

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОВОЩЕЙ СПОСОБОМ МАЛООБЪЁМНОЙ ГИДРОПОНИКИ

А.В. Крутов, канд. техн. наук, доцент, М.А. Бойко, ст. препод.; В.В. Боровская, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

В статье приводятся результаты исследований по обеззараживанию сточных вод тепличных комбинатов продуктами электрохимической активации. Анализируется эффективность обеззараживания дренажа другими способами, в частности, ультрафиолетом.

The article deals with the results of the researches on the decontamination of wastewater at greenhouse complex by products of electrochemical activation. The article analyzes the effectiveness of decontamination of drainage in different ways, particularly by using ultraviolet.

Введение

В последние годы передовые тепличные комбинаты перешли на выращивание овощей малообъемным гидропонным способом с использованием минеральной ваты и других субстратов. Преимущества малообъемной гидропоники заключаются в возможности автоматизации управления выращиванием овощей с помощью компьютера. При этом поддерживаются заданные значения питательного раствора и его pH, оптимизируется расход воды и удобрений, улучшается контроль за ростом растений. Это позволяет снизить трудозатраты, повысить качество плодов и получать более высокий урожай (35-50 кг/м²) по сравнению с грунтовым способом (25-30 кг/м²). Такой способ выращивания требует высоких первоначальных затрат на оборудование и материалы по сравнению с производством овощей в закрытом грунте. Однако экономическая эффективность гидропонных технологий намного выше.

К вновь строящимся и действующим тепличным комплексам предъявляются экономические санкции со стороны экологических организаций за сброс дренажных вод в окружающую среду без предварительной их очистки и обеззараживания. Поэтому наиболее целесообразно применять повторное использование дренажа для приготовления питательных растворов. Это позволяет существенно экономить воду и удобрения, и дренажную воду необходимо обеззараживать.

Основная часть

В овощеводстве представляют опасность инфекционные заболевания растений. К ним относят вирусные болезни, бактериальные и грибные. При гидропонном способе выращивания растений эти болезни могут передаваться через стоки дренажа, а их возбудители обитать в самом субстрате.

Вирусные болезни растений делят на мозаики и желтухи (мозаичные болезни растений и желтуха растений). Мозаичная группа вирусных болезней характери-

зуется пестрой (мозаичной) расцветкой пораженных органов (главным образом листьев и плодов, чередованием пятен разнообразной величины и формы, имеющих зеленую окраску различной интенсивности. При этом заболевании меняется форма листовой пластинки, растение отстает в росте. Из мозаичных болезней растений наиболее вредоносны мозаика томата, зеленая мозаика огурца и обыкновенная огуречная мозаика и другие. При желтухе растений больные растения вырастают карликовыми, цветки у них с удлинёнными чашелистиками, позеленевшими деформированными венчиками и завязью, произрастающей в листочки.

Бактериальный рак томата вызывается бактерией *Clavibacterium michiganense*. Поражает плоды, стебли, сосудистую систему. Сопровождается увяданием отдельных ветвей и листьев, на плодах мелкие округлые пятна с темным центром («птичий глаз»).

Грибные болезни растений, вызываемые фитопатогенными грибами (паразитами и полупаразитами), наиболее распространенные и вредоносные болезни сельскохозяйственных растений. Под воздействием грибов-возбудителей болезней в растениях возникают патологические процессы, сопровождающиеся нарушением структуры и физиологических функций растения или отдельных его частей. Внешне грибные болезни растений характеризуются местным (пятнистости, грибные налеты, язвы, пустулы) или общим (увядание растений) типом поражения. Подобные болезни растений (кладоспориозы, септориозы, серая гниль и др.) вызываются несовершенными грибами рода *Cladosporium*, *Septoria*, *Botrytis*. Например, в теплицах томаты поражают возбудители *Cladosporium fulvum*, *Septoria lycopersici*, плоды и листья огурца – *Cladosporium cucumerinum*, *Botrytis cinerea* [1].

Для борьбы с инфекционными заболеваниями растений применяются различные гербициды и профилактические меры. Не исключаются и электрофизические методы обеззараживания стоков и субстрата.

В настоящее время для обеззараживания дренажа в основном используются термический способ или ультрафиолетовая (УФ) обработка дренажных вод. Однако эти способы имеют ряд недостатков. Первый – весьма энергозатратный, так как для обеззараживания необходимо большие объемы воды нагревать до 95°C. В летний период, когда не работают котельные, этот способ требует использования электронагрева, наличия мощных электронагревателей. Обработка ультрафиолетовым излучением имеет изменяющуюся во времени эффективность обеззараживания. По мере образования отложений на колбе ультрафиолетовой лампы, обеззараживающее действие снижается. КПД ультрафиолетового обеззараживания составляет 8,5-10% [2]. В УФ-установках должна предусматриваться очистка кварцевых чехлов, не вынимая их из камеры обеззараживания, т.к. в процессе их работы накапливаются отложения органического и минерального происхождения. На практике применяются специальные системы очистки двух типов: механическая и химическая. В первом случае специальная муфта из фторопласта, приводимая в движение специальным механизмом и плотно облегающая кварцевый чехол, периодически скользя по нему. Ее основным недостатком является низкая надежность и небольшая долговечность. Химическая очистка является простым и эффективным методом. Она осуществляется путем циркуляции через установку воды с добавлением небольших доз пищевых кислот при помощи промывочного насоса, который должен входить в комплектацию УФ-установки. Кроме того, для повышения прозрачности обеззараживаемой среды дренажную воду разбавляют чистой, так называемой, подпиточной. А это снижает производительность УФ-обеззараживания.

Опыты по обработке сточных вод, загрязнённых бактерицидной и вирусной микрофлорой, показали положительные результаты после их обеззараживания продуктом электрохимической активации – анолитом [3]. Технологическая схема получения анолита и католита известна и проста. Главное устройство в ней – электроактиватор. Электроактиватор представляет собой электрохимическую систему с катодом и анодом, в которой камера, заполняемая обрабатываемой водой, разделена на два объёма (катодный и анодный) с помощью полупроницаемой перегородки. В анодной камере образуется анолит, в катодной – католит. В анодной камере кислотность воды увеличивается с образованием различных кислот, а также перекиси водорода. Анолит отличается более высокой электропроводностью. При анодной обработке вода насыщается высокоактивными окислителями (хлор, озон, перекись водорода, хлорноватистая кислота и др). В присутствии этих окислителей происходит электрокаталитическое окисление органических примесей воды, их деструкция и уничтожение микроорганизмов. Это говорит о том, что анолит обладает бактерицидными свойствами.

На кафедре электротехники Белорусского государственного аграрного технического университета были проведены исследования по обеззараживанию дренажа теплиц при выращивании растений по техно-

логии с малообъемной культурой субстрата. Цель исследований – снизить себестоимость выращиваемых в теплицах овощей, экологическую нагрузку на окружающую среду, расход энергетических, водных и минеральных ресурсов путем использования для приготовления питательных растворов, обеззараженных электрохимическим способом дренажных вод. В задачи исследования входило, оценить эффективность обеззараживающего действия продуктов электрохимической активации анолита кислого (рН 2,5...3,5) и анолита нейтрального (рН 6,0... 7,0).

Способ обеззараживания анолитом заключается в следующем. Для получения анолита слабоминерализованный водный раствор хлорида натрия (5-7 мг/л) был обработан в диафрагменном электрохимическом реакторе. Диафрагма в виде пористой диэлектрической перегородки между электродами реактора препятствует смешиванию объемов воды (растворов) в анодной и катодной камерах. В то же время она обеспечивает ионный обмен между этими объемами. В результате обработки в катодной камере реактора, вода насыщается продуктами катодных электрохимических реакций, обычно гидроксидами металлов, образовавшимися из растворенных солей, гидроксид-ионами, водородом. При анодной обработке – вода в анодной камере насыщается продуктами окисления, в том числе кислотами, синтезированными из растворенных солей, кислородом, хлором. В нашем опыте концентрация активного хлора в анолите достигала 4250 мг/л, показатель рН анолита, в зависимости от электрического заряда, доводился в одном случае от 2,5 до 3,5, в другом – от 5,5 до 7,0. С учетом того, что поливная вода не должна содержать в своем составе более 50 мг/л хлора [4], полученный анолит разбавляли послед дренажной водой в пропорции 1:100.

Активированное состояние воды и растворов в результате униполярной электрохимической обработки проявляется в аномальной реакционной способности католита и анолита в окислительно-восстановительных реакциях, в их каталитической, биокаталитической активности, в аномальной физико-химической активности при взаимодействиях на границе раздела фаз. При этом изменяются такие параметры раствора, как рН, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), поверхностное натяжение, диэлектрическая проницаемость, электропроводность. Известны три основных фактора, обуславливающие физико-химическую активность анолита и католита [5].

Первый из них – образование щелочей, кислот, других стабильных продуктов электрохимических реакций в католите и анолите, которые не только заменяют традиционные химические добавки, но и обеспечивают достижение лучших результатов при использовании католита и анолита вместо химических растворов. Второй – образование высокоактивных неустойчивых (метастабильных) продуктов электрохимических реакций (например, свободных радикалов), время жизни которых ограничено несколькими часами. Они значительно усиливают проявление кислотных, окислительных, щелочных и восстановительных свойств анолита и католита. Получить их в воде путем растворения химических

реагентов, как правило, невозможно. Третий – возникновение и существование в течение некоторого времени диссипативных структур, сформированных в области объемного заряда у поверхности электродов, как свободных, так и в виде гидратных оболочек ионов, молекул, радикалов, атомов, что придает анолиту и католиту свойства катализатора самых различных химических реакций, в том числе биохимических. Также происходит изменение активационных энергетических барьеров между взаимодействующими компонентами.

На установке электрохимической активации воды (рис. 1) были приготовлены образцы католита (pH=12,8),



Рис. 1. Общий вид установки электрохимической активации слабых растворов соли

анолита (pH= 6,02) из исходного слабого раствора поваренной соли с концентрацией хлора – 5%, а также образцы другого качества (католит с pH=12,03, анолит с pH= 2,95). Исходный раствор NaCl содержал 4% хлора. Образцы анолита и католита были приготовлены с целью определения их антимикробной активности в микробиологической лаборатории.

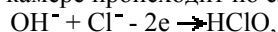
Испытания вышеназванных образцов электрохимической активации проводились в период с 15 по 23 декабря 2009 года согласно общепринятым методикам и указаниям по исследованию действия на различные микроорганизмы антисептиков и дезинфицирующих средств (инструкция БелСЭС №11-20-2004). Данная методика основана на ингибировании (подавлении) роста тест-культур микроорганизмов.

В качестве тест-штаммов использовались коллекционные тест-штаммы *Esherichia coli* ATCC 1129, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15412, *Candida albicans* ATCC 10231, т.е. штаммы микроорганизмов, встречающиеся в сточных водах. Образцы дезинфектанта использовались в на-

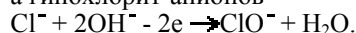
тивных концентрациях. Продолжительность обработки (экспозиция) во всех случаях составляла 10 мин. При определении антимикробной активности образцов католита и анолита методом объемной противомикробной обработки в лабораторных условиях на керамической поверхности расход рабочего раствора составлял 30 мл/м³, экспозиция – 30 мин. В целом, в ходе лабораторных испытаний образцов дезинфектантов, приготовленных методом электрохимической активации, установлены следующие основные результаты. Католит с pH=12,03 (4% Cl) по отношению к грам-отрицательным бактериям *Esherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* имеет факторы редукции RF>5 с белковой нагрузкой и без нее, что соответствует СанПиН 21-112-99г. Полученные данные свидетельствуют о высокой антимикробной активности этого образца католита в отношении грам-отрицательной флоры. Анолит кислый с pH=2,95 (4% Cl) имеет высокий антимикробный эффект по отношению к грам-положительным бактериям *Staphylococcus aureus*. Здесь факторы редукции также RF>5 с белковой нагрузкой и без нее, что соответствует СанПиН 21-112-99г.

Достаточно сильное обеззараживающее действие анолита на вышеперечисленные тест-штаммы микроорганизмов было проявлено и при больших значениях pH, близких к 7,0. В этом случае концентрации гипохлорит-ионов и хлорноватистой кислоты примерно одинаковы, а расход количества электричества – минимальный.

Прямой синтез хлорноватистой кислоты в анодной камере происходит по следующей схеме:



а гипохлорит-анионов



Общее микробное число (титр КОЕ) в 1 мл приготовленного по вышеизложенной методике питательного раствора было равно нулю уже при концентрации активного хлора – 5 мг/л и pH анолита, равном 6,5. Однако авторам публикации не удалось получить положительные результаты при применении продуктов электрохимической активации для обеззараживания штаммов микроорганизмов грибкового происхождения.

Заключение

В результате проведенных исследований и полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Для обеспечения эффективности обеззараживания с помощью ультрафиолетового излучения необходимо проведение постоянного технологического обследования системы обеззараживания и обслуживания УФ ламп.

2. Способ обеззараживания дренажных стоков продуктами электрохимической активации имеет высокий антимикробный эффект по отношению к грам-отрицательным бактериям *Esherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и к грам-положительным бактериям *Staphylococcus aureus*.

3. Обеззараживание продуктами электрохимической активации штаммов микроорганизмов грибкового происхождения показало их низкую антимикробную эффективность (факторы редукции RF<3, что не соот-

ветствует СанПиН 21-112-99г.). Для подавления микроорганизмов грибкового происхождения следует использовать другие, более эффективные методы обработки, например, электроимпульсное обеззараживание.

По предварительным расчетам, ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии антивирусного и антибактериального обеззараживания дренажных вод продуктами электрохимической активации составляет 28900,0 тыс. руб. на 1 га теплиц в год (в ценах на 01.01.2011г.). Срок окупаемости новой технологии на 12 га теплиц – 3,5 года. Внедрение ресурсосберегающей технологии снизит себестоимость производства овощей на 12...15 процентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство: большой энциклопед. словарь / Редкол.: В.К. Месяц (гл. ред.) и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 656 с.: ил.

2. Ульянов, А.Н. Ультрафиолетовое обеззараживание дренажной воды [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.svarog-uv.ru/drainage.htm>. – Дата доступа: 22.06.2011.

3. Крутов, А.В. Обеззараживание дренажа тепличных комбинатов продуктами электрохимической активации/ А.В. Крутов, В.В. Боровская//Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: матер. междунар. научн.-технич. конф., Минск, 23-24 октября 2009 г.: в 2-х ч. /М.А. Прищепов [и др.], ч. 1; под ред. М.А. Прищепова – Мн.: БГАТУ, 2009. – С. 140-142.

4. Веремейчик, Л.А. Основы питания томатов, выращиваемых в малообъемной культуре: ISBN 985-655-219-2/ Л.А. Веремейчик. – Мн.: БГАТУ, 2002. – 349 с.

5. Бахир, В.М. Пути создания эффективных и безопасных антимикробных жидких средств и эволюция общественного восприятия дезинфекционных мероприятий/ В.М. Бахир// Дезинфекционное дело. – №3, 2004. – С. 22-26.

УДК 636.2.62.64.089.67

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.08.2011

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ТЁЛОК, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗНЫМИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Е.К. Стецкевич, мл. научн. сотр. (ГГАУ)

Аннотация

В статье изложены результаты научно-хозяйственного опыта по изучению особенностей роста тёлочек, родившихся от нетелей отечественной чёрно-пёстрой породы, осеменённых спермой быков-производителей белорусской и канадской селекции, от нетелей, завезённых из Венгрии, а также тёлочек-трансплантантов, полученных при пересадке эмбрионов, импортированных из Канады. Установлено, что импортные генотипы голштинской породы характеризуются более высоким продуктивным потенциалом. Это проявилось уже во внутриутробном периоде развития, следствием чего явилась более высокая крупноплодность новорожденных телят, полученных от животных зарубежной селекции. Условия среды на стадии постэмбрионального онтогенеза внесли свои коррективы в особенности роста подопытных животных. Тем не менее, и в этом периоде превалировало влияние генотипа животных на процесс их роста.

This article presents the results of scientific experience in studying the peculiarities of the growth characteristics in heifers born from heifers of black-motley domestic breed, inseminated with sperm of bulls of the Belarusian and Canadian breeds; from heifers imported from Hungary; and from transplant heifers, obtained by embryos transplantation, which has been imported from Canada. It was established, that the imported Holstein genotypes have a higher productive potencial. This fact was already evident in utero development, and, as a consequence, newborn calves, derived from foreign animal breeds, had bigger fetus. The environmental conditions, present during the post-embryonic ontogeny, brought some changes in the growth characteristics of experimental animals. However, in this period, the genotype of animals had the prevalent influence on their growth.

Введение

В соответствии с Государственной программой развития животноводства в Беларуси, к 2015 году планируется повысить валовой надой молока до 10 млн. тонн, а среднюю продуктивность дойного стада увеличить примерно на 30% и довести до 6,3 тыс. кг молока от одной коровы в год. Выполнение этой задачи во многом зависит от организации биоло-

гически полноценного кормления и создания стад с высоким генетическим потенциалом по молочной продуктивности. В нашей республике, как и в других странах мира с высокоразвитым скотоводством, основные пути ускоренного прогресса генетического потенциала молочной продуктивности скота – это использование для искусственного осеменения коров высококлассных быков-улучшателей как белорусской,