



## Исследование гипотезы о нарушении микробного баланса, как первопричины заболеваний, на примере рыбоводческой отрасли

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-77-86>  
EDN: RKNFTA

Научная статья УДК 639.3.09

**Пономарев Дмитрий Геннадьевич** – аспирант, лаборатория болезней птиц, Новосибирская область, рабочий поселок Краснообск, Россия  
*E-mail: sib.dmitry@yandex.ru*

**Городов Владимир Сергеевич** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория болезней птиц, Новосибирская область, рабочий поселок Краснообск, Россия  
*E-mail: 348-39-31@mail.ru*

**Институт Экспериментальной Ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН (ИЭВСидВ СФНЦА РАН)**

**Адрес:** Россия, 630501, Новосибирская область, микрорайон Новосибирский, Г.П. рабочий поселок Краснообск, ул. Центральная, зд. 7

**Аннотация.** В статье описываются результаты бактериологического анализа проб ила из прудов рыбоводческих хозяйств, с краснухоподобными поражениями рыбы. В пробах выявлено наличие микроорганизмов рода *Pseudomonas*, до концентрации  $3,4 \cdot 10^6$  КОЕ/гр. По результатам исследований, полученным от хозяйств, в воде прудов отмечается повышенная концентрация азота. Высказано предположение о взаимосвязи концентрации микроорганизмов рода *Pseudomonas* в иле, концентрацией азота и наличием поражений у рыбы. Проведена попытка влияния на мягкий ил рыбоводческого пруда с помощью препарата «БиоФерментИл».

**Ключевые слова:** аквакультура, краснухоподобные поражения, мягкий ил

**Для цитирования:** Пономарев Д.Г., Городов В.С. Исследование гипотезы о нарушении микробного баланса, как первопричины заболеваний, на примере рыбоводческой отрасли // Рыбное хозяйство. 2026. № 1. С. 77-86. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-77-86>

### INVESTIGATION OF THE HYPOTHESIS OF MICROBIAL IMBALANCE AS THE ROOT CAUSE OF DISEASES USING THE EXAMPLE OF THE FISH FARMING INDUSTRY

**Dmitry G. Ponomarev** – Postgraduate Student, Laboratory of Bird Diseases, Novosibirsk Region, Krasnoobsk work settlement, Russia

**Vladimir S. Gorodov** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Bird Diseases, Novosibirsk Region, Krasnoobsk work settlement, Russia

**Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences (IEVSiDV SFNCA RAS)**

**Address:** Russia, 630501, Novosibirsk region, Novosibirsk microdistrict, Krasnoobsk work settlement, Tsentralnaya str., 7

**Annotation.** The article describes the results of bacteriological analysis of sludge samples from fish farm ponds exhibiting erythro like lesions in fish. The samples revealed the presence of microorganisms of the genus *Pseudomonas* at concentrations up to  $3,4 \cdot 10^6$  CFU/g. According to the research data obtained from the fish farms, an elevated nitrogen concentration was detected in the pond water. A hypothesis has been proposed regarding the interrelation between the concentration of *Pseudomonas* genus microorganisms in the sludge, the nitrogen concentration, and the presence of lesions in the fish. An attempt was made to influence the soft sludge in a fish farm pond using the preparation «BioFermentII».

**Keywords:** aquaculture, erythro like lesions, soft sludge

**For citation:** Ponomarev D.G., Gorodov V.S. 2026. Investigation of the hypothesis of microbial imbalance as the root cause of diseases using the example of the fish farming industry // Fisheries. No. 1. Pp. 77-86. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-77-86>

*Рисунок и таблицы – авторские / The drawing and tables were made by the author*

## ВВЕДЕНИЕ

Федеральным агентством по рыболовству поставлена задача увеличить выход продукции аквакультуры к 2030 г. до 6 000 тыс. т в год [1]. Увеличение производства товарной продукции требует расширения производственных площадей существующих рыбоводных хозяйств и создание новых, а также – интенсификации имеющихся производств, которая осуществляется за счет уплотнения посадки рыбы, изменением соотношения прудов различных категорий, повышением использования удобрений. Все это приводит к накоплению органических отложений, где развивается большое количество разнообразной, в том числе – условно патогенной и патогенной микрофлоры, а также возбудителей паразитарных инвазий, что в свою очередь не позволяет добиться выхода на расчетное количество продукции и снижает ее качество [2].

Руководствуясь стандартными решениями, для борьбы с возникающими проблематиками используют дезинфицирующие средства, а также проводят профилактику и лечение антибактериальными препаратами. Нередко подобные методы носят не контролируемый и бессистемный характер, что приводит к появлению и развитию более устойчивых, к используемым решениям, форм микроорганизмов [3]. Кроме того, необратимо нарушается общий видовой состав микрофлоры водоема, в том числе – подавляется нормофлора, связанная непосредственно с организмом рыб, планктонная нормофлора, нормофлора ила и донных отложений. Нарушение нормофлоры на поверхности тела, слизистых оболочек, в т.ч. жабер, и желудочно-кишечного тракта приводит к снижению общей сопротивляемости организма рыб, проявлению клинических форм заболеваний,

которые в норме не проявляются [4]. Нарушение планктонной микробной нормофлоры приводит к нарушению пищевых цепочек, связанных с развитием различных форм зоо- и фитопланктона. Нарушение нормофлоры ила приводит к накоплению и снижению редукции органического осадка, что, в свою очередь, с повышенным применением удобрений приводит к увеличению патогенной и условно патогенной микрофлоры в донных отложениях. Согласно нашему опыту работы, рыбоводческим предприятиям редко удается полностью подавить патогенную и условно патогенную микрофлору пруда, и заболевание продолжает проявляться периодическими вспышками или переходит в хроническую форму. В такой ситуации предприятие живет в «состоянии многолетнего неблагополучия», предпринимая все более разнообразные способы сдерживания условно патогенной микрофлоры.

Исходя из вышесказанного, было решено провести бактериологический анализ донных отложений (проб ила) из нагульных прудов, в которых наблюдались краснухоподобные заболевания карповых, с целью определения преобладающей микрофлоры, особенностей, влияющих на ее рост, а также – поиска новых способов регулирования ее численности, также с использованием пробиотических препаратов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования было отобрано шесть проб ила из прудов рыбоводческого предприятия Северо-Кавказского Федерального округа, водоемов для выращивания годовика карпа, с разной плотностью посадки и разной степенью поражения рыбы. Образцы с маркировкой №1, №2 и №3 (образцы ила АК, А24/1, А24/2, со-

ответственно) отобраны из пруда для выращивания годовика карпа (2-й год выращивания) с полной посадки 1 000 шт/га, отбирались в августе 2020 г., пораженность карпа краснухоподобными заболеваниями составляла 40-50%. Образцы с маркировкой №4 и №5 (образец ила А23/1 и А23/2) отобраны из прудов с плотностью посадки карпа годовика 1 500 шт/га, отбирались в августе 2020 г., пораженность карпа краснухоподобными заболеваниями составляла 50-65%. Образец №6 (образец ила В25А) отобран из пруда для выращивания карпа 2-го порядка (3-ий год выращивания), с плотностью посадки 500 шт/га, поражения карпа краснухоподобными заболеваниями составляла единичные случаи. Для поддержания высокой концентрации естественной кормовой базы, на предприятиях применяется использование азотных удобрений путем введения аммиачной селитры, с контролем концентрации азота, в течение сезона. По данным, полученным от главного рыбовода предприятий, на момент отбора проба концентрация азота (суммарный азот аммонийного и нитратного ионов) составляла в пробах №1, №2 и №3 – 3 мг/л., в пробах №4, №5 – 1,5 мг/л, в пробе №6 – менее 1 мг/л. Для пруда, откуда получен образец №6 удобрения не использовались, в связи с высокой естественной кормовой базой, относительно плотности посадки рыбы.

Пробы исследовали в ИЭВСиДВ СФНЦА РАН. Определяли КМАФАнМ чашечным методом, БГКП, количественный учет условно патогенной для рыб микрофлоры проводили общепринятыми методами на селективных питательных средах [5].

Для оценки влияния небелкового азота на рост микроорганизмов рода *Pseudomonas* был

использован, разработанный нами, метод оценки роста в условиях дефицита белка в жидкой питательной среде, с определением количества микроорганизмов в режиме реального времени, с использованием фотометра Tecan Spark 10M. Объектом исследования являются образцы жидкой питательной среды с различным содержанием аммиака. Приготовление бедной по азоту жидкой питательной среды проводили на основе пептонной воды, путем ввода панкреатического гидролизата казеина в низкой концентрации (1,6 гр/л, при стандартной концентрации 16 гр/л) и хлорида натрия в концентрации 4,3 гр/л. В качестве источника азота использовали карбонат аммония. Было использовано пять рецептов опытных сред со следующими концентрациями:  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ : 0,185; 0,5; 0,85; 1,2; 1,56 гр/л.; и одна контрольная, без добавления  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . Для тестирования влияния данных вариантов питательных сред на рост микроорганизмов был использован музейный штамм бактерий *P. aeruginosa* 3389, выделенный из образцов ила открытого водоема, в котором практиковали промышленное разведение рыбы. Для проведения эксперимента в лунки 96-луночного планшета вносили питательную среду в количестве 190 мкл. Затем в лунки вносили 10 мкл микробной взвеси мутностью 0,5 ед. по МакФарланду. В лунки отрицательного контроля вносили только 10 мкл стерильного NaCl. Планшет помещали в фотометр Tecan Spark 10 M на 48 ч., при заданной температуре +37 °C и перемешивании 250 об/мин. Измерение оптической плотности проводилось каждые два часа при длине волны 600 нм. Сравнение изменения концентраций микроорганизмов проводили по отношению изменения мутности среды по сравнению с контролем.





Изучение влияния препарата «БиоФерментИл» на микроорганизмы рода *Pseudomonas* в иле проводили на предприятии Северо-Кавказского Федерального Округа на водоемах площадью около 2 га каждый, предназначенных для выращивания малька, находящихся рядом друг с другом. Образцы мягких илов отбирались 3 раза в год, с начала мая (сразу после набора воды), в начале июля и в начале сентября. В опытные водоемы после отбора проб был внесен препарат «БиоФерментИл» с конкурирующими бактериями рода *Bacillus*. Внесение происходило согласно дозировок и инструкции два раза: весной после прогрева воды +14 °С и в середине августа. Дозировка при внесении – 150 гр препарата на гектар водной поверхности. Оценку влияния препарата проводили в пробах мягкого ила, на основании анализа концентрации микроорганизмов рода *Pseudomonas*.

## РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Исследование проб ила из промышленных рыбоводческих прудов

В исследованных пробах выявлены микроорганизмы рода *Pseudomonas* в концентрациях от  $10^3$  до  $10^6$  (табл. 1). Кроме того, в отдельных пробах выявлены бактерии группы кишечной палочки, а также – микроорганизмы рода *Chryseobacterium* (*Flavobacterium*).

Во всех образцах ила выявлены микроорганизмы рода *Pseudomonas*. Наибольшие концентрации выявлены в прудах с плотностью посадки рыбы 1 000 голов на гектар и выше, по сравнению с прудом с плотностью посадки 500 г/Га. При этом в прудах с более плотной посадкой наблюдается также больший процент пораженной рыбы.

В связи с тем, что при микробиологическом исследовании ила наиболее часто встречались представители рода *Pseudomonas*, было решено провести исследование устойчивости выделенных изолятов к антибиотикам. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Результатами исследований установлен широкий спектр антибиотикорезистентности *Pseudomonas* spp. к пенициллинам, тетрациклам, амфениколам, полипептидам, линкозамидам, макролидам и сульфаниламидам. Отмечено наличие антибиотикочувствительности выделенных изолятов *Pseudomonas* spp. к гентамицину, норфлоксацину, энрофлоксацину, ципрофлоксацину от 15 до 30 мм.

### Влияние концентрации азотсодержащих добавок на динамику роста микроорганизмов рода *Pseudomonas*

Поскольку наблюдаются высокие концентрации микроорганизмов рода *Pseudomonas* в образцах с повышенной концентрацией азота в воде, было решено оценить влияние концен-

**Таблица 1.** Концентрации *Pseudomonas* spp. в иле водоема выращивания / **Table 1.** Concentrations of *Pseudomonas* spp. in the silt of a growing pond

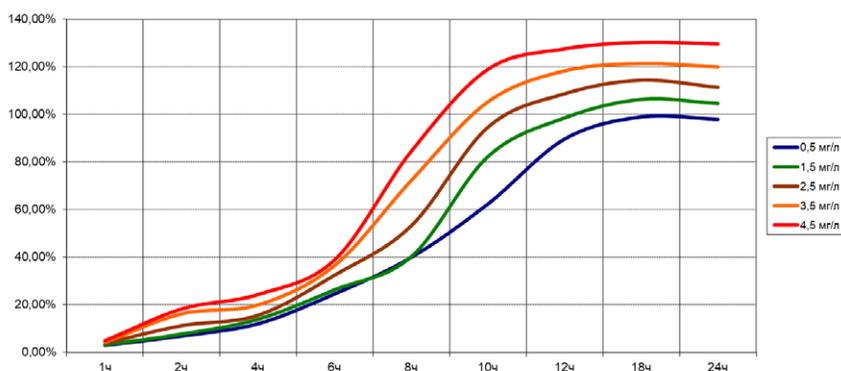
| № п/п | Образец | Интенсивность проявления «краснухоподобных» поражений карпа (в % от поголовья) | Плотность посадки рыбы, шт/га | Конц. азота, мг/л | Наименование выделенных изолятов  | Кол-во КОЕ/гр  |
|-------|---------|--|-------------------------------|-------------------|---|--|
| 1     | АК      | 40-50%   | 1000                          | 3                 | <i>Pseudomonas</i> spp.   | $7,2 \cdot 10^5$   |
| 2     | A24/1   | 40-50%   | 1000                          | 3                 | <i>Pseudomonas</i> spp.   | $5,4 \cdot 10^5$   |
| 3     | A24/2   | 40-50%   | 1000                          | 3                 | <i>Pseudomonas</i> spp.<br>БГКП   | $1,2 \cdot 10^6$<br>$6,2 \cdot 10^5$                     |
| 4     | A23/1   | 50-65 %  | 1500                          | 1,5               | <i>Pseudomonas</i> spp.<br><i>E. coli</i>                               | $1,3 \cdot 10^5$<br>$9,2 \cdot 10^5$                     |
| 5     | A23/2   | 50-65%   | 1500                          | 1,5               | <i>Pseudomonas</i> spp.<br><i>E. coli</i><br><i>Flavobacterium</i> spp. | $3,4 \cdot 10^6$<br>$2,9 \cdot 10^6$<br>$2,5 \cdot 10^4$ |
| 6     | B25A    | единично   | 500                           | <1                | <i>Pseudomonas</i> spp.   | $4,2 \cdot 10^3$   |

**Таблица 2.** Антибиотикочувствительность изолятов *Pseudomonas spp.*, мм /  
**Table 2.** Antibiotic sensitivity of *Pseudomonas spp.* isolates, mm

| Группы антибиотиков | Наименование                                    | <i>Pseudomonas spp.</i> |     |     |     |     |     |
|---------------------|---|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                     |   | № 1                     | № 2 | № 3 | № 4 | № 5 | № 6 |
| Аминогликозиды      | гентамицин (10 мкг)                             | 18                      | 19  | 19  | 18  | 19  | 19  |
|                     | канамицин (30 мкг)                              | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
| Пенициллины         | амоксциллин (20 мкг)                            | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
|                     | амоксиклав (20 мкг)                             | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
| Тетрациклины        | тетрациклин (30 мкг)                            | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
|                     | доксциклин (30 мкг)                             | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
| Хинолоны            | норфлоксацин (10 мкг)                           | 20                      | 22  | 22  | 21  | 22  | 21  |
|                     | энрофлоксацин (5 мкг)                           | 15                      | 16  | 15  | 15  | 15  | 15  |
|                     | ципрофлоксацин (5 мкг)                          | 30                      | 30  | 30  | 30  | 30  | 30  |
| Амфениколы          | флорфеникол (30 мкг)                            | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
|                     | хлорамфеникол (30 мкг)                          | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
| Полипептиды         | полимиксин (300 ед)                             | 14                      | -   | -   | 14  | -   | -   |
| Линкозамиды         | линкомицин (15 мкг)                             | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
| Макролиды           | азитромицин (15 мкг)                            | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |
| Сульфаниламиды      | Триметоприм + сульфаметоксазол (1,25+23,75 мкг) | -                       | -   | -   | -   | -   | -   |

**Примечание:** «-» – отсутствие чувствительности

трации  $\text{NH}_4$  на рост микроорганизмов. Для этого был использован, разработанный нами, метод оценки роста микроорганизмов при разных концентрациях аммиака (азота). Поскольку целью исследования являлась оценка влияния азота на рост микроорганизмов, то эксперимент был проведен в условиях дефицита белка. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1. Из графика видно, что мутность среды, при добавлении аммиака в питательную среду, возрастает на 97-129% по сравнению с контролем.



**Рисунок 1.** Динамика роста изолята *P. aeruginosa* 3389 в жидкой питательной среде с добавлением различных концентраций карбоната аммония

**Figure 1.** Growth dynamics of *P. aeruginosa* 3389 isolate in liquid nutrient medium with addition of various concentrations of ammonium carbonate

#### Влияние применения препарата «БиоФерментИл» на концентрацию микроорганизмов рода *Pseudomonas* в мягком иле пруда

В эксперименте участвовали три пруда площадью 2 гектара каждый рыбководческого предприятия СКФО для выращивания малька. Образцы мягких илов отбирались 3 раза в год: в начале мая (сразу после набора воды), в июле и сентябре. В опытные водоемы (№ 1 и № 2) после отбора проб вносили препарат «БиоФерментИл», с конкурирующими бактериями

рода *Bacillus* в дозе 150 г/га водной поверхности, 2 раза в год – весной и осенью, согласно инструкции по применению. Водоем №3 был контрольный.

Полученные данные свидетельствуют о том, что конкурентная микрофлора способна сдерживать рост условно патогенных бактерий в прудах, но не уменьшает их количество. В контрольном водоеме у малька сеголетки, к концу сезона, начали проявляться язвы на поверхности тела, пораженность составила около 30%. Малек в контрольном водоеме был проле-

**Таблица 3.** Концентрация микроорганизмов рода *Pseudomonas*, в иле прудов, при применении препарата «БиоФрементИл» / **Table 3.** Concentration of microorganisms of the genus *Pseudomonas*, in pond sludge, when using the drug «BioFrementIл»

| Номер пруда   | май              | июль             | сентябрь         |
|---------------|------------------|------------------|------------------|
| No 1 опыт     | $3,8 \cdot 10^3$ | $3,9 \cdot 10^3$ | $7,1 \cdot 10^4$ |
| No 2 опыт     | $3,6 \cdot 10^3$ | $3,8 \cdot 10^3$ | $4,2 \cdot 10^4$ |
| No 3 контроль | $3,6 \cdot 10^3$ | $4,2 \cdot 10^4$ | $7,4 \cdot 10^5$ |

чен антибиотиком. В опытных водоемах язвы встречались в единичных случаях и использование антибиотиков не проводилось.

### ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В основе лечения и профилактики инфекционных болезней рыб в аквакультуре лежит использование различных химических препаратов. Зачастую, эти манипуляции носят бессистемный и неконтролируемый характер, в результате которого оказывается влияние на микробиом водоема в целом. А следствием бессистемного подхода является постепенное повышение устойчивости патогенной и условно патогенной микрофлоры, которая является главной мишенью.

Нами была предпринята попытка найти альтернативные технологические подходы, позволяющие рыбоводческой отрасли получить запланированные результаты в условиях современных проблематикатик. Первые попытки создать альтернативы предлагались неоднократно. Пробиотики вводились в корма и в воду. Но все эти решения, по возможности, встраивались уже в общепринятое понимание: «Есть патогенная микрофлора, которую надо уничтожать» химическими средствами. И попутно уничтожалось в принципе все, включая представителей нормофлоры, которые были введены в технологию. Очевидно, когда мы уничтожаем, не селективно подавляем микрофлору водоема, у нас остается огромное количество не востребованной питательной среды для различных микроорганизмов. Отсутствие конкуренции и огромное количество питательных веществ провоцирует рост той микрофлоры, которая обладает более сильными системами защиты и развитыми ферментными системами адаптации, способная формировать биопленку при воздействии внешних агрессивных факторов, применявшихся в технологическом процессе. Данные процессы возникают как во внешней среде, так и внутри организма, приводя к различным дисбактериозам, снижению иммунитета и нарушению функционирования мембранного (пристеночного) пищеварения. Данный

вид пищеварения реализуется на мембране кишечного эпителия в гелеобразном слое, покрывающем микроворсинки кишечника. На нем адсорбируются различные кишечные ферменты, которые были синтезированы, в том числе и различной микрофлорой, находящейся в этом слое. Там же происходит выработка различных витаминов и аминокислот, в том числе – незаменимых [6; 7]. Некоторые ферменты у рыб синтезируются бактериями в этом гелеобразном слое, например, целлюлаза. Рыбы не могут синтезировать целлюлазу, но в их пищеварительном тракте есть аэробные и анаэробные микроорганизмы, которые помогают в переваривании растительных материалов. Экзогенная природа целлюлазы была доказана тем, что ферментативная активность исчезала после введения рыбам антибиотиков [8]. Таким образом, при воздействии на пищеварительную систему различных веществ, обладающих антибактериальной активностью, происходит не только подавление микроорганизмов, но и ослабление функции «пристеночного (контактного) пищеварения». А именно – снижение или прекращение выработки витаминов, аминокислот и ферментов, часть из которых вырабатывается только здесь. Было установлено, что бактерии разрушают не только легкогидролизуемые пищевые субстраты, но и такие компоненты пищи как лигнин, пектин, целлюлоза, хитин и другие, не поддающиеся гидролизу ферментными системами позвоночных, в том числе – рыб. Восстановление данного пищеварения, в зависимости от условий, может занимать от нескольких недель до нескольких месяцев. В результате происходит снижение иммунитета организма и ухудшение усвояемости кормов. На современных птицефабриках и свиноподкомплексах нивелируют этот дефицит с помощью ферментов, задаваемых с кормами, увеличивая себестоимость продукции. На основании этих данных, можно предположить, что попытка уничтожить микроорганизмы приводит к возникновению ряда трудностей при промышленном производстве сельскохозяйственной продукции, в том числе –

увеличению себестоимости производства и уменьшению рентабельности предприятия. В некоторых отдельных случаях вопрос стоит о выживании предприятий в целом, так как накопившиеся проблематики, в существующих технологических процессах, буквально уничтожают производство. При этом интегрировать биоорганические методы в существующую технологию не представляется возможным, так как в основах технологических решений существуют фундаментальные противоречия.

Для того, чтобы в нашем случае найти первопричины краснухоподобных заболеваний, было проведено исследование мягкого органического ила на предмет микроорганизмов, способных вызывать данные болезни рыб, а также – понять факторы, которые способствуют значительному размножению исследуемых микроорганизмов. При сопоставлении информации, полученной от рыбоводов предприятия, с лабораторными исследованиями была выявлена взаимосвязь концентрации микроорганизмов рода *Pseudomonas* с тяжестью течения краснухоподобных заболеваний. Вероятно, наблюдаемые краснухоподобные поражения связаны с повышенными концентрациями микроорганизмов рода *Pseudomonas* в воде. Так, при достижении концентрации  $10^5$  и выше краснухоподобные заболевания проявляют себя все сильнее. Чем выше концентрация микроорганизмов, тем выше процент пораженной рыбы.

Полученные результаты исследований согласуются с данными Е. Karami et al. [9] которые установили, что при концентрации  $4,6 \cdot 10^5$  КОЕ *Lactococcus garvieae*, наступает гибель у 50% пораженной форели.

S. Chainark et al. [11] описывают взаимосвязь между уровнем органических отложений, концентрацией азотных соединений и заболеваемостью объектов аквакультуры. Так, отмена связи между количеством бактерий, на поверхности дна пруда и концентрацией аммиачного азота в водоеме может привести к загрязнению воды и негативному влиянию на водных животных. Кроме того, органическое вещество, накапливающееся на дне пруда, влияет на качество почвы и воды, воздействует на уровень патогенов и играет важную роль в росте креветок и распространении болезней. Очистка дна, при биопаузах на производстве, играет решающее значение для сохранения пруда в рабочем состоянии в долгосрочной перспективе [10]. Также есть информация, что уровень органического осадка и концентрация в нем возбудителя (микроорганизмы рода *Vibrio*) в прудах, где креветки поражены острым не-

крозом гепатопанкреаса, выше, чем в прудах, где заболевания не обнаруживаются. На основании этого делается вывод, что необходимо проводить не только общую оценку содержания органических веществ в водоеме, а также исследовать донные отложения, имеющие прямое влияние на качество воды и продуктивность водоема [11].

A. El-Kady et al. [12] сообщают, что применение пробиотических препаратов *Bacillus coagulans* и травы *Mentha piperita* защищает гистоархитектонику слоев кишечника и печени после заражения патогенной бактерией *Aeromonas hydrophila* у *Catla catla*.

S. Saluja et al. [13] предлагают использовать *Bacillus subtilis* для повышения выживаемости декоративных рыб за счёт детоксикации аммиака. L. Tao et al. [14] сообщают, что применение пробиотического штамма *Bacillus subtilis* DM115 демонстрирует исключительную способность деградации  $\text{NH}_3\text{-N}$  в аквакультуре декоративных рыб.

M. Taufik et al. [15] описали синергетический эффект системы замкнутого водоснабжения (УЗВ) с комбинацией чистой воды, пробиотиков и биофлокуляции.

A.F.Y. El-Kady et al. [12] изучили преимущества использования ила из рециркуляционных систем аквакультуры и биофлокулирующих систем, в качестве альтернативы химическим удобрениям. При этом авторы в своих исследованиях утверждают, что применение ила в качестве удобрений является достаточно перспективным решением для сельскохозяйственных предприятий, при условии того, что органический ил будет безопасен с точки зрения распространения различных бактериальных заболеваний. Если же на предприятии есть серьезные заболевания, то использовать ил будет невозможно. При переработке органики непосредственно в пруду, при выращивании аквакультуры, проблематика распространения заболевания будет решена или минимизирована.

Во многих статьях тяжесть течения заболевания, так или иначе, сводится к различным факторам, таким, как например, количество органических отложений и соединений азота в аквакультуре. Есть даже попытки эту органику потом использовать, но отсутствует единая концепция влияния на факторы, провоцирующие возникновение и тяжесть течения болезней.

В наших исследованиях выявлено, что при увеличении концентраций условно патогенных микроорганизмов была выявлена зависимость ускорения роста микроорганизмов от концентрации азота в различных соедине-

ниях, находящихся в воде. Лабораторно исследование взаимосвязи производилось на азоте в соединении  $\text{NH}_4$ .

В качестве альтернативного решения нами было предложено использование конкурирующей флоры в виде рода *Bacillus*, которая будет использоваться для своего размножения соединения азота, находящиеся в воде, а также перерабатывать органический мягкий ил, который в том числе может являться питательной средой для патогенной и условно патогенной микрофлоры. Для реализации данного процесса на предприятиях использовался препарат «БиоФерментИл», согласно инструкции.

В результате применения препарата «БиоФерментИл» наблюдалось снижение концентраций азотистых соединений  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , а также изменение консистенции мягкого ила, переход в более твердую, глиноподобную субстанцию, одновременно с этим наблюдалось снижение краснухоподобных поражений рыбы. В прудах отмечалась практически полная ликвидация краснухоподобных заболеваний, а также значительное уменьшение мягкого органического ила, который предположительно спрессовался и послужил источником пищи в биологических цепочках.

Также на этих прудах произошла практически полная остановка применения химических препаратов, используемых ранее в процессе выращивания рыбы, в связи с ненужностью.

Полученные результаты и органическая технология выращивания потребовала объяснения происходящих процессов. Для этого была нужна новая гипотеза, позволяющая объяснить полученный результат.

### ПРЕДПОЛОЖЕНИЕ О ГИПОТЕЗЕ «БАЛАНСА» В БИОФЛОРЕ

В результате анализа полученных данных, была предложена, как возможная, гипотеза «Баланса», в основе которой описывается взаимосвязь микроорганизмов, выполняющих каждый свою функцию и не делящихся на «плохих» и «хороших». Это соотношение и функции микроорганизмов были образованы за многие миллионы лет эволюции. Например, бактерии, которые принято называть патогенными, по сути, являются утилизаторами мертвых тканей различного происхождения и лишь перерабатывают их. Возникновение же заболеваний – это реакция микромира на факторы, влияющие на нарушение, заложенного эволюцией, соотношения микроорганизмов. Пытаясь вернуться в состояние равновесия, микромир запускает размножение микроорганизмов, которые и будут ликвидировать то воздействие, которое вывело систему из состояния баланса,

они же и вызывают заболевания у рыб, птиц и других сельскохозяйственных животных. Возможно, данные выводы уже были озвучены кем-то ранее, но при мониторинге научных статей нам встречались лишь разрозненные предположения о соотношениях микроорганизмов, при этом единая концепция, позволяющая выстроить новые технологические решения, отсутствовала. Предложенная гипотеза позволяет выстроить новые технологические подходы в сельском хозяйстве при возникновении проблематикатик, в которых решения будут направлены, прежде всего, на факторы, выводящие микромир из состояния равновесия, а не на подавление этого мира. В результате данных технологических подходов, абсолютно реально получение органически чистой продукции в промышленных масштабах в условиях существующих производственных мощностей.

Разберем данное предположение на примере рыбоводческой отрасли.

Применение азотистых удобрений при производстве рыбы стало давно устоявшейся практикой. Есть нормы, принятые еще в СССР, по внесению в пруды аммиачной селитры. Этот метод удобрения вызывал рост зоо- и фито планктона, что положительно влияло на продуктивность водоемов [15]. И действительно в первые годы этот метод приносил отличные результаты, но мы создали условия для выведения биофлоры из состояния баланса, так как такое количество азота в воде далеко от естественных нормальных значений. После этого технологического решения стали появляться первые заболевания рыбы, которые ликвидировались внесением различных дезинфицирующих средств и антибиотиков. То есть, сначала были созданы условия для роста патогенной микрофлоры, а затем, пытаясь с ней бороться, мы уничтожили и нормофлору водоемов и только усугубили процесс. Далее происходит усиление защиты патогенной флоры, в том числе – резистентность к различным антибактериальным препаратам. Финал же – это тяжелейшие заболевания рыбы, сопровождаемые серьезным отходом. На лицо «героическая борьба» с последствиями своих же решений. В результате внесения в водоем препарата «БиоФерментИл», конкурирующие бактерии переработали органический мягкий ил и снизили соединения азота в воде. Удалось замедлить размножение патогенных бактерий и предотвратить развитие болезней рыб.

Конечно же, данная гипотеза «Баланса» требует дополнительных исследований, в процессе которых может появиться более точное объяснение процессов, происходящих в биологическом микромире и более точные «пороговые»

концентрации, при которых условно-патогенные микроорганизмы начинают оказывать негативное воздействие на рыбу.

## ВЫВОДЫ

1. В исследованных образцах ила из прудов с краснухоподобным поражением рыбы преобладающими являются микроорганизмы рода *Pseudomonas*.
2. Клинические признаки заболевания фиксировались при концентрации микроорганизмов рода *Pseudomonas* в  $10^5$  КОЕ/гр и более в образцах ила. При концентрациях менее  $10^4$  КОЕ/гр, клиническая картина не проявлялась. Исходя из этого можно предположить, что краснухоподобные поражения рыбы возникают при повышении концентрации возбудителя, а не его наличие в пруду.
3. Наличие аммиака в питательной среде усиливает рост микроорганизмов рода *Pseudomonas*. То же самое происходит при бессистемном внесении аммиака в пруд. Чем больше будет концентрация аммиака, тем выше риск начала краснухоподобных поражений рыбы.
4. При использовании препарата «БиоФерментИл» количество микроорганизмов рода *Pseudomonas* в иле наблюдалось в концентрации не более  $10^3$  КОЕ/гр –  $10^4$  КОЕ/гр. При этом не наблюдались краснухоподобные поражения рыбы. Предполагаем, что бактерии, находящиеся в составе препарата, стали конкурирующими за источники питания с микроорганизмами рода *Pseudomonas* и послужили сдерживающим фактором для размножения.
5. В описанных нами случаях наблюдалось снижение проблематикатик в рыбоводческих предприятиях, в технологии выращивания рыбы которых применялся препарат «БиоФерментИл», перерабатывающий органику в прудах, используемую условно-патогенными микроорганизмами как источник пищи для размножения. В последующие годы, согласно нашим наблюдениям, при постоянном применении препарата «БиоФерментИл», на этих предприятиях практически полностью были ликвидированы краснухоподобные заболевания, а также наблюдалось значительное уменьшение мягких органических отложений. При этом на предприятиях практически полностью или совсем перестали использовать химические методы подавления микроорганизмов, что в свою очередь привело к получению экологически чистой продукции.

6. Для объяснения полученных результатов была предложена к рассмотрению научная гипотеза «баланса», которая возможно приведет к разработке новых технологических решений в сельскохозяйственной отрасли. В основе гипотезы лежит соотношение микроорганизмов, живущих в сбалансированном состоянии. Под воздействием внешних факторов система выходит из состояния равновесия и запускает деление тех организмов, которые будут преодолевать данное внешнее воздействие. Попутно они же вызывают различные заболевания. После ликвидации внешнего фактора воздействия система возвращается в свое первоначальное состояние.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: Д.Г. Пономарев – идея статьи, результаты собственных исследований, обсуждение полученных результатов, выводы, подготовка статьи и ее окончательная проверка. В.С. Городов – введение, материалы и методы, результаты собственных исследований, подготовка статьи.*

*The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: D.G. Ponomarev – the idea of the article, the results of his own research, discussion of the results, conclusions, preparation of the article and its final verification. V.S. Gorodov – introduction, materials and methods, the results of his own research, preparation of the article.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Устрица для россиян [Электронный ресурс]. 2024. URL: <https://fishnews.ru/news/49404> (дата обращения 12.05.2025).
2. Завьялова Е.А., Дрошнев А.Е., Булина К.Ю., Гулюкин А.М. Эпизоотическая ситуация по болезням рыб: методы исследования, тенденции, перспективы // Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2018. № 1 (25). С. 136-142
3. Шульгина Л.В., Якуш Е.В., Шульгин Ю.П., Шендерюк В.В., Чукалова Н.Н., Бахолдина Л.П. Антибиотики в объектах аквакультуры и их экологическая значимость. Обзор // Известия ТИНРО. 2015. № 2 (181). С. 216-230
4. Коротова Д.М. Болезни рыб: краткий курс лекций для студентов IV курса направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура. – Саратов: ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». 2015. 46 с.
5. Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов. Методические указания Минсельхоза России от 27.09.1999 N 13-4-2/1742
6. Уголев А.М. О существовании пристеночного (контактного) пищеварения // Бюл. эксперим. биол. мед. 1960. № 1 (49). С. 12-17.
7. Уголев А.М. Мембранное пищеварение: Полисубстратные процессы, организация и регуля-

- ция. – Ленинград: Наука. Ленингр. отделение. 1972. С. 357.
8. Кузьмина В.В. Процессы пищеварения у рыб. Новые факты и гипотезы. – Ярославль: Филигрань. 2018. С. 300.
  9. Karami E., Alishahi M., Molayemraftar T. et al. Study of pathogenicity and severity of *Lactococcus garvieae* isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in Kohkiloohieh and Boyerahmad province // Fisheries and Aquatic Sciences. 2019. №22. P. 21. <https://doi.org/10.1186/s41240-019-0135-2>
  10. Chainark S., Sumetlux V., Chainark P. Dynamics of soil properties and pathogen levels in Pacific white shrimp ponds during a production cycle: Implications for aquaculture management // Journal of the World Aquaculture Society. 2025. P. 2713-2730. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00775-6>
  11. Chainark S., Chainark P., Soonsan P. Differences in shrimp pond bottom soil properties and bacterial load between acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND)-infected ponds and AHPND-free ponds and their relation to AHPND // Journal of the World Aquaculture Society. 2024. April. Pp. 7489-7500. <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12810-y>
  12. El-Kady A., Suloma A. Sediment management in integrated aquaculture-agriculture systems: Sustainable use of fish culture sludge for organic fertilization of *Terminalia arjuna* // Environmental Science and Pollution Research. 2025. Vol. 32. Pp. 4273-4287. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-35910-w>
  13. Saluja S., Bhatnagar A. Dietary administration of probiotic *Bacillus coagulans* and *Mentha piperita* can protect histological architecture and DNA damage in *Catla catla* (Hamilton, 1822) // Aquaculture and Fisheries. 2024. Vol. 9. P. 16. <https://doi.org/10.1186/s41240-019-0130-7>
  14. Tao L., Wei D., Niu B. et al. *Bacillus subtilis* probiotic enhances ornamental fish survival through ammonia detoxification // Aquaculture interbational. 2025. Vol. 33. P. 153. <https://doi.org/10.1007/s10499-025-01826-y>
  15. Taufik M., Ismarani T., Ismail T. et al. Synergistic effects of Recirculating Aquaculture System (RAS) with combination of clear water, probiotic and biofloc technology: A review // Aquaculture and Fisheries. 2024. Vol. 9. Pp. 883-892 <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.07.006>
  16. Винберг Г.Г., Ляхнович В.П. Удобрение прудов. – М.: Пищевая промышленность. 1965. 271 с.
  - significance. Review // News of TINRO. No. 2 (181). Pp. 216-230
  4. Korotova D.M. 2015. Big fish: a short course of lectures for students of the IV course of preparation for 03/35/08 Aquatic bioresources and aquaculture. – Saratov: Saratov State Agrarian University. 46 p
  5. Methodological guidelines for the sanitary and bacteriological assessment of fishery reservoirs. Methodical instruction of the President of Russia dated September 27, 1999 N 13-4-2/1742
  6. Ugolev A.M. 1960. On the existence of parietal (contact) digestion // Byul. experim. biol. med. No. 1 (49). pp. 12-17.
  7. Ugolev A.M. 1972. Membrane digestion: Polysubstrate processes, organization and regulation. – Leningrad: Nauka Publ. Leningr. department. P. 357.
  8. Kuzmina V.V. 2018. Digestive processes in fish. New facts and hypotheses. Yaroslavl: Filigree. p. 300.
  9. Karami E., Alishahi M., Molayemraftar T. et al. Investigation of the pathogenicity and severity of *Lactococcus garvieae* isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on farms in Koh Kilui and Boyerahmad province // Fisheries and Aquatic Sciences. 2019. No. 22. p. 21. <https://doi.org/10.1186/s41240-019-0135-2>
  10. Chainark S., Sumetlux V., Chainark P. Dynamics of soil properties and pathogen levels in Pacific white shrimp ponds during a production cycle: Implications for aquaculture management // Journal of the World Aquaculture Society. 2025. P. 2713-2730. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00775-6>
  11. Chainark S., Chainark P., Soonsan P. Differences in shrimp pond bottom soil properties and bacterial load between acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND)-infected ponds and AHPND-free ponds and their relation to AHPND // Journal of the World Aquaculture Society. 2024. April. Pp. 7489-7500. <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12810-y>
  12. El-Kady A., Suloma A. Sediment management in integrated aquaculture-agriculture systems: Sustainable use of fish culture sludge for organic fertilization of *Terminalia arjuna* // Environmental Science and Pollution Research. 2025. Vol. 32. Pp. 4273-4287. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-35910-w>
  13. Saluja S., Bhatnagar A. Dietary administration of probiotic *Bacillus coagulans* and *Mentha piperita* can protect histological architecture and DNA damage in *Catla catla* (Hamilton, 1822) // Aquaculture and Fisheries. 2024. Vol. 9. P. 16. <https://doi.org/10.1186/s41240-019-0130-7>
  14. Tao L., Wei D., Niu B. et al. *Bacillus subtilis* probiotic enhances ornamental fish survival through ammonia detoxification // Aquaculture interbational. 2025. Vol. 33. P. 153. <https://doi.org/10.1007/s10499-025-01826-y>
  15. Taufik M., Ismarani T., Ismail T. et al. Synergistic effects of Recirculating Aquaculture System (RAS) with combination of clear water, probiotic and biofloc technology: A review // Aquaculture and Fisheries. 2024. Vol. 9. Pp. 883-892 <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.07.006>
  16. Vinberg G.G., Lyakhovich V.P. 1965. Fertilization of ponds. Moscow: Food industry. 271 p.

## LITERATURE AND SOURCES

1. Oyster for Russians [Electronic resource]. 2024. URL: <https://fishnews.ru/news/49404> (accessed 05/12/2025).
  2. Zavialova E.A., Droshenev A.E., Bulina K.Yu., Gulyukin A.M. 2015. Epizootic situation of fish diseases: research methods, trends, prospects // Russian Journal of Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology. No. 1 (25). Pp. 136-142
  3. Shulgina L.V., Yakush E.V., Shulgin Yu.P., Shenderyuk V.V., Chukalova N.N., Bakholdina L.P. 2018. Antibiotics in aquaculture facilities and their ecological
- Материал поступил в редакцию / Received 12.12.2025  
Принят к публикации / Accepted for publication 12.01.2026