

Научная статья
УДК 661.43, 537.3
doi: 10.28983/asj.y2023i9pp120-127

**Особенности использования гипохлорита натрия в сельском хозяйстве.
Технология приготовления раствора в малогабаритном мобильном устройстве**

Ольга Валерьевна Наумова¹, Михаил Вячеславович Карпов²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, Россия

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Россия
e-mail: uunaumov@mail.ru

Аннотация. Цель работы – разработка технологии и малогабаритного устройства для получения электролитического гипохлорита натрия высокой активности в отношении биофакторов, безопасно в обращении и отрицательного влияния на окружающую среду. Реализация электрохимического метода получения заключается в электролизе водного раствора хлорида натрия или морской воды в электролизёре предварительно обработанные высоковольтными разрядными импульсами. Предлагаемое техническое решение позволяет за счёт структурной перестройки как молекул воды, так и хлорида натрия повысить выход продуктов электролиза и реакционную способность гипохлорита натрия. Для проведения работ по дезинфекции, дезинсекции и дератизации разработано портативное устройство малой мощности для производства гипохлорита в фермерских хозяйствах, отличающееся многофункциональным применением. Новизна работы подтверждена необходимостью разработки технологии получения дезинфицирующего средства путем активирования воды высоковольтным разрядом, обеспечивающим улучшение качества гипохлорита для обеззараживания воды, органических отходов животноводства, свиноводства и птицеводства, хранения зерна и борьбе с вредителями сельскохозяйственных и плодовоовощных культур.

Ключевые слова: гипохлорит натрия; микотоксины; вода; стоки; обработка; зерно; навоз; помёт; хранение; безопасность.

Для цитирования: Наумова О. В., Карпов М. В. Особенности использования гипохлорита натрия в сельском хозяйстве. Технология приготовления раствора в малогабаритном мобильном устройстве // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 120–127. <http://10.28983/asj.y2023i9pp120-127>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

**Features of the use of sodium hypochlorite in agriculture.
Technology of solution preparation in a small-sized mobile device**

Olga V. Naumova¹, Mikhail V. Karpov²

¹Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (RSAU – MTAA named after K.A. Timiryazev), Moscow, Russia
e-mail: uunaumov@mail.ru

Abstract. The purpose of the presented work is to develop a technology and a small-sized device for producing electrolytic sodium hypochlorite of high activity with respect to biofactors, safe to handle and negative impact on the environment. The implementation of the electrochemical method of obtaining consists in the electrolysis of an aqueous solution of sodium chloride or seawater in an electrolyzer pretreated with high-voltage discharge pulses. The proposed technical solution makes it possible to increase the yield of electrolysis products and the reactivity of sodium hypochlorite due to the structural adjustment of both water and sodium chloride molecules. A portable low-power device for the production of hypochlorite in farms, characterized by multifunctional use, has been developed for disinfection, disinfection and deratization. The novelty of the work is confirmed by the need to develop a technology for obtaining a disinfectant by activating water with a high-voltage discharge, which



improves the quality of hypochlorite for disinfection of water, organic waste from animal husbandry, pig and poultry farming, grain storage and pest control of agricultural and fruit and vegetable crops.

Keywords: sodium hypochlorite, mycotoxins, water, sewage, processing, grain, manure, manure, storage, safety.

For citation: Naumova O. V., Karpov M. V. Features of the use of sodium hypochlorite in agriculture. Technology of solution preparation in a small-sized mobile device // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(9):120–127. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i9pp120-127](http://10.28983/asj.y2023i9pp120-127).

Введение. Проблемы охраны окружающей среды для сельских населенных пунктов стоят особенно остро, и основные трудности связаны с получением чистой питьевой воды, очисткой стоков и животноводческих помещений, а также утилизацией биоорганических отходов. Обеззараживание воды от патогенных микроорганизмов является самым важным этапом её очистки и приобретает первостепенное значение. Бактерии встречаются в любой воде, а в открытых бассейнах воды подвергаются гораздо большей возможности бактериального заражения и поэтому использование их в неочищенном виде, всегда представляет большую угрозу возможности возникновения и распространения кишечных и других заболеваний. Существующие методы обработки воды воздействием магнитного поля, разрядного импульса, кавитации и ультразвука, ультрафиолетового излучения и хлорирования не обеспечивают необходимой степени очистки и обеззараживания.

Метод магнитной обработки не требует химических реактивов, является экологически чистым и считается достаточно эффективным способом очистки воды. Для реализации данного метода необходимо создать магнитное поле с чередующейся направленностью. Эффективность обработки зависит от некоторых факторов: скорости протекания воды, химического состава и концентрации примесей [25].

Сотрудники Государственного института горнохимического сырья из г. Люберцы Московской области обнаружили, что магнитное поле может управлять поведением немагнитных частиц, но только не прямо, а через сложный физико-химический процесс. Действуя на движущиеся в потоке заряженные частицы, которые заряжены из-за осевших на них ионов, разворачивает их в потоке согласно обычным физическим законам. Частицы, сталкиваясь, начинают слипаться, коагулировать, а суммарная поверхность, на которую оседают ионы, уменьшается. Электрокинетический потенциал падает, ионы обратно поступают в раствор, а вода очищается. Следует отметить ее высокую эффективность при очистке и фильтрации загрязняющих примесей, несмотря на то, что в большинстве случаев они состоят из совершенно немагнитных материалов.

Использование магнитных технологий в сельском хозяйстве позволяет получить экономический эффект при минимальных затратах [26]. При протекании через магнитное поле, меняется молекулярная структура воды. Применение «активированной» воды повышает всхожесть семян сельскохозяйственных культур. Такая вода обладает в два раза большей растворяющей способностью, чем обычная, что позволяет лучше промывать засоленные почвы тяжелого механического состава, улучшая агрегатный состав верхних слоев, повышая скорость фильтрации на 20-30 % и увеличивая содержание подвижных форм фосфора. Изобретатель А.В. Скорняков, изучив теорию и практику магнетизма, а также его влияние на органику, установил, что параметры и сила воздействия полей зависят от расположения и конфигурации электромагнитных катушек [27]. В.А. Гурницкий, Г.В. Никитенко, И.В. Атанов, учёные Ставропольской государственной сельскохозяйственной академии, для осуществления данного технологического процесса разработали электромагнитный аппарат для омагничивания воды, отличающийся высокой производительностью и малым потреблением мощности, позволяющий изменять градиент магнитного поля во времени и в пространстве [28]. Используя устройство для омагничивания воды при поливе растений было отмечено ускорение процесса прорастивания семян, увеличение роста растений, повышение на 20 % урожайности сельскохозяйственных культур, а также снижение склонности к болезням. Предлагаемые устройства могут найти достойное место в сельском хозяйстве, так как отличаются при минимальных затратах высокой производительностью и экономической эффективностью [29].

Анализ литературы свидетельствует о целесообразности получения с помощью магнитов, структурированной биологически полноценной питьевой воды, что может иметь существенное





значение в чрезвычайных ситуациях при регенерации ее из водосодержащих отходов. Однако внедрение и использование магнитной обработки ограничено отсутствием обеззараживающего эффекта и аппаратуры.

Заслуживает внимания способ высоковольтной обработки воды, который позволяет стимулировать продуктивность растений и живых организмов за счет повышения её активности, а также вести очистку, как технических, так и бытовых стоков, с большой скоростью при малых затратах энергии [12, 30, 31]. Степень очистки регулируется в пределах – от норм рыбохозяйственного водопользования до глубокой очистки, с учётом жёстких требований медицины и микроэлектроники.

В Институте электрофизики и электроэнергетики РАН г. Санкт-Петербурга создана установка, которая позволяет обрабатывать воду электрическими разрядами. Импульсный разряд, проходящий за малый промежуток времени $(1-6) \cdot 10^{-3}$ с, можно рассматривать как взрывную волну, обеспечивающую переход воды в межэлектродном промежутке через критическое условие, вызывая неустойчивость всей системы замкнутого водного пространства [32]. Высоковольтная обработка воды влияет на ее свойства, облегчает удаление примесных включений и повышает эффективность очистки. Разряд и ударные волны вызывают кавитацию, световое, ионизирующее излучение, многофакторную активацию, коагуляцию и разрушение микроорганизмов, перестройку и переориентацию молекул и примесей. При обеззараживании воды данным методом поражаются практически все известные бактерии, в том числе и споры вредных для человека грибковых культур [10–14]. При этом затраты электроэнергии, необходимой для снижения концентрации микробов, в миллион раз ниже, чем при кипячении. В результате электроимпульсного разряда происходит резкое изменение прозрачности воды, вызванное изменением поляризации дисперсных частиц и коагулированием примесных включений, что ведёт к увеличению продолжительности на осветление и очистку.

Использование кавитации, ультразвукового и ультрафиолетового излучения при очистке и обеззараживании воды и стоков ограничено ввиду низкой производительности и недостаточной степени очистки. Однако совместное использование данных методов в одном устройстве позволяет повысить активность и степень обеззараживания воды и растворов от микробиологических загрязнений. Предлагаются методы и устройства, которые позволяют, используя явление кавитации при прохождении жидкости через трубку Вентури в процессе разрядных импульсов решить поставленную задачу [14–22].

К недостаткам можно отнести трудность управления процессами осветления и осаждения включений примесей жидкой составляющей, а также высокую энергоёмкость ($1,2 \dots 1,5$ кВт·ч/м³).

Альтернативой опасному реагенту хлору, стал безопасный реагент-гипохлорит натрия, получаемый электролизом поваренной соли [2]. Однако при обеззараживании свежего навоза крупного рогатого скота, жидкой фракции свиного и птичьего помёта, данный способ не позволяет обеспечить экологическую пригодность для использования в качестве удобрения. В этом плане представляет интерес использование высоковольтного разряда в процессе электролизе, который способствует переходу молекул воды и компонентов раствора в электронно-возбужденное состояние с образованием активных частиц, обеспечивающих иницирование химических превращений и соответственно, более высокую степень окисления, что обусловлено изменением энергетического состояния хлора и его производных элементов [1]. Разряд при высоком напряжении вызывает перераспределение электронов, приводящих к освобождению некоторых занятых состояний и заполнению свободных состояний, при этом нерастворенные ранее молекулы солей распадаются на ионы, а также соединяются с молекулами воды. Разложение гипохлорита сопровождается образованием активных частиц и, в частности, синглетного кислорода, который обладает повышенным биоцидным действием. Высокой антибактериальной активностью обладает хлорноватистая кислота и её соли – гипохлориты, являясь сильными окислителями, легко разлагаются с выделением кислорода, а также агрессивные фракций пероксидов, которые трудно зафиксировать существующими методами ввиду малого времени существования при контакте с воздухом.

Микотоксины, поражающие в основном злаковые культуры, а также фураж, силос, солому и готовые корма для животных, птиц и рыб, представляют серьёзную опасность для сельскохозяйственного производства во всём мире. Повысить качество кормовой смеси и кормовых гранул невозможно без разработки способа, который позволил бы проявить высокую эффективность в отношении почти всех растительных клеток, спор и бактерий. В связи с изменением климата



усиливается влияние антропогенного пресса на экосистему лесов и плодовых деревьев, которые подвергаются воздействию различного рода микроорганизмов и бактерий, являющихся возбудителями болезней. Отдельные виды цианобактерий растут и в наземных условиях, образуя симбиозы с другими организмами, например, с грибами входят в состав лишайников. Симбиоз гриба с водорослью основа на паразитизме, особенно сильном со стороны гриба. Плесневые грибы, появляющиеся на коре деревьев, вызывают различные болезни плодовых и ягодных насаждений, они не только ухудшают качество плодов, но и снижают урожайность. Кроме того, подобные налёты часто повреждают корни, побеги, листья, цветы, угнетая растения, вызывая отставание их роста и даже гибель растений.

Цель работы – исследовать работу устройства в полевых условиях, подтвердить, предполагаемые теоретическим путем, результаты на практике.

В задачи входило определение оптимальной концентрации гипохлорита натрия для обработки семян сельскохозяйственных растений и коры деревьев; проведение микробиологических исследований; оценка полученных результатов.

Методика исследований. Методика исследований была спланирована с учётом возможности применения энергии высоковольтного разряда в растворе при получении биоцида – гипохлорита натрия. Предложенное устройство позволяет изменять физико-химические и бактерицидные свойства раствора гипохлорита [1, 2]. Разработано малогабаритное устройство получения электролитического гипохлорита натрия (ранцевая дезинфицирующая система РДС-6, рис. 1), корпус которого выполнен из коррозионно стойкого материала – полиэтилена низкого давления. Устройство включает в себя емкость в виде блока многофункционального назначения, предназначенную для получения электролитического гипохлорита натрия, и может быть использована, как в качестве электролитического реактора для получения маточного, 5–7%-го раствора электрохимического гипохлорита натрия, так и для приготовления рабочего (0,125; 0,25; 0,5 %) раствора, а также тары для временного и длительного хранения маточного или рабочего раствора биоцида с последующим распылением в местах дезинфекции [1]. Устройство можно встроить в конструкцию ложечно-ленточного высаживающего аппарата [33–35].



Рис. 1. Ранцевая дезинфицирующая система РДС-6: 1 – блок управления с двумя адаптерами, которые обеспечивают питание электрохимического генератора: один от сети переменного тока 220В, а другой от аккумуляторного источника постоянного тока напряжением 12-27В, а также систему автоматики, обеспечивающую технологические и защитные функции электролиза; 2 – многофункциональная емкость, выполняющая функцию двух различных устройств: реактора, обеспечивающего электролиз хлорсодержащего раствора и распылителя, включающего ручной воздушный насос, способный создать необходимое рабочее давление; 4 – горловина рабочей емкости, на которой поочередно закрепляются вначале реактор, а затем воздушный насос; 5 – предохранительный клапан; 3 – штуцер для подключения браншпойта [1]

Высокие окислительные свойства раствора позволяют использовать для разрушения животных и растительных микроорганизмов, он не обладает канцерогенным и мутагенным действием и отличается бактерицидным действием [23]. Полученный гипохлорит натрия нарушает жизнедеятельность патогенов благодаря активных форм кислорода и хлорноватистой кислоты. Проявляя высокую эффективность в отношении почти всех растительных клеток, спор, и бактерий он становится перспективным средством защиты. Таким образом, метод электрогидравлического

эффекта, точнее способ микроструктурного изменения состояния и свойств раствора гипохлорита натрия, благодаря воздействия внутри объёма жидкости разрядных импульсов высокого напряжения обеспечить программированное формирования заданных свойств биоцида.

Результаты исследований. Получаемый препарат характеризуется меньшим уровнем загрязнения при высокой окислительной способности, а по качеству и физико-химическим свойствам превышает зарубежные аналоги. При обработке воды и источников водоснабжения удаётся обеспечить дезинфекцию и обеззараживание от холерного вибриона и кишечной палочки. Необходимые показатели качества очистки воды могут быть достигнуты за счёт использования меньшего количества хлора. Если для очистки от органических веществ, железа, сернистых примесей и дезинфицирования воды использовать раствор с концентрацией гипохлорита натрия 6 мг/л, то при выработке в сутки 6 кг гипохлорита можно увеличить количество воды, подлежащей обеззараживанию, с 1100 до 2500 м³/сут.

При хранении семян зерновых культур длительное время, возникает проблема, связанная с повреждением различными сельскохозяйственными вредителями, в виде образования плесени, микотоксинов, что делает оправданной работы в данном направлении [6, 7, 24]. Перспективным способом подготовки зернового материала для хранения, а также сырья при производстве кормов является обработка заражённого фуражного зерна раствором гипохлорита натрия. Высокие окислительные свойства позволяют использовать его для фунгицидной и бактерицидной обработки зерновых культур, что способствует полному или частичному подавлению развития возбудителей болезней. Известно, что в зерновых культурах и особенно в кукурузе появляется «Токсин Т2», который вызывает падёж птицы от 60 до 100 %. Обработка кормовых зерновых культур (пшеницы и ячменя) раствором гипохлорита натрия (концентрацией 50 мг/л) позволила в десять раз снизить токсичность [8, 9]. На рис. 2–4 представлены результаты антисептического и дезинфицирующего воздействия электролитического гипохлорита натрия на процесс уничтожения токсинов. При обеззараживании токсины стремительно сгорают в активном кислороде электролитического гипохлорита.



Рис. 2. Результаты микробиологических исследований пшеницы: а – пшеница необработанная, б – пшеница, обработанная гипохлоритом 1/2; в – пшеница, обработанная гипохлоритом 1/8



Рис. 3. Результаты микробиологических исследований ячменя: а – ячмень необработанный, б – ячмень, обработанный гипохлоритом 1/2; в – ячмень, обработанный гипохлоритом 1/8.

Причём, как видно из рис. 2–4, при обработке токсинов очень важно использовать раствор необходимой концентрации. Результаты обработки зерна, при кормлении кур и индюшек на патогенную микрофлору, выявляли в течение полугода, с ежемесячной микробиологической проверкой на развитие патогенных грибов. В результате инактивации токсинов в зерне электролитическим гипохлоритом натрия удалось исключить падёж птицы при кормлении.

Заключение. Применение метода обработки фуражного зерна 1,2%-м раствором гипохлорита натрия является актуальным направлением, а исследования по влиянию на патогенную микрофлору, микотоксины и организм птицы имеет не только научное, но и практическое значение. Сле-



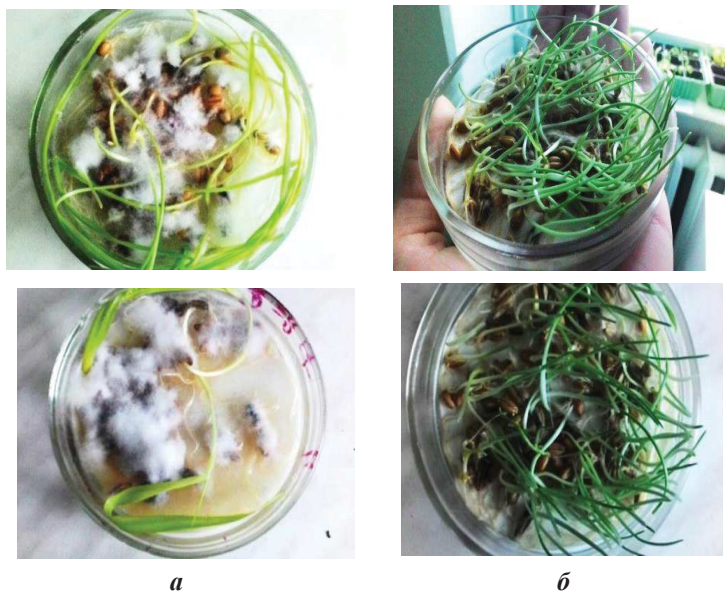


Рис. 4. Результаты микробиологических исследований проростков семян: а – зерно не обработанное, б – зерно, обработанное 1,2%-м раствором гипохлорита натрия (20 мин)

дует отметить, что если зерно перед загрузкой в элеватор подвергать обработке электролитическим гипохлоритом натрия, то возможно обеспечить длительный срок хранения его без потери органолептических свойств.

В литературных источниках [4, 5] встречаются данные о применении электролитического гипохлорита натрия для обеззараживания воды, стоков и органических отходов. Эффективность гипохлорита и его обеззараживающие свойства также подтверждаются научными исследованиями автора патентов [1-3, 5]. Применение гипохлорита в сельском хозяйстве является инновационной технологией [8, 9].

Полученные результаты могут быть использованы на практике и внедрены на фермах по выращиванию птицы и на элеваторах при хранении зерна. Кроме того, обработку гипохлоритом натрия можно применять при хранении других овощей и фруктов, например, картофеля и моркови, обрабатывая клубни от плесени и предотвращая раннее прорастание. Предлагаемую технологию можно применять и при посадке картофеля, что будет повышать всхожесть семян. Устройство можно встроить в конструкцию ложечно-ленточного высаживающего аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чесноков Б.П., Вашенков Е.Г., Наумова О.В. Устройство для получения электрохимического гипохлорита натрия. Патент на полезную модель. РФ, № 151807, 16 сентября 2014.
2. Чесноков Б.П., Вашенков Е.Г., Наумова О.В., Наумов Ю.Ю., Филатова К.В. (2016) Способ получения гипохлорита натрия. Патент РФ № 2616622, 24 февраля 2016.
3. Чесноков Б.П., Наумова О.В. Свойства воды и её роль в повышении урожайности зерновых культур // Аграрный научный журнал. 2015. № 10.
4. Чесноков Б.П., Вашенков Е.Г., Щербаков А.А., Наташкин М.Н., Наумова О.В., Ковалёва С.В. (2015) Способ обезвреживания органических отходов животноводства, свиноводства и птицеводства Патент РФ № 2552072, 24 марта 2015.
5. Чесноков Б.П., Абдразаков Ф.К., Наумова О.В., Щербаков А.А., Спиридонова Е.В. Разработка устройства и метода обеззараживания отходов животноводства и птицеводства // Энергосбережение в Саратовской области: научно-практический журнал. 2015. № 60.
6. Виноходов Д.О. Токсикологические исследования кормов. СПб., 1995. 80 с.
7. Микотоксины. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%8B>.
8. Аксенов В.В., Порсев Е.Г. Снижение микробиологической зараженности зерновых крахмалосодержащих культур // Вестник КрасГАУ. 2012. № 12.
9. Зафириди А.Г. Применение раствора гипохлорита в ветеринарии и животноводстве: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Краснодар, 2006.
10. Нагель Ю.А. Электроимпульсное обеззараживание сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 1997. № 6.



11. Федоренко К. П., Гнеуш А. Н., Гавриленко Д. В. Использование активированных водных растворов в проращивании зерна // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 345–349.
12. Яворовский Н.А. Очистка воды с применением электроразрядной обработки // Водоснабжение и санитарная техника. 2000. № 1.
13. Наумова О.В., Ерошенко Г.П., Чесноков Б.П., Ажгалиев Ю.А. Очистка воды с помощью высоковольтного разряда // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: сб. материалов 6-й Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2004.
14. Чесноков Б.П., Наумова О.В., Спиридонова Е.В. (2008) Вода и ее роль в сельскохозяйственном производстве // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию со дня рождения профессора Александра Григорьевича Рыбалко. Саратов, 2006. С.46–48.
15. Чесноков Б.П., Щербакова Н.Е. (2010) Высоковольтный электрический разряд как средство изменения свойств питательной среды // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2010. С. 364–368.
16. Информационный листок № 213-89 «Способ обеззараживания сточных вод в кавитационном поле» – Челябинский Межотраслевой Территориальный ЦНТИ, 1989.
17. Авторское свидетельство 225799 СССР, МКИ С02F от 15.05.1983.
18. Авторское свидетельство 960130 СССР, МКИ С02F от 23.09.1982.
19. Патент 2144003 РФ, МКИ С02F 1/34 от 19.02.1999.
20. Высоцкий Л.И., Чеснокова Е.В., Чесноков Б.П. Устройство для обеззараживания жидкости. Патент РФ на изобретение № 85469, 10 августа 2009.
21. Угаров Г.Г., Чеснокова Е.В., Чесноков Б.П., Наумова О.В., Щербакова Н.Е. Устройство для обработки жидкости. Патент РФ на полезную модель № 124260, 20 января 2013.
22. Беляк А.А., Касаткина А.Н., Гонтовой А.В. К вопросу об использовании растворов гипохлорита натрия в водоподготовке // Питьевая вода. 2007. № 2. С.25–34.
23. Чесноков Б.П., Абдразаков Ф.К., Наумова О.В., Щербаков А.А., Спиридонова Е.В. Разработка устройства и метода обеззараживания отходов животноводства и птицеводства // Энергосбережение в Саратовской области: научно-практический журнал. 2015. № 60.
24. Виноходов Д.О. Токсикологические исследования кормов. СПб., 1995. 80 с.
25. Очков В.Ф. Магнитная обработка воды: история и современное состояние // Энергоснабжение и водоподготовка. 2006. № 2. С. 23–29.
26. Гурницкий В.А., Никитенко Г.В., Антонов И.В., Антонов С.А. Магнитом по воде // Изобретатель и рационализатор. 2001. № 2. С. 12.
27. Скорняков А.В. Омолодимся // Изобретатель и рационализатор. 2003. № 37. С. 7.
28. Патент РФ 2077503 МКИ С02F 1/48, 1994.
29. Авторское свидетельство 1807011 СССР МКИ С02F, 1/48.
30. Филатов А.П. Обеззараживание воды электрическим разрядом // Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. Зеленоград, 2005. Вып. 5. С.159–160.
31. Халюткин В.А., Шарапов В.М., Филатов А.П. Обеззараживание воды импульсным высоковольтным электрическим разрядом // Высокие технологии энергосбережения: труды Междунар. школы-конференции. Воронеж: Кварта, 2005. 188 с.
32. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л., 1986.
33. Шардина Г.Е., Карпов М.В. Обоснование кинематических параметров ложечно-ленточного высаживающего аппарата // Научное обозрение. 2011. №4. С.117–121.
34. Патент RU 2357396 С2 Устройство для высадки пророщенных клубней картофеля, 10.06.2009. Заявка №2006138007/12 от 27.10.2006.
35. Карпов М.В. Совершенствование технологического процесса посадки яровизированного картофеля // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2011. № 4. С.40–42.

REFERENCES

1. Chesnokov B.P., Vashenkov E.G., Naumova O.V. Device for producing electrochemical sodium hypochlorite. A patent for a utility model. RF, No. 151807, September 16, 2014. (In Russ.).
2. Chesnokov B.P., Vashenkov E.G., Naumova O.V., Naumov Yu.Yu., Filatova K.V. Method for obtaining sodium hypochlorite. RF Patent No. 2616622, February 24, 2016. (In Russ.).
3. Chesnokov B.P., Naumova O.V. Properties of water and its role in increasing the yield of grain crops. *Agrarian scientific journal*. 2015; 10. (In Russ.).
4. Chesnokov B.P., Vashenkov E.G., Shcherbakov A.A., Natashkin M.N., Naumova O.V., Kovaleva S.V. Method of neutralization of organic waste of animal husbandry, pig breeding and poultry breeding Patent of the Russian Federation No. 2552072, March 24, 2015. (In Russ.).



5. Chesnokov B.P., Abdrazakov F.K., Naumova O.V., Shcherbakov A.A., Spiridonova E.V. Development of a device and method for disinfection of animal husbandry and poultry waste. *Energy saving in the Saratov region: scientific and practical journal*. 2015; 60. (In Russ.).

6. Vinokhodov D.O. (1995) Toxicological studies of feed. St. Petersburg, 1995. 80 pp. (In Russ.).

7. Mycotoxins. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%8B>.

8. Aksenov V.V., Porsev E.G. Reduction of microbiological contamination of grain starch carriers. *Bulletin of KrasGAU*. 2012; 12. (In Russ.).

9. Zafiridi A.G. Application of hypochlorite solution in veterinary medicine and animal husbandry. Abstract of the dissertation. *Kuban State Agrarian University*. 2006: 24. (In Russ.).

10. Nagel Yu.A. Electric pulse disinfection of wastewater. *Water supply and sanitary equipment*. 1997; 6. (In Russ.).

11. Fedorenko K. P., Gneush A. N., Gavrilenko D. V. The use of activated aqueous solutions in grain germination. *Young scientist*. 2015; 13 (93):345-349. (In Russ.).

12. Yavorovsky N.A. Water purification using electric discharge treatment // *Water supply and sanitary equipment*. 2000; 1. (In Russ.).

13. Naumova O.V., Eroshenko G.P., Chesnokov B.P., Azhgaliev Yu.A. Water purification using a high-voltage discharge. *Cities of Russia: problems of construction, engineering, landscaping and ecology*. Penza, 2004. (In Russ.).

14. Chesnokov B.P., Naumova O.V., Spiridonova E.V. (2008) Water and its role in agricultural production. *Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the birth of Professor Alexander Grigoryevich Rybalko*. Saratov, 2006:46–48. (In Russ.).

15. Chesnokov B.P., Shcherbakova N.E. (2010) High-voltage electric discharge as a means of changing the properties of the nutrient medium. *Actual problems of agroindustrial energy*. Saratov, 2010:364–368. (In Russ.).

16. Information sheet No. 213-89 “Method of disinfection of wastewater in a cavitation field” – Chelyabinsk Intersectoral Territorial Central Research Institute, 1989. (In Russ.).

17. Copyright certificate 225799 USSR, MKI C02F dated 05/15/1983.

18. Copyright certificate 960130 USSR, MKI C02F dated 09/23/1982.

19. Patent 2144003 RF, MCI SO2F 1/34 from 02/19/1999.

20. Vysotsky L.I., Chesnokova E.V., Chesnokov B.P. Device for liquid disinfection RF Patent for invention No. 85469, August 10, 2009. (In Russ.).

21. Ugarov G.G., Chesnokova E.V., Chesnokov B.P., Naumova O.V., Shcherbakova N.E. Device for liquid treatment RF patent for utility model No. 124260, January 20, 2013. (In Russ.).

22. Belyak A.A., Kasatkina A.N., Gontovoy A.V. On the use of sodium hypochlorite solutions in water treatment. *Drinking water*. 2007; 2:25–34. (In Russ.).

23. Chesnokov B.P., Abdrazakov F.K., Naumova O.V., Shcherbakov A.A., Spiridonova E.V. Development of a device and method for disinfection of livestock and poultry waste. *Energy saving in the Saratov region: scientific and practical journal*. 2015; 60. (In Russ.).

24. Vinokhodov D.O. Toxicological studies of feed. St. Petersburg, 1995:80. (In Russ.).

25. Ochkov V.F. Magnetic water treatment: history and current state. *Power Supply and water treatment*. 2006;2:23–29. (In Russ.).

26. Gurnitsky V.A., Nikitenko G.V., Antonov I.V., Antonov S.A. With a magnet on water. *Inventor and innovator*. 2021;2:12. (In Russ.).

27. Skornyakov A.V. Let's rejuvenate. *Inventor and innovator*. 2003;37:7. (In Russ.).

28. RF Patent 2077503 MKI C02F 1/48, 1994.

29. Copyright certificate 1807011 USSR MKI C02F, 1/48.

30. Filatov A.P. Disinfection of water by electric discharge. *Electrotechnologies and electrical equipment in agricultural production*. 2005;5:159–160. (In Russ.).

31. Khalyutkin V.A., Sharapov V.M., Filatov A.P. Disinfection of water by pulsed high-voltage electric discharge. *High energy saving technologies*. Voronezh, 2005:188 p. (In Russ.).

32. Yutkin L.A. Electrohydraulic effect and its application in industry. Leningrad, 1986. (In Russ.).

33. Shardina G.E., Karpov M.V. Substantiation of kinematic parameters of a spoon-belt planting apparatus. *Scientific Review*. 2011;4:117–121. (In Russ.).

34. Patent RU 2357396 C2 Device for planting sprouted potato tubers, 10.06.2009. Application No. 2006138007/12 dated 27.10.2006.

35. Karpov M.V. Improvement of the technological process of planting spring potatoes. *Bulletin of Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*. 2011;4:40–42. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 8.02.2023; одобрена после рецензирования 21.03.2023; принята к публикации 30.03.2023.

The article was submitted 8.02.2023; approved after reviewing 21.03.2023; accepted for publication 30.03.2023.

