

УДК 597.552.512

## **МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

**Соколов И.В., аспирант, Дежаткина С.В., доктор биологических наук, профессор,**

**тел. 89022455410, [dsw1710@yandex.ru](mailto:dsw1710@yandex.ru)**

**ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** пробиотик, молодь радужной форели, аквакультура, кормовая добавка, сохранность.*

*В работе разработана методика постановки эксперимента на молоди радужной форели разных возрастных групп, с применением пробиотических биоконпозиций, для повышения их сохранности. Определена возрастная группа молоди радужной форели с максимальной уязвимостью и низкой сохранностью, при выращивании в установках с замкнутым циклом водоснабжения.*

**Введение.** По данным продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) в 2020 году общий объем продукции рыболовства и аквакультуры достиг 214 млн тонн. Вклад аквакультуры в производство водных биоресурсов в мире достиг 49,2 %. Согласно прогнозам, в будущем потребление пищевой продукции из водных биоресурсов вырастет на 15 % к 2030 году [11]. Интенсивное развитие отрасли оказывает негативное экологическое воздействие на окружающую среду [21]. Напротив, системы аквакультуры с замкнутым циклом водоснабжения являются экологически чистыми и водозэффективными для интенсивного выращивания, не оказывают неблагоприятного воздействия на окружающую среду [22]. В них эффективность производства достигается за счет высоких плотностей посадки и использования высокопитательных кормов, что может привести к увеличению уровня органического загрязнения и количества оппортунистических бактерий в водной среде, а также в органах и тканях рыб [2]. Под влиянием различных факторов оппортунистические автотонные микроорганизмы начинают проявлять патогенные действия и

порождают острые заболевания, что в последствие приводит к гибели рыб [4, 10]. Многие рыбные заболевания возникают из-за присутствия микотоксигенных грибов и их токсинов в корме [15]. Наиболее остро проблемы возникают при производстве молоди радужной форели, так как с момента поднятия на плав личинки и перехода её на активное питание сразу применяются гранулированные и экструдированные корма, а значит объекты выращивания в замкнутых системах полностью лишены контакта с естественными донорами нормальных микроорганизмов [1, 10, 11]. В связи с этим необходимы исследования, на данном этапе развития молоди форели, по изучению различных пробиотических средств для повышения сохранности молоди рыбы [3, 7, 9, 18, 24]. С дальнейшей оценкой эффективности выращивания при применении этих средств и анализ экономической целесообразности применения [14, 17]. Радужная форель, как исследуемый объект, является самым популярным объектом пресноводного лососеводства благодаря высокой лабильности к абиотическим и биотическим условиям выращивания и быстрому росту [1, 5, 6, 8].

**Материалы и методы исследований.** *Цель работы:* разработать методику проведения экспериментов по использованию пробиотического средства *Pediococcus acidilactici* для повышения сохранности и выживаемости молоди радужной форели в условиях системы с замкнутым типом водоснабжения. *Задачи исследований:*

1. Определить возрастную группу с максимальной уязвимостью по сохранности в установках с замкнутым циклом водоснабжения.
2. Разработать схему опыта по применению пробиотического средства на основе *Pediococcus acidilactici*.

Объектом исследований выбрана радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*), предметом исследований выбрано пробиотическое средство *Pediococcus acidilactici*. Эксперименты организованы на предприятии аквакультуры с замкнутым циклом водоснабжения в крестьянско-фермерском хозяйстве «Дудко О.А.» в Чердаклинском районе, Ульяновской области. Данное предприятие занимается выращиванием лососевых и производит 140000 кг товарной рыбы в год, закладывает икры на стадии глазка 960000 штук/год, по 80000 штук/мес, рыба проходит до 12 генераций в год.

Предприятие закрытого типа и не имеет сезонных, суточных колебаний по гидрохимии воды, а также по другим биохимическим показателям, связанным с окружающей средой.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для выполнения задачи №1 мы, на основании журнала учета сохранности рыбы на предприятии, проанализировали данные по выживаемости молоди радужной форели в условиях установки с замкнутым типом водоснабжения (рисунок 1).

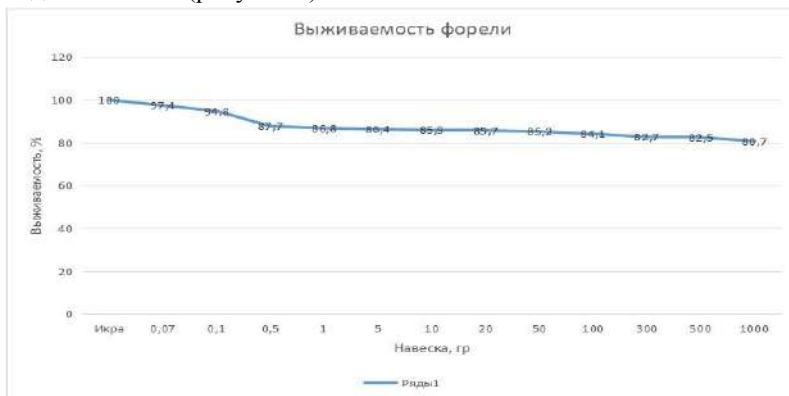


Рис. 1. Динамика выживаемости молоди радужной форели

Экспериментально установлено, что за весь период выращивания от икры до рыбы массой 1000 г, сохранность составила 80,7 % от исходного количества заложенной икры. Наиболее уязвимым оказался период развития и роста молоди форели массой от 0,1 до 0,5 г, показатель выживаемости при этом снизился до 36,78 %.

Одним из важных факторов состояния микробиома кишечника у рыб является их возраст [12,19,23]. Развитие кишечной микрофлоры представляет собой сложный процесс, микробиота начинает колонизировать кишечник рыб на эмбриональном этапе. По мере роста и развития рыбы состав, численность и разнообразие микробиома изменяются [13,16,20].

Для проведения опыта по применению пробиотических средств были сформированы две возрастные группы из интервала (0,1...0,5 г) высокого риска средней навеской 0,14 и 0,35 г на начало опыта (таб. 1).

Таблица 1

Схема опыта № 1 - Применение пробиотика *Pediococcus acidilactici* для выращивания молоди форели

| Наименование, ед.                                      | 1 группа<br>(контроль)     | 2 группа<br>(опыт)                                |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|
| Условие кормления                                      | ОР (основной рацион)       | ОР + пробиотик<br><i>Pediococcus acidilactici</i> |
| Условия содержания                                     | температура<br>воды 9,5 °С | температура воды<br>9,5 °С                        |
| Возрастная группа молоди<br>форели средней навеской, г | 0,14                       | 0,14                                              |
| Количество особей, штук                                | 2000                       | 2000                                              |
| Норма использования<br>пробиотика, мл/сутки            | -                          | 0,01                                              |

В первой серии опытов из генерации возрастной группы со средней навеской (на начало эксперимента) 0,14 г, взяли 4000 особей, диплоидов (самки) и поделили на две группы по 2000 штук в каждой. Обе группы кормили основным рационом (ОР), который включал корм Le Gouessant NS AL1 гранула 0,4-0,7 мм, но первую с добавлением пробиотика *Pediococcus acidilactici* из расчета 1 мл на 1 кг корма в сутки. Обе группы находились в одинаковых условиях содержания в ваннах с температурой воды 9,5 С и равных условиях для прочих гидрохимических показателей.

В второй серии опытов (таблица 2) из генерации возрастной группы со средней навеской (на начало эксперимента) 0,35 г, взяли так же 4000 особей, диплоидов (самки) и поделили на две группы по 2000 штук в каждой.

Обе группы кормили основным рационом – корм Le Gouessant NS AL1 гранула 0,4...0,7 мм, первую с добавлением пробиотического средства на основе *Pediococcus acidilactici* из расчета 1 мл на 1 кг корма основного рациона в сутки. Молодь форели находилась в одинаковых условиях в ваннах с температурой воды 11,5 С и одинаковых гидрохимических показателях.

Таблица 2

Схема опыта № 2 - Применение пробиотика *Pediococcus acidilactici* для выращивания молоди форели

| Наименование, ед.                                   | 1 группа<br>(контроль)      | 2 группа<br>(опыт)                                |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| Условие кормления                                   | ОР (основной рацион)        | ОР + пробиотик<br><i>Pediococcus acidilactici</i> |
| Условия содержания                                  | температура воды<br>11,5 °С | температура воды<br>11,5 °С                       |
| Возрастная группа молоди форели средней навеской, г | 0,35                        | 0,35                                              |
| Количество особей, штук                             | 2000                        | 2000                                              |
| Норма использования пробиотика, мл/сутки            | -                           | 0,03                                              |

**Заключение.** По результатам исследований выявлены возрастные группы молоди форели с максимальной их уязвимостью по сохранности и разработаны схемы опытов с применением пробиотика *Pediococcus acidilactici* в установках с замкнутым циклом водоснабжения.

#### Библиографический список:

1. Артамонов, В.О. Развитие форелеводства в Республике Карелия / В.О. Артамонов // Тезисы докладов участников II международной конференции «РЫБА 2017». – Москва, 2017 – С. 116-123.
2. Болезни рыб. Обзор эпизоотической ситуации за 2006 год / М.А. Борисова, Т.А. Пичугина, А.А. Завьялова, А.Е. Дрошнев, С.А. Коломышев // Ветеринарная жизнь. – 2007. – №14.- С.2-3.
3. Кремнийсодержащие добавки для получения качественной и безопасной продукции животноводства / С. Дежаткин, В. Исайчев, М. Дежаткин, Л. Пульчеровская, С. Мерчина, Ш. Зялалов // Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2021. -№ 11. - С. 52-59.

4. Ломакин, А.А. Разработка ускоренного метода идентификации бактерий *Aeromonas Hydrophyla* методом ПЦР-РВ / А.А. Ломакин, Н.А. Феоктистова, А.В. Мاستиленко / В сборнике: Зыкинские чтения. Материалы Национальной научно-практической конференции. Саратов, 2023. – С. 124-128.

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

6. Мухитов, А.А. Качественные показатели речной рыбы / А.А. Мухитов, С.В. Мерчина, В.В. Ахметова / В сборнике: Актуальные проблемы инфекционной патологии и биотехнологии. Материалы Международной студенческой научной конференции. – 2020. – С. 222-229.

7. Похиленко, В.Д. Пробиотики на основе спорообразующих бактерий и их безопасность / В.Д. Похиленко, В.В. Перелыгин // Химическая и биологическая безопасность. 2007. № 2-3 (32-33).

8. Распределение основных микотоксинов в кормовом сырье и их характеристики / Симонова Э.Е., Кондрашкина КМ, Рысцова Э.Э. и др. //Бюллетень науки и практики. - 2020. - Т 6. -№1. –С. 168–177.

9. Результативность использования пробиотика «Акваспорин» для хищных и травоядных видов рыб в индустриальной аквакультуре / Л.А. Шадыева, Е.М. Романова, А.В. Васильев, В.В. Ахметова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023 - № 4(64). – С. 163-169.

10. Сергалиев, Н.Х. Исследование микрофлоры осетровых видов рыб, разводимых в УЗВ, методами метагеномики. Сбор научных работ CNCAB 8 . /Н.Х. Сергалиев, Е.Е. Андронов, А.Г. Пинаев. - 2019. - С. 63-68.

11. ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры в 2022. На пути к голубой трансформации. Рим: ФАО. 2022. 266 с. [FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2022 . Towards Blue Transformation. Rome: FAO; 2022:266 p. (In Russ.)].

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

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

14. 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 // В сборнике: Аграрная наука на современном этапе развития. Материалы научно-практической конференции. Ульяновск, 2023. – С. 322-325.

15. A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi – binding capacity, for animal feed decontamination / P.Vela-Donat , S.Marin, V.Sanchis, etc.// Food and chemical toxicology. – 2018.- Vol. 114.- P. 246-259.

16. A systematic review of advances in intestinal microflora of fish /Liu Ch, Zhao LP, Shen YQ // Fish Physiology and Biochemistry. 2021;47:2041-2053. doi: 10.1007/s10695-021-01027-3

17. *Bacillus coagulans* 13002 and fructo-oligosaccharides improve the immunity of mice with immunosuppression induced by cyclophosphamide through modulating intestinal-derived and fecal microbiota /S. Zhao et al. // Food Res. Int. – 2021. - Vol. 140. – P. 109793.

18. In vitro assessment of probiotic and functional properties of *Bacillus coagulans* T242 / L. Sui et al. // Food. Biosci. – 2020. – Vol. 36. – P. 100675.

19. Microbiome studies make waves / Stagaman K, Sharpton ThJ, Guillemin K. Zebrafish// Laboratory Animal. 2020;49(7):201-207. doi:

10.1038/s41684-020-0573-6

20. Neutral processes dominate microbial community assembly in atlantic salmon, *Salmo salar* / Heys C, Cheaib B, Buseti A, Kazlauskaitė R, Maier L, Sloan WT, Ijaz UZ, Kaufmann J, McGinnity P, Llewellyn MS // Applied and Environmental Microbiology. 2020;86(8):e02283-19. doi: 10.1128/AEM.02283-19

21. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on Environmental sustainability / I.M. Catarina et al // Aquacultural Engineering. – 2010. – №. 3. – P. 83-93.

22. Re-circulating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation / Nesar Ahmed, Giovanni M Turchini// Journal of Cleaner Production. – 2021. – P. 706-713.

23. Temporal, environmental, and biological drivers of the mucosal microbiome in a wild marine fish, *scomber japonicas* / Minich JJ, Petrus S, Michael JD, Michael TP, Knight R, Allen EE.// mSphere. 2020;5(3):e00401-20. doi: 10.1128/mSphere.00401-20

24. The effects of *Bacillus coagulans* supplementation in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized, placebo-controlled, clinical trial / K. Abhari et al // Clin. Nutr. ESPEN. – 2020. – Vol. 39. – P. 53–60.

## **METHODS OF ORGANIZING EXPERIMENTS IN A CLOSED WATER SUPPLY SYSTEM ON JUVENILES RAINBOW TROUT**

**Sokolov I.V., Dezhatkina S.V.**

**Key words:** *probiotic, juvenile rainbow trout, aquaculture, feed additive, preservation.*

*The work has developed a methodology for setting up an experiment on juvenile rainbow trout of different age groups, using probiotic biocompositions, to increase their safety. The age group of juvenile rainbow trout with maximum vulnerability and low safety when reared in facilities with a closed water supply cycle has been determined.*