

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ, КОНТАМИНИРОВАННЫХ ОСОБО ОПАСНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ

**Веркина Людмила Михайловна**, кандидат медицинских наук, ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора», **Россия**, г. Ростов-на-Дону, *labbiobez@mail.ru*

**Титова Светлана Викторовна**, кандидат медицинских наук, ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора», **Россия**, г. Ростов-на-Дону, *labbiobez@mail.ru*

Микроволновая технология СВЧ-излучения очень эффективна и оказывает бактерицидное и спороцидное действие на широкий спектр микроорганизмов. Однако действие СВЧ-излучения на материал, контаминированный возбудителями особо опасных инфекций (ООИ) I-II групп патогенности не изучено. Важно исследовать возможность использования СВЧ-печи УОМО-01/150 для дезинфекции отходов, инфицированных ООИ, образующихся при работе бактериологической лаборатории и работе с биомоделями.

*Ключевые слова:* микроорганизмы, контаминация, особо опасные инфекции (ООИ), дезинфекция, СВЧ-излучение.

## SHF-RADIATION EFFICIENCY TO DISINFECT OBJECTS CONTAMINATED BY EXTREMELY DANGEROUS INFECTIONS

*Verkina L.M., Titova S.V.*

Microwave technology of biological waste products disinfection, based on the ability of SHF-radiation to heat water and to produce a bactericidal and sporicidal action on a wide spectrum of microorganisms is known to be rather effective. However the action of SHF-radiation on the waste products, contaminated by extremely dangerous infections (EDI) of I-II pathogenicity groups was not studied. It seems important to investigate the possibility of usage a SHF-device УОМО-01/150 for disinfection of waste products, infected by EDI, as well as the products which emerge after the test animals are used.

*Key words:* microorganismus, contaminated, extremely dangerous infections (EDI), disinfection, SHF -radiation.

**Введение.** Обеспечение биологической безопасности персонала и окружающей среды при работе в микробиологических лабораториях и вивариях с ООИ, которые принадлежат к патогенными биологическим агентам (ПБА) I-II групп, является важной задачей.

Отходы научно-исследовательских учреждений, работающих с ПБА I-II групп, образующиеся при работе с ООИ чумой, холерой, туляремией, бруцеллёзом, в соответствии с Сан.Пин 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами» [6], относятся к классу В чрезвычайно-опасные отходы. Основными критериями при выборе метода утилизации отходов этого класса являются полная деконтаминация ООИ и возможность утилизации отходов непосредственно в местах их образования [4,7].

Санитарно-эпидемиологические правила СП 1.3.3118-13 «Безопасность работы с микроорганизмами I-II групп патогенности» предписывают физические и химические способы обеззараживания различных объектов, инфицированных патогенными микроорганизмами.

Метод химической дезинфекции отходов повсеместно используются в ежедневной практической работе в лабораториях. Однако сам метод химической дезинфекции является опасным для медицинского персонала, вредным для окружающей среды, довольно затратным. Кроме того, существует проблема резистентности микроорганизмов к дезинфектантам [9]. Для

профилактики устойчивости возникает необходимость мониторинга уровней устойчивости микробов к используемым биоцидам, постоянная коррекция спектра и доз используемых дезинфектантов, частая ротация дезинфекционных средств (ДС).

Физические способы деконтаминации, в основном, связаны с использованием сухого жара или влажного пара при температуре, существенно превышающей обычную температуру парообразования за счет добавочного давления, создаваемого автоклавами.

К настоящему времени появились альтернативные методы обеззараживания отходов, например СВЧ-обеззараживание. СВЧ-обеззараживание построено на свойстве микроволнового (сверхвысокочастотного) излучения нагревать воду. Добавление поверхностно-активных веществ способствует усилению воздействия тепла и ведёт к разрушению клеточной стенки микроорганизмов. Микроволновая технология, используемая в СВЧ, отличается следующими параметрами: тепловой безинерционностью; высоким КПД преобразования электрической энергии в тепловую (90 %); возможностью избирательного, равномерного, быстрого нагрева; экологической чистотой нагрева, которая обеспечена высокой степенью очистки выбрасываемого воздуха за счёт встроенных НЕРА-фильтров. Кроме того, при деконтаминации не требуется применения предварительной химической дезинфекции. Наличие двух дверей, открывающихся в противоположные стороны, делает возможным использование СВЧ-установки по принципу проходного автоклава.

СВЧ установка обеспечивает полное обеззараживание всех видов отходов, оказывая бактерицидное и спороцидное действие на довольно широкий спектр микроорганизмов [1,8]. Однако действие микроволнового излучения на отходы, инфицированные ООИ, не изучалось.

В микробиологических лабораториях научно-исследовательских учреждений, работающих с ООИ, образуются отходы как биотической так и абиотической природы, разнообразные по составу, включающие лабораторный, клинический, полевой материал, а также отходы после работы с инфицированными животными. Как правило, отходы, образующиеся после работы с биопробными животными, обрабатывают дезинфицирующими средствами и хранят в отведённых местах. После предварительного обеззараживания и сбора объекты, подлежащие деконтаминации, транспортируют в автоклавную для последующей утилизации. Такая организация системы обращения с отходами повышает риск заражения сотрудников лаборатории и окружающей среды.

Использование СВЧ-установки даёт возможность сбора отходов от инфицированных животных в местах их первичного образования в герметично закрывающиеся контейнеры с последующей утилизацией без проведения предварительного обеззараживания. При этом СВЧ-установка может находиться в том же помещении, где проводились исследования. Сокращение пути перемещения объектов, содержащих ООИ, от места их образования до места утилизации, значительно снижает риски, возникающие при обращении с данными отходами.

Нами было изучено действие СВЧ – поля на отходы, инфицированные вирулентными штаммами *Y.pestis*, *V.cholerae*, *Francisellatularensis*, *Brucellaspp.*, *Legionella pneumophilla* при работе микробиологической лаборатории и с инфицированными животными.

**Материалы и методы.** Опыты по определению эффективности обеззараживания микроволнового излучения проводили в СВЧ-установке УОМО-01150 «О-ЦНТ» в соответствии с руководством по эксплуатации. Объектом исследования служили отходы, контаминированные культурами ООИ, которые возникали в процессе работы бактериологической лаборатории и отдела экспериментально-биологических моделей [2,3].

Схема стандартного опыта состояла в следующем: чашки Петри с посевами вирулентных культур возбудителя ООИ (чумы, холеры, туляремии, бруцеллёза, легионеллёза) помещали в полипропиленовые контейнеры СВЧ-печи на 3/4 их объема. Обеззараживанию подвергались посеvy микроорганизмов, культивируемые в стеклянной посуде и на пластике. В соответствии с проведённым ранжированием в одну загрузку помещали стеклянные объекты с посевами возбудителей ООИ, посеvy на твёрдых питательных средах в пластиковых чашках Петри закладывались отдельно от стекла.

Для оценки степени проникновения микроволнового облучения в рабочую полость на различных уровнях этих же контейнеров среди отходов закладывали в пробирках тест-объекты возбудителей чумы. В качестве тест-объектов использовали свежеприготовленные суспензии

штаммов *Y. pestis* с различными генотипами (*Y. pestis* 231F1<sup>+</sup>, *Y. Pestis* 231 F1), в концентрации  $2 \times 10^9$  КОЕ/мл. В испытаниях использовались штаммы музейных микроорганизмов, прошедших 2-3 пассажа, с изученными культурально-морфологическими, биохимическими и вирулентными свойствами.

Степень обсеменённости образцов возбудителями (КОЕ/мл) определяли до начала испытаний и после их обработки в СВЧ-печи. Прямые высевы из тест-объектов и смывы из заразного материала засеивали в отечественные коммерческие жидкие и на твёрдые питательные среды [4].

Отходы, образованные после инфицирования лабораторных животных возбудителями ООИ и содержания заражённых животных, также ранжировали, распределяли на твёрдые (корма, подстилочный материал, ватные шарики, тампоны) и биологические отходы (павшие животные) и обеззараживали отдельно.

За критерий эффективности обеззараживания отходов принимали 100 % гибель микроорганизмов после воздействия микроволн СВЧ-установки УОМО-01150 «О-ЦНТ».

Проведённый бактериологический контроль каждого цикла обеззараживания позволил выбрать наиболее адекватный режим работы СВЧ установки.

**Результаты исследования и обсуждение.** Отходы бактериологической лаборатории и отдела экспериментально-биологических моделей представляют высокую эпидемиологическую опасность в связи с их значительной обсеменённостью микроорганизмами ООИ (КОЕ  $2 \cdot 10^9$ ). Кроме того, несмотря на ранжирование отходов, обеззараживаемая масса абиотических и биотических объектов существенно неоднородна с точки зрения их способности поглощать энергию микроволновых колебаний и, вследствие этого, одновременно достигать необходимой температуры для процесса деконтаминации.

При подборе режимов воздействия СВЧ-излучения (мощность и время воздействия) на тестируемые культуры чумы, холеры, туляремии, бруцеллёза, легионеллёза учитывалось то, что микроволны не проникают внутрь материала глубже, чем на 1-3 см, а эффект обеззараживания обусловлен двумя физическими механизмами - прогревом микроволнами поверхностного слоя и последующего проникновения тепла в глубину объекта за счёт теплопроводности. Из этого следовало, что мощность и время воздействия должны быть оптимальными для того, чтобы тепло из наружного слоя успело проникнуть во все обеззараживаемые объекты за время проведения облучения. Кроме того, при подборе режимов работы СВЧ-печи, надо исходить из того, что разные материалы ведут себя по-разному по отношению к микроволнам.

Перед проведением серии экспериментов по выполнению заявленной цели работы были определены соотношение заданной мощности, времени излучения и максимального набора необходимой для обеззараживания температуры. Режимы обеззараживания (мощность и время излучения) варьировали от 60-минутного воздействия с половинной мощностью излучения (600 Вт) до 60-минутного воздействия максимальной мощностью излучения (1200 Вт).

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что при мощности излучения 600 Вт температура  $100^\circ\text{C}$  достигалась только через 45-50 мин от начала работы установки, в то время как при мощности излучения 1200 Вт уже через 30 мин регистрировалась максимальная температура.

Одновременно с наблюдениями за динамикой роста температуры оценивали эффективность обеззараживания тест-объектов, делая высевы через каждые 10 мин в течение всего облучения.

В ходе бактериологических исследований были получены следующие результаты: режим работы установки 600 Вт/60 мин обеспечивает обеззараживание представленных ПБА I-II группы только на 86-91 % (при  $p < 0,05$ ) (в зависимости от микроорганизма), что не соответствует требуемым критериям по эффективности обеззараживания (100 %). 100 % гибель культур наблюдалась при увеличении мощности до 1200 Вт и работе установки 60 мин.

Схемы опытов при подборе режимов воздействия СВЧ-излучения для деконтаминации посевов вирулентных культур туляремиального микроба отличалась от стандартных экспериментов. Учитывался тот факт, что эпидемиологическую опасность могут представлять даже единичные клетки высоковирулентного штамма туляремиального микроба *Francisellatula rensis-subsp. holarctica*503/840, оставшиеся жизнеспособными после обработки СВЧ-излучением. Поэтому был введён этап дополнительного подращивания *Francisellatularensis* в пробах, после деконтаминации. Высевы из тест-объектов и посевов на твёрдые и в жидкие питательные сре-

ды помещали для накопления культуры в питательный бульон Т и проводили через биопроб-ных животных.

Эксперименты по дополнительному подращиванию обеззараженного материала в жид- кой питательной среде и заражению биопробных животных не выявили жизнеспособных кле- ток *F. Tularensis* после воздействия СВЧ-облучения на отходы, контаминированные возбу- телем туляремии. Во всех посевах роста культуры не наблюдали. Таким образом, выбранный режим работы СВЧ установки: мощность 1200 Вт и время облучения 60 мин достаточен для полной деконтаминации объектов, содержащих возбудителей туляремии.

Учитывая вышесказанное, максимальная мощность-1200вати время воздействия СВЧ из- лучения в течение 60 мин при полной или на  $\frac{3}{4}$  загрузке полимерных контейнеров отходами являются предпочтительными. В испытаниях по оценке эффективности микроволнового излу- чения на отходы, контаминированные возбудителями ООИ, мы применяли данный режим ра- боты СВЧ-печи.

Проведённые в течение года (срок наблюдения) исследования показали, что при эксплуа- тации СВЧ установки в этом режиме происходит полная дезинфекция отходов, что подтвер- ждалось контролями на обсеменённость возбудителями ООИ обеззараживаемых объектов.

Полученные нами данные указывают на возможность применения электромагнитного излучения сверхвысокой частоты для обеззараживания медицинских отходов, инфицирован- ных возбудителями особо опасных инфекций.

Таким образом, в серии экспериментов,проведённых в Ростовском-на-Дону противочумном институте, установлена эффективность микроволнового излучения в отношении ООИ и показана целесообразность использования СВЧ-установки непосредственно в местах образования отходов класса В для снижения биорисков персонала лабораторий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Веркина Л.М., Титова С.В., Березняк Е.А. и др. Обеззараживание отходов класса Всверхвысокочастотным излучением в микробиологической лаборатории //Инфекционные болезни. Матер. V Ежегодн. Всеросс. Конгр. по инфекц. бол. (Москва, 25-27 марта 2013г).- 2013. – С. 87-88.
2. Использование электромагнитного излучения сверхвысокой частоты для обеззара- живания инфицированных медицинских отходов: Методические рекомендации.- М.: Феде- ральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 12 с.
3. Мельникова А.А., Михеева И.В., Чекалина К.И. О внедрении пере-довых методик сбора и утилизации одноразовых шприцев // Журн. Стерилизация и госпитальные инфекции - 2006, NQ 1. – С.50-54.
4. Методические рекомендации по организации проведения и объему лабораторных исследований, входящих в комплекс мероприятий по производственному контролю над об- рашением с отходами производства и потребления. МЗ РФ №17 ФЦ/3329 от 26.06.03г.
5. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности: Руководство. Р 4.2. 2643 - 10. М., 2010. – 740 с.
6. Сан.Пин 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами».
7. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим ме- дицинскую деятельность СанПиН 2.1.3.2630 – 10
8. Шишкова Н.А., Маринин Л.И., Тюрин Е.А. Обеззараживание материалов, содержа- щих споры возбудителя сибирской язвы, в СВЧ печи //

Современные аспекты природной очаговости болезней. Матер. Всерос. практ. конф. с междунар. уч., посвящ. 90-лет ФБУН омский НИИ природн. очаг. инф. Роспотребнадзора. – Омск, 2011. – С. 127-128.

9. Шкарин В.В., Благодравова А.С., Ковалишена О.В. Современные представления о механизмах устойчивости микроорганизмов к дезинфицирующим средствам. – Эпидемиол. и инф. болезни. – № 3 (685). – 211. – С. 48-53