



Средства для обеззараживания объектов, контаминированных спорами *B. anthracis*

М.Ю.Озеров¹, В.Н.Каркищенко², Д.В.Попов¹, С.Ю.Пчелинцев¹,
В.Г.Попов¹, Д.А.Гришин¹

¹ Институт инженерной иммунологии, Любучаны, Московская область

² Научный центр биомедицинских технологий РАМН, Москва

Данная работа является первой в серии статей, посвященных проблеме обеззараживания объектов, контаминированных спорами сибиреязвенной инфекции. В ней широко рассмотрены общепринятые способы проведения дезинфекционных мероприятий и влияние активных компонент спор *B. anthracis*. В следующих статьях планируется затронуть вопросы применения биологических дезинфицирующих средств на основе бактериофагов для обеззараживания объектов и почвы, обсемененных спорами *B. anthracis*.

Ключевые слова: биотерроризм, споры *B. anthracis*, бактериофаги.

Болезнетворные микроорганизмы, в частности *B. anthracis*, представляют серьезную угрозу здоровью человека и животных [26]. В настоящее время вероятность заражения сибирской язвой в развивающихся странах высокая, но и развитые страны также не застрахованы от вспышек этого заболевания и актов биотерроризма. Данная работа является первой в серии статей, посвященных проблематике борьбы с сибиреязвенной инфекцией, в которой рассматриваются общепринятые способы проведения дезинфекционных мероприятий при контаминации сибиреязвенными спорами. В следующих работах планируется затронуть вопросы применения биологических дезинфицирующих средств на основе бактериофагов для обеззараживания объектов и почвы, обсемененных спорами *B. anthracis*.

Несмотря на значительные успехи в области вакцинопрофилактики, изобретения новых антибиотиков, проблема лечения, профилактики и ликвидации сибирской язвы далека до завершения. Применение бактерицидных средств для предупреждения и контроля распространения *B. anthracis* в окружающей среде в настоящее время является общепринятым. Как известно, дезинфицирующее средство, используемое для деконтаминации загрязненных патогенами объектов, должно отвечать основным требованиям: обладать выраженным биоцидным эффектом; краткой экспозицией воздействия на микроорганизм; не должно вызывать коррозии металлов и повреждать других материалов; входящих в состав объектов обработки; сохранять активность в присутствии органических веществ; быть удобным в применении

(хорошо растворяться, иметь длительные сроки хранения, быть экологически безопасным и др.); не оказывать токсического и аллергизирующего действия на персонал; совместно с используемым оборудованием для дезинфекции иметь экономически оправданную стоимость.

Вопросами поиска и разработки дезинфицирующих препаратов занимаются во всем мире. Однако в настоящее время нет международных правил, регулирующих испытания и регистрацию бактерицидных средств. Например, тесты широко, используемые в Европе, не разрешены в США [23] и Канаде [9], также и в Австралии [14] имеются свои собственные стандарты. Также возросли требования к безопасности дезинфицирующих средств для здоровья человека и животных, и для окружающей среды [21, 22, 24].

Основные действующие вещества, входящие в состав дезинфицирующих средств и механизм их действия на споры *B. anthracis*

В качестве средств дезинфекции при сибирской язве рекомендованных к применению в чрезвычайных ситуациях Санитарно-эпидемиологическими правилами СП 1.3.1285-03 «Безопасность работы с микроорганизмами I-II групп патогенности (опасности)» Российской Федерации и Агентством по защите окружающей среды США, являются препараты различного химического состава (табл. 1). К ним относятся галогены и их производные (хлорная известь, гипохлорит кальция, ДП-2 и др.), окислители (пергидроль, перфторид калия и др.), альдегиды (формальдегид, глутаровый альдегид и др.). Также широко приме-

няются щелочи, фенолы, спирты, газы (окись этилена, бромид метилена и др.).

Альдегиды. Наиболее часто используются формальдегид (метаналь) и глутаровый альдегид (пентадиаль). Альдегиды хорошо растворимы в воде, за исключением формальдегида не имеют запаха.

Механизм их действия обусловлен взаимодействием карбонильной группы альдегидов с аминогруппами белков, что приводит к изменению нативных пространственных структур белковых молекул. Диальдегиды таким образом сшивают молекулы белков, образуя нерастворимые высокомолекулярные структуры с измененной биологической активностью.

Формальдегид (метаналь, или муравьиный альдегид) – НСОН – газ, растворимый в воде и органических растворителях. Его применяют в виде водных или спиртовых растворов. 40% водный раствор формальдегида называется формалином. Растворы формальдегида неустойчивы, при их хранении в процессе химических реакций образуются токсичные или малорастворимые продукты.

Глутаровый альдегид (пентадиаль) – $\text{НОС}-(\text{CH}_2)_3-\text{СОН}$ – в водном растворе и в кислой, и щелочной среде полимеризуется. Для эффективного воздействия глутарового альдегида на микроорганизмы необходима щелочная среда; оптимальным является значение pH 7,5-8,5 [3]. Для уничтожения спор сибирской язвы используют 5% раствор глутарового альдегида, нагретый до 50°C [4]. Глутаральдегид проявляет большую спороцидную активность по сравнению с формальдегидом (табл. 1).

Хлорсодержащие дезинфектанты. К наиболее распространенным хлор-

Таблица 1

Основные действующие вещества, входящие в состав дезинфицирующих средств, применяемых для уничтожения спор *B. anthracis* при химической дезинфекции [8]

Действующее вещество	Концентрация	Тест культура	Время	Эффективность
Гипохлорит кальция	20 ppm Cl ₂ , pH 8,0; 20°C	3×10^5 – 4×10^5 спор <i>Bacillus subtilis</i> в 5,0 мл стерильной дистиллированной H ₂ O	4,8 мин	99% убито
	25 ppm Cl ₂ , pH 6,0; 20°C	2×10^7 спор/мл <i>B. metiens</i> в 10 мл стерильной дистиллированной H ₂ O	2,5 мин	99% убито
Свободный хлор	2,4-2,3 мг/л Cl ₂ , pH 7,2; 22°C	$1,1 \times 10^5$ суспензия спор <i>B. anthracis</i>	1ч	>99,99% убито (1 спора/мл выжила)
Гипохлорит натрия (NaOCl)	0,05%, pH 7,0; 20°C	суспензия спор <i>B. subtilis globigii</i> , $1,6$ – $2,2 \times 10^9$ КОЕ/мл	30 мин	99,99% убито
	0,05%, pH 11,0; 20°C			50% спор выжило
Перекись водорода (H ₂ O ₂)	25,8%, 24°C	<i>B. subtilis globigii</i> суспензия спор	15 мин	0,001% спор выжило
	25,8%, 76°C		<1 мин	< 0,0001% спор выжило
	0,88 М/л, pH 5,0	10^6 КОЕ/мл <i>B. subtilis</i> суспензия спор	3 час	100% убито
	0,88 mol/L, pH 4,3	10 мл <i>B. subtilis</i> суспензия спор нанесенная на стальные пластины	6 час	100% убито
Надуксусная кислота (CH ₃ COOOH)	0,13 М/л, pH 5,0; 6,5; 8,0	106 КОЕ/мл <i>B. subtilis</i>	<30 мин	100% убито
	0,39 М/л, pH 4,0; 7,0; 9,0	10 мл <i>B. subtilis</i> суспензия спор нанесенная на стальные пластины	24 час	100% убито
Формальдегид (CH ₂ O)	4% в воде	10^8 /мл <i>B. anthracis</i>	2 час	10^4 инаktivировано
	400 мг/м ³ , 30% отн. влажность	10^2 – 3×10^8 <i>B. globigii</i> NCTC 10073 высушенные на дисках	22 мин	1 log ₁₀ снижение при 23,5°C-25°C
	280 мг/м ³ , 50% отн. влажность		31 мин	
	250 мг/м ³ , 80% отн. влажность		16 мин	
	400 мг/м ³ , 98% отн. влажность		9 мин	
Глютаровый альдегид (C ₅ H ₈ O ₂)	2% в воде, pH 8,0	10^8 спор <i>B. anthracis</i> /мл	15 мин	10^4 инаktivировано
Натрия гидроксид (NaOH)	5%, 27,8°C	7×10^9 спор/мл <i>B. subtilis</i>	1,5 час	99% убито
	5%, 21,1°C		3,6 час	99% убито

содержащим дезинфицирующим средствам (ДС) относятся неорганические вещества – хлор, гипохлориты, диоксид хлора, и органические вещества – хлорамины, хлорпроизводные циануровой кислоты и гидантоина. Содержащие хлор дезинфицирующие вещества обладают широким спектром антимикробного действия. Эффективность указанных препаратов оценивается по массовой доле активного хлора (Cl^{+1}).

Все вышеуказанные хлорсодержащие вещества в растворах взаимодействуют с водой; при этом образуется хлорноватистая кислота:

- 1) молекулярный хлор в воде диспропорционирует;
- 2) гипохлориты в водных растворах гидролизуются;
- 3) хлорамины также в воде гидролизуются.

В процессе дальнейших химических реакций происходит образование сильных окислителей – кислорода и хлора, которые и обуславливают дезинфицирующие свойства. Образовавшаяся хлорноватистая кислота нестойкая и разлагается на соляную кислоту с выделением кислорода. Далее соляная кислота вступает в реакцию с хлорноватистой кислотой с образованием хлора и перекиси водорода.

Механизм действия хлорсодержащих соединений заключается в окисляющем действии кислорода и хлора. Вследствие небольшого размера молекул хлор и кислород попадают в бактериальную клетку через поры клеточной мембраны путем диффузии [11].

Хлорноватистая кислота, вследствие выделения молекулярного хлора, может действовать не только как окислитель, но и как непосредственно хлорирующее

вещество. В микробной клетке наряду с процессами окисления может протекать хлорирование amino- и иминогрупп структурных компонентов протоплазмы. Следует также отметить, что в результате гидролиза гипохлоритов раствор имеет щелочную реакцию, из-за чего происходит частичное омыление жиров, щелочной гидролиз пептидов, образуются растворимые продукты, легко удаляемые с поверхности оборудования: глицерин и соли высших жирных кислот, соли аминокислот. Хлорсодержащие ДС наиболее активны в слабокислых и нейтральных растворах.

Препараты, содержащие гипохлориты, высокочувствительны к органическим загрязнениям, эффективно нейтрализуются белками, в меньшей степени – другими органическими соединениями. Гипохлориты, диоксид хлора и хлор раздражают слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. Необходимо тщательная мойка после дезинфекции для удаления остатков ДС. Для уничтожения спор *B. anthracis* ранее использовались 5% растворы гипохлорита натрия, содержащие также 1,6-2% щелочи. В таком растворе споры погибают через 3 часа. Для большей надежности рекомендовано увеличить экспозицию до 4 часов [1]. Хлорсодержащие препараты обладают сильным корродирующим действием. Следует отметить, что хлорсодержащие соединения не совместимы с некоторыми полимерами, например, ацетилцеллюлозой, полиамидами, и не должны быть использованы для их дезинфекции (табл. 2).

Окислители. *Перекись водорода* обладает универсальным противомикробным действием. Вызывает гибель спор большинства спорогенных бактерий в

Таблица 2

Основные действующие вещества, входящие в состав дезинфицирующих средств, применяемых для уничтожения спор *B. anthracis* при газовой дезинфекции [8]

Действующее вещество	Концентрация	Тест культура	Время	Эффективность
Оксид этилена (C ² H ⁴ O)	Комнатная температура	<i>B. globigii</i> and <i>B. anthracis</i> высушенные на стальных пластинах	1 час	100% убито
	500 мг/л, 30-50% отн. влажность, 54,4°C	~10 ⁶ спор <i>B. globigii</i> на негигроскопичных поверхностях	30 мин	4-log снижение
		10 ⁶ спор <i>B. globigii</i> на негигроскопичных поверхностях		6-log снижение
Диоксид хлора (ClO ₂)	40 мг/л, 60-80% отн. влажность, 25°-27°C	1,4×10 ⁶ /0,2 мл <i>B. subtilis</i> subsp. <i>Niger</i> высушенных на бумаге и алюминиевой фольге	1 час	100% убито
	30 мг/л, 80-85% отн. влажность, 30°C	10 ⁶ спор/биологический индикатор; <i>B. subtilis</i> subsp. <i>Niger</i>	30 мин	100% убито (90%, около 4,4 мин)
	6-7 мг/л, 20-40% отн. влажность, 23°C	10 ⁶ спор/биологический индикатор; <i>B. subtilis</i> subsp. <i>Niger</i>	30 мин	101 КОЕ/ биологический индикатор (90% убито, около 4,2 мин)
	70-75% отн. влажность для 0,5; 23°C		15 мин	0 КОЕ/ биологический индикатор (90% убито, около 1,6 мин)
Бромид метилена (CH ₃ Br)	3,4-3,9 г/л, комнатная температура, в присутствии влаги	1×10 ⁵ -5×10 ⁷ спор <i>B. anthracis</i> высушенных на стерильных полосках бумаги	24 час	100% убито
Пары надуксусной кислоты (CH ₃ COOOH)	1 мг/л, 80% отн. влажности	6×10 ⁵ -8×10 ⁵ <i>B. subtilis niger</i> высушенные на бумажных дисках-фильтрах и стекле	10 мин	<1 споры осталось на бумаге и стекле
	1 мг/л, 60% отн. влажности			2 споры осталось на бумаге; 38 спор на стекле
	1 мг/л, 40% отн. влажности			24 споры осталось на бумаге; 1530 спор – на стекле
Озон (O ₃)	1,0 мг/л в воде рН 3	1,8×10 ⁵ спор/мл <i>B. cereus</i>	5 мин	<101 КОЕ/мл выжило
	3,0 мг/L, 95% отн. влажность	10 ⁸ -2×10 ⁸ <i>B. subtilis</i> , высушенные на фильтровальной бумаге	1,5 ч	<0,001% выжило
	900 ppm, выдержанные при 65-70% отн. влажность 15 ч	5×10 ⁷ спор/стеклянный купон	30 мин, 80% отн. влажность	10 выжило

том числе *B. anthracis*. Противомикробное действие H_2O_2 связано с ее высокой окислительной активностью. Выделяющийся при ее разложении микробными и тканевыми протеазами кислород окисляет сульфгидрильные и гидроксильные группы белков и липидов, вызывая гибель микробов.

Высокая популярность перекиси водорода как противомикробного средства связана с тем, что она хорошо переносится кожей и слизистыми оболочками, не накапливается в организме при длительном применении, не оказывает токсического и аллергенного действия, является экологически чистым продуктом, высокотехнологична, экономична. Применяют для дезинфекции различных объектов, предстерилизационной очистки инструментов, а также как антисептик для профилактической и терапевтической антисептики.

Вместе с тем, препарат быстро разлагается на свету, при взаимодействии с металлами, органическими веществами, со щелочами. Поэтому в органических субстратах, содержащих тканевые и микробные пероксидазу и каталазу, противомикробная активность H_2O_2 быстро снижается. Кроме того, в последнее время отмечено снижение фоновой чувствительности микробов к перекиси водорода и появление устойчивых к этому препарату вариантов бактерий. Это обусловлено селекцией активных продуцентов каталазы. Как следствие нестабильности препарата и снижения чувствительности микробов, в растворах H_2O_2 нередко обнаруживают заносные, в том числе и патогенные, микроорганизмы.

Надуксусная кислота – CH_3COOOH (НОАс) – производное пероксида водорода и уксусной кислоты. Производные

уксусной кислоты взрыво- и пожароопасны. В водной среде НОАс подвергается обратимому гидролизу на пероксид водорода и уксусную кислоту. Поэтому активными действующими веществами растворов, содержащих НОАс, одновременно являются уксусная кислота и пероксид водорода.

НОАс – неустойчивое соединение, разлагается в водных растворах (параллельно с гидролизом с образованием уксусной кислоты и молекулярного кислорода). Поэтому растворы надкислот, подлежащие хранению, содержат стабилизаторы пероксидных компонентов. НОАс проявляет более мощное антимикробное действие, чем пероксид водорода. Бактерицидная и спороцидная концентрация НОАс – 0,001% и 0,3%; перекиси водорода – соответственно 1% и 3% [6, 12].

Обнаружено, что механизм действия НОАс заключается в окислительном разрушении важнейших компонентов клеток и клеточных мембран благодаря образованию сильных окислителей – радикалов $CH_3COO\cdot$ и $CH_3CO\cdot$ [11]. Под действием НОАс происходит разрыв гидросульфидных и дисульфидных связей в белках и белковых ферментах [10]. Взаимодействие с ненасыщенными участками жирных кислот – структурных компонентов клеточных мембран – приводит к нарушению их моделирующей и транспортной функций [5]. Внутри клетки НОАс может также окислить эстеразы, нарушая при этом соотношение концентраций внутриклеточных компонентов и изменяя направление процесса их переноса через мембрану [13].

В отличие от пероксида водорода, НОАс не разрушается каталазой, т.к. разрушает этот фермент [15]. Наряду

с денатурацией белков НОАс оказывает деструктивное действие на нуклеиновые кислоты [18]. Спороцидное действие НОАс проявляется в концентрации 0,3% [15]. При воздействии на микроорганизмы НОАс и пероксид водорода проявляют синергизм. Наибольшее анти-микробное действие НОАс проявляет при pH=2,03. Оптимальная температура воздействия – 37°C. Снижение кислотности и повышение температуры ведет к снижению скорости инактивации микроорганизмов [2]. При повышении pH и температуры возрастает скорость разложения НОАс. Например, воздействие НОАс на споры *B. anthracis* в присутствии 4% лошадиной сыворотки превышает активность глутарового альдегида в 32 раза, формальдегида – в 64 раза [19]. НОАс умеренно токсична, по окончании обработки самопроизвольно разлагается на нетоксичные продукты – уксусную кислоту и кислород (табл. 2).

Газовые способы дезинфекции. При дезинфекции газовым методом концентрация, влажность, температура и структура поверхностей оказывают большое влияние. Окись этилена вызывает алкилирование сульфидгидрильных амин-, карбокси-, фенольных- и гидроксильных групп веществ входящих в состав спор или вегетативных клеток, в основном – ДНК. Окись этилена проникает в пористые материалы (хорошо абсорбируется резиной и многими пластиками); таким образом, пары не легко удалить коротким проветриванием. Окись этилена также легко воспламеняется [8].

Остаточные споры не полностью уничтожаются после 30 минутной экспозиции диоксидом хлора при относительной влажности 20-40%, тогда как все споры элиминируются при повышении

влажности до 70-75% [17]. Диоксид хлора взрывоопасен, обладает эмбриотоксическим действием.

Пары надуксусной кислоты плохо проникают в пористые поверхности и легко воспламеняются. Уровень контаминации, чистоты поверхностей и относительная влажность воздуха влияют на эффективность использования паров надуксусной кислоты в качестве спороцида [20].

Органические материалы могут сорбировать и вступать в химическую реакцию с оксидом пропилена, снижая его эффективность. Органические материалы также могут физически защищать споры от оксида [7].

Спороцидные свойства озона также находятся под влиянием относительной влажности воздуха: чем она ниже – тем большее время требуется для уничтожения спор [16].

В настоящее время в России для уничтожения спор *B. anthracis* разрешено около 50 наименований дезинфицирующих средств. Основными являются: аквин, анавидин, асептол 2000, асмол-Д, бианол, биопаг-Д, БИОР-Н, БИОР-1, бромосепт 50% раствор, велтаб, велтогран, велтодез, велтолен, велтолен-экстра, гамма-Д, дезискраб (голубой), дезискраб (желтый), дезоксон-1, деконекс 50 плюс, деконекс 55 Эндо, делансаль, дисмозон Пур, ди-хлор, ДП-2Т, ДСВУ-1, дюльбак растворимый, жавель-клейд, клиндезин 3000, клиндезин-Окси, клиндезин-Форте, клорсепт 25 (17), колдСпор, комбинированный дезинфектант, криодез, лизафин (жидкий концентрат), лизафин-специаль (жидкий концентрат), лизоформин-3000, люмакс-Стерил, новодез-Форте, НУ-САЙДЕКС, офаль, ПВК, пероксид водорода, пероксимед, пер-

форм, пресепт, пресепт гранулы, Рик-Д, САЙДЕКС ОПА, САЙДЕКС, септодор-Форте, септоцид Р плюс, септустерил, спитадерм, Ф-2, хлорамин-Б, хлорная известь, хлорэфект, эригид Форте.

Новое поколение дезинфицирующих средств для деконтаминации объектов основано на перекиси водорода с различными антикоррозионными и стабилизирующими добавками, поверхностно-активные вещества и др. В качестве носителя пероксида водорода используются неорганические соли: фториды калия, бария, аммония, метасиликат натрия, орто- и пирогосфат натрия, сульфат натрия и др. При использовании фтористого калия в качестве носителя пероксида образуется несколько модификаций: ПФК-1 (моносольват), ПФК-2 (смесь моно- и дисольвата), ПФК-3 (дисольват), ПФК-4 (трисольват), ПФК-К (моносольват кислого фторида калия). В перечисленных сольватах содержание пероксида водорода варьирует варьирует от 28% до 65%. Все сольваты представляют собой порошок белого цвета с различной степенью стабильности, хорошо растворимого в воде. Они могут быть приготовлены в виде таблетированных форм. Для всех сольватов ведется поиск стабилизаторов, позволяющих сохранить активность в течение нескольких лет. Наиболее стабильные результаты по времени инактивации спор получены при применении 6 и 10% растворов, 2,5 и 1,5 часа соответственно.

Таким образом, процесс обеззараживания объектов при контаминации спорами *B. anthracis* сложен, его эффективность зависит от следующих факторов:

- от химической природы ДВ и его механизма действия, от концентрации ДВ в препарате и его концентрации в ра-

бочем растворе;

- от устойчивости спор к применяемому дезинфицирующему средству и их количества на обрабатываемом объекте;

- от физико-химических свойств обрабатываемого объекта, его формы, величины, наличия на нем загрязнений органической и неорганической природы;

- от способа обработки объекта дезинфицирующим средством (орошение, мытье, погружение в растворы, протирание ветошью, смоченной в дезрастворе, обработка направленными аэрозолями поверхности, заполнение аэрозолями герметичного помещения, газация или создание бактерицидных паров и дымов в обрабатываемом помещении);

- от времени воздействия дезинфицирующего раствора на споры.

Все вышеперечисленные дезинфицирующие средства не дают 100% гарантии уничтожения спор и обладают выраженными недостатками. Это, прежде всего, касается экологической безопасности, безвредности для человека и животных, безвредности по отношению к обрабатываемым сложным приборам. Биологических дезинфицирующих средств для борьбы со спорами *B. anthracis* на рынке не существует. В следующей работе авторы планируют представить характеристику сибиреязвенных бактериофагов и рассмотреть эффективность их действия на вегетативную и споровую формы сибиреязвенной бациллы.

Литература

1. Вашков В.И. Антимикробные средства и методы дезинфекции. — М.: Медицина, 1977.

2. Пудова О.Б., Никольская В.П., Буянова В.В., Титова К.В. Количественная оценка спороцидной активности различных модификаций пероксигидратов фторида калия, перекиси водорода, надкусусной кислоты // *Дезинфекционное дело*, 3: 19-22, 1999.
3. Рутала В.А. Дезинфекция, стерилизация и удаление отходов / В: Внутрибольничные инфекции. – М.: Медицина, 159-211, 1990.
4. Федорова Л.И., Арефьева Л.С., Путинцева Н.А., Веремкович Н.А. Современные средства дезинфекции. Характеристика, назначение, перспективы. – М.: Медицина, 1991.
5. Baldry M.G.C., Fraser J.A.L. Disinfection with peroxygens // In: Payne KR, ed. *Industrial Biocides*. – New York: John Wiley & Sons, 91-116, 1988.
6. Baldry M.G.C. The Bactericidal, fungicidal and sporocidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid // *J. Appl. Bacteriol.*; 54: 417-423, 1983.
7. Bruch C., Koesterer M. The microbicidal activity of gaseous propylene oxide and its application to powdered or flaked foods // *Food Research*; 25: 428-35, 1960.
8. Bruch C. Gaseous sterilization // *Annu. Rev. Microbiol.*; 16: 245-63, 1961.
9. Canadian General Standards Board. Assessment of Efficacy of Antimicrobial Agents for Use on Environmental Surfaces and Medical Devices. Document #CAN/CGSB-2.161-M97. Ottawa.: Canadian General Standards Board, 1997.
10. Davis B.D., Dulbecco R., Eisen H.N. Microbiology including human and molecular genetic. – London: Harpet & Row, 1980.
11. Faraci M.M., Marquis R.E., Rutherford G.C., Shin S.Y. Sporocidal action of peracetic acid and protective effects of transition metal ions // *J. Ind. Microbiol.*; 15: 486-492, 1995.
12. Favero M.S., Bond W.W. Chemical disinfection of medical and surgical materials. In: Block SS, ed. *Disinfection, sterilisation and preservation*. – New York: Lippincott Williams and Wilkins, 2001.
13. Fraser J.A.L. Novel application of peracetic acid in industrial disinfection // *Chempec 86 BACS Symposium*, 65-69, 1986.
14. Government of Australia; Therapeutic Goods Admin. The Standard for Microbiocides and Sterilants (TGO 54) // <http://www.tga.health.gov.au/docs/html/tgo/tgo54b.htm>, 2005.
15. Greenspan F., MacKellar D.G. The application of peracetic acid germicidal washes to mold control of tomatoes // *Food Technology*; 5: 95-97, 1951.
16. Ishizaki K., Shinriki N., Matsuyama H. Inactivation of Bacillus spores by gaseous ozone // *J. Appl. Bacteriol.* 60: 67-72, 1986.
17. Jeng D., Woodworth A. Chlorine dioxide gas sterilization under square-wave conditions // *Appl. Environ. Microbiol.*, 56: 514-9, 1990.
18. Maillard J.Y., Beggs T.S., Day M.J. et al. Damage to Pseudomonas aeruginosa PA01 bacteriophage F116 DNA by biocides // *J. Appl. Bacteriol.*, 80: 540-544, 1996.
19. Malchesky P.S. Medical Application of peracetic acid. / In: Block SS, ed. *Disinfection, sterilisation and preservation*. – New York: Lippincott Williams and Wilkins, 2001.
20. Portner D., Hoffman R. Sporicidal effect of peracetic acid vapor // *Appl. Microbiol.*, 16: 1782-5, 1968.
21. Ravis S.M., Shaffer M.P., Shaffer C.L. et al. Glutaraldehyde-induced and formaldehydeinduced allergic contact dermatitis among dental hygienists and

assistants // *J. Am. Dent. Assoc.* 134, 1072-1078, 2003.

22. Sattar S.A. The use of microbiocides in infection control: a critical look at safety, testing and applications. Allen Denver Russell Memorial Lecture // *J. Appl. Microbiol.*, 101:743-753, 2006.

23. US Environmental Protection Agency (EPA) Antimicrobial Pesticide Products // <http://www.epa.gov/opp00001/factsheets/antimic.htm>, 2003.

24. Waters A., Beach J., Abramson M.

Symptoms and lung function in health care personnel exposed to glutaraldehyde // *Am. J. Ind. Med.*, 43: 196-203, 2003.

25. Whitney E.A.S., Beatty M.E., Taylor T. et al. Inactivation of *Bacillus anthracis* spores // *Emerging Infectious Diseases*, vol. 9, No. 6, pp. 623-627, 2003.

26. World Health Organization. Communicable Diseases 2002: Global Defence Against the Infectious Disease Threat. – Geneva: World Health Organization, 2003.

MEANS FOR DISINFECTION OF OBJECTS CONTAMINATED BY *B. ANTHRACIS* SPORES

M.Yu.Ozerov, V.N.Karkischenko, D.V.Popov,
S.Yu.Pchelintsev, V.G.Popov, D.A.Grishin

Scientific center of biomedical technologies RAMS, Moscow
The Institute of Immunological Engineering, Lyubuchany, Moscow Region

This review starts a series of articles dedicated to the problem of disinfection of objects contaminated by anthrax spores. Authors discuss widely used methods of disinfection and influence of active components on the spores of *B. anthracis*. The next articles are planned to be focused on anthrax bacteriophages and their use for elimination of anthrax spores.

Key words: bioterrorism, spores of *B. anthracis*, bacteriophages