

ФАНО России
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
(КарНЦ РАН)

На правах рукописи

Милянчук Николай Петрович

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)
на тему: **«Рыбное население озерных экосистем Южной Карелии
при товарном выращивании форели»**,
подготовленной в соответствии с требованиями
Федерального государственного стандарта высшего образования
по направлению 06.06.01. Биологические науки
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Научный руководитель:
заведующий лабораторией
экологии рыб и водных
беспозвоночных ИБ КарНЦ РАН
д.б.н., доцент Н.В. Ильмаст

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Известно, что водные экосистемы подвергаются влиянию климатических (изменения водного режима, температуры) и антропогенных факторов. В настоящее время все более значимую роль играют различные формы хозяйственной деятельности человека: чрезмерный промысел, загрязнение водоемов, вселение чужеродных видов, а также широкое использование водоемов для развития аквакультуры.

Актуальность изучения ихтиофауны пресноводных экосистем Карелии обусловлена наметившимися тенденциями их ускоренной трансформации под влиянием естественных и антропогенных факторов. Сокращение запасов и резкое падение промысла ценных видов рыб, привели к интенсификации работ, направленных на разработку биотехники их выращивания. В Карелии одним из таких способов является садковое рыбоводство. В республике промышленным выращиванием радужной форели (*Parasalmo mykiss* Walbaum) начали заниматься в 80-е годы (Арендаренко, 1984; Рыжков, 2002; Китаев и др., 2006) и к настоящему времени объемы ее производства превысили 22 тыс. т/год. Карелия лидирует в России по товарному выращиванию радужной форели (около 70%). При этом правительство республики к 2020 г. планирует увеличить объемы производства рыбы до 30-35 тыс. тонн в год.

Успешному развитию рыбоводства способствуют обилие водных ресурсов, благоприятные климатические условия региона, наличие транспортных сетей и квалифицированных кадров (Рыжков, 2002; Китаев и др., 2005). При умеренной цене на рыбу и за довольно короткий срок (1,5 года) садковое рыбоводство позволяет получать качественную товарную продукцию и высокую прибыль. В настоящее время в Карелии действует 57 форелевых хозяйств.

Анализ работ по производству радужной форели в Карелии показал, что республика является северной границей ее выращивания с естественным ходом температур. В последние годы отмечаются успешные попытки выращивания радужной форели в садках в прибрежной зоне Белого и Баренцева морей (Альтов, Воробьев, 2006).

Известно, что по силе загрязнения естественных водоемов постройка каждой рыбоводной фермы равносильна вводу в действие маленькой фабрики или завода,

так как в озера в значительных количествах поступают корм, продукты метаболизма, лекарственные препараты, поэтому значительное увеличение промышленного разведения форели в северном регионе может привести к новому, мощному и быстрому эвтрофированию водоемов (Китаев и др., 2006; Стерлигова и др., 2011, Ильмаст, 2012).

В наибольшей степени антропогенной эвтрофикации подвергаются континентальные водоемы (озера, реки, водохранилища). Особенно чувствительны к негативным воздействиям человека геологически молодые водные системы Европейского Севера. Все возрастающее использование естественных водоемов в рыбохозяйственных целях вызывает нарушение как гидрологического, так и гидрохимического режимов водных экосистем (Кучко, 2004).

Отмечено, что товарное выращивание форели требует проведения комплексных (гидрохимические и гидробиологические) наблюдений для оценки состояния водных экосистем при их эксплуатации (Китаев и др., 2006; Стерлигова и др., 2011, Ильмаст, 2012).

Деятельность рыбоводческих хозяйств оказывает влияние и на ихтиофауну водоемов Карелии (Рыжков и др., 2014; Дзюбук и др., 2016; Онищенко и др., 2016). Изучение закономерностей взаимодействия внешней среды и выращиваемой рыбы позволит более обоснованно подходить к проблеме размещения ферм с учетом наименьшего ущерба для водоема. Однако, исследований по влиянию рыбоводческих хозяйств на аборигенную ихтиофауну пресноводных экосистем в настоящее время крайне мало.

Цель настоящей работы является исследование структуры и динамики рыбного населения озерных экосистем южной Карелии в условиях активного ведения товарного рыбоводства.

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

- 1) Исследовать видовой состав аборигенной ихтиофауны в водоемах с товарным выращиванием форели и в районах расположения садковых хозяйств.
- 2) Изучить влияние товарного рыбоводства на биологические показатели доминирующих видов рыб местной ихтиофауны (возрастная структура, линейно-весовой рост, созревание, плодовитость, питание);

3) Провести сравнительный анализ популяционных параметров рыб в условно чистых акваториях и в районах форелевых комплексов.

4) Получить оценки пространственного распределения рыб в водоемах с товарным выращиванием форели.

Научная новизна. Впервые проведено исследование видовой состав аборигенной ихтиофауны в водоемах с товарным выращиванием форели и в районах расположения садковых хозяйств (озера Ладожское, Онежское, Сямозеро). Изучено влияние товарного рыбоводства на биологические показатели массовых видов рыб местной ихтиофауны (возрастная структура, линейно-весовой рост, созревание, плодовитость, питание). Получены оценки пространственного распределения рыб в водоемах с товарным выращиванием форели. Проанализировано влияние садкового форелеводства на продукционные процессы и динамику популяций рыб.

Практическая значимость. Теоретические и практические разработки можно использовать для прогнозирования возможных изменений в составе рыбного населения водоемов в условиях товарного рыбоводства, при составлении региональных программ по рациональному использованию рыбных запасов внутренних водоёмов Карелии; для расчета объемов выращивания форели в садках. Материалы исследований использовались в учебном процессе при разработке лекционных и практических занятий для студентов по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура».

Личный вклад автора в получение научных результатов. Автор лично принимал участие в подготовке научно-квалификационной работы: постановке и решении задач исследования, сборе и камеральной обработке материала, анализе (статистическая обработка и интерпретация данных) и публикации результатов.

Публикации. По материалам научно-исследовательской работы опубликовано 15 работ, из них 6 статей – в журналах, рекомендованных ВАК.

Место выполнения работы. Научно-исследовательская работа была выполнена в течении 2014-2018 гг. на базе Института биологии — обособленного подразделения федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр российской

академии наук» (ИБ КарНЦ РАН) в лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных ИБ КарНЦ РАН. Научный руководитель: д.б.н. Ильмаст Н.В.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю д.б.н., доценту Ильмасту Н.В. за всестороннюю помощь и поддержку, оказанные в процессе выполнения научных исследований и подготовки научно-квалификационной работы. Автор благодарит д.б.н. Стерлигову О.П. и всех сотрудников лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии КарНЦ РАН за помощь в организации и проведении исследований, ценные советы, консультации, теоретические и практические рекомендации.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы исследования

Район исследования

Полевые работы выполнены в период 2014-2018 гг. Сбор ихтиологического материала проводился на трех озерах бассейна Балтийского моря Республики Карелия:

1) Ладожское озеро (координаты центра $61^{\circ}42'$ с.ш., $35^{\circ}25'$ в.д.).

Исследование выполнено в северной части водоема (Лахденпохский район РК). Было выловлено и исследовано пять видов рыб: речной окунь *Perca fluviatilis* L., плотва *Rutilus rutilus* (L.), обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.), европейская ряпушка *Coregonus albula* (L.), европейская корюшка *Osmerus eperlanus* (L.).

2) Онежское озеро (координаты центра $61^{\circ}57'$ с.ш., $33^{\circ}10'$ в.д.).

Исследование выполнено в Лижемской губе Онежского озера (Кондопожский район РК). Было выловлено и исследовано два вида рыб: речной окунь *Perca fluviatilis* L., обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.), европейская ряпушка *Coregonus albula* (L.), европейская корюшка *Osmerus eperlanus* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.).

3) Сямозеро (координаты центра $61^{\circ}09'$ с.ш., $31^{\circ}20'$ в.д.).

Исследование выполнено в южной части водоема (Пряжинский район РК). Было выловлено и исследовано три вида рыб: речной окунь *Perca fluviatilis* L., плотва *Rutilus rutilus* (L.), обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.).

Методы исследования

Сбор ихтиологического материала проводился в районах расположения садковых хозяйств и на удаленных от них участках (около 5-10 км). Для опытного лова рыбы использовались порядки разно размерных жилковых сетей (ячей 15-40 мм) длиной 30 м и высотой 1,8 м. Сетные порядки выставлялись на разных глубинах, время экспозиции 12 часов.

Лабораторная обработка ихтиологического материала проводилась по стандартным методикам (Правдин, 1966; Чугуновой, 1959, Стерлигова, 2016), с учетом ряда рекомендаций (Решетников, 1980; Мина, 1981; Дгебуадзе, Чернова,

2009). Латинские названия рыб приводятся по монографии «Круглоротые и рыбы пресных вод Карелии» (2016). У рыб определялись: длина (общая, промысловая, по Смитту), масса тела, пол, степень зрелости гонад. Возраст рыб определялся по чешуе (плотва, ряпушка), крышечной кости operculum (окунь) и отолитам (ерш, корюшка). Исследование питания рыб велось по общепринятым методикам (Руководство..., 1961, Методическое пособие..., 1974; Питание рыб, 2015). Для сравнения численности рыб в различных зонах отлова использовали индексы обилия, представляющие собой величину улова на единицу промыслового усилия.

При статистической обработке материала использованы соответствующие руководства (Урбах, 1964; Лакин, 1990) и пакет программ Statgraphes 5.0. Достоверность различий между показателями оценивался по критерию Стьюдента (t). При обработке и анализе данных пользовались программы Microsoft Excel 2013, Microsoft Word 2013.

Результаты и обсуждение

1. Рыбное население Ладожского озера в районе рыбоводной фермы

Ладожское озеро - крупнейший пресноводный водоем Европы. Площадь озера составляет 17700 км². В административных границах Республики Карелия находится 40% его акватории. Водоем глубоководный, наибольшая глубина – 228 м, глубины более 100 м характерны для северной части озера. Средняя глубина озера составляет 51 м (Озера Карелии, 2013). Природные условия сформировали экосистему озера с высоким качеством воды, однако в начале 1960-х годов в водоеме стали наблюдаться признаки антропогенного эвтрофирования.

Ихтиофауна водоема представлена 44 видами, принадлежащих к 16 семействам (Кудерский, 2013). Первостепенное промысловое значение имеют такие виды как сиг, ряпушка, корюшка, окунь, плотва, судак, лещ, щука, ерш, налим.

Анализ промысловой статистики показывает, что в водоеме наблюдается периодические колебания величин уловов, что связано как с изменением состояния запасов промысловых видов, так и с производственной базой рыбодобывающих организаций, а также с долговременными колебаниями продукционного потенциала Ладожского озера. С конца 80-х годов прошлого столетия и по

настоящее время наблюдается снижение вылова. Динамика вылова рыбы определяется различиями в урожайности отдельных поколений рыб, связанных главным образом с влиянием климатических условий конкретного года.

Анализ данных показывает, что отмеченный рост величин уловов в 50-60-е гг. прошлого столетия, был тесно связан с ростом продукционного потенциала озера. В годы максимальных уловов рыбы трофический статус озера оценивался как переходный к мезотрофному, южные губы достигли эвтрофного состояния.

Исследования состояния ихтиофауны были проведены в северной части Ладожского озера (Якимварский залив) в районе форелевого хозяйства. Анализ опытных уловов показал, что в заливе рыбное население представлено 5 видами рыб, относящихся к 4 семействам: ряпушка, корюшка, плотва, окунь, ерш. В районе садков наиболее многочисленными видами были плотва, окунь, ерш.

Акватория Северной Ладоги отличается значительными глубинами, что и определяет наличие в этой части водоема таких пелагических видов как ряпушка и корюшка.

Ряпушка в Ладожском озере распространена по всему озеру и представлена двумя формами (мелкая форма и крупная – рипус). В водоеме имеются локальные стада ряпушки, каждое из которых характеризуется принадлежностью к определенному району. В карельской части водоема выделяется три отдельные популяции: шхерная, мантинсарская и восточная (Дятлов, 2002). Анализ данных вылова шхерной популяции ряпушки Якимварского залива показал, что в уловах доминировали рыбы на третьем- четвертом году жизни (около 70%). Предельный возраст составлял 10+. Половозрелой ряпушка становится на втором году жизни при достижении длины тела 10-14 см (в среднем 12 см) и массе 9-17 г (в среднем 12 г). По показателям линейно-веса роста ряпушка шхерной популяции занимает промежуточное положение среди трех стад Северной Ладоги. По типу питания ряпушка является типичным планктофагом. Исследования показали, что в рационе ряпушки Ладожского озера ведущую роль играют веслоногие и ветвистоусые ракообразные, их соотношение в пищевом спектре зависит от сезона года и определяется температурным режимом водоема.

Корюшка в пределах Ладожского озера встречается повсеместно. Ее миграции обусловлены двумя основными факторами: размножением и нагулом. В

нагульный период корюшка встречается как в прибрежной, так и в открытой частях водоема. В опытных уловах встречены особи одного – восьми лет, доминировали трех-четырёхлетки (более 60%). При сопоставлении линейного роста ладожской корюшки разных лет не наблюдаются значительных расхождений. Средний размер ладожской корюшки не превышает 10-12 см и массы 14-17 г. Анализ показателей роста свидетельствует, что в пределах одной возрастной группы отмечаются особи с большой разницей в длине и массе тела. Половой зрелости ладожская корюшка достигает на втором году жизни.

Плотва – стайная, исключительно многочисленная рыба, в водоеме распространена повсеместно. Неприхотлива к условиям обитания. Ее численность регулируется естественной смертностью, в малой степени выловом. Возрастной состав уловов в северной части Ладожского озера был представлен особями от 2+ до 10+, доминировали пяти и шестилетки (более 60%). Половое созревание наступает в 3 (самцы) – 4 (самки) года, при длине 12-15 см и массе 20-50 г. Сравнительный анализ роста плотвы показал, что линейно-весовые показатели рыб в районе форелевых садков по сравнению с плотвой из отдаленных участков водоема (контроль) значительно выше.

Окунь широко распространенный вид Ладожского озера, образует две экологические формы: мелкую, медленно растущую, обитающую в прибрежной зоне и крупную, быстрорастущую, обитающую на глубинах. Возрастной состав уловов окуня в районе садковых линий был представлен особями от 2+ до 9+, доминировали четырех-шестилетки (75%). Половой зрелости мелкая форма окуня достигает на 2-3 году жизни, при длине 13,5-15,0 см и массе 30-45 г. Сравнительный анализ роста окуня свидетельствует, что особи в возрасте 2+-6+ в районе садковых линий отличаются повышенными линейно-весовыми показателями, у рыб старше семилетнего возраста различия в росте не наблюдаются.

Ерш - стайная придонная рыба, в водоеме встречается повсеместно. Возрастной состав уловов был представлен четырьмя возрастными группами (1+ - 4+), доминировали трех-четырёхлетки (около 60%). Половой зрелости достигает в 2-летнем возрасте при длине 5-7 см и массе 4-5 г. Молодь питается планктонными ракообразными, но вскоре переходит на бентосное питание. Взрослый ерш

питается донными беспозвоночными, моллюсками, икрой и молодь рыб. В период нереста осенненерестующих видов (сиг, ряпушка) наносит им значительный урон, в большом количестве поедая их икру. Анализ роста ерша показал, что в районе форелевого хозяйства особи отличаются повышенными линейно-весовыми показателями.

Для характеристики пространственно - временной картины распределения рыб использовались индексы плотности, в качестве которых рассматривались уловы на единицу промыслового усилия. Мерой последнего являлся улов (экземпляры), полученный за единицу времени (час) на единицу площади (1000 м^2) сетного полотна. Анализ индекса плотности рыб (плотва, окунь, ерш) в районе садковых линий показал, что в придонном слое его величина составила $0,867 \text{ экз./м}^2 \times \text{ч} \times 10^3$.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что деятельность рыбоводческих хозяйств оказывает значительное влияние на структуру ихтиофауны Ладожского озера, которое выражается в том, что в процессе деятельности форелевых ферм увеличивается концентрация в водоеме биогенных веществ и это приводит к усилению процессов эвтрофирования. В районах размещения садковых линий рыбное население представлено главным образом весенне-нерестующими видами (карповые, окуневые более 90%).

2. Рыбное население Онежского озера в районе рыбной фермы

Онежское озеро является вторым по величине пресноводным водоемом Европы, важной водотранспортной магистралью и источником водоснабжения населенных пунктов и крупных промузлов. Площадь озера составляет 9890 км^2 , из которых 350 км^2 приходится на острова. Водоем глубоководный, максимальная глубина – 120 м, средняя – 30 м. Центральный глубоководный район, заливы Большое Онего и Повенецкий сохраняют олиготрофный характер. Крупные губы Кондопожская и Петрозаводская приобрели статус мезотрофных. Отдельные губы и участки приближаются к эвтрофным. В загрязненных губах прослеживается тенденция снижения разнообразия и численности гидробионтов.

Ихтиофауна Онежского озера представлена 36 видами (15 семейств), ее характерной особенностью является наличие ценных видов рыб. Разнообразие

условий обитания в водоеме определяет внутривидовую изменчивость у ряда лососевых, сиговых и других видов.

На долю Онежского озера приходится около 40% общего улова рыбы в пресных водах Карелии. Анализ рыболовной статистики показал, что видовой состав уловов представлен 10-12 видами рыб. Общий среднегодовой вылов рыбы в последние годы стабилизировался на уровне 15 тыс.т., при этом уловы базируются на добыче короткоцикловых раносозревающих видах – ряпушки и корюшки (50-80%).

Исследование выполнено в Лижемской губе Онежского озера (Кондопожский район РК). Река Лижма вытекает из оз. Кедрозеро, протекает через оз. Тарасмозеро и впадает в Онежское озеро (Лижемская губа). На озеро-речной системе р. Лижма располагаются два форелевых хозяйства – на оз. Тарасмозеро и в Лижемской губе Онежского озера. Оценка состояния экосистемы оз. Тарасмозера показала, что в данном водоеме увеличилась концентрация биогенных элементов, что привело к изменению в гидробиологическом сообществе. В составе фитопланктона стали доминировать диатомовые водоросли (до 90%). В зоопланктоне появились новые виды-индикаторы мезо - и эвтрофных условий. Резко увеличилась биомасса зоопланктона и бентоса. Выявленные изменения в сообществе гидробионтов, свидетельствуют о повышении трофического статуса данного водоема, которое постепенно переходит от олиготрофного к мезотрофному типу.

В Лижемской губе было выловлено и исследовано пять видов рыб: ряпушка, корюшка, плотва, окунь и ерш.

Ряпушка в водоеме распространена по всему озеру и представлена двумя формами (мелкая форма и крупная – килец). В водоеме имеются локальные стада ряпушки. Наиболее многочисленным является стадо ряпушки северо-восточной части Онежского озера. В опытных уловах возрастной состав ряпушки был представлен шестью возрастными группами. Наиболее многочисленными были четырех-шести летние особи, доминировали рыбы на пятом году жизни (около 45%). Длина рыб (ас) колебалась от 10 до 19 см, масса тела – от 6 до 70 г, преобладали особи длиной 17 см и массой 43 г. Ряпушка – раносозревающий вид, в

условиях Онежского озера она достигает половой зрелости в массе в возрасте 2+ - самцы (при длине 15 см), 3+ - самки (при длине 16 см).

Корюшка также широко распространена по акватории Онежского озера, встречается во всех его районах. В водоеме представлена двумя экологическими формами (озерно-речная и озерная). Озерно-речная форма нерестится в реках Шуе, Андоме, Водле, Вытегре и др. Озерная форма живет и размножается в озере и составляет основу промысла в водоеме. Анализ данных показал, что в период исследования максимальный возраст корюшки составлял 6+, доминировали четырехлетки (более 50%). Корюшка в Онежском озере не достигает больших размеров. В уловах преобладали рыбы длиной (ас) 12 см и массой тела 13 г. Межгодовые различия в линейном и весовом росте корюшки связаны с условиями нагула и численностью поколений.

Окунь – широко распространенный вид в акватории Онежского озера. В водоеме встречаются две экологические формы: мелкая прибрежная медленно растущая и крупная быстрорастущая форма, места обитания которой приурочены к открытым участкам озера. Возрастной состав улова окуня в Лижемской губе был представлен особями девяти возрастных групп, доминировали пятилетки (55%). Максимальный возраст выловленного окуня составил 10+. Длина рыб (ad) варьировала от 9 до 27 см, масса от 11 до 310 г. Половой зрелости окунь в условиях Онежского озера достигает в возрасте четырех лет при длине тела 15 см. Анализ роста не выявил существенных различий в линейно-весовых показателях рыб, обитающих в районе форелевого хозяйства и в открытой части Лижемской губы.

Плотва населяет преимущественно мелководные и богатые водной растительностью заливы. Анализ опытных уловов показал, что возрастной состав был представлен семью возрастными группами, доминировали шестилетки (38%). Длина рыб (ad) варьировала от 12,8 до 21,5 см, масса от 34 до 184 г. Половой зрелости плотва достигает в трехлетнем возрасте 12-15 см. Не отмечено различий в линейно-весовых показателях рыб, выловленных в районе садков и открытой части губы.

Ерш – широко распространенный и многочисленный вид Онежского озера. Встречается на мелководных участках и на глубинах до 70 м. Ерш является конкурентом в питании ценных видов рыб, оказывает отрицательное влияние на

сиговые виды, питаюсь их икрой. В уловах ерш был представлен тремя возрастными группами (1+- 3+), доминировали трехлетки (50%). Длина (ad) рыб варьировала от 7,1 до 12,6 см, масса от 3,5 до 13,5 г. Половой зрелости ерш достигает в возрасте 2 года при длине 6-7 см. Не было выявлено различий в показателях роста ерша, выловленного в районе садков и открытой части губы.

Анализ индекса плотности рыб (плотва, окунь, ерш) в районе садковых линий показал, что в придонном слое его величина составила $0,398 \text{ экз./м}^2 \times \text{ч} \times 10^3$.

3. Рыбное население озера Сямозеро в районе рыболовной фермы

Сямозеро – крупный рыбопромысловый водоем южной Карелии, относится к бассейну Онежского озера. Площадь водной поверхности озера около 260 км². Максимальная глубина 25 м, средняя – около 6 м.

Анализ многолетних исследований (более 75 лет) свидетельствует, что водоем претерпел значительные изменения в гидрологическом, гидрохимическом, гидробиологическом режимах в связи с антропогенным воздействием (Смирнов, 1939; Труды Сямозерской комплексной экспедиции, 1959, 1962; Решетников и др., 1982; Стерлигова и др., 2002). По цветности воды Сямозера ближе к мезогумозному классу, по содержанию фосфора – к мезотрофному типу (Озера Карелии, 2013).

До 1962 г. ихтиофауна озера была представлена 21 видом рыб (8 семейств) (Смирнов, 1939; Вебер и др., 1962). В дальнейшем она пополнилась еще тремя видами (корюшка, пелядь и угорь). Таким образом в настоящее время в озере насчитывается 24 вида (11 семейств) (Титова, Стерлигова, 1977).

Данные промысловой статистики промысла свидетельствуют о значительных колебаниях рыбопродуктивности водоема. Общая ихтиомасса всех видов рыб в 50-е годы оценивалась величиной 1800 т, или 67 кг/га. В 70-е годы – 3000 т, или 113 кг/га. Реальная продукция (вылов) в 40-50-е годы составляла 13-14 кг/га, в 80-90-е годы – 19-21 кг/га (Стерлигова и др., 2002).

Исследование состояния ихтиофауны было выполнено в южной части водоема (губа Сяргилахта). Массовыми видами в районе форелевого хозяйства были окунь, плотва и ерш.

Окунь является одним из самых распространенных видов. В водоеме встречается повсеместно. Мелкий окунь населяет мелководные губы, заросшие водной растительностью. Более крупные особи предпочитают луды в центральной части озера. Нерест окуня начинается в конце мая и продолжается до конца июня. Половозрелым окунь становится на третьем году жизни (2+) при длине 11-12 см и массе 20-30 г. Возрастной состав уловов окуня был представлен пятью возрастными группами (2+- 7+), доминировали четырех и пятилетки (65%). Рыбы в возрасте 2+- 5+ имели повышенные линейно-весовые показатели, по сравнению с особями, выловленными в центральной акватории водоема.

Плотва – массовый вид озера Сямозеро. Распределение плотвы меняется в зависимости от сезонов года. Наибольшие скопления наблюдаются в весенне-летний период в местах нереста. В период нагула плотва обитает в мелководных губах, имеющих богатую водную растительность. Половой зрелости в условиях Сямозера достигает на четвертом году жизни при средней длине 11 см и массе 18 г. Возрастной состав уловов плотвы в районе садкового хозяйства был представлен особями от пяти до восьми лет, доминировали 6-7 летки (около 70%). Длина рыб (ad) варьировала от 9,4 до 19 см, масса от 13 до 27 г. Анализ показателей роста показал, что в районе форелевого хозяйства (губа Сяргилахта) плотва по сравнению с рыбами, обитающими в центральной акватории водоема имеет повышенные показатели линейно-весового роста.

Ерш - широко распространенный вид в Сямозере. Встречается как в прибрежной, так и в центральной части водоема. Половой зрелости достигает в 2-3 года. При длине (ad) 4-6 см и массе 1,5-2,5 г. Быстрое созревание в раннем возрасте и высокая плодовитость позволяют ершу поддерживать большую численность и биомассу в водоеме. В опытных уловах ерш был представлен четырьмя возрастными группами (2+-5+), преобладали трех и четырех летки (70%). Рыбы всех возрастных групп в районе садковых линий имели повышенные линейно-весовые показатели.

Анализ индекса плотности рыб (плотва, окунь, ерш) в районе садковых линий показал, что в придонном слое его величины составила $0,532 \text{ экз./м}^2 \times \text{ч} \times 10^3$.

Выводы

1) Анализ видового состава аборигенной ихтиофауны в водоемах с товарным выращиванием форели показал, что в районах рыбоводных ферм массовыми видами являются представители карповых и окуневых рыб, главным образом плотвы, окуня и ерша. При этом в глубоководных участках крупных озер (Ладожское и Онежское) к многочисленным можно отнести короткоцикловые пелагические виды, такие как ряпушка и корюшка.

2) Влияние товарного рыбоводства на биологические показатели доминирующих видов рыб местной ихтиофауны проявляется в изменении темпа роста рыб, их плодовитости, расширении спектра питания рыб за счет кормов от форелевых ферм.

3) Сравнительный анализ популяционных параметров рыб в условно чистых акваториях и в районах форелевых комплексов свидетельствует, что рыбы у рыбоводных ферм в шхерной части Ладожского озера и губе Сяргилахта озера Сямозера имели повышенные линейно-весовые показатели, в Лижемской губе Онежского озера различия в росте отсутствовали.

4) Анализ индексов плотности рыб (плотва, окунь, ерш) в районе садковых линий показал, что в придонном слое его величина в Ладожском озере составила $0,867 \text{ экз./м}^2 \times \text{ч} \times 10^3$, в Лижемской губе Онежского озера - $0,398 \text{ экз./м}^2 \times \text{ч} \times 10^3$, в губе Сяргилахта озера Сямозера $0,532 \text{ экз./м}^2 \times \text{ч} \times 10^3$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что состояние ихтиофауны пресноводных экосистем Карелии в значительной степени определяется влиянием естественных и антропогенных факторов. При этом в последнее время отмечается усиление антропогенного воздействия. В Карелии в настоящее время действует 56 форелевых ферм. Объемы производства форели растут нарастающими темпами и превысили 22000 т/год (Государственный доклад..., 2017). Действующие рыболовные фермы являются локальными, но весьма значимыми источниками эвтрофирования водоема, а также источниками распространения паразитов способных вызвать эпизоотию аборигенных видов рыб.

Исследования показывают, что в районах размещения садковых линий рыбное население представлено главным образом весенне-нерестующими видами (карповые, окуневые более 90%). Наиболее существенное влияние аквакультуры выражается в том, что в процессе деятельности форелевых ферм увеличивается концентрация в водоеме биогенных веществ и это приводит к усилению процессов эвтрофирования. Источником этих веществ является корма и продукты метаболизма рыб. Анализ данных показал, что питание рыб является одной из ключевых причин агрегирования дикой рыбы у садков. В ходе исследований были установлены существенные различия в биомассе скоплений в зависимости от расположения фермы. Непрерывно поступающий доступный корм является основной причиной формирования скоплений рыб вокруг рыболовных ферм. Установлено, что как линейный, так и весовой темп роста рыб у садков значительно выше, чем в отдаленных участках исследуемых водоемов (оз. Ладожское, Сязозеро). Это связано с дополнительным питанием рыб остатками форелевого корма, вымываемого из садков. В Лижемской губе Онежского озера различия в росте рыб не выявлены, что может быть связано с хорошей проточностью в районе форелевого хозяйства, а также соблюдением объемов выращивания и норм кормления рыбы.

Анализ состояния рыболовства исследуемых водоемов показал, что в Ладожском озере в настоящее время отмечается снижение уловов практически всех промысловых видов, которое происходит при разном состоянии их запасов. Ряд видов переходит в категорию редких и исчезающих, численность других видов

снизилась, но они сохраняют промысловое значение. Основными антропогенными факторами, негативно действующими на состояние запасов таких видов как ряпушка, корюшка, озерные формы сига, судак, лещ являются несоблюдение режима рыболовства, превышение допустимого лимита вылова, загрязнение водоема предприятиями, включая форелевые фермы, браконьерство. Анализ данных статистики показывает, что в настоящее время отмечается снижение уловов практически всех промысловых видов, которое происходит при разном состоянии их запасов. Запасы мелкочастиковых рыб (плотва, окунь, ерш и др.) находятся в удовлетворительном состоянии, но используются не полностью.

Анализ рыбопромысловой статистики по Онежскому озеру показал, что видовой состав уловов представлен 10-12 видами рыб. При этом уловы на протяжении длительного времени базируются на добыче короткоциклового раносозревающего вида, для которых характерны высокие колебания численности и биомассы, таких как ряпушка и корюшка (50-80%). В тоже время анализ показывает, что за последние 80 лет наблюдается устойчивая тенденция к снижению сырьевой базы лососевых рыб, сига, судака. В целом изменения в ресурсной базе рыб Онежского озера коснулись в большей степени не абсолютных общих величин запаса, а структуры рыбной части сообщества, что ведет к снижению соотношения отдельных видов в промысле. В ресурсном плане недоиспользуются запасы карповых и окуневых видов рыб.

Таким образом, влияние форелевых хозяйств оказывает влияние в первую очередь на гидрохимический и гидробиологический режимы водоемов. Увеличение биогенных элементов усиливает процессы эвтрофирования водных экосистем, при котором преимущество получают весенне-нерестующие виды рыб (карповые и окуневые).

Список основных публикаций

Ильмаст Н.В., Кучко Я.А., **Милянчук Н.П.** Водные экосистемы особо охраняемых территорий Карелии // Известия Самарского научного центра РАН, том 17, №6. 2015. С.299-303. (РИНЦ)

Ильмаст Н.В., Кучко Я.А., Кучко Т.Ю., Беляев Д.С., **Милянчук Н.П.** Мониторинг экосистемы озера Гимольское (Республика Карелия) // Ученые записки Петрозаводского государственного университета 2017. №4 (165). С. 34-38. (РИНЦ)

Кучко Я.А., Ильмаст Н.В., Кучко Т.Ю., **Милянчук Н.П.** Зоопланктон как кормовая база европейской ряпушки шхерного района северной части Ладожского озера // Ученые записки Петрозаводского государственного университета 2017. № 2 (163). С. 39-45. (РИНЦ)

Савосин Д.С., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Савосин Е.С., **Милянчук Н.П.** Современное состояние популяции ряпушки *Coregonus albula* Гимольского озера (западная Карелия) // Ученые записки Петрозаводского государственного университета, 2018. № 3 (172). С. 52–57. (РИНЦ)

Савосин Д.С., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Кучко Я.А., **Милянчук Н.П.**, Беляев Д.С. Популяционные показатели сиговых рыб озера Гимольского (Карелия) // Вестник рыбохозяйственной науки 2016. Том 3. №4(12). С. 35-44. (РИНЦ)

Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., **Милянчук Н.П.** Рыбное население малых водоемов бассейна Онежского озера и перспективы их использования // Труды КарНЦ РАН. Биogeография 2018. №3 (в печати). (РИНЦ)

Ильмаст Н.В., Иванов С.И., Стерлигова О.П., **Милянчук Н.П.** Мониторинг состояния некоторых ресурсных видов рыб Онежского озера // Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. 2015. Пенза: РИО ПГСХА. С.33-35.

Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Кучко Я.А., Кучко Т.Ю., Савосин Д.С., Павловский С.А., **Милянчук Н.П.** Особенности гидробиоценозов озера Гимольское (Карелия) // Функционирование и динамика водных экосистем в условиях климатических изменений и антропогенных воздействий. Материалы 5-й

Международной конференции, посвященной памяти выдающегося гидробиолога Г.Г. Винберга. Санкт-Петербург: Издательство «ЛЕМА». 2015. С.93-94.

Савосин Д.С., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., **Милянчук Н.П.**, Беляев Д.С. Сиговые рыбы озера Гимольского (Республика Карелия) // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых видов рыб. Тезисы девятого международного научно-производственного совещания. Тюмень: Госрыбцентр, 2016. С. 85-86. Savosin D.S., Ilmast N.V., Sterligova O.P., Kuchko Ya.A., **Milyanchuk N.P.**, Belyaev D.S. Coregonids fishes of Lake Gimolskoye (Republic of Karelia) // Biology, biotechnology of coregonid fish stocks. IX International Scientific and Practical Workshop (Tyumen, Russia, December, 1-2, 2016). Abstracts. Tyumen: Gosrybzentr. 2016. P.181.

Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Кучко Я.А., Савосин Д.С., **Милянчук Н.П.** Сиговые рыбы оз. Каменного (ГЗ «Костомукшский») // Научные исследования в заповедниках и национальных парках России: Тезисы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 25-летию юбилею биосферного резервата ЮНЕСКО «Национальный парк «Водлозерский». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. С.88-89.

Ильмаст Н.В., **Милянчук Н.П.** Рыбные ресурсы пресноводных экосистем Карелии // Новые технологии в селекции и производстве продукции животноводства, растениеводства и рыбоводства. Материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск: ПетрГУ. 2018. С. 32-38

Милянчук Н.П., Ильмаст Н.В., Распутина Е.Н., Филатов И.В. Рыбное население Ладожского озера в условиях его хозяйственного использования // Биологические ресурсы: изучение, использование, охрана. Материалы IV Всероссийской научной конференции. Вологда: ВоГУ, 2018. С.46-50.

Распутина Е.Н., **Милянчук Н.П.**, Ильмаст Н.В., Кучко Я.А. Байкальский бокоплав (*Gmelinoides fasciatus* Stebbing) в питании рыб Ладожского озера // Биологические ресурсы: изучение, использование, охрана. Материалы IV Всероссийской научной конференции. Вологда: ВоГУ, 2018. С. 63-67.

Перечень всероссийских и международных конференций

Результаты научно-квалификационной работы представлены на 6 международных и всероссийских научных мероприятиях:

10-й Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2015).

5-й Международной конференции, посвященной памяти выдающегося гидробиолога Г.Г. Винберга «Функционирование и динамика водных экосистем в условиях климатических изменений и антропогенных воздействий» (Санкт-Петербург, 2015).

9-м Международном научно-производственном совещании «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых видов рыб» (Тюмень, 2016).

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 25-летию юбилею биосферного резервата ЮНЕСКО «Национальный парк «Водлозерский» (Петрозаводск, 2016).

Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Новые технологии в селекции и производстве продукции животноводства, растениеводства и рыбоводства» (Петрозаводск, 2018).

IV Всероссийской научной конференции «Биологические ресурсы: изучение, использование, охрана» (Вологда, 2018).

Конкурсные проекты, в рамках которых выполнялись исследования

Исследования выполнялись в рамках следующих проектов:

1. Проект № 0221-2015-0003 «Динамика изменений ихтиофауны пресноводных экосистем европейского севера России при климатическом и антропогенном воздействии», 2015-2017 гг., руководитель: д.б.н. Ильмаст Н.В.

2. Проект № 0221-2014-0038 «Закономерности функционирования и динамика сообществ гидробионтов водных экосистем Европейского Севера, 2017-2019 гг., руководитель: д.б.н. Ильмаст Н.В.

3. Проект № 0221-2018-0002 «Оценка антропогенных изменений и современное состояние разнообразия наземной и водной фауны позвоночных

животных Кольско-Карельского региона», 2018-2020 гг., руководители: д.б.н. Данилов П.И., д.б.н. Ильмаст Н.В

4. Проект Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук МК-5350.2015.4 «Паразитофауна мигрирующих птиц Карелии: особенности видового состава и факторы расширения ареала опасных гельминтозов (на примере отряда Гусеобразные)», 2015-2016 гг. руководитель: к.б.н. Яковлева Г.А.

5. Проект РФФИ № 18-04-00163 «Структура вида и процессы формообразования у сигов *Coregonus lavaretus sensu lato* в некоторых водоемах Фенноскандии», 2018-2020 гг., руководитель: д.б.н. Ильмаст Н.В.

6. Проект №137/17 «Ихтиологические, гидробиологические и паразитологические исследования водоемов заповедника Кивач: оценка состояния и пути сохранения редких и исчезающих видов гидробионтов», 2017 г., руководитель: д.б.н. Иешко Е.П.

7. Проект № 900005850 «Комплексная оценка влияния Костомукшского ГОКа на водные экосистемы», 2017 г., руководитель: д.б.н. Ильмаст Н.В.

8. Проект № 108 «Ихтиологические, гидробиологические и паразитологические исследования водоема заповедника Кивач: оценка состояния и пути сохранения редких и исчезающих видов гидробионтов», 2018 г., руководитель: д.б.н. Иешко Е.П.

9. Проект №110 «Исследование состояния оз. Елмозера при товарном выращивании форели», 2018 г., руководитель: д.б.н. Стерлигова О.П.

10. Проект № 111 «Исследование состояния оз. Сяргозера при товарном выращивании форели», 2018 г., руководитель: д.б.н. Стерлигова О.П.

11. Проект № 112 «Исследование состояния оз. Маслозера при товарном выращивании форели», 2018 г., руководитель: д.б.н. Стерлигова О.П.