l

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ГАВРИКОВА Елена Ивановна, Орловский государственный аграрный университет **ШКРАБАК Роман Владимирович**, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет **ЦЫГАНОВА Надежда Александровна**, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

ШКРАБАК Владимир Степанович, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

ШКРАБАК Арина Васильевна, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Разработана конструкция ультразвукового аэрозольного устройства с повышенной надежностью. Для обработки воздуха предложен способ аэрозольной дезинфекции, в результате которого общая микробная обсемененность помещений снижается в среднем в 5,5 раза, содержание плесневых грибов - в 11 раз.

Введение. Снижение заболеваемости работающих на предприятиях АПК – одна из основных задач сельскохозяйственного производства [6]. Результативная работа этой направленности обладает большим общехозяйственным значением, так как приводит к снижению трудовых потерь, связанных с заболеваниями. Сила воздействия патогенных микроорганизмов, обладающих способностью привести организм человека к инфекционным заболеваниям, в первую очередь зависит от неспецифической реакции иммунной системы. Кроме того, необходимо учитывать, что в последнее время возросла численность штаммов микроорганизмов, проявляющих резистентность к противомикробным препаратам [9]. Использование средств природного происхождения дает возможность приостановить распространение микроорганизмов, устойчивых к лекарствам, таким образом снижая вероятность и последствия заражения работника [11]. Одним из перспективных направлений исследований является изучение противомикробных и иммуностимулирующих свойств композиций на основе экстрактов эфирных масел [1]. Сложный состав эфирных масел позволяет им деструктивно воздействовать на устойчивые штаммы бактерий, которые не способны оперативно выработать ответную реакцию на все соединения [2]. Кроме того, некоторые вещества эфирных масел стимулируют функции клеток даже в минимальных концентрациях, что позволяет использовать фитоэкстракты из сырья эфиромасличных растений.

Метод распыления удобен для быстрой дезинфекции воздуха при аэрозольной обработке

воздуха рабочей зоны и поверхностей, однако аэрозоли, образуемые с помощью термических и термомеханических устройств, являются полидисперсными и вследствие термического разложения часть антимикробных свойств растворов теряется. Механические распылители, к которым относятся ультразвуковые аппараты «дробят» жидкость и получают монодисперсный аэрозоль.

Гармонические колебания погруженных в жидкость и вибрирующих пластин приводят к появлению в ней микроскопических вихревых структур. Исследования поведения растворов при вибрациях и анализ деформации колеблющейся в жидкости пластины приведены в [8, 10]. Низкочастотные вибрации в объемах жидкости со значительной свободной поверхностью инерционно возбуждают поверхностные гравитационные волны, приводящие к образованию внутренних распределенных течений. Повышение амплитуды вибрации жидкости возбуждает гравитационно-капиллярные волны, которые одновременно способны создавать и внутренние и поверхностные течения. Изучение процессов гидродинамики, возникающих в результате вибрации пластин, представляют интерес при создании устройств, в состав которых входят элементы, работающие в жидкостях. В качестве таких электродинамических преобразователей обычно используют комплект из самой пластины и акустического пьезоизлучателя как источника вибраций для пластины. Корпус пьезоизлучателя и пластина получают изгибные колебания в широком диапазоне частот после подачи напряжения от генератора на электрические выводы пьезо-

1 2021



излучателя. Амплитуда изгибных колебания в пластине, имеющей конечные размеры, возрастает и переходит в вибрации при резонансе собственных частот и частот колебаний пьезоизлучателя.

Проектирование технических средств и составление дезинфекционных композиций для коррекции уровня микробной обсеменённости приводит к снижение общего уровня заболеваемости и сроков временной нетрудоспособности работников АПК, что позволит повысить производительность труда и снизить трудоемкость получения продукции.

Цель исследования – изучить работу ультразвукового аэрозольного устройства с повышенным удобством и надежностью эксплуатации в процессе распыления дезинфицирующей композиции оригинального состава.

Методика исследований. Методы: бактериологический, эпидемиологический. Исследования проводили в помещениях АО АПК «Орловская Нива» СП «Комплекс по производству молока Сабурово» Орловской области. При отборе проб использовали метод пассивной седиментации. Индивидуальную пробу отбирали на стерильные питательные среды (мясо-пептонный агар) чашек Петри. Пробы ставили на расстоянии 1 м от уровня пола, затем подвергали термостатированию в течение 48 ч при 37 °С. Далее подсчитывали единицы колоний на чашках и определяли количество микроорганизмов в 1 м³ воздуха.

Результаты исследований. Для противомикробной обработки воздуха предприятий с повышенной микробной обсемененностью в присутствии людей, а также для дезодорирования воздуха нами был предложена композиция для дезинфекции, содержащей перекись водорода, растворимую соль серебра, 5%-й раствор фурокумарина в этиловом спирте, сульфонол и воду [3]. Одновременное использование указанных ингредиентов позволяет добиться повышения микробоцидного и спороцидного действия раствора благодаря различным механизмам деструктивного влияния на клеточные структуры микроорганизмов компонентов предлагаемой композиции.

Состав готовили следующим образом. В коррозионностойкий аппарат, снабженный мешалкой, загружали расчетное количество 35%-й перекиси водорода, нитрата серебра, 5%-го раствора фурокумарина («Аммифурина») в этиловом спирте и перемешивали 0,5–1 ч до полного растворения нитрата серебра. Затем при работающей мешалке в реактор последовательно добавляли расчетное количество сульфонола и дистиллированную воду.

В качестве источника фурокумаринов использовали препарат «Аммифурин». Основной ингредиент представлен фурокумарином плодов Амми большой (1 табл. – 20 мг); 5 г фурокумарина (250 табл. препарата «Аммифурин») помещали в ступку и измельчали. Затем добавляли 95 мл этилового спирта, смешивали до однородности.

В 44,21 мл 35%-й перекиси водорода растворяли 10 г нитрата серебра, добавляли 123,15 мл 5%-го раствора фурокумарина в этиловом спирте и перемешивали 0,5–1 ч до полного растворения нитрата серебра. Затем при работающей мешалке в реактор последовательно добавляли 10 г сульфонола и 812,64 мл воды.

Известно [7], что растворы перекиси водорода при обработке ультразвуковым полем значительно повышают свою окислительную способность благодаря образованию ионов пергидроксила (ООН-). Ионизации молекул воды в водных растворах под воздействием ультразвука происходит в кавитационных полостях капельной жидкости. Переход химически активных гидроксильных радикалов и атомов Н в водную среду протекает одновременно с процессом аннигиляции кавитационного пузырька.

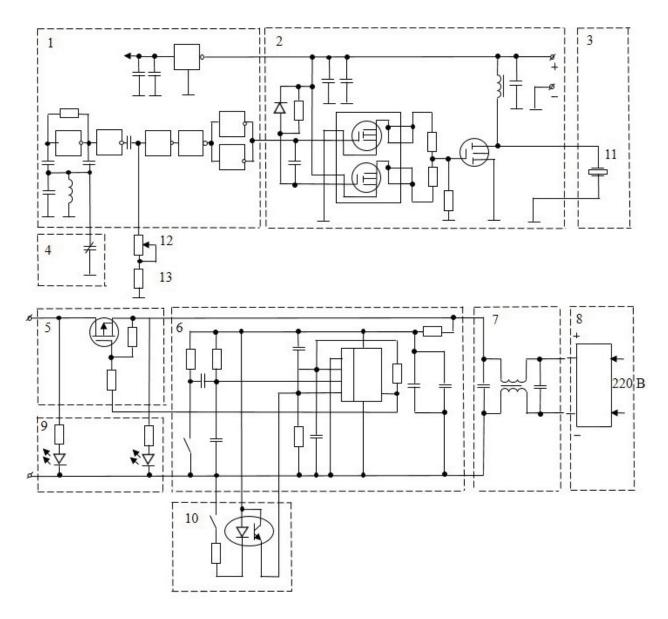
Таким образом для проведения эффективной дезинфекции препаратом, имеющим в своем составе перекись водорода, можно рекомендовать использование ультразвукового распылителя.

Взятое за протопит устройство [4] характеризуется низкой производительностью диспергирования (до 0,2 л/ч), в результате которого получаются капли малого размера, что ограничивает его промышленное применение. Кроме того, известное устройство неудобно в использовании и обладает невысокой надежностью в эксплуатации, связанное с тем, что регулировочный элемент представлен подстроечным резистором, точная настройка которого производится один раз перед началом использования устройства. Крайнее верхнее положение ползунка подстроенного резистора закорочивает вход инвертора задающего генератора на общий привод (землю), что приводит к режиму срыва генерации.

Для предотвращения процесса срыва генерации было предложено выполнить регулировочный элемент 4 на последовательно соединенных переменного 12 и добавочного резисторах 13, вынесенных на корпус аппарата в зону доступности оператора (см. рисунок). Возможность оперативной регулировки мощности генератора 1 непосредственно в ходе процесса диспергирования позволяет изменять режимы расхода жидкости, что делает удобным использование предлагаемого аппарата в промышленных мас-

1 2021





Аэрозольный аппарат: 1 – генератор импульсов; 2 – усилитель мощности; 3 – пьезоэлемент; 4 – регулировочный элемент; 5 – транзисторный ключ; 6 – элемент управления; 7 – фильтр помех; 8 – электрический адаптер; 9 – индикаторное устройство; 10 – элемент защитного отключения; 11 – пьезоэлемент; 12 – переменный резистор; 13 – добавочный резистор

штабах [5]. Введение в схему регулировочного элемента добавочного резистора лимитирует величину минимального сопротивления переменного резистора, в результате чего срыв генерации не происходит.

Электрический адаптер 8 трансформирует переменное сетевого напряжение в низкое постоянное. Фильтр помех 7 состоит из дросселя и конденсаторов по схеме фильтрующего контура П-образного типа. Элемент защитного отключения 10 состоит из оптрона, термовыключателя и ограничительного резистора. Индикаторное устройство 9 включает в себя светоизлучающие диоды и ограничительные резисторы. Транзисторный ключ 5 состоит из униполярного транзистора и ограничительных резисторов. Генератор импульсов 1 построен на задающем генераторе на элементе индуктивности, инверторах, стабилизаторе напряжения с конденсаторами фильтров, конденсаторах и резисторах. Усилитель мощнос-

ти 2 состоит из транзисторов, конденсатора, элемента индуктивности, ключевого транзистора, резисторов и конденсаторов фильтра. Элемент управления 6 выполнен на D-триггере, резисторах, ограничительном резисторе, конденсаторе, конденсаторах фильтра питания, блокировочных конденсаторах и тактильной кнопки.

В предложенном устройстве используются технологии распыления жидких веществ с помощью ультразвуковых колебаний высокой интенсивности. Деформация пластины пьезоэлемента 11 происходит за счет сигнала высокой частоты. Вихревые течения, образованные на поверхности рабочего раствора благодаря вибрации пьезоэлемента, формируют аэрозоль. Дезинфицирующий раствор, находящийся в распылительной камере, под действием ультразвуковых колебаний частотой 2,64 МГц, которые генерирует пьезоэлемент, переходит в состояние взвешенных в воздухе жидких частиц. Электробезопасность





прибора обеспечивает питание электронной схемы постоянным током напряжением 12 В.

В закрытом помещении распыляли в воздухе композицию для дезинфекции. Общую микробной обсемененности определяли аспирационным методом с помощью аппарата Кротова. Производили отбор проб воздуха для определения его бактериального загрязнения до и после обеззараживания воздуха. Для определения содержания дрожжеподобных и плесневых грибов производили посев на среду Сабуро, общей микробной обсемененности на простой агар. Скорость протягивания воздуха составила 25 л/мин в течение 40 мин. Засеянные среды выдерживали в термостате при (37±1)°С в течение 24 ч, затем при комнатной температуре в течение 24 ч, а затем производили подсчет выросших колоний бактерий и расчет колониеобразующих единиц (далее – KOE), содержащихся в 1 м³ воздуха.

В процессе обработки воздуха предложенным средством отмечалось снижение общей микробной обсеменнености и плесневых грибов (табл. 1, 2).

Как видно из табл. 1, 2, после применения предложенного средства и устройства общая микробная обсемененность помещений снижается в среднем в 5,46 раза, содержание плесневых грибов – в 11 раз.

Заключение. Состояние организации охраны труда на сельскохозяйственных предприятиях в существенной степени определяет результативность использования трудового потенциала работников аграрного сектора экономики. В связи с тем, что низкий уровень технического и технологического сопровождения производства в значительной степени может определять неудов-

летворительные гигиенические показатели помещений, создание оборудования и средств для поддержания оптимальных параметров производственной среды является актуальной задачей. По результатам проведенных исследований можно отметить, что комплексный подход, включающий использование дезинфекционных препаратов, в состав которых входят экологически чистые вещества, и проектирование устройств, оптимально позволяющих использовать полученные композиции, позволяет включить данные разработки в комплекс мероприятий по сохранению здоровья работников АПК в условиях повышенного микробного загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Изучение антибактериальных свойств производных пеуцеданина в отношении Staphylococcus aureus in vitro / И.В. Широких [и др.] // Сибирский медицинский вестник. 2018. N° 2. С. 8–12.
- 2. Образование биопленок пример «социального» поведения бактерий / Ю.М. Романова [и др.] // Микробиология. – 2006. – Т. 75(4). – С. 1–6.
- 3. Патент РФ N° 2730474 Российская федерация, МПК A61L 9/01 Композиция для дезинфекции / Гаврикова Е.И., Шкрабак В.С., Шкрабак Р.В., Шкрабак А.Р., Шкрабак А.В. // заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. N° 2020109965; заявл. 06.03.2020.; опубл. 24.08.2020, Бюл. N° 24.
- 4. Патент РФ № 108971 Российская федерация, МПК А61М 15/00 Ультразвуковой ингалятор / Когаленко К.Э. // заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «МЕДИ-АЛЛ». № 2011119782/14; заявл. 18.05.2011.; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 28.
- 5. Патент РФ № 134054 Российская федерация, МПК А61М 15/00 Ультразвуковой аэрозольный аппарат / Гаврикова Е.И. // заявитель

Таблица 1

Бактериальная обсемененность воздуха при использовании предложенного устройства для дезинфекции (ОМЧ, KOE/m^3)

Вариант	Период отбора проб			
	до обработки	через 1 сут.	на 8-е сут.	на 15-е сут.
Контроль	420	435	440	448
Предлагаемый способ	420	308	169	82

Таблица 2

Обсемененность грибами воздуха при обработке с использованием предложенного устройства для дезинфекции (ОЧГ, диаспор/м 3)







и патентообладатель ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. N° 2013127964/14; заявл. 18.06.2013; опубл. 10.11.2013, Бюл. N° 31.

- 6. Характеристика условий и охраны труда работников свиноводческих ферм и комплексов / Е.И. Гаврикова [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 12. С. 83–85.
- 7. Шибашов А.В., Шибашова С.Ю. Изучение влияния ультразвукового поля на окислительно-восстановительный потенциал пероксида водорода // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2007. Т. 50. № 12. С. 82–86.
- 8. *Aleksandrov V. A., Kopysov S. P., Tonkov L. E.* Vortex flows in the liquid layer and droplets on a vibrating flexible plate // Microgravity Science and Technology, 2018., Vol. 30., P. 85–93.
- 9. Girennavar B., Cepeda M.L., Soni K.A., Vikram A., Jesudhasan P., Jayaprakasha G.K., Pillai S.D., Patil B.S. Grapefruit juice and its furocoumarins inhibits autoinducer signaling and biofilm formation in bacteria // Int. J. Food Microbiol., 2008, Vol. 125, P. 204–208.
- 10. Perinet N., Gutierrez P., Urra H., Mujica N., Gordillo L. Streaming patterns in Faraday waves // Journal of Fluid Mechanics, 2017, Vol. 819, P. 285–310.
- 11. Shkrabak V.S., Popov A.A., Enikeev V.G., Gavrikova E.I., Shkrabak R.V. Indoor air decontamination system and reduction of microorganism emissions into the atmosphere // BIO Web of Conferences. International

Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), 2020, C. 00153.

Гаврикова Елена Ивановна, канд. биол. наук, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина. Россия.

302019, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69.

Тел.: 89208163418.

Шкрабак Роман Владимирович, канд. техн. наук, зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

Цыганова Надежда Александровна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие и луговодство», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

Шкрабак Владимир Степанович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

Шкрабак Арина Васильевна, аспирант кафедры «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

196601, Санкт-Петербург – Пушкин, Петербург-ское шоссе, д. 2, лит. А,

Тел.: (812) 451-76-18.

Ключевые слова: обеззараживание воздуха; дезинфекция помещений; экологическая безопасность; раствор перекиси водорода; ультразвуковые аэрозольные аппараты.

IMPROVING THE RELIABILITY OF AEROSOL DISINFECTION BY REDUCING THE PROBABILITY OF GENERATION DISRUPTION

Gavrikova Elena Ivanovna, Candidate of Biological Sciences, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin.

Shkrabak Roman Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Head of the chair "Safety of Technological Processes and Production", St. Petersburg State Agrarian University. Russia.

Tsyganova Nadezhda Alexandrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture and Meadow Farming", St. Petersburg State Agrarian University. Russia.

Shkrabak Vladimir Stepanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Safety of Technological Processes and Production", Saint-Petersburg State Agrarian University. Russia.

Shkrabak Arina Vasilyevna, Post-graduate Student of the chair "Safety of Technological Processes and Production", Saint-Petersburg State Agrarian University. Russia.

Keywords: air disinfection; working areas disinfection; environmental safety; peroxide solution; ultrasonic nebulizers.

The design of an ultrasonic aerosol device with increased reliability has been developed. For air treatment the method of aerosol disinfection is offered, as a result of which the general microbial semination of premises is reduced in the average 5,5 times, the content of mold fungi - in 11 times.



