ВЛИЯНИЕ РЫБОРАЗВЕДЕНИЯ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ ОЗЕРА ВЕЛЬЁ В 2015-2021 ГГ

Каурова З.Г., Петрова М.С., Таймусова Э.Н.

(ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»)

Ключевые слова: экология, Новгородская область, озеро Велье, рыбная продукция, гидробионты, импортозамещение.

РЕФЕРАТ

Озеро Велье — один из самых крупных водоемов Новгородской области. Оно входит в состав национального парка «Валдайский» и расположено на Валдайской моренной гряде. Однако экологические риски, обусловленные загрязнением водной среды в районах выращивания товарной аквакультуры, а также негативным влиянием рыбохозяйственной деятельности на окружающую среду, могут стать препятствием на пути дальнейшего использования акватории озера в рыбохозяйственных целях.

Обобщая полученные данные, можно констатировать следующее: в радиусе 100 метров от садков химический состав воды в столбе практически такой же, как в центральной части озера. Дисперсия привносимого вещества полученная, как эмпирическим, так и опытным путем соответствует 50 м. На расстоянии 50 м от садков класс качества воды 3 (умеренно загрязненная). Однако в 10-метровой зоне вода приобретает характеристику загрязненной. В этой части исследуемой акватории отмечаются превышения нормативных показателей по содержанию биогенных веществ на поверхности и у дна, причем в придонном горизонте численные показатели несколько выше, чем у поверхности. Вероятнее всего это связано с накоплением в придонном горизонте избыточно внесенных искусственных кормов. Даже при благоприятном температурном и кислородном режиме водоема такая ситуация не способствует выращиванию здоровой товарной рыбы. А отсутствие комплексных мониторинговых исследований может оставить незамеченными предпосылки к ухудшению качества воды в озере Велье.

ВВЕДЕНИЕ

Последние десятилетия в европейских морях отмечается сокращение запасов и резкое падение промысла ценных видов рыб. Загрязнение морских вод приводит к ухудшению качества рыбного сырья и продукции аквакультуры. Чтобы избежать экономических и экологических рисков, связанных с морским рыболовным промыслом, многие европейские государства стали использовать континентальные водоемы для рыборазведения и культивирования различных гидробионтов. [4, 6].

В Российской Федерации с 2014 года в свете выполнения программ импортозамещения, ситуация с развитием товарного рыбоводства изменилась в лучшую сторону. Значительными темпами стало развиваться товарное рыбоводство (аквакультура). Федеральными и региональными органами исполнительной власти принимаются и финансируются программы развития и поддержки этой отрасли.

Одним из лидеров по объемам производства в этой области сельского хозяйства стал Северо-Западный федеральный округ. В Карелии и Ленинградской области технологии индустриального выращивания радужной форели и других видов рыбы в природных водоемах с использованием садков доказали свою рентабельность [2,5,9].

По обеспеченности водными ресурсами Новгородская область не уступает Ленинградской области и республике Карелия. Принята и выполняется государственная программа «Развитие рыбохозяйственного комплекса Новгородской

области в 2014-2024 годах». Перспективным является пастбищное выращивание форели, судака, щуки, пеляди, ряпушки и других объектов аквакультуры. Большого роста объемов производства рыбной продукции удалось достичь, в том числе и за счет реализации инвестиционных проектов по выращиванию товарной рыбы в садках. [1]

Формирование рыбной продукции в рамках пастбищной технологии осуществляется за счет использования естественной, самовозобновляемой растительной и животной кормовой базы в водоемах.

Однако основываясь на принципе презумпции экологической опасности хозяйственной деятельности, на водоемах, где установлены садковые комплексы предусмотрено усиление охраны водных биологических ресурсов и среды их обитания, контроля качества воды, а также реконструкция и модернизация действующих рыбоводных организаций [2]. Эти действия вполне обоснованы, учитывая возникающие при садковом рыболовстве экологические риски. Согласно докладу ФАО и Всемирного фонда дикой природы (WWF), промышленное выращивание рыбы на акватории внутренних водоемов с нарушением правил и принципов устойчивого развития может нанести существенный ущерб не только здоровью экономически значимых групп гидробионтов, но и гидрэкосистемам в целом [7]. К экологическим рискам при садковом рыбоводстве можно отнести поступление непосредственно в водоем отходов жизнедеятельности выращиваемых гидробионтов, погибших особей и неис-

пользованного корма, которые могут стать питательной средой для развития патогенной микрофлоры [6,8].

Для предотвращения деградации эксплуатируемых гидросистем принято учитывать соотношение площадей садков и водоема, удельную рыбопродукцию и количество поступающих от садков загрязнений. [8]. Однако для решения вопроса о возможности размещения садкового хозяйства необходимо иметь также информацию о возможности водоема и к самоочищению. А для этого необходима информация о его трофическом уровне, антропогенной нагрузке. Информация о химическом составе и качества воды и условия их формирования имеют особую важность.

Таким образом, наилучшие прогнозы воздействия садковых хозяйств на водоемы дает оценка по количеству поступающих от садков загрязнений. Для этого требуется создание эффективной системы мониторинга и охраны водных ресурсов. Особенно это важно, когда садки устанавливаются на водоемах с особым охранным статусом, каким и является оз. Велье.

Озеро Велье — один из самых крупных водоемов Новгородской области. Оно входит в состав национального парка «Валдайский» и расположено на Валдайской моренной гряде. Озеро и его побережье используются для рекреационных целей, спортивной и любительской рыбалки. На озере установлены рыборазводные садки. С начала использования озера для садкового рыборазведения, местное население стало отмечать уменьшение уловов и сокращение видового состава рыбы, ежегодное цветение воды и ухудшение органолептических свойств воды. Возникла необходимость оценки воздействия садкового хозяйства на водоем. В 2014 г. исследователи СПбГУВМ при поддержке научного отдела национального парка «Валдайский» включились в программу комплексного изучения оз. Велье.

Цель настоящей работы - обобщение данных о воздействии форелевых садков на химический состав воды этого озера, полученных в период с 2014- по 2021гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в летний период. Исследования проб воды для гидрохимических исследований производились согласно общепринятым гидрохимическим методикам, содержащимся в РД 52.18.595-96.

Кроме этого, в задачи входило определение экологической нагрузки и расчет дисперсии привносимого со стороны садков органического вещества. Отбор проб проводился на озере Велье согласно ГОСТ 17.1.5.05-85.

В качестве критериев оценки качества воды использовались величины предельно допустимых концентраций веществ, указанные в Приказе Минсельхоза России от 13.12.2016 N552 «Об утверждении нормативов качества воды водных

объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». На основании полученных данных на основании ГОСТР58556-2019 рассчитывался класс качества воды.

Пробы отбирались на станциях, расположенных радиально в 10, 50 и 100 метрах от садков с поверхности и в придонном горизонте. В центральной части озера, максимально удаленной от источников потенциального загрязнения была установлена контрольная (фоновая) точка отбора проб.

За весь период проведения исследований концентрации нитратов, нитритов, ионов аммония, меди и железа в озере Велье не превышали установленных для рыбохозяйственных водоемов нормативов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Благоприятное протекание жизненных процессов у большинства гидробионтов происходит в слабощелочной или нейтральной среде. Заметные изменения рН могут являться показателем загрязнения воды промышленным или бытовыми стоками. В оз. Велье за весь период исследований водородный показатель изменялся в районе садков в узком диапазоне и в среднем по озеру составил рН 7.8 за весь период исследований.

Концентрация растворенного кислорода является одним из важных показателей для рыбохозяйствования. Уменьшение концентрации растворенного кислорода ниже 6 мгО₂/л приводит к ухудшению зоогигиенических условий. За 2014-2020 гг. концентрация растворенного кислорода изменялась в пределах от 6,6 до 8,9 мгО₂/л у поверхности и от 6,2 до 8 мгО₂/л у дна. За все время исследования показания выходили за пределы установленных нормативов. Наименьший показатель растворенного кислорода фиксировался в 10 метровой зоне садков у дна.

Суммарное количество содержания органических веществ в воде характеризуется показателем биологического потребления кислорода (БПК₅). Интенсивность биологического потребления кислорода в поверхностных водах подвержена суточным и сезонным колебаниям; зависимо от температуры, биохимической и физиологической активности микроорганизмов. Значительные отклонения величины БПК₅ от фоновых и нормативных показателей происходят в результате загрязнения вод органическим веществом. Биохимическое потребление кислорода за 5 суток БПК₅ при температуре 20°C под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать 2,1 мг/л. За весь период исследований году показатель БПК₅ колебался в диапазоне от 1,1 до 3,3 мг/л у поверхности и от 1,3 до 3 мг/л у дна. Нарушение установленных нормативов отмечалось ежегодно в 10 метровой зоне у садков от дна к поверхности. БПК₅ составляло здесь в среднем 2,3

и 2,6 мгО₂/л соответственно. Отклонение от нормативов наблюдалось так же в 50 метровой зоне у дна – в среднем 2,1 мгО₂/л. За все время исследования в 100 метровой зоне превышение установленных нормативов обнаружено не было.

Процесс эвтрофикации водоемов характеризуется увеличением концентрации ионов аммония. За все время исследования концентрация ионов аммония в 10 метровой зоне колебалась в диапазоне от 0,4 до 1,04 мг/л у поверхности и у поверхности, и от 0,42 до 1,17 мг/л у дна.

Наибольшая концентрация ионов аммония отмечалась в 2014, 2016 и 2018 году и составляла от 0,55 до 1,05 мг/л у поверхности и от 0,56 до 1,17 мг/л у дна, что является нарушением действующих нормативов. Наименьшая концентрация отмечается в 2017 году, где концентрация ионов аммония составляла 0,4 мг/л. у поверхности и 0,42 мг/л у дна.

За весь период исследования концентрация аммония аммиака в 50 метровой зоне колебалась в диапазоне от 0,25 до 0,8 мг/л у поверхности и от 0,3 до 0,9 мг/л у дна.

Наибольшая концентрация ионов аммония отмечалась в 2014 и 2015 году, где концентрация аммония составляла 0,5 мг/л у поверхности и 0,6 мг/л у дна в 2015 году и 0,8 мг/л у поверхности и 0,9 мг/л у дна, что превышает установленные нормативы согласно приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 года N552. Наименьшая концентрация отмечалась в 2017 году, когда концентрация ионов аммония составляла 0,25 мг/л на поверхности и 0,3 мг/л у дна. Наличие ионов аммония в 50 метровой зоне за все время исследований указывает на распространение загрязнений с садков течением воды, а постепенное уменьшение концентрации ионов аммония связано с процессом разбавления загрязняющих веществ массой воды.

В 100 метрах от садков за весь период исследований концентрация ионов аммония не превышали установленных нормативов. Концентрация ионов аммония здесь колебалась в диапазоне от 0,09 до 0,3 мг/л у поверхности и от 0,1 до 0,5 мг/л у дна.

Наличие нитритов обуславливается процессами разложения органических веществ и нитрификации. Нитриты являются токсичным веществом для рыб. Его опасность состоит в метгемоглобинообразующим действием. Взаимодействуя с гемоглобином крови, осуществляется окислительно-восстановительная реакция, сопровождающаяся окислением дезоксигемоглобина в метгемоглобин, что делает невозможным перенос кислорода кровью и вызывает удушье и гибель рыб.

В 2014-21 гг. уровень нитритов колебался в диапазоне от 0,01 мг/л до 0,2 мг/л у поверхности и от 0,01 до 0,23 мг/л у дна. Наименьший показатель наблюдался в центре озера, где концентрация нитритов находилась на уровне <0.01 мг/л. Наибольшая концентрация нитритов наблюда-

лась на станциях, рыбохозяйственного значения в 10 метровой зоне и составляла в среднем 0,23 мг/л у дна и 0,2 мг/л у поверхности, что превышает установленный норматив для водоемов первой категории. На расстоянии 50 м и у поверхности, и в придонном горизонте концентрация ионов аммония убывает и составляет 0,2-0,4 ПДКр. По достижению 100 метров концентрация ионов аммония сопоставима с фоновыми значениями в центре озера и находился на уровне чувствительности метода - <0.01 мг/л.

Высокий уровень концентрации нитратов указывает на ухудшение состояния водного объекта. Амплитуда колебаний может служить показателем эвтрофирования водного объекта и степени загрязнения азотосодержащими веществами. В 2015 году уровень нитратов колебался в диапазоне от 0,1 до 2 мг/л у поверхности и от 0,1 мг/л до 3 мг/л у дна. Наименьший показатель наблюдался в центре озера, где количество нитритов находилось на уровне чувствительности метода - <0.001 мг/л. Наибольшая концентрация нитритов наблюдалась на станциях, рыбохозяйственного значения в 10 метровой зоне, расположенной у садков, и составляла 0,25 мг/л у поверхности и 0,3 мг/л у дна, что нарушает установленные нормативы согласно приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 года N552. На удалении 50 и 100 метров концентрация нитратов изменялась в диапазоне от 0,3 мг/л до 2 мг/л на поверхности и от 0,5 мг/л до 3 мг/л у дна и не превышала установленные нормативы.

В 2014-2021 гг. уровень фосфатов изменялся в диапазоне от 0,03 до 0,24 мг/л у поверхности и от 0,03 мг/л до 0,26 мг/л у дна. Наименьшие величины наблюдались в центре озера, где концентрация фосфатов находилась на уровне чувствительности метода - <0.001 мг/л. Наибольшая концентрация фосфатов наблюдалась на станциях, рыбохозяйственного значения в 10 метровой зоне, расположенной у садков, и составляла на поверхности и в придонном горизонте 0,19 и 0,23 мг/л соответственно, что нарушает установленные нормативы согласно приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 года N552. Высокая концентрация фосфатов в 10 метровой зоне от садков скорее всего связана с поступлением в водоем избытка кормов, которые в дальнейшем разлагаются и оседают на дно. Часть кормов по разным причинам не может быть использована рыбой. Образованный избыток кормов и экскременты, выделяемые гидробионтами, являются источником фосфатов и азота в водоеме. Однако стоит выделить тот факт, что экскременты в меньшей степени загрязняют водоем, чем избыток кормов.

На удалении 50 и 100 метров от садков концентрация фосфатов за весь период исследований изменялась в диапазоне от 0,03 мг/л до 0,08 мг/л на поверхности и от 0,03 мг/л до 0,11 мг/л у дна и не превышала установленные нормативы.

В ходе проведения исследования в 2014 и 2021 году превышений ПДК по содержанию тяжелых металлов на всей акватории обнаружено не было. Уровень концентрации меди, свинца и железа на всех станциях находится на уровне чувствительности метода - $<0,001$ мг/л. Аналогичный результат был получен Московским государственным институтом имени Ломоносова в 2016 году.

Эмпирические данные хорошо соотносятся с расчетной величиной дисперсии привносимого вещества [10].

При расположении садков в районе озера, где глубина составляет 30 метров, расчетная дисперсия составляла 50 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных и на основании ГОСТР58556-2019 рассчитывался класс качества воды. В 10 метровой зоне воду можно отнести к 4 классу-загрязненные, в 50 и 100 зоне к умеренно загрязненным (3 класс качества).

Обобщая полученные данные, можно констатировать следующее: в радиусе 100 метров от садков химический состав воды в столбе практически такой же, как в центральной части озера. Дисперсия привносимого вещества полученная, как эмпирическим, так и опытным путем соответствует 50 м. На расстоянии 50 м от садков класс качества воды 3 (умеренно загрязненная). Однако в 10 метровой зоне вода приобретает характеристики загрязненная. В этой части исследуемой акватории отмечаются превышения нормативных показателей по содержанию биогенных веществ на поверхности и у дна, причем в придонном горизонте численные показатели несколько выше, чем у поверхности. Вероятнее всего это связано с накоплением в придонном горизонте избыточно внесенных искусственных кормов. Даже при благоприятном температурном и кислородном режиме водоема такая ситуация не способствует выращиванию здоровой товарной рыбы. А отсутствие комплексных мониторинговых исследований может оставить незамеченными предпосылки к ухудшению качества воды в озере Велье.

Возникающие экологические риски, которые обусловлены, с одной стороны, загрязнением водной среды в районах выращивания товарной аквакультуры, а с другой - негативным влиянием, оказываемым на окружающую среду ведением рыбохозяйственной деятельности, могут оказаться препятствием для дальнейшего использования акватории оз. Велье в рыбохозяйственных целях. Для предотвращения негативного воздействия садковых рыбных хозяйств при их проектировании, в зависимости от гидрологических особенностей водного объекта с учетом геохими-

ческого фона и биогенной нагрузки от других источников, должна определяться предельная мощность хозяйств. При этом следует обращать особое внимание на водоемы с особым охранным статусом снижая для них предельную нагрузку. Необходимо контролировать строгое выполнение рыбоводами технических регламентов и природоохранных норм, ограничивая или прекращая договорные отношения с их нарушителями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление правительства Новгородской области от 17 октября 2013 года N 275 О государственной программе Новгородской области "Развитие рыбохозяйственного комплекса Новгородской области в 2014 - 2024 годах"
2. Борисов Д. В. Развитие фермерской аквакультуры как фактор повышения устойчивости сельских территорий // Развитие регионального АПК в XXI веке: тенденции и перспективы: Материалы межд. Научно-практ. конф. Рос. Акад. С. Наук. Сиб. Региональное отделение, ГНУ СибНИИЭСХ. Барнаул. 2010. С. 137-142.
3. Гимбатов Магомед Гимбагович Перспективы развития аквакультуры (рыбоводства) во внутренних водоемах республики Дагестан // РППЭ. 2021. №6 (128).
4. Львов Ю. Б. Кластерное рыбоводство как способ повышения интенсивности производства рыбной продукции // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2015. № 4. С. 109-120.
5. Матросова Светлана Владимировна, Ильмаст Николай Викторович, Хуобонен Марина Энсиовна, Бомбина Мария Сергеевна Эффективность выращивания радужной форели в условиях садкового хозяйства // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2015. №8 (153).
6. Мухачев Игорь Семенович Озерное товарное рыбоводство ориентировано на стабильное развитие // Наука без границ. 2018. №3 (20).
7. Мухачев И. С. Озерное товарное рыбоводство. СПб: «Лань». 2013. 400 с.
8. Старко Н. В. Основные подходы к расчету максимального экологически возможного производства рыбы в садках в конкретном водоеме // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2013. №4.
9. Стерлигова Ольга Павловна, Китаев Станислав Петрович, Ильмаст Николай Викторович Состояние некоторых водоемов северной Карелии и их использование для товарного выращивания радужной форели // Труды Кольского научного центра РАН. 2012. №3.).
10. Шилин М.Б., Саранчова О.И. Полярная аквакультура. - СПб, изд. РГТМУ, 2005.- 172 с.

INFLUENCE OF FISH FARMING ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF LAKE VELJO WATER IN 2015-2021

*Z.G. Kaurova, M.S. Petrova, E.N. Taymusova
(St. Petersburg State University of veterinary medicine)*

Key words: ecology, Novgorod region, Lake Velie, fish products, hydrobionts, import substitution.

Lake Velie is one of the largest reservoirs in the Novgorod region. It is part of the Valdai National Park and is located on the Valdai Moraine Ridge. However, environmental risks caused by pollution of the aquatic environment in areas where commercial aquaculture is grown, as well as the negative impact of fishery activities on the environment, can become an obstacle to further use of the lake water area for fishery purposes.

Summarizing the data obtained, we can state the following: within a radius of 100 meters from the cages, the chemical composition of the water in the column is practically the same as in the central part of the lake. The dispersion of the introduced substance obtained, both empirically and experimentally, corresponds to 50 m. At a distance of 50 m from the cages, water quality class 3 (moderately polluted). However, in a 10-meter zone, the water acquires the characteristic contaminated. In this part of the studied water area, the normative indicators for the content of biogenic substances on the surface and at the bottom are exceeded, and in the near-bottom horizon the numerical indicators are slightly higher than at the surface. This is most likely due to the accumulation of excessively introduced artificial feeds in the bottom horizon. Even with a favorable temperature and oxygen regime of the reservoir, such a situation does not contribute to the cultivation of healthy marketable fish. And the lack of comprehensive monitoring studies may leave unnoticed the prerequisites for the deterioration of water quality in Lake Velje.

REFERENCES

1. Decree of the Government of the Novgorod region of October 17, 2013 N 275 On the state program of the Novgorod region "Development of the fishery complex of the Novgorod region in 2014 - 2024"
2. Borisov D. V. Development of farm aquaculture as a factor in increasing the sustainability of rural areas // Development of the regional agro-industrial complex in the XXI century: trends and prospects: Proceedings of the Int. Scientific and practical conf. Grew up. Acad. S. Science. Sib. Regional branch, State Scientific Institution SibNIIESH. Barnaul. 2010. S. 137-142.
3. Gimbatov Magomed Gimbagovich Prospects for the development of aquaculture (fish farming) in the inland waters of the Republic of Dagestan // RPPE. 2021. No. 6 (128).
4. Lvov Yu. B. Cluster fish farming as a way to increase the intensity of fish production // Vestnik AGTU. Ser. : Fish industry. 2015. No. 4. S. 109-120.
5. Matrosova Svetlana Vladimirovna, Ilmast Nikolay Viktorovich, Huobonen Marina Ensiovna, Bombina Maria

Sergeevna Efficiency of growing rainbow trout in conditions of cage farming // Scientific Notes of Petrozavodsk State University. 2015. No. 8 (153).

6. Mukhachev Igor Semenovich Lakeside commercial fish farming is focused on sustainable development // Science without borders. 2018. No. 3 (20).

7. Mukhachev IS Ozerne commercial fish breeding. SPb: "Doe". 2013. 400 s.

8. Starko NV Basic approaches to calculating the maximum ecologically possible fish production in cages in a specific water body // Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century. 2013. No. 4.

9. Sterligova Olga Pavlovna, Kitaev Stanislav Petrovich, Ilmast Nikolai Viktorovich The state of some water bodies of northern Karelia and their use for commercial cultivation of rainbow trout // Proceedings of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012. No. 3.).

10. Shilin M.B., Saranchova O.I. Polar aquaculture. - SPb, ed. RGGMU, 2005.- 172 p.

DOI: 10.52419/issn2072-6023.2021.4.119

УДК: 637:623.454.862

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Гапонова В.Н., orcid.org/0000-0001-8528-7992

(ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»)

Ключевые слова: радиационная безопасность, мясо, молоко, цезий-137.

РЕФЕРАТ

Интенсивное использование радиоактивных изотопов в промышленности, ненормированные выбросы продуктов ядерного деления в окружающую среду постепенно увеличивают уровень естественного радиационного фона. В результате чего существует проблема ведения сельского хозяйства, основного производителя продовольствия для населения, сырья для промышленности, связанная с контролем уровня загрязнения почвы, воды, а также продуктов животноводства. Необходим постоянный контроль содержания цезия-137 в продукции животного происхождения как в Северо-Западном регионе, так и в других субъектах Российской Федерации.

ВВЕДЕНИЕ

Длительное время радионуклиды естественного и искусственного происхождения загрязняют окружающую среду. Более 60 лет в результате многочисленных испытаний ядерного оружия, крупных радиационных аварий, применении нового медицинского оборудования, развития про-

мышленности, использующей радиоактивные изотопы и ненормированных выбросов продуктов ядерного деления в окружающую среду уровень естественного радиационного фона постепенно увеличивает своё значение [1,2,4].

В связи с чем возникла проблема ведения сельского хозяйства, основного производителя продовольствия для населения и сырья для про-