

ОЦЕНКА ЭМБРИОТОКСИЧНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИ ОБРАБОТАННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ *DANIO RERIO*

А.Б. Шикунец, магистрант,

В.Н. Штепа, д.т.н., доцент

Д.А. Каспирович, к. с-х. н. доцент

Полесский государственный университет

По данным FAO, сегодня в мире насчитывается 811 млн голодающих, и еще три миллиарда человек не могут позволить себе здоровое питание. В связи с этим насущной проблемой является преобразование агропродовольственных систем с целью обеспечения населения едой. В мире все больше признается важнейшая роль пищевой продукции из водных биоресурсов в обеспечении продовольственной безопасности и питания [1]. Также подпрограммой развития рыбохозяйственной деятельности в рамках госпрограммы развития аграрного бизнеса Беларуси на 2021-2025 годы запланировано увеличение производства рыбной продукции. Но, для развития рыбного хозяйства и аквакультуры в нашей стране обосновано внедрение в данные сферы новых технологических направлений, в том числе и технологий замкнутого водоснабжения (УЗВ) [2].

При этом, одним из важнейших этапов выращивания рыбы в индустриальном рыбоводстве является период инкубации икры. Именно в момент эмбрионального развития гидробионты наиболее подвержены воздействию всевозможных показателей внешней среды, так как непосредственно в это время происходит формирование всех систем организма [3]. Соответственно, необходимо использовать современные и эффективные подходы при обработке воды, где они содержатся. Одним из таких подходов является использование AOPs технологий [4].

Однако, различные виды растворов, обработанных с помощью электролиза, по-разному воздействуют на живые организмы и могут оказывать и положительный, и отрицательный эффект в зависимости от основных характеризующих их показателей – ОВП и pH.

Поэтому целью исследования является оценка эмбриотоксического эффекта электролитически обработанных водных растворов на *Danio rerio*, как одном из самых популярных модельных объектов в области токсикологических и эмбриологических исследований [5].

Основная часть

Работы выполнялись на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства БГСХА в 2022 г., в учебной лаборатории проведения экспериментов по аквакультуре *in vivo*. Объектом исследования явились эмбрионы и личинки *Danio rerio*. В эксперименте для содержания модельного объекта готовили три вида растворов, получаемых в результате электролитического воздействия на чистую скважинную воду: католит, анолит, смесь анолита и католита в соотношении 1:1 (см. таблица 1). Обработка производилась с помощью специально собранной лабораторной модели электролизера, разделенного неактивной мембраной на катодную и анодную зоны с графитовыми электродами.

Таблица 1. – Показатели исследуемых растворов

Раствор/Показатель	ОВП, мВ	TDS, ppm	pH, ед. pH
Контроль	65,3±10,20	232±8,75	7,57±0,09
Католит	-47,0±6,54	247±13,56	8,60±0,10
Анолит	60,8±9,07	241±9,18	7,15±0,02
Смешанный раствор	18,3±2,86	244±8,84	7,69±0,05

Эмбрионы инкубировали в стандартном 96 луночном планшете для ИФА-анализов с круглыми лунками, в каждую лунку которого помещали по 1 личинке *Danio rerio*. Температура инкубации эмбрионов составляла 28°C. Были сформированы 4 группы исследуемых эмбрионов в 2 повторно-

стях, в каждой группе по 8 особей. После внесения электролитически обработанных растворов в лунки планшета, ежедневно регистрировали выживаемость эмбрионов.

Спустя 144 часа после начала эксперимента выполняли тестирование подвижности эмбрионов в LMR тесте (locomotor response) в том же 96 луночном планшете для ИФА. Данный тест основан на исследовании двигательной активности личинок *Danio rerio* с помощью специального оборудования под действием интенсивного освещения.

Исследования подвижности свободных эмбрионов в LMR тесте установили достоверное повышение средней скорости движения (см. табл. 2) в анолите и смешанном растворе. В католите было определено лишь незначительное снижение активности на свету по отношению к контрольной группе, которое, однако, по результатам однофакторного дисперсионного анализа, не является статистически значимым.

В анолите наблюдается значительное повышение скорости движения личинок, превышающее таковые значения в контроле во время световой и темновой фазы исследования в 2,2 и 2,8 раза соответственно, это может говорить о наличии токсического эффекта данного раствора.

Таблица 2. – Средние значения скорости эмбрионов для разных фаз LMR теста

Группа/Средняя скорость для разных фаз LMR	Свет, мм/с	Темнота, мм/с
Контроль	0,280±0,012	0,283±0,031
Католит	0,235±0,012	0,304±0,031
Анолит	0,619±0,022	0,796±0,043
Смешанный раствор	0,435±0,014	0,388±0,031

Влияние смеси анолита и католита на исследуемый показатель также являлось статистически значимым, однако превышало аналогичный показатель в контроле в меньшей степени, нежели в анолите.

Далее, с целью исследования жизнестойкости личинок, они были помещены в растворы электролитов, где содержались без подмены воды, аэрации, а также в отсутствии кормления. Личинки, содержащиеся в католите показали самые высокие результаты выживаемости относительно остальных групп (см. табл. 3). Для анолита же данный показатель оказался самым низким, что также позволяет судить о наличии некоторого эмбриотоксического влияния раствора анолита.

Таблица 3. – Выживаемость эмбрионов на 7 день теста на жизнестойкость

Группа/Параметр	Выживаемость, %
Контроль	40
Католит	70
Анолит	25
Смешанный	50

Выводы. Анализ вышеописанных результатов позволяет судить о том, что раздражающим и эмбриотоксическим эффектом обладает анолит, а также, в меньшей степени, смешанный раствор анолита и католита.

Так анолит вызывает значительное повышение активности личинок в ходе LMR теста

Влияние смеси на скорость движения и пройденное расстояние является статистически значимым, поэтому имеет место быть раздражающий эффект, однако тест на жизнестойкость показал некоторое повышение выживаемости личинок *Danio rerio* в данном растворе.

Католит не имеет влияния на показатели скорости движения личинок, а также пройденного ими расстояния в LMR тесте, однако повышает их жизнестойкость, что говорит о перспективности использования данного раствора.

Список использованных источников

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://www.fao.org> - Дата доступа: 10.02.2023.
2. Лиман, М.С Влияние оптического излучения низкой интенсивности на эмбрионы и личинки радужной форели / М. С. Лиман, Н.В. Барулин // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2018. – №3 (172). – С. 72-80.
3. Влияние нарушений условий инкубации икры на выживаемость и генетический полиморфизм личинок русского осетра (*Acipenser guldenstadtii* Brandt) / А. С. Мамонова, [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2015. - №4. – С. 77-86.
4. Схема и описание работы аквапонной системы с комбинацией биологических и AOPs способов очистки воды / В.Н. Штепа [и др.] // Актуальные проблемы и тенденции развития науки, образования и производства в условиях цифровизации экономики : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 7 октября 2022 г.: сборник докладов / Республиканский институт профессионального образования; под общ. ред. В.Н. Голубовского. - Минск : РИПО, 2022. - С. 92-94.
5. *Danio rerio* (Zebrafish) как универсальный модельный объект в доклинических исследованиях / Д. А. Качанов [и др.] // FORCIPE. – 2018. – Т. 1, №1. – С. 49-54.