

УДК 541.135.21

**ДИНАМИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ НАТРИЯ ХЛОРИДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИИ И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ****Белко А.А., Баран В.П.**

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*Физико-химические параметры электроактивированных водных растворов натрия хлорида зависят от времени экспозиции электролиза и существенно изменяются при хранении в стеклянной и полимерной таре при различных температурах. **Ключевые слова:** электрохимическая активация, анолит, католит, редокс-потенциал, водородный показатель, активный хлор.*

**DYNAMICS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF ELECTROACTIVATED SODIUM CHLORIDE SOLUTIONS DEPENDING ON THE TIME OF ELECTRIC ACTIVATION AND STORAGE CONDITIONS****Belko A.A., Baran V.P.**

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*Physical and chemical parameters of electroactivated aqueous sodium chloride solutions depend on the time of electrolysis exposure and vary significantly during storage in glass and polymer containers at different temperatures. **Keywords:** electrochemical activation, anolyte, catholyte, redox potential, hydrogen index, active chlorine.*

**Введение.** Основу существования живого на планете составляет вода. В связи с повсеместным распространением воды ее часто рассматривают как «безобидную» инертную жидкость, как простой наполнитель пространства внутри живых организмов. В действительности же вода – это в высшей степени реакционно способное вещество, обладающее необычными свойствами и очень сильно отличающееся как в химическом, так и в физическом отношении от большинства других жидкостей. Вода и продукты ее диссоциации – водородные и гидроксильные ионы – являются важными факторами, определяющими структуру и биологические свойства белков, нуклеиновых кислот, липидов, а также мембран и многих других компонентов.

При ее участии в организме формируются такие структуры, как клеточные мембраны, макромолекулярные и надмолекулярные комплексы. Взаимодействие с молекулами воды стабилизирует многие компоненты клетки, в том числе белки, в которых связанная вода составляет существенную часть, кроме того, являясь растворителем органических и неорганических веществ, вода представляет собой основную среду протекания метаболических процессов в организме животных.

Под влиянием различных факторов вода изменяет свой состав и строение и, как следствие, взаимодействует с компонентами биологических систем и таким образом изменяет их функциональную активность. Поэтому исследование изменения свойств воды в результате внешних воздействий и изучение действия измененной воды на биологические системы вызывает огромный интерес.

Как физико-химический процесс электрохимическая активация представляет собой совокупность осуществляемых в условиях минимального выделения тепла электрохимического и электрофизического воздействий на жидкость (преимущественно на воду) с содержащимися в ней ионами и молекулами растворенных веществ в области пространственного заряда у поверхности электрода (либо анода, либо катода) электрохимической системы при переносе электронов через границу «электрод-электролит». В результате электрохимической активации водный раствор переходит в активированное состояние с образованием нестабильных продуктов, проявляя при этом в течение нескольких часов повышенную реакционную способность в различных физико-химических процессах. Вода, активированная у катода (католит), обладает повышенной активностью электронов и имеет ярко выраженные свойства восстановителя. Соответственно, вода, активированная у анода (анолит), характеризуется пониженной активностью [1].

С течением времени концентрация нестабильных продуктов электролиза уменьшается и физико-химические параметры католита и анолита изменяются к равновесному состоянию, и эффективность их биологического действия снижается. Поэтому необходимо изучение физико-химических данных электроактивированных водных растворов во времени с целью поиска наиболее эффективных путей их применения.

В настоящее время электроактивированные водные растворы находят все большее применение в самых различных областях деятельности ветеринарной медицины, медицины человека, металлургии, нефтяной промышленности и т.д., поскольку при относительно низкой цене их получения потребитель имеет высокоактивные химические вещества. В ветеринарной медицине для лечения животных при различных патологиях в последние годы получили достаточно широкое распространение гипохлорит, анолит, католит [2, 3, 4]. Внимание к данной группе препаратов обусловлено их эффективностью при ряде заболеваний, относительно низкой стоимостью по сравнению с другими антибактериальными препаратами и, главное, электроактивированные растворы не накапливаются в продукции животноводства и не имеют мощного побочного действия, что немаловажно при необходимости получения полноценной и доброкачественной продукции животноводства.

Свойства электроактивированных растворов обуславливаются образованием под действием электрического тока химически активных ионов и молекул (обычно гидропероксидных соединений и кислородных соединений хлора). Однако активные вещества являются нестабильными и трансформируются во времени, т.е. теряют свои свойства в силу протекания в раство-

рах необратимых химических реакций в некотором диапазоне времени. Изучение состава, физико-химических свойств растворов позволит наиболее полно представить картину протекающих в растворе процессов, что является весьма актуальным для решения вопроса поиска путей наиболее эффективного применения электроактивированных водных растворов, способов хранения.

В ходе исследований для приготовления анолита нейтрального использовалась электрохимическая система АКВАМЕД АП – 4, разработанная ЧНПУП «Акваприбор», УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» и УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». При анодной электрохимической обработке происходит перенос основной доли тока через диафрагму ионами гидроксила в направлении от катода к аноду. Давление в анодной камере в процессе синтеза превышает давление в катодной камере на 0,2-0,6 атм, при этом кислотность воды, окислительно-восстановительный потенциал, электропроводность, содержание растворенных хлора, кислорода увеличивается, уменьшается концентрация водорода, азота, изменяется структура воды.

**Материалы и методы исследований.** На первом этапе исследований были проведены опыты по определению зависимости физико-химических свойств электроактивированных водных растворов натрия хлорида при различном времени электролиза (3, 5, 8, 10, 15 минут).

На втором этапе изучали устойчивость химического состава и физико-химических свойств электроактивированных водных растворов натрия хлорида от одного до семи дней при различных условиях хранения.

Определение содержания активного хлора методом йодометрического титрования в соответствии методикой, разработанной на кафедре общей гигиены и экологии УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»: в коническую колбу с притертой пробкой вносят 5 мл анолита (католита), 10 см<sup>3</sup> 0,1 н раствора серной кислоты и 5 см<sup>3</sup> 10% раствора калия йодида. Содержимое колбы перемешивают и помещают в темное место на 3-5 мин. Выделившийся йод титруют 0,1 н раствором натрия тиосульфата до исчезновения окраски. Концентрацию активного хлора (С, мг/дм<sup>3</sup>) вычисляют по формуле:

$$C = X * 70,92,$$

где X - объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора натрия тиосульфата, израсходованного на титрование, см<sup>3</sup>; 70,92 - содержание активного хлора, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 1 моль/дм<sup>3</sup> раствора натрия тиосульфата.

Определение водородного показателя (рН) анолита и католита проводили потенциометрическим методом на иономере «Экотест – 2000».

Определение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП, редокс-потенциала) проводили электрохимическим методом на иономере «Экотест-2000» с использованием стеклянного электрода «Экон-рН-ком».

Полученный в процессе исследований цифровой материал обработан статистически с использованием программы Microsoft Excel. Графики и диаграммы составляли с помощью программ Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** На первом этапе исследований изучали зависимость физико-химических параметров анолита и католита от времени электролиза. Для характеристики физико-химических свойств полученных растворов определяли рН, окислительно-восстановительный потенциал, содержание активного хлора. Данные зависимости физико-химических показателей в растворе анолита нейтрального от времени экспозиции приведены в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1 - Зависимость физико-химических показателей в растворе анолита от времени экспозиции (M±m)**

Время экспозиции, мин.	рН	ΔЕ, мВ	Содержание активного хлора, мг/дм <sup>3</sup>
3	3,3±0,046	1133,6±0,676	6,85±0,236
5	3,06±0,008	1143,3±0,504	9,45±1,182
8	3,05±0,006	1147,7±0,437	15,36±1,182
10	2,71±0,017	1160,5±0,481	36,17±1,476
15	2,63±0,019	1166,9±0,666	22,9±1,316

Примечания: \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001 - достоверность по отношению к первому интервалу исследований.

Как видно из таблицы 1, рН анолита при увеличении времени экспозиции снижался, что указывает на накопление кислых продуктов в процессе электролиза. При этом окислительно-восстановительный потенциал возрастал и находился с увеличением времени электролиза. Содержание активного хлора также имело возрастающую динамику до экспозиции в 10 минут, а при 15 минутах оно резко снижалось. Так, содержание активного хлора при увеличении с 3 до 5 минут имело тенденцию к росту на 27,5%, при 8 минутах - достоверно возрастало на 38,47%. Наиболее значимые изменения данного показателя зарегистрированы при экспозиции в 10 минут, поскольку регистрировался максимальный рост (57,53%) по отношению к предыдущему раствору при максимальных абсолютных величинах. При 15-минутном периоде электроактивации наблюдалось резкое снижение содержания активного хлора на 36,68%, что, возможно, связано с деградацией кислородсодержащих ионов хлора в молекулярном хлоре при более длительном времени экспозиции.

**Таблица 2 - Зависимость физико-химических показателей католита от времени экспозиции (M±m)**

Время экспозиции, мин.	pH	ΔE, мВ
3	11,44±0,006	-868,6±0,721
5	11,54±0,040	-875,6±0,233
8	11,73±0,027	-887,1±0,361
10	11,92±0,017	-900,7±0,233
15	12,04±0,006	-909,5±0,115

Примечания:  $P<0,05$ ;  $P<0,01$ ;  $P<0,001$  - достоверность по отношению к первому интервалу исследований.

При анализе растворов католита установлена линейная зависимость увеличения водородного показателя и снижения редокс-потенциала. Исследовать содержание активного хлора в католите не представляется возможным в связи крайне низким его содержанием там, находящимся за пределом определения принятой методикой.

На втором этапе исследования изучали физико-химические свойства растворов анолита и католита при их хранении.

Приготовленный раствор анолита с экспозицией 10 минут разделили на 4 группы проб: пробы групп №1, №2 в стеклянных флаконах с крышкой; №3, №4 – в полимерной таре с крышкой. Все пробы поместили в холодильник и хранили при температуре +4 °С в течение 3 суток (пробы групп №1 и №3) и 7 дней (пробы групп №2 и №4). Затем исследовали активность анолита по содержанию активного хлора, показатели pH и ОВП. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, раствор анолита при хранении к третьему дню наблюдения увеличивал pH на 15,57% в стеклянной таре и на 19,34% – в полимерной. При этом ОВП незначительно снижался в обоих видах посуды соответственно на 3,36% и 13,55% по отношению к исходному раствору. Содержание активного хлора при хранении имело более значимые колебания в обоих типах посуды. Так, на третьи сутки содержание активного хлора резко снижалось в стеклянной посуде на 82,36%, в полимерной – на 52,36%. Столь значимые различия в содержании активного хлора, вероятно, связаны с тем, что составные компоненты стекла участвуют в деградации кислородсодержащих молекул и ионов анолита.

К 7-му дню наблюдения pH анолита несколько снижался: на 2,18% – при хранении в стеклянной таре и на 2,44% – в полимерной. Обращает на себя внимание резкое изменение ΔE в полимерной таре, который снизился в 9,24 раза, при одновременном снижении всего на 29,89% в полимерной посуде. Содержание активного хлора продолжало снижаться за счет разрушения малоустойчивых кислородсодержащих соединений хлора на 44,36% в стеклянной посуде и на 62,97% – в полимерной.

**Таблица 3 - Зависимость активности анолита нейтрального от времени и содержания хранения (M±m)**

Время хранения	pH	ΔE, мВ	Содержание активного хлора, мг/дм <sup>3</sup>
Стеклянная тара			
свежеприготовленный	2,71±0,01	1156,3±0,98	36,17±1,476
3 дня	3,21±0,01	1112,8±0,42	6,38±0,04
7 дней	3,14±0,01	120,4±0,38	3,55±0,09
Полимерная тара			
свежеприготовленный	2,71±0,01	1156,3±0,98	36,17±1,476
3 дня	3,36±0,05	999,6±0,26	17,23±0,06***
7 дней	3,28±0,02	700,8±0,44	6,38±0,06

Примечания:  $P<0,05$ ;  $P<0,01$ ;  $P<0,001$  - достоверность по отношению к показателям свежеприготовленного раствора.

### Заключение.

1. При экспозиции от 3 до 15 минут pH и редокс-потенциал имели линейную зависимость, pH снижался с 3,3 до 2,63 в связи с накоплением кислых продуктов в процессе электролиза, а редокс-потенциал возрастал. Содержание активного хлора в анолите линейно возрастало от 3 до 10 минут электролиза. Максимальное содержание активного хлора выявлено в анолите с экспозицией 10 минут (36,17±1,476 мг/дм<sup>3</sup>).

2. При анализе растворов католита установлена линейная зависимость увеличения водородного показателя и снижения редокс-потенциала.

3. 0,04% раствор анолита в условиях однократного введения в желудок относится к малоопасным композициям (IV класс опасности, согласно классификации ГОСТ 12.1.007-76), обладает слабовыраженным раздражающим действием на слизистые оболочки глаз кроликов в условиях однократного воздействия.

4. В процессе изучения устойчивости физико-химических параметров при хранении анолита при 4 °С установлено, что на 3-й день наблюдается увеличение pH на 16-19% ( $P<0,01$ ) и незначительное снижение редокс-потенциала как в стеклянной, так и полимерной таре. Содержание активного хлора в большей степени снижалось в стеклянной посуде. К 7-му дню хранения pH, ΔE, содержание активного хлора в анолите снижались в большей степени в стеклянной посуде.

**Литература.** 1. Бахир, В. М. Электрохимическая активация: изобретения, техника, технология / В. М. Бахир. – М. : ВИВА-СТАР, 2014. – 36 с. 2. Богомольцева, М. В. Терапевтическая эффективность католита при диспепсии у телят / М. В. Богомольцева // Актуальные проблемы обмена веществ у сельскохозяйственных животных в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ГНУ ВНИВИПФиТ (г. Воронеж, 30 сентября – 2 октября 2010 г.) / ВНИВИПАТФ и Т. – Воронеж, 2010. – С. 57–60. 3. Белко, А. А. Эндогенная интоксикация при амбозоэнтеритах у телят / А. А. Белко, А. А. Мацинович, В. П. Баран, М. В. Богомольцева // Ветеринарный журнал Беларуси. - 2016. - Вып. 3(5). - С. 15-19. 4. Методические рекомендации по использованию электроактивированного раствора анолита для лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний телят : утв. начальником Главного управления ветеринарии 14 марта 2011 г. / А. А. Белко [и др.]. – Витебск, 2011. – 20 с. 6. Осадченко, И. М. Технология получения электроактивированной воды, водных растворов и их применение в АПК : монография / И. М. Осадченко, И. Ф. Горлов; ГНУ Поволжский науч.-исслед. ин-т и перераб. мясо - молочной продукции РАСХН. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2010. – 91 с.

Статья передана в печать 29.03.2018 г.

УДК 619:614.448.57:595.132.6

### ДЕЗИНВАЗИОННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО СРЕДСТВА ДЕЗИНФЕКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ЯИЦ НЕМАТОД РОДА *CAPILLARIA*

Евстафьева В.А., Ереско В.И.

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье приведены результаты изучения дезинвазионных свойств дезинфектанта «Анолит КРИСТАЛЛ» относительно инвазионных яиц нематод рода *Capillaria*, паразитирующих у гусей. Установлено, что дезинфицирующее средство обладает высоким уровнем дезинвазионной эффективности относительно яиц *Capillaria anseris* (91,21–100,00%) в 0,025% (при экспозиции 30, 60 мин.), 0,033%, 0,05% и 0,1% (при экспозиции 10–60 мин.) концентрациях. «Анолит КРИСТАЛЛ» в 0,02% (при экспозиции 30, 60 мин.), 0,025%, 0,033%, 0,05% и 0,1% (при экспозиции 10–60 мин.) концентрациях также проявил высокий уровень дезинвазионного действия (91,95–100,00%) относительно яиц *Capillaria obsignata*. **Ключевые слова:** *Capillaria obsignata*, *Capillaria anseris*, яйца гельминтов, дезинфектант, дезинвазионные свойства.

### DISINVASION EFFICIENCY OF A NEW DISINFECTION MEANS RELATING TO EGG NEMATOD OF THE GENUS *CAPILLARIA*

Yevstafyeva V.A., Eresko V.I.

Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine

The article presents the results of studying the disinfection properties of the disinfectant "Anolit KRYSTAL" relative to invasive eggs of the genus *Capillaria*, parasitizing in geese. It has been established that the disinfectant has a high level of disinfection efficiency relative to the eggs of *Capillaria anseris* (91.21–100.00%) in 0.025% (at 30, 60 min.), 0.033%, 0.05% and 0.1% exposure 10–60 min.) concentrations. "Anolit KRYSTAL" in 0.02% (at an exposure of 30, 60 min.), 0.025%, 0.033%, 0.05% and 0.1% (at an exposure of 10–60 min.) concentrations also showed a high level of disinfection (91.95–100.00%) relative to the eggs of *Capillaria obsignata*. **Keywords:** *Capillaria obsignata*, *Capillaria anseris*, helminth eggs, disinfectant, disinfection properties.

**Введение.** Известно, что одним из факторов передачи инвазионного заболевания являются объекты внешней среды, контаминированные возбудителями паразитозов. Это происходит вследствие выделения дефинитивным хозяином большого количества яиц или личинок, что является важным звеном эпизоотического процесса при паразитарных заболеваниях. Поэтому в комплексе мероприятий по профилактике и борьбе с гельминтозами животных, в частности в птицеводстве, важное место занимает дезинвазия. Цель дезинвазии – уничтожение в окружающей среде зародышей возбудителей гельминтозов, а именно яиц и личинок гельминтов [6, 10, 11, 13, 14].

Доказано, что возбудители инвазионных болезней на экзогенных стадиях развития во внешней среде, в отличие от возбудителей инфекционных болезней, более устойчивы к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, в том же числе и к воздействию химических веществ, используемых для дезинфекции и дезинвазии [3, 4, 5, 7, 12].

Много научных работ посвящено изучению дезинвазионных свойств современных дезинфицирующих средств относительно яиц гельминтов, паразитирующих у сельскохозяйственной птицы, с целью применения их в мероприятиях по борьбе и профилактике нематодозов в птицеводстве. Так, Н.В. Богач (2007) установил, что дезинфектанты «ДОПТ-1» (ННЦ «ИЭКВМ», Украина) и «Бровадес-20» (НПФ «Бровафарма», Украина) в концентрации 1,5% при экспозиции 60 мин. обладают выраженными овоцидными свойствами относительно яиц *Heterakis gallinarum*. Количество деформированных яиц гетеракисов под действием этих дезинфектантов составило 90 и 92% соответственно. Дезинфектант «Септамин» (ООО «ВИК-А», Украина) в той же концентрации и экспозиции оказался недостаточно эффективным – только 30% яиц *H. gallinarum* теряли жизнеспособность [2].

В экспериментальных и производственных исследованиях, проведенных А.В. Заикиной (2013) [9], доказан высокий уровень дезинвазионной эффективности «ДОПТ-2», «Максисан» и «Неохлор» в 5% концентрации относительно тест-культуры яиц *Ascaridia galli*. Согласно исследованиям М.В.