

На правах рукописи

Паршуков Алексей Николаевич

МИКРОБИОЦЕНОЗ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В САДКОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ КАРЕЛИИ

03.02.08 – экология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Работа выполнена в Учреждении Российской академии наук Института биологии Карельского научного центра РАН

Научный руководитель

доктор биологических наук

профессор

Иешко Евгений Павлович

Официальные оппоненты

доктор биологических наук

профессор

Доровских Геннадий Николаевич

кандидат биологических наук

Гаврилин Кирилл Владимирович

Ведущая организация

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства»

Защита диссертации состоится « 28 » сентября 2011 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, эколого-биологический факультет

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Петрозаводского государственного университета

Автореферат размещен на сайте www.petrso.ru

Автореферат разослан « 26 » августа 2011 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

кандидат биологических наук



Дзюбук И.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. На протяжении последних десятилетий вопросы рационального использования природных вод и оценки их качества в условиях антропогенного загрязнения остаются актуальными (Широкова, 2007; Моисеенко, 2008; Шаров, 2008; Обухова и др., 2009). Особенно это касается небольших по площади и водообмену озер, подверженных трансформации при функционировании в их акватории различных ферм и хозяйств (Антропогенное воздействие..., 1980). В Карелии активно развивается озерное садковое форелеводство, деятельность которого приводит к загрязнению водной среды большим количеством биогенов.

Каждый водоем в естественном состоянии заселен микроорганизмами, занимающими различные экологические ниши. Среди основных групп бактерий выделяются гетеротрофные, которые участвуют в самоочищении водных экосистем, потребляя органические вещества (Kroeger, 1994; Wetzel, 2001; Семушин, 2003; Новикова, 2003; Мучкина, 2004 и др.). Загрязнение водоема оказывает непосредственное влияние на аборигенную водную микрофлору и микробиоценоз рыб, изменяя их количественное и качественное соотношение. В этих условиях бактериальные показатели приобретают неопределимое индикаторное значение, позволяя выявить различные источники и виды антропогенного воздействия (Руководство по гидробиологическому..., 1992; Бычкова, 2002). Кроме того, северные озера с пониженными процессами естественного самоочищения, обусловленными низкими среднегодовыми температурами, служат хорошей базой для исследований объектов аквакультуры и среды их обитания.

В настоящее время имеется небольшое количество работ, посвященных проблемам оценки качества водной среды в районе функционирования садковых хозяйств (Тимакова и др., 1992; Рыжков и др., 1999; Китаев и др., 2003; Кучко, 2004; Китаев и др., 2006; 2008; Павловский, 2008; Сидорова, 2008; Стерлигова и др., 2009; Лозовик, Бородулина, 2009; Рыжков и др., 2010; Кучко, 2010; Савосин, 2010), ихтиопатологическим аспектам аквакультуры (Нечаева и др., 2004; Евсеева, 2008; Сидорова, 2009) и изучению качественной характеристики микрофлоры радужной форели и воды (Сидорова, 2010а; 2010б).

Эффективность методов микробиологического анализа при мониторинге водоемов рыбохозяйственного назначения доказана на примере исследований, проводимых в Мурманской области (Воробьева, 1994а; Душкина, 1998; Карасева, 2000, 2003 и др.).

В Карелии микробиологические исследования при описании состояния аквакультуры, используются редко, несмотря на то, что позволяют проводить раннюю диагностику и получать данные, репрезентативно свидетельствующие о развивающихся экологических процессах и степени воздействия конкретного форелевого хозяйства на водную среду и ее обитателей. Учитывая слабую изученность микрофлоры радужной форели и воды в садковых хозяйствах Карелии, подобные исследования даже по одному из таких водоемов представляют научный и практический интерес. На современном этапе необходимость в получении таких сведений очевидна для фундаментальных и прикладных работ не только в экологии и микробиологии, но и в других областях естественных наук.

Всё вышеизложенное в конечном итоге определило цели и задачи диссертационной работы.

Цель заключалась в изучении микробиоценоза радужной форели и проведении экологической оценки влияния деятельности садковых хозяйств на естественные водоемы.

Для достижения указанной цели поставлены следующие **задачи**:

1. Определить таксономический состав микрофлоры радужной форели в садковых хозяйствах Карелии с разным периодом работы;
2. Изучить численную характеристику гетеротрофных бактерий в составе микрофлоры радужной форели и воды;
3. Оценить состояние акватории форелевых ферм с разным периодом работы с помощью санитарно-показательных микроорганизмов;
4. Дать микробиологическую оценку корма и изучить его влияние на состав микрофлоры форели и развитие водных сапрофитных бактерий;

Научная новизна и теоретическая значимость работы. Впервые изучены закономерности качественного и количественного распределения микроорганизмов в микробиоценозе радужной форели и водной среды в отдельных форелевых хозяйствах Карелии с разным перио-

дом их эксплуатации. Показана возможность применения бактериальных показателей для изучения самоочистительной способности водоемов Карелии в условиях функционирующих форелевых ферм.

Проведена комплексная оценка микробиоценоза в системе «рыба – вода – корм». Установлено доминирование в микрофлоре рыб условно-патогенных бактерий – род *Pseudomonas*. Анализ качественного и количественного состава микробиоценоза рыб демонстрирует высокую значимость полученных данных и возможность их применения в качестве индикаторных тестов для выявления изменений динамического равновесия бактериальной флоры рыб и естественных водных экосистем.

Практическая значимость. На основе полученных результатов предложена схема микробиологических исследований по определению состояния организма рыб и оценке пригодности водной среды для аквакультуры в условиях Севера.

Данные работы могут быть использованы для прогнозирования реакций микрофлоры озер рыбохозяйственного назначения на совокупность процессов естественного и антропогенного воздействия; для разработки принципов рационального природопользования в условиях нарастающего антропогенного пресса на северные пресноводные акватории.

Уровень загрязнения водной среды условно-патогенными бактериями служит показателем эколого-эпизоотической ситуации на рыболовных хозяйствах республики Карелия, а результаты мониторинга позволят оценить разнообразие возбудителей в их сезонной динамике.

Материалы работы могут быть использованы в курсах лекций по микробиологии и экологии микроорганизмов, читаемых на профильных кафедрах ВУЗов Российской Федерации.

Личный вклад автора. В ходе полевых выездов на форелевые хозяйства Карелии автор самостоятельно был собран материал. В лабораторных условиях выполнены микробиологические исследования рыбы, воды и кормов, проведена таксономическая идентификация выделенных бактериальных штаммов. Полученные данные проанализированы и обработаны статистически.

Апробация результатов. Основные результаты исследований были представлены в докладах на: научной конференции «Садковое рыбоводство. Технология выращивания. Кормление рыб и сохранение их здоровья» (Петрозаводск, 11-13 октября 2008 г.); на международной научно-практической конференции «Сохранение биоразнообразия наземных и морских экосистем в условиях высоких широт» (Мурманск, 13-15 апреля 2009 г.); на XXVIII международной конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского севера» (Петрозаводск, 5-8 октября 2009 г.); на международной научной конференции «Проблемы ихтиопатологии в начале XXI века» (Санкт-Петербург, 7-11 декабря 2009 г.); на международной научной конференции «Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб» (Санкт-Петербург, 20-22 апреля 2010 г.); на международной конференции «Садковое рыбоводство. Состояние и проблемы развития» (Петрозаводск, 11-13 октября 2010 г.);

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 2 в изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов и содержит 48 рисунков, 25 таблиц, 10 приложений. Работа изложена на 184 страницах. Список литературы содержит 323 источника, из них – 120 на иностранном языке.

Благодарности. Автор выражает огромную благодарность своему научному руководителю – заведующему лабораторией паразитологии животных и растений ИБ КарНЦ РАН, профессору, д.б.н. Иешко Евгению Павловичу и научному консультанту - доценту кафедры фармакологии и организации экономики фармации с курсами микробиологии и гигиены медицинского факультета ПетрГУ, к.б.н. Сидоровой Наталье Анатольевне. За оказанную помощь в проведении экспериментальной работы и научные консультации автор благодарит заведующую курсом микробиологии и гигиены медицинского факультета ПетрГУ – к.м.н., доцента А.М. Образцову, а также весь коллектив курса.

Отдельную благодарность за поддержку и ценные указания в написании работы выражаю сотрудникам лаборатории паразитологии животных и растений Института биологии КарНЦ РАН д.б.н. Л.В. Аникиевой, к.б.н. Ю.Ю. Барской и др., а также директору форелевого хозяйства

ООО «Ладожская форель» О.В. Хлунову и директору форелевого хозяйства «Лоисто» Т.Г. Морозовой за содействие в сборе материала.

Работа выполнена в рамках договора с форелевым хозяйством «Лоисто», а также, поддержана грантом, финансируемым ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» № П 1299.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

В главе рассмотрены вопросы, посвященные актуальности и перспективам развития садкового рыбоводства в Карелии. Изучены и проанализированы работы отечественных и зарубежных авторов о формировании и изменении бактериальных биоценологических сообществ в водной структуре в период эксплуатации рыбоводных хозяйств. Изучена проблема индикаторной роли микроорганизмов для возможной оценки состояния водной среды и организма рыб, в условиях их интенсивного выращивания. Проведен подбор способов и методов оценки эколого-эпизоотической ситуации на рыбохозяйственном водоеме.

Глава 2. Материалы и методы

Объекты исследования: микроорганизмы радужной форели (*Parasalmo mykiss irideus*), воды и корма.

Микрофлора рыб. Отбор проб на рыбоводных предприятиях осуществляли в период с апреля 2008 года по сентябрь 2009 года. Проведены посевы материала (образцы кожи и жабр) на питательные среды. Все исследования выполнены согласно общепринятым методам (Гончаров, 1973; Диагностика..., 1976; Методические указания..., 1986; Здоровая рыба, 2003; Поляк и др., 2003; Руководство по проведению..., 2006; МУК № 13-4-2/1738). Для установления систематической принадлежности микроорганизмов использованы определители (Краткий определитель Берги, 1980; Определитель бактерий Берджи, 1997).

Микрофлора воды. Отбор проб воды из акваторий форелевых хозяйств и санитарно-бактериологическая оценка водоема проводились стандартными методами (МУК №13-4-2/1738; Руководство..., 1992; Санитарная микробиология, 2001; МУК 4.2.1884-04).

Микрофлора кормов. Материалом для исследований служили гранулированные корма *Rehuraio*, взятые на разных форелевых хозяйствах в период с 2006-2009 гг. Образцы доставляли в бактериологическую лабораторию, где с соблюдением условий стерильности проводили посевы на питательные среды (РПА, Сабуро, Эндо, КА). Идентификацию грибов осуществляли с помощью определителей (Мотавкина, Артемкин, 1976; Методы экспериментальной..., 1982).

Статистическая обработка данных. Для обработки материала использовали дисперсионный анализ, выполненный в статистических программах *Microsoft Excel 2007* и *StatGraphics Plus 2.1* (Коросов, Горбач, 2007). Показатель доминирования (С) вида бактерий определяли по «коэффициенту Симпсона» (Simpson, 1949):

$$C = \sum (n_i / N)^2$$
, где n_i – оценка «значительности» каждого вида (число особей, биомасса и т. д.); N – общая оценка «значительности».

Всего выделено 487 штаммов микроорганизмов, сделано 2717 первичных бактериологических посевов, проведено 14123 биохимических и физиологических тестов.

Глава 3. Характеристика районов исследования

Для проведения наших исследований выбраны две группы водоемов - северная (озеро Хедо и Муй - система реки Кемь, бассейн Белого моря) и южная (Ладожское озеро (Сортавальский район), Святозеро (система реки Шуя, бассейн Онежского озера) и Топозеро (бассейн Ладожского озера)). Форелевые фермы в акватории северной группы водоемов функционируют около одного года, а в акватории южной группы - больше трех лет.

В главе дано физико-географическое описание районов исследования. Приведены карты-схемы станций отбора проб, гидрологические и гидрохимические характеристики акваторий форелевых хозяйств.

Глава 4. Структура микробиоценоза радужной форели

В формировании микробиоценоза форели, разводимой в хозяйствах с периодом работы один год (озера Муй и Хедо) и более трех лет (Ладожское озеро, Святозеро и Топозеро), участвуют 5 групп бактерий, представленных 7 семействами и 8 родами. Диапазон изменений количественных показателей гетеротрофов варьирует в пределах от 10^1 до 10^3 КОЕ/мл. Выделенные ассоциации микроорганизмов состоят как из сапрофитных, так и из условно-патогенных бактерий.

Анализ бактериальной обсемененности молоди радужной форели из озера Муй показал, что в период наиболее высокой численности бактерий в воде (сентябрь 2008 года) кожа рыб контаминирована незначительно - 123 ± 30 КОЕ/мл, в то время как на жабрах, отмечена максимально высокая бактериальная численность - 1533 ± 62 КОЕ/мл. В течение всего исследования жабры были более обсемененными, чем кожа ($P < 0,05$) (рис. 1).

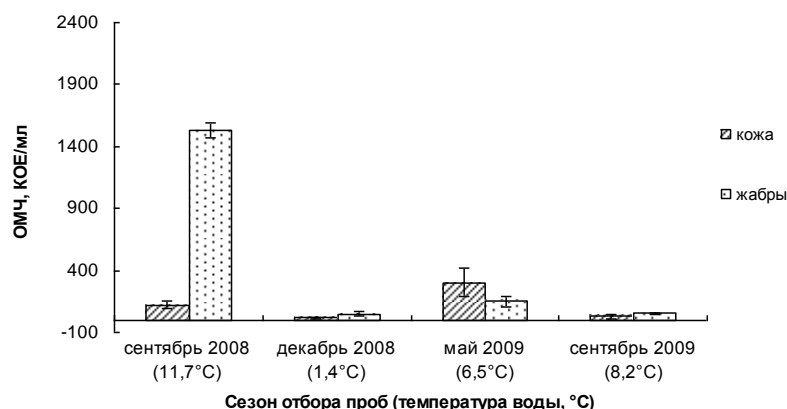


Рис. 1. Бактериальная обсемененность наружных органов форели (озеро Муй)

По литературным данным (Trust, 1975a) микробное число на жабрах может варьировать в широких пределах от $6 \cdot 10^2$ до $2,2 \cdot 10^6$. Считаем, что в сентябре 2008 года у исследованной группы рыб была превышена численность бактерий ($1,5 \cdot 10^3$ КОЕ/мл) по сравнению с остальными сезонами. Известно, что состав микрофлоры наружных покровов тесным образом связан с условиями содержания рыб (Конев, 1996). При неудовлетворительном состоянии воды из-за применяемых мер по интенсификации производства или повреждения тканей жаберного эпителия уровень бактериального загрязнения у рыб повышается.

В период посадки молоди форели в садки (сентябрь 2008 года) на озере Хедо отмечена наибольшая численность бактерий (более 2 тыс. КОЕ/мл) на коже и жабрах, чем в остальные сезоны (рис. 2).

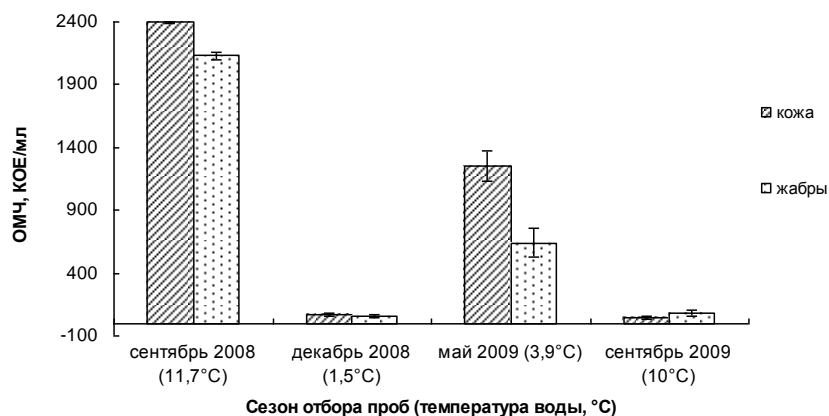


Рис. 2. Бактериальная обсемененность наружных органов форели (озеро Хедо)

По нашему мнению, причиной такой разницы могло быть стрессированное состояние, в

котором находилась рыба после недавней перевозки. Возможно этим же объясняется дальнейшее более высокое микробное число в течение исследования у форели из озера Хедо, чем у форели из озера Муй. Низкая численность бактерий (менее 70 КОЕ/мл) выявлена в декабре 2008 года, что соответствует наиболее холодному сезону года (температура воды 1,5°C). Однако в сентябре 2009 года при более высокой температуре воды (10°C), так же отмечена низкая бактериальная обсемененность форели, как в декабре 2008 года.

В ходе исследований установлено, что качественный состав микробиоценоза молоди форели из озера Муй представлен 7 семействами (*Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcaceae*, *Listeriaceae*, *Vibrionaceae*, *Bacillaceae*, *Neisseriaceae*), 4 родами (*Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Listeria*) (рис. 3).

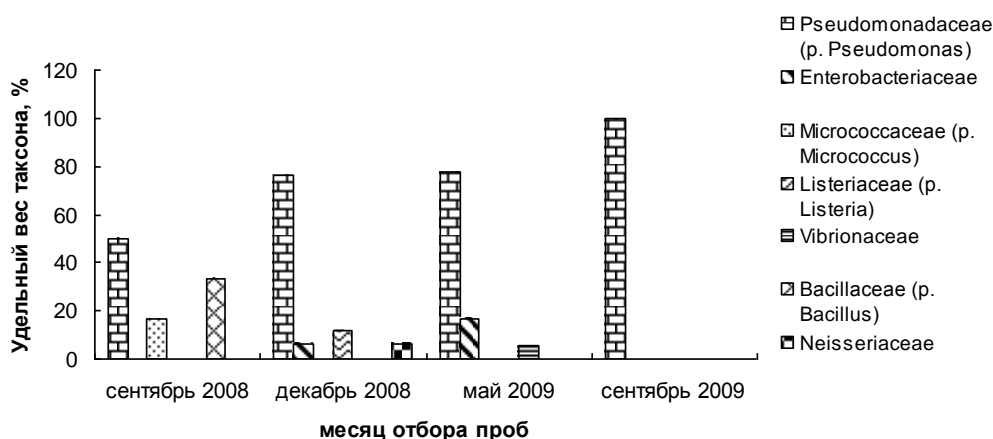


Рис. 3. Сезонная встречаемость бактерий на коже и жабрах форели (озеро Муй)

Во все периоды отбора проб на молоди форели из озера Муй доминирующее положение занимают представители семейства *Pseudomonadaceae* (род *Pseudomonas*). Для них зарегистрирован максимальный коэффициент Симпсона (С), который составляет от 0,25 до 1 (табл. 1).

Таблица 1.

Показатель доминирования бактериальных таксонов по «коэффициенту Симпсона» (С) из озер Хедо и Муй

Таксон	"Коэффициент Симпсона"							
	Озеро Хедо				Озеро Муй			
	сен.08	дек.08	май.09	сен.09	сен.08	дек.08	май.09	сен.09
<i>Сем. Enterobacteriaceae</i>	-	0,044	0,011	0,04	-	0,003	0,028	-
<i>Сем. Neisseriaceae</i>	-	-	-	-	-	0,003	-	-
<i>Сем. Vibrionaceae</i>	-	-	0,136	0,11	-	-	0,003	-
<i>Сем. Saccharomycetaceae</i>	-	-	-	0,018	-	-	-	-
<i>Род Azotobacter</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Род Bacillus</i>	-	-	-	-	0,11	-	-	-
<i>Род Listeria</i>	-	0,044	-	-	-	0,014	-	-
<i>Род Micrococcus</i>	-	-	-	-	0,028	-	-	-
<i>Род Planococcus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Род Pseudomonas</i>	0,184	0,1	0,277	0,11	0,25	0,498	0,6	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,005	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	0,005	0,025	-	-	-	0,003	-	-

<i>Pseudomonas stutzeri</i>	0,08	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas syringae</i>	0,02	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pod Arthrobacter</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pod Staphylococcus</i>	-	0,011	-	-	-	-	-	-

Исходя из этого, мы считаем, что подобная видовая сукцессия служит сигналом неблагополучия в экосистеме. Несмотря на то, что псевдомонады относятся к представителям нормальной микрофлоры рыб (Конев, 1996), при определенных условиях, будучи условно-патогенными, вызывают эпизоотии, особенно, когда занимают доминирующее положение.

Минимум обилия представителей семейств *Enterobacteriaceae* и *Neisseriaceae* отмечен для форели из озера Муй, отловленной в зимний сезон (коэффициент Симпсона составляет 0,003).

Микрофлора молоди форели из озера Хедо представлена 6 семействами (*Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcaceae*, *Listeriaceae*, *Vibrionaceae*, *Saccharomycetaceae*), 3 родами (*Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Listeria*) (рис. 4).

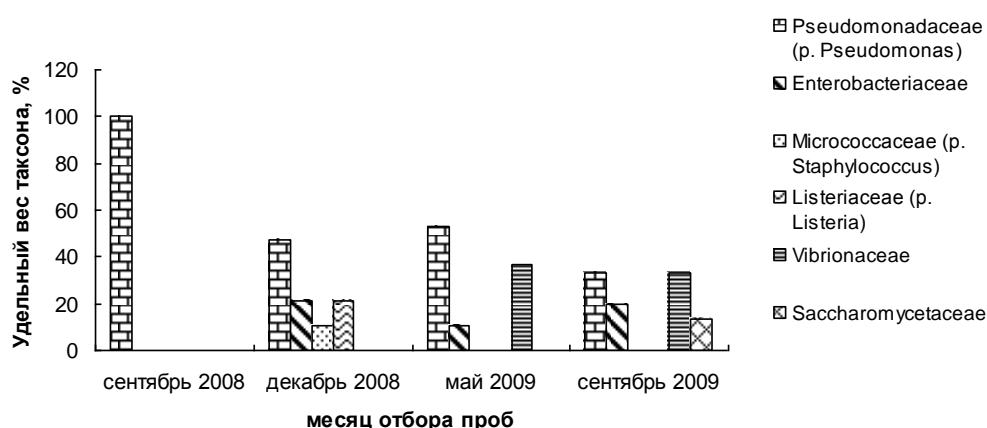


Рис. 4. Сезонная встречаемость бактерий на коже и жабрах форели (озеро Хедо)

По сезонной встречаемости бактерий на коже и жабрах молоди форели установлено разнообразие микробиоценоза во все периоды исследования, кроме начального (сентябрь 2008 года), где были выделены только представители семейства *Pseudomonadaceae* (род *Pseudomonas* - 100%).

В целом полученные результаты соответствуют тому, что известно в литературе. По данным ряда авторов в составе микрофлоры рыб часто встречаются условно-патогенные микроорганизмы, среди которых представители семейств *Pseudomonadaceae* (род *Pseudomonas*), *Vibrionaceae* (род *Aeromonas*) и *Enterobacteriaceae* (Конев, 1996; Юхименко, 1998; Бычкова, 2000; Юхименко и др., 2001; Головина и др., 2003; Авдеева и др., 2006а и др.). На коже и жабрах распространены бактерии родов *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Cytophaga*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus* (Cahill, 1990; Ларцева, Катунин, 1993; Ларцева, 2000; Карасева, 2000; Buller, 2004; Чукалова, 2008).

Таким образом, определена наиболее низкая бактериальная обсемененность молоди форели из водоема Муй, где посадка малька производилась на несколько месяцев раньше, чем у рыб из водоема Хедо. Качественный состав микроорганизмов более разнообразен у форели, выпущенной в садки раньше (озеро Муй) и отличается присутствием представителей семейства *Vibrionaceae*, *Bacillaceae* и *Neisseriaceae*. Схожими характеристиками обладают семейства *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcaceae* и *Listeriaceae*. В микрофлоре рыб доминируют бактерии семейства *Pseudomonadaceae* (род *Pseudomonas*), но больше их количество отмечено для форели из озера Муй (76,1%), чем из озера Хедо (58,5%).

Для радужной форели из садков в акватории Ладожского озера установлена меньшая бактериальная обсемененность (не превышает 10^1 КОЕ/мл), чем из озер Святозеро и Топозеро (от

10^2 до 10^3 КОЕ/мл). В формировании микробиоценоза форели принимают участие бактерии из 5 семейств (*Pseudomonadaceae*, *Micrococcaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae*, *Neisseriaceae*), 7 родов (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Planococcus*, *Azotobacter*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*) (рис. 5).

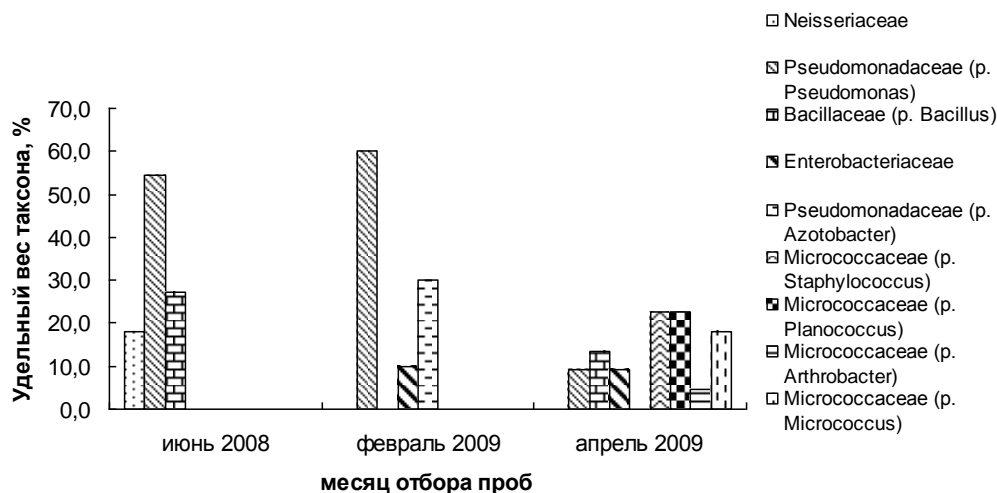


Рис. 5. Сезонная встречаемость бактерий на коже и жабрах форели (Ладожское озеро)

Данные по сезонной встречаемости бактерий дают представление о том, что более разнообразным микробиоценоз рыб оказывается в апреле 2009 года (7 таксонов). Основную долю в июне 2008 года (54,5%) и в феврале 2009 года (60%) составляют бактерии семейства *Pseudomonadaceae* (род *Pseudomonas*) (показатели коэффициента Симпсона (С) 0,2 и 0,36 соответственно) (табл. 2).

Таблица 2.

Показатель доминирования бактериальных таксонов по «коэффициенту Симпсона» (С)

Таксон	"Коэффициент Симпсона"			
	Ладожское озеро			Озеро Святозеро
	Июнь 2008	Февраль 2009	Апрель 2009	Июль 2008
<i>Enterobacteriaceae</i>	-	0,01	0,008	-
<i>Neisseriaceae</i>	0,03	-	-	-
<i>Vibrionaceae</i>	-	-	-	-
<i>Saccharomycetaceae</i>	-	-	-	-
<i>Azotobacter</i>	-	0,090	-	-
<i>Bacillus</i>	0,07	-	0,019	0,008
<i>Listeria</i>	-	-	-	-
<i>Micrococcus</i>	-	-	0,033	0,008
<i>Planococcus</i>	-	-	0,05	-
<i>Pseudomonas</i>	0,2	0,36	0,008	0,298
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-	-
<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	-	-	-	0,074
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	-	-	-	-
<i>Pseudomonas syringae</i>	0,008	-	-	-
<i>Arthrobacter</i>	-	-	0,002	-
<i>Staphylococcus</i>	-	-	0,05	-

Качественный состав микрофлоры исследованной форели из водоема Святозеро представлен семействами *Pseudomonadaceae*, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, а из водоема Топозеро – *Pseudomonadaceae*, *Bacillaceae* и *Neisseriaceae*. Во всех случаях псевдомонады выступают в роли доминирующего таксона.

Таким образом, количественные показатели бактериального населения поверхности рыб из южной и северной группы водоемов сопоставимы между собой и варьируют в пределах от 10^1 до 10^3 КОЕ/мл. Для всех изученных хозяйств общим является доминирование в микрофлоре рыб бактерий рода *Pseudomonas*. В составе микробиоценоза рыб из Ладожского озера, Святозеро и Топозеро отсутствуют представители семейств *Vibrionaceae* и *Listeriaceae*, которые встречаются на молоди из водоемов Хедо и Муй.

Схожими для радужной форели из всех трех водоемов (Ладожское озеро, Хедо и Муй) оказываются семейства *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae* и *Micrococcaceae*. Несмотря на доминирование семейства *Pseudomonadaceae* (род *Pseudomonas*), их относительное содержание в микрофлоре радужной форели из Ладожского озера (32,6%) меньше, чем у рыб из Хедо (58,5%) и Муй (76,1%).

Глава 5. Санитарно-микробиологическая и экологическая оценка акваторий форелевых ферм

Для индикации экологических последствий изменения характеристик пресноводных водоемов необходимо иметь сведения о качественном и количественном составе соответствующей микрофлоры и ее функциональной активности в среде обитания. Наряду с этим, актуальным остается изучение характера самоочистительной способности водоёмов для разработки мероприятий по предотвращению угрозы их локального эвтрофирования и изменения эпизоотического статуса.

Общее микробное число воды в пределах садковой линии озера Муй не превышает значение 10^2 КОЕ/мл, кроме сезона - сентябрь 2008. По данному показателю из ветеринарно-санитарных требований (МУК №13-4-2/1738) водоем можно отнести к первой категории (чистый), где допустимый предел бактериальной обсемененности $\leq 10^3$ КОЕ/мл, однако значения Coli-индекса (больше 5) и присутствие псевдомонад в воде позволяют присвоить водоему лишь вторую категорию (загрязненный), но где также допускается рыборазведение.

Несмотря на то, что озеро Муй используется только для любительского рыболовства и рекреации в летний период, а населенных пунктов на озере и его водосборе нет, на период начала исследований (сентябрь 2008 года) в акватории садкового хозяйства уже выделяется аллохтонная микрофлора (862 КОЕ/мл) и энтеробактерии, занесенные в водоем извне. Это свидетельствует о неблагоприятном состоянии среды под воздействием антропогенного фактора. Процесс водного самоочищения не завершен, поскольку численные значения обеих групп (ОМЧ 21°C и ОМЧ 37°C) близки. В микрофлоре форели встречаются представители рода *Bacillus*, которые указывают на происходящие в воде процессы разложения белков (аммонификация и денитрификация).

К сентябрю 2009 года бактериальная численность в воде из озера Муй снижается в 10-15 раз, то есть не восстанавливается до прежних значений, по сравнению с тем же сезоном прошлого года. Возможно из-за того, что, начиная с декабря 2008 года - наружные покровы рыб, а затем к маю 2009 года – вода, сильно контаминированы плесневыми грибами, которые оказывают антибиотическое воздействие на бактериальную флору кожи рыб и воды.

В акватории озера Хедо процессы водного самоочищения происходят менее активно, чем на озере Муй. Согласно ветеринарно-санитарным требованиям №13-4-2/173 в мае 2009 года, несмотря на незавершенные процессы самоочищения (коэффициент соотношения ОМЧ 21°C и ОМЧ 37°C ниже четырех), показатели по ОМЧ водоема Хедо не превышают допустимый предел бактериальной обсемененности 10^3 и Coli-индекс меньше 5. Акватория форелевого хозяйства на озере Хедо благоприятно отличается практически полным отсутствием плесневых грибов в составе микробиоценоза рыб и воды. Возможно, это связано с тем, что работа самого хозяйства началась позднее, чем на озере Муй, где контаминация плесневыми грибами значительная, а, следовательно, и кормов, основного источника грибов, привнесено меньше.

Для северной группы водоемов степень антропогенного влияния со временем возрастает, о чем свидетельствуют растущие значения Coli-индекс, появление бактерий группы кишечной палочки (БГКП). Результаты изучения параметров гетеротрофного самоочищения на озерах Хедо и Муй позволяют установить снижение его интенсивности к концу годового цикла наблюдений (соотношение численности гетеротрофов разных температур инкубации либо вырав-

нивается, либо представители аллохтонной микрофлоры, дающие рост при 37°C, начинают доминировать над представителями автохтонной микрофлоры 21°C). Возможно, это связано с низкими внутриводоемными температурами и избытком органического вещества в виде недоброкачественного корма, поступающего от рыбоводных хозяйств. В течение всего исследования для озер Хедо и Муй характерно доминирование беспоровых форм в пробах воды и палочковидных форм бактерий в микробиоценозе форели, что, по мнению ряда авторов (Ладыгина и др., 1999), может служить индикатором усиленного процесса эвтрофикации водоема. Высокий удельный вес бактериальных штаммов с гемолитической активностью обуславливает их патогенность и вероятность инициации инфекционного процесса у рыб (Бычкова, 2002). По нашим данным выделенные в сентябре 2008 года от рыбы бактериальные штаммы из Хедо и Муй проявляют высокую гемолитическую активность.

Среди южной группы водоемов наиболее низкие показатели численности бактерий в воде отмечены в садковых хозяйствах озер Святозеро и Топозеро. Это можно связать с временным фактором (в акватории данных водоемов хозяйства работают на протяжении 5-7 лет), с технологическим процессом, который включает в себя комплекс дезинфицирующих мероприятий, реализуемых в пределах форелевых садков, антибиотикотерапию (гибель нормальной микрофлоры) и др. Кроме того, процент бактериальных штаммов, обладающих гемолитической активностью, выше в хозяйствах озер Святозеро и Топозеро, и именно в посевах от форели из этих двух водоемов отмечено наибольшее количество плесневых грибов. Таким образом, формируются неблагоприятные условия среды обитания для рыб.

Из акватории форелевого хозяйства на Ладожском озере выделены санитарно-показательные бактерии рода *Proteus*, являющиеся индикаторами антропогенного загрязнения и указывающие на присутствие легко загнивающих органических веществ. Общим для акваторий с форелевыми фермами, работающими более трех лет, является постепенное нарастание показателя Coli-индекс, присутствие энтеробактерий и низкое содержание спорообразующих форм бактерий, также свидетельствующих об усилении процессов эвтрофикации водоемов и антропогенном влиянии со стороны форелевого хозяйства.

Ладожское озеро отличается активно протекающими здесь процессами водного самоочищения, по сравнению с водоемами Святозеро и Топозеро, где эти процессы нарушены. Присутствие аллохтонной микрофлоры небольшое и они не доминируют над представителями автохтонной микрофлоры - непосредственными участниками самоочищения – сапрофитами, дающими рост на среде при 21°C. Очевидно, это связано с характеристиками самих водных экосистем - размерами и темпами водообмена, которые в Ладожском озере несоизмеримо больше.

По результатам мониторинга для акватории озера Святозеро установлено, что процессы самоочищения не происходили ни в один из сезонов исследования. Кроме того, в июле 2008 года отмечена низкая численность бактериопланктона (1-2 КОЕ/мл), что свидетельствует о произошедших структурных нарушениях в водном биоценозе. Озеро Святозеро является небольшим, слабопроточным и хорошо прогреваемым водоемом. По содержанию органического вещества его относят к эвтрофному олигогумозному типу. Несмотря на то, что водосбор озера используется сельскохозяйственными производителями, в настоящее время сельхозугодия эксплуатируются значительно меньше, чем в прошлом. Ранее в поселке действовали ферма крупного рогатого скота и звероферма. В настоящее время сточные воды жилой зоны поселка и котельной после очистных сооружений сбрасываются в северную часть озера (Рыбоводно-биологическое..., 2004). Исходя из этого, рекомендуется учитывать подобные факты при принятии решения о строительстве и введении в эксплуатацию форелевых хозяйств, поскольку в эвтрофный водоем дополнительно поступают органические вещества, создавая неблагоприятные условия обитания - стрессовый фактор для рыбы.

Для акватории озера Топозеро отмечена низкая численность бактериопланктона и повышение удельного веса аллохтонной микрофлоры (сапрофиты 37°C).

Глава 6. Индикаторная роль микрофлоры при определении состояния рыбохозяйственных водоемов

Выбор акватории, где планируется работа по выращиванию товарной форели, требует квалифицированного и грамотного подхода. Необходимо не только оценивать гидрохимические

и гидробиологические показатели, но и иметь представление о санитарно-эпизоотическом статусе данного водоема. Эффективными являются микробиологические исследования, где с помощью специальных тестов можно дать быструю и полную оценку не только среды обитания аквакультуры, но и безопасности использования водоема человеком.

Муй. На озере Муй рыбу в садки запустили летом 2008 года. До осени 2009 года бактериальная обсемененность наружных покровов молоди радужной форели остается небольшой и варьирует в пределах от 10^1 до 10^3 КОЕ/мл, что соответствует бактериальному фону окружающей водной среды. Однократно в сентябре 2008 года на жабрах отмечена высокая численность бактерий 1533 ± 62 КОЕ/мл. В этот же период доминирует грамположительная микрофлора (66,7%) над грамотрицательной (33,3%), доказывая низкую эффективность действия лизоцима. Во все остальные сезоны на жабрах превалирует только грамотрицательная микрофлора. Количественные характеристики Coli-индекса, возросшие с 30 до 3500, и качественные изменения (помутнение среды Кесслера с небольшим газообразованием, связанные с возможным присутствием санитарно-показательного микроорганизма *Enterobacter aerogenes*), указывают на активно продолжавшееся антропогенное загрязнение водоема.

Хедо. К концу исследований (сентябрь 2009 года) результаты мониторинга микробиоценоза рыб и акватории форелевого хозяйства свидетельствуют об изменении условий в неблагоприятную сторону. Аллохтонная микрофлора доминирует над автохтонной, что говорит о воздействии антропогенного фактора со стороны форелевой фермы и нарушении процесса самоочищения. Бактериальная численность на коже и жабрах у молоди ниже нормы и соответствует значению $\leq 10^1$ КОЕ/мл. Установлены высокие показатели Coli-индекса, особенно осенью 2009 года, на что обращено внимание к принятию мер для устранения причин загрязнения воды.

Ладожское озеро. Для микробиоценоза рыб на коже и жабрах характерно преобладание грамотрицательных бактерий над грамположительными. К зимне-весеннему периоду 2009 года удельный вес грамположительных бактерий на коже увеличивается с 20 до 46%, на жабрах - с 33,3 до 43%. На коже и жабрах в июне 2008 года доминируют палочки над кокками, тогда как в зимне-весенний период (февраль-апрель 2009 года) удельный вес кокковой микрофлоры становится выше (54 и 57% соответственно). Среди бактериальных штаммов, выделенных от радужной форели, большинство обладает гемолитической активностью (57%) в июне 2008 года, в апреле 2009 года на их долю приходится 48%, а в феврале 2009 года – 30%.

Святозеро. Оценивая морфологические особенности микробиоценоза, установлено доминирование палочек (90,9%) над кокками (9,1%). В процентном соотношении грамотрицательная микрофлора доминирует на коже и жабрах (75 и 85,7% соответственно). Гемолитической активностью обладает 96,2% изученных штаммов. Поверхностные органы форели (жабры, кожа) контаминированы плесневыми грибами.

Топозеро. В июле 2008 года на коже и жабрах доминируют палочки (100 и 75%) и грамотрицательная микрофлора (на коже 66,7%, на жабрах 100%) над грамположительной. Однако удельный вес штаммов, обладающих гемолитической активностью (фактор патогенности), увеличивается до 90%. Преобладание на коже и жабрах форели грамотрицательных бактерий доказывает хорошую реакцию фактора неспецифической резистентности (лизоцима), действующего против грамположительных бактерий.

Таким образом, для всех водоемов характерно доминирование в микрофлоре рыб грамотрицательных бактерий над грамположительными, за исключением озера Топозеро. Общим остается высокий удельный вес палочковидных форм бактерий. В микробиоценозе рыб на форелевых хозяйствах (Ладожское озеро, Святозеро и Топозеро) превалируют псевдомонады, что также отмечено для микробиоценоза рыб из водоема Хедо и Муй. Дополнительно, в акватории Ладожского озера, Святозеро и Топозеро, определено присутствие индикаторов разложения белковых соединений – бактерии рода *Bacillus*.

Глава 7. Микробиологический анализ качества кормов и их влияние на состав микробиоценоза радужной форели и воды

Темпы объемов выращивания радужной форели в садках значительно ускорились после разработки выпуска гранулированных сухих кормов (Китаев и др., 2005), с применением которых возросла антропогенная нагрузка на водную среду.

Самоочистительная способность водных экосистем не безгранична, а вещества-загрязнители оказывают как стимулирующее действие на одних микроорганизмов, так и тормозящее действие на других (Мельников и др., 1975). Согласно Г. А. Заварзину (2001), сапрофитные формы бактерий играют роль основных участников естественного самоочищения, поэтому считается корректным их использование в опытах по проверке активности самоочищения водоемов, испытывающих действие органического загрязнения.

В ходе проведения комплексных микологических исследований кормов, рыбы и воды для северной группы водоемов установлена наиболее благоприятная ситуация по форелевому хозяйству на озере Хедо, где микромицеты малочисленны (2-4 КОЕ/мл). Для проб корма из форелевого хозяйства на озере Муй установлена 100% обсемененность плесневыми грибами. В декабре 2008 года отмечали в большом количестве микромицеты (52 КОЕ/мл) в составе микробиоценоза радужной форели, а в мае 2009 года – в пробах воды (104 КОЕ/мл).

Корма из форелевого хозяйства на Ладожском озере обсеменены грибами на 100% в декабре 2008 года, тогда как в остальные сезоны микромицеты не выявлены. Сравнивая эти данные с составом микрофлоры радужной форели и воды, установлено, что наиболее высокое число грибов (13 КОЕ/мл) на поверхности рыб также соответствует сезону – декабрь 2008 года. В пробах воды плесневые грибы отмечены в небольших количествах (1-4 КОЕ/мл). Анализ микробиологических данных Ладожского озера, полученных в остальные периоды, позволяет выявить рост на кормах бактериальной микрофлоры, ее присутствие в пробах воды и на поверхностных органах рыб.

Таким образом, выявлена зависимость между качеством кормов и микробиоценозом рыб и воды: высокая степень обсемененности кормов плесневыми грибами приводит к загрязнению ими (микромицетами) водной среды. В условиях садковой аквакультуры группа аллохтонных микроорганизмов вытесняет автохтонную сапрофитную микрофлору – основных участников процесса водного самоочищения.

Для изучения разнообразия (макро- и микроморфологии) выделенных культур микромицетов использован ориентировочный метод отпечатков. Определение произведено на основе данных по микроскопии прижизненных препаратов (строение мицелия и конидиального аппарата), характера роста колоний, пигментообразования. Выделенные грибы отнесены к классу *Eurotiomycetes* (род *Aspergillus* и *Penicillium*) и *Zygomycetes* (*Mucor* sp.).

Как правило, в кормах содержащих грибы, присутствуют в большом количестве и продукты их метаболизма – токсины, вызывающие патологию и гибель рыб. В настоящее время известно свыше 250 видов микроскопических грибов, продуцирующих более 150 токсичных метаболитов. Среди них наиболее распространенными являются афлатоксины – продукт жизнедеятельности грибов рода *Aspergillus*; трихотеценовые микотоксины – продукт плесневых грибов нескольких родов, в основном рода *Fusarium*. При скармливании кормов, содержащих высокие концентрации плесневых грибов родов *Aspergillus* и *Penicillium*, у рыб отмечаются повышенная возбудимость, пятнистые кровоизлияния, локальное ерошение чешуи, опухоли. Большая рыба погибает (Головина и др., 2003; 2007).

Эксперимент №1. Действие компонентов корма *Rehuraio* (фракция № 1,5 и № 3,5) на процессы бактериального самоочищения оценено в ряду концентраций от 1 до 50 мг/л. В ходе эксперимента определено изменение численности сапрофитов в динамике.

В природной культуре бактерий в лабораторных условиях отмечена большая скорость логарифмической фазы роста на первые и вторые сутки опыта в концентрации корма *Rehuraio* (фракция № 1,5) 20 мг/л. Достоверное увеличение числа микробных клеток на 1-е и 2-е сутки эксперимента характерно и для концентрации 10,0 мг/л. С 3-х суток во всех разведениях корма (за исключением 1,0 мг/л) отмечен эффект накопления отрицательного действия тестируемой среды на процессы бактериального самоочищения. Достоверное снижение численности бактерий, по сравнению с контрольными величинами носит необратимый характер до конца эксперимента во всех концентрациях. По видимому, в таких разведениях токсические вещества в составе корма вызывают изменение гомеостаза и энергетического статуса бактериальной клетки, что приводит к снижению ее жизнеспособности.

Разведение корма *Rehuraio* (фракция № 3,5) 50,0 мг/л в период эксперимента вызывает фазное изменение в деятельности бактерий: стимуляция на 1-е сутки сменяется бактерицидным

эффектом, за которым опять следует стимуляция. На протяжении семи суток острого опыта наблюдается увеличение численности прокариот, а число бактериальных клеток примерно соответствует контрольным величинам. По сравнению с контролем компоненты корма вызывают эффект стимуляции на первые сутки эксперимента в разведении 50,0 мг/л. Наибольшая численность бактерий для контроля и всех разведений зарегистрирована на 6 сутки опыта. К концу острого опыта, в разведении корма 1,0; 5,0; 25,0 и 50,0 мг/л зарегистрированы достоверные снижения численности сапрофитов (в сторону увеличения токсического эффекта) вместе с контрольными показателями. Учитывая факт, что разведения корма *Rehuraio* (3,5) от 1,0 до 50,0 мг/л не вызывают достоверных изменений в численности сапрофитов, данные концентрации можно считать витальными.

Эксперимент №2. Показатель оптической плотности раствора в опыте характеризует динамику роста и развития микроорганизмов *in vitro*, где с увеличением числа клеток снижается прозрачность растворов. По данному критерию в лабораторных условиях можно косвенно оценить влияние кормов и их компонентов на водную микрофлору.

В результате эксперимента установлено, что в контроле (мясо-пептонный бульон и *Escherichia coli*) изменение величины оптической плотности раствора (линия «контроль») отражает классическую модель роста бактериальной популяции (рис. 6).

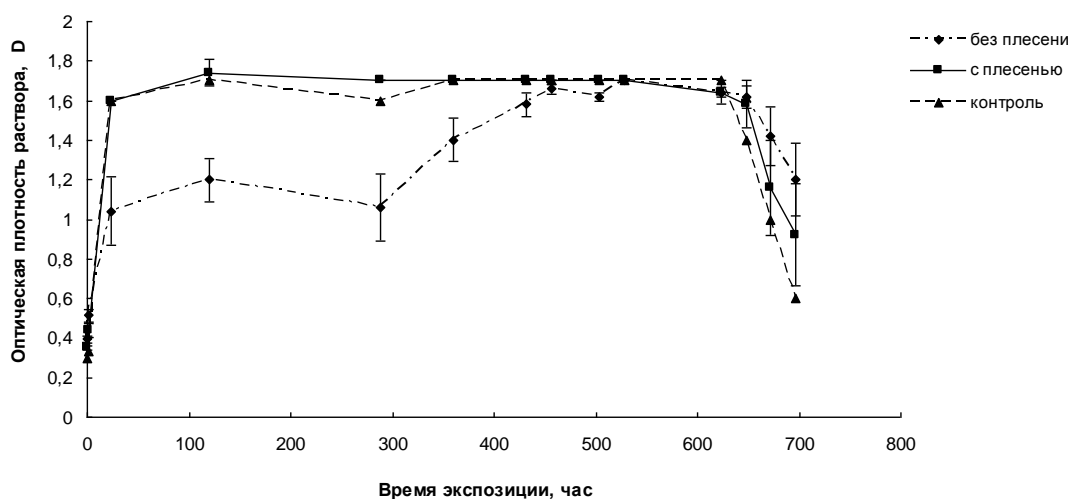


Рис. 6. Динамика изменения оптической плотности раствора (D) для опыта (МПБ + *Escherichia coli* + корм с плесенью и без плесени) и контроля (МПБ + *Escherichia coli*)

В начале эксперимента при инкубации проб в термостате в течение 24 часов происходит быстрое нарастание численности прокариот ($D=1,6$), которая затем принимает постоянные значения и выходит на плато (число клеток не меняется). После 624 часов инкубации в термостате численность бактерий начинает постепенно снижаться ($D=1,4$) и наступает фаза отмирания клеток.

При добавлении в растворы кормов, находящихся на разных стадиях обсеменения плесневыми грибами, наблюдаются некоторые различия. Перед началом эксперимента две партии кормов отличались друг от друга тем, что в одном случае корм уже был покрыт плесневыми грибами (на рис. 6 - линия «с плесенью»), а в другом – визуально корм был чистым (на рис. 6 – линия «без плесени»). Дальнейшее микологическое обследование проб корма, изначально не содержащего грибы, позволило выявить последних после 10-12 дней инкубации в термостате на искусственных питательных средах.

Анализируя полученные данные, сделаны выводы о том, что линии на графике (рис. 6) «с плесенью» и «без плесени» отражают динамику развития грибов (эукариот), а не тестового бактериального штамма (прокариот). Развитие микроорганизмов (линия на рис. 6 - «без плесени») происходит с задержкой, достигнув своего максимального значения лишь после 450 часов инкубации в термостате. Возможной причиной тому служит медленное развитие грибов из спор *in vitro*, тогда как в другом случае (линия на рис. 6 - «с плесенью»), грибы уже находятся на более поздней стадии развития и обуславливают значения оптической плотности раствора.

Таким образом, на основании результатов хронического эксперимента по изучению влияния корма установлено подавляющее действие его компонентов на рост и развитие бактерий. Значение оптической плотности растворов с кормом обусловлено развитием плесневых грибов (эукариот), а не развитием *Escherichia coli* (прокариот), как в случае с контролем.

Заключение

Микробиоценотические сообщества входят в структурную цепь водных экосистем, выполняя важную роль в процессе самоочищения водоемов. Формирование, динамика развития бактериальных структур и их взаимоотношения с другими организмами (рыбой) способствуют изменению динамического равновесия в водоемах. Наши исследования в этой области соотносятся с работами отечественных и зарубежных авторов. Накопление большого количества органических веществ в воде приводит к росту бактериоценозов, изменению их качественных и количественных характеристик и формированию определенных групп бактерий. Микробные сообщества выступают чувствительными индикаторами состояния экосистем. Появление и соотношение индикаторных бактерий в микробиоценозе воды и рыбы выявляет уровень бактериального загрязнения рыбоводных хозяйств с разным временем их эксплуатации, определяет этиологически значимые бактерии, способные к инфицированию выращиваемых рыб. Форелевые фермы оказывают влияние на водную экосистему, однако это воздействие будет минимальным, если учтены и выполняются все нормы и требования. Срок эксплуатации водоема может быть длительным при правильном технологическом процессе рыборазведения (соблюдается проектная мощность хозяйства, расположение садковых линий, программа норм кормления, использование качественных кормов и др.). Эти мероприятия позволяют оптимизировать качество водной среды, а в благоприятных условиях обитания для рыб снижается риск развития инфекций. Поэтому актуальным и крайне необходимым остается проведение комплексных эколого-микробиологических исследований рыб, кормов и акватории, в пределах функционирующего форелевого хозяйства.

Важно также учитывать климатические особенности региона. Пресноводные экосистемы Севера являются малокомпонентными по своему составу, слабоустойчивыми и наиболее уязвимыми к влиянию антропогенных факторов, а восстановление и самоочищение среды происходит очень медленно.

Выводы

1. Анализ полученных материалов показал, что таксономический состав микрофлоры рыб представлен 7 семействами (*Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Vibrionaceae*, *Neisseriaceae*, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, *Listeriaceae*), 8 родами бактерий (*Pseudomonas*, *Neisseria*, *Azotobacter*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Planococcus*, *Bacillus*, *Listeria*, *Arthrobacter*). Бактерии семейства *Vibrionaceae* и *Listeriaceae* встречаются на форелевых хозяйствах с периодом работы около одного года, а бактерии семейства *Pseudomonadaceae* (род *Azotobacter*), *Micrococcaceae* (род *Planococcus*) и *Micrococcaceae* (род *Arthrobacter*) – на хозяйствах с периодом работы более трех лет.
2. На всех изученных форелевых фермах независимо от их периода работы в микробиоценозе радужной форели доминируют условно-патогенные бактерии семейства *Pseudomonadaceae* рода *Pseudomonas*. При создании неблагоприятных условий для макроорганизма они могут повышать свою вирулентность и способны инфицировать стрессированную (ослабленную) рыбу.
3. Численность бактерий на коже и жабрах радужной форели из хозяйств с периодом работы около одного года (озеро Муй и Хедо) и более трех лет (Ладожское озеро, Святозеро и Топозеро) равная и варьирует в пределах 10^1 - 10^3 КОЕ/мл.
4. Количество бактериопланктона в акваториях изученных форелевых хозяйств с периодом работы один год колеблется в пределах от 10^1 до 10^3 КОЕ/мл и выше по сравнению с численностью от 10^1 до 10^2 КОЕ/мл в акваториях форелевых хозяйств с периодом работы более трех лет.
5. Установлено, что процессы водного самоочищения (по соотношению численности двух групп микроорганизмов - 21 и 37°C) завершены во все периоды исследований для аква-

- тории Ладожского озера, в декабре 2008 года – для акватории озер Хедо и Муй. В остальные сезоны в пределах акватории водоемов Хедо, Муй, а также Святозеро и Топозеро самоочистительная способность нарушена.
6. С помощью санитарно-показательных микроорганизмов отмечена тенденция изменения характеристик среды обитания, выражающаяся в структурных перестройках состава микробиоценоза рыб и воды, появлении и нарастании численности аллохтонной бактериофлоры и плесневых грибов, увеличении доли штаммов с гемолитической активностью и параметра Coli-индекс (косвенный показатель биологической контаминации среды патогенными микроорганизмами).
 7. В посевах корма установлена 100% обсемененность плесневыми грибами для хозяйства на озере Муй, где также выделены микромицеты от рыбы и воды. На остальных хозяйствах степень контаминации кормов низкая, а грибы в акватории садковых ферм малочисленны. Среди выделенных грибов определены представители класса *Eurotiomycetes* (род *Aspergillus* и *Penicillium*) и класса *Zygomycetes* (род *Mucor*).
 8. Экспериментально показано, что в корме *Rehuraio* (фракция № 1,5) с 3-х суток во всех разведениях (за исключением 1,0 мг/л) отмечен эффект накопления отрицательного действия тестируемой среды на процессы бактериального самоочищения. Разведения корма *Rehuraio* (фракция № 3,5) от 1,0 до 50,0 мг/л не вызывают достоверных изменений в численности сапрофитов.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

В изданиях рекомендованных ВАК:

1. Сидорова Н. А., Паршуков А. Н. «Разнообразие условно-патогенной микрофлоры в рыбоводных хозяйствах Карелии» // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. №6. С. 14-16
2. Паршуков А. Н., Сидорова Н. А. «Бактериальное самоочищение водоемов рыбохозяйственного назначения» // Ученые записки ПетрГУ. 2010. №8 (113). С. 14-17

В прочих изданиях:

1. Паршуков А. Н. «Характеристика бактериальной микрофлоры рыб и водоемов рыбохозяйственного назначения» // Садковое рыбоводство: Материалы научной конф. Петрозаводск, 2008. С. 79-82
2. Сидорова Н. А., Паршуков А. Н. «Особенности экологического и эпизоотического статуса рыбохозяйственных водоемов Карелии» // Современные достижения ветеринарной медицины и биологии – в с/х производство: Материалы всероссийской научно-практической конф. Уфа, 2009. С. 173-175
3. Паршуков А. Н. «Исследование микробиоценозов *Oncorhynchus mykiss* выращиваемой в условиях морских и пресноводных экосистем северо-запада» // Сохранение биоразнообразия наземных и морских экосистем в условиях высоких широт: Материалы международной научно-практической конф. Мурманск, 2009. С. 208-211
4. Сидорова Н. А., Паршуков А. Н. «Вопросы санитарного нормирования пресноводных экосистем севера с помощью микробиологических тестов» // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского севера: Материалы XXVIII международной конференции. Петрозаводск, 2009. С. 509-511
5. Паршуков А. Н. «Анализ экологической и эпизоотической обстановки на форелевых хозяйствах Карелии с помощью микробиологических исследований» // Проблемы ихтиопатологии в начале XXI века: Сборник научных трудов, выпуск 338. Санкт-Петербург, 2009. С. 150-155
6. Паршуков А. Н. «Микробиологические исследования в оценке экологической ситуации на форелевом хозяйстве Карелии» // Проблемы экологии: Материалы международной конференции. Иркутск, 2010. С. 445
7. Паршуков А. Н. «Вирулентность условно-патогенных видов бактерий как результат адаптации к антропогенным факторам среды» // Проблемы экологии: Материалы международной конференции. Иркутск, 2010. С. 446

8. Паршуков А. Н. «Микробиологическая оценка качества комбикормов применяемых на форелевых хозяйствах Карелии» // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб: Материалы международной научной конференции. Санкт-Петербург, 2010. С. 160-161
9. Паршуков А. Н., Сидорова Н. А. «Опыт применения бактериологического мониторинга пресноводных экосистем севера в условиях функционирующего форелевого хозяйства» // Экология арктических и приарктических территорий: Материалы международного симпозиума. Архангельск, 2010. С. 376-377
10. Паршуков А. Н. «Формирование микробиоценозов кожи и жабр у радужной форели, выращиваемой в садковых хозяйствах Карелии» // Садковое рыбоводство. Состояние и проблемы развития: Материалы международной научной конференции. Петрозаводск, 2010. С. 60-62