

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт

рыбного хозяйства и океанографии»

(ФГБНУ «ВНИРО»)

X международная научно-практическая конференция молодых учёных

и специалистов

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

10-11 ноября 2022 года, г. Москва

Москва

Издательство ВНИРО

2022

Рецензенты:

Буяновский А.И., д.б.н., главный научный сотрудник отдела гидробионтов прибрежных экосистем ФГБНУ «ВНИРО»;

Микодина Е.В., д.б.н., профессор МГУТУ им. К.Г. Разумовского;

Симдянов Т.Г., к.б.н., доцент кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

С56 **Современные** проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы X международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов / Под ред. И.И. Гордеева, А.С. Сафронова, А.А. Смирнова, К.К. Киввы, О.В. Воробьевой, Л.О. Архипова, О.А. Мазниковой, Е.В. Лаврухиной, А.А. Сумкиной – М.: Изд-во ВНИРО, 2022. – 416 с.

Логотип конференции – Мария Норкина. Оформление обложки – И.И. Гордеев.

Влияние различного типа засоления на выживаемость икры речного окуня в зависимости от стадии ее развития

К.С. Якубова¹, П.Б. Михеев^{1,2}, Ю.В. Вяткина¹, М.А. Бакланов¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь,

²Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Хабаровск

E-mail: karina.yakubova.01@list.ru

Аннотация. Целью данного исследования явилась экспериментальная оценка выживаемости личинок речного окуня *Perca fluviatilis* до момента выклева из икринок. Нами было проведено тестирование толерантности икры окуня к засолению на 5-й стадии (органогенез) и 8-й (личинки перед выклевом) стадиях развития. Второй целью нашего исследования являлся сравнительный анализ токсичности поваренной соли NaCl и вещества солеотвалов с использованием икры окуня в качестве тест-объекта. При сравнении влияния воздействия двух различных типов солей – хлорида натрия и вещества солеотвалов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей, была выявлена большая летальность икры и личинок при воздействии последних. Икра на более поздней стадии развития характеризуется повышенной чувствительностью к засолению.

Ключевые слова: речной окунь, техногенное засоление, температура, выживаемость икры, выживаемость личинок и молоди.

В результате разработок месторождений соли, а также использования соледержащих реагентов или «дорожной соли» в зимний период для борьбы с гололедом на дорогах, происходит засоление природных ландшафтов, в том числе аквальных. Следствием этого являются экосистемные трансформации, связанные с образованием контрастных геохимических аномалий с повышенным содержанием водорастворимых солей на значительном удалении от источников засоления.

Россия является одним из мировых лидеров по производству калийных и магниевых солей. Их добыча производится в Пермском крае в пределах Верхнекамского месторождения, побочным эффектом которого является техногенное засоление водной среды. Исследования химического состава воды, водорослевой флоры, зоопланктона, макрозообентоса и рыб рек бассейна Камы, подверженных засолению, показывают значительные биотические трансформации на участках рек с высокой концентрацией солей. Негативное воздействие техногенного засоления на водную биоту может быть усилено в современных условиях изменения климата.

Целью данного исследования явилась экспериментальная оценка выживаемости икры и личинок пресноводных рыб в условиях повышенной температуры и солености. В качестве модельного объекта использован речной окунь *Perca fluviatilis*, который является одним из наиболее распространенных видов эврибионтных пресноводных рыб в бореальной водной среде. Известно, что для стадии икринки характерна высокая смертность, однако в литературе отсутствуют сведения о различии стадий эмбрионального развития речного окуня по чувствительности к засолению. Нами было проведено тестирование толерантности икры окуня к засолению на 5-й стадии (органогенез) и 8-й (личинки перед выклевом) стадиях развития. Кроме того, поскольку отходы соледобычи имеют большое количество примесей (Van Dam et al., 2014), второй целью нашего исследования являлся сравнительный анализ токсичности поваренной соли NaCl и вещества солеотвалов с использованием икры окуня в качестве тест-объекта. Рабочей гипотезой исследования являлось предположение о большей токсичности отходов соледобычи по сравнению с хлоридом натрия, а также большая смертность эмбрионов на более ранней стадии развития.

Икру собирали в прибрежье Мотовилихинского пруда (Пермь, Россия). В целях обеззараживания в лабораторных условиях икру обрабатывали 1 % раствором формалина, после чего помещали по 30-35 икринок в чашки Петри с тестируемым раствором в трех повторностях. Продолжительность эксперимента составила 16 дней для икры на 5 стадии и 10 дней для икры на 8 стадии.

В эксперименте было задействовано два типа соли: хлорид натрия и вещество солеотвалов Верхнекамского месторождения солей. Концентрация соли, используемая в эксперименте, составляла 4 г/л, 8 г/л, 12 г/л, 16 г/л, 20 г/л и 24 г/л. Для создания фоновых условий использовали водопроводную воду. Подсчет мертвых и живых икринок проводили каждый день, мертвая икра не изымалась. Эксперимент проходил при температурных условиях, оптимальных для нереста и развития икры окуня (8-15°C).

При солености 20 и 24 г/л 100% икринок на стадии органогенеза (5 стадия) гибли в течение первых суток. В условиях солености 16 и 12 г/л икринки погибали на 4 и 8 сутки с начала эксперимента соответственно, развитие личинок внутри оболочек не происходило. При концентрации 8 г/л личинки характеризовались большой встречаемостью аномалий развития, выклевались лишь единичные экземпляры. К концу эксперимента продолжительностью 18 суток, в растворе хлорида натрия смертность составила 100-53% икринок (для трех повторностей) и 100-86% для икринок в растворе отходов соледобычи. В условиях солености 4 г/л, смертность к концу эксперимента была близка фоновым значениям (43-24 %) и составила 26-20% в растворе NaCl и 71-27% в растворе вещества солеотвалов.

Икринки, помещенные в условия повышенной минерализации на последнем – 8-м этапе развития зародыша перед выклевом из икринки, характеризовались большими темпами смертности. При концентрации солей свыше 12 г/л гибель личинок происходила в течение первых суток с начала эксперимента. При концентрации 8 г/л все икринки гибли по прошествии 10 суток. Как в фоновых условиях, так и при минерализации 4 г/л массовый выклев личинок из икринок отмечался на 10 сутки с начала эксперимента, показатели смертности были близки.

Показательным явилось сравнение динамики смертности эмбрионов речного окуня на 5-й и 8-й стадиях развития при концентрации 8 г/л. На 8 сутки эксперимента смертность эмбрионов на 8 стадии развития эксперимента близилась к 100 %. Данный показатель для икры на 5 стадии развития составил 41% в среднем для трех повторностей. Кроме того, показатели смертности у икринок, помещенных в раствор отходов соледобычи, были достоверно ($p < 0,05$) выше по сравнению с раствором хлорида натрия

Результаты проведенного исследования подтверждают нашу первую гипотезу. Нами была выявлена повышенная смертность икринок помещенных в раствор солей – отходов соледобычи, что может свидетельствовать об их большей токсичности. Основу отходов соледобычи составляют комплекс основных ионов, а именно Na, Ca, Mg, Cl, SO₄ и HCO₃, которые, как правило, считаются малотоксичными (Kunz et al., 2013). Однако повышенное содержание таких микроэлементов и металлоидов, как Al, As, Cu, Cd, Ni и Zn, может являться дополнительным фактором повышения смертности, как ввиду прямого токсического эффекта, так и ввиду сложных взаимодействий между основными ионами и микроэлементами.

Икра на более поздней стадии развития характеризуется повышенной чувствительностью к засолению, что противоречило нашим ожиданиям. Объяснением может являться онтогенетическая динамика проницаемости хориона. На ранних стадиях развития, в частности стадии органогенеза, хорион обеспечивает большую степень защиты эмбриона. Однако перед выклевом происходит синтез определённых ферментов, которые приводят к рассасыванию зародышевых оболочек и повышают проницаемость оболочки икры для растворенных в воде соединений (Yamagami, 1988).

Кроме того, результаты этого проекта не подтвердили результаты нашего предыдущего опыта, показавшего возможность икры и личинок окуня выживать при температуре 23,4°C в солености до 20 г/л, что значительно выше видовой нормы.

В дальнейшем планируется продолжение экспериментальной работы по влиянию множественных стрессоров на раннее развитие и выживание ранних стадий жизни рыб.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-20069, <https://rscf.ru/project/22-24-20069/> и при финансовой поддержке Правительства Пермского края в рамках научного проекта № 22-24-20069.

Список литературы

Van Dam R.A., Harford A.J., Lunn S.A., Gagnon M.M. 2014. Identifying the cause of toxicity of a saline mine water. PLoS ONE, 9, e106857.

Kunz J.L., Conley J.M., Buchwalter D.B., Norberg-King T.J., Kemble N.E. et al. 2013. Use of reconstituted waters to evaluate effects of elevated major ions associated with mountaintop coal mining on freshwater invertebrates. Environmental Toxicology and Chemistry 32: 2826–2835.

Yamagami K. 1988. Mechanisms of hatching in fish. Fish Physiol. 11, 447–499.