

## МИКРОФЛОРА ЕВРОПЕЙСКОГО СИГА, *COREGONUS LAVARETUS L.* (LINNAEUS, 1758), НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ



Я. Д. Зайцева, студентка  
E-mail: yanazaytseva20@gmail.com  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

Е. В. Авдеева, канд. биол. наук, проф.  
E-mail: elena.avdeeva@klgtu.ru  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

Проведен мониторинг микрофлоры европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) и воды из установок замкнутого водоснабжения в экспериментальном рыбноводном цеху Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод» и из рыбноводных садков в карьере п. Ушаково (Низовское сельское поселение) с осени 2023 по лето 2024 г. Исследованы 144 экз. разновозрастного европейского сига. Бактериологический посев рыбы и воды осуществлен по общепринятой в ихтиопатологии методике [1]. У чистых культур бактерий определяли культуральные, морфологические и физиолого-биохимические признаки. По совокупности вышеперечисленных признаков идентифицировали бактерий до рода и вида. В микробиоценозе рыбы и воды обнаруживали условно-патогенных, санитарно-значимых и сапрофитных бактерий. Условно-патогенные бактерии *Aeromonas caviae* и *Aeromonas salmonicida* могут привести к эпизоотии. Исследования микробиома рыбы и воды показывают, что для предотвращения возможных эпизоотий бактериальных болезней необходимо проводить постоянный мониторинг за микрофлорой рыб и окружающей среды. При обнаружении обсемененности рыбы и воды условно-патогенными бактериями и выяснении их патогенности можно предотвратить вспышки бактериальных болезней.

**Ключевые слова:** микрофлора, европейский сиг, мониторинг, условно-патогенные бактерии, установка замкнутого водоснабжения, садки.

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение состава микрофлоры водных организмов и воды – один из ключевых факторов, определяющих здоровье, рост и устойчивость рыб к болезням в условиях окружающей среды. Формирование микробного сообщества у европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) может существенно меняться в зависимости от условий выращивания – в установках замкнутого водоснабжения или в рыбноводных садках в открытом водоеме. Анализ изменения микрофлоры рыбы и воды на различных этапах выращивания позволяет выявить возможные угрозы, связанные с нарушением выращивания, а также разработать более эффективные способы поддержания здоровья рыб.

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованию подвергались 144 экз. разновозрастного (личинки, сеголетки и трехмесячная молодь) европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) с осени 2023 по лето 2024 г. из двух мест отбора проб – экспериментального рыбноводного цеха Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод» и рыбноводных садков в карьере п. Ушаково (Низовское сельское посе-

ление). Данные рыбоводные хозяйства относятся к одной организации. В рыбоводном экспериментальном цеху «Главрыбвод» личинки выращиваются до подрощенной молоди весом 1–2 г, далее их перевозят в рыбоводные садки в карьер п. Ушаково, где происходит доращивание молоди европейского сига до массы 10 г и выпуск в Куршский залив [2, 3]. Рыба фиксации не подвергалась, была доставлена в ихтиопатологическую лабораторию «только что уснувшей». Также был проведен санитарно-микробиологический анализ 10 проб воды.

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Главная цель исследования – изучение состава микрофлоры европейского сига (*Coregonus lavaretus* L.) и микробиоценоза воды на различных этапах его выращивания, для предотвращения возможных эпизоотий.

Задачи исследования: 1) Провести клинический осмотр и патологоанатомическое вскрытие рыбы. 2) Определить видовой состав микрофлоры рыбы и микробиоценоза воды. 3) Выявить наличие патогенных или условно-патогенных бактерий в бактериофлоре.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основной метод исследования – бактериологический анализ, который осуществлялся по общепринятой в ихтиопатологии методике [1]. Был выполнен бактериологический посев кожи, жабр и внутренних органов рыбы, также осуществлен бактериологический посев воды. Идентификация штаммов бактерий по культуральным, морфологическим и физиолого-биохимическим признакам до рода и вида, а также установка их таксономической принадлежности проведена по определителю Берджи [4, 5].

Количество выделенных штаммов бактерий из воды – 236 штаммов бактерий; из рыбы – 3 244 штаммов бактерий.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При клиническом анализе у рыбы, на различных этапах ее выращивания, не отмечали патологических изменений в виде геморрагий, язв, некрозов на кожных покровах, плавниках и жаберных крышках. При патологоанатомическом вскрытии рыбы патологий внутренних органов не наблюдали: все органы были хорошо различимы, компактными. В полости тела рыбы не выявляли наличие экссудата.

В составе микрофлоры европейского сига за все время исследования из экспериментального рыбоводного цеха «Главрыбвод» были выделены три таксономические группы (рисунок 1).

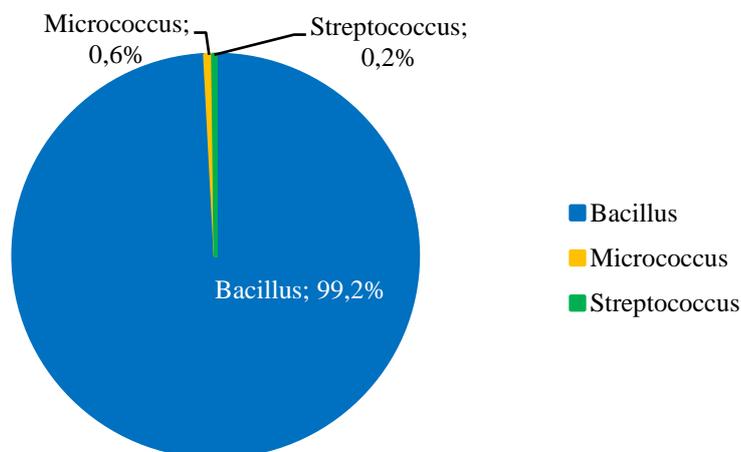


Рисунок 1 – Таксономические группы микрофлоры европейского сига (*Coregonus lavaretus* L.) из экспериментального рыбоводного цеха «Главрыбвод»

В микробном фоне европейского сига доминировали бактерии рода *Bacillus*, что составляло 99,2 % от общего количества всех бактерий. В незначительном количестве обнаруживались бактерии родов *Micrococcus* и *Streptococcus* (0,6 и 0,2 % соответственно).

В составе микрофлоры европейского сига за все время исследования из рыбоводных садков в карьере п. Ушаково было выделено шесть таксономических групп (рисунок 2).

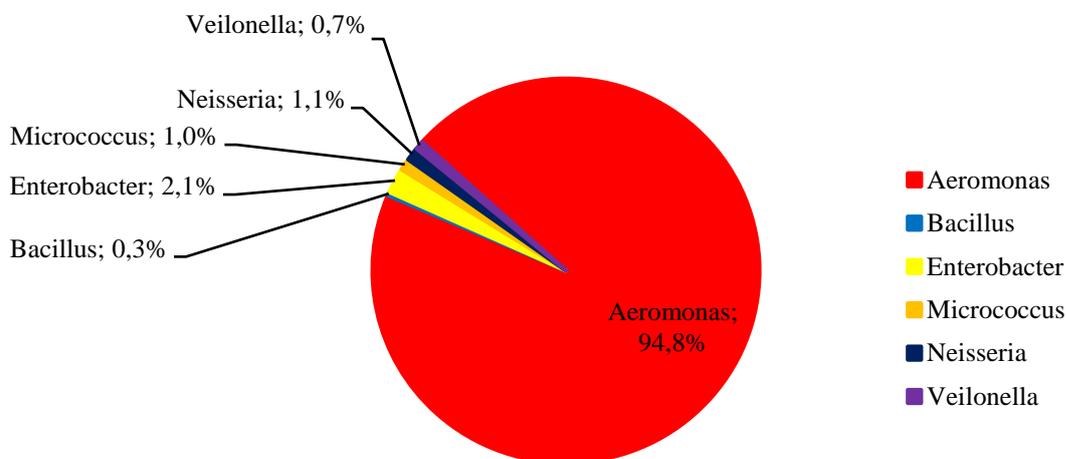


Рисунок 2 – Таксономические группы микрофлоры европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) из рыбоводных садков в карьере п. Ушаково

В микробиоценозе европейского сига преобладали бактерии рода *Aeromonas*, что составляло 94,8 % от общего количества всех бактерий. Также встречались бактерии родов *Enterobacter* (2,1 %), *Neisseria* (1,1 %) и *Micrococcus* (1,0 %). В незначительном количестве отмечались бактерии родов *Veilonella* и *Bacillus* (0,7 и 0,3 % соответственно).

Сравнительная характеристика составов микрофлоры европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) из экспериментального рыбоводного цеха «Главрыбвод» и рыбоводных садков в карьере п. Ушаково представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика составов микрофлоры европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) из экспериментального рыбоводного цеха «Главрыбвод» и рыбоводных садков в карьере п. Ушаково

| Вид бактерий                             | Экспериментальный рыбоводный цех «Главрыбвод» | Рыбоводные садки в карьере п. Ушаково |
|--|---|---------------------------------------|
| 1  | 2   | 3                                     |
| Патогенные и условно-патогенные бактерии |   |                                       |
| <i>Aeromonas caviae</i>                  | -   | +                                     |
| <i>Aeromonas salmonicida</i>             | -   | +                                     |
| <i>Bacillus cereus</i>                   | +   | -                                     |
| Санитарно-показательные бактерии         |   |                                       |
| <i>Enterobacter nimipressuralis</i>      | -   | +                                     |
| Сапрофитные бактерии                     |   |                                       |
| <i>Bacillus brevis</i>                   | +   | -                                     |
| <i>Bacillus coagulans</i>                | +   | -                                     |
| <i>Bacillus firmus</i>                   | +   | -                                     |
| <i>Bacillus laterosporus</i>             | -   | +                                     |
| <i>Bacillus macerans</i>                 | -   | +                                     |
| <i>Bacillus megaterium</i>               | +   | -                                     |
| <i>Micrococcus kristinae</i>             | -   | +                                     |
| <i>Micrococcus roseus</i>                | +   | +                                     |
| <i>Micrococcus varians</i>               | -   | +                                     |

| 1                              | 2 | 3 |
|--------------------------------|---|---|
| <i>Neisseria denitrificans</i> | - | + |
| <i>Streptococcus kristinae</i> | + | - |
| <i>Veilonella dispar</i>       | - | + |

В экспериментальном рыбноводном цеху «Главрыбвод» обнаружены сапрофитные бациллы (*Bacillus brevis*, *B. coagulans*, *B. firmus*, *B. laterosporus*, *B. macerans* и *B. megaterium*), микрококки (*Micrococcus roseus*) и стрептококки (*Streptococcus kristinae*), которые представляют собой обычных представителей микрофлоры рыбы. Также нами обнаружено обсеменение условно-патогенными бактериями *Bacillus cereus*, которые являются потенциально опасными для животных и человека, так как при высокой обсемененности микроорганизмами поедаемой рыбы возникает токсикоинфекция.

В рыбноводных садках в карьере п. Ушаково идентифицированы сапрофитные бациллы (*Bacillus laterosporus* и *B. macerans*), микрококки (*Micrococcus kristinae*, *M. roseus* и *M. varians*), которые, как правило, составляют основную часть непатогенной бактериофлоры у сиговых видов рыб. Обнаруживали сапрофитных неиссерий (*Neisseria denitrificans*) и веилонелл (*Veilonella dispar*), которые не являются типичной составляющей микрофлоры рыбы. Обычно они встречаются в микрофлоре человека и млекопитающих, особенно в полости рта и кишечнике человека, что характерно для бактерий рода *Veilonella*, а также в воде или почве, что характерно для бактерий рода *Neisseria*. В составе микрофлоры рыбы встречались санитарно-показательные бактерии *Enterobacter nimipressuralis*, которые относятся к обычным представителям микробиома рыб. Однако присутствие кишечных палочек в микрофлоре – индикатор санитарного неблагополучия водной среды. Также нами выявлены условно-патогенные бактерии – *Aeromonas caviae*. Данные бактерии при попадании в организм рыбы и в стрессовых условиях могут вызвать патологический процесс и привести к возникновению эпизоотии аэромоноза. В рыбноводных садках в карьере п. Ушаково обнаружены условно-патогенные бактерии – *Aeromonas salmonicida*, которые считаются возбудителями фурункулеза у сиговых рыб.

При анализе циркуляции бактерий в микрофлоре европейского сига выявили, что постоянно встречаемыми видами бактерий на различных этапах выращивания были сапрофитные бактерии *Micrococcus roseus*, которые участвуют в переработке органических веществ. Эти бактерии способны сохранять баланс микрофлоры на коже и жабрах рыб и играют важную роль в поддержании здорового микробиоценоза.

В составе микрофлоры воды за все время исследования из экспериментального рыбноводного цеха «Главрыбвод» было выделено пять таксономических групп (рисунок 3).

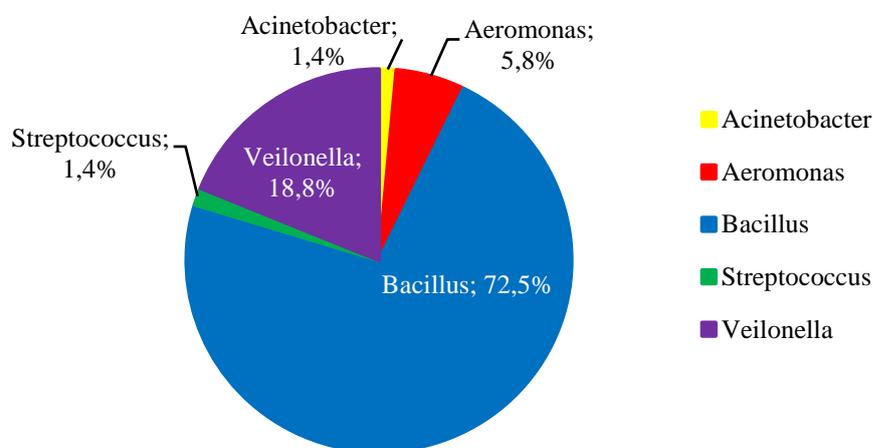


Рисунок 3 – Таксономические группы микрофлоры воды из экспериментального рыбноводного цеха «Главрыбвод»

Доминирующее место занимали бактерии рода *Bacillus*, составляющие 72,5 % от общего количества всех бактерий. Второстепенно встречались бактерии рода *Veilonella*, на долю которых приходилось 18,8 %. В составе микрофлоры воды отмечалось наличие аэромонад (род *Aeromonas*), которые составляли 5,8 %. В незначительном количестве встречались бактерии родов *Acinetobacter* и *Streptococcus* (1,4 % на каждый род соответственно).

В составе микрофлоры воды за все время исследования из рыбоводных садков в карьере п. Ушаково было выделено пять таксономических групп (рисунок 4).

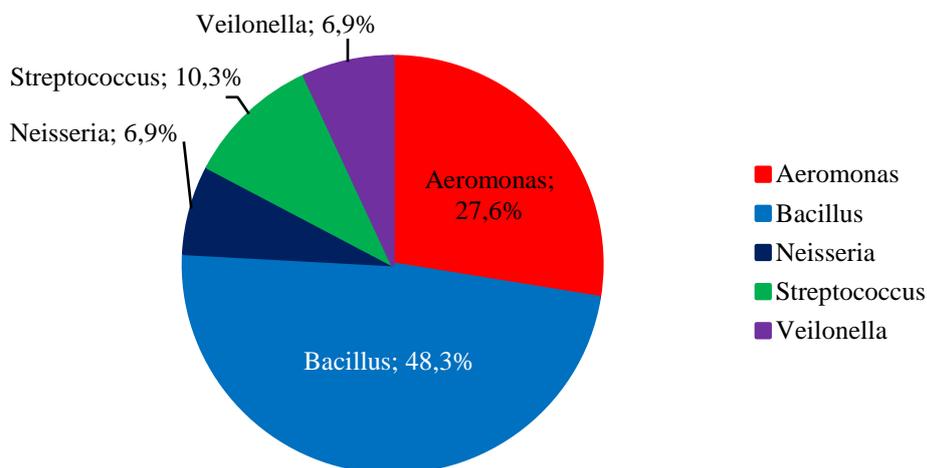


Рисунок 4 – Таксономические группы микрофлоры воды из рыбоводных садков в карьере п. Ушаково

Бактерии рода *Bacillus* в микрофлоре воды встречались чаще всего и составляли 48,3 % от общего количества всех бактерий. Также второстепенно обнаруживались бактерии рода *Aeromonas*, доля которых составляла 27,6 %. В составе отмечались бактерии рода *Streptococcus* – 10,3 %. Единично обнаружены бактерии родов *Neisseria* и *Veilonella* (6,9 % на каждый род соответственно).

Сравнительная характеристика составов микрофлоры воды из экспериментального рыбоводного цеха «Главрыбвод» и рыбоводных садков в карьере п. Ушаково представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика составов микрофлоры воды из экспериментального рыбоводного цеха «Главрыбвод» и рыбоводных садков в карьере п. Ушаково

| Вид бактерий   | Экспериментальный рыбоводный цех «Главрыбвод» | Рыбоводные садки в карьере п. Ушаково |
|--|---|---------------------------------------|
| 1  | 2   | 3                                     |
| <b>Патогенные и условно-патогенные бактерии</b>              |   |                                       |
| <i>Aeromonas caviae</i>                                      | +   | -                                     |
| <i>Aeromonas salmonicida</i>                                 | -   | +                                     |
| <i>Streptococcus equi</i> (потенциально опасна для животных) | +   | +                                     |
| <b>Сапрофитные бактерии</b>                                  |   |                                       |
| <i>Acinetobacter lwoffii</i>                                 | +   | -                                     |
| <i>Bacillus alvei</i>  | +   | -                                     |
| <i>Bacillus brevis</i>                                       | +   | -                                     |
| <i>Bacillus firmus</i>                                       | +   | -                                     |
| <i>Bacillus megaterium</i>                                   | +   | -                                     |
| <i>Bacillus sphaericus</i>                                   | +   | +                                     |

| 1                                  | 2 | 3 |
|------------------------------------|---|---|
| <i>Bacillus stearothermophilus</i> | + | - |
| <i>Neisseria sicca</i>             | - | + |
| <i>Streptococcus ferus</i>         | + | - |
| <i>Veilonella dispar</i>           | + | + |

В экспериментальном рыбноводном цеху «Главрыбвод» нами обнаружены сапрофитные бациллы (*Bacillus alvei*, *B. brevis*, *B. firmus*, *B. megaterium*, *B. sphaericus* и *B. stearothermophilus*), ацинетобактеры (*Acinetobacter lwoffii*), стрептококки (*Streptococcus ferus*) и веилонеллы (*Veilonella dispar*), которые представляют собой непатогенную часть микрофлоры воды. Также выявлена обсемененность воды условно-патогенными бактериями *Streptococcus equi*, которые не являются типичными патогенами для рыб, но представляют опасность для животных (лошадей) при эпизоотии, клинического значения для человека не имеют. Обнаружена условно-патогенная бактерия *Aeromonas caviae*, которая способна провоцировать инфекцию при ослаблении иммунитета рыб или наличии других предрасполагающих факторов. Данная бактерия вызывает у рыб эпизоотию аэромоназа.

В рыбноводных садках в карьере п. Ушаково идентифицировано меньшее количество сапрофитных бактерий – это бациллы (*Bacillus sphaericus*), неиссерии (*Neisseria sicca*) и веилонеллы (*Veilonella dispar*), которые представляют собой обычных представителей микрофлоры воды. Также были встречены условно-патогенные стрептококки (*Streptococcus equi*), которые потенциально опасны для животных. В составе микрофлоры воды обнаружены условно-патогенные аэромонады (*Aeromonas salmonicida*), которые считаются патологическими агентами фурункулеза сиговых видов рыб.

В результате исследования бактериальной циркуляции в водной микрофлоре, на разных этапах выращивания европейского сига, пришли к заключению, что постоянно встречаемыми видами бактерий были сапрофитные бактерии *Bacillus sphaericus* и *Veilonella dispar*, которые играют важную роль в процессах самоочищения водной среды, учувствуют в разложении органических веществ, однако при неблагоприятных условиях окружающей среды данные бактерии могут способствовать развитию условно-патогенной микрофлоры, в том числе представителей рода *Aeromonas*, что повышает риск возникновения эпизоотии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При клиническом анализе и патологоанатомическом вскрытии европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) на различных этапах его выращивания, патологических изменений, характерных для инфекционных заболеваний, не выявлено.

2. В составе микрофлоры европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) за весь исследуемый период в экспериментальном рыбноводном цеху Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод» доминировали бактерии рода *Bacillus*, единично встречены бактерии родов *Micrococcus* и *Streptococcus*. В рыбноводных садках в карьере п. Ушаково (Низовское сельское поселение) в микробиоценозе рыбы преобладали бактерии рода *Aeromonas*, также были отмечены бактерии родов *Enterobacter*, *Neisseria*, *Micrococcus*, *Veilonella* и *Bacillus*.

3. В экспериментальном рыбноводном цеху Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод» за весь период исследования в микрофлоре рыбы нами выявлены: условно-патогенные бациллы – *Bacillus cereus*, которые при неблагоприятных условиях окружающей среды или стрессе рыбы способны переходить в патогенное состояние и вызывать воспалительные процессы (токсикоинфекции) как у животных, так и у человека при поедании зараженной рыбы. Также отмечались шесть видов сапрофитных бактерий родов *Bacillus*, *Micrococcus* и *Streptococcus*, которые играют важную роль в разложении органических веществ и формировании устойчивого микробного сообщества.

4. В рыбноводных садках в карьере п. Ушаково (Низовское сельское поселение) за весь период исследования в микробиоценозе рыбы обнаружены два вида условно-патогенных

аэромонад – *Aeromonas caviae* и *A. salmonicida*, которые считаются возбудителями эпизоотии аэромоназа и фурункулеза сиговых видов рыб соответственно; санитарно-показательные бактерии *Enterobacter nimipressuralis*, которые указывают на неблагополучие санитарно-гигиенических условий окружающей среды; семь видов сапрофитных бактерий родов *Bacillus*, *Micrococcus*, *Neisseria* и *Veilonella*.

5. Микрофлора воды в экспериментальном рыбоводном цеху Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод» за весь период исследования была сформирована двумя видами условно-патогенных бактерий – *A. caviae* (возбудитель аэромоназа) и *Streptococcus equi*, которая не является типичным патогеном для рыб, но ее обнаружение свидетельствует о загрязнении воды извне (через персонал, необработанный инвентарь); девятью видами сапрофитных бактерий родов *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Streptococcus* и *Veilonella*. В рыбоводных садках в карьере п. Ушаково (Низовское сельское поселение) в бактериофлоре воды были идентифицированы: два вида условно-патогенных бактерий – *A. salmonicida* (возбудитель фурункулеза сиговых рыб) и *Streptococcus equi*; три вида сапрофитных бактерий родов *Bacillus*, *Neisseria* и *Veilonella*.

6. Для предотвращения экономического ущерба от возможных бактериальных болезней европейского сига (*Coregonus lavaretus L.*) на различных этапах его выращивания в целях профилактики рекомендуется проводить постоянный ихтиопатологический мониторинг за здоровьем рыб, дезинфекцию воды и рыбоводного оборудования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Практикум по ихтиопатологии: учеб. пособие / Н. А. Головина, Е. В. Авдеева, Е. Б. Евдокимова, О. В. Казимирченко, М. Ю. Котлярчук / под ред. Н. А. Головиной. – Москва: МОРКНИГА, 2016. – 417 с.
2. Калининградский филиал ФГБУ «Главрыбвод» // Аквакультура России [Электронный ресурс]. – URL: <http://aquacultura.org/aquacultura/severozapadniy-fo/vosproizvodstvovodnykh-bioresurov/zapbaltrybvod.php> (дата обращения: 03.05.2025).
3. Раздел 1 «Пояснительная записка» 15-19-ПЗ // Проектная документация. – 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://glavrybvod.ru/wp-content/uploads/2022/04/razdel-pd-1-pz.pdf> (дата обращения: 03.05.2025).
4. Определитель бактерий Берджи. В 2 т.: Пер. с англ. / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита [и др.]. – Москва: Мир, 1997. – Т. 1. – 432 с.
5. Определитель бактерий Берджи. В 2 т.: пер. с англ. / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита [и др.]. – Москва: Мир, 1997. – Т. 2. – 800 с.

#### MICROFLORA OF THE EUROPEAN WHITEFISH, *COREGONUS LAVARETUS L.* (LINNAEUS, 1758), AT VARIOUS STAGES OF ITS CULTIVATION

Y. D. Zaitseva, student

E-mail: yanazaytseva20@gmail.com

FSBEI of HE «Kaliningrad State Technical University»

E. V. Avdeeva, PhD in Biology, Professor

E-mail: elena.avdeeva@klgtu.ru

FSBEI of HE «Kaliningrad State Technical University»

Monitoring of the microflora of the European whitefish (*Coregonus lavaretus L.*) and water from recirculating water supply systems was carried out in the experimental fish farm of the Kaliningrad branch of the Federal State Institution "Glavrybvod" and from fish cages in the quarry of the village of Ushakovo (Nizovskoye rural settlement) from autumn 2023 to summer 2024. A total of 144 specimens of European whitefish of different ages were examined. Bacteriological culture of

fish and water was carried out according to the generally accepted method in ichthyopathology [1]. Cultural, morphological and physiological-biochemical characteristics were determined in pure bacterial cultures. Based on the combination of the above characteristics, bacteria were identified to the genus and species. Opportunistic, sanitary-significant and saprophytic bacteria were found in the microbiocenosis of fish and water. Opportunistic bacteria *Aeromonas caviae* and *Aeromonas salmonicida* can lead to epizootics. Studies of the microbiome of fish and water show that in order to prevent possible epizootics of bacterial diseases, it is necessary to constantly monitor the microflora of fish and the environment. By detecting the contamination of fish and water with opportunistic bacteria and determining their pathogenicity, outbreaks of bacterial diseases can be prevented.

**Keywords:** *microflora, European whitefish, monitoring, opportunistic bacteria, closed water supply system, cages.*