

Обеспечение требований биологической безопасности при проведении биотехнологических процессов с микроорганизмами I–IV групп патогенности

Е.А.Тюрин, Л.В.Чекан

ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, Оболенск, Московская область, Российская Федерация

Рассматривается вопрос обеспечения и контроля требований биологической безопасности в подразделениях, выполняющих работы с микроорганизмами I–IV групп патогенности/опасности на биотехнологическом оборудовании. Показано, что специфика производства биотехнологической продукции требует неукоснительного соблюдения требований и положений санитарно-эпидемиологических нормативно-методических документов, устанавливающих требования, в том числе безопасности, на всех этапах технологического процесса.

Ключевые слова: биологическая безопасность, микроорганизмы, биотехнология, техногенные ситуации

Для цитирования: Тюрин Е.А., Чекан Л.В. Обеспечение требований биологической безопасности при проведении биотехнологических процессов с микроорганизмами I–IV групп патогенности. Бактериология. 2020; 5(4): 60–64. DOI: 10.20953/2500-1027-2020-4-60-64

Ensuring biological safety requirements when carrying out biotechnological processes with microorganisms of I–IV pathogenicity groups

E.A.Tyurin, L.V.Chekan

State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Obolensk, Moscow Region, Russian Federation

The article deals with the issue of ensuring and monitoring biological safety requirements in units performing work with microorganisms of I–IV pathogenicity/hazard groups using biotechnological equipment. It is shown that the specificity of the production of biotechnological products requires strict observance of the requirements and provisions of sanitary and epidemiological regulatory and methodological documents establishing requirements, including safety, at all stages of the technological process.

Key words: biosafety, microorganisms, biotechnology, technogenic situations

For citation: Tyurin E.A., Chekan L.V. Ensuring biological safety requirements when carrying out biotechnological processes with microorganisms of I–IV pathogenicity groups. Bacteriology. 2020; 5(4): 60–64. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2020-4-60-64

Научно-исследовательская (экспериментальная, лекционная), диагностическая и биотехнологическая работа с патогенными микроорганизмами проводится в специфических условиях. Особенности этой работы являются: большие объемы биомассы микроорганизмов, повышенная температура и влажность в рабочих помещениях, контакт с дезинфицирующими веществами, их парами и антибиотиками, физическая и моральная нагрузка, а также

постоянный риск заражения работника патогенным микроорганизмом [1, 2].

Микробиологическая лаборатория различной направленности и ведомственной принадлежности, в которой проводят работы с микроорганизмами – возбудителями инфекционных заболеваний, может являться потенциальным опасным биологическим объектом и, следовательно, источником заражения посторонних лиц, по роду своей профессиональной

Для корреспонденции:

Тюрин Евгений Александрович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории биологической безопасности ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Адрес: 142279, Московская область, г.о. Серпухов, р.п. Оболенск, д. 24

Телефон: (4967) 36-0016

E-mail: turin@obolensk.org

Статья поступила 26.11.2020 г., принята к печати 25.12.2020 г.

For correspondence:

Eugene A. Tyurin, MD, PhD, leading researcher of the laboratory of biological safety, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology

Address: SRCAMB 142279 Obolensk, Serpukhov district, Moscow region, Russian Federation

Phone: (4967) 36-0016

E-mail: turin@obolensk.org

The article was received 26.11.2020, accepted for publication 25.12.2020

деятельности или в быту контактирующих с сотрудниками лаборатории, находясь в территориальной близости к лаборатории. Помимо этого, существует риск попадания микроорганизмов – возбудителей инфекционных заболеваний в окружающую среду [3].

Следовательно, главной задачей в создании нормальных условий труда в биотехнологических микробиологических лабораториях является обеспечение безопасности персонала и окружающей среды от заражения микроорганизмами. Поэтому параллельно развитию микробиологии и биотехнологии специалисты в области биологической безопасности постоянно разрабатывают и совершенствуют правила и приемы лабораторной и технологической работы, которые призваны обеспечить личную безопасность персонала при ее проведении, а также различные защитные приспособления, приборы и оборудование [1, 4, 5]. Следует особо отметить, что существующие в настоящее время правила и приемы лабораторной работы с патогенными микроорганизмами, защитные устройства, режимные и технические меры, определенный уровень автоматизации в микробиологических лабораториях в значительной мере обеспечивают предотвращение случаев лабораторного заражения, но полностью исключить риск его они не могут. На это указывают периодически возникающие случаи заболевания вследствие заражения при лабораторной работе [1, 2, 7].

Обеспечение безопасной работы с патогенными микроорганизмами в лаборатории включает два основных фактора биологической безопасности: «технический» и «человеческий» [1, 7, 8]. В практике работы микробиологических лабораторий можно выделить несколько процедур (посевы больших объемов культуры микроорганизмов, центрифугирование, высушивание, дезинтеграция), когда технический и человеческий факторы тесно переплетаются и от того, как они функционируют, зависит безопасность персонала и окружающей среды.

Человек является основным звеном в работе с микроорганизмами независимо от степени их опасности. Правильность действий и поведения в той или иной ситуации, в комплексе мер, обеспечивающих безопасность, обуславливается уровнем владения профессиональными навыками и приемами, знанием возможных источников и механизмов заражения (или создания опасности заражения для окружающих), состоянием психики, здоровья в целом [1]. Однако необходимо учитывать и возрастающее инженерно-техническое обеспечение вредных и опасных работ в соответствии с современными требованиями биологической безопасности [1, 3, 9–11].

К техническому фактору биологической безопасности можно отнести барьерные защитные инженерные системы, обеспечивающие поддержание нормальных безопасных условий труда сотрудников в микробиологических лабораториях различных уровней безопасности, от первого до четвертого по международной классификации (BSL 1-4) [1, 3–5, 12–14], а также необходимый инструментарий и собственно технологическое оборудование.

Биотехнологические работы, связанные с микроорганизмами, включают в себя несколько этапов или циклов:

- ферментацию биологического материала;
- концентрирование материала с патогенными биологическими агентами (ПБА) при помощи систем и устройств;

- высушивание концентрированной субстанции с ПБА при помощи реагентов и установок;
- фасовку материала с ПБА в емкости;
- закладку емкостей на хранение.

Эти процедуры выполняют не только на биотехнологическом производстве, но и при приготовлении материала с ПБА для закладки на хранение в музейных и коллекционных отделах организаций или учреждений. Каждый этап сопровождается соответствующими требованиями биологической безопасности, соблюдение и проведение надлежащего контроля которых позволяет максимально снизить угрозы возникновения аварийных ситуаций или аварий.

С точки зрения биологической безопасности, проведение работ с ПБА с использованием аппаратов и систем биотехнологического назначения – наиболее опасный и аварийно значимый процесс. Во время этих работ могут возникать ситуации как техногенного, так и антропогенного характера. Все работы связаны с высококонцентрированными препаратами ПБА (ферментация, концентрирование, высушивание), возможным образованием аэрозоля микроорганизмов (концентрирование, высушивание, измельчение), а также наличием большого объема биомассы (ферментация, концентрирование).

Каждый этап биотехнологического процесса – это практически законченный цикл работы с ПБА, и для каждого из них определены конкретные требования биологической безопасности. Они относятся к помещениям и оборудованию, средствам индивидуальной защиты, обеззараживанию твердых и жидких отходов. Особое значение приобретает процесс допуска сотрудников к проведению работ в биотехнологическом блоке «заразных» помещений лаборатории.

Соответственно, все этапы работы с микроорганизмами для проведения биотехнологического процесса должны быть правильно оформлены, то есть иметь санитарно-эпидемиологическое заключение о наличии условий для выполнения данного вида работ и соответствии нормативным документам и лицензию на право проведения работ.

Следуя положениям нормативных документов [9, 10], к работе с ПБА допускают специалистов не моложе 18 лет с высшим или средним медицинским, биологическим, ветеринарным и иным (например, технологическим) образованием после окончания соответствующих курсов специализации с освоением методов безопасной работы с ПБА. Привлекаемые сотрудники не должны иметь противопоказаний к лечению специфическими препаратами, а также к работе в средствах индивидуальной защиты. Инженерно-технический персонал структурного подразделения, осуществляющего деятельность с ПБА I–II групп, проходят специальную подготовку по биологической безопасности по месту работы в соответствии с должностными обязанностями [9, 10].

Инженерно-технический персонал, дезинфекторы и санитарки структурного подразделения, осуществляющего деятельность с использованием ПБА III–IV групп, должны проходить специальную подготовку по биологической безопасности по месту работы в соответствии с должностными обязанностями.

Допуск инженерно-технического персонала к обслуживанию оборудования лабораторий (отделов, отделений) при проведении работ с ПБА I–IV групп осуществляет руководи-

тель организации один раз в два года после проверки знаний по биологической безопасности. Разрешение на посещение лаборатории инженерно-техническому персоналу, не работающему постоянно в учреждении, выдает руководитель организации на основании запроса руководителя структурного подразделения. Посещение осуществляется после прекращения работы и проведения текущей дезинфекции в помещениях лаборатории, в сопровождении ответственного, назначенного сотрудника структурного подразделения, и регистрируется в журнале посещений подразделения [9, 10].

Возникает справедливый вопрос: кто лучше, качественней и безопасней проведет биотехнологический процесс – врач, биолог или инженер-технолог? На наш взгляд, лучше это сделает инженер-технолог. Естественно, что у него должны быть определенные теоретические и практические знания в области биологической безопасности и постоянный контакт во время проведения процесса со специалистами медико-биологического профиля.

Мы исходим из того, что в соответствии с нормативными документами инженерно-технический персонал лаборатории не может самостоятельно вести учет ПБА [9, 10, 15]. Технолог лучше справится с инженерно-техническим обеспечением биотехнологического процесса, а биолог или врач – непосредственно с микроорганизмами. Кроме того, специалисты с профессиональной подготовкой по медико-биологическому профилю более грамотно могут оценить последствия аварийной ситуации и/или аварии во время проведения работ с ПБА и принять грамотное обоснованное решение по их ликвидации.

В доступной нам литературе мы не встретили материалов, позволяющих говорить об обеспечении требований биологической безопасности при проведении биотехнологических работ комплексно. Поэтому целью настоящей работы является рассмотрение вопроса обеспечения и контроля соблюдения требований биологической безопасности при проведении биотехнологических процессов с большими массами, концентрациями микроорганизмов I–IV групп патогенности.

С точки зрения соблюдения требований биологической безопасности подготовка помещения, оборудования, приборов и аппаратов для проведения биотехнологических исследований является сложным процессом. Эти помещения относятся к изолированным и максимально изолированным лабораториям, или BSL 3–4 (уровень биологической безопасности) по международной классификации.

Биотехнологические процессы ведут с высококонцентрированным материалом. Все операции должны сопровождаться и поддерживаться соответствующими дезинфекционными мероприятиями, которые выполняют с использованием свежеприготовленных, проверенных рабочих дезрастворов. В обязательном порядке готовят аварийный запас дезсредств.

Все эти мероприятия протоколируют и актируют. Документы хранят в течение одного года.

Соответственно, все требования биологической безопасности при выполнении процедур с материалом, содержащим ПБА, на всех этапах биотехнологического процесса должны быть отражены в соответствующих разделах инструкций по проведению работ.

В биотехнологии, особенно если для получения биомассы используют патогенные микроорганизмы, процесс проводят,

максимально обезопасив исполнителя и окружающую среду от возможного попадания ПБА. Обычно это помещения не имеют оконных проемов, а если они есть, то располагаются во внутреннем периметре помещения лаборатории и выходят в коридор.

Ограждающие поверхности (пол, стены, потолок) должны быть покрыты герметизирующим составом, красителями, устойчивыми к моющим и дезинфицирующим растворам высокой концентрации. Это связано с тем, что эти процессы связаны с высококонцентрированным материалом, содержащим ПБА. Для того чтобы обеспечить надлежащее выполнение требований биологической безопасности при проведении этапов биотехнологического процесса, необходимо выполнить ряд условий.

Во-первых, желательно соединить все этапы биотехнологического процесса в единую цепочку. Например, внутреннюю емкость ферментера, установленного в помещении ферментационного зала (сепарация идет следующей стадией технологического процесса за ферментацией), с сепаратором, чтобы не было возможного попадания материала в окружающую среду. В этом случае под окружающей средой мы понимаем пространство вспомогательных, рабочих помещений и коридоров в лаборатории.

Во-вторых, необходимо определить типы рабочей и защитной одежды, в которой будут работать сотрудники. Обычно это первый тип противочумного костюма, дополненный противоголозом. Однако если процесс проводят в помещении максимально изолированной лаборатории, оборудованной системой подачи воздуха в средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗ ОД) в виде изолирующего костюма, работающего под давлением, то сотрудники, привлекаемые к работам, должны пройти дополнительное обучение по работе в костюме, сдать зачет по знанию требований биологической безопасности и получить допуск к работам в СИЗ.

В-третьих, необходимо подготовить самих сотрудников. Они должны обладать определенными навыками работы с микроорганизмами, окончить соответствующие курсы повышения квалификации, пройти входной медицинский осмотр, получить профилактические прививки и после этого могут быть допущены к данным работам приказом руководителя, как это уже говорилось выше.

В-четвертых, все инженерные системы биологической безопасности должны быть подготовлены к работе, опробованы и аттестованы для выполнения работ с составлением актов и протоколов, которые представляются в комиссию по контролю соблюдения требований биологической безопасности.

Необходимо убедиться, что все помещения, предназначенные для проведения работ, соответствуют требованиям биологической безопасности. Желательно, чтобы это были отдельные блоки из помещений, соединенных между собой одним технологическим коридором или же между ними должны быть смонтированы передаточные шлюзы. Помещения должны быть герметичными, то есть между стенами, полом и потолком нет трещин, сколов и т.п. Герметичность должна быть достигнута и в области перекрытий.

Для оценки герметичности, особенно в помещениях для концентрирования, высушивания и измельчения, проводят оценку герметичности путем налива жидкости на пол с контролем протечки. Если протечка обнаруживается, то это

место герметизируют дополнительно. Особое внимание необходимо уделить стеновым проходкам, межэтажным гильзам и сливным трапам. Они должны выступать над поверхностью на 2–3 см, и места соприкосновения со строительной конструкцией должны быть тщательно загерметизированы. Это же относится и к проходкам электрических сетей, слаботочной системы информационной и аварийной сигнализации. Помещения должны находиться на круглосуточной охране. В рабочих комнатах предусматривается естественное или достаточное искусственное освещение.

Режим вентиляции рабочих помещений – принудительный механический с постоянным разрежением до –250 Па, достаточным обменом воздуха до 10 раз в час и очисткой подаваемого и выбрасываемого воздуха на высокоэффективных фильтрах очистки воздуха класса не ниже H14. Фильтры, вентиляционные агрегаты, вентиляционные камеры подлежат обязательной проверке с составлением актов готовности к эксплуатации.

Проверяют системы обеззараживания жидких и твердых отходов (паровые стерилизаторы и станции тепловой обработки стоков) на их техническую и защитную эффективность. Все процессы документируют и оформляют в виде протоколов.

Необходимо обратить особое внимание на защитную одежду и средства индивидуальной защиты органов дыхания, в которых будут проводить процесс. Одежда должна соответствовать уровню биологической безопасности, максимально защищая покровы тела и слизистые от ПБА. Идеально для этих целей подходят шланговые средства индивидуальной защиты, работающие под давлением. Однако не каждая организация имеет достаточный запас таких СИЗ и обученный персонал для работы в них. Также отсутствуют (или их недостаточно) места для хранения и проверки СИЗ. Кроме того, необходимо помнить, что такие СИЗ имеют определенный срок эксплуатации и после этого срока должны быть уничтожены.

Для работы на биотехнологическом оборудовании используют опасные для человека химические реактивы (концентрированные кислоты и щелочи, всевозможные растворители). При неправильном хранении или использовании может произойти химическое отравление, пожар или взрыв, которые являются нарушением общей техники безопасности и требований биологической безопасности. Для ликвидации последствий аварийной ситуации или аварии применяют следующие меры по ее ликвидации:

- хранят химические реактивы в специальных отведенных для них помещениях;
- работают с ними под вытяжкой в хорошо вентилированном помещении;
- соблюдают инструкции по безопасности.

При возникновении пожара возможны различные ситуации, которые являются нарушением общей техники безопасности и требований биологической безопасности. В момент возникновения пожара нарушается контролирование биотехнологического процесса в целом. Данную ситуацию можно отнести к внешним угрозам, так как в ее возникновении сотрудники лаборатории являются пострадавшими. Для ликвидации последствий применяют следующие меры:

- устанавливают аварийное освещение и указывают пути эвакуации;

- для ликвидации легких возгораний в помещения используют первичные средства тушения огня (огнетушители);
- персонал обучают технике пожарной безопасности.

Самая основная, на наш взгляд, категория угроз в биотехнологическом процессе (так как при несоблюдении общей техники безопасности и требований биологической безопасности данный фактор ведет ко всем основным и биологическим рискам):

- при работе с сосудами, работающими под давлением, может произойти взрыв;
- несоблюдение правил пожарной безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и электрическими нагревательными приборами может привести к ожогам или пожару;
- неправильное обращение с приборами, подключенными к электросети, может привести к поражению электрическим током или возникновению пожара из-за короткого замыкания;
- неправильная работа с микроорганизмом может привести к заболеванию или смерти человека;
- работая со стеклянной посудой и острыми приборами, можно порезаться;
- неправильная работа с химическими реактивами может привести к химическому отравлению, ожогам, пожару, взрыву;
- при неправильной работе с жидкими газами или сильно замороженными предметами возможно обморожение.

Для ликвидации последствий аварийной ситуации или аварии применяют следующие меры:

- необходимо постоянно поддерживать высокий уровень подготовки квалифицированных специалистов, как микробиологов и биотехнологов, так и инженерно-технического персонала, обеспечивающего работу общих корпусных систем;
- обеспечивать регулярный пересмотр нормативно-методической документации (инструкции, регламенты), вводя в нее новые, прогрессивные методики и приемы безопасной работы;
- регулярное проведение инструктажей по общей, пожарной, электрической и биологической безопасности;
- регулярное проведение тренировочных занятий по ликвидации последствий аварий и аварийных ситуаций, которые могут возникнуть во время проведения работ на этапах биотехнологического процесса, аппаратах, системах энергоснабжения и инженерных системах биологической безопасности;
- соблюдение принципа «парности» при проведении всех штатных работ в биотехнологическом процессе;
- регулярная оценка работоспособности аппаратов и систем, внедрение новых лабораторных и биотехнологических методик и процедур, проведение автоматизации биотехнологического процесса.

Специфика производства микробиологической и биотехнологической продукции требует строгого соблюдения положений и требований нормативно-методических документов, устанавливающих санитарно-эпидемиологические требования, в том числе критерии безопасности, на всех этапах технологического процесса, включая контроль продукции.

Используемые на производстве технологические процессы, а также манипуляции с сырьем, материалами, реактивами, субстратами, оборудованием, производственными штаммами микроорганизмов, упаковочными материалами должны гарантированно обеспечивать безопасность для персонала и окружающей среды.

Все производственные процессы должны быть регламентированы и документированы и обеспечивать неизменность производства продукции, отвечающей параметрам качества и требованиям безопасности.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках отраслевой программы Роспотребнадзора.

Financial support

The work was carried out within the framework of the sectorial program of Rosпотребнадзор.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

Литература

1. Дроздов СГ, Гарин НС, Джиндоян ЛС, Тарасенко ВМ. Основы техники безопасности в микробиологических и вирусологических лабораториях. М.: Медицина; 1987, 256 с.
2. Шкуров АА, Тюрин ЕА. Случай внутрилабораторного заражения сапом. Материалы юбилейной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня основания нижегородскому НИИ эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н.Блохиной «Научное обоснование противозидемической защиты населения». Н. Новгород. 2009, с. 111-112.
3. Тюрин ЕА. Обеспечение требований биологической безопасности на биологически опасном объекте. Биозащита и биобезопасность. 2013;2:34-42.
4. Дмитриева ВА, Воронин АМ, Дмитриев ВВ, Доброхотский ОН, Жариков ГА, Коломбет ЛВ, и др. Учебное пособие по биобезопасности. Тула: Изд-во ТулГУ; 2013, 500 с.
5. Laboratory Biosafety Guidelines. 3rd Edition. Canada. 2004, 113 p.
6. Pike M. Laboratory-associated infectious: summary and analysis of 3921 cases. Health Lab Sci. 1976;13(2):105-14.
7. Тюрин ЕА. Индивидуальные и коллективные факторы биобезопасности. Жизнь без опасностей. 2010;V(4):148-53.
8. Тюрин ЕА. Факторы биологической безопасности. Биозащита и биобезопасность. 2010;I(3(4)):34-9.
9. «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности)». Санитарно-эпидемиологические правила. СП 1.3.3118-13. М.: Госсанэпиднадзор России; 2013, 195 с.
10. «Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней». СП 1.3.2322-08. Санитарно-эпидемиологические правила. М.: Роспотребнадзор; 2008, 76 с.
11. Найденов АЯ. Безопасность работ в микробиологических лабораториях. Защитная эффективность инженерных систем безопасности. М.: ДеЛи плюс; 2013, 224 с.
12. Боровик РВ, Дмитриев ГА, Коломбет ЛВ, Победимская ДД, Ремнев ЮВ, Тюрин ЕА, Фёдоров НА. Основы биологической безопасности: принципы и практика. Учебно-методическое пособие. М.: «Медицина для вас»; 2008, 303 с.
13. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5th Edition U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Centers for

Disease Control and Prevention National Institutes of Health HHS Publication No (CDC) 21-1112 Revised December 2009, 360 p.

14. Laboratory Biosafety Guidelines. 3rd Edition. Canada. 2004, 113 p.
15. «Порядок учета, хранения, передачи и транспортирования микроорганизмов I–IV групп патогенности». СП 1.2.036-96. Санитарные правила. М., 1995.

References

1. Drozdov SG, Garin NS, Dzhindoyan LS, Tarasenko VM. Osnovy tekhniki bezopasnosti v mikrobiologicheskikh i virusologicheskikh laboratoriyakh. Moscow: "Meditsina" Publ.; 1987, 256 p. (In Russian).
2. Shkurov AA, Tyurin EA. Sluchai vnutilaboratornogo zarazheniya sapom. Materials of the anniversary scientific and practical conference "Scientific justification of anti-epidemic protection of the population". N. Novgorod. 2009, pp. 111-112. (In Russian).
3. Tiurin YeA. The securing of requirements of biological safety on biologically dangerous objects. Biozashchita i biobezopasnost. 2013;2:34-42. (In Russian).
4. Dmitrieva VA, Voronin AM, Dmitriev VV, Dobrokhotskii ON, Zharkov GA, Kolombet LV, et al. Uchebnoe posobie po biobezopasnosti. Tula, 2013, 500 p. (In Russian).
5. Laboratory Biosafety Guidelines. 3rd Edition. Canada. 2004, 113 p.
6. Pike M. Laboratory-associated infectious: summary and analysis of 3921 cases. Health Lab Sci. 1976;13(2):105-14.
7. Tyurin EA. Individual'nye i kollektivnye faktory biobezopasnosti. Zhizn' bez opasnostei. 2010;V(4):148-53. (In Russian).
8. Tyurin EA. Faktory biologicheskoi bezopasnosti. Biozashchita i biobezopasnost. 2010;I(3(4)):34-9. (In Russian).
9. "The safety of work with microorganisms of I–II groups of pathogenicity". Sanitary and epidemiological rules. SP 1.3.3118-13. Moscow: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; 2013, 195 p. (In Russian).
10. "Safety of work with microorganisms of groups III–IV of pathogenicity (danger) and pathogens of parasitic diseases". SP 1.3.2322-08. Санитарно-эпидемиологические правила. Moscow: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; 2008, 76 p. (In Russian).
11. Naidenov AY. Bezopasnost' rabot v mikrobiologicheskikh laboratoriyakh. Zashchitnaya effektivnost' inzhenernykh sistem bezopasnosti. Moscow: "DeLi plus" Publ.; 2013, 224 p. (In Russian).
12. Borovik RV, Dmitriev GA, Kolombet LV, Pobedimskaya DD, Remnev YuV, Tyurin EA, Fedorov NA. Osnovy biologicheskoi bezopasnosti: printsipy i praktika. Moscow: "Meditsina dlya vas" Publ.; 2008, 303 p. (In Russian).
13. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5th Edition U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention National Institutes of Health HHS Publication No. (CDC) 21-1112 Revised December 2009, 360 p.
14. Laboratory Biosafety Guidelines. 3rd Edition. Canada. 2004, 113 p.
15. "The procedure for accounting, storage, transfer and transportation of microorganisms of groups I–IV of pathogenicity". SP 1.2.036-96. Sanitary regulations. Moscow, 1995. (In Russian).

Информация об авторе:

Чекан Лариса Владимировна, старший научный сотрудник лаборатории биологической безопасности ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора. Адрес: 142279, Московская область, г.о. Серпухов. р.п. Оболенск. Телефон: (4967) 36-0016. E-mail: chekan@obolensk.org

Information about author:

Larisa V. Chekan, senior researcher head of the laboratory of biological safety, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology Address: SRCAMB 142279 Obolensk, Serpuhkov district, Moscow region, Russian Federation. Phone: (4967) 36-0016. E-mail: chekan@obolensk.org