

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина»
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»
(ФГБНУ КНЦЗВ)

БИОПРЕПАРАТЫ И ФИТОГЕННЫЕ ДОБАВКИ В РЫБОВОДСТВЕ

Монография

Краснодар
2022

УДК 639.3.043.2
ББК 47.2
Б63

Рецензенты:

К. С. Остренко – зав. лабораторией иммунобиотехнологии и микробиологии Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания животных, д-р биол. наук;

А. В. Ярмоц – профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Майкопского государственного технологического университета, д-р биол. наук, профессор

Коллектив авторов:

Д. А. Юрин, Е. А. Максим, Д. В. Осепчук,
А. Н. Гнеуш, Н. Л. Мачнева

Б63 Биопрепараты и фитогенные добавки в рыбоводстве : монография / Д. А. Юрин [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – 89 с.

ISBN 978-5-907597-72-3

DOI:10.48612/monograph-2022-5

В монографии изучено влияние применяемых в рыбоводстве фитогенных добавок, а также различных биопрепаратов, на продуктивность аквакультуры в условиях активно развивающейся интенсификации отрасли. Отмечена положительная динамика воздействия пробиотиков на увеличение товарной продукции рыбы.

Издание предназначено для обучающихся и аспирантов биологических специальностей вузов, биотехнологов, специалистов АПК, интересующихся вопросами развития аквакультуры.

УДК 639.3.043.2
ББК 47.2

DOI:10.48612/monograph-2022-5

ISBN 978-5-907597-72-3

© Коллектив авторов, 2022
© ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2022
© ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», 2022

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время стратегически важной задачей стало обеспечение российской аквакультуры кормовыми добавками отечественного производства. В нашей стране достаточно собственных ресурсов и научного потенциала для разработки новых и совершенствования существующих рецептур кормов для гидробионтов аква- и марикультуры [17].

Обязательность применения кормовых добавок различного спектра действия не вызывает сомнений у ученых и рыбоводов-практиков после проведения многочисленных опытов и экспертиз, а также стабилизации содержания рыб в условиях индустриального рыбоводства. С применением пробиотических, адсорбционных и стимулирующих добавок рыбопроизводные фермы и комплексы оказались готовы к растущим потребностям внутреннего рынка рыбной продукции Российской Федерации.

Интенсивное развитие установок замкнутого водоснабжения является дополнительным направлением для индивидуального подбора технологий внесения кормовых добавок в лососевые, осетровые корма. Кроме того, растет заинтересованность в увеличении объемов выращивания окуневых, камбаловых, кефалевых, сомовых. В перспективах – систематизация необходимых кормовых добавок для ракообразных и других гидробионтов.

В материалах монографии рассмотрено влияние фитогенных добавок, таких как пробиотики и сорбенты, на выращивание конкурентоспособной по вкусовым качествам и цене рыбы. Приведены результаты исследований по использованию отечественных пробиотиков в лабораторных аквариумных установках в рационах различных видов рыб.

ГЛАВА 1. ЗНАЧИМОСТЬ ФИТОГЕННЫХ ДОБАВОК ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ

1.1 Роль питательных веществ

Энергия. Для нормальной жизнедеятельности рыбы и обеспечения правильного обмена веществ необходимо обеспечить в первую очередь поступление в организм достаточного количества энергии. Обмен веществ представляет собой результат всех химических и энергетических превращений, происходящих в организме. Все фазы обмена требуют энергии, которую рыбы могут получать только из корма, так как питательные вещества корма – белки, жиры и углеводы, перевариваясь, выделяют тепловую энергию. Для определения количества энергии, содержащейся в корме, используют калориметры, в которых навеску корма сжигают в атмосфере чистого кислорода и выделившуюся при сгорании тепловую энергию пересчитывают на 1 г или кг корма. Выражают энергию корма в МДж или ккал (1ккал = 4,1868 кДж; 1МДж = 1000 кДж) [22].

Валовая энергия (энергия потребленной пищи) характеризует всю энергию, поступающую в организм вместе со всеми питательными веществами корма. Часть энергии, поступившей с кормом, не усваивается в организме и теряется с экскрементами. Энергия корма за вычетом энергии экскрементов составляет **переваримую энергию** корма.

Обменная энергия (метаболизируемая, или физиологически полезная) – разность между переваримой энергией и энергией нефекальных выделений через жабры, почки, поверхность тела. **Чистая энергия** – обменная энергия минус энергия, затрачиваемая на переваривание и усвоение пищи. Используется на поддержание жизни, двигательную активность и процессы роста.

Энергия роста (энергия пластического обмена) определяется как разность между чистой энергией и энергией, расходуемой на поддержание жизни и двигательную активность.

Энергия генеративного обмена – величина энергии, используемой организмом для формирования половой системы и созревания половых продуктов. В отличие от птиц и млекопитающих энергетические потребности рыб невелики. Для прироста 1 кг массы рыбы в ее пище должно содержаться 4000–5000 ккал, а для сельскохозяйственных животных требуется 7000–9000 ккал и больше. Это связано с тем, что у теплокровных много энергии уходит на поддержание температуры тела, поэтому энергопротеиновое отношение комбикормов для рыб составляет 7–10 ккал на 1 г белка, а в животноводстве – 15–20 ккал. В составе полноценных комбикормов для рыб учитывают количество энергии (перевариваемая энергия), приведенная в таблице 1 [21; 22].

Таблица 1 – Потребность рыб в энергии

Живая масса	Переваримая энергия, тыс. кДж/кг
1–100 мг	13–14
100–1000 мг	12–13
1–50 г	11–12
50–500 г и более	11–12

Нехватка корма приводит к недостатку энергии, что в свою очередь тормозит процессы пластического и функционального обмена. Состав кормов должен включать полный набор питательных веществ, необходимых для жизнедеятельности и роста рыб: белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и витамины. При составлении рационов необходимо опираться на данные о пищевых потребностях рыб в основных питательных веществах, информацию о качественном и количественном содержании в сырье этих веществ, а также знания об их взаимодействии в организме рыб.

Протеин и аминокислоты. Протеин – это органическое вещество корма, содержащее в своем составе азот. Средний коэффициент пересчета азота на протеин составляет 6,25.

Протеин корма состоит из белков и амидов. Белки в свою очередь делятся на простые (альбумины, глобулины, проламины и др.) и сложные (гликопротеиды, фосфопротеиды, липопротеиды).

Биологическая роль белка: 1) пластическая функция (материал для построения тканей и органов); 2) энергетическая (1г белка = 5,65 ккал); 3) функциональное значение (входят в состав ферментов, гормонов, которые регулируют обмен веществ); 4) транспортная функция и прочее.

Амиды – это небелковая часть протеина. К ним относятся соли-нитриты и нитраты, аммонийные соли, свободные аминокислоты. Амиды имеют практическое значение особенно для жвачных животных. Таким образом, протеин – это наиболее важная часть корма. Протеину принадлежит ведущая роль в обмене веществ, поэтому необходимо, чтобы рационы были сбалансированы по протеиновой питательности. С точки зрения питания рыб, одной из биологических особенностей является высокая потребность в протеине, в 2–3 раза выше, чем потребность сельскохозяйственных животных, а именно 35–60 % к сухому веществу рациона (для животных 15–20 %). Поэтому наиболее эффективными считаются комбикорма с общим содержанием 40–65 % кал за счет белка. Усвоение рыбами белков зависит от их видовой принадлежности, возраста, температуры и солености воды, происхождения белков и их концентрации в пище. Так, оптимальный уровень белков в кормах для молоди лососевых рыб 40–55 %, а для взрослой рыбы – 35–40 %. Такое же количество белка должно находиться в кормах для угря. Карп нуждается в меньшем количестве белка – 30–38 %. В то же время стартовые кормосмеси для молоди всех видов рыб должны быть насыщены белком в максимальной степени – 50–55 %. Для молоди карпа массой от 1 мг до 1 г суточное содержание белка должно составлять 13–59 г на 1 кг. Потребность в белке карпа массой более 1 г – 4–7 г на 1 кг массы рыбы. Уменьшение этой величины снижает потенцию роста, а увеличение приводит к повышению рас-

хода азота на энергетические нужды. Считается, что потребность рыб в протеине зависит от температуры воды. Если при температуре 8 °С корм для радужной форели должен содержать 40–42 % протеина, то при 15 °С содержание протеина достигает 52–55 %. Эффективность утилизации белков находится в тесной связи с энергетической обеспеченностью пищи. Оптимальный уровень белка в корме зависит от вида основного источника энергии. Если это жиры, то концентрация белка, обеспечивающая максимальный рост рыбы, меньше, а если источником энергии являются углеводы, то соответственно больше. Утилизация белка повышается по мере возрастания уровня жира в корме в пределах оптимальных значений [14; 26].

Утилизация (усвоение протеина) находится в тесной связи с энергетической обеспеченностью корма. В силу физиологических особенностей рыба до 70 % протеина затрачивает на энергетические нужды. Поэтому поиск путей снижения непроизводительных затрат протеина является одной из главных задач в рыбоводстве. Смеси протеинов разного происхождения усваиваются рыбами лучше, чем каждый в отдельности. В пищеварительном тракте протеин, входящий в состав кормов, под действием гидролитических ферментов протеиназ (пепсина, трипсина, химотрипсина и др.) и полипептидаз кишечного сока расщепляется до пептидов и аминокислот, которые через слизистую оболочку кишечника поступают в кровь.

Биологическая ценность протеинных кормов определяется в первую очередь наличием незаменимых аминокислот. Незаменимыми считаются те аминокислоты, синтез которых в организме не происходит или идет недостаточно быстро для удовлетворения физиологических потребностей. Для рыб незаменимыми считаются те же 10 аминокислот, что и для теплокровных животных: аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, метионин, лизин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин. Недостаток или отсутствие одной из аминокислот ведет к нарушению обменных процессов, а это вызывает замедление

роста рыбы, повышаются затраты корма на прирост массы выращиваемой рыбы, увеличивается предрасположенность к заболеваниям. Некоторые из незаменимых аминокислот участвуют в образовании заменимых аминокислот. Так цистин позволяет сократить потребность в метионине. Тирозин способен на 30–50 % удовлетворить потребность рыб в фенилаланине. Усвоение изолейцина зависит от уровня лейцина, содержание которого в кормах не должно превышать 3–5 %. Недостаток незаменимых аминокислот в рационе ведет к повышенному потреблению белка и, следовательно, к значительному увеличению затрат корма на единицу прироста. Причем дефицит лишь одной из незаменимых аминокислот ограничивает эффективность использования всех других и белка в целом. В отличие от углеводов и жиров аминокислоты не резервируются в организме, но могут принимать участие в синтезе других соединений и в энергетическом обмене. Сбалансированный по аминокислотному составу комбикорм имеет решающее значение для роста рыб, а также к минимуму загрязнения воды азотом, так как при окислении аминокислот азот выделяется в виде аммиака. В связи с этим при составлении рационов особое внимание следует уделять нормированию незаменимых аминокислот (общее содержание и соотношение) в соответствии с потребностями рыб для обеспечения пластического и функционального обмена [26].

Липиды. Жиры – это эфиры жирных кислот и трехатомного спирта – глицерина. Жир определяется местом его экстрагирования из корма в органических растворителях (бензине, эфире, бензоле). «Сырой жир» объединяет 3 группы соединений:

- 1) истинные жиры, или липиды, которые состоят из простых (жиров и воска) и сложных липидов (фосфолипидов гликолипидов);
- 2) стерины – зоостерин (холестерин), содержится в животных жирах и фитостерин (в растительных жирах);

3) красящие вещества – ксантофилл, хлорофилл, каротиноиды. Все эти вещества нерастворимы в воде, а растворимы в органических растворителях, на чем и основано их определение.

В организме рыбы жиры гидролизуются липазами и фосфолипазами и используются на энергетические нужды или присоединяются в тканях к фосфолипидам. Характерной особенностью липидов у рыб является наличие большого количества полиненасыщенных жирных кислот, поэтому сбалансированный рацион для рыб должен содержать в основном мягкие жиры животного и растительного происхождения, которые усваиваются на 90–95 %. Такие жиры обеспечивают организм энергией и способствуют снижению затрат белка, освобождая его для построения массы тела. Твердые жиры, которые быстро затвердевают при низкой температуре окружающей среды, являются недостаточно хорошим источником липидов для рыб, обладают невысоким биологическим эффектом и усваиваются только на 60–70 %. Отсутствие или недостаток в пище жиров и незаменимых жирных кислот приводит к нарушению ряда физиологических функций организма, замедлению роста, ослаблению пигментации, некрозу лучей хвостового плавника, циррозу, перерождению печени, освобождению тканей и снижению уровня белка и жира в теле. Отмечается повышение смертности рыб [1; 22].

Для определения оптимальной жирности кормов для рыб рекомендовано учитывать связь между жиром и протеином: чем больше протеина в корме, тем выше содержание и жира. Изучение диет показало, что жирность кормов для взрослого карпа должна составлять 4–8 %, для форели – 5–8 %, для лососевых рыб – 20–25 % при условии, что корма свежие, жиры высококачественные. Высокое содержание жира в корме приводит к ожирению рыбы и придает товарной продукции неприятный вкус. При длительном хранении кормов жиры окисляются и становятся токсичными для рыб. Скармливание таких недоброкачественных кормов вызывает у рыб снижение

концентрации гемоглобина и эритроцитов, циррозное перерождение печени, дегенеративные изменения в почечных канальцах. Окисленные жиры кормов разрушают витамины и могут оказать канцерогенное действие, которое приводит к образованию злокачественных опухолей. Одним из внешних проявлений отравления окисленными жирами у молоди лососевых рыб является побеление жабр. У карпа появляются симптомы «усыхания» спины, при котором наблюдается деформация мышц и их разрушение. Для предотвращения окисления жиров в корма вводят антиокислители: естественные – лецитин, ксантофилл, токоферолы (витамин Е), эфир аскорбиновой кислоты; искусственные – сантохин, дилудин, ионол. В качестве источников жира рекомендуется использовать фосфотиды, растительные масла, рыбий жир. Нельзя применять хлопковое масло, так как оно содержит циклопропионовые жирные кислоты, замедляющие рост и вызывающие канцерогенное действие.

Углеводы. Углеводные корма состоят из углерода, водорода и кислорода. В эту группу входят: сахара, крахмал и клетчатка. В теле животных организмов углеводы содержатся в очень малом количестве, не более 2 % в виде глюкозы, гликогена и лактозы у млекопитающих. Углеводы корма делятся на две группы: трудно перевариваемые (клетчатка) и легко перевариваемые (сахар и крахмал). В растениях на долю углеводов приходится до 70–75 % от сухого веса [3; 26].

Сырая клетчатка – сложный полисахарид нерастворимый в воде, состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы и инкрустирующих веществ. Лучше всего клетчатка переваривается у жвачных животных, у которых в рубце она сбраживается под действием целлюлозолитических бактерий до моносахаридов с выделением энергии. У остальных животных, в том числе у большинства рыб, клетчатка переваривается плохо, в основном за счет микроорганизмов, населяющих кишечник. Поэтому для них она играет роль балласта, оказывает механическое воздействие на стенки желудочно-кишечного тракта и усили-

вает секрецию пищеварительных желез. Легко перевариваемые углеводы считаются источниками энергии для живых организмов, так как на 70 % потребность в энергии обеспечивается за счет легко перевариваемых углеводов – сахаров и крахмалов. Кроме того, они участвуют в построении углеродного скелета аминокислот, нуклеиновых кислот и иммуноглобулинов. Если содержание углеводов в кормах не превышает 25 %, следовательно они являются хорошими источниками энергии для рыб [2].

Углеводный обмен у разных видов рыб неодинаков, поэтому и норма различна. В стартовых комбикормах для молоди лосося должно содержаться 20–25 % углеводов, в кормах взрослых особей – 30–35 %, для карпа – 40–45 %. Если рыба длительное время получает богатую углеводами пищу, то могут развиваться симптомы перегрузки печени гликогеном. При этом наблюдается угнетение роста, повышение общей жирности тела. У лососевых рыб клетчатка практически не переваривается, а у карпа происходит довольно интенсивное расщепление клетчатки за счет ферментов поджелудочной железы и микрофлоры кишечника. Источником углеводов для рыб считаются растительные компоненты кормов [9].

1.2 Потребность рыбы в биологически активных веществах

Для нормальной жизнедеятельности рыбы нуждаются в комплексе минеральных солей, которые как неорганическая часть корма необходимы живому организму для построения структурных частей тела и тканей организма, а также как составная часть функциональных соединений [23; 27].

Все минеральные элементы корма классически делятся на две группы:

1. Макроэлементы – Ca, P, Na, K, Mg, Cl, S.
2. Микроэлементы – Fe, Cu, Mn, Zn, Co, I.

Кальций. В костях, а именно в скелете и зубах, содержится около 98–99 % кальция. Он поддерживает и регулирует процессы свертывания крови. Ионы кальция повышают защитные функции организма: они понижают проницаемость мембраны клеток для вредных веществ и усиливают фагоцитарную функцию лейкоцитов. Особенностью минерального обмена рыб является то, что значительную часть минеральных солей они получают не только с пищей, но и с водой: через жабры, слизистые покровы ротовой полости и кожу. Кальций активнее поглощается рыбой из воды, чем усваивается из корма. Отдельные минеральные элементы воды – магний, стронций, барий, медь и цинк, подавляют усвоение кальция. Обмен кальция тесно связан в организме рыб с обменом фосфора.

Фосфор входит в состав нуклеопротеидов и фосфолипидов, участвует в обмене энергии (аденозинтрифосфорная кислота) – которая является универсальным аккумулятором и источником энергии. АТФ играет исключительную роль в мышечной деятельности, в процессе которой химическая энергия превращается в механическую. В кормах для лососевых рыб наиболее благоприятным считается соотношение кальция и фосфора как 1 : 1. При кормлении карпа растительными и животными кормами максимальный рост карпа наблюдается при содержании в рационе 0,6–0,7 % фосфора и 0,8–1,0 % кальция. Следует учитывать, что фосфор костной и мясокостной муки, где он находится в форме апатита, практически не усваивается рыбой в отличие от органических соединений фосфора из мягких животных тканей. Хорошо усваиваются фосфаты калия и натрия.

Магний обладает сосудорасширяющим свойством, стимулирует перистальтику кишечника, активизирует деятельность рибосом, усиливает деятельность трипсина и липаз поджелудочной железы. В 1 кг корма должно содержаться не менее 0,6 г магния. У карпа дефицит магния вызывает потерю

аппетита, ухудшение роста, вялость, судороги и высокую смертность.

Калий и натрий считаются ведущими осморегулирующими ионами – т. е. поддерживают в норме осмотическое давление внутриклеточных жидкостей.

Сера входит в состав серосодержащих аминокислот (метионин, цистин), а также витамина В₁ (тиамин) и инсулина – гормона поджелудочной железы. В состав комбикорма для рыб включают 0,75 % мела, 0,75 % хлорида натрия (поваренной соли) и 2 % фосфата кальция ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Микроэлементы – это обширная группа химических веществ, которые присутствуют в живом организме в чрезвычайно низких концентрациях – до 0,0001 %, но характеризуются выраженными биологическими свойствами. Микроэлементы накапливаются в организме избирательно: цинк – в половых железах и поджелудочной железе, йод – в печени, стронций – в костях, хром и марганец – в гипофизе. Микроэлементы относятся к группе биологически активных веществ, которые выполняют роль катализаторов многих обменных процессов – они входят в состав витаминов, ферментов и гормонов.

Железо необходимо для синтеза гемоглобина, миоглобина мышц. В гемоглобине содержится 50 % запасов железа в организме. Железо является переносчиком кислорода и участвует в газообмене организма. Оно включено в состав многих ферментов цитохрома, каталазы и других. Недостаток железа приводит, как правило, к анемии.

Йод необходим для нормальной работы щитовидной железы, так как он входит в состав ее гормона – тироксина. У форели при недостатке йода распухает щитовидная железа и замедляется рост. Считается очень полезной концентрация йода в кормах для рыб не ниже 0,6–1,1 мг/кг.

Медь принимает участие в синтезе и активации ферментов, как и железо, участвует в синтезе гемоглобина. Потреб-

ность в меди составляет в корме для рыб 0,06 % или 0,006 г/кг (обычно в виде сульфата меди).

Кобальт оказывает влияние на кроветворение и действие гидролитических ферментов. Он входит в состав витамина В₁₂ (4,5 % кобальта в составе В₁₂). Недостаток кобальта снижает темпы роста рыбы и приводит к анемии. Отмечено, что добавка в корм кобальта повышает зимостойкость карпа.

Цинк входит в состав инсулина, эритроцитов, дыхательных энзимов и усиливает действие адреналина. Много цинка в половых железах – поэтому он влияет на воспроизводительные функции животных производителей. Потребность в цинке 0,1 г/кг корма.

Полное исключение минеральных веществ из диеты рыб вызывает снижение аппетита, жирности тела, искривление позвоночника, снижение, неправильное формирование головы.

Потребность форели и карпа в минеральных элементах составляет 4–5 % от массы корма, а для угря – 8 %. Хорошими источниками микроэлементов считаются водорослевая и хвойная мука [12; 14; 19; 22].

1.3 Влияние витаминов на продуктивность

Витамины – это группа биологически активных органических соединений, которые являются катализаторами всех обменных процессов в организме животных. Все витамины не являются пластическим и энергетическим материалом, а необходимы для образования ферментов, участвующих во всех обменных процессах. Витамины поступают в организм практически только с пищей и являются незаменимыми элементами питания. Дефицит витаминов в кормах сдерживает синтез ферментов, а это приводит к нарушению обмена и усвоения питательных веществ. В результате этого замедляются рост рыб и развиваются различные заболевания.

Недостаток отдельных витаминов вызывает гиповитаминозы, которые не имеют ярко выраженной клинической картины и проявляются в форме снижения продуктивных свойств, резистентности (устойчивости к заболеваниям). Полное отсутствие витаминов вызывает тяжелые заболевания – авитаминозы. Наличие достаточного количества витаминов в кормах способствует нормальному развитию, росту и размножению рыб, высокой устойчивости к стрессам и болезням (таблица 2). Большинство витаминов не синтезируются в организме рыб и поступают с основными компонентами корма, но их главным источником служат включаемые в состав кормов витаминные премиксы [20; 21].

Таблица 2 – Потребность рыб в витаминах, мг на 1 кг корма

Витамины	Лосось	Карп	Форель	Карп
А, тыс. МЕ	10–15	4–20	–	100–500
Е, мг	–	10	30–50	–
К, мг	10–20	–	–	–
В ₂ , мг	–	4–10	30–50	0,11–0,33
В ₃ , мг	30–42	10–50	0,55	–
В ₅ , мг	100–1000	30	100–1000	1,0–1,4
В ₆ , мг	–	5	5–20	0,15
В ₁₂ , мг	0,01–0,05	–	–	–

В основу классификации витаминов положен принцип растворимости их в воде и жире, в связи с чем они делятся на две большие группы.

1. Жирорастворимые витамины: А, D, Е, К.
2. Водорастворимые: витамины группы В, С, Н.

Витамин А (ретинол) открыт в 1913 г. Нормируется в МЕ. 1 МЕ = 0,35 мкг весового количества витамина А или 0,6 мкг β-каротина или 1 мг витамина А = 3300 МЕ. В растительных кормах содержится только провитамин витамина А – каротин, который в стенках кишечника и печени под влиянием фермента липооксидазы превращается в витамин А. Чи-

стый витамин А содержится только в кормах животного происхождения.

Витамин А влияет на рост молодого организма (поэтому называется витамином роста), обеспечивает нормальное состояние эпителия кожи, дыхательных, половых путей и пищеварительного тракта, повышает устойчивость организма к инфекциям, а также считается профилактическим средством против злокачественных опухолей.

Недостаток витамина А вызывает нарушение обмена веществ, снижает резистентность к заболеваниям, приводит к задержке роста молодняка рыб. Потребность лососевых в витамине А составляет 10–15 тыс. МЕ/кг корма, а карпа – 4–20 тыс. МЕ/кг. Обычно препараты витамина А включают в состав витаминных премиксов, например, для форели – рецепты премиксов ПФ-1В, ПФ-1М. Норма введения витамина А в состав добавочных кормов для тепловодных рыб составляет 2000 МЕ на 1 кг сухого вещества. В качестве препаратов витамина А применяют масляные препараты активностью 100–500 тыс. МЕ/г, сухие микрокапсулированные – микровит А (гранулированный порошок), в 1 г которого 250–450 тыс. МЕ [14; 22].

Витамин Д, кальциферол (в животноводстве применяются D_2 и D_3). Открыт в 1936 г. 1 МЕ витамина Д = 0,025 мкг весового количества, или 1 мг витамина Д = 40 МЕ. В кормах содержится провитамин Д – стерин (или стероль), который под влиянием ультрафиолетового облучения превращается в витамин Д. Витамин Д регулирует фосфорно-кальциевый обмен, стимулирует всасывание кальция и магния в кишечнике. Дефицит витамина Д вызывает патологические изменения в костной и мышечной тканях.

В качестве препаратов витамина Д применяют:

- масляные препараты витамина D_2 активностью 45–55 тыс. МЕ/мл;
- видеин (провитамин D_3) сухой порошок в 1 г 180–220 тыс. МЕ.

В состав добавочных кормов для рыб включают 220 МЕ витамина Д на 1 кг сухого вещества корма.

Витамин Е – токоферол, называют витамином размножения. В организме рыб витамина Е обладает широким действием: он является природным антиоксидантом, предохраняет от окисления питательные и биологически активные вещества – витамин А, каротин, жирные кислоты. Регулирует белковый, жировой и минеральный обмен.

При недостатке витамина Е нарушаются функции размножения, возникает мышечная дистрофия в виде дегенерации скелетных и сердечной мышцы, отмечается ожирение и некроз печени. С физиологической точки зрения при недостатке витамина Е в организме накапливаются токсические продукты живого обмена, нарушающие сперматогенез у самцов и тормозящие развитие икры у самок. Потребность карпа в витамине Е – 10 мг/кг В состав добавочных кормов для карпа включают 11 мг (или МЕ) витамина Е/кг СВ. Препараты: масляный препарат (25 %), капсулит Е микрокапсулированный (22–27 %), гранувит Е микрогранулированный (22–27 %), кормовит Е однородный сыпучий порошок коричневого цвета (22–28 %).

Витамин К, филлохион, участвует в образовании белка протромбина и регулирует свертываемость крови. У рыб, как и других животных, недостаток витамина К приводит к нарушению свертываемости крови и кровоизлияниям. Богаты витамином К зеленые корма 18–22 мг/кг (особенно крапива, люцерна), травяная мука 27–33 мг/кг, рыбная и мясная мука – 2 мг/кг.

Потребность лососевых в витамине К составляет 10–20 мг/кг корма. В состав добавочных кормов включают приблизительно 5 мг филлохиона на 1 кг сухого вещества корма. Обычно применяют водорастворимый аналог витамина К – викасол, в виде порошка и водного раствора.

Витамин В₁, тиамин, играет большую роль в углеводном, белковом и жировом обмене. Его дефицит лишает орга-

низ возможности эффективно использовать глюкозу, приводит к накоплению промежуточных продуктов обмена – пировиноградной и молочной кислот, которые токсически влияют на нервную ткань. У рыб, страдающих недостатком витамина В₁ (обычно форель, угорь, хищники, канальный сомик), наблюдаются нарушение равновесия, снижение потребления корма. Карп менее чувствителен и до 8–16 нед может обходиться без витамина В₁. При недостатке витамина В₁ у карпа появляются судороги, мускульная атрофия, пучеглазие, учащенное дыхание. Карп плохо растет. Хорошие источники витамина В₁ – дрожжи кормовые (18 мг/кг), зеленые растения (10 мг/кг), отруби (4–6 мг/кг). В состав премиксов включены препараты: тиаминбромид, тиаминхлорид.

Витамин В₂, рибофлавин, при углеводородном обмене способствует образованию гликогена в печени, а также связан с белковым обменом. Например, аминокислота триптофан не усваивается в организме при отсутствии витамина В₂, поэтому высокое содержание белка в корме повышает потребность в витамине В₂. Потребность карпа в витамине В₂ составляет 4–10 мг/кг корма, форели – 30–50 мг/кг. В состав добавочных кормов для карпа включают 2–7 мг рибофлавина на 1 кг сухого корма в виде препарата «рибофлавин кормовой» (10 мг на 1 г рибофлавина). Хорошими источниками витамина В₂ считаются кормовые дрожжи (25 мг/кг), травяная мука (13 мг/кг).

Витамин В₃, пантотеновая кислота, имеет большое значение в жировом обмене. Рекомендуется использовать его при индустриальном выращивании рыбы. У рыб недостаток витамина В₃ считается самым распространенным видом авитаминоза. Потребность в витамине В₃ у карпа составляет 30–40 мг/кг корма, у форели – 10–50 мг/кг. В состав добавочных кормов добавляют 7–11 мг витамина В₃ в виде солей пантотената кальция и натрия. Хорошие источники – дрожжи (70 мкг), отруби (22 мг/кг), зеленая трава.

Витамин В₄, холин, участвует в жировом обмене. В рыболовной практике применяют хлористоводородную соль хо-

лина – холин-хлорид в виде 70 % раствора. Недостаток витамина В₄ приводит к избыточному накоплению жира в печени.

Витамин В₅, никотинамид, активизирует действие инсулина, участвует в углеводном обмене, нормализует водно-солевой обмен. Источником витамина являются дрожжи, пшеничные отруби, рыбная и мясокостная мука, подсолнечниковый жмых. При недостатке витамина В₅ отмечается потеря аппетита, темпа роста, отеки кишечника, светобоязнь. Потребность в витамине для лососевых – 100–450, для карповых – 50–200 мг/кг сухого корма.

Витамин В₆, пиридоксин, участвует в белковом, жировом обмене. Его много в дрожжах, подсолнечниковом жмыхе, пшеничных и ржаных отрубях, травяной муке. При недостатке отмечается повышенная смертность, снижение роста, расстройства нервной системы, судороги. Лососевым рыбам необходимо 15–27 мг/кг, карповым – 10–20 мг/кг сухого корма.

Витамин В₁₂, цианокабаламин, участвует в синтезе гемоглобина, нуклеиновых кислот, жировом обмене. Содержится в сухом обезжиренном молоке, дрожжах, кровяной муке. Недостаток снижает темп роста, аппетит, количество эритроцитов и гемоглобина в крови. Потребность лососевых составляет 0,01–0,5 мг/кг, карповых – 0,01–0,03 мг/кг сухого корма.

Витамин С, аскорбиновая кислота, участвует почти во всех реакциях обмена, окислительно-восстановительных процессах, образовании коллагена, инактивирует яды и токсины. Недостаток витамина С вызывает нарушение роста и развития рыб. Витамина С много в травяной и сенной муке, сухом обезжиренном молоке. Потребность витамина С у лососевых и карповых рыб составляет 200–500 мг/кг.

Витамин Н, биотин, входит в состав ферментов, катализирующих реакции карбоксилирования, участвует в биосинтезе липидов, углеводов. Недостаток оказывает тормозящее действие на рост рыб, вызывает появление голубоватой слизи, мускульную атрофию, поражение кишечника и повышенную

смертность. Особенно богаты биотином дрожжи (1–1,2 мг/кг) и рыбная мука (0,3–0,5 мг/кг). Все необходимые витамины рыба получает в основном из естественной пищи, состав которой в пищевом спектре карпа достаточно разнообразен. Наиболее богаты витаминами ракообразные всех видов. У них найден в составе тела витамин В₁, дафнии богаты витамином В₂ и витамином А. Все личинки насекомых содержат 0,4–0,6 мг/% (на сырую массу) витамина В₂, 0,18–0,36 мг/% витамина В₁. Насекомые и черви менее богаты витаминами, чем ракообразные [3; 79].

1.4 Корма микробиологического и химического синтеза

В настоящее время путем промышленного синтеза с помощью низших автотрофных организмов получают высокобелковые корма. Микроорганизмы, органические и синтетические вещества, также как и простые сахара, спирт, уксусную кислоту, ацетат альдегид, соли аммония, парафины, нефть, мазут, природные газы и некоторые другие превращают в высокоценные кормовые белки, которые называются в общем кормовые дрожжи [4].

Наиболее ценными кормовыми дрожжами для рыбных комбикормов являются те, которые выращены на соломе, кукурузных початках, отходах крахмальной и спиртовой промышленности, гидролизатах древесины, природном газе, нефтепродуктах, камыше, торфе и на другом сырье.

Дрожжевые клетки образуют почти все необходимые вещества (белки, углеводы, жир, ферменты, витамины и другие) для развития и роста организма всех видов и возрастов лососевых, осетровых, угревых, сиговых и сомовых видов рыб, выращиваемых с применением комбикормов и кормосмесей в разных условиях: лотках, садках, бассейнах и других емкостях, а также в прудах, озерах, речках.

По своей питательности и усвоению питательных веществ дрожжи почти равноценны таковым кормам животного про-

исхождения. Кормовые дрожжи в составы комбикормов для рыб включают в сухом порошкообразном виде.

Химический состав дрожжей зависит от исходного сырья и вида продуцента, а поэтому их питательные свойства неодинаковые. Дрожжи, полученные на основе использования отходов пищевой промышленности, содержат протеина и витаминов больше, чем дрожжи, полученные на гидролизате древесины или соломы. Кормовые дрожжи подразделяются на сухие, гидролизные и белково-витаминный концентрат (БВК), полученный из парафинов нефти (паприн).

Дрожжи кормовые сухие, которые получают из зерна, картофельной и меласной барды, имеют темно-коричневый цвет и выпускаются в виде мелких пластинок. Широко используются в составах кормов всех видов и возрастов рыб, а также для развития естественной кормовой базы в различных типах водоемов, где можно выращивать лососевые, осетровые, угревые, сиговые и сомовые виды рыб.

Химический состав: протеин – 42–50 %, сумма аминокислот – 280–330 г/кг, в том числе незаменимых – 127, из них метионин – 1,5–2,0 и лизин – 20,3–23,6; жир – 0,6–0,7 %; БЭВ – 33–36 %. Содержание энергии – 4200–4700 ккал/кг, или 17,6–19,7 МДж, переваримой – 58,7 %, энергопротеиновое отношение – 9 : 1. В дрожжах содержится много макро- и микроэлементов, витаминов, особенно группы В. Их используют в рыбных комбикормах как источники протеина и витаминов.

В составе стартовых и продукционных комбикормов и кормосмесях для выращивания разновозрастных групп лососевых, осетровых, сиговых, угревых и сомовых кормовые дрожжи являются обязательным компонентом для сбалансирования в комбикормах протеина, введения витаминов, микроэлементов и других веществ и можно их вводить до 40 %. Нормы введения в составы рыбных рецептов комбикормов и кормосмесей представлены в таблице 3 [24].

В составы комбикормов и кормосмесей включаются для балансирования в них протеина. Кормовой коэффициент кор-

мовых дрожжей для ценных видов рыб в составе кормов составляет 2–3 кг/кг прироста массы.

Таблица 3 – Количество введения кормовых дрожжей в стартовые и продукционные комбикорма и кормосмеси при выращивании ценных видов рыб, %

Виды рыб	Комбикорма или кормосмеси		
	стартовые		продукционные
	до массы 5 г	более 5 г	более 50 г
Лососевые: форель	6	3	8–24
Атлантический лосось	7–13	10	9–10
Осетровые	6	14	12
Угревые	5–4	10–14	10–12
Сиговые	10	10	–
Сомовые	10–15	10–15	10–15

Дрожжи гидролизные получают на целлюлозно-бумажных комбинатах и гидролизных заводах при переработке древесины, соломы и другого сырья и представляют собой мелкие листочки желтоватого цвета. Для кормления рыб их вводят в составы рыбных комбикормов и кормосмесей в количестве до 40 %, а отдельно для развития естественной кормовой базы их рассыпают по поверхности воды по определенным нормам. Химический состав: протеина – 45–50 %, сумма аминокислот – 145–330 г/кг, в том числе незаменимых – 127–146, из них метионина – 3,3 и лизина – 24,0–32,4; жира – 0,6–0,7 %; БЭВ – 33–38 %. Содержание энергии – 4200–4600 ккал/кг или 17,6–19,3 МДж/кг, переваримой – 58 %. Энергопротеиновое отношение – 9 : 1. По питательной ценности дрожжи мало уступают рыбной муке. При длительном скармливании их рыбе ощущается недостаток в метионине. В составы стартовых и продукционных рыбных комбикормов и изготавливаемых пастообразных кормосмесей для выращивания разных возрастов лососевых, осетровых, угревых, сиговых, и сомовых можно вводить до 40 % дрожжей, которые являются одним из основных компонентов по балансированию протеина в комбикормах для рыб.

Кормовой коэффициент гидролизных кормовых дрожжей для ценных видов рыб в составе комбикормов и кормосмесей – 2–3 кг на 1 кг прироста массы [18].

Паприн, (белково-витаминный концентрат, БВК) получают микробиологическим синтезом из очищенных жидких парафинов (Н-алканы) в виде порошка светло-желтого цвета. Паприн используют для кормления рыб в составах рыбных рецептов комбикормов и изготавливаемых рыбных пастообразных кормосмесей.

Химический состав: протеин – 48–58 %, сумма аминокислот – 454 г/кг, в том числе незаменимых – 202,3, из них метионина – 9,1 и лизина – 39,2; жир – 1,0–5,0 %; БЭВ – 10–22 %. Содержание энергии – 5500–5810 ккал/кг или 23,1–24,3 МДж/кг, переваримой – более 70 %. Энергопротеиновое отношение – 10 : 1.

В паприне имеются канцерогенные вещества, остаточные углеводороды которых допускаются до 0,5 %, а также избыточное содержание нуклеиновых кислот ДНК и РНК, лизина и некоторых микроэлементов. Поэтому составы комбикормов должны быть тщательно сбалансированы по протеину и аминокислотам. В составы рыбных комбикормов и кормосмесей для лососевых, осетровых, угревых, сиговых и сомовых паприн допускается вводить до 25 % от содержания протеина или 5 % от массы скармливаемого корма рыбе.

Длительное применение паприна в составах комбикормов или кормосмесях может привести к патологическим явлениям, особенно при выращивании производителей карпа и получения от них потомства личинок. Кормовой коэффициент паприна – 2–3 кг на 1 кг прироста [29].

Меприн-Д (БВК) – дрожжи, которые получают из метанола микробиологическим синтезом с применением культуры Кандида гиллермондин на средах метанола – древесный спирт. Метанол используется в кормлении рыб в составах рыбных комбикормов и кормосмесях для выращивания разных возрастов лососевых, осетровых, угревых, сиговых и со-

мовых. Его можно использовать взамен рыбной муки, гидролизных и сухих кормовых дрожжей. В метаноле содержится: протеина – 50–55 %, липидов – 4–6 %, энергии – 4000–4500 ккал/кг, или 16,8–18,9 МДж/кг. Энергопротеиновое отношение – 8 : 1. Меприн в кормлении рыб можно использовать так же, как и паприн, с осторожностью.

Кормовой коэффициент для ценных видов рыб составляет 2–3 кг на 1 кг прироста.

Эприн (БВК из синтетического этилового спирта) – дрожжи, которые получают из этанола микробиологическим синтезом с применением культуры Кандида Утюнос на средах синтетического этилового спирта. Эти дрожжи наиболее распространенные в кормлении разных возрастов лососевых, осетровых, угревых, сиговых и сомовых видов рыб. В кормлении рыб применяется в составе стартовых и продукционных комбикормов, в количестве для лососевых – до 17 %, осетровых – до 20 %, сомовых – до 15 %, угревых – до 10 %, а также рекомендуется добавлять к изготавливаемым пастообразным кормосмесям. Его можно использовать взамен рыбной муки, гидролизных и сухих кормовых дрожжей. В эприне содержится: протеина – 4–52 %, жира – 0,7 %. Содержание энергии – 3900–4500 ккал на 1 кг прироста или 16,3–18,9 МДж/кг. Энергопротеиновое отношение – 9 : 1. Кормовой коэффициент эприна для ценных видов рыб в составе кормов – 2–3 кг на 1 кг прироста массы.

Гаприн (бактериальная биомасса из природного газа, БПГ). Биомассу получают микробиологическим синтезом культур метаноокисляющих бактерий, выращиваемой на питательной среде с природным газом, не менее 95 % метана. Биомасса гаприна в кормлении рыб применяется в составе рыбных комбикормов и изготавливаемых в хозяйствах пастообразных кормосмесей.

В гаприне содержится: протеин – 46–57 %, в том числе истинного белка – 70–82 %; жир – 7 % и углеводы – 4,4–9,5 %.

Содержание энергии – 5500–6000 ккал/кг или 23,1–25,1 МДж/кг. Энергопротеиновое отношение – 11 : 1.

В составы рыбных комбикормов и пастообразных кормосмесей гаприна вводят для выращивания ценных видов рыб 15–20 % в зависимости от содержания протеина и можно производить замену других кормовых дрожжей, мясокостной и рыбной муки по балансу протеина в кормосмесях. Кормовой коэффициент гаприна для ценных видов рыб – 2–3 кг на 1 кг прироста массы.

Ферментализаты получают из БВК путем его обработки ферментными препаратами, в основном протосубтилином. Питательные вещества – протеин, жир, после обработки становятся более доступными рыбе и их можно использовать как в составе комбикормов, изготавливаемых кормосмесей при выращивании молоди и товарной рыбы лососевых, осетровых, угревых, сиговых и сомовых, так и отдельно. В стартовые комбикорма его вводят до 40 %, а в производственные – до 30 %. Хорошие результаты получаются при выращивании товарных форели и осетровых.

Метионин кормовой представляет собой кристаллический порошок белого цвета, который получают из синтетических веществ апролеина и метилмеркаптана путем воздействия на них ферментов. Аминокислота метионин принимает участие в жировом и белковом обмене, в синтезе витаминов, особенно при образовании витамина В₁₂, гормонов, ферментов, и как донатора метильных групп. При постоянном недостатке в рационе метионина у рыбы наблюдается развитие жировой инфильтрации печени. Печень увеличивается и становится бледного цвета, нарушаются обменные процессы, понижается темп роста и накопления массы рыбы, увеличиваются затраты корма на прирост массы рыбы [28].

В составе стартовых и производственных комбикормов и кормосмесей постоянный недостаток метионина приводит к нарушению белкового обменного процесса у разновозрастных ценных видов рыб, потере массы их тела, снижению продук-

тивности, а также нарушению минерального обмена. Он необходим для регулирования в организме обмена азота и углеводов, синтеза нуклеотидов, хромопротеинов, ускорения роста и развития растущих организмов, поэтому при недостатке метионина необходимо балансировать с помощью кормов, богатых натуральным метионином или его синтетическим аналогом. Микробиологическая промышленность выпускает синтетические кормовые концентраты метионина в сухом, жидком и кристаллическом виде.

Синтетический метионин в комбикорма или кормосмеси для выращивания молоди лососевых, осетровых, угревых, сиговых, сомовых включают до 0,5–0,6 %, а для выращивания товарных – до 1 %, в зависимости от его потребности для наиболее успешного прохождения обменных процессов в организме.

Лизин – это аминокислота, которая является одной из незаменимых в период выращивания разного возраста лососевых, осетровых, угревых, сиговых и сомовых рыб с применением комбикормов и кормосмесей. Постоянный недостаток его в кормах приводит к потере массы тела, снижению продуктивности, нарушению минерального обмена. Он необходим для регулирования в организме обмена азота и углеводов, синтеза нуклеотидов, хромопротеинов, ускорения роста и развития растущих организмов, поэтому при недостатке его в кормах необходимо балансировать с помощью кормов богатых лизином или с помощью синтетического. Микробиологическая промышленность выпускает синтетические кормовые концентраты лизина в сухом, жидком и кристаллическом виде.

Кормовой концентрат лизина (ККЛ) сухой – порошок серовато-коричневого цвета со специфическим запахом, гигроскопичен, содержит 90–95 % сухих веществ. В состав кормового лизина входят свободный лизин, бактериальная масса и остатки питательной среды (таблица 4). Кормовой концентрат лизина (ККЛ) получают микробиологическим путем.

Таблица 4 – Химический состав сухого кормового концентрата лизина

Компонент	Содержание	Компонент	Содержание
Азотистые вещества: %		Витамины мкг/г:	
Общий азот	5,2–7,9	тиамин	1,7–9,7
Сырой протеин (N · 6,25)	37,5–49,4	рибофлавин	84,2–160,0
Белковый азот	1,9–3,6	пантотеновая кислота	30,0–60,0
α-аминный азот	0,9–2,0	фолиевая кислота	10,0–20,0
Аммиачный азот	0,3–1,4	пиродоксин	8,0–10,0
Азот бетаина	0,8–1,66	никотиновая кислота	200,0–300,0
Аминокислоты:		Другие органические вещества:	
глутаминовая кислота	2,5–3,7	бетаин	6,0–13,0
лизин	15,0–20,0	редуцирующие вещества	4,6–12,7
валин	1,2–4,8	жир	1,3
треонин	0,2–0,3	клетчатка	0,3
триптофан	0,5–0,6	минеральные вещества:	
метионин	0,4–0,6	зола, в том числе:	19,0–28,0
цистин	0,2–0,3	кальций	5,2–12,5
фенил аланин	0,2–0,6	калий	28,6–33,6
тирозин	0,4–0,7	магний	1,1–1,5
аланин	1,3–3,1	натрий	0,8
аргинин	0,3–0,8	фосфор	2,2–2,4
аспарагиновая кислота	0,8–1,4	кремний	10,9–11,5
лейцин	0,6–1,1	железо	0,1–0,25
изолейцин	0,4–0,6		

Для биосинтеза свободного L-лизина используют бактериальный мутант бревибактериум, культивируемый на среде, состоящей из мелассы, кукурузного экстракта, сульфата аммония и фосфата калия. В состав рыбных комбикормов и изготавливаемых кормосмесей непосредственно в хозяйствах ККЛ можно включать вместо рыбной и мясокостной муки до

10 %, предварительно сделать расчет по содержанию протеина и лизина.

Искусственный лизин в комбикорма и кормосмеси для выращивания товарной форели вводят до 1,55. ККЛ и искусственный лизин рекомендуется вводить в зависимости от потребности суточных доз лизина.

Кормовой концентрат лизина жидкий (ККЛ-ж или ЖКЛ) – сиропообразная жидкость темно-коричневого цвета с содержанием 40–60 % сухих веществ, в том числе 7–10 % лизина монохлоргидрата. Чтобы перевести в лизин, необходимо количество монохлоргидрат умножить на коэффициент 0,8. Ионный показатель (рН) ККЛ-ж – 4–6, который необходимо учитывать при включении в составы комбикормов для выращивания разных возрастов лососевых, осетровых, угревых, сиговых и сомовых видов рыб, поскольку переваривание пищи у этих рыб происходит при разных показателях рН. Например, нормальное рН у лососевых составляет в пределах 2,2–2,5; осетровых – 2–3; сомовых – 2,2–2,5; угревых – 2,2–2,8; сиговых – 2,2–2,5. Причем в кишечнике переваривание корма происходит при слабокислой среде с повышением к щелочной.

L-лизин кормовой – кристаллический порошок, выпускается в виде монохлоргидрата светло-желтого или белого цвета, легко растворим в воде. Лизина в нем содержится свыше 95,0 %. Кристаллический лизин получают микробиологическим способом с использованием ионного обмена или кристаллизации. В кормлении рыб используют также, как сухой или жидкий кормовой лизин. Его можно вводить как в премиксы, так и непосредственно в комбикорма, а также в изготавливаемые кормосмеси непосредственно с учетом пересчета потребности в аминокислоте для выращивания разных возрастов лососевых, осетровых, угревых, сиговых и сомовых.

Микрофлора, стабилизируемая в кишечнике, является сложносоставной с общим количеством 10^{14} микроорганизмов, представляющих более 400 различных видов бактерий.

Внутри такой сложной системы имеются многие взаимосвязи между различными микроорганизмами, а также между микробами и животными. Однако микрофлора быстро превращается в очень стабильную популяцию, которая помогает животному в устойчивости к инфекциям.

Полезные эффекты пробиотиков могут проявляться через прямое антагонистическое действие против специфических групп микроорганизмов (образование антибактериальных веществ), конкуренцию за питательные вещества и место жизни, изменение микробного метаболизма (увеличение или уменьшение ферментативной активности, стимуляции иммунной системы и др.). Представители рода *Lactobacillus spp.*, и в частности, *Lactobacillus acidophilus*, обладают выраженными ингибирующими свойствами против кишечных патогенов. И это специфическое действие обусловлено продукцией таких антибиотиков, как ацидофелин, лактолин и ацидолин. Образующий ацидолин вместе с молочной кислотой обеспечивает высокую антимикробную активность против энтеропатогенных видов *E. coli*, различных сальмонелл, стрептококков, клостридий и других спорообразующих микроорганизмов [28].

Помимо образования специфических антибиотиков, ингибирование патогенов лактобациллами может быть обусловлено продуктами их метаболизма. Они образуют значительные количества уксусной, муравьиной, молочной кислот и перекиси водорода, ингибирующие свойства которых хорошо известны.

Другим механизмом предотвращения колонизации кишечника патогенами является конкуренция за места адгезии на поверхности кишечного эпителия. Бактерии, которые растут медленно, но прикрепляются к кишечной стенке, могут колонизировать кишечник, в то время как неадгезирующие виды компенсируются за счет повышения скорости роста. Прикрепление обеспечивает микроорганизму устойчивость к вымыванию из кишечника содержимого. Из этого следует, что если пробиотический штамм может оккупировать места адге-

зии на кишечной стенке, то он приживается в пищеварительном тракте, и наоборот.

Доказано, что различные виды лактобацилл, обитающих в пищеварительном тракте, деконъюгируют таурохолевую и гликохолевую кислоты. Такая деконъюгационная активность обычно проявляется у организмов в анаэробных условиях, и она становится важной по отношению к уровню холестерина в сыворотке крови потому, что деканъюгированные желчные кислоты обеспечивают меньшее всасывание липидов из кишечного тракта, чем конъюгированные. Это может приводить к уменьшению всасывания холестерина из кишечника и таким образом влиять на его уровень в крови.

Пробиотики оказывают многообразное действие как на микрофлору желудочно-кишечного тракта, так и на обменные функции организма животных, а пробиотический эффект различных бактерий определяется суммой специфических активностей, которыми эти организмы обладают. Молочнокислые бактерии, например, оказывают полезное действие посредством образуемых антибиотиков, продукции органических кислот и изменения величины рН, образования перекиси водорода, снижения окислительно-восстановительного потенциала среды, конкуренции за места адгезии, питательные вещества и другие эффекты.

Бактерии других систематических групп и, в частности, рубцовые виды могут продуцировать биологически активные вещества, необходимые для роста других бактерий, утилизировать вредные продукты обмена и, таким образом, поддерживать экологическое равновесие в пищеварительном тракте. Поэтому наиболее перспективными, хотя и технологически более сложными, могут быть пробиотические препараты, которые состоят из бактерий различных видов (микробный консорциум), находящиеся в синтрофных взаимоотношениях. При этом не исключается использование отдельных видов бактерий, обладающих необходимыми свойствами или улучшенных генно-инженерными методами.

При выращивании осетровых рыб наблюдается увеличение уровня органического загрязнения и числа условно-патогенных бактерий в водной среде. При определенной концентрации микроорганизмов в воде рыбоводных емкостей происходит их резкое возрастание в органах и тканях рыб.

При этом отмечаются случаи ослабления общего состояния рыб и возникновения различных заболеваний, что ведет к необходимости проведения исследований, направленных на разработку лечебно-профилактических кормов.

В настоящее время в качестве средства, направленного на поддержание и восстановление нормального физиологического состояния человека и животных, используют различные пробиотические препараты. Это связано с современным состоянием антибиотикорезистентности рыб, которое делает необходимым поиск альтернативных более физиологичных и безопасных средств для профилактики и лечения инфекций. Поэтому основной проблемой интенсивного рыбоводства является разработка новых биотехнологий выращивания, с использованием активных и безопасных комбикормов, содержащих в своем составе современные препараты пробиотиков.

Типичный представитель пробиотиков – отечественный препарат Субтилис, действующим началом которого являются *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, они активно выделяют в кишечнике биологически активные вещества, продуцируют различные пищеварительные ферменты и энзимы [10].

Пробиотик «Пролам» содержит 5 штаммов микроорганизмов (2 штамма *Lactobacillus*, 2 штамма *Lactococcus* и 1 штамм *Bifidobacterium*), молоко, мелассу свекловичную, воду, мел, глюкозу, дрожжи. В 1 см³ препарата содержится не менее $1 \cdot 10^8$ КОЕ микроорганизмов. Не содержит геномодифицированные организмы (ГМО). «Пролам» – это жидкость с осадком на дне или со взвешенными частицами мела коричневого цвета с оттенками разной интенсивности, с запахом питательной среды, которые расфасовывают по 5,2 л в герметичную тару из полимерных материалов. «Пролам» хранят в

чистом, защищенном от света помещении при температуре 10...20 °С.

Микроорганизмы, используемые при производстве препарата, создают благоприятную микрофлору желудочно-кишечного тракта и снабжают организм животных биологически активными веществами, повышающими конвертируемость корма, улучшающими процессы жизнедеятельности и повышающими неспецифический иммунный статус. Микроорганизмы, входящие в состав препарата, борясь за питательный субстрат, являются антагонистами по отношению к некоторым патогенным микроорганизмам, таким образом, предотвращая возникновение дисбактериоза и других желудочно-кишечных заболеваний.

Смеси кормовые «Пролам» применяют для профилактики и лечения дисбактериозов, повышения естественной резистентности организма животных, коррекции микрофлоры в кишечнике при нарушении процессов пищеварения, для повышения сохранности и среднесуточных приростов живой массы животных [25].

Пробиотическая добавка «Бацелл» состоит из микробной массы спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* 945 (B-5225), ацидофильных бактерий *Lactobacillus acidophilus* L917 (B-4625): *Ruminococcus albus* 37 (B-4292), шрота подсолнечного, мелассы свекловичной, молока обезжиренного, воды. В 1 г пробиотической добавки содержится не менее $1 \cdot 10^8$ КОЕ бактерий каждого вида. Штаммы выделены из природных источников и не подвергаются генетической трансформации.

Пробиотическая добавка к корму «Бацелл» – сыпучий порошок от светло-коричневого до темно-коричневого цвета с включениями частиц подсолнечного шрота, со специфическим кисловатым запахом.

Молочнокислые и спорообразующие бактерии, входящие в состав пробиотической добавки к корму «Бацелл», размножаясь в кишечнике животных, продуцируют биологически

активные вещества, препятствующие развитию условно-патогенной микрофлоры. Пробиотическая добавка активизирует деятельность желудочно-кишечного тракта, нормализует обменные процессы в организме, в результате чего повышается продуктивность животных, увеличивается сохранность поголовья, эффективность производства животноводческой продукции.

Пробиотическая кормовая добавка «Споротермин» с иммуномодулирующим действием. Однородный мелкодисперсный порошок от белого до кремового цвета со слабовыраженным молочным запахом. Предназначен для повышения неспецифической резистентности организма молодняка сельскохозяйственных животных, при нарушении процессов нормального пищеварения, связанной с ферментной недостаточностью, для повышения сохранности и увеличения приростов. Кормовая добавка содержит лиофильно высушенную культуру *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*. В качестве наполнителя используется лактоза. Она полностью растворяется в воде и усваивается организмом. Бактерии *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, используемые для изготовления препарата, обладают высокой устойчивостью к сокам и ферментам желудочно-кишечного тракта животных; антагонистической активностью к энтеропатогенной микрофлоре кишечника и условно-патогенным микроорганизмам; оптимизируют микробный баланс в кишечнике за счет специфической деятельности спорообразующих бактерий по восстановлению нормофлоры; активизируют процессы пищеварения за счет усиления ферментативной активности в тонком кишечнике (синтез пектолитических, протеолитических ферментов, липазы), синтеза заменимых и незаменимых аминокислот и витаминов. Количество жизнеспособных микроорганизмов *Bacillus subtilis* и *Bacillus Leciniformis* КОЕ/г, не менее $3-5 \cdot 10^9$. Восстановление функциональной активности толстой кишки ЖКТ приводит к увеличению фагоцитарной активности крови, способствует нормализации работы иммунной системы,

улучшению обмена веществ в организме, сохранности поголовья и эффективности выращивания молодняка сельскохозяйственных. «Споротермин» применяется для нормализации пищеварения, повышения иммунитета, снижения отрицательного воздействия стресс-факторов на животных; профилактики инфекционных заболеваний, ферментной недостаточности органов пищеварения; увеличения неспецифической резистентности организма животных; нормализации микробного баланса в пищеварительном тракте; стимуляции роста, повышения сохранности и выращивания здорового молодняка. Наличие споровой оболочки у бактерий дает возможность использовать препарат в процессе приготовления гранулированных кормов, премиксов, БМВД, в рыбоводстве [28].

Антибиотик «Антибак-100» – антибактериальный препарат для рыб, содержащий в качестве действующего вещества ципрофлоксацин, а также вспомогательные компоненты. Препарат выпускают в следующих модификациях: «Антибак-100» (порошок светло-коричневого цвета, содержащий в 1 г 100 мг ципрофлоксацина), «Антибак-250» и «Антибак-2500» (таблетки). Хранят препарат с предосторожностью (список Б) в заводской упаковке, в защищенном от света и влаги, недоступном для детей и животных месте, отдельно от пищевых продуктов и кормов, при температуре $-10...+30$ С. Ципрофлоксацин, входящий в состав препарата, обладает бактерицидным действием против возбудителей бактериальных болезней рыб, в том числе аэромонад, псевдомонад, микобактерий, стрептококков, вибрионов, миксобактерий, коринобактерий, цитробактерий, йерсиний и энтеробактерий. «Антибак» по степени токсического воздействия на организм, относится к малоопасным веществам для теплокровных (4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76) и рыб. Его применяют с лечебно-профилактической целью при аэромонозе, псевдомонозе, бактериальном бронхонекрозе, флексибактериозе, коринобактериозе, плавниковой гнили, цитробактериозе, фурункулезе, вибриозе, микобактериозе, стрептококкозе, а также при бо-

лезнях, осложненных бактериальной инфекцией внутрь с кормом.

1.5 Перспективы использования сорбентов в рыбоводстве

В настоящее время представлено очень мало информации о механизме действия сорбентов на жизненно важные функции организма, однако очевидно, что эти свойства в полной мере обусловлены сорбционной, ионообменной и удерживающей способностью этих кормовых добавок. При адсорбции из желудочно-кишечного тракта уходят лишняя жидкость, газы, токсины, патогенные бактерии, происходит активизация иммунной, пищеварительной, ферментной систем, улучшается обмен веществ [5; 19].

К природным неорганическим сорбентам относятся горные породы и минералы, такие как цеолиты, бентонитовые и палыгорскитовые глины, диатомиты, опоки, трепелы и другие, обладающие высокими адсорбционными и/или ионообменными свойствами. Основные свойства природных сорбентов обусловлены специфическим строением каркаса кристаллической решетки или развитой межфазной поверхностью. В зависимости от строения и характера проявления сорбционных свойств природные сорбенты разделяются на две группы: с кристаллической структурой минералов (цеолиты, бентониты, палыгорскитовые глины, глаукониты и вермикулиты) и с аморфной гелевопористой структурой. Ко второй группе относятся силикатные сорбенты опалового типа – опалкристаллитовые породы (диатомиты, трепелы, опоки, перлиты) и алюмосиликатные, представляющие природную смесь твердого геля (бокситы и аллофаны).

Одни виды природных сорбентов можно отнести к минеральным образованиям с поверхностно-активными свойствами, обязанными взаимодействию частиц сорбата с гидроксильными группами (кремнеземистые, алюмосиликатные с расширяющейся слоистой структурой). Другие могут вступать

непосредственно в реакцию катионного обмена и рассматриваться как ионообменники (цеолиты, бентониты). Диапазон их промышленного использования широк и разнообразен. Сорбенты с расширяющейся слоистой структурой (с высокой степенью набухания) представляют интерес как стабилизаторы суспензии (бентонитовые глины). Ввиду специфики их физико-химических свойств ряд природных сорбентов (цеолиты, диатомиты, бентониты) в силу своей реакционной способности могут быть использованы в качестве активных наполнителей различных материалов [8; 22].

Адсорбционная активность сорбентов определяется характером пористости, величиной удельной поверхности и особенностями кристаллической структуры.

Использование природных цеолитов достаточно распространено в рыбоводстве: их применяют в рециркулярных рыбоводных системах для очистки воды от ионов тяжелых металлов.

Подстилка дна рыбоводных бассейнов из дробленой крошки цеолита способствует повышению интенсивности роста форели на 7,7 %, при этом улучшается гидрохимический режим.

При скармливании цеолита в рационах рыбы получены положительные результаты. Замечено повышение сохранности рыбы и улучшение липидного обмена в ее организме.

Скармливание природного цеолита карпу впервые было изучено в Японии, что позволило повысить интенсивность роста рыбы на 15–20 %.

Российскими учеными установлено, что при скармливании прудовому карпу в составе комбикормов природного цеолита с сорбционными свойствами прирост массы рыбы повышается на 7,2–8,3 %, при снижении затрат кормов на единицу прироста – на 16,2 %.

В рыбоводной практике имеется целый ряд исследований по использованию других природных адсорбентов в рационе карпа, форели и осетровых. Применение сорбентов является

эффективным при очистке воды по отношению к процессам биологического окисления, которые в высокой степени чувствительны к небольшим изменениям температуры и химического состава воды. Сорбенты в рыбоводстве адсорбируют и микробы, выделяющие токсичные газы, что и повышает санитарные условия окружающей среды водоема и предотвращает возникновение различных заболеваний. Кровообращение рыб становится хорошим, что придает силу организму, усиливает резистентность по отношению к различным заболеваниям, повышается интенсивность их роста [15].

Отмечается положительное влияние природного цеолита в комбикормах для гибридов осетровых, также отмечено незначительное улучшение физиологического состояния рыб.

Лигногумат КД – сорбирующее средство, активизирующее рост, иммунитет и резистентность рыб. Гуминовые вещества (природные органические соединения, составляющие от 50 до 90 % органического вещества торфа, углей, сапропелей и неживой материи почвенных и водных экосистем) оказывают стимулирующее воздействие на основные звенья обмена веществ в организме рыб. Лигногумат КД является сорбентом тяжелых металлов, радионуклидов и других токсических веществ, находящихся в воде. Механизм действия средства основан на связывании ядовитых веществ гуминовыми соединениями, что резко снижает их вредное воздействие на рыб. Лигногумат КД используется для стимуляции роста молоди рыб, оптимизации качества воды, улучшения условий содержания и нереста рыб, для которых нужна вода, богатая гуминовыми веществами, повышения сохранности поголовья рыб при их выращивании, особенно на ранних стадиях развития. Аммиак в воде постепенно накапливается в результате жизнедеятельности рыб. В воде с Лигногуматом не было обнаружено аммиака.

Известно, что ион аммония является одним из наиболее токсичных элементов в водной среде, вредно действующих на жизнедеятельность рыб даже в небольших концентрациях.

В условиях недостатка кислорода такое содержание аммиака ведет к снижению скорости роста рыбы. Источником ионов аммония является сама рыба, которая выделяет их вместе с пометом. В природе, в реках, в неограниченных водоемах благодаря свободной циркуляции воды и неограниченного передвижения рыбы почти не возникают такого рода затруднения. Но там, где разводят рыбу в ограниченных водных резервуарах, содержание аммиака часто возрастает до уровня токсичности, поэтому приходится постоянно контролировать воду по этому показателю. Клиноптилолит является хорошим сорбентом ионов аммония, поэтому представляет значительный интерес для рыбного хозяйства.

Также применение цеолита в качестве селективного ионообменника является эффективным при очистке воды по отношению к процессам биологического окисления, которые в высокой степени чувствительны к небольшим изменениям температуры и химического состава воды [6].

Некоторые микотоксины в рыбоводстве можно нейтрализовать, если добавить в корм абсорбенты. Различают два основных класса таких абсорбентов:

1. Гидратированные алюмосиликаты кальция и натрия (HSCAS).

2. Модифицированные частицы одноклеточного дрожжевого организма *Sacchromyces cerevisiae* или обычные пекарские дрожжи.

Алюмосиликаты достаточно хорошо справляются с афлатоксинами. Дрожжевые препараты влияют на больший спектр микотоксинов. Глубоких исследований ни того, ни другого абсорбента в рыбном корме еще не проводилось. В процессе приготовления кормов используется тепло, что снижает уровень содержания афлатоксинов в корме. В экспериментах на сомиках, которым давали плавающие корма из зараженной афлатоксином кукурузы, приготовленной под действием тепла, уровень содержания афлатоксина снизился более чем на 60 %. Также после тепловой обработки и в ходе пригото-

ния кормов незначительному распаду подвергаются фумонизин, ОА, ДОН и токсин Т-2.

Кормовая добавка «Зоонорм» представляет собой лиофилизированную микробную массу живых антагонистически активных бактерий вида *Bifidobacterium bifidum*, иммобилизованных на частицах измельченного активированного угля в качестве сорбента. Активность этой кормовой добавки определяют содержащиеся в нем микроколонии бифидобактерий, которые нормализуют микрофлору кишечника. Микроколонии бифидобактерий, сорбированные на активированном угле, способствуют выведению токсических метаболитов, активируют процесс пристеночного пищеварения, осуществляют физиологическую защиту кишечного барьера от проникновения микробов и токсинов во внутреннюю среду организма, образуя пленку на слизистой оболочке кишечника. Скармливание кормовой добавки «Зоонорм» обеспечивает повышение рыбопродуктивности на 10,2 %, выживаемости молоди рыб – на 6,2 %.

Рыбное сырье можно эффективно очистить перед приготовлением в промышленных условиях даже от таких гидрофобных канцерогенов, как бензапирен. Использование высокоэффективного сорбента – углеткани – позволило извлечь не только химические токсины, но и генотоксины, накопленные рыбой, в результате чего генотоксичность понизилась до уровня дистиллированной воды.

Обработка икры севрюги эписбрасинолидом во время оплодотворения и обесклеивания значительно повышает количество живых эмбрионов: в присутствии ионов меди в 1,3 раза, в феноле – в 1,4 раза.

Использование в комбикормах для форели и карпа в качестве минеральной сорбирующей добавки из цеолита оказывает ростостимулирующий эффект и положительно влияет на физиологическое состояние рыб. У бестера на комбикорме с добавлением 3,0 % природного сорбента пегасина отмечена положительная тенденция в улучшении показателей липидно-

го обмена. Это проявилось в увеличении уровня фосфолипидов на 3,0 %, фатидов – до 2,7 %, фосфатидилхолинов – на 6,0 % и снижении содержания неэстерифицированных жирных кислот до 5,0 %.

Создание новых рыбоводных рециркуляционных систем позволяет перейти к более надежному и менее уязвимому производству рыбы. В существующих установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) даже сочетание нескольких известных методов очистки (биологическая и механическая), как правило, не обеспечивает стабильного оптимального гидрохимического режима. Биологическая очистка предъявляет жесткие требования к поддержанию на определенном уровне ряда гидрохимических параметров – рН, температуры, содержания кислорода. Кроме того, она весьма уязвима при резком увеличении нагрузки за счет искусственного кормления и использовании лекарственных препаратов. Вследствие воздействия перечисленных факторов биологическая очистка перестает эффективно выполнять свои функции, что приводит к значительному накоплению ионов аммония и аммиака в воде. Результаты очистки воды в опытных зарубежных и отечественных установках для выращивания рыб с помощью различных сорбентов показали, что наиболее перспективными являются каркасные алюмосиликаты. Известно, что природные цеолиты различных месторождений в зависимости от минералогического состава и обменных катионов, входящих в состав их кристаллической решетки, обладают высокой специфичностью ионообменных свойств [8; 20].

При оптимизации узла очистки в УЗВ возможны два варианта решения: очистка природными цеолитами как альтернатива биологической и сочетание биологической и сорбционной очистки. В обоих случаях их предваряет механическая очистка. На основании экспериментальных данных были сконструированы цеолитовые фильтры, которые использовались в производственных условиях при выращивании молоди осетровых рыб. Применение этих фильтров позволило под-

держивать концентрацию ионов аммония в воде не выше ПДК и снизить содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов и ядохимикатов в воде, поступающей в систему на 20–100 % в зависимости от концентрации сорбируемого вещества [22].

Поскольку рационы рыб в основном состоят из растительных компонентов (до 90 %), то проблем с микотоксинами эта отрасль так же не избежала. Для кормления рыб широко используют шроты, дробленые злаки, а так же часто отходы мукомольного производства. Часто эти компоненты кормов контаминированы различными микотоксинами в значительных количествах. Афлатоксины у радужной форели вызывают развитие гепатомы (гепатоцеллюлярная карцинома – НСС) даже при уровне поступления – 20 мг/т корма (верхняя граница МДУ). Через 8 мес у 58 % особей форели находили заболеваемость НСС, а через 12 мес – у 83 %. Тепловодные рыбы, например канальный сом, менее чувствительны к афлатоксину, но при больших дозах (5–10 г/т) замедляют рост и получают повреждения внутренних органов. Охратоксин, как и у теплокровных животных, в первую очередь поражает почки. В больших дозах (3–5 мг/кг) приводит к некрозу клеток канальцев почек и печени. Скармливание канальным сомикам охратоксина (1 мг/т корма) в течение 2 мес. приводит к отставанию в массе и возникновению гистопатологических изменений в виде некрозов гепато-панкреатических тканей. Стеригматоцистин в концентрации 5 мг/л при погружении в него на 1 час 14-дневных эмбрионов радужной форели провоцирует заболеваемость опухольями спустя 12 мес на 13 % и выше. Фумонизин В1 в дозе 20 мг/кг корма резко снижает темпы роста канальных сомов, тиляпий и карпа. Монилиформин в дозе 20 мг/кг корма при скармливании в течение 70 дн сомам и карпам значительно снижает прирост массы мальков. Токсин Т-2 в количестве более 1 мг/кг корма угнетает развитие молоди рыб. Наблюдают замедление роста, плохое потребление корма, понижение гематокрита и уровня гемоглобина в крови. У взрослой форели дача 15 мг/кг корма приводит к кишечным

кровотечениям и срыгиванию. У сомов 1–5 мг/кг в течение 2 мес уменьшает сохранность мальков на 20 %. ДОН вызывает прогрессирующее снижение массы у рыб уже в дозе 1 мг/кг корма, так как уже после нескольких кормлений «грязным» кормом происходит отказ от питания.

В качестве сорбентов используют чаще всего древесину различных пород, торф и торфяной полукокс с небольшим содержанием золы, ископаемые угли разной стадии метаморфизма (бурые, каменные угли, антрациты), морские водоросли, отходы целлюлозно-бумажной (сульфитный щелок), гидролизной (лигнин) и сахарной (патока) промышленности и другие материалы, содержащие углерод. В последние годы для получения углеродных сорбентов с развитой микропористостью и улучшенными молекулярно-ситовыми и физико-механическими свойствами в качестве исходного сырья все шире применяют различные полимерные материалы, в частности смолы, органические волокна (гидратцеллюлозные, полиакрилонитрильные) [15].

Углеродные адсорбенты активно проявляют молекулярно-ситовые свойства по отношению к тем или иным веществам. Такие активированные угли характеризуются наличием в их структуре преимущественно микропор, мезопоры практически отсутствуют или содержатся в незначительном количестве (до 0,05–0,10 см³/г). Объем макропор должен быть минимальным и не превышать 0,25–0,30 см³/г. Размеры микропор молекулярно-ситовых углей варьируются от 0,1 до 1,0 нм, их объем в среднем составляет 0,18–0,22 см³/г.

Энтеросорбенты должны быть нетоксичными (в процессе прохождения желудочно-кишечного тракта энтеросорбенты не должны разрушаться до компонентов, которые при всасывании способны оказывать прямое или опосредованное действие на органы и системы); нетравматичными для слизистых оболочек (должны быть устранены механические, химические и другие виды неблагоприятного взаимодействия со слизистой оболочкой полости рта, пищевода, желудка и кишечника,

приводящие к повреждению органов); хорошо эвакуироваться из кишечника без обратных эффектов, т. е. усиления процессов, вызывающих диспепсические нарушения; энтеросорбенты должны обладать высокой сорбционной емкостью по отношению к удаляемым экзо- и эндотоксинам; отсутствие десорбции веществ в процессе эвакуации и изменения рН среды, способной привести к неблагоприятным проявлениям; должны быть изготовлены в удобной фармацевтической форме; должно быть отсутствие отрицательных органолептических свойств кормовой добавки. Длительное введение сорбента животным также должно не влиять на функции жизненно важных органов и систем, не вызывать морфологических изменений внутренних органов.

Применение энтеросорбентов оказывает мощный нормализующий эффект на показатели энергетического обмена, улучшает белоксинтезирующую функцию печени, стабилизирует углеводный обмен, снижает уровень продуктов перекисного окисления липидов, стабилизирует биомембраны. Также установлена эффективность применения углеродсодержащих энтеросорбентов при синдроме эндогенной интоксикации, который сопровождается накоплением в кишечнике таких токсических веществ, как аммиак, индол, скатол, фенолы, жирные кислоты, бактериальные токсины.

Одним из способов защиты населения от различных токсинов является использование энтеросорбентов, в состав которых входят и мощные биологические антиоксиданты. Между тем энтеросорбент с антиоксидантными функциями должен дезактивировать значительные количества различных пероксидных соединений. Весьма актуально создание энтеросорбентов с жесткофиксированными антиоксидантами, которые обладали бы ферментативными свойствами, так как жесткофиксированные ферменты не рассасываются в процессе использования. Процесс сорбции представляет собой бимолекулярную реакцию, которую, в связи с избытком одного из компонентов – сорбента, можно представить как односторонний

процесс, подчиняющийся кинетическому уравнению первого порядка. Изменение энтропии активации формирования активированного адсорбционного комплекса меньше, чем изменение энтропии сорбции для случая наступления равновесия. Это означает, что механизм сорбции включает две стадии. Первая стадия – это стадия закрепления антиоксиданта на сорбенте, согласно данным работы. С практической точки зрения важнейшим результатом является то, что ферменты-антиоксиданты с сорбента не вымываются водой. Это, в свою очередь, обеспечивает длительное функционирование антиоксиданта, так как он прочно закреплен на достаточно крупных частицах сорбента [1; 20].

ГЛАВА 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КОРМОВЫХ ДОБАВОК В АКВАКУЛЬТУРЕ

2.1 Пробиотики

Пробиотики уже прочно вошли в нашу жизнь. Ни у кого уже не вызывает сомнения, что полноценное и качественное питание необходимо современному человеку в сложившейся сложной экологической ситуации. Поэтому рыба, выращенная с применением пробиотиков, которые успешно заменяют кормовые антибиотики и химиопрепараты, является экологически благополучным продуктом. Переходя к самостоятельному, активному питанию, молодь рыб постоянно заглатывает воду, в том числе и осуществляя акт дыхания. В этот критический период наиболее важно заселить кишечник пробиотическими культурами для укрепления иммунитета. Если чистоту воды в поилках сельскохозяйственных животных можно контролировать, то полностью проверить биотоп пруда затруднительно, так как пруд – естественная экосистема. При поддержании здорового баланса кишечной микрофлоры создаются оптимальные условия для роста и развития рыб [31].

Поставлена задача – вырастить рыбу с использованием экологически чистых кормов и конкурентоспособную как по цене, так и по вкусовым качествам. Рыба больше всех других объектов сельского хозяйства требует именно естественных условий обитания и чутко реагирует даже на значительные колебания параметров водной среды (наличие кислорода, pH, биогенных элементов и микрофлоры). Поэтому в век высоких технологий ученые используют нанотехнологии и естественные методы выращивания рыб.

Биологическая роль сбалансированного по основным питательным веществам рационов кормления в настоящее время дополняется функциональным значением

дружественной микрофлоры, дефицит которой необходимо восполнять искусственно. В качестве микробиологических добавок в комбикормах используются пробиотики – «Пролам», «Моноспорин», «Бацелл» фирмы ООО «БиоТехАгро», г. Краснодар, которые положительно сказываются на продуктивности, росте и развитии сельскохозяйственных животных.

В течение последних лет была проведена серия исследований, посвященная изучению использования вышеназванных пробиотиков в рыбоводстве. Изучение влияния пробиотиков имело следующие направления: обработка икры и личинок рыб, скармливание препаратов в составе рационов молоди карпа и осетра (сеголеток) в лабораторных и производственных опытах.

В опытах использована технология выращивания рыбы в бассейнах (лабораторных емкостях). Для выполнения поставленных задач были проведены исследования в условиях опытного вивария Ейского морского рыбопромышленного техникума в лабораторных аквариумных установках при расходе воды 0,4 л/ч при условии аэрации O₂ – 8–12 мг/л.

Обработка оплодотворенной икры осуществлялась во время ее обесклеивания (таблица 5). Обработанная икра была загружена в аппараты Вейса и снабжалась соответствующими этикетками с указанием концентрации препарата и его соотношения.

Таблица 5 – Схема научного опыта при обработке икры

Номер партии	Вес икры, г	Обработка пробиотиками
1	1000	Контроль
2	1000	0,4 % «Пролам»
3	1000	0,2 % «Моноспорин»
4	1000	0,1 % «Моноспорин» + 0,3 % «Пролам»

Икру инкубировали во взвешенном состоянии. Для этой цели использовали аппараты Вейса вместимостью 8–10 л.

Погибшую и больную икру систематически отбирали сифоном. Для этого ток воды в инкубационном аппарате уменьшают настолько, чтобы живая икра лишь немного перемешивалась. Поскольку мертвые икринки легче живых, они концентрируются в верхнем слое.

Во время инкубации икра часто подвергается различным заболеваниям, наиболее часто из которых встречаются сапролегниозы. Сапролегниоз (дерматомикоз, ахлиоз) – это грибковое заболевание большинства видов рыб и икры, вызываемое условно-патогенными водными грибами из класса *Oomycetes*. Учитывая, что возбудители болезни относятся к разным видам и родам грибов, правильнее применять общее название «сапролегниозы». По количеству видов и частоте обнаружения у рыб наиболее распространены представители родов *Saprolegnia* и *Achlya*.

Источником возбудителя в инкубационных цехах является вода. Ввиду того, что сапролегниевые грибы – условные патогены, они поражают икру только при определенных условиях. Сапролегниоз следует рассматривать как вторичное заболевание, так как вначале поражаются травмированные участки тела или поврежденные икринки. Сапролегния закрепляется на травмированных и мертвых икринках, а затем постепенно обволакивает и живые икринки, образуя из них комки. При этом нарушаются нормальные условия для развития зародышей.

После выклева предличинок, их подращивания до массы 3 г и перехода их на экзогенное питание молодь была транспортирована в ЕМРПТ для дальнейшего выращивания.

Опыт по скармливанию изучаемых препаратов был проведен по схеме, представленной в таблице 6.

Каждая группа содержалась в индивидуальном опытном аквариуме по 100 шт. молоди в каждом. Молодь в первой контрольной группе получала комбикорм без добавок.

Таблица 6 – Схема лабораторного опыта

Группы	Характеристика кормления
1-я	Основной рацион (ОР)
2-я	ОР + 0,2 % «Бацелл» + 0,6% «Пролам» по схеме 7 через 7 дн в течение 1 мес
3-я	ОР + 0,2 % «Бацелл» + 0,2 % «Моноспорин» с момента начала питания в течение 10 дн
4-я	ОР + 0,2 % «Бацелл» + 0,1 % «Моноспорин» + 0,3 % «Пролам» в течение 1 мес
5-я	ОР + 0,2 % «Бацелл»

Опытным группам, со второй по пятую, к основному рациону добавлялись исследуемые пробиотические препараты в дозировках, рекомендованных их производителем. Опытные группы формировались из обработанных икринок и предличинок, а контроль не обрабатывали. Пробиотик «Бацелл» скармливался весь период выращивания молоди.

Пробиотик «Пролам» молоди второй группы скармливали по схеме 7 через 7 дн в связи с тем, что он обладает 7-дневным пролонгирующим действием. «Моноспорин» скармливали молоди третьей группы в течение 10 дн, так как этот препарат обладает наилучшим действием при скармливании его в краткие сроки на ранних этапах выращивания молодняка. «Бацелл» вводили в корм постоянно, так как пробиотики в сухой форме не имеют пролонгирующего действия.

Взвешивание молоди проводили индивидуально один раз в месяц.

Ветеринарно-профилактические проверки во всех опытных аквариумах выполнялись независимо от условий опыта и фиксировались в журнале первичной документации.

Состав основного рациона молоди рыб представлен в таблице 7.

Важным показателем биологического состояния сеголетков карпа является их упитанность, ее определяли в конце вы-

ращивания на основании индивидуальных измерений и взвешиваний рыб из каждой группы.

Таблица 7 – Состав и питательность рациона для молоди рыб, %

Компоненты	Содержание в рационе, %
Мука рыбная	14,0
Дрожжи кормовые	30,0
Шрот соевый	33,8
Дерть пшеничная	15,0
Мучка рисовая	5,0
Метионин	1,0
Холинхлорид	0,2
Премикс ПФ-1М	1,0
Содержание основных питательных веществ, %	
Обменная энергия, кДж	10,1
Протеин	35,4
Жир	4,2
Клетчатка	2,1
Зола	9,9

Упитанность характеризуется коэффициентом упитанности, величину которого вычисляют по формуле Фультона:

$$K = \frac{B \cdot 100}{D^3}$$

где – K – коэффициент упитанности;

B – вес сеголетка (г);

D – длина тела от конца рыла до конца чешуйчатого покрова (см).

Коэффициент упитанности стандартных по весу сеголетков карпа должен быть осенью 2,9–3,0 и больше. Осенний коэффициент упитанности сеголетков ниже 2,7 характеризует их как слабоупитанную рыбу с пониженной зимостойкостью, особенно если это нестандартные по весу сеголетки. Длину молоди карпа измеряли от конца рыла до конца чешуйчатого покрова в см.

Общий химический анализ тушек рыб проводили по методикам, рекомендованным М.А. Щербиной (1983). Определяли влагу высушиванием при температуре 105 °С, жира – экстрагированием в аппарате Сокслета, уровень сырого протеина – путем калориметрического определения азота, умноженного на коэффициент 6,25, с применением реактива Несслера. Содержание золы определяли сжиганием исследуемого материала в муфельной печи при температуре пятьсот градусов, суммарное количество углеводов – по разности между количеством сухого вещества пробы и суммой протеина, жира и золы.

Температура воды характеризует в основном интенсивность протекающих в ней жизненных процессов. Наиболее часто карп питается и растет при температуре 24...25 °С. Температуру воды в пруду измеряли ежедекадно при помощи электронного термометра РК-21.

Все результаты исследований обработаны статистически по стандартным методам. Для оценки достоверности различий применяли t – критерий Стьюдента. Различия считали статистически достоверными при * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$.

Результаты 1-го лабораторного опыта

Выход личинок при инкубации после обработки икры пробиотиками, был выше во второй группе на 3 %, в третьей и четвертой – на 5 %, что свидетельствует о положительном влиянии пробиотических препаратов на развитие эмбрионов рыбы. Результаты исследований по обработке икры представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Выход личинок карпа при инкубации икры

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Выход личинок, %	86	89	91	91
± к контролю	–	+3	+5	+5

При этом установлено снижение поражения икры сапролегниозом во второй группе на 6 %, в третьей и четвертой – на 4 %.

Выживаемость личинок карпа при доращивании до 3 г составила по группам: 60,3 %, 63,8, 65,5 и 64,9 %.

Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания сеголетков карпа приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания сеголетков карпа (период выращивания – 123 дн)

Показатели	Группа				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Средняя масса рыб, г:	3,01±	3,03±	3,00±	3,04±	3,00±
начальная	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05
конечная	65,4±	69,8±	72,0±	71,6±	72,4±
в % к контролю	1,1	1,2**	1,2***	2,3***	2,9**
Потреблено корма на 1 голову, кг	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Затраты кормов, кг/кг прироста	2,70	2,54	2,48	2,51	2,44
В % к контролю	100	94,1	91,9	93,0	90,4
Валовой прирост 1 рыбы за период, г	62,39	66,77	69,00	68,56	69,40
Среднесуточный прирост, г	0,507	0,543	0,561	0,557	0,564
В % к контролю	100	107,1	110,7	109,9	111,2
Выживаемость, %	85	88	87	90	90
** – P<0,01; *** – P<0,001.					

Средняя начальная масса рыб была взята при посадке их в опытные емкости – в среднем 3 г.

Однако в конце периода выращивания наблюдались значительные различия. Достоверно увеличилась конечная масса сеголетков карпа во второй группе на 6,8 %, в третьей – на 10,1 %, в четвертой – на 9,5 %, в пятой – на 10,7 %.

Соответственно массе рыб уменьшились и затраты кормов на 1 кг прироста, по сравнению с контролем, во второй

группе – на 5,9 %, в третьей – на 8,1 %, в четвертой – на 7,0 %, в пятой – на 9,6 %.

Среднесуточный прирост массы сеголетков карпа увеличился во второй группе на 7,1 %, в третьей – на 10,7 %, в четвертой – на 9,9 %, в пятой – на 11,2 %, относительно контроля.

Выживаемость молоди в опытных группах увеличилась на 2–5 %.

Коэффициенты упитанности молоди карпа представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Коэффициенты упитанности молоди карпа

Показатели	Группа				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Масса рыбы, г	65,4±1,1	69,8±1,2**	72,0±1,2***	71,6±2,3***	72,4±2,9**
Длина рыбы, см	11,9±0,5	12,2±0,6	12,2±1,0	11,7±0,8	12,0±0,9
Коэффициент упитанности по Фультону	3,88	3,84	3,97	4,47	4,19
В % к контролю	100	99	102,3	115,2	108,0

Как следует из таблицы 10, коэффициент упитанности был выше в третьей группе на 2,3 %, в четвертой – на 15,2 %, в пятой – на 8,0 %. Однако во второй группе этот показатель был почти на уровне с контролем.

В целом упитанность сеголетков карпа была достаточно высокой во всех группах (выше 2,7–3,0) за счет своевременного питания качественными кормами. Химический состав тела сеголетков карпа приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Химический состав тела сеголетков

Показатели	Группа				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Влага	75,7	75,2	76,0	76,0	74,9
Протеин	16,2	16,7	16,6	17,0	16,4
Жир	6,9	7,0	6,3	6,0	7,4
Зола	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3

Применение пробиотических препаратов повысило уровень протеина в теле сеголетков карпа во всех группах на 0,2–0,8 %, жира – только во второй и пятой группах – на 0,1 и 0,5 % соответственно, золы – только в пятой группе – на 0,1 %.

При обработке икры, несмотря на увеличение производственных затрат на инкубацию за счет стоимости препаратов, прибыль увеличилась во второй группе на 3,4 %, в четвертой – на 0,4 %.

Характеристика экономических показателей свидетельствует о положительном влиянии пробиотических препаратов в рационах сеголетков карпа. При увеличении стоимости комбикормов за счет ввода пробиотиков повысился уровень рентабельности выращивания рыбы во второй группе на 7,67 %, в третьей – на 10,2 %, в четвертой – на 10,2 %, в пятой – на 13,9 %.

Себестоимость производства продукции рыбоводства при применении пробиотиков уменьшилась на 7–11 %.

Материал и методика 2-го научно-хозяйственного опыта

Целью исследований являлась установка эффективности использования комплекса пробиотических препаратов «Пролам», «Моноспорин» и «Бацелл» в кормлении рыбы прудового содержания.

Работа выполнена в условиях ООО РСП «Ангелинское» в ст. Старонижестеблиевской Красноармейского района Краснодарского края.

Обработка оплодотворенной икры осуществлялась во время ее обесклеивания. Обработанную икру инкубировали в аппаратах Вейса. Исследования по обработке икры и личинок карпа проводились по схеме, представленной в таблице 12.

После выклева предличинок и перехода их на экзогенное питание также была проведена обработка пробиотическими препаратами, согласно группам.

Таблица 12 – Схема научно-хозяйственного опыта при обработке икры

Номер партии	Обработка пробиотиками (по массе икры и личинок)
1	Контроль
2	Обработка 0,4 % «Проламом» по массе икры
3	Обработка 0,2 % «Моноспорином» по массе икры
4	Обработка композицией 0,1 % «Моноспорин» + 0,3 % «Пролам»

Для обработки икры были использованы лотки. Экспозиция воздействия пробиотических препаратов – 15 мин. Личинок обрабатывали непосредственно перед посадкой в выростные пруды.

Скармливание пробиотиков проводили по схеме (таблица 13).

Таблица 13 – Схема научно-хозяйственного опыта в прудах

Группа	Характеристика кормления
1-я	Основной рацион (ОР)
2-я	ОР + 0,2 % «Бацелл»* + 0,6 % «Пролам» по схеме 7 через 7 дн
3-я	ОР + 0,2 % «Бацелл»* + 0,1 % «Моноспорин» + 0,3 % «Пролам» по схеме 7 через 7 дней в течение 1 мес
4-я	ОР+0,2 % «Бацелл»*
* Пробиотик Бацелл скармливали весь период выращивания	

Опыт проводили по следующей схеме: первая (контрольная) группа получала основной рацион (ОР). Во второй группе к ОР добавляли 0,6 % (по массе) пробиотика «Пролам» по 7 дн с недельным интервалом в течение одного месяца. В третьей группе с момента экзогенного питания личинок в ОР вводили пробиотики совместно по схеме: 0,3 % «Пролама» (по 7 дн с недельным интервалом) и 0,1 % «Моноспорина» в течение первого месяца жизни молоди карпа, четвертой группе скармливали в составе рациона 0,2 % «Бацелла».

Условия содержания молоди во всех прудах были аналогичными и соответствовали технологии рыборазведения. Плотность посадки рыбы была одинаковой. Площадь

опытных прудов колебалась незначительно – от 9,4 до 10,5 га с естественной рыбопродуктивностью 0,5 ц/га. Процент сорной рыбы (карась) – небольшой – 0,15 %. Плотность посадки карпа в поликультуре с другими видами – 30000 шт./га (пестрый толстолобик – 7000 шт./га, белый толстолобик – 20000 шт./га, белый амур – 10000 шт./га). Изучение влияния пробиотиков проводили на карпе, так как растительноядные рыбы (толстолобик, амур) используют естественную кормовую базу.

Выращивание сеголеток карпа с растительноядными рыбами значительно повышает продуктивность прудов, так как белый амур, белый и пестрый толстолобики питаются в основном естественными кормами водоема, поедая фито- и зоопланктон, водную растительность. Кроме того, белый амур и толстолобик являются одновременно биологическими мелиораторами, а белый амур еще и своеобразным поставщиком органических удобрений: он перерабатывает зеленую массу. Плотность зарыбления выростных прудов отдельными видами растительноядных рыб, как и при выращивании карпа в монокультуре, обуславливается плановым заданием и хозяйственной необходимостью с соблюдением определенных нормативных показателей.

От температуры воды в водоеме зависит не только рост и развитие рыб, но и характер проявления и течения различных заболеваний. Так как рыбы не имеют своей постоянной температуры тела и относятся к пойкилотермным животным, то температура тела их только на десятые доли градуса отличается от температуры воды. При температуре 10 °С активность снижается еще больше, пища плохо переваривается, и рыбы медленно растут. При температуре воды ниже 2...4 °С карп не принимает корм. Резкие изменения температуры воды (перепад 5...6 °С) у рыб могут вызвать температурный шок, который часто приводит к гибели.

График температур воды по месяцам в период проведения опыта представлен в таблице 14.

Таблица 14 – График температур воды в период проведения опыта

Месяц	Температура, °С
Май	21,7 ± 0,33
Июнь	23,0 ± 1,15
Июль	26,3 ± 1,01
Август	27,9 ± 0,92
Сентябрь	21,8 ± 0,42
Октябрь	15,8 ± 0,67

Кормление проводили негранулированными кормами с лодок рассыпным методом. Ввод пробиотиков осуществляли на кормоцехе ступенчатым методом. Смешивание компонентов комбикорма осуществлялось в смесителе. Учет кормов вели по заданному количеству с вычетом 20 % на потери в воде.

Взвешивание молоди выполняли по видам поликультуры индивидуально каждые 10 дн опытного периода методом контрольного облова.

В конце периода выращивания определяли коэффициент упитанности, величину которого вычисляли по формуле Фультонна.

Результаты 2-го научно-хозяйственного опыта

Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания сеголеток карпа приведены в таблице 15.

Начальная масса рыб при посадке их в выростные пруды была одинаковой. Однако в конце периода выращивания наблюдались значительные различия. Достоверно увеличилась конечная масса сеголеток карпа во второй группе на 5,0 % (***) – $P \leq 0,001$), в третьей – на 10,8 %, в четвертой группе этот показатель повысился на 2,8 % ($P \geq 0,05$).

Таблица 15 – Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания сеголеток карпа (период опыта – 123 дня)

Показатели	Группа				
	1-я	2-я	3-я	4-я	
Средняя масса рыб, г: начальная	1,02 ± 0,02	1,00 ± 0,01	1,03 ± 0,02	1,01 ± 0,01	
	конечная	71,2 ± 0,68	75,4 ± 0,73***	78,9 ± 1,2***	73,2 ± 2,10
	в % к контролю	100	105,9	110,8	102,8
Затраты кормов, кг/кг прироста в % к контролю	2,50	2,36	2,26	2,43	
	100	94,4	90,4	97,2	
Валовой прирост 1 рыбы за период, г	70,18	74,40	77,87	72,19	
Среднесуточный прирост, г в % к контролю	0,57	0,61	0,63	0,59	
	100	107,0	110,5	103,5	
*** – P≤0,001					

Соответственно массе рыб уменьшились и затраты кормов на 1 кг прироста, по сравнению с контролем, во второй группе на 5,6 %, в третьей – на 9,6 %, в четвертой – на 2,8 %.

Среднесуточный прирост массы сеголетков карпа увеличился во второй группе на 7 %, в третьей – на 10,5 %, в четвертой – на 3,5 %.

Выживаемость молоди в опытных прудах увеличилась на 0,9–2,4 %. Значительно повысился выход рыбы с 1 га. Высокая выживаемость (на уровне 90 %) достигалась внедрением современных методик отпугивания рыбоядных птиц и за счет интенсивного ведения отрасли.

Коэффициент упитанности (рисунок 1) был выше во второй группе на 3,6 %, в четвертой – на 2,9 %. Однако в третьей группе этот показатель был несколько ниже контроля.

В целом упитанность сеголетков карпа была достаточно высокой во всех прудах (выше 2,7–3,0), что свидетельствует о хорошей кормовой базе хозяйства.

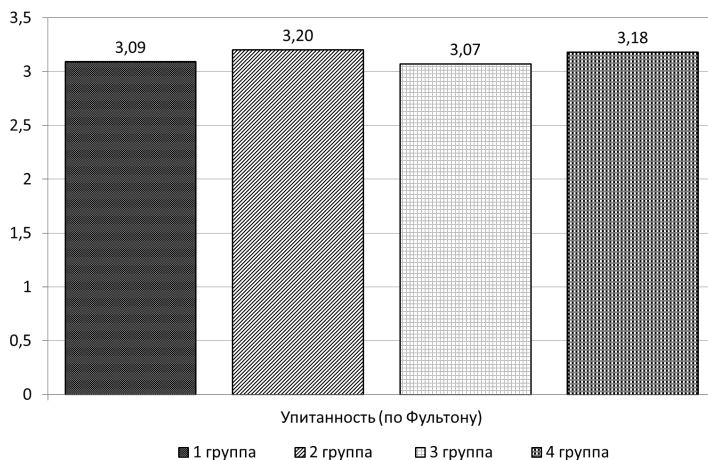


Рисунок 1 – Упитанность молоди карпа

По химическому составу тела сеголеток карпа особой разницы не было обнаружено. Однако содержание протеина было выше в опытных группах на 3–7 %, по сравнению с контролем. Содержание жира находилось почти на одном уровне с контролем, золы – больше относительно контроля в опытных группах на 0,1–0,2 %.

Характеристика экономических показателей свидетельствует о положительном влиянии пробиотических препаратов в рационах сеголеток карпа. При увеличении стоимости комбикормов за счет ввода пробиотиков, повысился уровень рентабельности выращивания рыбы во второй группе на 5,2 %, в третьей – на 10,3 %, в четвертой – на 3,6 %, по сравнению с контролем.

Себестоимость производства продукции рыбоводства при применении пробиотиков уменьшилась на 3–8 %.

Способ кормления производителей карпа

Работа выполнена в условиях ООО «Староминский рыбхоз» в ст. Староминской Краснодарского края.

В опытах была использована традиционная технология содержания маточного стада зеркального карпа в прудах с

внесением удобрений, проведением мелиоративных и ветеринарных работ согласно схеме, принятой в хозяйстве. Кормление в прудах проводили на кормовые столики рассыпными кормами.

Условия содержания производителей во всех прудах были аналогичными и соответствовали технологии рыборазведения. Площадь летне-маточных прудов колебалась незначительно – от 0,1 до 0,12 га. Перед нерестом производителей карпа инъецировали гипофизом: самок – 2 раза, самцов – 1 раз. Корм задавали согласно графику – 2 раза в сутки. Поедаемость корма – 100 % (с учетом потерь кормов в воде 20 %).

Опыт проводили по следующей схеме, представленной в таблице 16.

Таблица 16 – Схема научно-хозяйственного опыта на производителях

Группа	Характеристика кормления
1-я	Основной рацион (ОР)
2-я	ОР + 0,6% «Пролам» за 7 дн до получения половых продуктов
3-я	ОР + 0,6% «Пролам» за 14 дн до получения половых продуктов
4-я	ОР + 0,6% «Пролам» за 21 дн до получения половых продуктов

Взвешивание производителей проводили индивидуально каждые 10 дн опытного периода непосредственно при постановке на опыт, затем – перед взятием половых продуктов и после. При взятии половых продуктов определяли массу икры у самок и молок у самцов на электронных весах.

Количественная оценка икры включала изучение абсолютной, относительной и рабочей плодовитости самок. Под плодовитостью следует понимать число яиц (икринок у рыбы), продуцируемое организмом за 1 период размножения.

Абсолютная плодовитость – число икринок в гонаде.

Относительная плодовитость – количество икры, приходящееся на единицу массы рыбы.

Рабочая плодовитость – количество икры в граммах, полученное от самки.

По соотношению живых и мертвых икринок определялся процент оплодотворения, а через 24 ч – процент развития икры в инкубационных аппаратах Вейса.

Сразу же после отцеживания икры (или до этого, или одновременно с этим – в зависимости от обстоятельств) приступают к работе с самцами. Учитывая, что сперма у рыбы разного качества, от каждого самца ее отцеживают в отдельную посуду и определяют качество молок. На предметное стекло помещают небольшую каплю молок, а рядом с ней – большую каплю воды. Наблюдая в микроскоп при малом увеличении, соединяют препаровальной иглой каплю молок с водой. Степень подвижности спермы определяют по пятибалльной шкале. Сперма, в которой все сперматозоиды подвижны и большинство из них имеют поступательное движение, считается хорошей. Качество ее оценивается в 4 и 5 баллов, и она пригодна для оплодотворения икры.

Сперма хорошего качества по внешнему виду и консистенции напоминает сливки. Для оплодотворения икру смешивают с молоками из расчета 3–5 мл молок на 1 л икры. Икру и молоки соединяют без предварительного добавления воды и тщательно перемешивают птичьим пером. Оплодотворение икры происходит в обесклеивающем растворе.

Определение концентрации сперматозоидов в сперме осуществляли путем глазмерной оценки под микроскопом на предметном стекле и классифицировали на густую, среднюю и редкую (Г, С, Р) [30].

Изменения живой массы производителей карпа представлены в таблице 17. Средняя масса рыб определена перед взятием у них половых продуктов – в среднем 4,5 кг. В каждой группе было отобрано 5 самок и 3 самца.

Таблица 17 – Изменения живой массы самок карпа в научно-хозяйственном опыте, г ($M \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Живая масса: перед постановкой на опыт	4492 ± 15,4	4506,6 ± 15,2	4503,2 ± 3,2	4499,4 ± 8,1
перед взятием икры	4794 ± 17,5	4923 ± 13,6	5091 ± 10,3	5024 ± 11,5
в % к контролю	100,0	102,7	106,2	104,8
после взятия икры	4551 ± 18,6	4656 ± 12,3	4821 ± 9,5	4746 ± 10,5
в % к контролю	100,0	102,3	105,9	104,3

Установлено, что при использовании пробиотиков увеличилась живая масса самок карпа перед взятием икры во второй группе на 2,7 %, в третьей – на 6,2 %, в четвертой – на 4,8 %.

Плодовитость самок карпа при использовании пробиотиков приведена в таблице 18.

Выявлено, что при использовании пробиотиков во второй группе рыбы повысилась абсолютная и рабочая плодовитость самок карпа на 10,0 %, во второй группе – на 12,5 %, в третьей – на 15,0 %. Относительная плодовитость – на 8,5 %, 11,4 и 15,2 % соответственно.

При скармливании пробиотика «Пролам» самкам карпа в течение 7 дн оплодотворяемость икры повысилась на 2,0 %, по сравнению с контролем, 14 дн – на 4,0 %, 21 дн – 92,3 %.

Таблица 18 – Плодовитость самок карпа ($M \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Абсолютная плодovitость, тыс. шт.	200 ± 8,7	220 ± 9,5	225 ± 5,4**	230 ± 8,3*
Относительная плодovitость, тыс. шт.	41,4 ± 1,1	44,9 ± 2,0	46,1 ± 1,5**	47,7 ± 0,9***
Рабочая плодovitость, г	240 ± 2,8	264 ± 1,8***	270 ± 3,5***	276 ± 2,2***
* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001				

Выход личинок от икры повысился на 2,0, 3,0 и 3,1 % соответственно. Продолжительность инкубации икры во всех группах была одинаковой и составила 6 дн.

Живая масса самцов карпа на конец опыта была выше в опытных группах в среднем на 1,4–2,0 %. После взятия половых продуктов разница в этом показателе составила 0,8–1,8 %.

Масса молок во второй группе была ниже, по сравнению с контрольным показателем на 4,5 %, в третьей – выше на 14,9 %, в четвертой – на 19,0 %.

Как следует из таблицы 19, положительное влияние на показатели качества спермы производителей карпа оказывает скормливание пробиотиков.

Таблица 19 – Показатели качества молок самцов карпа, г

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Цвет	белый	белый	белый	белый
Концентрация сперматозоидов	Г	Г	Г	Г
Процент живых сперматозоидов, %	96,5	97,5	98,1	98,1
Активность спермиев по 5-балльной шкале	4	4	5	5

Сперма производителей карпа всех групп соответствовала рыбоводно-нормативным показателям. Во второй группе самцов процент живых сперматозоидов был выше на 1,0 %, в третьей и четвертой – на 1,6 %. Активность спермиев по 5-балльной шкале в третьей и четвертой группах составила 5 баллов, в первой и второй – 4.

В расчет экономической эффективности на 1 самку также брали количество корма, съеденного самцами и производственные затраты на их содержание. В результате расчетов установлено, что применение пробиотика «Пролам» повысило уровень рентабельности производства рыбопродукции на 12,5–17,8 %.

Результаты производственной проверки

Работа выполнена в условиях ИП А. Г. Фесенко в ст. Староминской Краснодарского края.

Схема проведения производственных исследований представлена в таблице 20.

Второй группе производителей к основному хозяйственному рациону добавляли исследуемый пробиотик за 14 дн до получения половых продуктов. Опытные группы формировали методом пар-аналогов из производителей одинаковой массы одной породы. Площадь пруда для обеих групп была одинаковой.

Таблица 20 – Схема производственной проверки на производителях

Группа	Характеристика кормления
1-я	Основной рацион (ОР)
2-я	ОР + 0,6% «Пролам» за 14 дн до получения половых продуктов

Скармливание пробиотиков молоди, полученной от подопытных производителей карпа, проводили после доращивания до массы 1 г по схеме: ОР (основной хозяйственный рацион + 0,2 «Бацелла» + 0,1 % «Моноспорина» + 0,3 % «Пролама» по массе корма. Группы молоди отбирали согласно группам производителей и рассаживали в пруды.

Условия содержания молоди во всех прудах были аналогичными и соответствовали технологии рыборазведения. Плотность посадки рыбы была одинаковой. Площадь опытных прудов составляла 7 га с естественной рыбопродуктивностью 490 кг/га, процентом сорной рыбы (карась) – 2,0 %, плотностью посадки карпа в поликультуре с толстолобиком (25000 шт./га) и белым амуром (10000 шт./га) – 30000 шт./га. Температура воды в прудах была в норме в течение всего периода опыта, не превышая

27,5 °С. Период производственной проверки на молоди составил 90 дн.

Средняя масса рыб была определена перед взятием у них половых продуктов – в среднем 4,5 кг. В каждой группе было отобрано 50 самок и 50 самцов.

Установлено, что при использовании пробиотиков увеличилась живая масса самок карпа перед взятием икры во второй группе на 3,0 %, после взятия – на 2,5 %.

Выявлено, что при использовании пробиотиков во второй группе рыбы повысилась абсолютная плодовитость самок карпа на 7,2 %, а рабочая плодовитость – на 12,2 %, относительная – на 4,1 %.

При скармливании пробиотика «Пролам» самкам карпа в течение 14 дн оплодотворяемость икры повысилась на 3,0 %, по сравнению с контролем. Выход личинок из икры увеличился на 2,0 % соответственно. Продолжительность инкубации икры во всех группах была одинаковой и составила 6 дн.

Живая масса самцов карпа на конец опыта была выше в опытной группе в среднем на 1,1 %. После взятия половых продуктов разница в этом показателе составила 1,0 %.

Масса молок во второй группе была выше по сравнению с контрольным показателем на 2,5 %.

Сперма производителей карпа всех групп соответствовала рыбоводно-нормативным показателям. Во второй группе самцов процент живых сперматозоидов был выше на 0,9 %. Активность спермиев по 5-балльной шкале составила 5 баллов.

Начальная масса молоди карпа в производственной проверке – в среднем 1 г, в конце опытного периода разница по массе рыбы – 7,9 % ($P \leq 0,001$). Затраты кормов соответственно 1,98 и 1,85, что меньше контроля на 7,0 %.

Показатели экономической эффективности применения пробиотика «Пролам» в рационах производителей карпа приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Экономическая эффективность применения пробиотика «Пролам» (в расчете на 1 самку)

Показатели	Группа	
	1	2
Съедено корма, кг	2,2	2,2
Выход личинок от 1 самки, тыс. шт.	159,8	181,5
Стоимость 1000 личинок, руб.	25,00	25,00
Стоимость валовой продукции, руб.	3995	4537,5
Производственные затраты, руб.	2005	2006,2
Прибыль, руб.	1990	2531,3
Получено дополнительной прибыли на 1 самку, руб.	–	+541,3

В результате расчетов установлено, что применение пробиотика «Пролам» повысило уровень рентабельности производства рыбопродукции на 26,9 %.

Препараты «Пролам», «Моноспорин» и «Бацелл» в осетроводстве

Если карп относится к сельскохозяйственным породам рыб и его повсеместно разводят для товарных целей, то создание индустриального товарного осетроводства в России является весьма актуальным. В природных условиях осетров становится все меньше и меньше. Они почти вымерли в Европе, и сейчас состояние их в морях России критическое. Для развития товарного осетроводства в наших сложных экономических условиях требуется разработка новых способов выращивания рыбы, в том числе и усовершенствование кормовых рационов для осетровых [11; 13].

С этой целью были проведены исследования по изучению пробиотических препаратов «Пролам», «Моноспорин» и «Бацелл» фирмы ООО «БиоТехАгро» при выращивании молоди русского осетра в лабораторных условиях.

Изучение влияния пробиотиков проводилось на стадии покатной молоди, так как именно в этот период ее кормление является залогом быстрого роста осетровых в фермерских

рыбоводных хозяйствах. Икра и молодь осетра после выращивания до 3,5 г для проведения исследований была взята на ФГУП «Темрюкский осетровый завод». Выращивание опытной молоди проводили в условиях вивария Ейского морского рыбопромышленного техникума в опытных аквариумных емкостях.

Обработка оплодотворенной икры осуществлялась во время ее обесклеивания. Обработанная икра была проинкубирована в аппаратах «Осетр». Обработка проводилась смесью препаратов 0,1 % «Моноспорин» + 0,3 % «Пролам» на 1000 г икры. Инкубация икры длилась 12 дн. Дорращивание личинки до достижения массы 3,5 г и перехода на активное питание проводилось 30 дн. В этот период пробиотики не скармливались. Опыт по скармливанию пробиотических препаратов проводился 3 мес. Количество осетров в каждой группе – 70 шт.

Лабораторный опыт по кормлению рыбы был проведен по схеме, представленной в таблице 22.

Таблица 22 – Схема опыта

Группы	Характеристика кормления
1-я	Основной рацион (ОР)
2-я	ОР + 0,2 % «Бацелл» + 0,6 % «Пролам» по схеме 7 через 7 дн до 1-месячного возраста
3-я	ОР + 0,2 % «Бацелл» + 0,2 % «Моноспорин» с момента начала питания в течение 10 дн
4-я	ОР + 0,2 % «Бацелл» + 0,1 % «Моноспорин» + 0,3 % «Пролам» до 1-месячного возраста
5-я	ОР+0,2 % «Бацелл»*
* «Бацелл» скармливался молоди весь период опыта	

Выход личинок при инкубации, после обработки икры комплексом пробиотиков 0,1 % «Моноспорины» и 0,3 % «Пролама», был выше во второй на 3 %, по сравнению с кон-

тролем, что свидетельствует о положительном влиянии пробиотических препаратов на развитие эмбрионов рыбы.

Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания сеголеток осетра в лабораторном опыте представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания осетров

Показатели	Группа				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Средняя масса рыб, г:					
начальная	3,51 ± 0,01	3,64 ± 0,02	3,52 ± 0,02	3,50 ± 0,04	3,44 ± 0,04
конечная	44,5 ± 0,71	48,2 ± 1,09**	48,7 ± 1,15**	47,0 ± 1,02*	47,2 ± 1,19*
В % к контролю	100	108,3	109,4	105,6	106,1
Затраты кормов, кг/кг прироста	2,68	2,47	2,43	2,53	2,51
В % к контролю	100	92,2	90,7	94,4	93,7
Среднесуточный прирост, г	0,46	0,50	0,50	0,48	0,49
% к контролю	100	108,7	108,7	104,3	106,5
Выживаемость рыбы, %	88	90	93	92	93
* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001					

Потребление корма во всех группах было одинаковым, так как кормление проводили нормировано.

Применение пробиотических препаратов несколько повысило уровень протеина в теле сеголетков осетра во всех группах на 0,1–0,9 %, жира – на 0,2–1,5 % соответственно, золы – во второй группе – на 0,1 %, в четвертой и пятой – на 0,2 %.

На основании полученных результатов была рассчитана экономическая эффективность применения пробиотиков в осетроводстве. При обработке икры, несмотря на увеличение производственных затрат на инкубацию за счет стоимости

препаратов, условная прибыль при инкубации икры осетра, увеличилась во второй группе на 23,8 %. На каждый затраченный рубль на покупку пробиотиков получено 17,99 руб. дополнительной прибыли. При увеличении стоимости комбикормов за счет ввода пробиотиков, повысился уровень рентабельности выращивания рыбы во второй группе на 14,9 %, в третьей – на 19,2 %, в четвертой – на 12,5 %, в пятой – на 19,3 %.

Себестоимость производства продукции рыбоводства при применении пробиотиков уменьшилась на 7–11 %. На каждый затраченный рубль на покупку пробиотиков для выращивания сеголеток осетра получено во второй группе 19,87 руб. дополнительной прибыли, в третьей – 27,00 руб., в четвертой – 16,20 руб., в пятой – 28,38 руб.

На основании полученных показателей, рекомендуется в условиях рыбоводческих осетровых хозяйств проводить обработку икры в инкубатории и личинок осетра перед высадкой в выростные пруды пробиотиками и скармливать препараты молодежи в составе рационов.

2.2 Фитодобавки

В ноябре 2017 г. был проведен опыт в условиях бассейнового хозяйства ООО «Албаши». Питание осетровых рыб осуществляется кормами производства ООО «Перспектива» Краснодарского края Северского района, п. Ильский.

Хвойно-энергетическая кормовая добавка вносилась в корм непосредственно перед дачей. Корм вымачивался в течение 3 мин. Процент внесения добавки составил от 1 до 3 % от массы корма [7].

Технология внесения в корм проста и не затратна, следовательно, может быть применена как для приготовления собственных кормосмесей, как это делают на многих рыбоводных фермах, так и при смешивании уже готовых

гранулированных, брикетированных или пастообразных кормов.

При использовании корма отмечены следующие положительные показатели:

- оптимальная поедаемость корма (100 %);
- усиление окраски тела рыб;
- увеличение активности рыб в предзимний период (так как кормление было начато в сентябре, но в условиях Краснодарского края может осуществляться и в течение всей зимы, особенно для осетровых, и лососевых рыб).

Оптимальная поедаемость корма была отмечена при замере времени, необходимого для поедания всего корма рыбами. Если ранее до внесения хвойно-энергетической кормовой добавки им требовалось 6–8 мин, то при использовании ХЭКД время сократилось до 4–5 мин.

Усиление окраски указывает на улучшение физиологического состояния рыбы, что напрямую связано с условиями кормления и гидрохимическим режимом в рыбоводных емкостях.

В хозяйстве ООО «Албаши» имеется возможность подогрева воды в бассейнах до требуемой температуры, поэтому опыты могут проводиться в течение всего календарного года, без привязки к рыбоводному сезону.

В настоящее время применение кормовых добавок как для осетровых, так и для других рыб необходимо в связи с особенностями их кормления, которые заключаются в использовании в рецептуре большого количества рыбной муки [16].

Увеличение поедаемости и усвояемости корма приводит к значительному сокращению периода выращивания товарной рыбы и улучшения физиологического состояния производителей и ремонтного стада.

Применение давно апробированной добавки АУКД эффективно при скармливании как молоди, так и товарной

рыбы. Опыты проводились на шипе, русском осетре, стерляди.

Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания мальков бестера в научно-хозяйственном опыте представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди осетров (период опыта – 90 дн)

Показатели	Группа				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Средняя масса рыб, г:					
начальная	1,5 ± 0,01	1,5 ± 0,01	1,5 ± 0,01	1,5 ± 0,01	1,5 ± 0,01
конечная	22,1 ± 0,5	23,2 ± 0,6	25,1 ± 0,6***	29,8 ± 0,8***	23,9 ± 0,5*
В % к контролю	100	105,0	113,6	134,8	108,4
Длина тела в конце выращивания, см	10,0 ± 0,2	10,1 ± 0,1	10,3 ± 0,2	10,8 ± 0,2**	10,2 ± 0,3
В % к контролю	100,0	101,0	103,0	108,0	102,0
Валовой прирост 1 рыбы за период, г	20,6	21,7	23,6	28,3	22,4
Среднесуточный прирост, г	0,23	0,24	0,26	0,31	0,25
В % к контролю	100,0	104,4	113,0	134,8	108,7
Выживаемость рыбы, %	88,4	91,6	94,0	96,0	93,8
Коэффициент упитанности	2,21	2,25	2,30	2,37	2,25
* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001					

Начальная масса рыб при посадке их в опытные емкости была одинаковой. Однако в конце периода выращивания наблюдались значительные различия.

Масса рыбы в конце выращивания увеличилась во второй группе на 5,0 %, в третьей группе – на 13,6 % ($P<0,001$), в четвертой группе на 34,8 % ($P<0,001$), в пятой группе 8,4 % ($P<0,05$).

Наметилась тенденция к повышению длины тела у рыбы второй группы на 1,0 %, третьей – на 3,0 %, пятой – на 2,0 % и произошло достоверное увеличение этого показателя на 8,0 % в четвертой группе ($P<0,001$).

Коэффициент упитанности во второй группе больше на 1,8 %, в третьей группе – на 4,1 %, в четвертой группе – на 7,2 %, в пятой группе аналогично второй – на 1,8 %.

Значительно повысилась выживаемость рыбы в опытных группах: во второй – на 3,2 %, в третьей – на 5,6 %, в четвертой – на 7,6 %, в пятой – на 5,4 %. Потребление корма во всех группах было одинаковым, так как кормление проводили нормировано (таблица 25). Однако затраты кормов на 1 кг прироста живой массы были меньше в опытных группах.

Таблица 25 – Потребление и затраты кормов молодь осетра в опыте

Показатели	Группа				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Потреблено корма на 1 гол., г	45	45	45	45	45
Затраты кормов, кг/кг прироста	2,18	2,07	1,90	1,59	2,00
В % к контролю	100	95,0	87,2	72,9	91,7

Снижение затрат кормов на 1 кг прироста, по сравнению с контролем, произошло во второй группе на 5,0 %, в третьей – на 12,8 %, в четвертой – на 27,1 %, в пятой – на 8,3 %.

Экономическое обоснование эффективности применения добавки приведено в таблице 26.

Валовой прирост разнился по группам: во второй группе он больше на 0,80 кг, в третьей – на 1,99 кг, в четвертой – на 4,48, в пятой группе – на 1,40 кг.

Таблица 26 – Показатели экономической эффективности применения хвойно-энергетической кормовой добавки

Показатели	Группа				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Получено валового прироста по группе, кг	9,10	9,90	11,09	13,58	10,50
Стоимость потребленного комбикорма, руб.	2966,40	2966,40	2966,40	2966,40	2966,40
Стоимость ХЭКД, руб.	–	2,03	6,09	12,18	–
Стоимость «Антибака»	–	–	–	–	15,00
Стоимость воды, руб.	340,00	340,00	340,00	340,00	340,00
Прочие затраты	3894,00	3894,00	3894,00	3894,00	3894,00
Производственные затраты, всего, руб.	7200,40	7202,43	7206,49	7212,58	7215,40
Стоимость валовой продукции, руб.	10920,00	11880,00	13308,00	16256,00	12600,00
Себестоимость 1 кг прироста массы, руб.	791,25	727,51	649,81	531,11	687,18
В процентах	100,0	91,9	82,1	67,1	86,8
Прибыль, руб.	3719,60	4677,57	6101,51	9043,42	5384,6
Получен дополнительный доход, руб.	–	957,97	2381,91	5323,82	1665,00
Уровень рентабельности, %	34,06	39,37	45,84	55,63	42,73
± к контролю, %	–	+15,59	+34,59	+63,33	+25,45

Стоимость потребленного комбикорма по каждой группе составила 2966,40 руб (стоимость 1 кг – 160 руб). Стоимость хвойно-энергетической кормовой добавки – 140 руб/кг.

Наибольший экономический эффект был получен в четвертой группе – 2381,91 руб. дополнительной прибыли.

2.3 Сорбенты

В рамках импортозамещения в сельском хозяйстве России происходит значительное увеличение поголовья, что влечет за собой необходимость наращивать собственное высокотехнологичное и высокоэффективное кормопроизводство и усовершенствовать систему расчета рационов для животных.

Во всех отраслях животноводства главной задачей является обеспечение максимальной генетически заложенной продуктивности в наиболее короткие сроки. Это значит, что необходимо иметь такие корма, которые в максимальной мере обеспечивали бы протекание обменных процессов и конверсию корма в продукцию. Решение этой задачи осуществляется на основании знаний основ кормления и расчета рационов, согласно потребностям половозрастных групп животных. Однако стоит обращать внимание не только на состав комбикормов и их качество, но и использовать биологически активные добавки различного происхождения.

Применение различных биологических стимуляторов является высокоэффективным и экономичным методом повышения роста и продуктивности животных. Рациональное применение тех или иных стимуляторов в сочетании с полноценным кормлением и правильным содержанием животных является большим дополнительным резервом для увеличения рентабельности животноводства.

В последние десятилетия наметилась тенденция к повышению потоков загрязняющих веществ в водные объекты в мире и в России. Проблема загрязнения вод тяжелыми металлами и пестицидами является весьма актуальной.

Необходимо разрабатывать научно обоснованные рекомендации по производству экологически чистой продукции

животноводства, в том числе и рыбы как источника полноценного белка для населения нашей страны.

В настоящее время значительно возрос интерес ученых и практиков к использованию биологически активных веществ в животноводстве, в том числе и при воспроизводстве и выращивании рыбы. Механизм их действия очень обширен и, как показывают множество научных экспериментов, подтвержденных практикой, может быть весьма эффективным. Вызывают интерес инновационные кормовые добавки, содержащие нанометровые частицы, способные легко сорбировать различные токсические вещества для экологизации продукции животноводства.

Сорбенты применяются и для снижения негативных последствий использования недоброкачественных кормов. Эти кормовые добавки взаимодействуют с токсинами, снижают их поглощение в организме, транзитом проходят через желудочно-кишечный тракт [15; 25].

Проведение опытных работ по использованию активной угольной кормовой добавки (АУКД) с сорбционными свойствами в комбикормах для рыб может оказаться эффективным в связи с наличием высоких требований к качеству комбикормов для осетровых рыб.

Целью исследований было изучение влияния скармливания АУКД в составе рациона молоди осетровых на гистоморфологическое состояние печени рыб.

В условиях бассейнового хозяйства ООО «НПП «Южный центр осетроводства» г. Ейска Краснодарского края в традиционную технологию кормления были внесены изменения и добавлен принципиально новый кормовой ингредиент – активная угольная кормовая добавка (АУКД).

Для обеспечения благоприятного кислородного режима использовали оксигенацию воды и активную аэрацию воздухом. Уровень воды в емкостях (бассейны ИЦА) составлял 35–45 см.

Гистологический анализ печени проведен в лаборатории Горского государственного аграрного университета. Для этого при контрольном убое будет законсервировано в 10%-м растворе формалина пробы печени размером 1 см³ из каждой группы. При выполнении гистологических исследований образцов печени использовали Микроскоп OLYMPUS-CX41 с цифровой микрофотоприставкой ALTRA-20. Для регистрации микрофотографий применялась программа anaiy SIS getIT (версия 5.0).

Изучение влияния кормовой добавки проводилось на стадии годовика шипа, так как именно в этот период кормление является залогом более быстрого товарного прироста осетровых в фермерских рыбоводных хозяйствах. Опыт по кормлению рыбы проведен по схеме, представленной в таблице 27.

Таблица 27 – Схема опыта, n=100

Группа	Характеристика кормления
1-я	Основной рацион (ОР)
2-я	ОР + 0,1 % активной угольной добавки по массе корма
3-я	ОР + 0,2 % активной угольной добавки по массе корма
4-я	ОР + 0,5 % активной угольной добавки по массе корма

Как следует из таблицы, молодь в первой контрольной группе получала стандартные комбикорма. В опытных группах к основному рациону добавлялась исследуемая угольная кормовая добавка в соответствующих процентных соотношениях при смешивании с комбикормом.

Молодь в первой контрольной группе получала стандартный основной рацион в виде сбалансированных по питательности гранул (ОР). В опытных группах к основному рациону добавлялась исследуемая активная угольная кормовая добавка (АУКД) в различных дозировках.

Активная угольная кормовая добавка (АУКД) произведена в ООО Научно-технический центр «Химинвест», расположенном в г. Нижний Новгород. АУКД приготовлена из активного древесного угля. Представляет собой крупинки черного цвета без механических примесей. Применяется в качестве

сорбента токсинов в кормах для крупного рогатого скота, свиней, птицы – впервые используется в кормах для рыб. АУКД обладает высокой адсорбционной способностью в отношении микотоксинов и других вредных веществ, полностью совместима со всеми компонентами корма, термостабильна при температуре 120 °С.

В состав тела рыбы входит большое количество различных химических веществ, среди которых наибольшее значение имеют белки, жиры, вода и некоторые минеральные вещества, в частности фосфор и кальций. Эти вещества являются основным материалом, из которого построены ткани и органы рыб. Для обоснования эффективности использования активной угольной кормовой добавки при выращивании молоди шипа в установках замкнутого водоснабжения, был изучен химический состав тела рыбы (таблица 28).

Таблица 28 – Химический состав тела молоди рыбы, n=6

Показатели	Группа			
	1	2	3	4
Влага, %	83,06 ± 0,18	82,39 ± 0,07	82,42 ± 0,17	82,45 ± 0,10
Белок, %	10,94 ± 0,15	11,26 ± 0,05	11,36 ± 0,04*	11,35 ± 0,07*
Жир, %	3,94 ± 0,05	4,26 ± 0,08*	4,14 ± 0,04*	4,10 ± 0,03*
Зола, %	2,07 ± 0,03	2,1 ± 0,04	2,09 ± 0,01	2,1 ± 0,05
Кальций, г/кг	4,55 ± 0,07	4,94 ± 0,35	4,57 ± 0,05	4,56 ± 0,07
Фосфор, г/кг	3,37 ± 0,11	3,44 ± 0,11	3,45 ± 0,11	3,41 ± 0,05
* – P<0,05				

По результатам анализа химического состава тела молоди установлено достоверное увеличение содержания белка в теле рыб третьей опытной группы – на 3,8 %, четвертой группы – на 3,7 % (P≤0,05). Во всех опытных группах достоверно (P≤0,05) повысилась массовая доля жира, что согласуется с данными об увеличении массы рыбы и коэффициента упитанности по Фультону: во второй группе – на 8,1 %, в третьей – на 5,1 %, в четвертой – на 4,1 %. Наметилась положительная

тенденция к снижению содержания влаги в теле рыбы опытных групп и повышения содержания золы, кальция и фосфора. В связи с этим сделали вывод, что активная угольная кормовая добавка не удаляет из организма рыбы основные минеральные вещества – кальций и фосфор.

Скармливание сорбента АУКД достоверно снижает содержание тяжелых металлов в теле молоди осетровых рыб (кадмия, ртути и свинца) в 1,5–2,5 раза.

В результате проведения гистологических исследований печени молоди шипа установлено, что цитоплазма гепатоцитов печеночных срезов в опытных группах молоди была более интенсивно окрашена, что говорит о большем содержании в ней белка и, следовательно, более выраженном белковом обмене.

В образцах печени подопытных групп рыбы ядра гепатоцитов были четко обозначены, полиплоидии клеточных ядер не наблюдалось. Отмечены четко выраженные печеночные балки и триады. Не было обнаружено ядер, погибших по типу лизиса.

В результате проведения изучения гистоморфологических срезов печени молоди шипа выявлено, что количество гепатоцитов, как в частях центральных и периферических долек печени и двуядерных клеток увеличилось в опытных группах при использовании в комбикормах АУКД, по сравнению с контрольной группой (таблица 29).

Таблица 29 – Результаты микрометрических исследований печени, n=6

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Площадь ядра гепатоцитов, мм ²	0,051 ± 0,01	0,069 ± 0,01***	0,078 ± 0,01***	0,082 ± 0,01***
Площадь цитоплазмы гепатоцитов, мм ²	0,161 ± 0,01	0,182 ± 0,02**	0,201 ± 0,01***	0,212 ± 0,02**
Ядерно-цитоплазматические отношения, %	0,32	0,35	0,39	0,39
– P<0,01; *– P<0,001				

В гепатоцитах печени рыбы опытных групп находилось большее количество полиплоидии клеточных ядер, что свидетельствует об увеличении процесса протекания митоза.

Площадь ядра гепатоцитов во второй группе молоди рыб была больше, по сравнению с контрольным показателем, на 35,2 % ($P < 0,001$), в третьей группе на 52,9 % ($P < 0,001$), в четвертой – на 60,8 % ($P < 0,001$).

Площадь цитоплазмы клеток также была выше в опытных группах ($P < 0,01$): во второй – на 13,0, в третьей – на 24,8 и в четвертой – на 31,7 %, по сравнению с контрольной группой. Ядерно-цитоплазматическое отношение соответственно было выше во второй опытной группе шипа на 9,4 %, в третьей – на 21,9 %, в четвертой – на 21,9 %.

Результаты исследований. Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания годовиков шипа представлены в таблице 30.

Таблица 30 – Основные рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди шипа (учетный период – 40 дн)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Средняя масса рыб, г:				
начальная	220,07 ± 2,35	220,05 ± 1,66	220,00 ± 2,18	220,02 ± 2,13
конечная	360,3 ± 4,11	379,3 ± 4,09**	396,9 ± 4,2***	396,0 ± 4,76***
Сохранность, %	100	100	100	100
На 1 кг прироста затрачено:				
кормов, кг	1,60	1,49	1,42	1,43
протеина, г	880	770	687	687
ОЭ, МДж	29,1	25,5	22,8	22,8
* – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$				

Начальная масса рыб при посадке их в бассейны была одинаковой. Однако в конце периода выращивания наблюдались значительные различия. Достоверно увеличилась конечная масса годовиков шипа во второй группе на 5,3 %, в третьей – на 10,2 %, в четвертой – на 9,9 %.

Потребление корма во всех группах было одинаковым, так как кормление проводили нормировано. Однако затраты кормов на 1 кг прироста живой массы были меньше в опытной группе.

Снижение затрат кормов на 1 кг прироста, по сравнению с контролем, отмечено во второй группе – на 6,9 %, в третьей – на 11,3 % и четвертой – на 10,6 %.

При проведении морфометрического анализа установлено достоверное увеличение массы мышечной ткани рыбы – во второй группе на 2,2 абс. %, в третьей – на 3,5 абс. %, в четвертой – на 4,3 абс. %.

Внутренние органы рыбы развивались в пределах нормы, не было выявлено патологических изменений по их внешнему виду и структуре. Индексы печени, селезенки и сердца соответствовали нормативным рыбоводным показателям для данного вида и возраста рыбы. Внутренние органы развивались практически одинаково во всех подопытных группах, и их индексы соответствовали рыбоводным нормативам для этого вида и возраста рыбы.

Коэффициент упитанности по Фультону был выше во второй группе молоди на 5,7 %, в третьей – на 6,9 %, в четвертой – на 6,8 %.

Результаты опыта показали, что использование сорбирующей добавки АУКД в комбикормах сеголетков шипа положительно повлияло на продуктивность и качество мяса рыбы. При некотором содержании тяжелых металлов в комбикорме, скармливание АУКД значительно снизило уровень остаточного количества кадмия, ртути и свинца в теле рыбы.

На основании гистологического анализа печени рыб сделано заключение, что скармливание активной угольной кормовой добавки в составе комбикормов сеголетков шипа оказывает нейтрализацию токсичных веществ, в том числе нитритов и положительно сказывается на морфологической и клеточной структуре печени.

Предлагаемые нормы ввода практически не влияют на стоимость кормов, гарантируя при этом снижение множества рисков, связанных с наличием антипитательных веществ в сырье, готовой продукции, водной среде. Предлагаемый адсорбент является экологически чистым, так как исходным продуктом для его получения являются отходы древесины, что также используется в медицинской промышленности как в России, так и в других странах мира.

В настоящее время, имея результаты исследования по применению АУКД в рационах осетровых, целесообразно продолжить работы в этом направлении и рекомендовать на предприятиях различных форм собственности использовать такую кормовую добавку в рационах осетровых рыб. Вследствие ее добавления в состав рациона отмечено положительное влияние: повышается интенсивность роста молоди рыбы на 5,3–10,2 %, снижаются затраты кормов и питательных веществ – на 6,9–11,3 %, увеличивается убойный выход тушек и рост мышечной ткани до 4,3 абс. %, коэффициент упитанности – на 5,7–6,9 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сложившейся экономической и геополитической ситуации обеспеченность кормами гидробионтов, которые отвечают всем физиологическим потребностям разновозрастных групп является неотъемлемой частью продуктовой безопасности страны.

Потребность рыбы в питательных веществах различается по видам, возрасту и физиологическому состоянию. Перспективным и востребованным направлением для исследования являются разработки специализированных кормов отдельно для самцов и самок. При этом необходимо акцентировать внимание на ремонтно-маточном стаде и рыбах, которые продуцируют пищевую икру как товарную продукцию. Кроме того, потребности в питании одного и того же вида разнятся в условиях природного обитания и при индустриальных высоких плотностях посадки. Современный корм должен не только покрывать потребности организма рыбы, но и способствовать получению товарных навесок рыб в оптимальные для рыбоводов сроки особенно при выращивании в установках замкнутого водоснабжения.

Восполнить дефицит качественной рыбной муки для производства осетровых и лососевых кормов возможно при использовании белковых аналогов.

На основании проведенных исследований сделан вывод о благоприятном влиянии фитодобавок на микрофлору кишечника молоди осетровых. Масса и коэффициент упитанности рыбы, получавшей фитодобавку, в конце выращивания достоверно увеличиваются, а также повышается выживаемость.

В связи с чем на предприятиях различных форм собственности рекомендовано использовать инновационные, биологически активные кормовые добавки, влияющие на интенсивность роста молоди рыбы, снижающие затраты кормов и питательных веществ, повышающие убойный выход тушек, рост мышечной ткани, коэффициент упитанности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов В. А. Приусадебное хозяйство. Рыбоводство / В. А. Власов. – М. : ЭКСМО-Пресс, 2001. – 240 с.
2. Влияние экологических факторов на рыбоводно-биологические показатели осетровых в условиях замкнутого цикла водоснабжения в аридных условиях / М. А. Маммаев [и др.] // Аридные экосистемы. – 2018. – Т. 24, № 1(74). – С. 95–100.
3. Желтов Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Ю. А. Желтов – Киев : ИНКОС, 2006. – 221 с.
4. Инновационные кормовые добавки при выращивании молоди рыб / С. И. Кононенко, Н. А. Юрина, Е. А. Максим, Е. В. Чернышов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 53, № 1. – С. 30–34.
5. Использование кормового концентрата из растительного сырья «сарепта» в кормлении осетровых / В. Г. Калмыков [и др.] // Инновационные технологии и ветеринарная защита при интенсивном производстве продукции животноводства : материалы национ. конф. – Волгоград, 2016. – С. 67–77.
6. Использование нетрадиционного компонента в качестве кормовой добавки / Н. А. Юрина, Н. Л. Мачнева, М. С. Козлова, Ю. Н. Колесник // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 2. – С. 53–56.
7. Использование фитодобавки в кормлении осетровых рыб / Д. А. Юрин [и др.] // Сб. науч. трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2020. – Т. 9, № 1. – С. 198–203.
8. Канидьев А. Н. Эффективность добавления в комбикорм рациона форели природного цеолита (клиноктилолита) / А. Н. Канидьев, В. Г. Лабутин // ВНИИПРХ. – 1985. – Вып. 45. – С. 178–184.

9. Козлов В. И. Аквакультура : учебник. / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров-Никишин, А. Л. Бородин – М.: КолосС, 2006. – 445 с.

10. Кононенко С. И. Инновационное решение использования гранулированных кормов с пробиотиками при выращивании осетровых рыб / С. И. Кононенко, Н. А. Юрина, Е. А. Максим // Разработка инновационных технологий производства животноводческого сырья и продуктов питания на основе современных биотехнологических методов : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2016. – С. 266–271.

11. Коротаева О. С. Рост и развитие русского осетра при использовании интенсивной технологии выращивания / О. С. Коротаева, А. И. Густова // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2016. – С. 322–325.

12. Мухрамова А. А. Исследование влияния кормов с биологическими активными добавками на рост осетровых рыб при бассейновой технологии выращивания / А. А. Мухрамова, С. К. Кайшибаева // Вестник КазНУ. – 2012. – № 1(33). – С. 106–108.

13. Мухрамова А. А. Оценка состояния молоди русского осетра по рыбоводно-биологическим параметрам и биохимическим показателям крови после кормления экспериментальными кормами / А. А. Мухрамова // Вестник КазНУ. – 2012. – № 1(33). – С. 103–106.

14. Мясников Г. Г. Корма и технология кормления рыб : курс лекций / Г. Г. Мясников. – Горки : БГСХА. – 2020. – 221 с.

15. Научное обоснование применения сорбента «Ковелос-Сорб» и энергетической кормовой добавки «Ковелос-Энергия» в рационах сельскохозяйственных животных : монография / Н. А. Юрина, [и др.] – Владикавказ. – 2015. – 167 с.

16. Новая кормовая добавка / Н. А. Юрина, З. В. Псахцева, Н. Н. Есауленко, В. В. Ерохин // Известия Горского госу-

дарственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50, № 4–4. – С. 73–75.

17. Основные этапы становления искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов в России / З. М. Сергиева [и др.] // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 153. – С. 3–25.

18. Особенности выращивания ремонтно-маточного стада осетровых рыб с применением нового высокоэффективного преднерестового комбикорма / А. А. Бахарева, [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2019. – Т. 21, № 2–2(88). – С. 169–174.

19. Перспективы развития товарного рыбоводства на Юге России / В. Я. Скляр, [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 36. – С. 203–207.

20. Пономарев С. В. Индустриальная аквакультура : учебник / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева – Астрахань. – 2006. – 312 с.

21. Пономарев С. В. Индустриальное рыбоводство / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. – СПб. : Лань, 2013. – 420 с.

22. Пономарев С. В. Корма и кормление рыб в аквакультуре : учебник / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева – М. : Моркнига. – 2013. – 417 с.

23. Пономарев С. В. Фермерское рыбоводство : учеб. пособие / С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина. – М. : Колос, 2008. – 346 с

24. Природные цеолиты в продукционных комбикормах для осетровых рыб / Ю. М. Баканева, А. П. Бычкова, Н. М. Баканев, Ю. В. Федоровых // Вестник АГТУ. Сер. : Рыбное хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 162–166.

25. Психациева З. В. Комплексное использование сорбента и пробиотика в кормах / З. В. Психациева, Н. А. Юрина, А. А. Пышманцева // Сб. научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. – Краснодар, 2015. – Т. 2, № 4. – С. 118–123.

26. Скляров В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. / В. Я. Скляров. – М. : Изд-во ВНИРО. – 2008. – 150 с.

27. Скляров В. Я. Состояние товарного рыбоводства в Южном федеральном округе / В. Я. Скляров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – Вып. 4. – С. 86–89.

28. Способ выращивания молоди осетровых рыб с использованием пробиотиков / Е. А. Максим, Н. А. Юрина, Д. А. Юрин, Н. Л. Мачнева // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2017. – № 40. – С. 67–76.

29. Способы повышения продуктивности рационов при помощи кормовых добавок / Е. А. Максим [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2014. – № 47. – С. 109–112.

30. Юрина Н. А. Новый способ выращивания молоди карпа / Н. А. Юрина, С. И. Кононенко, Е. А. Максим // Сб. науч. трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. – 2013. – Т. 2, № 2. – С. 192–197.

31. Юрина Н. А. Оптимизация кормовых рационов молоди осетра при использовании споросодержащих пробиотиков / Н. А. Юрина, Е. А. Максим, Н. Л. Мачнева. // Аграрная Россия. – 2017. – № 3. – С. 30–33.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ЗНАЧИМОСТЬ ФИТОГЕННЫХ ДОБАВОК ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ.....	4
1.1 Роль питательных веществ.....	4
1.2 Потребность рыбы в биологически активных веществах.....	11
1.3. Влияние витаминов на продуктивность.....	14
1.4 Корма микробиологического и химического синтеза.....	20
1.5 Перспективы использования сорбентов в рыбоводстве.....	35
ГЛАВА 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КОРМОВЫХ ДОБАВОК В АКВАКУЛЬТУРЕ.....	45
2.1 Пробиотики.....	45
2.2 Фитодобавки.....	68
2.3 Сорбенты.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	81
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	82

Научное издание

Юрин Денис Анатольевич,
Максим Екатерина Александровна,
Осепчук Денис Васильевич и др.

**БИОПРЕПАРАТЫ И ФИТОГЕННЫЕ
ДОБАВКИ В РЫБОВОДСТВЕ**

Монография

В авторской редакции

Макет обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать 2022. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. – 5,2. Уч.-изд. л. – 4,0.

Тираж 500 экз. Заказ № – экз.

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13