

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ПРОБИОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ХОЛОДНОВОДНЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ УЗВ

Соколов И.В., аспирант
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: молодь рыбы, радужная форель, аквакультура, кормовая добавка, пробиотик, рыбоводство.

В статье приведены материалы экспериментальных исследований на молоди радужной форели с использованием добавок различных пробиотических средств. Эксперименты проводили в Ульяновской области, на частном рыбоводном хозяйстве «Янтарный ручей». Предприятие ориентировано на выращивание различных лососевых рыб в установке канального типа с замкнутой системой водоснабжения. Циклом производства на предприятие является выращивание от оплодотворенной икры на стадии глазка до товарной рыбы. Период выращивания рыбы до реализации - 1 год 3 месяца. Производственная мощность до 140 тонн товарной рыбы в год. Сохранность молоди составляет 80-90 %, однако основной процент потерь приходится на период выращивания массой от 0,1 до 0,5 г, в момент поднятия личинки на плав и переход малька на активное питание. Все группы рыб кормили основным рационом (ОР), который включал корм «Le Gouessant NS AL1» (фракция 0,4-0,7 мм). К ОР 2-й группы добавляли пробиотик зарубежного производства ТМ «Mito Fish» на основе *Pediococcus acidilactici* из расчета 1 мл/кг корма в сутки. К ОР 3-й группы добавляли пробиотическую добавку отечественного производства ТМ «Субтилис-Ж» на основе *B.Subtilis* и *B.Licheniformis* из расчета 6 мл/кг корма в сутки. А 4-й группе к ОР добавляли экспериментальный пробиотик на основе *Pediococcus acidilactici* из расчета 1 мл/кг корма в сутки. Группы в течение всего эксперимента продолжительностью 35 суток находились в одинаковых условиях содержания, в ваннах с температурой воды 9,6 °С. Сравнительная оценка эффективности применения разных

пробиотических средств зарубежного и отечественного производства в процессе выращивания лососевых рыб показала, что все используемые пробиотики оказали благоприятное влияние на показатели сохранности и интенсивности роста молоди рыб, что вероятно связано с повышением защитных сил их организма, их иммунитета. В том числе, использование жидкой формы пробиотика имело больший эффект, чем сухого. Использование для молоди радужной форели при низких температурных режимах воды пробиотиков на основе *Pediosoccus acidilactici* имело большую эффективность, чем применение биокомпозиции на основе бактерий *B. Subtilis* и *B. Licheniformis*. Наибольшей сохранности молоди способствовал пробиотик на основе *Pediosoccus acidilactici*.

**Исследование выполнено в соответствии с тематическим планом
научно-исследовательских работ, выполняемых по заданию МСХ
РФ, 2025 г.**

Актуальность. В современном рыбоводстве особое значение придается выращиванию холодноводных рыб. В глобальных продовольственных системах производство водных животных аквакультурой и рыболовством является критически важным источником животного белка и дохода [1]. Из сведений Федерального агентства по рыболовству известно, что производство аквакультуры в Российской Федерации по итогам 2023 года выросло на 4,8 % по сравнению с предыдущим годом, при этом самым популярным видом рыб в нашей стране являются лососевые (до 40...45 %). В тоже время важно подчеркнуть, что больше половины составляет импорт лососевых, это является огромным потенциалом в рамках импортозамещения [2].

Промысловая добыча лососевых является ограниченным ресурсом, как и производство данного вида в естественных системах. К тому же из-за специфических условий обитания лососевых возникает логистический вопрос, оказывающий существенное влияние как на качество, так и цену рыбной продукции. Для устойчивого развития отрасли и увеличения объема производства, необходимо внедрение современных систем, отвечающим экологическим требованиям,

водоэффективному использованию и высокопродуктивным технологиям выращивания. Система замкнутого цикла водоснабжения отвечает данным требованиям [3,4, 5]. Эти системы не зависят от факторов внешней среды, что безусловно расширяет географию выращивания лососевых и обеспечивает дальнейший рост выпускаемой отраслью продукции [6, 7].

Промышленное выращивание лососевых сопряжено с воздействием большого количества стрессовых факторов [8, 9, 10, 11, 12]. Поэтому для эффективности производства, необходимо уделять внимание повышению резистентности их организма, иммунного статуса [13, 14, 15, 16, 17]. Наиболее критичной является стадия, когда молодь выходит на плав и только начинает питаться. Вместе с пищей в неокрепший организм рыбы могут попадать возбудители инфекционных болезней или микотоксигенные грибы и их токсины [18]. В природе молодь лососевых получает нормальные микроорганизмы, для формирования благоприятной микрофлоры кишечника, от естественных доноров. В изолированных же системах доступа к естественным объектам питания у рыбы нет. Пробиотический организм может легко удовлетворять желания устойчивого развития аквакультуры, поскольку он может усилить два основных ключевых фактора: эффективность роста и устойчивость к болезням.

Цель работы: дать оценку эффективности применения различных пробиотических средств к основному рациону молоди радужной форели с целью повышения параметров сохранности и набора массы тела в условиях системы выращивания с замкнутым циклом водоснабжения.

Материалы и методы исследований. Эксперименты проводили в Ульяновской области, на частном рыбоводном хозяйстве «Янтарный ручей». Предприятие ориентировано на выращивание различных лососевых рыб в установке канального типа с замкнутой системой водоснабжения. Система и условия выращивания в ней изолированы от воздействия внешней среды. Подпитка системы водоснабжения осуществляется с глубоководных скважин.

Циклом производства на предприятие является выращивание от оплодотворенной икры на стадии глазка до товарной рыбы. Период выращивания рыбы до реализации - 1 год 3 месяца. Производственная

мощность до 140 тонн товарной рыбы в год. В устойчивых системах, изолированных от воздействия внешней среды, показатели сохранности составляют, за весь период выращивания, в среднем 80-90 %. При этом 30-50 % потерь приходится на период выращивания массой особей от 0,1 грамма до 0,5 грамм, в момент поднятия личинки на плав и переход малька на активное питание.

Для достижения цели был организован эксперимент на молоди радужной форели из интервала выращивания высокого риска (табл. 1).

Таблица 1 - Схема применения пробиотиков на молоди радужной форели

Наименование, ед.	1 группа (контроль)	2 группа (опыт) ОР + пробиотик (зарубежный) ТМ «Mito Fish» на основе <i>Pediococcus acidilactici</i>	3 группа (опыт) ОР + пробиотик (отечественный) ТМ «Субтилис-Ж» на основе <i>B.Subtilis</i> и <i>B.Licheniformis</i>	4 группа (опыт) ОР + пробиотик (отечественный, экспериментальный) на основе <i>Pediococcus acidilactici</i>
Условие кормления	ОР (основной рацион)			
Условия содержания	Т воды 9,6 °С	Т воды 9,6 °С	Т воды 9,6 °С	Т воды 9,6 °С
Молодь средней навеской, г	0,17	0,17	0,17	0,17
Количество особей, шт.	5000	5000	5000	5000
Введение пробиотика, мл/сут	-	0,1	0,6	0,1

Перед началом опыта в одном лотке инкубатора провели контрольное измерение средней навески малька. По данным учета в лотке содержалась рыба одного возраста, диплоиды (самки) из одной инкубированной генерации в количестве 22358 штук. Для измерения использовали высокоточные электронные лабораторные весы второго класса точности взвешивания [27, 28]. Далее на весы помещали емкость с водой и производили затаривание, на табло весового прибора отображался ноль.

С помощью сита случайным образом из лотка инкубатора вылавливали молодь и помещали в тару с водой, предварительно промокая полотенцем. Показания измерительного прибора каждый раз фиксировали, а рыбу пересчитывали и поочередно помещали в одну

из четырех ванн опыта. В каждую ванну таким образом пересадили по 500 особей, что составляло не менее 10 % от общего числа в экспериментальной группе [29]. Для подсчета средней навески общий вес перемещенной молоди для каждой ванны разделили на количество (500 штук) рыбы.

В каждой ванне средняя навеска составила 0,17 грамма, что удовлетворяло условиям эксперимента. Зная средний вес рыбы, из того же лотка инкубатора весовым методом в каждую ванну пересадили еще по 4500 штук. Таким образом сформировали четыре группы по 5000 рыб в каждой (рисунок).

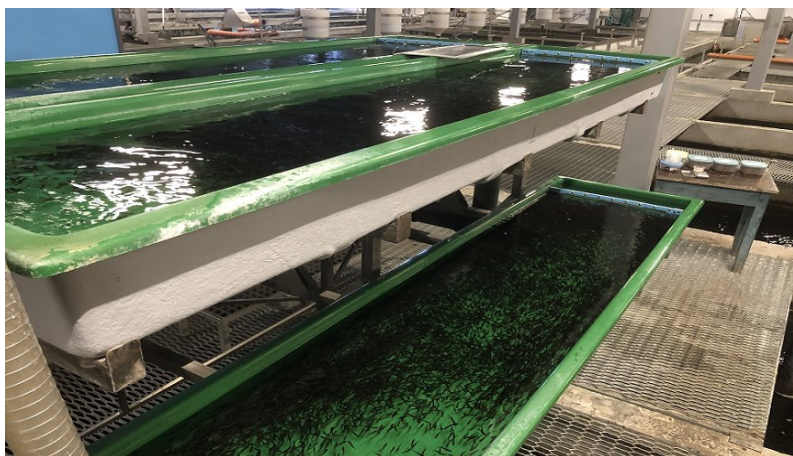


Рисунок - Ванны с опытной группы молоди радужной форели средней навеской 0,17 г

Все группы рыб кормили основным рационом (ОР), который включал корм «Le Gouessant NS AL1» (фракция 0,4-0,7 мм). К ОР 2-й группы добавляли пробиотик зарубежного производства ТМ «Mito Fish» на основе *Pediococcus acidilactici* из расчета 1 мл/кг корма в сутки. К ОР 3-й группы добавляли пробиотическую добавку отечественного производства ТМ «Субтилис-Ж» на основе *B.Subtilis* и *B.Licheniformis* из расчета 6 мл/кг корма в сутки. А 4-й группе к ОР добавляли экспериментальный пробиотик на основе *Pediococcus acidilactici* из расчета 1 мл/кг корма в сутки.

Группы в течение всего эксперимента продолжительностью 35 суток находились в одинаковых условиях содержания, в ваннах с температурой воды 9,6 °С. Сбор данных о сохранности молоди проводили ежедневно (табл. 2).

Таблица 2 - Сохранность радужной форели в эксперименте (на молоди от 0,17 г), шт.

Наименование	1 группа (контроль)	2 группа (опыт)	3 груп па (опы т)	4 груп па (опы т)
1 сут.	5000	5000	5000	5000
7 сут.	4936	4943	4948	4949
14 сут.	4877	4904	4908	4912
21 сут.	4825	4886	4872	4894
28 сут.	4778	4875	4848	4881
35 сут.	4743	4866	4828	4871
отход за весь период	257	134	172	129
% отхода за весь период	5,1	2,7	3,4	2,6
% улучшения сохранности от контроля	-	48	33	50

Результаты исследований показали, что в опытной группе 2, где использовали пробиотик зарубежного производства ТМ «Mito Fish» на основе *Pediococcus acidilactici*, на первой неделе применения сохранность была чуть лучше по сравнению с контролем, но существенно уступала недельным результатам применения пробиотических средств в других опытных группах. В 3 и 4 опытных группах пробиотики были в жидких состояниях, когда как во 2 группе - в сухой форме. При этом во 2 и 4 группах действующая культура была идентичная (*Pediococcus acidilactici*). Это указывает на то, что имеет значение используемая форма пробиотика (его твёрдое или жидкое состояние), от которой зависит эффективность его действия. Анализ полученных данных показал, что при завершении эксперимента у групп 2 и 4 с действующим веществом на основе *Pediococcus acidilactici* процент улучшения сохранности от контроля составил 48 и 50 %, соответственно.

соответственно. В опытной группе 3 с применением ТМ «Субтилис-Ж» на основе *B.Subtilis* и *B.Licheniformis* этот показатель составил 33 %.

Следовательно, добавление к рациону молоди радужной форели кисло -молочной культуры бактерий *Pediococcus acidilactici* способствовало повышению сохранности особей в условиях низких температур и кислой среды пищеварительной системы холодноводных рыб.

Вторым показателем оценки эффективности применения пробиотических добавок в эксперименте являлась динамика изменения средней навески молоди. Для этого в течение опытного периода мы проводили контрольные взвешивания (табл. 3).

Таблица 3 – Средняя навеска радужной форели в эксперименте, г

Наименование	1 группа (контроль)	2 группа (опыт)	3 группа (опыт)	4 группа (опыт)
1 сут.	0,17±0,001	0,17±0,001	0,17±0,001	0,17±0,001
12 сут.	0,32±0,001	0,33±0,001	0,33±0,001	0,35±0,001
23 сут.	0,40±0,001	0,43±0,001	0,41±0,001	0,44±0,001
35 сут.	0,81±0,001	0,88±0,001	0,83±0,001	0,90±0,001
Прирост за весь период опыта	0,64±0,001	0,71±0,001	0,66±0,001	0,73±0,001
% прироста за весь период опыта, по отношению к контролю группы	-	11	3	14

Примечание: * – ($p < 0,05$) по сравнению с контролем.

Было установлено, что после первой недели применения пробиотиков эффективность в приросте массы тела особей в сравнение с контрольной группой была не значительной, а со второй недели заметно возрастала. Наблюдалась положительная динамика по приросту средней навески в опытных группах, так к концу эксперимента процент прироста за весь период, по отношению к контролю группе в 3 группе, где использовался отечественный препарат ТМ «Субтилис-Ж» на основе *B. Subtilis* и *B. Licheniformis* составил всего 3 %, во 2 и 4 группах, где в рацион вводили пробиотик на основе *Pediococcus acidilactici* получили увеличение этого показателя на 11 и

14 %, то есть лучше способствовал наращиванию массы молоди радужной форели.

Заключение. Таким образом, сравнительная оценка эффективности применения разных пробиотических средств зарубежного и отечественного производства в процессе выращивания лососевых рыб показала, что все используемые пробиотики оказали благоприятное влияние на показатели сохранности и интенсивности роста молоди рыб, что вероятно связано с повышением защитных сил их организма, их иммунитета. В том числе, использование жидкой формы пробиотика имело больший эффект, чем сухого. Использование для молоди радужной форели при низких температурных режимах воды пробиотиков на основе *Pediococcus acidilactici* имело большую эффективность, чем применение биокомпозиции на основе бактерий *B. Subtilis* и *B. Licheniformis*.

Библиографический список:

1. Towards a low-carbon footprint: Current status and prospects for aquaculture. /Zhimin Zhang, Haokun Liu, Junyan Jin, Xiaoming Zhu, Dong Han, Shouqi Xie. – Text: direct. //Water Biology and Security. - 2024.
2. Как производство лососевых становится главным направлением в аквакультуре/ Матвей Мишин– Текст: непосредственный. //Рыбная промышленность/ 5 июля 2024 год <https://www.rbc.ru/industries/news/667d485f9a79470f126d959d>
3. Болезни рыб. Обзор эпизоотической ситуации за 2006 год. /М.А. Борисова, Т.А. Пичугина, А.А. Завьялова, А.Е. Дрошнев, С.А. Коломыцев. – Текст: непосредственный. //Ветеринарная жизнь. – 2007. – №14.- С.2-3.
4. Ломакин А.А. Разработка ускоренного метода идентификации бактерий *Aeromonas Hydrophyla* методом ПЦР-РВ. /А.А. Ломакин, Н.А. Феоктистова, А.В. Мастиленко. – Текст: непосредственный. //В сборнике: Зыкинские чтения. Материалы Национальной научно-практической конференции. Саратов, 2023. – С. 124-128.
5. *Pediococcus acidilactici* and *Pediococcus pentosaceus* isolated from a rainbow trout ecosystem have probiotic and ABF1 adsorbing/degrading abilities in vitro. /Maria Pia Martinez, Maria Laura Gonzalez Pereyra, Gabriela Alejandra Pena, Valeria Poloni, Guillermina

Fernandez Juri & Lilia Reneé Cavaglieri – Text: direct. //Food Additives & Contaminants: Part A. - 2017.-Vol.34. - P. 2118-2130.

6. Артамонов В.О. Развитие форелеводства в Республике Карелия. /В.О. Артамонов. – Текст: непосредственный. //Тезисы докладов участников II международной конференции «РЫБА 2017». – Москва, 2017 – С. 116-123.

7. Молчанова К.А. Рыбоводно-биологические особенности формирования маточного стада радужной форели в установках замкнутого водоснабжения: автореферат канд. биол. наук 03.02.06 Иктиология / К.А. Молчанова. – Текст: непосредственный. - 2018. – 24 с.

8. Болезни рыб в аквакультуре России. /В.Н. Воронин, Е.В. Кузнецова, Ю.А. Стрелков, Н.Б. Чернышёва. – Текст: непосредственный. //Санкт-Петербург. - 2011.

9. Кремнийсодержащие добавки для получения качественной и безопасной продукции животноводства. /С. Дежаткин, В. Исайчев, М. Дежаткин, Л. Пульчеровская, С. Мерчина, Ш. Зялалов. – Текст: непосредственный. // Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2021. - № 11. - С. 52-59.

10. Пробиотики и их применение в аквакультуре. /Ж.Б. Текебаева, Г.С. Шахабаева, З.С. Сармурзина, Г.Н. Бисенова, М.С. Уразова, А.Д. Досова, А.Б. Абжалелов. – Текст: непосредственный. //Новости науки Казахстана. Нур-Султан, Казахстан, 2020. - № 4(147).

11. Феоктистова Н.А. Изучение некоторых биологических свойств бактериальных штаммов *Bacillus coagulans* (weizmannta coagulans) - кандидатов при разработке пробиотического биопрепарата. /Н.А. Феоктистова, С.В. Дежаткина. – Текст: непосредственный. //В сборнике: Аграрная наука на современном этапе развития. Материалы научно-практической конференции. Ульяновск, 2023. – С. 342-349.

12. Распределение основных микотоксинов в кормовом сырье и их характеристики. /Э.Е. Симонова, К.М. Кондрашкина, Э.Э. Рысцова и др. – Текст: непосредственный. //Бюллетень науки и практики. - 2020. - Т 6. - №1. – С. 168–177.

13. Результативность использования пробиотика «Акваспорин» для хищных и травоядных видов рыб в промышленной аквакультуре. /Л.А. Шадыева, Е.М. Романова, А.В. Васильев, В.В. Ахметова. – Текст:

непосредственный. //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023 - № 4(64). – С. 163-169.

14. Dietary probiotic *Pediococcus acidilactici* MA18/5M modulates the intestinal microbiota and stimulates intestinal immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). /Ali Al-Hisnawi, Ana Rodiles, Mark D. Rawling, Mathieu Castex, Paul Wainnes, Georgia Gioacchini, Oliana Carnevali, Daniel L. Merrifield. – Text: direct. //Journal of the World Aquaculture Society. - 2019.-Vol.50.-P.1133-1151.

15. Dataset on body weight and length of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed with dihydroquercetin, arabinogalactan or a mixture of both in an aquaria experiment. /N. Kantserova, E. Borvinskaya, L. Lysenko, I. Sukhovskaya, M. Churova, E. Tushina. – Text: direct. //Published by Elsevier Inc.2020.-V.32.

16. Феоктистова Н.А. Разработка биоконпозиции как компонента для коррекции микроэкологии желудочно-кишечного тракта продуктивных животных и птицы. /Н.А. Феоктистова, С.В. Дежаткина. – Текст: непосредственный. //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023 - № 2(62). – С. 122-128.

17. Шаронина Н.В. Влияние спорообразующих бактерий *Bacillus coagulans* на уровень глюкозы лабораторных животных при изучении хронической токсичности. /Н.В. Шаронина, А.З. Мухитов, С.В. Дежаткина. – Текст: непосредственный. //В сборнике: Аграрная наука на современном этапе развития. Материалы научно-практической конференции. Ульяновск, 2023. – С. 322-325.

18. Профилактика, диагностика и лечение болезней. /Риитта Рахконен, Пиа Веннерстрем, Пяйви Ринтамяки, Ристо Каннел. – Текст: непосредственный. //Здоровая рыба. Helsinki, 2013. – С. 36.

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF USING VARIOUS PROBIOTIC AGENTS FOR COLD-WATER FISH IN RAS CONDITIONS

Sokolov I.V.

Keywords: *juvenile fish, rainbow trout, aquaculture, feed additive, probiotic, fish farming.*

*The article presents the materials of experimental studies on juvenile rainbow trout using additives of various probiotic agents. The experiments were conducted in the Ulyanovsk region, at the private fish farm "Yantarny Ruchey". The enterprise is focused on growing various salmon fish in a channel-type installation with a closed water supply system. The production cycle at the enterprise is growing from fertilized eggs at the eye stage to commercial fish. The fish growing period to sale is 1 year 3 months. The production capacity is up to 140 tons of commercial fish per year. The survival rate of juveniles is 80-90%, but the main percentage of losses occurs during the growing period with a weight of 0.1 to 0.5 g, when the larvae start to float and the fry begin to actively feed. All fish groups were fed the basic diet (BD), which included Le Gouessant NS AL1 feed (fraction 0.4-0.7 mm). The BD of the 2nd group was supplemented with a foreign-made probiotic TM Mito Fish based on *Pediococcus acidilactici* at a rate of 1 ml / kg of feed per day. The BD of the 3rd group was supplemented with a domestically produced probiotic supplement TM Subtilis-Zh based on *B. Subtilis* and *B. Licheniformis* at a rate of 6 ml / kg of feed per day. And the 4th group was supplemented with an experimental probiotic based on *Pediococcus acidilactici* at a rate of 1 ml / kg of feed per day. During the entire experiment lasting 35 days, the groups were kept in the same conditions, in baths with a water temperature of 9.6 0 C. Comparative assessment of the effectiveness of using different probiotics of foreign and domestic production in the process of growing salmon fish showed that all the probiotics used had a beneficial effect on the survival rates and growth rates of young fish, which is probably due to an increase in the protective forces of their body, their immunity. In particular, the use of a liquid form of probiotic had a greater effect than a dry one. The use of probiotics based on *Pediococcus acidilactici* for young rainbow trout at low water temperatures was more effective than the use of a biocomposition based on *B. Subtilis* and *B. Licheniformis* bacteria. The greatest survival rate of the young was achieved with a probiotic based on *Pediococcus acidilactici*.*