

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ИКРЫ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *ONCORHYNCHUS MYKISS* (*SALMONIFORMES*) ЙОДИНОЛОМ ПРОТИВ ВИРУСОВ

© 2023 г. С.Л. Рудакова¹ (spin: 2178-1140), Н.В. Дыкина¹ (spin: 1187-9322),
Ю.П. Щелкунова² (spin: 2010-9370), Ю.А. Новоселова² (spin: 5924-0795),
С.А. Рекордатова² (spin: 7672-1921), И.Ю. Кропачева² (spin: 5511-4564)

*1 – Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Россия, Москва, 105187*

*2 – Филиал по пресноводному рыбному хозяйству Всероссийского научно-
исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИИПРХ),
Россия, Моск. обл., пос. Рыбное, 141821
E.mail: rudakova@vniro.ru*

Поступила в редакцию 20.06.2023 г.

Проведение дезинфекции икры радужной форели раствором препарата йодинол в течение 30 мин. на этапе активации и набухания, обеспечивают высокую сохранность икры, личинок и молоди при выращивании в УЗВ в течение 3 мес. Показана высокая эффективность использования раствора препарата йодинол (100 мг/мл активного йода) для обработки оплодотворённой икры форели против вирусов инфекционного некроза гемопоэтической ткани и геморрагической септицемии.

Ключевые слова: радужная форель, йодинол, дезинфекция икры, вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани, вирус геморрагической септицемии, вирус инфекционного некроза поджелудочной железы.

ВВЕДЕНИЕ

Болезни рыб в условиях индустриальной аквакультуры являются серьёзным лимитирующим фактором для устойчивого роста производства продукции. При отсутствии профилактики и контроля, они могут привести к экономическим потерям отдельных предприятий и в целом – отрасли. Сегодня имеется достаточно возможностей для борьбы с большинством болезней, путём настройки технологии выращивания рыб, в соответствии с имеющимися факторами риска, которые характерны именно для данного региона, вида рыб и особенностей среды их выращивания. Это позволяет противостоять вспышкам большинства бактериальных и паразитарных болезней. Более серьёзные проблемы в хозяйствах возникают при

заносе вирусов с посадочным материалом или с водой из открытого водного источника, в котором находится природный очаг патогена. На сегодняшний день против вирусных болезней нет адекватной терапии, и заражённая рыба подлежит полному уничтожению. Поэтому главные направления борьбы с вирусными заболеваниями – профилактика и контроль распространения, в том числе и дезинфекция.

В большинстве стран мира на рыбных хозяйствах для профилактики вирусных болезней применяется дезинфекция оплодотворённой икры йодофорами. Данный препарат токсичен для биологических мембран, поэтому дезинфицируют исключительно оплодотворённую икру (Aquatic animal..., 2022). Эффективность обработок оплодот-

ворённой икры от большинства вирусов рыб и отсутствие негативного воздействия йодофора на выживаемость икры и молоди были показаны во многих экспериментальных исследованиях (Amend, 1974; Wood, 1979; Chalupnicki et al., 2011; Рахконен и др., 2013; Aquatic Animal..., 2022).

В аквакультуре Российской Федерации для профилактики вирусных инфекций рекомендовано обрабатывать икру другим йодсодержащим препаратом – йодиол (Сборник инструкций..., 1998). Несмотря на то, что йодиол и йодофоры имеют одно действующее вещество, активный йод, который в растворе этих препаратов содержится в одинаковой дозировке (100 мг/мл), их действие на биологические мембраны значительно отличается (Мохнач, 1974). Ранее модифицированный метод обработки икры нерки раствором препарата йодиол был проведён на рыболовных заводах Камчатки. Препарат добавляли к икре после внесения молока, для активации оплодотворения (Рудакова и др., 2020). Выяснили, что йодиол является безопасным для выращенной молоди и может использоваться для дезинфекции сперматозоидов и перивителлинового пространства икры от вирусов, способных сохраняться внутри икринки. А, следовательно, такой способ дезинфекции является перспективным для борьбы с вирусами, передающимися потомству внутри икринки. В зарубежной литературе мы не нашли упоминание об использовании препарата йодиол в рыболовстве, это российский бренд. Также в доступной литературе мы не нашли исследований с препаратом йодиол, показывающих его эффективность в борьбе с вирусами рыб.

Анализ литературных данных (Завьялова и др., 2017; Наумова и др., 2016)

показал, что в настоящее время на форелевых рыболовных хозяйствах Северо-Востока, Юга России, а также в Абхазии широко распространены три вирусных заболевания. Это инфекционный некроз гемопоэтической ткани (IHN), вирусная геморрагическая септицемия (VHS) и инфекционный некроз панкреатической ткани (IPN), которые вызывают одноименные вирусы (IHNV, VHSV, IPNV, соответственно). Эти вирусы вызывают тяжелые заболевания и массовую гибель молоди разных видов рыб, в том числе радужной форели, выращиваемых в аквакультуре. Перечисленные выше заболевания включены в Российский Перечень заразных и иных болезней животных (Приказ Минсельхоза России..., 2011), а IHN и VHS также включены в Перечень заболеваний Международного эпизоотического бюро (МЭБ) (Aquatic Animal..., 2022), которые необходимо контролировать на государственном уровне. Поэтому было важно оценить эффективность воздействия раствора препарата йодиол именно на эти три вируса.

Цель работы – оценить эффективность и безопасность обработки икры форели препаратом йодиол во время оплодотворения, а также показать эффективность такой обработки против вирусов инфекционного некроза гемопоэтической ткани, вирусной геморрагической септицемии и инфекционного некроза панкреатической ткани.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводили на экспериментальной базе филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») в период нерестовой кампании радужной форели в феврале 2023 г.

Для дезинфекции икры использовали коммерческий препарат йодиол

(Производитель ЗАО НПП «Фармакс») с концентрацией активного йода 1 г/л. Для приготовления раствора препарата йодиола с концентрацией 100 мг/л, его разводили в 10 раз, добавляя к 1 части препарата 9 частей чистой технологической воды из УЗВ (установка замкнутого типа), контролировали рН раствора (6,5–7,5).

В ходе исследований предстояло решить две задачи:

1) оценить влияние препарата йодиола в концентрации 100 мг/л активного йода на выживаемость икры, личинок, мальков при его использовании во время оплодотворения на этапе активации спермиев;

2) определить эффективность обработки препаратом йодиола в концентрации 100 мг/л активного йода оплодотворенной икры радужной форели, зараженной вирусами IHNV, VHSV, IPNV.

1. В исследовании использовали икру радужной форели, полученную от одной самки и сперму от пяти самцов. Перед оплодотворением икру и эякулят разделили весовым методом на две равные партии, вариант 1 (опыт) 150 г. – 2239 икринок и вариант 2 (контроль) 157 г – 2156 икринок.

Условия проведения опыта по оценке влияния препарата йодиола на выживаемость икры, личинок, мальков при его использовании во время оплодотворения на стадии активации приведены в таблице 1.

Всю полученную икру и сперму разделили на два варианта, отличия которых состояли в следующем:

1 (опыт) для активации спермиев в процессе оплодотворения вносили раствор препарата йодиола, в соотношении 1:10, набухание икры также проходило в растворе препарата йодиола ($V=500$ мл);

2 (контроль) для активации спермиев в процессе оплодотворения внесли оплодотворяющий раствор «Активатор А7», в соотношении 1:10, набухание икры проходило в технологической воде ($V= 500$ мл).

По завершении процесса набухания икру разместили в двух ящиках инкубационного аппарата вертикального типа «Стеллаж» с замкнутым циклом водоснабжения, V каждого ящика 10 л. Инкубация проходила при средней температуре $7,4^{\circ}\text{C}$ на протяжении 60 сут. Через 17 дн. после вылупления личинки радужной форели встали на плав, после чего из инкубационного аппарата были перенесены в два отдельных прямоугольных бассейна (50x30x270 см), где через двое сут. был начат прикорм и последующее кормление. Всего опыт продолжился 117 дн.

Средний вес икры, личинок и молоди радужной форели определяли поштучным прижизненным взвешиванием. Для кормления в первые 10 сут. использовали стартовый корм «Акватех 0,3–0,6 ЭСКЛ 61/11», далее мальков кормили кормом КРЛС 0,4–0,6 62/10 до конца эксперимента 30 сут. Характеристика химического состава кормов представлена в таблице 2. Осмотр и ручную выборку отхода икры, личинок и молоди проводили ежедневно, чистку мальковых бассейнов проводили два раза в день, дополнительных профилактических обработок икры, личинок и молоди форели не проводили.

2. Для заражения икры использовали изоляты вирусов инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV), инфекционного некроза панкреатической ткани (IPNV), вирусной геморрагической септицемии (VHSV) из рабочих коллекций специалистов ФГБНУ «ВНИРО», которые хранились при -20°C не более 1 мес. Схема эксперимента представлена в таблице 3.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ

Таблица 1. Условия проведения эксперимента по обработке икры раствором препарата йоди-нол для оценки выживаемости эмбрионов, личинок и молоди

№ варианта	1	2
Название варианта	Опыт	Контроль
Количество икринок, шт.	2238	2156
Оплодотворение	Йодинол	Активатор А7
Время экспозиции	1 мин	
Промывка водой	3 раза	
Набухание	Йодинол	Вода
Время набухания	30 мин	
Промывка водой	3 раза	
Температура, °С	9,5	

Таблица 2. Химический состав комбикормов для молоди радужной форели

Шифр комбикорма	Фракция	Содержание, %						Валовая энергия, МДж/кг
		сырой протеин	сырой жир	влага	сырая зола	клетчатка	БЭВ	
Акватех ЭСКЛ	0,3–0,6	61	11	6	10,4	0,8	9,1	нет данных
КРЛС 2/23	0,4–0,6	58	10	7	8	0,23	14,5	20,8

Примечание: БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества.

Таблица 3. Условия проведения эксперимента по определению эффективности обработки икры, заражённой вирусами IHNV, VHSV, IPNV, раствором препарата йоди-нол.

№ партии		1	2	3	4	5	6	7
Название партии		Контроль IHNV	Опыт IHNV	Контроль VHSV	Опыт VHSV	Контроль IPNV	Опыт IPNV	Отрицательный контроль
Необходимые компоненты	Количество икринок, шт.	200	200	200	200	200	200	100
	Титр вирусов для заражения, ТЦД50/мл	10 ⁷		10 ⁷		10 ⁷		–
	Объём вирусной суспензии, мл	26	26	26	26	26	26	0
	Количество матрасов (25см ³) с клетками ЕРС, шт.	3	3	3	3	3	3	3

Таблица 3. Окончание

№ партии		1	2	3	4	5	6	7
Название партии		Контроль IHNV	Опыт IHNV	Контроль VHSV	Опыт VHSV	Контроль IPNV	Опыт IPNV	Отрица- тельный контроль
Ход эксперимента	Заражение вирусом, 30 мин.	да	да	да	да	да	да	нет
	Обработка, 30 мин.	Вода	Йоди- нол	Вода	Йоди- нол	Вода	Йоди- нол	Вода
	Промывка		Вода, 3 раза по 50 мл					

Икру радужной форели отобрали в рыбоводном цехе, после оплодотворения и промывки в воде, поместили в стерильный культуральный флакон и доставили в лабораторию. Икру разделили на 7 партий, указанных в таблице 3. Заражение проводили методом ванн и инкубировали на орбитальном шейкере в условиях постоянного перемешивания (50 качаний в мин.). После инкубации икры с вирусами в опытную партию добавили раствор препарата йодинол для её обеззараживания, а в партии положительных контролей вирусов и отрицательного контроля – дистиллированную воду. После промывки икры во флаконы добавили клеточную суспензию перевиваемой линии ЕРС в среде Игла MEM-10 и снова инкубировали на шейкере. Затем клеточную суспензию из флаконов с икрой переливали в культуральные флаконы и инкубировали при 15°C в термостате в течение 14 дн.

Культивирование и заражение перевиваемых клеток проводили в соответствии с общепринятой методикой (Сборник инструкций, 1998). После заражения ежедневно проводили микропирование монослоя клеток на наличие цитопатического действия вируса. Спустя 14 дн. после заражения клеток,

содержимое культуральных флаконов отбирали и использовали для титрования на 96-луночных культуральных планшетах по общепринятой методике (Сборник инструкций, 1998). По его результатам через 2 недели был произведён подсчёт титров вирусов (десятичный логарифм тканевой цитопатогенной дозы 50 в 1 мл вирусной суспензии –lg ТЦД50/мл) по методу Рида и Менча (Лабораторный практикум., 1983).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты работы по оценке влияния обработки раствором препарата йодинол икры, во время оплодотворения, на выживаемость эмбрионов и молоди радужной форели представлены в таблице 4. За время эксперимента значимых отличий в отходе опытной группы и контрольной не наблюдали (рисунок).

Наибольший отход личинок зафиксирован в период перехода на экзогенное питание и начало кормления стартовым кормом, что обычно наблюдается при выращивании радужной форели. Эмбриональное развитие икры и физиологическое состояние выращиваемой молоди в опыте и контроле не отличались.

Таблица 4. Результаты эксперимента по обработке икры раствором препарата йодиол для оценки выживаемости эмбрионов, личинок и молоди радужной форели

№ п/п	Этап развития	Т, °С	O ₂ , мг/л	N, %	Продолжительность этапа, сут.	Средняя масса, мг		Среднее количество, шт.		Отход, шт.	
						О	К	О	К	О	К
1	Инкубация икры и выдерживание свободных эмбрионов	6,2	11	-	10	70	70	2238	2156	12	8
		6,2	11	-	10			2226	2148	8	9
		5	11	-	10			2218	2139	5	7
		5	10	-	10			2213	2132	10	3
		10	10	-	10			2203	2129	6	8
		12	11	-	10			2197	2121	4	2
		14	11	-	17			2193	2119	6	10
2	Личинки, смешанное питание	15,2	9	6,15	3	137	145	2187	2109	7	8
3	Молодь экзогенное питание	15,2	11	6,15	5	237	278	2180	2101	13	8
4	Молодь экзогенное питание	15,2	10	4,72	10	449	473	2167	2093	8	8
5	Молодь экзогенное питание	15,8	10	4,72	10	1118	1137	2159	2085	5	10
6	Молодь экзогенное питание	17,0	10	4,72	10	2010	1930	2154	2075	5	7

Примечание: Т, °С – средняя температура воды за этап выращивания; O₂, мг/мл – среднее значение содержания в воде кислорода за период выращивания; N,% – количество вносимого корма от биомассы; О – опыт, К – контроль

Ранее мы проводили оценку безопасности применения обработки икры нерки раствором препарата йодиол на рыболовных заводах Камчатки. Результаты многолетней практики использования такой обработки в масштабах рыболовного завода показали её безопасность и отсутствие негативного воздействия на выживаемость и качество икры, личинок и молоди нерки (Рудакова и др., 2020, Рудакова, 2020). В данной работе применяли аналогичную схему

эксперимента, однако количество икринок было намного меньше, так как работа проводилась на экспериментальной базе «ВНИПРХ». Биология и условия выращивания нерки и радужной форели существенно отличаются, поэтому для того, чтобы рекомендовать данную методику дезинфекции икры в производственных масштабах, мы провели её апробацию на радужной форели. Наше исследование показало, что обработка икры радужной форели раствором пре-

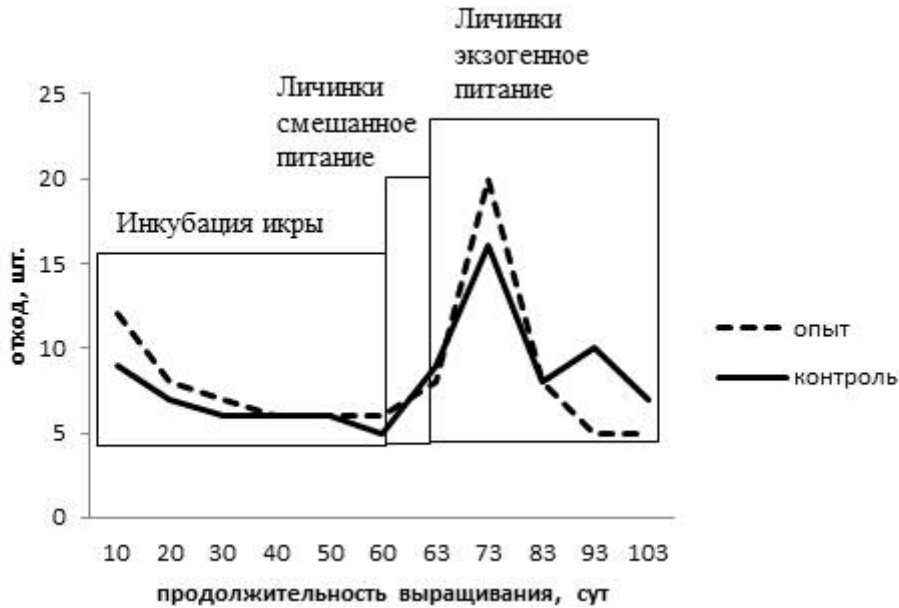


Рис. Влияние обработки раствором препарата йодинол на выживаемость эмбрионов, личинок и молоди радужной форели.

парата йодинол (100 мг/мл активного йода) во время оплодотворения вместо воды на этапе активации и последующего набухания, не приводит к увеличению отхода эмбрионов, личинок и молоди.

Далее рассмотрим результаты нашего исследования по определению воздействия йодинола на выживаемость вирусов на поверхности оплодотворённой икры радужной форели (табл. 5).

Поскольку сам факт безопасности обработки икры раствором препарата йодинол не означает, что эта обработка будет давать эффективную защиту от особо опасных вирусов, то исходя из полученных данных (табл. 5), можно сделать вывод, что благодаря обработке раствором препарата йодинол в концентрации 100 мг/л в течение 30 мин. при 10°C вирус IHNV (в данной концентрации) погибает полностью, в то время как VHSV в опыте на одном матрасе из 6-ти показал не эффективность обработки. Однако, как видно из таблицы 4, средний титр вируса VHSV из контроля был очень высоким – 11,82, а после обработки йодинолом достаточно низким

4,85 lg ТЦД50/мл. Самым устойчивым к обработке икры йодинолом оказался IPNV, из 6-ти матрасов в 3-х было обнаружено ЦПД, причем титр вируса был высоким 7,1 lg ТЦД50/мл. Титр IPNV в контроле не удалось рассчитать. В отрицательном контроле признаков ЦПД на монослое клеток ЕРС отсутствовали.

Данная схема определения эффективности обработки икры, заражённой вирусами, дезинфицирующими препаратами использовалась ранее в работах зарубежных исследователей (Amend, 1974; Goldes, Mead, 1995; Chalupnicki et al., 2011). Авторами показана эффективность обработок икры лососей и радужной форели различными йодофорами с разной концентрацией активного йода. Нами ранее были проведены исследования, которые показали эффективность именно раствора препарата йодинол (концентрация активного йода 100 мг/мл) против вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани, которым заражали оплодотворённую икру радужной форели. В работе отработали схему проведения эксперимента

Таблица 5. Результаты эксперимента по определению эффективности обработки икры, заражённой вирусами IHNV, VHSV, IPNV раствором препарата йодионол

№ партии	Название партии	Т, °С	Время инкубации, сут.	Результаты эксперимента			
				1 оператор		2 оператор	
				ЦПД, три повторности	Средний титр вируса, lg ТЦД _{50/мл}	ЦПД, три повторности	Средний титр вируса, lg ТЦД _{50/мл}
1	Контроль IHNV	15	14	+++	6,81	+++	н/д
2	Опыт IHNV			---	-	---	-
3	Контроль VHSV			+++	11,82	+++	н/д
4	Опыт VHSV			---	-	+-	4,85
5	Контроль IPNV			+++	н/д	+++	н/д
6	Опыт IPNV			---	-	+++	7,1
7	Отрицательный контроль			-	-	-	-

Примечание: Т, °С – температура инкубации; н/д – нет данных; + есть признаки ЦПД; – нет признаков ЦПД.

на небольшом количестве икринок в одной повторности (Рудакова и др., 2022). Именно эта схема легла в основу настоящих исследований.

Рассмотрим отличия общепринятой схемы дезинфекции икры (Сборник инструкция..., 1998; Aquatic Animal ..., 2022) и предложенной нами модификации. При нашем методе раствор препарата йодионол в процессе обводнения икры поступает вместе с семенной и овариальной жидкостью в перивителлиновое пространство и способствует более эффективной дезинфекции. По литературным данным большое количество вируса содержится именно в жидкостях, которые омывают половые продукты рыб (Batts, 1987; Mulcahy, Pascho, 1984; Yoshimizu et al., 1989). Являясь органическими веществами, семенная и овариальная жидкости будут связывать

активный йод в процессе оплодотворения, снижая эффективность дезинфекции. Так, по литературным данным, во время «нулевой» дезинфекции (во время оплодотворения) уровень йода в массе икры снижается до 52 мг/л через 10 мин. (потеря 44%), авторы связывают это с избытком спермы, т.к. йод поглощается органикой (Jensen et al., 2009). По данным Бэттс с соавторами (Batts et al., 1991) 99,9% IHNV инактивируется после 7,5 секундного контакта с активным йодом в концентрации 0,1 мг/л. Таким образом, использование йодионола вместо воды при оплодотворении икры будет способствовать инактивации патогенов на поверхности сперматозоидов и попаданию активного йода в перивителлиновое пространство икринки, что увеличивает вероятность успешной дезинфекции. Все те патогены, которые

остались на поверхности оплодотворенной икры будут уничтожены в процессе набухания икры в рабочем растворе йодиола в течение 30 мин. После оплодотворения икринки через поры впитывают некоторое количество воды, затем оболочка набухает, и становится более прочной, защищая образовавшийся зародыш. Последующая дезинфекция затрагивает только поверхность икринки, но уже не проникает внутрь.

В литературе имеется ряд экспериментальных работ, направленных на изучение эффективности обработки икры йодофорами. В эксперименте (Eskildsen, Vestergaard Jorgensen, 1974) при использовании йодофора с концентрацией 80–100 мг/л в течение 5 мин. было уничтожено 90% IPNV и 99,9% VHSV с поверхности икры лососевых. Йодофоры, такие как Actomar K30 инактивируют вирус VHSV в течение 4 мин. при концентрации активного йода 100 мг/л (Ahne, Held, 1980). По данным Грукок и др. (Grooscock et al., 2013) дезинфекция йодофором с концентрацией 100 мг/л в течение 30 мин. икры судака полностью уничтожала VHSV, а при выдерживании в концентрации 50 мг/л обеззараживание было малоэффективным.

Несмотря на продемонстрированную эффективность йодофоров в частности против IPNV *in vitro* (Ahne et al., 1989), ряд исследований (Bullock et al., 1976; Dorson et al. 1997) показали, что обработка йодофором икры форели на стадии глазка не предотвращает вертикальную передачу вируса. Так, в исследовании Dorson и др. (Dorson et al., 1997) йодофор с концентрациями активного йода от 25 до 200 мг/л активного йода не препятствовал распространению IPNV, впоследствии вирус был выделен из всех мальков. Авторами было выдвинуто предположение, что IPNV мог находиться внутри икринок. Вирусы могли

попасть в икринку во время оплодотворения через микропиле, отверстие, благодаря которому сперматозоиды могут проникать в яйцеклетку. По окончании набухания вирус остается «запечатанным» внутри икринки. А т.к. йодофор не способен проникать внутрь оплодотворенной икры, то поверхностная дезинфекция может быть неэффективна.

Сомнительные результаты дезинфекции йодиолом против IPNV в нашей экспериментальной работе могли быть вызваны использованием его после оплодотворения икры. Из-за уплотнения оболочки оплодотворенных икринок, йодиол не может проникнуть в перивителлиновое пространство и уничтожить вирусы, которые изначально присутствовали в половых продуктах. В процессе промывки некоторые икринки могли повреждаться, а их содержимое, в том числе вирусы, попадать в раствор, либо вирулентность IPNV была очень высокой.

Резюмируя результаты наших исследований можно утверждать, что обработка икры радужной форели йодиолом (концентрация активного йода 100 мг/л) во время осеменения на этапе активации спермы и последующего набухания в свежем растворе препарата йодиол, не приводят к увеличению отхода икры, личинок и молоди. Кроме того, показана высокая эффективность использования йодиола для обработки оплодотворенной икры радужной форели от IHNV и VHSV и сомнительная от IPNV.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Завьялова Е.В., Дрошнев А.Е., Богданова П.Д. и др. Анализ текущей эпизоотической ситуации по болезням рыб в России // Scientific Light. 2017. № 2. С. 47–51.

- Лабораторный практикум по болезням рыб.* / Под ред. Мусселиус В.А. М.: Лег. и пищ. промышленность, 1983. 296 с.
- Мохнач В.О. Йод и проблемы жизни. Л.: Изд-во «Наука», 1974. 254 с.
- Наумова А.М., Наумова А.Ю., Логинов Л.С. Эпизоотологический мониторинг рыбоводных хозяйств и рыбопромысловых водоёмов России // Труды ВНИРО. 2016. Т. 162. С. 97–103.
- Приказ Минсельхоза России от 19.12.2011 № 476 «Об утверждении перечня заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин)». (Электронный ресурс) – URL: https://rsnadzor.ru/f/perechen_476.pdf (дата обращения 25.05.2023).
- Рахконен Р., Веннерстрем П., Ринтамяки П., Каннел Р. Здоровая рыба. Профилактика, диагностика и лечение болезней. Хельсинки, Изд-во: НИИ охотничьего и рыбного хозяйства Финляндии, 2013. 181 с.
- Рудакова С.Л. Профилактика и контроль распространения вирусных болезней на предприятиях аквакультуры // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоёмов и объектов разведения, технологии выращивания. Материалы международной конференции. Новосибирск, Издательство: ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, 2020. С. 134–136.
- Рудакова С.Л., Бочкова Е.В., Волкова Т.В. и др. Модификация метода профилактической обработки икры нерки йодином на ЛРЗ Камчатки // Труды ВНИРО. 2020. Т. 182. С. 141–151.
- Рудакова С.Л., Щелкунова Ю.П., Новосёлова Ю.А. и др. Предварительные результаты по использованию йодиола для профилактики инфекционного некроза гемопоэтической ткани у радужной форели (экспериментальные данные) // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. Сборник материалов II Всероссийской научной конференции, посвящённой 90-летию Камчатского филиала «ВНИРО». Петропавловск-Камчатский, Издательство: Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО», 2022. С. 195–199.
- Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. М.: Отдел маркетинга АМБагро, 1998. 510 с.
- Ahne W., Held C. Untersuchungen über die viruzide Wirkung von Actomar K30™ auf fischpathogene Viren // Tierärztliche Umschau: Zeitschrift für alle Gebiete der Veterinärmedizin. Konstanz, Germany, 1980. V. 35. P. 308–318.
- Ahne W., Kelly R.K. Factors affecting the transmission and outbreak of infectious pancreatic necrosis (IPN). In: Lillelund K., Rosenthal H. (eds.) // Fish Health Protection Strategies. Bonn: BMFT, 1989. P. 19–67.
- Amend D.F. Comparative toxicity of two iodophors to rainbow trout eggs // Transaction of the American Fisheries Society. 1974. V. 103. N. 1. P. 73–78.
- Aquatic Animal code (Электронный ресурс). URL: https://rr-africa.woah.org/wp-content/uploads/2022/09/en_csaa-2022.pdf (дата обращения 31.05.2023 г.)
- Batts W.N. Factors affecting the binding of IHNV virus to salmonid sperm cells // Fish Health Section, American Fisheries Society Newsletter 15. 1987. P. 3.
- Batts W.N., Landolt M.L., Winton J.R. Inactivation of Infectious Hematopoietic Necrosis Virus by low levels of iodine // Applied and Environmental Microbiology. 1991. V. 57. N. 5. P. 1379–1385.
- Bullock G.L., Rucker R.R., Amend D.H. et al. Infectious pancreatic necrosis: transmission with iodinetreated and nontreated eggs of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) // Jo. Fisheries Research Board of Canada. 1976. V. 33. P. 1197–1198.
- Chalupnicki Marc A., Ketola H. George, Starliper Clifford E. et al. Efficacy and Toxicity of Iodine Disinfection of Atlantic Salmon Eggs // North American Jo. Aquaculture. 2011. V. 73 (2). P. 124–128.
- Dorson M., Rault P., Haffray P. et al. Waterhardening rainbow trout eggs in the

presence of an iodophor fails to prevent the experimental egg transmission of infectious pancreatic necrosis virus. Bull. European Association of Fish Pathologists. 1997. V. 17. N. 1. P. 13–16.

Eskildsen U.K., Vestergaard Jorgensen P.E. Jodophorer som desinfektionsmiddel i dambrugene // Ferskvandsfiskeribladet. 1974. V. 12. P. 152–155.

Goldes S.A., Mead S.L. Efficacy of iodophor disinfection against egg surface-associated infectious hematopoietic necrosis virus // The Progressive Fish Culturist. 1995. V. 57. N. 1. P. 26–29.

Groocock G.H., Getchell R.G., Cornwell E.R. et al. Iodophor Disinfection of Walleye Eggs Exposed to Viral Hemorrhagic Septicemia Virus Type IVb // North American Jo. Aquaculture. 2013. V. 75. N. 1. P. 25–33.

Jensen O.T., Sweeten T., Damon W., McLean W.E. Salmonid egg research at the Pacific Biological Station (2002 to 2004), with special interest in Atlantic salmon (*Salmo salar*) // Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences 2838. Canada. 2009. P. 54.

Mulcahy D., Pascho R.J. Adsorption to fish sperm of vertically transmitted fish viruses // Science. 1984. V. 225. P. 333–335.

Wood J.W. Diseases of Pacific salmon, their prevention and treatment // St. Washington, Department of Fisheries, Hatchery Division. 1979. P. 39.

Yoshimizu M., Sami M., Kimura T. Survivability of infectious hematopoietic necrosis virus in fertilized eggs of masu and chum salmon // Aquatic Animal Health. 1989. V. 1. P. 13–20.

AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION

EXPERIMENTAL DATA ON THE ASSESSMENT OF THE SAFETY AND EFFICIENCY OF THE TREATMENT OF RAINBOW TROUT *ONCORHYNCHUS MYKISS* (SALMONIFORMES) EGGS WITH IODINOL AGAINST VIRUSES

© 2023 y. S.L. Rudakova¹, N.V. Dykina¹, U.P. Schelkunova², U.A. Novoselova², I.U. Kropocheva², S.A. Rekordatova²

1– Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Russia, Moscow, 105187

2–Branch for the freshwater fisheries of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Russia, Moscow Region, village Rybnoe, 141821

Experimental work on the disinfection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs with a working solution of Iodinol (100 mg/l of active iodine) during fertilization, at the activation stage (instead of water or an activator), and subsequent swelling in a fresh solution of Iodinol for 30 minutes, does not result to increase the waste of eggs, larvae and juveniles grown in aquaculture for 3 months. The high efficiency of using the working solution of iodinol (100 mg/ml of active iodine) for the treatment of fertilized trout eggs experimentally infected with three fish viruses was shown.

Key words: rainbow trout, iodinol, eggs disinfection, infectious hematopoietic necrosis virus, hemorrhagic septicemia virus, infectious pancreatic necrosis virus.