

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫЕ РАСТВОРЫ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

****Белко А.А., *Брыло И.В., **Маценович А.А., **Богомольцева М.В., **Жукова Ю.А.**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

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

Электрохимическая активация – это метод обработки воды или минерализованных растворов солей в анодной или катодной камере электрохимического реактора. Растворы, образующиеся в результате такой обработки – анолит и католит, находятся в метастабильном состоянии, проявляют повышенную реакционную способность. Применение электроактивированных растворов позволяет полностью уменьшить либо исключить расход дорогостоящих химических реагентов и одновременно увеличить эффективность процессов, для которых предназначены данные растворы.

The electrochemical activation is a method of treatment of water or saline solutions of salts in the anode or the cathode chamber of the electrochemical reactor. The solutions formed as a result of this treatment, the anolyte and catholyte, are in a metastable state, exhibit enhanced reactivity. Application of electroactivated solutions allows completely reduce or eliminate the consumption of expensive chemical reagents and simultaneously increase the efficiency of processes for which these solutions are made.

Ключевые слова: электрохимическая активация, растворы, лечебные средства, анолит, католит, натрия гипохлорит, животноводство.

Keywords: electrochemical activation, solutions, medical means, anolyte, catholyte, sodium hypochlorite, animal husbandry.

Термин «электрохимическая активация» был предложен В.М. Бахиром в 1975 году для определения процесса получения и технологии применения электрохимически активированных растворов [3, 4]. Благодаря его усилиям в 80-х годах прошлого века электрохимическая активация официально была признана в СССР самостоятельным научно-техническим направлением, была создана всемирно признанная школа по разработке электрохимических технологий. Основой процессов электрохимической активации жидкостей являются электродные процессы электролиза.

Использование электрохимической активации жидкостей позволяет без применения химических реагентов изменять кислотно-основные, окислительно-восстановительные и каталитические свойства водных растворов.

Бахир В.М. в своей монографии [3] систематизировал накопленный опыт и разработал основополагающую теоретическую базу для внедрения электрохимических технологий в различные отрасли производства. Изменение свойств и состава растворов (химического состава, концентрации ионов водорода - pH, окислительно-восстановительного потенциала (ОВД), микрокластерной структуры) происходит под действием электрического поля [4]. В результате электрохимических превращений растворы солей переходят в активированное состояние и проявляют при этом в течение нескольких десятков часов повышенную реакционную способность, наряду с этим происходит образование новых веществ и изменяется вся система межмолекулярных взаимодействий и структура раствора.

У анода происходит увеличение кислотности раствора за счет образования устойчивых и нестабильных кислот, пероксида водорода, кислородсодержащих соединений хлора, что приводит к снижению pH и увеличению ОВП [4]. Раствор, получаемый в анодной камере, называют анолитом. Данный раствор содержит продукты окисления, в том числе хлорную кислоту, синтезированную из растворенного в воде хлорида натрия, кислород и хлор. Анолит характеризуется пониженной активностью электронов и проявляет свойства окислителя в результате образовавшегося элементарного или активного хлора [3, 4].

Самопроизвольное изменение физико-химических параметров, каталитической активности свидетельствует о том, что активированные растворы обладают избыточной внутренней энергией, которая рассеивается [5]. После окончания процесса релаксации концентрация соединений активного хлора в анолите может сохраняться на высоком уровне, но наиболее значимым показателем является биоцидная активность.

В результате электрохимических превращений в блоке электрохимической установки образуются различные по степени активности и pH электрохимически активированные растворы: А- электрохимически активированный анолит кислотный (pH < 5). Активные компоненты: Cl_2 ; HClO; HCl; H_2O_2 ; AN- электрохимически активированный анолит нейтральный (pH=6,0±1). Активные компоненты: HClO; O_3 ; HO; H_2O_2 ; ANK - электрохимически активированный анолит нейтральный (pH=7,7+0,5). Активные компоненты: HClO; ClO⁻; HO²; H_2O_2 ; H_2O_2 ; O_2 ; Cl; ANД - электрохимически активированный анолит нейтральный (pH=7,3+0,5). Активные компоненты: HClO; ClO⁻; HO²; H_2O_2 ; H_2O_2 ; O_2 ; Cl; HClO₂; ClO₂; O_3 ; HO; O; K - католит щелочной (pH=>9). Активные компоненты: NaOH; O_2 ; H_2O_2 ; HO²; OH⁻; O_2 ; KH - католит нейтральный (pH < 9). Активные компоненты: O_2 ; H_2O_2 ; HO²; OH⁻; H; H_2O_2 . Гипохлорит натрия pH 7,4—8,2. Активные компоненты: ClO⁻, O, (HClO), Cl.

В результате катодных взаимодействий, происходящих в электрохимической системе, раствор приобретает щелочную реакцию за счет превращения части растворенных солей в гидроксиды, происходит увеличение pH и снижение ОВП. Высокоактивный раствор, получаемый в катодной камере, называют католитом. Католит обладает повышенной активностью электронов [4], имеет ярко выраженные свойства восстановителя [12].

И католиту, и анолиту присуща высокая физико-химическая активность, связанная с тем, что продуктами электрохимических реакций в катодите и анолите являются щелочи и кислоты. Они могут заменять традиционные химические реагенты, т. к. более высокую эффективность данных растворов обеспечивает наличие высокоактивных неустойчивых продуктов электрохимических реакций (свободные радикалы). Активированные структуры, свободные ионы, молекулы, атомы и радикалы, именно они и наделяют католит и анолит чрезвычайными каталитическими способностями, позволяя им изменять взаимоотношения между компонентами самых различных, в том числе и биохимических, реакций.

Образующийся в электродном пространстве NaClO в зависимости от программируемой концентрации близок по окислительному потенциалу к кислороду, благодаря чему является сильным окислителем и в то же время относительно неустойчивым соединением, в присутствии окисляющихся веществ постепенно распадающимся на активный кислород и хлорид натрия [14].

Активность электрохимически активированных растворов намного выше за счет наличия высокоактивных соединений - продуктов электрохимических реакций, т.е. реакций, протекающих на электродах. Чем меньше минерализация исходного раствора, тем больше активных соединений образуется в реакторе, тем глубже структурные изменения раствора, тем сильнее он активирован. Наоборот, чем минерализация исходного раствора выше, тем больше образуется в электрохимическом реакторе устойчивых продуктов и тем ближе по свойствам электрохимически активные растворы к растворам кислот или щелочей [4].

В зависимости от режима электрохимического воздействия и содержания в исходном растворе хлористого натрия рН католита обычно колеблется от 7 до 12, рН анолита - от 2 до 7, натрия гипохлорита - рН - 7,4—8,2. Окислительно-восстановительный потенциал, характеризующий окислительно-восстановительные способности компонентов активированных растворов, изменяется в довольно широких пределах (у католита - от 200 до 850 мВ, а у анолита - от 400 до 1200 мВ) [4, 12, 14].

Для практической реализации электролиза или осуществления процессов электрохимической активации необходимы специальные электрохимические реакторы (ячейки) [3]. Широкую известность в России и за рубежом получили установки, созданные по технологии Бахира В.М.: СТЭП, ИЗУМУРД, ЭДО-3, ЭДО-3М, ЭДО-4, Ключ и другие.

В настоящее время получение электрохимически активированных растворов также возможно на установках «Аквамед», «Аквамед – 3МБ», «АП-2», разработанной ЧНПУП «Аква-прибор», г. Гомель.

Установка «Аквамед» позволяет получать анолит с содержанием активного хлора 200 - 400 мг/дм³ и рН=6.2 - 7.2, католит - с рН=9-12. Приготовление электроактивированных растворов может осуществляться непосредственно в ветеринарных и лечебных учреждениях [5]. Установку типа «Аквамед» производства ЧНПУП «Аква-прибор» можно монтировать не только стационарно, но и на автомобиле и готовить электроактивные растворы в любом месте, при наличии водопровода и электросети с напряжением 220В. Это позволяет уменьшить себестоимость получаемых растворов за счет экономии на транспортных расходах и хранении готовых растворов. При таком способе получения имеется возможность использовать свежеприготовленные растворы, которые обладают наивысшей активностью.

Анолит, полученный на установке «Аквамед», обладает биоцидной активностью, стимулирует биологическое окисление, способствует непрямой электрохимической детоксикации организма [5], т.к. основным активным компонентом анолита является хлорноватистая кислота, которая является самым сильным окислителем [3].

В анолите и в катодите нарушена система водородных связей. Молекулы воды имеют высокую подвижность. Анолит обладает повышенной проникающей способностью через биологические мембраны, оказывает ингибирующее влияние на ферментные системы, обладает выраженными электроно-акцепторными свойствами, является катализатором-переносчиком кислорода. Бактерицидное действие нейтрального анолита основано на окислении веществ бактериальной клетки особенно липопротеидных мембран, которые являются единственным местом биосинтеза [3, 4].

Анолит избирательно действует на микробиоценоз, уничтожая преимущественно патогенную и условно-патогенную микрофлору [3], не оказывая значительного влияния на нормальную микрофлору кишечника [7]. При изучении антимикробной активности раствора анолита нейтрального установлено, что он в рабочей концентрации вызывает полную гибель стандартных тест-культур микроорганизмов: *E.coli*, *S.aureus*, *P.aeruginosa*, *P.mirabilis*, *C.albicans* в течение 1 и 2 мин [11].

Основной реакцией на катоде является восстановление воды с выделением газообразного водорода и образованием гидроксид-ионов и высокоактивных неустойчивых соединений.

Католит является биологически активной средой: легко проникает через биологические мембраны, стимулирует ферментные системы, повышает выделение энергии при процессах окисления. Обладая чрезвычайно высокой антиоксидантной активностью, католит предотвращает перекисное окисление липидов клеточных мембран, не оказывая вредного влияния на организм, в отличие от традиционных химических антиоксидантов [3, 5].

Католит повышает усвоение компонентов корма, жиров и белков; нормализует механизм клеточного обмена веществ; ионный обмен, биологическое окисление [7, 11].

Основными окисляющими компонентами растворов гипохлорита являются гипохлорная кислота (НСЮ) и гипохлорит-анион (ОСГ). Гипохлорит ион - соединение небольшой молекулярной массы и малого структурного размера, это позволяет ему свободно проникать через мембраны клеток и окислять токсины как крови, так и клеток.

Натрия гипохлорит обладает гипосенсибилизирующим и иммуномодулирующим действием на функции иммунокомпетентных клеток, при этом иммуностимулирующий эффект проявляется при малых концентрациях препарата (300 мг/л), а иммунодепрессивный - при концентрациях свыше 600 мг/л. За счет своего фибринолитического действия натрия гипохлорит значительно уменьшает микроциркуляцию и реологию крови, что проявляется изменением свертывающего потенциала крови в сторону

гипокоагуляции, снижается вязкость крови, увеличивается скорость агрегации тромбоцитов, а это указывает на то, что препарат является высокоактивным антикоагулянтом прямого действия [15].

Гипохлорит натрия обладает выраженными детоксикационными свойствами. В организме гипохлорит натрия освобождает «активный кислород», окисляя содержащиеся там токсичные и балластные вещества, например, такие как билирубин, мочевины, креатинин, холестерин, ацетон [1, 2, 5, 6, 15]. Детоксикационное действие натрия гипохлорита проявляется снижением содержания среднемолекулярных веществ в плазме крови и эритроцитах [2, 13].

Натрия гипохлорит обладает выраженным антимикробным действием [11]. Механизм антимикробного действия натрия гипохлорита многие исследователи связывают с окислением сульфгидрильных групп в ферментах с помощью хлора. Бактерицидное действие препарата обусловлено разрушением стенки микробной клетки с выходом цитоплазматического содержимого [15].

Гипохлорит натрия может вводиться в организм животных внутрь, внутривенно или внутривентриально. При этом он не только моделирует детоксикационную функцию печени, но также стимулирует фагоцитарную активность нейтрофилов и повышает бактерицидную активность сыворотки крови. Тот общеизвестный факт, что гипохлорит натрия непосредственно образуется в макрофагах при фагоцитозе, позволяет говорить о его физиологичности и относить применение его к экологически чистым средствам лечения.

В течение последних лет проводилось изучение влияния раствора натрия гипохлорита на организм лабораторных животных при разных методах введения препарата, профилактической и терапевтической эффективности натрия гипохлорита, анолита и католита при диспепсии, абомазоэнтеритах и бронхопневмониях у телят, гастроэнтеритах, токсической гепатодистрофии у поросят, гастроэнтеритах и мочекаменной болезни у собак и кошек.

Установлено отсутствие токсических действий электроактивированных растворов 0,4% натрия гипохлорита, анолита нейтрального и католита щелочного при разных способах введения (оральном, ректальном, внутривентриальном) для лабораторных животных [10].

Получены положительные результаты использования растворов натрия гипохлорита при лечении животных с поражением органов дыхания и пищеварения, а также при явлениях эндогенной интоксикации.

Широкое применение в промышленном свиноводстве получил способ дезинфекции с использованием анолита нейтрального. Его применяют методом полива при проведении профилактических дезинфекций. Данный способ дезинфекции оказался не только эффективным, но и достаточно дешевым. Это связано с тем, что производство организмовывают непосредственно на свиноводческих комплексах. При этом экономятся средства на транспортировку и упаковку. Этот же раствор с успехом применен при аэрозольной дезинфекции животноводческих помещений в присутствии животных.

Еще одним направлением применения электроактивированных растворов в животноводстве является обеззараживание воды, применяемой для поения животных. При длительном применении раствора натрия гипохлорита 0,6%-ного в разведении с водой в соотношении 1:100 признаков хронической токсичности и снижения качества получаемой продукции не установлено. Немаловажным моментом является и то, что данный раствор можно готовить непосредственно в хозяйстве, и для этого отечественными предприятиями налажено изготовление специальной аппаратуры.

Заключение. Актуальность использования электрохимически активированных растворов обусловлена низкой стоимостью получаемых растворов, ярко выраженными бактерицидными и детоксикационными свойствами. Учитывая большое количество публикаций, затрагивающих вопросы негативного влияния антибиотиков на организм животных и развитие устойчивых штаммов микроорганизмов, изучение и внедрение в терапевтические мероприятия электрохимических технологий является актуальным и доступным решением возникших вопросов. Дальнейшее изучение и внедрение процессов электрохимической активации растворов позволит решить важные экологические проблемы и усовершенствовать лечебно-профилактические мероприятия при многих патологиях. Применение такого рода веществ позволяет сократить затраты труда, времени и материалов на осуществление необходимых процессов.

Литературы. 1. Абрамов, С.С. Опыт применения раствора натрия гипохлорита в ветеринарной практике/ С.С. Абрамов [и др.]// Вісник Білоцерківського Державного аграрного університету, Біла Церква, 2010.- Випуск 5 (78).- С. 5-9. 2. Абрамов, С.С. Перекисное окисление липидов и эндогенная интоксикация у животных: монография/ С.С. Абрамов, А.А. Белко, А.П. Курдеко, А.А. Мацинович, Ю.К. Коваленок, А.В. Саватеев.- Витебск: ВГАВМ, 2007.- 208 с. 3. Бахир, В.М. Теоретические аспекты электрохимической активации / В.М. Бахир // Сб. науч. тр. по материалам Международного симпозиума: Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности / Всерос. науч.-исслед. и испытат. ин-т мед. техники, 1999. - С. 39 - 48. 4. Бахир, В.М. Электрохимическая активация: очистка воды и получение полезных растворов: монография / В.М. Бахир [и др.]. - М.: ВНИИИМТ, 2001.-175 с. 5. Белко, А.А. Терапевтическая эффективность электроактивированных растворов при заболеваниях молодняка крупного рогатого скота / А.А. Белко, Д.А. Столбовой, М.В. Шпаркович // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академии ветеринарной медицины» - 2009. - Т. 45, Вып.1, Ч. 1. - С. 103 - 106. 6. Белко, А.А. Раствор натрия гипохлорита в комплексной терапии кошек при мочекаменной болезни/ А.А. Белко, В.В. Петров //Практик (Научно-практический информационный ежемесячный журнал). – 2002.- № 9-10.- С.120- 122. 7. Богомольцева, М.В. Влияние электроактивных растворов на микробный пейзаж желудочно-кишечного тракта животных/М.В. Богомольцева, А.А. Белко, И.А. Субботина// Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академии ветеринарной медицины». 2010.-Т.46,вып.1. Ч. 1-С.184-187. 8. Задорожный, Ю.Г. К определению понятия электрохимической активации / Ю.Г. Задорожный // Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности: тез. докл. Всерос. конф., Москва, 20-22 дек. 1994 г.: в 2 ч. / Всерос. науч.-исслед. и испытат. ин-т мед. техники; редкол.: В.М. Бахир [и др.]. – М., 1994.-Ч. 1. - С.69 - 71. 9. Закомырдин, А.А. Электрохимически активированные растворы в ветеринарии / А.А. Закомырдин // Ветеринарный консультант, 2002

- № 8. - С. 15 -18 10. Корикова, С.И., Миклис Н.И., Бурак И.И., Белко А.А. Токсико-гигиенические показатели безопасности электролизного раствора натрия гипохлорита/ Материалы 66-й научной сессии сотрудников университета «Достижения фундаментальной клинической медицины и формирования», 27-28 января 2011г. – Витебск: ВГМУ - 68 – 70с. 11. Корикова, С.И. Микробиологические показатели эффективности антисептических растворов электрохимического натрия гипохлорита / С.И. Корикова, Н.И. Миклис, А.А. Белко, И.И.Бурак// Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр./ Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл.ред. Л.В. Половинкин. – Мн.: ГУ РНМБ, 2011.- Вып. 17. – с 77–84. 12. Корикова, С.И. Особенности получения электрохимического натрия гипохлорита / С.И. Корикова, Н.И. Миклис, А.А. Белко, И.И. Бурак// Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр./ Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл.ред. Л.В. Половинкин. – Мн.: ГУ РНМБ, 2011.- Вып. 18. – с 186 -191. 13. Маценович, А.А. Использование модельных экспериментов *in vitro* при изучении некоторых аспектов действия натрия гипохлорита на организм/ Маценович А.А., Германович Н.Ю., Белко А.А. // Предпосылки и эксперимент в науке: Матер. II межд. Межузовской конференции. – СПб, 2004. – С. 105-106. 14. Севастьянов, Б.Г. Анолит, католит / Б.Г. Севастьянов // Пчеловодство, 2006. - № 4. - С. 22 - 24. 15. Федоровский, Н.Ф. Непрямая электрохимическая детоксикация / Н.Ф. Федоровский / Пособие для последипломной подготовки врачей. – М.: Медицина, 2004. - 144 с.

Статья передана в печать 26.11.2015 г.

УДК 619:616.34-002-076:636.4.053

ЭНТЕРОСОРБЕНТЫ И ПРЕБИОТИКИ В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ПАТОЛОГИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У ЖИВОТНЫХ

Великанов В.В., Белко А.А., Игнатенко А.С., Гапоненко С.С., Субботина И.А.

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

В данной статье изложены результаты исследований по изучению эффективности энтеросорбентов, пребиотиков и их комплексов при патологии органов пищеварительной системы у животных. Установлено, что вышеуказанные препараты являются эффективными средствами при желудочно-кишечных болезнях у животных, способствуют быстрой детоксикации организма, что проявляется исчезновением клинических признаков заболевания, нормализации гематологических и биохимических показателей, ускоряют сроки выздоровления животных.

In this article the results of researches are expounded on the study of efficiency of enterosorbentov, prebiotikov and their complexes at pathology of organs of the digestive system for zoons. It is set that foregoing preparations are effective facilities at gastroenteric illnesses for zoons, instrumental in rapid detoksikacii of organism, that shows up disappearance of clinical signs of disease, normalizations of haematological and biochemical indexes, accelerate the terms of convalescence.

Ключевые слова: энтеросорбенты, пребиотики, гастроэнтерит, абомазоэнтерит, поросята, телята, лечение, профилактика.

Keywords: chelators, prebiotics, gastroenteritis, abamazoenterit, pigs, calves, treatment, prevention.

Введение. Желудочно-кишечные заболевания у молодняка животных регистрируются достаточно часто, особенно в условиях промышленных комплексов. Заболевания этой группы могут составлять до 70 – 80% от всей внутренней патологии молодняка [2]. До недавнего времени в терапии животных, больных патологией пищеварительной системы, большое значение придавалось лишь борьбе с условно-патогенной микрофлорой путем использования антимикробных средств. Однако длительное и бессистемное их применение приводило к снижению эффективности лечения, а также к развитию дисбактериоза, который еще более усугубляет заболевание, обеспечивая усиление интоксикации и таким образом вызывая у больных животных тяжелое течение заболевания, нередко заканчивающееся смертью. Заболевания желудочно-кишечного тракта наносят значительный экономический ущерб за счет потерь прироста массы тела у молодняка, затрат на лечение больных, а также ослабления естественной резистентности животных и повышенной восприимчивости к другим болезням [5].

В результате того, что животноводство перешло в основном на промышленную основу, происходят определенные изменения в традиционных условиях кормления и содержания. Эти изменения имеют двоякую сторону, с одной - это современные условия ведения животноводства, позволяющие в значительной степени повысить его производительность, а с другой - это новые технологии в кормлении, адиамина, обуславливающие нарушения обмена веществ, появления новых звеньев в патогенезе заболеваний, изменения типичного (классического) проявления патологий, снижение эффективности традиционных методов в лечении животных [1].

В связи с этим с целью профилактики и лечения заболеваний органов пищеварения целесообразно использование способов детоксикационной терапии. Из их многообразия наиболее перспективным является энтеросорбция. Этот способ физиологичен, не вызывает осложнений у животных, не требует значительных материальных затрат, легко увязывается с технологией содержания и кормления, т.е. удобен в применении [4].

Энтеросорбция – это эфферентный метод, основанный на связывании и выведении из организма через желудочно-кишечный тракт с лечебной и профилактической целью эндогенных и экзогенных веществ, надмолекулярных структур и клеток. Механизм детоксикационного действия энтеросорбции