

Научная статья  
УДК 639.3.04  
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-126-133>

## Изучение микробиоценоза жабр и кишечника рыб при их выращивании с применением препаратов на основе бактериофагов

Аделя Джуманияшевна Жандалгарова<sup>1✉</sup>, Анна Александровна Бахарева<sup>2</sup>,  
Юлия Николаевна Грозеску<sup>3</sup>, Александр Николаевич Неваленный<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия, [zhandalgarova@mail.ru](mailto:zhandalgarova@mail.ru)<sup>✉</sup>

**Аннотация.** В настоящее время бактериофаги находят широкое применение в ветеринарии, биотехнологии и сельском хозяйстве, в частности в аквакультуре. Узкая специфичность действия на бактериальную микрофлору, способность избирательно воздействовать на патогенные и условно-патогенные микроорганизмы позволяют использовать их для диагностики, профилактики и лечения сельскохозяйственных животных и рыб. Возникновение антибиотикорезистентных штаммов микроорганизмов предполагает поиск новых препаратов для борьбы с ними. В связи с этим фаготерапия является альтернативой антимикробному лечению бактериальных заболеваний животных и рыб. Несмотря на недостаточность данных о применении препаратов на основе бактериофагов в аквакультуре, данное направление является перспективным и актуальным. Проведен сравнительный анализ микробиоценоза жабр и кишечника двухгодовалых красной тилапии при выращивании с добавлением пибактериофага поливалентного в воду аквариума и обработкой данным препаратом комбикормов. Обнаружено, что доминирующее положение в микробиоценозе кишечника красной тилапии занимали представители р. *Micrococcus*, доля которых составила 45,7 % от всех изолятов желудочно-кишечного тракта. На втором месте по частоте встречаемости были представители р. *Bacterium* (33,2 %), на третьем месте – представители р. *Staphylococcus* (16,1 %). Остальные группы микроорганизмов кишечника представлены значительно меньшим числом изолятов. Установлено, что микрофлора жабр была представлена меньшим видовым составом в сравнении с микробиотой пищеварительного тракта. Доминирующее положение занимали изоляты бактерий р. *Bacterium* и р. *Staphylococcus*, в меньшем количестве были представлены микроорганизмы р. *Actinomycetales* и р. *Bacillus* (1-2 колонии). Добавление бактериофага в воду и обработка им комбикорма способствует снижению обсемененности жабр и снижению патогенной микрофлоры в кишечнике рыб.

**Ключевые слова:** микробиоценоз, кишечник, жабры, красная тилапия, изоляты бактерий, бактериофаг

**Для цитирования:** Жандалгарова А. Д., Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., Неваленный А. Н. Изучение микробиоценоза жабр и кишечника рыб при их выращивании с применением препаратов на основе бактериофагов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 4. С. 126–133. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-126-133>

Original article

## Study of microbiocenosis of fish gills and intestines in their cultivation using preparations based on bacteriophages

Adelya D. Zhandalgarova<sup>1✉</sup>, Anna A. Bakhareva<sup>2</sup>,  
Yulia N. Grozescu<sup>3</sup>, Alexander N. Nevalenny<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russia, [zhandalgarova@mail.ru](mailto:zhandalgarova@mail.ru)<sup>✉</sup>

**Abstract.** Nowadays bacteriophages are widely used in veterinary medicine, bio-technology, agriculture and in particular in aquaculture. Narrow specificity affecting the bacterial microflora and selective influence on the pathogenic and opportunistic microorganisms allow using the bacteriophages for diagnosing, preventing and treating the diseases of farm animals and fish. The emergence of antibiotic-resistant strains of microorganisms involves the search for new drugs to combat them. In this regard, phage therapy is an alternative to antimicrobial treatment of bacterial diseases of animals and fish. Despite the lack of data on the bacteriophage-based drugs applications in aquaculture, this direction is found to be promising and relevant. There is given a comparative analysis of the microbiocenosis of the gills and intestines of two-year-olds of red tilapia farmed in the water with adding the poly-valence pyobacteriophage and fed by compound feed treated by the preparation. It has been found that the dominant position in the intestinal microbiocenosis of red tilapia belongs to *Micrococcus* bacteria, whose share made 45.7% of all isolates of the gastrointestinal tract.

By the frequency of occurrence, the second place is taken by the Bacterium species (33.2%), the third place - *Staphylococcus* (16.1%) species. The remaining groups of intestinal microorganisms are presented by a significantly number of isolates. It has been stated that the gills microflora was represented by a smaller species composition compared to the digestive tract microbiota. Isolates of the *Bacterium* and *Staphylococcus* bacteria were dominating, while the *Actinomycetales* and *Bacillus* microorganisms were represented in smaller numbers (1-2 colonies). The addition of a bacteriophage to water and its processing of compound feed helps to reduce the contamination of gills and reduce pathogenic microflora in the intestines of fish.

**Keywords:** microbiocenosis, intestines, gills, red tilapia, bacterial isolates, bacteriophage

**For citation:** Zhandalgarova A. D., Bakhareva A. A., Grozesku Yu. N., Nevalenny A. N. Study of microbiocenosis of fish gills and intestines in their cultivation using preparations based on bacteriophages. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2021;4:126-133. (In Russ). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-126-133>.

## Введение

В настоящее время наблюдается растущая тенденция к использованию препаратов на основе бактериофагов в аквакультуре, которая терпит большие убытки из-за роста инфекционных заболеваний. При использовании бактериофагов необходимо уделять внимание их специфичности, бактериальной устойчивости, безопасности, а также их влиянию на качество состава микробиоценоза рыб [1, 2].

Микробиоценоз рыб играет немаловажную роль в обеспечении защитных функций организма и регуляции процессов пищеварения. Установлено, что бактерии продуцируют различные антибактериальные вещества, препятствуя колонизации кишечника патогенными микроорганизмами.

Поверхность рыбы может быть обсеменена споробразующими и неспорообразующими бактериями, кокками, актиномицетами, дрожжами и плесневыми грибами. Наиболее обсеменены микроорганизмами жабры и кишечник рыб. Высокая обсемененность жабр обусловлена высоким содержанием органических веществ, находящихся в воде, ее интенсивной аэрацией и слабощелочной реакцией. Кишечная микрофлора рыб характеризуется повышенным содержанием патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, служащих источником различных инфекционных заболеваний [3]. Среди микробиоты кишечника встречаются все микроскопические обитатели воды, а также анаэробные бактерии, наиболее распространенными среди которых являются патогенные клостридии и кишечные палочки [4].

Микробиота пищеварительного тракта рыб подразделяется на главную (основная, автохтонная, облигатная) и остаточную (транзитная, факультативная, аллохтонная). Главная микрофлора представлена анаэробами – бифидобактериями, лактобактериями, бактероидами, фузобактериями (90 %), и аэробами – кишечной палочкой, энтерококками (9 %), поддерживающими колонизационную резистентность слизистой кишечника к контаминации условно-патогенными микроорганизмами. Остаточная микрофлора представлена не более чем 1 % сапрофитов (стафилококки, грибы) и условно-патогенных микроорганизмов (гемолитический стрептококк, золотистый стафилококк, грамотрицательные

палочки), которые также являются составной частью кишечного биотопа.

Отделы желудочно-кишечного тракта рыб характеризуются неодинаковой численностью бактерий. Наибольшее их количество обнаружено в переднем и среднем отделах, что может свидетельствовать об участии микроорганизмов в расщеплении питательных веществ. Наличие большого числа бактерий в заднем отделе кишечника может быть связано с их участием в расщеплении балластных веществ и с обеспечением рыб вторичными нутриентами [5].

*Цель исследований* – изучить качественный состав микробиоценоза жабр и кишечника двухгодовалых красной тилапии при выращивании с применением современных бактериофагов.

## Материал и методы исследований

Экспериментальные исследования проводились в Инновационном центре «Биоаквапарк – НТЦ аквакультуры» (ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»). В качестве объектов исследований были использованы двухгодовики красной тилапии (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*). Выращивание рыб осуществлялось в аквариумах объемом 400 л с плотностью посадки 25 экземпляров на аквариум. Температура воды поддерживалась на уровне 23,5–26,5 °С, при этом содержание кислорода не опускалось ниже 6,2 мг/л. Для проведения экспериментальных исследований был использован пиобактериофаг поливалентный очищенный (Pyobacteriophagum polyvalentum purum), представляющий собой смесь стерильных очищенных фильтратов фаголизатов бактерий *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*. Длительность эксперимента составила 14 суток. Для этого двухгодовики красной тилапии были разделены на две опытные группы и контрольную: в первой опытной группе рыб выращивали в воде с добавлением пиобактериофага в концентрации 1 мл/л воды, во второй – с добавлением пиобактериофага в концентрации 1 мл/л воды и обработкой препаратом комбикорма из расчета 5 мл на суточ-

Ждангагарова А. Д., Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., Неваленный А. Н. Изучение микробиоценоза жабр и кишечника рыб при их выращивании с применением препаратов на основе бактериофагов

ную норму кормления. Кратность введения бактериофага составила 1 раз в сутки в течение 14 дней. Суточная норма кормления определялась в соответствии с массой тела рыб и температурой воды согласно общепринятой технологии выращивания [6].

Для микробиологических исследований был проведен анализ количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (кМАФАНМ) в соответствии с ГОСТ 110444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов». Пробы для микробиологического анализа отбирали стерильным инструментом в стерильную посуду, закрытую двумя слоями бумаги, и упаковывали в стерильную бумагу. Из подготовленной навески готовили необходимые разведения в соответствии с СанПиН 12.3.2.1078-01. Затем из необходимого разведения по 1 мл делали посеvy в две параллельные чашки Петри. Посевы заливали одной из агаризованных сред: мясопептонный агар (МПА), Сабуро – с целью выделения бактерий группы кишечной палочки и определения наличия дрожжей и плесневых грибов (рис. 1).

логического анализа отбирали стерильным инструментом в стерильную посуду, закрытую двумя слоями бумаги, и упаковывали в стерильную бумагу. Из подготовленной навески готовили необходимые разведения в соответствии с СанПиН 12.3.2.1078-01. Затем из необходимого разведения по 1 мл делали посеvy в две параллельные чашки Петри. Посевы заливали одной из агаризованных сред: мясопептонный агар (МПА), Сабуро – с целью выделения бактерий группы кишечной палочки и определения наличия дрожжей и плесневых грибов (рис. 1).

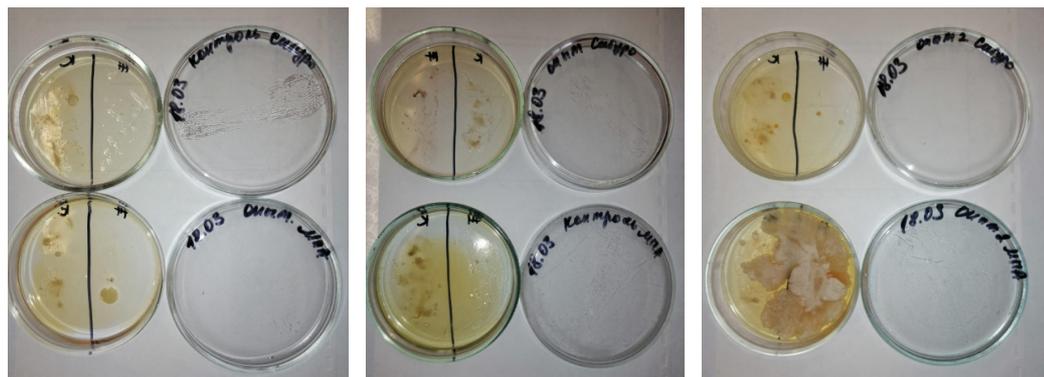


Рис. 1. Посевы с жабр и кишечника тилапии на питательные среды МПА и Сабуро

Fig. 1. Inoculation of tilapia gills and intestine to the meat-peptone agar and Sabouraud's agar media

Посевы инкубировали в термостате при температуре 30 °С в течение 72 часов. После инкубирования считали количество колоний и анализировали в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01. Выделенные бактерии идентифицировали до рода по определителям Берджи [7].

#### Результаты исследований

В ходе экспериментальных работ был проведен качественный анализ микрофлоры жабр и кишечника двухгодовиков красной тилапии, выращиваемой с применением пиобактериофага поливалентного.

За время проведения экспериментальных исследований в жабрах рыб на среде МПА были высеяны микроорганизмы со следующими культуральными свойствами: колонии округлые, маленького и среднего размера, кремового цвета, с неровными краями; колонии светло-коричневого цвета неоднородной структуры; колонии округлые, средние по размеру, молочно-коричневого цвета, с ровными краями; колонии округлые, среднего размера, молочного цвета, с ровными краями (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

#### Культурально-морфологическая характеристика кМАФАНМ жабр красной тилапии на среде МПА Cultural and morphological characteristics of qMAFAnM of red tilapia gills on MPA medium

Группа	Число колоний	Культуральные свойства колоний	Морфологические свойства клеток	Предположительно род
Опытная 1	6	Округлые, маленького и среднего размера, кремового цвета, с неровными краями, выпуклые, гладкие колонии	Г <sup>+</sup> , неспорообразующие палочки	Bacterium
Опытная 2	1	Сплошной рост колонии, светло-коричневого цвета, неоднородная структура	Г <sup>+</sup> , образование ветвящегося мицелия	Actinomycetales
	2	Округлые, средние по размеру, молочно-коричневого цвета, с ровными краями, плоские, гладкие колонии	Г <sup>+</sup> , неспорообразующие палочки	Bacillus
Контрольная	1	Округлая, среднего размера, молочного цвета, с ровными краями, выпуклая, гладкая колония	Г <sup>+</sup> , неспорообразующие и Г <sup>+</sup> , спорообразующие палочки	Bacterium

Среди вышеперечисленных колоний были выявлены грамположительные спорообразующие и неспорообразующие палочки р. Bacterium, грамполо-

жительный ветвящийся мицелий р. Actinomycetales, грамположительные неспорообразующие палочки р. Bacillus (рис. 2).

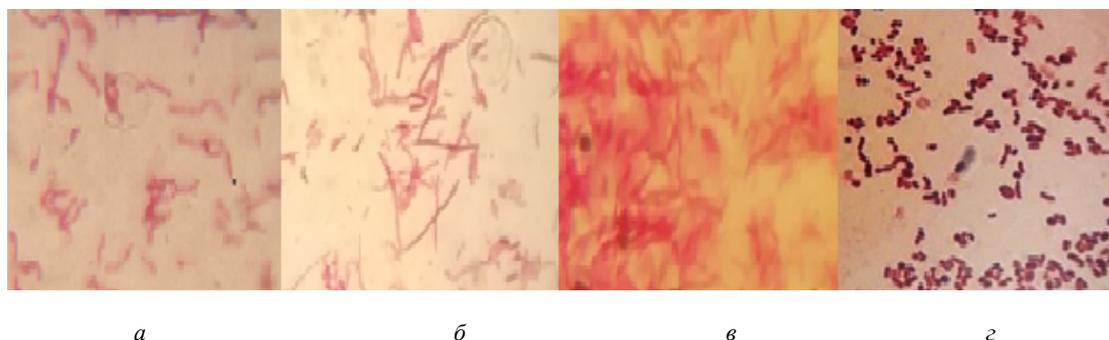


Рис. 2. Микроскопия бактерий, выделенных из жабр красной тилпии (среда МПА):  
а – р. Bacterium; б – р. Actinomycetales; в – р. Bacillus; г – р. Bacterium

Fig. 2. Microscopy of bacteria isolated from the red tilapia gills (meat-peptone agar medium):  
а – g. Bacterium; б – g. Actinomycetales; в – g. Bacillus; г – g. Bacterium

Установлено, что в качественном составе микробиоценоза жабр двухгодовиков красной тилпии как в контрольном, так и в опытных вариантах преобладали представители р. Bacterium, в меньшем количестве представлены бактерии р. Actinomycetales и р. Bacillus (1-2 колонии).

При изучении культуральных свойств выделенных микроорганизмов на среде Сабуро в жабрах рыб были обнаружены следующие бактериальные

колонии: округлые, мелкого и среднего размера, светло-розового цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие; округлые, маленького размера, светло-коричневого цвета, с неровными краями, выпуклые, гладкие; округлые, маленького размера, кремового цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие; округлые, средние по размеру, молочного цвета, с ровными краями, плоские, гладкие (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

**Культурально-морфологическая характеристика кМАФAnM жабр красной тилпии на среде Сабуро**

**Cultural and morphological characteristics of QMAFAnM of red tilapia gills in Sabouraud's medium**

Группа	Число колоний	Культуральные свойства колоний	Морфологические свойства клеток	Предположительно род
Опытная 1	57	Округлые, мелкого и среднего размера, светло-розового цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие колонии	Г+, бациллококковая смешанная флора	Staphylococcus Bacterium
Опытная 2	1	Округлая, маленького размера, светло-коричневого цвета, с неровными краями, выпуклая, гладкие колонии	Г+, неспорообразующие палочки	Bacterium
	1	Округлая, маленького размера, кремового цвета, с ровными краями, выпуклая, гладкие колонии	Г+, неспорообразующие палочки	Bacterium
Контрольная	3	Округлые, средние по размеру, молочного цвета, с ровными краями, плоские, гладкие колонии	Г+, неспорообразующие палочки	Bacterium

Обнаружено, что в качественном составе микрофлоры жабр всех вариантов выращивания доминировали представители р. Bacterium и р. Staphylococcus, в наибольшем количестве данные микроор-

ганизмы представлены в первой опытной группе, где рыба выращивалась с добавлением бактериофага в воду аквариума (рис. 3).

Zhandalagatova A. D., Vakhrayeva A. A., Gvozdeski Yu. N., Nevayalmyu A. N. Study of microbiocenosis of fish gills and intestines in their cultivation using preparations based on bacteriophages

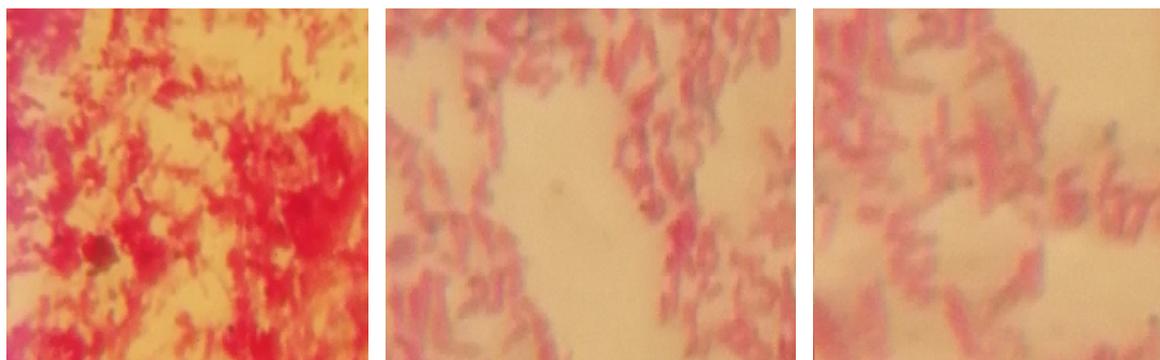


Рис. 3. Микроскопия бактерий, выделенных из жабр красной тилапии (среда Сабуру):  
 а – р. Staphylococcus, р. Bacterium; б – р. Bacterium; в – р. Bacterium

Fig. 3. Microscopy of bacteria isolated from the red tilapia gills (Sabouraud's medium):  
 а – g. Staphylococcus, g. Bacterium; б – g. Bacterium; в – g. Bacterium

На следующем этапе экспериментальных работ проведен анализ микробиоценоза кишечника двух-годовиков красной тилапии. Изучение культурально-морфологических свойств выделенных изолятов бактерий на среде МПА показало, что микрофлора

кишечника красной тилапии в основном была представлена грамположительными неспорообразующими палочками и кокками, составляющими 75 % всех выделенных микроорганизмов (табл. 3).

Таблица 3

Table 3

**Культурально-морфологическая характеристика кМАФAnM кишечника красной тилапии на среде МПА**

**Cultural and morphological characteristics of QMAFAnM of red tilapia intestine in meat-peptone agar medium**

Группа	Число колоний	Культуральные свойства колоний	Морфологические свойства клеток	Предположительно род
Опытная 1	62	Округлые, мелкие по размеру, молочного цвета, с ровными краями, плоские, гладкие колонии	Г+, неспорообразующие палочки	Bacterium
	2	Округлые, средние по размеру, молочно-коричневого цвета, с неровными краями, плоские, гладкие колонии	Г+, неспорообразующие палочки	Bacterium
	2	Округлые, мелкие по размеру, молочного цвета, с ровными краями, плоские, гладкие колонии	Г+, кокки	Sarcina
Опытная 2	8	Округлые, средние по размеру, молочно-коричневого цвета, с ровными краями, плоские, гладкие колонии	Г+, кокки	Staphylococcus
Контрольная	1	Округлая, средняя по размеру, белого цвета, с ровными краями, плоская, гладкая колония	Г+, образование ветвящегося мицелия	Actinomycetales
	24	Округлые, мелкие по размеру, молочного цвета, с ровными краями, плоские, гладкие колонии	Г+, кокки	Staphylococcus

Качественный состав микробиоценоза в контрольном варианте был представлен 24 колониями кокковых форм р. Staphylococcus, а также ветвящимся мицелием р. Actinomycetales. Первая опытная группа характеризовалась доминированием представителей р. Bacterium (64 колонии), в еди-

ничном количестве присутствовали изоляты бактерий р. Sarcina. В кишечнике рыб второй опытной группы были обнаружены изоляты бактерий р. Staphylococcus. На рис. 4 представлены микрофотографии выделенных микроорганизмов.

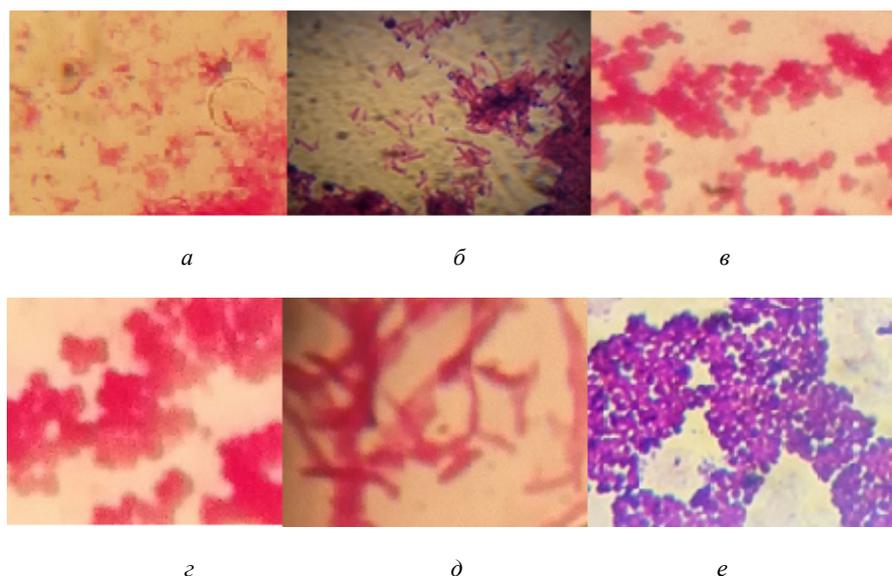


Рис. 4. Микроскопия бактерий, выделенных из кишечника красной тилапии (среда МПА):  
а – р. Bacterium; б – р. Bacterium; в – р. Sarcina; г – р. Staphylococcus; д – р. Actinomycetales; е – р. Staphylococcus

Fig. 4. Microscopy of bacteria isolated from the red tilapia intestine (meat-peptone agar medium):  
а – g. Bacterium; б – g. Bacterium; в – g. Sarcina; г – g. Staphylococcus; д – g. Actinomycetales; е – g. Staphylococcus

При анализе микробиоценоза кишечника красной тилапии выявлены микроорганизмы, высеянные на среде Сабуро, с следующими культуральными свойствами: колонии округлые, маленького размера, молочно-коричневого цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие; колонии округлые, мелкого и среднего размера, светло-розового цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие; колонии округлые, мелкого и среднего размера, светлого-розового цве-

та, с ровными краями, выпуклые, гладкие; колонии округлые, мелкого и среднего размера, желто-оранжевого цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие; колонии округлые, мелкие по размеру, молочного цвета, с ровными краями, плоские, гладкие (табл. 4).

Таблица 4

Table 4

**Культурально-морфологическая характеристика кМАФАНМ кишечника красной тилапии на среде Сабуро**  
**Cultural and morphological characteristics of QMAFAnM of red tilapia intestine in Sabouraud's medium**

Группа	Число колоний	Культуральные свойства колоний	Морфологические свойства клеток	Предположительно род
Опытная 1	35	Округлые, маленького размера, молочно-коричневого цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие колонии	Г+, кокки	Micrococcus
Опытная 2	2	Округлые, мелкого и среднего размера, светло-розового цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие колонии	Г+, неспорообразующие палочки	Bacterium
	6	Округлые, мелкого и среднего размера, желто-оранжевого цвета, с ровными краями, выпуклые, гладкие колонии	Г+, образование ветвящегося мицелия	Actinomycetales
Контрольная	56	Округлые, мелкие по размеру, молочного цвета, с ровными краями, плоские, гладкие колонии	Г+, кокки	Micrococcus
	1	Округлая, большая, молочного цвета, с ровными краями, выпуклая, гладкая колония	Г+, неспорообразующие палочки	Bacillus

Среди обнаруженных колоний были выявлены грамположительные неспорообразующие палочки и кокки, а также 6 мицеллярных колоний. Микро-

биоценоз кишечника красной тилапии первой опытной группы характеризовался присутствием бактерий р. Micrococcus, второй опытной группы –

Zhandalagatova A. D., Vakhrayeva A. A., Grozeski Yu. N., Nevailymu A. N. Study of microbiocenosis of fish gills and intestines in their cultivation using preparations based on bacteriophages

присутствием изолятов бактерий р. Bacterium и р. Actinomycetales, в кишечнике рыб контрольного варианта были обнаружены 56 колоний

бактерий р. Micrococcus и единственная колония неспорообразующих бактерий р. Bacillus (рис. 5).

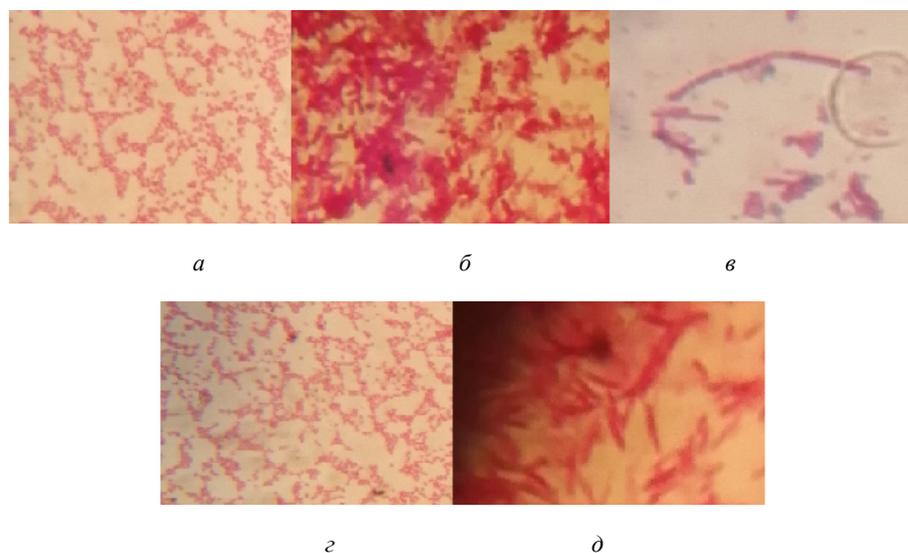


Рис. 5. Микроскопия бактерий, выделенных из кишечника красной тилапии (среда Сабуро): а – р. Micrococcus; б – р. Bacterium; в – р. Actinomycetales; г – р. Micrococcus; д – р. Bacillus

Fig. 5. Microscopy of bacteria isolated from the red tilapia intestine (Sabouraud's medium): а – g. Micrococcus; б – g. Bacterium; в – g. Actinomycetales; г – g. Micrococcus; д – g. Bacillus

Наличие бактерий р. Bacillus в кишечнике рыб способствует выделению биологически активных веществ, продуцированию различных пищеварительных ферментов, в результате чего улучшается пищеварение, повышается усвоение кормов и наблюдается увеличение среднесуточных приростов. Доминирующее положение во второй опытной группе и контроле изолятов бактерий р. Bacterium свидетельствует о значительном ограничении функционального значения микрофлоры кишечника и ослаблении ферментативных свойств. Преобладание в кишечной микрофлоре бактерий с ослабленными ферментативными свойствами может свидетельствовать о начале дисбактериоза.

### Заключение

По результатам проведенных исследований установлено, что большинство изолятов бактерий выделено из проб кишечника, это обусловлено обилием в нем питательных веществ и интенсив-

ным протеканием процессов их преобразования за счет деятельности микроорганизмов. Доминирующее положение в микробиоценозе кишечника красной тилапии занимали представители р. Micrococcus, доля которых составила 45,7 % от всех изолятов желудочно-кишечного тракта. На втором месте по частоте встречаемости были представители р. Bacterium (33,2 %), на третьем месте – р. Staphylococcus (16,1 %). Остальные группы микроорганизмов кишечника представлены значительно меньшим числом изолятов.

Жаберный аппарат двухгодовалых красной тилапии в сравнении с кишечником характеризовался менее разнообразным видовым составом микробиоты. Доминирующее положение в микробиоценозе жабр красной тилапии занимали грамположительные бактерии р. Bacterium (58,2 %) и р. Staphylococcus (37,3 %), также были выделены единичные колонии изолятов бактерий р. Bacillus.

### Список источников

1. Kowalska J. D., Kazmierczak J., Sowinska P. M., Wojcik E. A., Siwicki A. K., Dastyk J. Growing Trend of Fighting Infections in Aquaculture Environment – Opportunities and Challenges of Phage Therapy // *Antibiotics*. 2020. V. 9. 301 p.
2. Sharma S., Chatterjee S., Datta S., Prasad R., Dubey D., Prasad R. K. R., Vairale M. G. Bacteriophages and its applications: An overview // *Folia Microbiol.* 2016. V. 62. P. 17–55.
3. Литвина Л. А. Микробиоценоз кишечника и его роль в поддержании гомеостаза // *Проблемы сельскохозяйственной экологии*. Новосибирск, 2000. С. 51–52.
4. Сорокин В. В., Тимошко М. А., Николаева А. В. Нормальная микрофлора кишечника животных. Кишинев: Штиинца, 1973. С. 3–68.
5. Шивокене Я. Симбионтное пищеварение у гидробионтов и насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1989. 223 с.
6. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Индустриальное рыбоводство: учеб. СПб.: Лань, 2013. 420 с.
7. Хоулт Дж., Крига Н., Снит П., Стейли Дж., Уильямс С. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. М.: Мир, 1997. 1250 с.

#### References

1. Kowalska J. D., Kazimierczak J., Sowinska P. M., Wojcik E. A., Siwicki A. K., Dastyk J. Growing Trend of Fighting Infections in Aquaculture Environment – Opportunities and Challenges of Phage Therapy. *Antibiotics*, 2020, vol. 9, 301 p.
2. Sharma S., Chatterjee S., Datta S., Prasad R., Dubey D., Prasad R. K. R., Vairale M. G. Bacteriophages and its applications: An overview. *Folia Microbiol.*, 2016, vol. 62, pp. 17-55.
3. Litvina L. A. Mikrobiotsenoz kishchnika i ego rol' v podderzhanii gomeostaza [Intestinal microbiocenosis and its role in maintaining homeostasis]. *Problemy sel'skookhoziaistvennoi ekologii*. Novosibirsk, 2000. Pp. 51-52.
4. Sorokin V. V., Timoshko M. A., Nikolaeva A. V. *Normal'naia mikroflora kishchnika zhivotnykh* [Normal intestinal microflora of animals]. Kishinev, Shtiintsa Publ., 1973. Pp. 3-68.
5. Shivokene Ia. *Simbiotnoe pishchevarenie u gidrobiontov i nasekomykh* [Symbiont digestion in aquatic organisms and insects]. Vil'nius, Mokslas Publ., 1989. 223 p.
6. Ponomarev S. V., Grozesku Iu. N., Bakhareva A. A. *Industrial'noe rybovodstvo: uchebnik* [Industrial fish farming: textbook]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2013. 420 p.
7. Khoul't Dzh., Kriga N., Snit P., Steili Dzh., Uil'iams S. *Opredelitel' bakterii Berdzhii: v 2 tomakh* [Burgey's manual of determinative bacteriology: in 2 volumes]. Moscow, Mir Publ., 1997. 1250 p.

Статья поступила в редакцию 27.10.2021; одобрена после рецензирования 23.11.2021; принята к публикации 30.11.2021  
The article is submitted 27.10.2021; approved after reviewing 23.11.2021; accepted for publication 30.11.2021

#### Информация об авторах / Information about the authors

**Аделя Джуманияшевна Жандалгарова** – кандидат сельскохозяйственных наук; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; zhandalgarova@mail.ru

**Анна Александровна Бахарева** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; заведующий кафедрой аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; bahareva.anya@yandex.ru

**Юлия Николаевна Грозеску** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; grozesku@yandex.ru

**Александр Николаевич Невалянный** – доктор биологических наук, профессор; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; rector@astu.org

**Adelya D. Zhandalgarova** – Candidate of Agricultural Sciences; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva Street, 16; zhandalgarova@mail.ru

**Anna A. Bakhareva** – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Aquaculture and Fisheries; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva Street, 16; bahareva.anya@yandex.ru

**Yulia N. Grozesku** – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva Street, 16; grozesku@yandex.ru

**Alexander N. Nevalenny** – Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva Street, 16; rector@astu.org

