

УДК 616.9:616.004.2:614.48:621

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ОБЪЕКТОВ КОНТАМИНИРОВАННЫХ *Y. PESTIS* И *V. CHOLERAЕ*

Л.М. Веркина, С.В. Титова, Е.А. Березняк, И.Р. Симонова, А.В. Тришина, С.Н. Головин,
А.Б. Мазрухо

Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора

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.

Целью настоящей работы явилось исследование возможности использования микроволнового излучения СВЧ-установок для обеззараживания объектов, инфицированных *Y. pestis* и *V. cholerae*, в том числе и при работе с инфицированными животными.

Опыты по определению эффективности обеззараживания микроволнового излучения проводили в СВЧ установке УОМО-01150 «О-ЦНТ». Объектом исследования служили отходы контаминированные культурами чумы и холеры (ПБА I-II группы), которые возникали в процессе работы бактериологической лаборатории и отдела экспериментально-биологических моделей.

Для оценки эффективности проникновения микроволнового излучения в рабочую полость контейнеров при их полной или частичной загрузке на различных уровнях среди отходов закладывались в пробирках тест-культуры возбудителей ООИ (чумы, холеры).

Полученные данные указывают на возможность применения электромагнитного излучения сверхвысокой частоты для обеззараживания медицинских отходов, инфицированных микроорганизмами *Y. pestis* и *V. cholerae*.

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

Работа в микробиологических лабораториях (научно-исследовательская или диагностическая) с патогенными биологическими агентами (ПБА) сопровождается повышенными рисками заражения сотрудников лаборатории, лиц, контактировавших с ними вне лабораторий, а также контаминацией окружающей среды. Обеспечение биологической безопасности персонала и окружающей среды является важной задачей и формируется из трёх существенных составляющих: «инженерно-технической», «человеческого фактора» и «медицинской». Важнейшим фактором инженерно-технической составляющей безопасности условий труда и охраны окружающей среды является обеспечение обработки материальных потоков на границе режимных зон микробиологической лаборатории и утилизация

потенциально инфицированных твёрдых и жидких отходов, материалов и предметов.

В соответствии с Сан.Пин 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами» [6], все отходы медицинской и биологической деятельности разделены на пять классов. Отходы научно-исследовательских учреждений, работающих с ПБА I–II групп, образующиеся при работе с возбудителями особо опасных инфекций (ООИ) чумой, холерой, туляремией, бруцеллёзом, относятся к классу В-чрезвычайно-опасные отходы. Основными критериями при выборе метода утилизации отходов этого класса являются полная деконтаминация в отношении возбудителей ООИ и возможность утилизации отходов непосредственно в местах их образования [4, 7].

Санитарно-эпидемиологические правила СП 1.3.1285-03 «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности» предписывают физические и химические способы обеззараживания различных объектов, инфицированных патогенными микроорганизмами. 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, использование лучевой энергии, ионизирующего излучения, использование пара под давлением в установках «Экос» и «Ньюстер» (Италия), 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:

- возможностью обеззараживания всех видов отходов при высокой эффективности обеззараживания;
- исключением применения предварительной химической дезинфекции;

- экологической безопасностью, которая обеспечена высокой степенью очистки выбрасываемого воздуха за счёт встроенных НЕРА-фильтров;

- простотой в эксплуатации, не требующей специальной квалификации персонала, снабженной автоматическим контролем достижения температуры и эффективности дезинфекции во всей толще отходов.

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 [2, 3, 8]. Однако действие микроволнового излучения на отходы, инфицированные возбудителями ООИ, не изучалось.

В микробиологических лабораториях научно-исследовательских учреждений, работающих с возбудителями 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

Таблица

Оценка эффективности СВЧ-излучения объектов, контаминированных культурами *Y. pestis* и *V. cholerae*

Объект обеззараживания	Наименование культуры	Обсеменённость, КОЕ/мл	Контроль на обсеменённость до деконтаминации	Контроль на обсеменённость после деконтаминации
Взвесь тест-культуры	<i>V. cholerae</i> eltor 17909	$1 \cdot 10^9$	+	-
Взвесь тест-культуры	<i>V. cholerae</i> eltor 18252	$1 \cdot 10^9$	+	-
Взвесь тест-культуры	<i>V. cholerae</i> eltor 5392	$1 \cdot 10^9$	+	-
Взвесь тест-культуры	<i>V. cholerae</i> non 01/non 0139 16153	$1 \cdot 10^9$	+	-
Взвесь тест-культуры	<i>Y. pestis</i> 231	$1 \cdot 10^9$	+	-
Взвесь тест-культуры	<i>Y. pestis</i> 1300	$1 \cdot 10^9$	+	-
Посевы в жидкие и на твёрдые питательные среды, суспензии, шприцы, вскрытые ампулы (стекло)	<i>Y. pestis</i> 231; <i>V. cholerae</i> 5879	$1 \cdot 10^5 \div 1 \cdot 10^9$	+	-
Посевы в жидкие и на твёрдые питательные среды, суспензии, шприцы (пластик)	<i>Y. pestis</i> 231; <i>V. cholerae</i> 5879	$1 \cdot 10^5 \div 1 \cdot 10^9$	+	-
Отходы вивария твёрдые (корма, подстилочный материал, тампоны, ветошь)	<i>Y. pestis</i> 231; <i>V. cholerae</i> 5879	$\geq 10^9$	+	-
Биомодели (морские свинки, белые мыши)	<i>Y. pestis</i> 231; <i>V. cholerae</i> 5879	$\geq 10^9$	+	-

Примечание: «+» – рост культуры; «-» – отсутствие роста

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 возбудителей ООИ от места их образования до места утилизации, значительно снижает риски, возникающие при обращении с данными отходами.

Однако до настоящего времени действие СВЧ излучения на отходы, образующиеся после работы с биопробными животными, в опытах, моделирующих заболевания ООИ, не проводилось.

В связи с вышесказанным целью настоящей работы явилось исследование возможности использования микроволнового излучения СВЧ-установок для обеззараживания объектов, инфицированных *Y. pestis* и *V. cholerae*, в том числе и при работе с инфицированными животными.

Материалы и методы. Опыты по определению эффективности обеззараживания микроволнового излучения проводили в СВЧ установке УОМО-01150 «О-ЦНТ». Объектом исследования служили отходы контаминированные культурами чумы и холеры (ПБА I–II группы), которые возникали в процессе работы бактериологической лаборатории и отдела экспериментально-биологических моделей [1].

Исследуемые отходы ранжировались по количественному и качественному составу. В одну загрузку помещали стеклянные чашки Петри, пробирки, флаконы с посевами возбудителей ООИ, ампулированные суспензии бактерий *Y. pestis* или *V. cholerae*, вскрытые ампулы, шприцы. Посевы на твёрдых питательных средах в пластиковых чашках Петри закладывались отдельно от стекла. Отходы, образованные после инфицирования лабораторных животных возбудителями ООИ и содержания заражённых животных, также распределяли на твёрдые (корма, подстилочный материал, ватные шарики, тампоны) и биологические отходы (павшие животные) и обеззараживали отдельно. Для оценки эффективности проникновения микроволнового излучения в рабочую полость контейнеров при их полной или частичной загрузке на различных уровнях среди отходов закладывались в пробирках тест-культуры возбудителей ООИ (чумы, холеры).

Исследования проводили микробиологическими методами, рекомендованными руководством по методам лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности [5].

Степень обсеменённости образцов возбудителями ООИ (КОЕ/мл) определяли до начала испытаний и после их обработки в СВЧ печи.

Прямые посевы из образцов и смывы из разного материала засеивали на отечественные коммерческие жидкие и твёрдые питательные среды. Для культивирования возбудителя холеры использовали агар и бульон Мартена (рН = 7,8), для возбудителя чумы – агар и бульон Хоттингера (рН = 7,2).

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

Результаты бактериологических испытаний эффективности СВЧ-излучения установки УОМО-01150 «О-ЦНТ» на биологические отходы, контаминированные культурами *Y. pestis* и *V. cholerae*, приведены в табл.

Результаты. Как видно из полученных данных (табл.), отходы бактериологической лаборатории и отдела экспериментально-биологических моделей представляют высокую эпидемиологическую опасность в связи с их значительной обсеменённостью микроорганизмами – возбудителями ООИ (КОЕ $\geq 10^9$). Кроме того, не смотря 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.

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

Проведённые в течение года (срок наблюдения) исследования показали, что при эксплуатации СВЧ установки в этом режиме происходит полная дезинфекция отходов, что подтверждалось контролями на обсеменённость возбудителями чумы или холеры обеззараживаемых объектов (табл.).

Полученные нами данные указывают на возможность применения электромагнитного излучения сверхвысокой частоты для обеззараживания медицинских отходов, инфицированных микроорганизмами *Y. pestis* и *V. cholerae*.

Таким образом, в серии экспериментов, проведённых в Ростовском-на-Дону противочумном институте установлена эффективность микроволнового излучения в отношении возбудителей 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 В сверхвысокочастотным излучением в микробиологической лаборатории // Инфекционные болезни. Материалы V Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням (Москва, 25–27 марта 2013 г.). – М., 2013. – С. 87-88.
2. Использование электромагнитного излучения сверхвысокой частоты для обеззараживания инфицированных медицинских: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 12 с.
3. **Мельникова А.А., Михеева И.В., Чекалина К.И.** О внедрении передовых методик сбора и утилизации одноразовых шприцев // Стерилизация и госпитальные инфекции, 2006. – № 1. – С. 50-54.
4. Методические рекомендации по организации проведения и объёму лабораторных исследований, входящих в комплекс мероприятий по производственному контролю над обращением с отходами производства и потребления. – М.: Минздрав РФ, 2003.
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. СанПин 2.1.7.2790-10 Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами.
7. СанПиН 2.1.3.2630-10. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность.
8. **Шишкова Н.А., Маринин Л.И., Тюрин Е.А.** Обеззараживание материалов, содержащих споры возбудителя сибирской язвы, в СВЧ печи // Современные аспекты природной очаговости болезней. Материалы Всероссийской практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора. – Омск, 2011. – С. 127-128.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Веркина Людмила Михайловна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией биологической безопасности и лечения ООИ Ростовского-на-Дону противочумного института Роспотребнадзора (РостНИПЧИ); служеб. тел.: (863) 234-23-11, e-mail: labbiobez@mail.ru

Титова Светлана Викторовна – кандидат медицинских наук, заведующая отделом экспериментально-биологических моделей РостНИПЧИ

Березняк Елена Александровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологической безопасности и лечения ООИ РостНИПЧИ

Симонова Ирина Рафиковна – научный сотрудник лаборатории биологической безопасности и лечения ООИ РостНИПЧИ

Тришина Алёна Викторовна – научный сотрудник лаборатории биологической безопасности и лечения ООИ

Головин Сергей Николаевич – лаборант лаборатории биологической безопасности и лечения ООИ РостНИПЧИ

Мазрухо Алексей Борисович – кандидат медицинских наук, директор РостНИПЧИ

EVALUATION OF SHF-RADIATION EFFICIENCY TO DISINFECT OBJECTS CONTAMINATED BY *Y. PESTIS* AND *V. CHOLERAЕ* IN LABORATORY

L.M. Verkina, S.V. Titova, E.A. Bereznyak, I.R. Simonova, A.B. Trishina, S.N. Golovin, A.B. Mazrukho

The Rostov-on-Don Institute for Plague Control of Federal service in supervision of protection of rights of consumers and prosperity of a man:

Russian Federation, 344002, Rostov-on-Don, M.Gorky str., 117/40.

Verkina Lyudmila Mihailovna – candidat of medical sciences, senior scientific officer, head of laboratory biological safety and treatment of especially dangerous infections Rostov-on-Don Institute for Plague Control; tel.: +7 (863) 234-23-11, e-mail: labbiobez@mail.ru

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 YOMO-01/150 for disinfection of waste products, infected by EDI, as well as the products which emerge after the test animals are used.

The purpose of this work is investigation of potential for microwave radiation equipment use for objects disinfection, contaminated with *Y. pestis* and *V. cholerae*, including work with contaminated animals. Experiments on efficiency determination of microwave radiation disinfection was made in microwave radiation equipment UOMO-01150 «O-TSNT». Investigation objects were waste, contaminated with plague and cholera cultures (PVA, groups I-II), which appeared during work of bacteriological laboratory and experimental biological models department. For estimate of efficiency of microwave radiation penetration to containers working space with their full and partial loading on different levels between wastes were put testing culture of special danger infection agents (plague and cholera) *in vitro*. These findings point to possibility of electromagnetic rays with super high frequency use for medical waste disinfection, contaminated with microorganisms of *Y. pestis* and *V. cholerae*.

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

REFERENCES

1. **Verkina L.M., Titova S.V., Bereznyak E.A. et al.** Obezrazhivanie otkhodov klassa V sverkhvysokochastotnym izlucheniem v mikrobiologicheskoy laboratorii [Disinfecting of waste of a class B by superhigh-frequency radiation in microbiological laboratory]. *Infektsionnye bolezni. Materialy V Ezhgodnogo Vserossiyskogo Kongressa po infektsionnym boleznyam (Moskva, 25–27 marta 2013 g.)* [Infectious diseases. Materials V of the Annual All-Russian Congress on infectious diseases (Moscow, March 25–27, 2013)]. Moscow, 2013, pp. 87–88.
2. *Ispol'zovanie elektromagnitnogo izlucheniya sverkhvysokoy chastoty dlya obezrazhivaniya infitsirovannykh meditsinskikh: Metodicheskie rekomendatsii* [Use of electromagnetic radiation of ultrahigh frequency for disinfecting of the infected medical: Methodical recommendations]. Moscow: Federal center of hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor, 2006, 12 p.
3. **Mel'nikova A.A., Mikheeva I.V., Chekalina K.I.** O vnedrenii peredovykh metodik sbora i utilizatsii odnorazovykh shpritssev [About introduction of the advanced techniques of collecting and utilization of disposable syringes]. *Sterilizatsiya i gospital'nye infektsii*, 2006, no. 1, pp. 50–54.
4. *Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii provedeniya i obemu laboratornykh issledovaniy, vkhodyashchikh v kompleks meropriyatiy po proizvodstvennomu kontrolyu nad obrashcheniem s otkhodami proizvodstva i potrebleniya* [Methodical recommendations about the organization of carrying out and volume of the laboratory researches entering a complex of actions for production control over the address with production wastes and consumption]. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation, 2003.
5. *Metody laboratornykh issledovaniy i ispytaniy dezinfektsionnykh sredstv dlya otsenki ikh effektivnosti i bezopasnosti: Rukovodstvo. R 4.2.2643–10* [Methods of laboratory researches and tests of disinfectants for an assessment of their efficiency and safety: Management. P 4.2.2643–10]. Moscow, 2010, 740 p.
6. *SanPin 2.1.7.2790–10 Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k obrashcheniyu s meditsinskimi otkhodami* [Health regulations and norms 2.1.7.2790–10 Sanitary and epidemiologic requirements to the address with medical waste].
7. *SanPiN 2.1.3.2630–10. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k organizatsiyam, osushchestvlyayushchim meditsinskuyu deyatel'nost'* [Health regulations and norms 2.1.3.2630–10. Sanitary and epidemiologic requirements to the organizations which are carrying out medical activity].
8. **Shishkova N.A., Marinin L.I., Tyurin E.A.** Obezrazhivanie materialov, sodержashchikh spory vzbuditelya sibirskoy yazvy, v SVCh pechi [Disinfecting of the materials containing disputes of the causative agent of anthrax, in the microwave oven of the furnace]. *Sovremennye aspekty prirodnoy ochagovosti bolezney. Materialy Vserossiyskoy prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 90-letiyu FBUN «Omskiy NII prirodno-ochagovykh infektsiy» Rospotrebnadzora* [Modern aspects of a natural ochagovost of diseases. Materials of the All-Russian practical conference with the international participation, FBUN “Omsk Scientific Research Institute of Natural and Focal Infections” of Rospotrebnadzor devoted to the 90th anniversary]. Omsk, 2011, pp. 127–128.