

АННОТАЦИЯ

диссертации на тему: **«Разработка технологии криоконсервации половых продуктов самцов судака (*Sander lucioperca*) для искусственного воспроизводства в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ)»** на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D08401-Рыбное хозяйство и промышленное рыболовство»

Мусиной Айнуры Данияровны

Общая характеристика работы. Диссертационная работа представляет собой экспериментальное исследование, направленное на разработку технологии криоконсервации спермы судака (*Sander lucioperca*) для применения в аквакультуре. В работе проведена комплексная оценка качественных показателей репродуктивных продуктов самцов в нативном состоянии, исследовано влияние различных криопротекторных сред и режимов замораживания на выживаемость сперматозоидов после размораживания, а также определены оптимальные условия долгосрочного хранения криоконсервированного материала. На основании полученных экспериментальных данных разработан технологический протокол криоконсервации спермы судака, предназначенный для практического использования в системах искусственного воспроизводства с применением установок замкнутого водоснабжения.

Актуальность темы.

Биологические особенности судака (выраженная сезонность созревания половых продуктов, асинхронность нереста, повышенная чувствительность производителей к стрессу, особенно в условиях УЗВ) усложняют синхронизацию самцов и самок и повышают риск срыва нереста. В этих условиях криоконсервация спермы судака позволяет долговременно сохранять ценный генофонд и редкие племенные линии; уменьшать численность самцов в маточном стаде и тем самым снижать затраты на его содержание; гибко планировать сроки инкубации и запуск молоди; безопасно обмениваться племенным материалом между хозяйствами и регионами, снижая эпизоотические риски. Несмотря на очевидные преимущества, вопросы оптимизации протоколов криоконсервации спермы судака (выбор состава разбавителей и криопротекторов, режимы замораживания и оттаивания, оценка оплодотворяющей способности после хранения) остаются недостаточно проработанными. Это определяет необходимость проведения комплексных исследований, направленных на совершенствование методов криоконсервации спермы судака и обоснование их практического применения в современных системах интенсивной аквакультуры (УЗВ).

Актуальность исследования заключается в разработке технологии криоконсервации спермы судака (*Sander lucioperca*), что имеет важное значение для повышения эффективности процессов искусственного воспроизводства, в частности при использовании установок с замкнутым водоснабжением (УЗВ). Как хищный вид, судак отличается сложностью в получении и содержании производителей так как он требует живого корма,

склонен к каннибализму и чувствителен к стрессу, что затрудняет получение качественного полового продукта. Применение криоконсервации позволяет сохранять генетический материал, стабилизировать процесс оплодотворения и использовать сперму вне сезона нереста. Создание криобанков спермы высококачественных производителей природных популяций обеспечивает сохранение генофонда и способствует устойчивому развитию аквакультуры.

На сегодняшний день разработаны и внедрены методы криоконсервации более чем 300 видов рыб, включая как пресноводные, так и морские таксоны. Наибольшее внимание уделено лососёвым и карповым, а также осетровым и сиговым, для которых созданы многочисленные протоколы. В ряде стран (США, Великобритания, Украина, Чехия, Германия, Франция, Бразилия, Новая Зеландия и др.) функционируют криобанки спермы, используемые для сохранения генофонда и селекционных целей. Международные организации, включая ФАО, признают криоконсервацию важным инструментом сохранения генетических ресурсов и развития аквакультуры.

К сожалению, в Казахстане данное направление пока остаётся недостаточно развитым из-за ограниченного числа исследований и отсутствия специализированных криобанков. Несмотря на наличие первых протоколов криоконсервации спермы судака для лабораторных и хозяйственных условий, до настоящего времени отсутствует комплексная технология, адаптированная к условиям интенсивной аквакультуры (УЗВ) и задачам селекционного совершенствования маточного стада. Таким образом, исследования по криоконсервации спермы судака представляют собой актуальное направление для сохранения генетического биоразнообразия и повышения эффективности рыбного хозяйства, что особенно важно для развития отечественной аквакультуры.

Цель исследования. Разработать и оптимизировать методы криоконсервации спермы судака (*Sander lucioperca*) для повышения эффективности управляемого искусственного воспроизводства, в условиях интенсивной аквакультуры (УЗВ).

Задачи исследования. В соответствии с целью были сформированы следующие задачи

1. Изучить качество спермы судака в нативном состоянии, включая объём эякулята, внешний вид, удельную концентрацию и подвижность.
2. Изучить и оптимизировать условия содержания производителей судака (*Sander lucioperca*) в УЗВ с целью получения спермы, максимально пригодной к криоконсервации»
3. Изучить влияние различных криопротекторных сред, температурного режима замораживания и условий хранения на функциональные показатели спермы судака после размораживания.
4. Разработать технологический протокол замораживания, хранения и дефростирования спермы судака.

Объекты исследования. Половозрелые самцы судака (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) — представителя отряда Perciformes, семейства Percidae, и получаемый от них репродуктивный материал (сперма).

Методы исследования. В диссертационной работе использован комплекс полевых, лабораторных, криобиологических, молекулярно-генетических и статистических методов, включающий отлов и биолого-морфологический анализ самцов судака из естественных водоёмов, преднерестовое содержание производителей в условиях УЗВ, всестороннюю оценку нативной и криоконсервированной спермы, а также последующую математико-статистическую обработку экспериментальных данных.

Научная новизна диссертационной работы.

Впервые для условий Казахстана проведено комплексное исследование нативных и криоконсервированных сперматозоидов судака (*Sander lucioperca*), направленное на научное обоснование технологии их криоконсервации для дальнейшего применения в искусственном воспроизводстве. Работа стала первым исследованием, в котором локальный генофонд судака оценён не только по свежеполученной сперме, но и по результатам криохранения с последующим размораживанием, что обеспечивает принципиально новый подход к формированию репродуктивных ресурсов.

Впервые получен и систематизирован массив спермы самцов судака из трёх водоёмов Казахстана. Установлены естественные диапазоны изменчивости объёма эякулята, концентрации сперматозоидов и показателей их подвижности, что формирует новую научную базу по виду и устраняет существующий пробел в отечественной литературе.

Впервые экспериментально обоснованы условия содержания производителей судака в установках замкнутого водоснабжения, обеспечивающие получение спермы, пригодной к криоконсервации. Определена зависимость качественных характеристик спермы от параметров гормональной стимуляции, что позволило установить биологически и технологически оптимальные режимы преднерестовой подготовки.

Впервые установлены и количественно подтверждены оптимальные параметры криоконсервации спермы судака, включая состав и концентрацию криозащитных сред, эффективные соотношения, а также температурные режимы охлаждения, замораживания и хранения. Показаны условия, при которых сохраняется максимальная постразмораживающая подвижность сперматозоидов, что позволяет говорить о высокой воспроизводимости методики и её применимости на практике.

Впервые разработан технологический протокол криоконсервации спермы судака, адаптированный к физиологическим особенностям вида и к условиям аквакультуры Казахстана.

Теоретическое значение работы. Полученные результаты уточняют представления о качестве спермы судака в нативном состоянии и её реакциях на криоконсервацию. Установленные закономерности изменения подвижности, концентрации и жизнеспособности сперматозоидов при использовании разных криозащитных сред и температурных режимов дополняют теоретические знания о физиологии размножения судака. Эти данные расширяют научную базу для разработки биотехнологий

искусственного воспроизводства и криосохранения генетического материала пресноводных рыб.

Практическое значение работы. Полученные результаты имеют существенное прикладное значение для современного рыбоводства, программ искусственного воспроизводства и селекционной работы с судаком. Разработанный технологический протокол криоконсервации спермы обеспечивает длительное и стабильное хранение репродуктивного материала, что позволяет формировать криобанки генофонда и использовать их в процессе селекции высокопродуктивных линий. Создание таких биоресурсов даёт возможность проводить отбор и скрещивание лучших производителей вне зависимости от сезона, физиологического состояния или доступности самцов в период нереста.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. С возрастом у самцов судака статистически значимо увеличивается концентрация спермы и функциональная зрелость гонад. Концентрация возрастает от $\sim 10 \times 10^9$ /мл у двухлетних до более 18×10^9 /мл у пятилетних и описывается линейной зависимостью ($y = 2,9867x + 7,5282$; $R^2 = 0,9751$), что подтверждается положительной корреляцией с возрастом ($r = 0,64$; $p < 0,0000000001$).

2. Качество спермы судака определяется условиями водоёма и индивидуальными особенностями производителей, показатели спермы самцов одного возраста 3+–4+ выше во Вячеславском водохранилище ($17,6 \pm 0,93 \times 10^9$ /мл; $88,59 \pm 2,19$ %; $69 \pm 4,2$ с), чем в Бирсуатском ($13,4 \pm 0,81 \times 10^9$ /мл; $81,52 \pm 1,98$ %; $55 \pm 3,8$ с) при меньшем объёме эякулята. Коэффициент упитанности характеризуется умеренной связью с объёмом эякулята ($R^2 = 0,464$) и не может служить основным критерием отбора производителей.

3. Комбинированное применение хорионического гонадотропина и нерестовых гнёзд обеспечивает максимальную эффективность стимуляции самцов судака, что проявляется 100 % текучестью, латентным периодом 12–18 ч и наибольшими показателями спермы — $1,2 \pm 0,2$ мл, $9,7 \pm 0,3 \times 10^9$ /мл, $95,5 \pm 1,5$ % и $63,2 \pm 2,5$ с — по сравнению с отдельным использованием методов.

4. Применение ДМСО эффективно при концентрации 10 %, обеспечивая выживаемость сперматозоидов $68,2 \pm 2,24$ в соломинках и $58,8 \pm 2,16$ % в эппендорфах, тогда как при 20 % без изменения состава среды она снижается до $10,6 \pm 0,88$ и $7,2 \pm 1,04$ % соответственно ($p < 0,01$). В ионно-сбалансированной среде 18 % ДМСО сохраняет высокую эффективность, обеспечивая подвижность $52,2 \pm 1,44$ % в соломинках и $41,0 \pm 1,2$ % в эппендорфах.

5. Эквilibрация перед замораживанием является обязательным технологическим этапом, повышающим посткриогенную сохранность сперматозоидов судака. При использовании 10 % ДМСО выживаемость с эквilibрацией увеличивается до $68,2 \pm 2,24$ и $58,8 \pm 2,16$ % в соломинках и эппендорфах соответственно против $64,8 \pm 2,56$ и $56,8 \pm 2,2$ % без неё, а при 20 % ДМСО — до $10,6 \pm 0,88$ и $7,2 \pm 1,04$ % против $8,2 \pm 0,64$ и $6,6 \pm 0,72$ % ($p < 0,01$), что сопровождается повышением подвижности сперматозоидов.

Личный вклад автора. Заключается в непосредственном участии в полевых работах по отбору производителей судака, самостоятельном выполнении лабораторных исследований по анализу нативной и криоконсервированной спермы, подготовке и проведении процедур криоконсервации, интерпретации и статистической обработке результатов, а также в разработке и оформлении технологического протокола криоконсервации и основных разделов диссертации.

Апробация работы. Апробация основных результатов исследования осуществлялась на ряде международных и республиканских научных мероприятий. Материалы диссертационной работы были представлены на III Международном форуме «Диалог молодых учёных: Science Talks» (2023), на международной научной конференции студентов и молодых учёных «Фараби Әлемі» (2025), а также на научно-практической конференции с международным участием «Опыт и перспективы развития декоративной и товарной аквакультуры» (2025). Результаты исследования обсуждались на заседаниях профильных кафедр и в Казахстанско-Чешском международном научном центре аквакультуры при НАО Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, где получили положительную оценку специалистов. Основные положения диссертации нашли отражение в разработанных методических рекомендациях по криоконсервации репродуктивных клеток ценных видов рыб и в практических рекомендациях по биотехническим приёмам искусственного воспроизводства судака в условиях УЗВ (2023), а также подтверждены патентом на полезную модель «Способ искусственного нереста судака».

Публикации. Публикации по теме диссертации включают 10 научных работ, из которых 2 статьи опубликованы в международном журнале Caspian Journal of Environmental Sciences (Scopus, Q2), 4 статьи — в журналах из перечня ККСОН РК: Вестник науки КАИТУ им. С. Сейфуллина (2023), Вестник ЗКТУ им. Жангир хана (2025), Вестник КазНУ. Серия биологическая (2023). Также опубликованы две работы в материалах международных конференций (Science Talks, 2023; Фараби Әлемі, 2025), получен патент на полезную модель № 9752 «Способ искусственного нереста судака» и изданы 2 рекомендации при НАО КАТИУ им. С. Сейфуллина (приказ №14 от 23 октября 2023 года).