.5 Влияние пробиотика на основе штаммов бактерий *p. Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на активированном угле, на функциональное состояние и иммунный статус осетровых рыб

Определение оптимальных норм пробиотического препарата на основе штаммов бактерий *p. Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на активированном угле, проводили в соответствии со схемой, представленной в таблице 12.

Таблица 12 – Схема экспериментов по применению сорбированного пробиотика

Группа	Объект исследований	Дозировка пробиотика в комбикорме
Контрольная	бестер – 30 экз., стерлядь – 30 экз., русско-ленский – 50 экз., сибирский – 50 экз. в каждой группе	ОР
Опытная 1		ОР+4 г/кг
Опытная 2		ОР+6 г/кг
Опытная 3		ОР+8 г/кг

При оценке влияния пробиотического препарата на эффективность выращивания осетровых рыб, дозировка пробиотика 6 г/кг (опытная 2) была оптимальной и способствовала увеличению интенсивности роста бестера: абсолютный прирост составил 25,9 г, среднесуточная скорость роста – 0,42% (табл. 13).

Таблица 13 – Показатели выращивания бестера при использовании пробиотика

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Масса начальная, г	191,7±2,12	190,1±1,91	191,4±2,31	190,8±1,94
Масса конечная	205,5±1,81	208,4±2,54	217,3±2,05	207,5±2,25
Абсолютный прирост, г	13,8	18,3	25,9	16,7
Среднесуточный прирост, г	0,46	0,61	0,86	0,56
Среднесуточная скорость роста, %	0,23	0,31	0,42	0,28
Коэффициент упитанности по Фультону	0,41	0,42	0,42	0,40
Коэффициент массонакопления	0,01	0,02	0,02	0,02
Период выращивания, сут.	30	30	30	30

Физиолого-биохимические исследования крови бестера выявили вариабельность уровня гемоглобина в 59,5-64,9 г/л (табл. 14). В контроле данный показатель не превышал 57,9 г/л, что также соответствует биологической норме данного вида (Г.Г. Матишов и др., 2017). Максимальное содержание общего белка наблюдалось во второй опытной группе – 23,6 г/л ($P \leq 0,001$).

Таблица 14 – Показатели крови бестера при использовании пробиотика на энтеросорбенте (n=20)

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Гемоглобин, г/л	57,9±0,80	59,5±0,49	64,9±0,76***	61,6±0,50***
СОЭ, мм/ч	2,4±0,09	2,0±0,05***	2,0±0,03***	2,1±0,06**
Общий белок, г/л	20,6±0,21	22,2±0,41***	23,6±0,33***	20,6±0,33
Холестерин, ммоль/л	4,92±0,10	2,95±0,10***	2,74±0,05***	2,60±0,07***
Глюкоза ммоль/л	0,94±0,02	0,65±0,04***	0,74±0,04***	0,55±0,03***

Примечание: различия достоверны при ** - $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$

В ходе сравнительного анализа линейно-весовых показателей стерляди при использовании пробиотика наиболее эффективной также оказалась дозировка

6 г/кг (опытная 2), при которой наблюдался максимальный абсолютный прирост – 28,44 г, среднесуточный прирост – 0,95 г, среднесуточная скорость роста – 1,20% (табл. 15).

Таблица 15 – Результаты выращивания стерляди с применением пробиотика

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Масса начальная, г	65,69±1,21	64,36±2,34	66,10±1,54	65,74±1,59
Масса конечная, г	91,53±0,87	91,90±1,26	94,54±1,26	92,56±2,19
Абсолютный прирост, г	25,84	27,54	28,44	26,82
Среднесуточный прирост, г	0,86	0,92	0,95	0,89
Среднесуточная скорость роста, %	1,11	1,19	1,20	1,15
Коэффициент массонакопления	0,05	0,05	0,05	0,05
Коэффициент упитанности по Фультону	0,32	0,30	0,31	0,29
Период выращивания, сут.	30	30	30	30

Гематологический анализ показал достоверное повышение уровня гемоглобина на 5,07 г/л ($P \leq 0,01$), увеличение количества эритроцитов на $0,08 \times 10^6$ /мкл, снижение СОЭ на 0,95 ммоль/л ($P \leq 0,01$) относительно контроля, что может свидетельствовать об активации эритропоэза. Уровень гематокрита колебался в пределах 26,7-27,7% и статистически значимо не различался.

В биохимическом анализе крови стерляди было отмечено повышение уровня общего белка на 8,68 г/л ($P \leq 0,001$), снижение концентрации триглицеридов на 0,83 ммоль/л ($P \leq 0,001$) и холестерина на 1,56 ммоль/л ($P \leq 0,01$) в сравнении с контролем, что отражает улучшение белкового и липидного обмена. Концентрация глюкозы находилась в пределах физиологической нормы (3,51-4,46 ммоль/л).

При анализе влияния пробиотического препарата на иммунный статус осетровых рыб в условиях ООО НПФ «Касатка» было установлено, что его применение способствовало изменению уровня БАСК в крови бестера (табл. 16).

Таблица 16 – Гуморальные факторы иммунитета русско-ленского осетра (n=10)

Группа	БАСК, %	СРБ, мг/л	ИК, ус. ед	Лизоцим, мкг/мл
контроль перед опытом *	48,0±0,83	<6	5,6±0,94	0,30±0,12
через 14 суток				
Контрольная ^а	43,4±1,05	<6	7,4±0,13	5,36±0,39
Опытная 1 ^б	51,0±0,70* ^а	<6	4,3±0,75 ^а	2,10±0,10
Опытная 2 ^в	46,4±10,93	<6	2,2±0,31* ^{аб}	10,76±0,63
Опытная 3 ^г	43,4±0,88 ^б	<6	3,7±0,69 ^а	9,70±0,88
через 30 суток				
Контрольная ^а	30,2±0,80*	<6	5,7±0,35	14,48±0,87*
Опытная 1 ^б	37,4±0,20* ^а	<6	7,3±0,71	15,70±0,57*
Опытная 2 ^в	42,0±0,41* ^{аб}	<6	6,0±0,41	19,06±0,05
Опытная 3 ^г	32,0±0,68* ^в	<6	4,4±0,83 ^б	15,08±0,03*

Примечание: * - достоверно относительно контроля перед опытом, ^{а-г} – достоверные отличия между группами рыб. Различия достоверны при $P \leq 0,05$

Максимальное значение данного показателя в конце опытных работ было характерно для второй опытной группы, получавшей пробиотик в дозировке

6 г/кг (42%). Необходимо отметить, что количество иммунодефицитных особей на протяжении всего экспериментального исследования составляло 0%.

Уровень ИК до начала формирования опытных групп составлял $5,6 \pm 0,94$, на 14-е сутки выращивания данный показатель повысился в контроле до $7,4 \pm 0,13$, а в опытных вариантах достоверно снизился до $2,2 \pm 0,31$. Однако в конце эксперимента во всех вариантах опыта уровень ИК повысился, но не превышал $7,3 \pm 0,71$, что может быть связано с тем, что механизм действия пробиотического препарата заключался в колонизации кишечника рыб полезными микроорганизмами, которые за счет комплексного положительного влияния повышали напряженность противoinфекционного иммунитета. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии супрессии иммунологических реакций в организме рыб, получавших пробиотик, стабильности условий содержания рыб и отсутствии факторов способных значительно влиять на учитываемые показатели.

Повышение концентрации лизоцима было обнаружено во всех опытных группах, получавших пробиотический препарат на 14-е сутки эксперимента. На 30-е сутки самый высокий уровень содержания фермента наблюдался во второй опытной группе и составил $19,06 \pm 0,05$ мкг/мл. Однако стоит отметить, что изменения в концентрации лизоцима имели постепенный характер и находились в пределах физиологической нормы, что свидетельствует об отсутствии отрицательных сдвигов в работе иммунной системы и отсутствии истощения ресурсов гуморальной защиты.

При анализе лейкограммы русско-ленского осетра наиболее эффективной оказалась дозировка 6 г/кг (опытная 2). В данной группе наблюдалось достоверное увеличение уровня лимфоцитов на 7,3% ($P \leq 0,05$) и наиболее выраженное снижение эозинофилов на 5,3% в сравнении с контролем.

В крови рыб опытных групп практически во все сроки наблюдения отмечалось снижение ИСЛ по сравнению с контролем, при этом наиболее выраженные изменения были выявлены при использовании пробиотика в дозировке 6 г/кг (опытная 2). В данной группе показатель снизился до $0,28 \pm 0,02$ по сравнению с контролем ($0,40 \pm 0,03$), оставаясь в пределах физиологической нормы, а индекс обилия лейкоцитов достигал максимального значения среди всех исследуемых групп – $100,23 \pm 15,93$, что свидетельствует о наиболее выраженном увеличении численности клеточных элементов периферической крови под действием пробиотика. Показатель СЦК увеличился во всех опытных группах (1,53-1,56), подтверждая положительное влияние исследуемого пробиотического препарата на фагоцитарную активность нейтрофилов.

Анализ процессов ПОЛ выявил различия в содержании МДА в органах рыб. Через 30 суток наиболее низкий уровень данного показателя был зарегистрирован в печени рыб первой опытной группы – $31,94 \pm 0,32$ нмоль/г, что ниже значения в контроле ($39,41 \pm 0,83$ нмоль/г). В третьей опытной группе содержание МДА в печени и селезенке увеличилось до $52,33 \pm 0,84$ и $8,50 \pm 0,31$ нмоль/г, соответственно.

При оценке гуморальных факторов иммунитета сибирского осетра на 14-е сутки в контроле наблюдалось снижение уровня БАСК до 53,42%, тогда как в опытных группах данный показатель сохранялся на более высоком уровне, что указывает на иммуномодулирующий эффект пробиотического препарата (табл.

17). Через 30 суток снижение БАСК было зафиксировано во всех группах, наиболее выраженное в контроле (32,40%). В опытных вариантах уровень БАСК оставался выше, особенно в третьей опытной группе (41,70%), что свидетельствует о поддержании иммунной активности сибирского осетра.

Таблица 17 – Гуморальные факторы иммунной системы сибирского осетра (n=10)

Группа	БАСК, %	СРБ, мг/л	ИК, ус. ед	Лизоцим, мкг/мл
контроль перед опытом*	65,28±2,92	<6	6,58±0,87	7,20±1,52
через 14 суток				
Контрольная ^а	53,42±2,84*	<6	6,00±0,72	6,50±2,60
Опытная 1 ^б	47,90±8,23	<6	4,12±0,50*	5,20±1,30
Опытная 2 ^в	58,16±0,48*	<6	2,48±0,31* ^{аб}	10,25±3,05
Опытная 3 ^г	51,58±2,56* ^в	<6	2,30±0,40* ^{аб}	7,50±2,37
через 30 суток				
Контрольная ^а	32,40±2,46*	<6	1,90±0,38*	16,15±3,35*
Опытная 1 ^б	34,66±5,09*	<6	3,16±0,64*	17,10±3,58*
Опытная 2 ^в	35,44±1,04*	<6	2,46±0,45*	17,82±3,30
Опытная 3 ^г	41,70±1,32* ^{ав}	<6	2,74±0,50*	18,64±4,35*

Примечание: * – достоверно относительно контроля перед опытом, ^{а-г} – достоверные отличия между группами рыб. Различия достоверны при P≤0,05

Анализ уровня ИК показал снижение данного показателя в контроле до 6,00±0,72. В опытных группах снижение было более выраженным и статистически значимым (P≤0,05), особенно в третьей опытной группе (2,30±0,40). Через 30 суток уровень ИК в контроле снизился до 1,90±0,38, а в опытных группах остался выше и составил: 3,16±0,64 (опытная 1), 2,46±0,45 (опытная 2), 2,74±0,50 (опытная 3).

Уровень лизоцима в контрольной группе снизился до 6,50 мкг/мл на 14-е сутки выращивания. В опытных группах, в частности при применении дозировки 6 г/кг (опытная 2), наблюдалось значительное его повышение до 10,25 мкг/мл. Через 30 суток концентрация лизоцима в контроле повысилась до 16,15 мкг/мл, в опытных группах достиг 18,64 мкг/мл, что говорит о стимулирующем эффекте пробиотика на врожденную защиту.

Установлено, что лейкоцитарная формула сибирского осетра отражала различия в характере иммунного ответа между исследуемыми группами. В контроле преобладали лимфоциты (60,40%). В опытных группах 1 и 2 их доля достоверно снижалась до 53,80-54,80%, одновременно отмечался достоверный рост палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов (17,40-17,60 и 19,00-20,20%, соответственно), что указывает на усиление фагоцитарной активности. В третьей опытной группе лимфоциты (59,80%) оставались на уровне контроля, а нейтрофильная фракция была ниже, что отражает более умеренную иммунную реакцию. Изменения уровня моноцитов, эозинофилов и бластных форм оставались в пределах физиологической нормы.

Изменение интегральных гематологических индексов свидетельствовало о влиянии пробиотического препарата на состояние врожденного иммунитета сибирского осетра. ИСЛ достиг 0,61±0,08 в контроле, тогда как в опытных группах он был выше – до 0,79±0,02, что свидетельствует о более выраженной активации фагоцитарного звена и связано с перестройкой лейкоцитарной

формулы. ИО в контроле составил $50,24 \pm 4,09$, а в опытных вариантах снижался до $40,12-44,74$, отражая перераспределение клеточных популяций и снижение функциональной нагрузки на иммунную систему. Уровень ФА достоверно возрастал в опытных группах – до $1,48-1,58$ ($P \leq 0,05$), что указывает на усиление гуморального ответа.

При оценке процессов ПОЛ через 14 суток эксперимента наиболее выраженное снижение уровня МДА было отмечено в первой и второй опытных группах: в печени – до $55,00 \pm 4,69$ и $51,24 \pm 10,49$ нмоль/г, в почках – до $9,41 \pm 0,32$ и $9,85 \pm 1,00$ нмоль/г, в селезенке – до $4,77 \pm 0,21$ и $5,44 \pm 0,60$ нмоль/г, соответственно. К 30-м суткам наиболее низкое содержание МДА в печени было отмечено во второй опытной группе ($66,94 \pm 7,85$ нмоль/г), а в селезенке – в третьей группе ($9,41 \pm 0,33$ нмоль/г).

3.6 Оценка эффективности новых рецептур комбикормов с сорбированными пробиотическими препаратами на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* при выращивании осетровых рыб

На основании результатов проведенных исследований, в ходе которых были установлены оптимальные дозы ввода пробиотических препаратов в комбикорм: 7 г/кг (пробиотик на энтеросорбенте СУМС-1) и 6 г/кг (пробиотик на активированном угле), – были разработаны рецептуры продукционных комбикормов для осетровых рыб. Эффективность разработанных рецептур оценивали при выращивании бестера по комплексу рыбоводно-биологических показателей (табл. 18, 19).

Таблица 18 – Показатели выращивания бестера при использовании пробиотика на энтеросорбенте СУМС-1

Показатель	Контрольная	Разработанный комбикорм
Масса, г: начальная	221,7±1,78	220,7±2,32
конечная	263,4±2,12	279,3±2,51
Абсолютный прирост, г	41,7	58,6
Среднесуточный прирост, г	1,39	1,95
Среднесуточная скорость роста, %	0,58	0,79
Коэффициент упитанности по Фультону	0,53	0,57
Коэффициент массонакопления	0,04	0,05
Период выращивания, сут.	30	30

Таблица 19 – Рыбоводно-биологические показатели бестера при использовании пробиотика на активированном угле

Показатель	Контроль	Разработанный комбикорм
Масса, г: начальная	221,7±1,78	225,1±1,94
конечная	263,4±2,12	280,2±2,42
Абсолютный прирост, г	41,7	55,1
Среднесуточный прирост, г	1,39	1,84
Среднесуточная скорость роста, %	0,58	0,73
Коэффициент упитанности по Фультону	0,53	0,55
Коэффициент массонакопления	0,04	0,05
Период выращивания, сут.	30	30

Оценка интенсивности роста бестера при использовании комбикорма с пробиотиком на энтеросорбенте СУМС-1 показала положительную динамику

основных рыбоводно-биологических показателей. За период выращивания абсолютный прирост составил 58,6 г, среднесуточный прирост – 1,95 г, среднесуточная скорость роста – 0,79%. Коэффициент упитанности по Фультону увеличился до 0,57, коэффициент массонакопления – до 0,05, тогда как в контроле данные показатели составляли 0,53 и 0,04, соответственно.

Использование комбикорма с пробиотиком, сорбированным на активированном угле, также сопровождалось повышением продуктивности бестера. Абсолютный прирост составил 55,1 г, среднесуточный прирост – 1,84 г, среднесуточная скорость роста – 0,73%, что выше контрольных значений на 32,1; 32,4 и 25,9%, соответственно. Коэффициент упитанности составил 0,55, коэффициент массонакопления – 0,05.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о положительном влиянии разработанных комбикормов с сорбированными пробиотическими препаратами на интенсивность роста и продуктивность бестера. Полученные данные обосновывают целесообразность их применения в технологии выращивания осетровых рыб в условиях интенсивной аквакультуры.

3.7 Применение бактериофагов для повышения эффективности выращивания и улучшения физиологического состояния осетровых рыб

С целью определения наиболее эффективного метода применения пиобактериофага и его дозировки выращиваемые рыбы разделены на две опытные группы: I – концентрация 1 мл/100 л воды, II – концентрация 1 мл/100 л воды + обработка корма 10 мл/суточная норма кормления. Проведенные исследования показали, что наиболее высокие рыбоводно-биологические показатели стерляди наблюдались во второй опытной группе (табл. 20).

Таблица 20 – Рыбоводно-биологические показатели стерляди при применении пиобактериофага

Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2
Масса начальная, г	121,0±4,90	123,3±4,95	119,4±3,67
Масса конечная, г	141,4±4,22	153,1±3,11	154,2±2,45
Абсолютный прирост, г	20,4	29,8	34,8
Среднесуточный прирост, г	0,68	0,99	1,16
Среднесуточная скорость роста, %	0,52	0,72	0,85
Период выращивания, сут.	30	30	30

При использовании пиобактериофага у стерляди наблюдалось достоверное повышение уровня гемоглобина на 14,8% ($P \leq 0,001$) и общего белка на 3,3 г/л ($P \leq 0,001$) в сравнении с контролем. Известно, что повышенное содержание белков в сыворотке крови создает благоприятные предпосылки для оптимизации обменных процессов и гарантирует высокую неспецифическую резистентность (Д.В. Микряков и др., 2001).

В лейкограмме исследуемых рыб наблюдалось перераспределение различных групп лейкоцитов. У стерляди отмечался сдвиг в сторону увеличения лимфоцитов за счет снижения нейтрофилов и эозинофилов. В конце выращивания доля лимфоцитов возросла в опытных группах на 4,98%. Для рыб опытных групп в конце исследования было характерно снижение уровня сегментоядерных

нейтрофилов с 9,42-9,52 до 7,59-7,82%, тогда как в контрольном варианте данный показатель незначительно повысился и составил 10,61%. Уровень моноцитов в контроле и обеих опытных группах не превышал 1,42%, что свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии выращиваемых рыб.

Эффективность применения интести-бактериофага оценивали на основании экспериментального выращивания стерляди аналогично предыдущему опыту. Установлено, что у рыб второй опытной группы были наиболее высокие рыбоводно-биологические показатели (табл. 21).

Таблица 21 – Рыбоводно-биологические показатели стерляди при применении интести-бактериофага

Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2
Масса начальная, г	156,2±2,11	157,4±3,25	154,3±1,90
Масса конечная, г	175,7±2,12	177,2±3,22	180,3±3,31
Абсолютный прирост, г	19,5	19,8	26,0
Среднесуточный прирост, г	0,65	0,66	0,87
Среднесуточная скорость роста, %	0,39	0,40	0,52
Коэффициент упитанности по Фультону	1,27	1,46	1,48
Коэффициент массонакопления	0,02	0,02	0,03
Период выращивания, сут.	30	30	30

Исследование физиолого-биохимических показателей крови стерляди не выявило отклонений от нормативных значений (А.М. Mastoi, 2012). Анализируя данные, полученные после завершения экспериментальных работ, установлено достоверное повышение уровня концентрации гемоглобина на 10,8 г/л у второй опытной группы по сравнению с контрольным вариантом, что может быть связано с более интенсивным обменом веществ. Содержание общего сывороточного белка в крови рыб второй опытной группы было выше контрольной на 12,7% и находилось в пределах референсных значений.

Результаты исследования лейкоцитарного профиля в крови стерляди показали преобладание лимфоцитов. Их количество не отличалось достоверно и варьировало в пределах 77,8-78,8%. Во второй опытной группе было отмечено достоверное увеличение доли сегментоядерных нейтрофилов (10,0%, $P \leq 0,001$) при снижении палочкоядерных форм (4,1%, $P \leq 0,01$). Уровень моноцитов оставался стабильным во всех группах и не превышал 2,7%.

3.8 Экономическая эффективность использования иммунобиологических препаратов микробного происхождения в составе комбикормов для осетровых рыб

Результаты расчетов экономической эффективности свидетельствуют о целесообразности применения иммунобиологических препаратов микробного происхождения в составе комбикормов для осетровых рыб на всех этапах выращивания. Использование пробиотиков в стартовых комбикормах способствовало повышению рентабельности на 6,45-9,68%, в продукционных комбикормах для молоди – на 7,07-7,55%, при товарном выращивании – на 9,41-11,77%. Применение сорбированных пробиотиков на основе штаммов р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* также сопровождалось снижением

производственных затрат и повышением уровня рентабельности на 10,0-12,0%. Полученные результаты подтверждают, что включение иммунобиологических препаратов микробного происхождения в состав комбикормов является экономически обоснованным и способствует повышению эффективности выращивания осетровых рыб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Применение пробиотика на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, иммобилизованных на фитосорбенте, в составе стартовых комбикормов для молоди русского осетра в дозировке 2 г/кг обеспечивало повышение выживаемости до 84% и интенсивности роста на 15,0%, увеличение содержания гемоглобина на 29,1% ($P \leq 0,001$), общего белка – на 40,6% ($P \leq 0,001$), снижение уровня холестерина на 15,8%, увеличение доли сегментоядерных нейтрофилов на 28,6% ($P \leq 0,001$), снижение доли палочкоядерных нейтрофилов на 35,5% ($P \leq 0,001$) и эозинофилов на 33,3% ($P \leq 0,001$).

Применение пробиотика в составе продукционных комбикормов для молоди русского осетра в дозировке 3 г/кг способствовало повышению выживаемости до 82% и интенсивности роста на 31,3%, увеличению содержания гемоглобина на 3,3% и общего белка на 9,3%, снижению уровня холестерина на 9,1%, повышению содержания лимфоцитов на 4,4%, снижению доли моноцитов на 25,0% и эозинофилов на 23,8% ($P \leq 0,05$).

При товарном выращивании русского осетра использование пробиотика в составе продукционных комбикормов в дозировке 5 г/кг обеспечивало повышение интенсивности роста на 27,4%, увеличение содержания гемоглобина на 21,2% и общего белка на 27,5%, снижение уровня глюкозы на 16,0%.

2. Введение синбиотика на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, иммобилизованных на фитосорбенте, в состав стартовых комбикормов для молоди русского осетра в дозировке 2 г/кг способствовало повышению выживаемости до 80% и интенсивности роста на 23,5%, увеличению концентрации гемоглобина на 18,0% ($P \leq 0,001$) и общего белка на 40,1% ($P \leq 0,001$), уменьшению содержания холестерина на 10,5% ($P \leq 0,001$), повышению доли сегментоядерных нейтрофилов на 26,0% ($P \leq 0,001$) при одновременном снижении количества палочкоядерных нейтрофилов на 26,7% ($P \leq 0,001$), моноцитов – на 25,7% ($P \leq 0,01$) и эозинофилов – на 31,6% ($P \leq 0,001$).

Использование синбиотика в продукционных комбикормах для молоди русского осетра в дозировке 2,5 г/кг обеспечивало повышение выживаемости до 79% и интенсивности роста на 16,5%, увеличение концентрации гемоглобина на 27,1% и общего белка на 14,9%, повышение содержания лимфоцитов на 7,4% ($P \leq 0,001$), а также уменьшение доли моноцитов на 35,9% ($P \leq 0,001$) и эозинофилов на 58,1% ($P \leq 0,001$).

При товарном выращивании русского осетра включение синбиотика в состав продукционных комбикормов в дозировке 4 г/кг обеспечивало увеличение интенсивности роста на 19,5%, повышение концентрации гемоглобина на 16,6% и общего белка на 23,4% при снижении содержания глюкозы на 12,0%.

3. Имобилизованные формы пробиотического и синбиотического препаратов при выращивании молоди осетровых рыб способствовали увеличению количества молочнокислых микроорганизмов в жабрах (до $5,25 \times 10^7$ КОЕ/г) и кишечнике (до $8,57 \times 10^7$ КОЕ/г) русского осетра.

4. Применение имобилизованных пробиотического и синбиотического препаратов способствовали увеличению содержания в комбикормах количества молочнокислых микроорганизмов р. *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, снижению микробной контаминации комбикормов до $3,2 \times 10^5$ КОЕ/г, общего микробного фона воды до $8,5 \times 10^4$ КОЕ/мл.

5. Введение пробиотического препарата на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на энтеросорбенте СУМС-1, в рацион бестера, стерляди, русско-ленского осетра и сибирского осетра в дозировке 7 г/кг обеспечивало увеличение темпов роста в 1,2-1,6 раз, повышение содержания гемоглобина до 64,2 г/л ($P \leq 0,01$), общего белка – до 27,9 г/л ($P \leq 0,001$), снижение концентрации холестерина до 1,96 ммоль/л и глюкозы – до 0,67 ммоль/л ($P \leq 0,001$); способствовало улучшению показателей гуморального иммунитета, что проявлялось повышением содержания лизоцима до 16,5 мкг/мл и снижением уровня ИК до 4,20 усл. ед., поддержанием уровня БАСК на высоком уровне.

6. Применение пробиотического препарата на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, сорбированных на активированном угле, в дозировке 6 г/кг при выращивании бестера, стерляди, русско-ленского осетра и сибирского осетра обеспечивало увеличение интенсивности роста осетровых рыб в 1,1-1,9 раз, повышение содержания гемоглобина до 64,9 г/л ($P \leq 0,001$), общего белка – до 23,6 г/л ($P \leq 0,001$), снижение концентрации холестерина до 1,08 ммоль/л ($P \leq 0,01$) и глюкозы – до 0,74 ммоль/л ($P \leq 0,001$); способствовало повышению содержания лизоцима до 19,06 мкг/мл, снижению уровня ИК до 2,46 усл. ед. и поддержанию БАСК на уровне 42,0%.

7. Разработанные рецептуры комбикормов с сорбированными пробиотическими препаратами на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* способствовали повышению продуктивности осетровых рыб. При использовании пробиотика на энтеросорбенте СУМС-1 абсолютный прирост составил 58,6 г, среднесуточный прирост – 1,95 г, среднесуточная скорость роста – 0,79%, при использовании пробиотика на активированном угле данные показатели составили: 55,1; 1,84 г и 0,73%, соответственно.

8. Добавление бактериофагов в оборотную воду в дозировке 1 мл/100 л воды и обработка препаратами комбикормов из расчета 10 мл/суточная норма кормления способствовали повышению абсолютного прироста в 1,3-1,7 раз, увеличению уровня гемоглобина до 74,2 г/л ($P \leq 0,001$), общего белка до 28,4 г/л ($P \leq 0,001$), снижению концентрации холестерина до 1,7 ммоль/л и глюкозы 2,3 ($P \leq 0,001$) ммоль/л, а также улучшению лейкограммы периферической крови стерляди.

9. Применение в стартовых комбикормах иммобилизованных пробиотического и синбиотического препаратов на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* повышает уровень рентабельности на 6,45-9,68% и увеличивает выручку от продажи посадочного материала; в продукционных комбикормах для молоди осетровых рыб снижает себестоимость рыбы и повышает уровень рентабельности на 7,07-7,55%; в продукционных комбикормах при товарном выращивании осетровых рыб снижает себестоимость рыбы на 13,33-16,67%, повышает уровень рентабельности на 9,41-11,77%. Применение сорбированных пробиотических препаратов на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* способствует снижению себестоимости рыбы и повышению уровня рентабельности на 10,0-12,0%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. С целью повышения интенсивности роста, физиологического и микробиологического состояний осетровых рыб целесообразно использовать пробиотический и синбиотический препараты на основе штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, иммобилизованных на фитосорбенте:

- в составе стартовых комбикормов для молоди русского осетра в дозировке 2 г/кг комбикорма;
- в составе продукционных комбикормов для молоди русского осетра: синбиотик – 2,5 г/кг, пробиотик – 3 г/кг комбикорма;
- в составе продукционных комбикормов для товарного выращивания русского осетра: синбиотик – 4 г/кг, пробиотик – 5 г/кг комбикорма.

2. С целью повышения темпов роста и физиолого-иммунологического статуса бестера, стерляди, русско-ленского осетра и сибирского осетра эффективно использовать сорбированные пробиотические препараты на основе штаммов бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* в дозировках: пробиотик на активированном угле – 6 г/кг комбикорма; пробиотик на энтеросорбенте СУМС-1 – 7 г/кг.

3. С целью повышения рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических показателей стерляди рекомендуется использовать бактериофаги в виде добавления препаратов в воду рыбоводных емкостей из расчета 1 мл на 100 л воды и обработки препаратами комбикормов – 10 мл на суточную норму кормления.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Проведенные исследования позволяют раскрыть механизмы и факторы, лежащие в основе формирования приобретенного иммунитета рыб, а также закономерности регуляции их физиологического состояния. Продолжение изучения данного направления будет способствовать разработке способов управления процессами иммуногенеза и гемопоэза путем использования иммунобиологических препаратов микробного происхождения. Сформулированные положения могут послужить теоретической основой для разработки методик коррекции физиологического состояния и повышения иммунного статуса различных объектов аквакультуры.

Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. **Жандалгарова А.Д.** Пробиотики нового поколения как средство улучшения рыбоводно-биологических показателей молоди осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева // Вестник ветеринарии. – № 72 (1/2015). – Ставрополь: Энтропос, 2015. – С. 59-62.

2. **Жандалгарова А.Д.** Особенности влияния комплексного пробиотика с бактериями рода *Bacillus* и биомассой личинок *Hermetia illucens* на молодь красной тиляпии *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus* и русского осетра *Acipenser gueldenstaedti* / Н.А. Ушакова, А.И. Бастраков, А.А. Козлова, С.В. Пономарев, Ю.М. Баканева, Ю.В. Федоровых, А.Д. Жандалгарова, Д.С. Павлов // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2016. – № 5. – С. 525-531.

3. **Жандалгарова А.Д.** Влияние кормовой синбиотической добавки нового поколения «Простор» на рыбоводно-биологические и гематологические показатели молоди русского осетра / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, А.И. Правдин // Главный зоотехник. – № 7. – Москва: Сельхозиздат, 2017. – С. 30-35.

4. **Жандалгарова А.Д.** Использование пробиотических препаратов с иммуномодулирующим действием в кормах для осетровых рыб при садковом выращивании / А.Д. Жандалгарова, А.В. Поляков, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Известия Самарского научного центра РАН. – Т. 20. – № 2. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2018. – С. 107-111.

5. **Жандалгарова А.Д.** Опыт применения пубактериофага поливалентного очищенного (*Pyobacteriophage polyvalentum purum*) в аквакультуре / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, А.Б. Ахмеджанова // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 4. – С. 76-80.

6. **Жандалгарова А.Д.** Изучение микробиоценоза жабр и кишечника рыб при их выращивании с применением препаратов на основе бактериофагов / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, А.Н. Неваленный // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2021. – № 4. – С. 126-133.

7. **Жандалгарова А.Д.** Влияние иммобилизованной формы пробиотического препарата «Экофлор» на показатели неспецифического гуморального иммунитета осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, Д.В. Микряков, Ю.А. Сергина, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, А.Н. Неваленный, В.И. Никипелов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2023. – №. 2. – С. 77-84.

8. **Жандалгарова А.Д.** Оценка влияния пробиотического препарата на энтеросорбенте «Флорин форте» на физиолого-иммунологическое состояние бестера / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2023. – №. 4. – С. 42-47.

9. **Жандалгарова А.Д.** Влияние пробиотического препарата на энтеросорбенте на изменение функциональной активности гуморальных факторов

неспецифического иммунитета русско-ленского осетра (*Acipenser gueldenstadtii* х *Acipenser baeri*) / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2024. – № 10. – С. 711-720.

10. **Жандалгарова А.Д.** Оценка эффективности введения в рацион стерляди комплексного пробиотического препарата «Флорин форте» / А.Д. Жандалгарова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2025. – № 4. – С. 270-280.

11. **Жандалгарова А.Д.** Иммуномодулирующее действие комплекса бифидо- и лактобактерий на неспецифический гуморальный иммунитет гибрида осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, Д.В. Микряков, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Т.А. Суворова, Т.А. Субботкина, М.Ф. Субботкин, С.В. Кузьмичева // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2025. – № 2. – С. 249-254.

12. **Жандалгарова А.Д.** Физиолого-иммунологическое состояние стерляди при использовании сорбированного пробиотического препарата на основе лакто- и бифидобактерий / А.Д. Жандалгарова, Ю.Н. Грозеску, Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 3. – С. 317-325.

13. **Жандалгарова А.Д.** Эффективность применения сорбированного пробиотического препарата при выращивании гибридных форм осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, Ю.В. Сергеева, Ю.Н. Грозеску, Л.Ю. Грозеску // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2026. – № 1. – С. 337-343.

Публикации в зарубежных журналах, включенных в Международную базу цитирования Scopus, Web of Science:

14. Ushakova, N.A. Features of the effect of a complex probiotic with *Bacillus* bacteria and the larvae of *Hermetia illucens* biomass on Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*) and Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) fry / N.A. Ushakova, A.I. Bastrakov, A.A. Kozlova, S.V. Ponomarev, Yu.M. Bakanova, Y.V. Fedorovykh, **A.D. Zhandalgarova**, D.S. Pavlov // Biology Bulletin, 2016, 43(5). – P. 450-456.

15. **Zhandalgarova A.** Influence of modern immunobiological preparations based on live bacteria in compound feeds on fish-biological and physiological-biochemical parameters of sturgeon / A. Zhandalgarova, A. Bakhareva, Yu. Grozesku, Yu. Sergeeva, V. Yegorova // E3S Web of Conferences 210, 07014 (2020). ITSE-2020.

16. **Zhandalgarova A.D.** Normalization of the symbiotic intestinal microflora of sturgeon's juvenile with the introduction of a new generation of probiotic preparations into their diet / A.D. Zhandalgarova, A.A. Bakhareva, Yu.N. Grozesku, Yu.V. Fedorovykh, Yu.V. Sergeeva // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 723 (2021) 022028.

17. **Zhandalgarova A.D.** The effect of modern probiotic preparations on enterosorbents on the piscicultural and microbiological parameters of sturgeon fish / Yu.A. Sergina, A.D. Zhandalgarova, A.A. Bakhareva, Yu.N. Grozesku, Yu.V. Fedorovykh, A.N. Nevalennyi // Sustainable Fisheries and Aquaculture as a basis for

the development of the Blue Bioeconomy. Environmental Science and Engineering. Springer, Cham. 2022.

18. **Zhandalgarova A.** Evaluation of the effect of the sorbed probiotic preparation "Ecoflor" on the cellular immunity factors of the Russian-Lena sturgeon / A. Zhandalgarova, Yu. Grozesku // E3S Web Conf., 494 (2024) 01020. AEES-2023.

19. **Zhandalgarova A.** Analysis of the effect of the sorbent probiotic drug "Florin Forte" on the cellular immunity of the Russian-Lena sturgeon / A. Zhandalgarova, Yu. Grozesku, V. Egorova, Yu. Sergeeva, Yu. Sergina // E3S Web of Conferences 510, 01034 (2024). EDSA-2024.

20. **Zhandalgarova A.D.** Immunomodulatory effect of a bifido- and lactobacilli complex on nonspecific humoral immunity of sturgeon fish hybrids / A.D. Zhandalgarova, D.V. Mikryakov, Yu.N. Grozesku, A.A. Bakhareva, T.A. Suvorova, T.A. Subbotkina, M.F. Subbotkin, and S.V. Kuzmicheva // Biology Bulletin, 2025, Vol. 52:64. – P. 1-6.

Патенты и базы данных:

21. Патент 2656386 Российская Федерация, МПК A23K50/80 Продукционный комбикорм для производителей осетровых рыб с добавлением пробиотика и биологически активных веществ / **А.Д. Жандалгарова**, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Л.З. Кравцова, И.В. Правдин; заявитель и патентообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – № 2017116295; заявл. 10.05.2017; опубл. 05.06.2018, Бюл. № 16.

22. Патент 2812045 Российская Федерация, МПК A23K10/00 Продукционный комбикорм для осетровых рыб / Ю.А. Сергина, **А.Д. Жандалгарова**; заявитель и патентообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – № 2023109786; заявл. 18.04.2023; опубл. 22.01.2024, Бюл. № 3.

23. Патент 2827392 Российская Федерация, A61D 7/00, C02F 3/34 Способ повышения резистентности осетровых рыб к бактериальным инфекциям / **А.Д. Жандалгарова**, А.А. Чечкина, Ю.А. Сергина; заявитель и патентообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – № 2024106953; заявл. 18.03.2024; опубл. 25.09.2024, Бюл. № 27.

24. Патент 2837903 Российская Федерация, A23K 50/80 (2025.01) Способ повышения иммунного статуса осетровых рыб / **А.Д. Жандалгарова**, Ю.Н. Грозеску, Ю.А. Сергина; заявитель и патентообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – № 2024138690; заявл. 20.12.2024; опубл. 07.04.2025, Бюл. № 10.

25. Патент 2837905 Российская Федерация, A23K 50/80 (2025.01) Способ коррекции иммунитета осетровых рыб / **А.Д. Жандалгарова**, Ю.Н. Грозеску, Ю.А. Сергина; заявитель и патентообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – № 2024138692; заявл. 20.12.2024; опубл. 07.04.2025, Бюл. № 10.

26. Патент 2851496 Российская Федерация, A23K 50/80 (2016.01) Продукционный комбикорм для осетровых рыб / Ю.А. Сергина, **А.Д. Жандалгарова**; заявитель и патентообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – № 2025113688; заявл. 22.05.2025; опубл. 24.11.2025, Бюл. № 33.

27. Патент 2851508 Российская Федерация, A23K 50/80 (2016.01) Продукционный комбикорм для осетровых рыб / **А.Д. Жандалгарова**, Ю.А.

Сергина; заявитель и патентообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – № 2025115366; заявл. 04.06.2025; опубл. 24.11.2025, Бюл. № 33.

28. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2025622462 Российская Федерация. Динамика накопления микроэлементов в органах осетровых рыб при введении в рацион сбалансированных продукционных комбикормов с пробиотическими препаратами / Ю.А. Сергина, **А.Д. Жандалгарова**; заявитель и правообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – №2025622101; заявл. 27.05.2025; опубл. 04.06.2025, Бюл. № 6.

29. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2025622612 Российская Федерация. Лейкоцитарная формула периферической крови сибирского осетра при использовании сорбированного пробиотического препарата / **А.Д. Жандалгарова**, Д.В. Микряков, Ю.А. Сергина; заявитель и правообладатель Астрах. гос. тех. ун-т. – № 2025622100; заявл. 27.05.2025; опубл. 18.06.2025, Бюл. № 6.

Публикации в других научных изданиях:

30. **Жандалгарова, А.Д.** Влияние пробиотиков, содержащих бактерии родов *Bacillus* и *Clostridium*, при добавлении их в продукционные корма для осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова // Материалы Международной конференции, приуроченной к пятилетию открытия кафедры ЮНЦ РАН «Технические средства аквакультуры» «Рациональное использование и сохранение водных биоресурсов». – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. – С. 29-30.

31. **Жандалгарова, А.Д.** Разработка нового высокоэффективного комбикорма с биологически активными веществами и пробиотиками нового поколения для подготовки производителей осетровых рыб к нересту и их постнерестовой адаптации / А.Д. Жандалгарова // Материалы молодежной научно-практической конференции «Исследования молодых ученых – вклад в инновационное развитие России». – Астрахань: Изд-во Нижневолжского экоцентра, 2015. – С. 268-269.

32. **Zhandalgarova, A.D.** Probiotics new generation on the basis of the genera *Bacillus*, *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* in the composition of the starting feed as growth promoters sturgeon fish / A.D. Zhandalgarova, A.A. Bakhareva // World Aquaculture – 2015. – Jeju, Korea. – P. 351.

33. **Жандалгарова, А.Д.** Опыт применения комплексных пробиотических препаратов при выращивании молоди русского осетра в УЗВ / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки, д.с.-х.н., профессора В.М. Куликова «Аграрная наука: поиск, проблемы, решения». – Волгоград: Изд-во Волгоградский ГАУ, 2015. – Т. 1. – С. 52-55.

34. **Жандалгарова А.Д.** Пробиотики нового поколения на основе родов *Bacillus*, *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* в составе стартовых комбикормов как стимуляторы роста осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016. – № 3 (123). – С. 35-37.

35. **Жандалгарова, А.Д.** Пробиотические препараты на фитосубстрате при товарном выращивании осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева //

Материалы 62-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2018. – С. 228.

36. **Жандалгарова, А.Д.** Влияние пробиотического препарата нового поколения «Ферм-КМ» на микрофлору жабр и кишечника молоди осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Состояние водных биологических ресурсов и аквакультуры Казахстана и сопредельных стран: Сборник научных трудов, посвященный 90-летию НПП РК. – Алматы: Казак университеті, 2019. – С. 532-536.

37. **Жандалгарова, А.Д.** Новые пробиотические препараты, иммобилизованные на биопленке, и перспективы их использования в современном осетроводстве / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Материалы 64-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета, посвященной 90-летию юбилею со дня образования Астраханского государственного технического университета. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020. – С. 235.

38. **Жандалгарова, А.Д.** Применение кормов с сорбирующими свойствами при выращивании объектов аквакультуры / А.Д. Жандалгарова, Ю.А. Сергина, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Ю.В. Сергеева // Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием в рамках Международного научного форума «Каспий 2021: пути устойчивого развития». – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2021. – С. 365-369.

39. **Жандалгарова А.Д.** Анализ лейкоцитарной формулы периферической крови стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758), выращенной с применением пробиотика-энтеросорбента «Экофлор» / А.Д. Жандалгарова, Ю.А. Сергина, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Ю.В. Сергеева // Материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции «Наука и практика – 2022». – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2022. – С. 93-94.

40. **Жандалгарова, А.Д.** Эффективность использования пиобактериофага поливалентного очищенного в системах оборотного водоснабжения с целью повышения резистентности осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, А.А. Чечкина // Материалы 67-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2023. – С. 695-696.

41. **Жандалгарова, А.Д.** Оценка бактериальной обсемененности жабр и кишечника осетровых рыб при их выращивании с использованием пробиотических препаратов / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Ю.В. Сергеева, Ю.А. Сергина // Материалы 67-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2023. – С. 692-694.

42. Сергина, Ю.А. Перспективы использования сорбционных форм пробиотических препаратов в условиях интенсивной аквакультуры / Ю.А. Сергина, А.Д. Жандалгарова // Материалы 67-й Международной научной

конференции Астраханского государственного технического университета. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2023. – С. 732-734.

43. **Жандалгарова, А.Д.** Эффективность применения пробиотика-энтеросорбента «Флорин форте» при выращивании бестера (*Huso huso* x *Acipenser ruthenus*) / А.Д. Жандалгарова // Материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции «Наука и практика – 2023». – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2024. – С. 236-237.

44. **Жандалгарова, А.Д.** Оценка влияния пробиотика-энтеросорбента «Экофлор» на интенсивность роста и физиологическое состояние бестера / А.Д. Жандалгарова // Материалы III Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования», посвященной 25-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ». – Керчь: Изд-во КГМТУ, 2024. – С. 82-85.

45. **Жандалгарова, А.Д.** Исследование влияния сорбированных пробиотических препаратов на показатели клеточного иммунитета бестера / А.Д. Жандалгарова, Ю.Н. Грозеску, Ю.В. Сергеева, Ю.А. Сергина // Материалы 68-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета, посвященной 30-летию со дня присвоения АТИРПИХ статуса технического университета. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2024. – С. 559-561.

46. **Жандалгарова, А.Д.** Оценка влияния пробиотического препарата, сорбированного на активированном угле, на рыбоводно-биологические и физиолого-иммунологические показатели осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, Ю.Н. Грозеску // Материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции «Наука и практика – 2024». – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2024. – С. 172-174.

47. **Жандалгарова, А.Д.** Биологическое действие сорбированного пробиотического препарата, содержащего бактерии р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, на организм осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, Ю.Н. Грозеску, Ю.В. Сергеева // Материалы 69-й Международной научная конференция Астраханского государственного технического университета, посвященная 95-летию со дня основания АИРХ-АТИРПИХ-АГТУ. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2025. – С. 650-652.

48. **Жандалгарова, А.Д.** Микробиологическое обоснование применения бактериофагов при выращивании осетровых рыб / А.Д. Жандалгарова, А. Джумаева // Материалы 69-й Международной научная конференция Астраханского государственного технического университета, посвященная 95-летию со дня основания АИРХ-АТИРПИХ-АГТУ. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2025. – С. 653-655.

49. **Жандалгарова, А.Д.** Оценка влияния сорбированного пробиотического препарата на основе бактерий р. *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* на физиологическое состояние стерляди / А.Д. Жандалгарова, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Материалы Международной научно-практической конференции «Стратегия развития инновационных систем в кормлении животных»,

посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Петуховой Екатерины Александровны. – Москва: ООО «Издательство «Сельскохозяйственные технологии», 2026. – С. 201-206.

Монографии и учебно-методические пособия:

50. Грозеску, Ю.Н. Индустриальное рыбоводство: учебно-методическое пособие / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, **А.Д. Жандалгарова**. – Астрахань: АГТУ, 2019. – 92 с.

51. Бахарева, А.А. Пастбищная аквакультура: учебно-методическое пособие / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, **А.Д. Жандалгарова**, О.А. Левина. – Астрахань: АГТУ, 2021. – 76 с.

52. **Жандалгарова, А.Д.** Применение сорбированных пробиотических препаратов в кормлении осетровых рыб: монография / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2025. – 68 с.