

УДК 613.636

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.251022.43.890

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ З БІОЛОГІЧНИМИ АГЕНТАМИ

ЗУБАРЕВА І. М.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

МІТІНА Н. Б.², канд. техн. наук, доц.,

МАЛИНОВСЬКА Н. В.³, ст. викл.

^{1*} Кафедра мікробіології, вірусології та біотехнології, Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара, вул. Планетна, 1А, 49098, Дніпро, Україна, e-mail: microviro@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8160-6519

² Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності. Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», вул. Набережна Перемоги, 40, 49094, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-12-25, e-mail: natalimitina0000@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5384-7040

³ Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», вул. Набережна Перемоги, 40, 49094, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-12-25, e-mail: natalimalinovska57@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6745-075X

Анотація. Постановка проблеми. Проведено роботу з виявлення і розподілення по групах різних видів аварійних ситуацій, які можливі в лабораторіях під час виконання процедур із різними біологічними агентами. Доведено необхідність дотримання чітко регламентованих правил безпечної роботи з різними біологічними об'єктами в лабораторних установах. **Мета** – визначити правила безпечної роботи з різними біологічними агентами в умовах лабораторій різного рівня безпеки. **Методика.** Аналітичні методи, узагальнювальні підходи до інформації, представленої в нормативних документах, літературних та інших інформаційних джерелах. **Результати.** Вивчено правила безпечної роботи і техніки проведення відповідних лабораторних робіт із біологічними об'єктами. Досліджено основні ознаки ризиків роботи за міжнародною класифікацією мікроорганізмів. Вивчено характеристики кожної групи небезпек, а також наведено приклади видів мікроорганізмів, віднесених до певної групи ризиків. Наведено класифікаційну характеристику чотирьох типів мікробіологічних лабораторій за рядом ознак. Установлено, що рівень біологічної безпеки лабораторій залежить від групи ризику мікроорганізмів. Визнано, що виконання правил безпечної роботи з різними біологічними агентами в лабораторних умовах забезпечується використанням необхідного і обов'язкового, для певного рівня лабораторії, обладнання. Аргументовано, що можливість виконання правил біологічної безпеки в лабораторіях різних рівнів ґрунтується на оцінюванні біологічних ризиків у певних умовах даної лабораторної установи. Розроблено покрокову процедуру оцінювання біологічних ризиків у певній лабораторії, яку представлено у вигляді блок-схеми. **Наукова новизна.** Проаналізовано та узагальнено наукову і нормативну інформацію щодо правил безпечної роботи з біологічними агентами в лабораторних умовах. Запропоновано певну послідовність дій для оцінювання біологічних ризиків у певних лабораторних установах. **Практична значимість.** Обґрунтовано практичну можливість і необхідність керування біологічними ризиками в лабораторних умовах різних рівнів біологічної безпеки.

Ключові слова: біологічні об'єкти; патогенні агенти; правила безпечної роботи; класифікація мікроорганізмів; групи ризиків

GENERAL RULES FOR SAFE WORK WITH BIOLOGICAL AGENTS

ZUBAREVA I.M.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,

MITINA N.B.², *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*,

MALYNOVSKA N.V.³, *Senior Lect.*

^{1*} Department of Microbiology, Virology and Biotechnology, Dnipro National University named after O. Honchara, 1A, Planetna Str., Dnipro, 49098, Ukraine, e-mail: microviro@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8160-6519

² Department of Occupational Health and Life Safety, SHEI “Ukrainian State University of Chemical Technology”, 40, Naberezhna Peremohy Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-12-25, e-mail: natalimitina0000@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5384-7040

³ Department of Occupational Health and Life Safety, SHEI “Ukrainian State University of Chemical Technology”, 40, Naberezhna Peremohy Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-12-25, e-mail: natalimalinovska57@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6745-075X

Abstract. Problem statement. The work was carried out on the identification and distribution by groups of various types of emergency situations that are possible in laboratories when performing procedures with various biological

agents. The need to observe clearly regulated rules for safe work with various biological objects in laboratory institutions is proved. **The purpose of the article.** Determine the rules for safe work with various biological agents in laboratory conditions of different security levels. **Method.** Analytical methods, generalizing approaches to information presented in regulatory documents, literary and other information sources. **Results.** Existing and previously developed rules for safe work and techniques for appropriate laboratory work with biological objects are studied. The main signs of work risks according to the international classification of microorganisms are investigated. The characteristics of each hazard group are studied and examples of microbial species assigned to a particular risk group are given. The classification characteristics for four types of microbiological laboratories according to a number of features are given. It was established that the level of laboratories' biological safety depends on the risk group of microorganisms. It is recognized that compliance with the rules of safe work with various biological agents in laboratory conditions is ensured by the use of necessary and mandatory equipment for a certain level of the laboratory. It is argued that the possibility of implementing biological safety rules in laboratories of different levels is based on the assessment of biological risks in certain conditions of a given laboratory institution. A step-by-step procedure for assessing biological risks in a certain laboratory has been developed, which is also presented in the form of a block diagram. **Scientific novelty.** Scientific and normative information on the rules of safe work with biological agents in laboratory conditions is analyzed and summarized. A defined sequence of actions for biological risk assessment in certain laboratory settings is proposed. **Practical value.** The practical possibility and necessity of managing biological risks in laboratory conditions of different biological safety levels is substantiated.

Keywords: *biological objects; pathogenic agents; rules of safe work; classification of microorganisms; risk groups*

Постановка проблеми. У зв'язку з розвитком біотехнологічної галузі створюються нові наукові центри, нові лабораторні установи, які працюють з різними біологічними агентами. Робота як із патогенними, так і сапрофітними (не патогенними) об'єктами має певні особливості. Необхідно не тільки захистити працівників від імовірного негативного впливу, особливо патогенних мікроорганізмів, а і попередити можливе потрапляння біологічних об'єктів у навколишнє середовище, тобто за межі лабораторій. Наразі виявлено і розподілено по групах різні види аварійних ситуацій, які спостерігались у лабораторіях під час роботи з біологічними агентами:

- нещасний випадок (проливання, розбризкування, розбризкування з голки та шприца, порізи гострими предметами та розбиття посуду, укуси та подряпини, аспірація піпеткою, непередбачені ситуації);
- розбризкування під час обслуговування та розтину лабораторних тварин;
- робота зі збудником;
- контакт із забрудненими клінічними зразками;
- контакт із відпрацьованим посудом;
- умисне інфікування;
- виділення шкідливих аерозолів (відомих);
- невідомі ситуації [1; 2].

Для попередження вказаних та інших можливих аварійних ситуацій необхідно користуватись чітко регламентованими правилами.

Мета дослідження – визначення правил безпечної роботи з різними біологічними агентами в лабораторних умовах.

Матеріали та методи досліджень. Спільну роботу виконано у межах науково-дослідної лабораторії на кафедрі мікробіології, вірусології та біотехнології Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара та кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Українського державного хіміко-технологічного університету. В ході виконання роботи проводили аналіз нормативних документів, літературних та інших інформаційних джерел.

Результати дослідження та їх обговорення. Розроблені правила безпечної роботи і техніки проведення відповідних лабораторних робіт періодично переглядаються і удосконалюються. В результаті сформовано узагальнювальну систему принципів біологічної безпеки для лабораторних робіт, яка ґрунтується на класифікації мікроорганізмів по групах ризику.

Міжнародна класифікація мікроорганізмів проводилась за такими основними ознаками: 1) патогенність організму; 2) шляхи передачі та джерела інфекції з урахуванням існуючих рівнів

імунізації місцевого населення, щільності і переміщення інфікованого населення, наявності відповідних переносників інфекції та норм санітарного стану довкілля; 3) можливі хазяїни; 4) доступність і ефективність профілактичних заходів на місцях [3].

Згідно з міжнародною класифікацією мікроорганізмів сформовано чотири відповідні групи ризиків роботи з різними мікроорганізмами [3–5]. До 1-ї групи належать мікроорганізми, які потенційно не вважаються збудниками хвороб людей та тварин. Наприклад: *Bacillus subtilis*, *Naegleria gruberi*, вірус собачого гепатиту та інші. Група ризику 1 характеризується відсутністю або низькою індивідуальною і суспільною небезпекою. Група 2 об'єднує патогенні мікроорганізми, які можуть спричинити захворювання людей або тварин, але не становлять серйозного ризику для працівників лабораторії, населення, свійської худоби або довкілля.

Необережне поводження персоналу лабораторії з мікробною культурою чи біоматеріалом може викликати серйозну інфекцію, але існують доступні лікарські та профілактичні заходи, які попереджують ризик поширення таких інфекцій.

Представниками групи ризику 2 вважають, наприклад, такі мікроорганізми як *Salmonellae spp.*, *Toxoplasma spp.*, збудник гепатиту В та кору, інші. В цілому, група ризику 2 відзначається помірною індивідуальною небезпекою та низьким суспільним ризиком.

Група ризику 3 характеризується високою індивідуальною небезпекою та низьким суспільним ризиком. Група включає патогенні агенти, які зазвичай спричиняють серйозні захворювання людей або тварин, але не передаються від інфікованої особи до здорової. Розроблені та впроваджені до практичної реалізації ефективні лікувальні та профілактичні заходи щодо патогенних агентів даної групи: *Mycoplasma tuberculosis*, *Coxiella burnetti*.

Група ризику 4 становить високу індивідуальну і суспільну небезпеку (*Yersinia pestis*, віруси Марбургата Ебола, Ріфт-Валлі, Ласса, Хуанін, Мачупо, інші), які здатні викликати серйозні захворювання людей, тварин, легко поширюватися від хворого до здорового організму прямо чи опосередковано. Ефективні лікувальні та профілактичні заходи в більшості випадків відсутні.

ВООЗ на основі класифікаційних характеристик мікроорганізмів по групах ризику поділяє всі мікробіологічні лабораторії за такими показниками: призначення лабораторії; планування лабораторного приміщення; обладнання та засоби, які планують використовувати; практики і оперативні процедури, необхідні для роботи з агентами, що належать до різних груп ризику [3].

Згідно з указаними ознаками виділяють чотири типи лабораторій: базовий рівень біобезпеки 1 (BSL-1), базовий рівень біобезпеки 2 (BSL-2), ізолюваний рівень біобезпеки 3 (BSL-3) і максимально ізолюваний рівень біобезпеки 4 (BSL-4) [3–5]. У таблиці 1 показано залежність рівня біобезпеки лабораторій від рівня ризику під час роботи з відповідними групами мікроорганізмів [5].

Відповідно до таблиці 1 лабораторії різних рівнів біологічної безпеки відрізняються між собою за ознаками загальних та спеціальних вимог [3–6]. Порівняльна детальна характеристика вказаних чотирьох типів лабораторій [3; 4] свідчить, що виконання правил безпечної роботи з різними біологічними агентами в лабораторних умовах забезпечується використанням необхідного та обов'язкового обладнання. В таблиці 2 наведено вимоги до обладнання в лабораторіях різних рівнів безпеки [3; 8].

Таким чином, для встановлення рівня біологічної безпеки слід урахувати біологічний агент (особливо патогенний) та обладнання, необхідне для практичної роботи, і потрібні процедури безпечного проведення робіт у лабораторії.

Таблиця 1

Залежність рівня біологічної безпеки лабораторій від групи ризику мікроорганізмів

Група ризику	Рівень біобезпеки	Тип лабораторії	Захисне обладнання	Особливості лабораторного захисту
1	Базовий рівень біологічної безпеки 1	Базові навчальні та дослідні	Відсутнє	Застосування «правильних мікробіологічних технік» (ПМТ)
2	Базовий рівень біологічної безпеки 2	Бактеріологічні, лікувальних закладів; діагностичні, дослідні	Бокс біологічної безпеки (БББ)	Застосування ПМТ у поєднанні із захисним одягом та маркуванням біобезпеки
3	Ізольований рівень біологічної безпеки 3	Спеціальні діагностичні та дослідні лабораторії	БББ та інші засоби первинного захисту	Застосування ПМТ у поєднанні із спеціальним одягом, маркуванням біобезпеки, контрольованим доступом та спрямованим потоком повітря
4	Максимально ізольований рівень біологічної безпеки 4	Відділи особливо небезпечних збудників	БББ III класу, позитивний тиск на вході, або БББ II класу, позитивний тиск на вході та подвійні двері, автоклав, фільтрування повітря на виході	Застосування ПМТ у поєднанні із спеціальним одягом, маркуванням біобезпеки, контрольованим доступом та спрямованим потоком повітря, наявність передбоксіка, приймання душу перед виходом та спеціальна утилізація відходів

Таблиця 2

Зведені вимоги до обладнання в лабораторіях різних рівнів безпеки

Вимоги до обладнання	Рівень біологічної безпеки			
	1	2	3	4
Ізоляція лабораторії	Ні	Ні	Так	Так
Герметичні камери для знезараження	Ні	Ні	Так	Так
Вентиляція:				
– припливна	Ні	Бажано	Так	Так
– контрольована	Ні	Бажано	Так	Так
– з HEPA фільтрами на виході	Ні	Ні	Так/Ні	Так
Вхід у вигляді бокса	Ні	Ні	Так	Так
Повітряний бокс	Ні	Ні	Ні	Так
Повітряний бокс із душем	Ні	Ні	Ні	Так
Тамбур	Ні	Ні	Так	Так
Тамбур із душем	Ні	Ні	Так/Ні	Ні
Обробка стічних вод	Ні	Ні	Так/Ні	Так
Автоклав:				
– на місці роботи	Ні	Бажано	Так	Так
– в приміщенні лабораторії	Ні	Ні	Бажано	Так
– автоклав із двома кришками	Ні	Ні	Бажано	Так
Бокси біологічної безпеки	Ні	Бажано	Так	Так
Індивідуальні засоби контролю безпеки	Ні	Ні	Бажано	Так

Можливість виконання правил біологічної безпеки у лабораторіях різних рівнів ґрунтується на оцінюванні біологічних ризиків у певних умовах даної лабораторної установи [9]. А вже на основі одержаних результатів слід розробити, затвердити та схвалити стратегію щодо

керування такими ризиками. Оцінювання ризику визначається як процедура, що аналізує певний процес чи ситуацію з метою визначення ймовірності її виникнення та наслідків у разі настання певної несприятливої події [10]. Подібна процедура унікальна для кожної лабораторії. Тому її

необхідно виконувати щоразу, коли в лабораторії проводиться:

- впровадження нового виду робіт або змінюється програма діяльності, включаючи впровадження нових біологічних агентів або переобладнання робочого потоку чи зміну його об'єму;

- нове будівництво або модифікації для лабораторій, устаткування та обладнання або його експлуатації [9].

Оцінюючи ризик, необхідно враховувати рівень біологічної безпеки даної лабораторії, особливості й рівень патогенності біологічного агента [11]. Важливо не тільки встановити наявність певного ризику, а й надати його детальну характеристику. Оцінювання ризику повинне бути якісним та кількісним. Так, розрізняють ризик високий або низький, прийнятний чи неприйнятний. Необхідно також визначити, які ризики повинні контролюватися або бути зведені до мінімуму.

Наразі стандартного підходу до проведення оцінювання ризику не розроблено, тому таку процедуру рекомендовано виконувати покроково.

1. Виявити небезпеки, властиві даній лабораторії, проаналізувати та задокументувати їх. При цьому враховувати, що під час проведення робіт у лабораторії на працівників можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- біологічні (мікроорганізми: бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, хламіді, гриби, гельмінти, найпростіші, ін., та продукти їх життєдіяльності; макроорганізми (тварини, людина) і продукти їх життєдіяльності; культури клітин і тканин, генетичні фрагменти, діагностичні препарати тощо;

- хімічні (реактиви, дезінфекційні засоби, канцерогенні, подразнювальні, сенсibilізувальні, мутагенні, алергенні, ін.;

- механічні (виробниче обладнання, що працює під тиском (автоклави, стерилізатори), центрифуги, лабораторне скло, різальний, колючий інструментарій, ін.);

- фізичні (електричний струм, ультрафіолетове, електромагнітне випромінювання, недостатня освітленість робочої зони, відхилення показників вологості і температури робочої зони від

установлених норм, підвищена або знижена рухомість повітря, підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, підвищений шум, гаряча вода та пара; людські (психофізіологічні (перевантаження персоналу), акти вандалізму та ін.; пожежонебезпека [9; 12]. Під час ідентифікації небезпеки необхідно враховувати результати зовнішніх і спеціалізованих експертиз, результати попередніх оцінювань, настанови з практики, державні стандарти України та інші керівництва.

2. Визначити, кому може бути заподіяно шкоди і яким чином.

3. Оцінити ризики та визначити запобіжні заходи. Оцінюючи ризики для відповідної лабораторії, слід враховувати:

- рівень бактеріального навантаження матеріалів, життєздатність мікроорганізмів, шляхи передачі;

- можливість утворення інфекційних аерозолів під час роботи з матеріалами та проведення маніпуляцій, необхідних для виконання кожної процедури;

- кількість операцій у кожній методиці, потенційно здатних спричинити утворення аерозолів;

- робоче навантаження лабораторії та окремих співробітників;

- місце знаходження лабораторії;

- епідеміологічну ситуацію в регіоні та контингент пацієнтів, які обслуговуються цією лабораторією;

- рівень досвіду, кваліфікацію, стан здоров'я персоналу лабораторії [13].

Оцінювання ризиків рекомендовано проводити за напрямками:

1) визначення придатності фізичної інфраструктури;

2) оцінювання рівня кваліфікації персоналу в додержанні правил техніки безпеки;

3) оцінювання технічного стану обладнання для забезпечення безпеки.

Всю процедуру оцінювання ризиків біологічної небезпеки у лабораторії обов'язково оформлювати документально [11; 12]. Це полегшить проведення контрольних заходів щодо дотримання правил безпечної праці, процедури стосовно розслідування можливих негативних

ситуацій, роботу з проведення профілактичних заходів та складання звітів тощо.

Важливість заходів щодо оцінювання біологічних ризиків в умовах даної лабораторії полягає в тому, що з'являється можливість не тільки контролювати дотримання правил безпечної праці співробітниками лабораторії. Особливо значимою постає можливість керувати біологічними ризиками. Так, пропонується алгоритм дій з управління біологічними ризиками, який наведено схематично (рис. 1) [9].

Процес керування біологічними ризиками передбачає визначення: кваліфікованої особи, яка буде ініціювати дії, спрямовані на запобігання або зменшення несприятливих наслідків ризику; здійснюватиме контроль за зменшенням ризиків до прийняттого рівня;

ідентифікуватиме та реєструватиме будь-які проблеми, що стосуються управління ризиками; відповідатиме за виконання усіх вимог для зменшення біологічних ризиків.

Усі обов'язки та вимоги повинні бути визначені та задокументовані для всіх осіб, задіяних у даному процесі; ресурсів (люди, бюджет); графіка виконання робіт; деталей їх виконання та перевірок. Виконуючи подібну роботу, слід урахувувати, що базові компоненти системи біобезпеки вже представлені в рекомендаціях ВООЗ та містять фізичний захист, особисту біобезпеку персоналу, мікробіологічні техніки, лабораторне устаткування, транспортний біозахист, інформаційну охорону біоматеріалів, організацію і тренінги персоналу [9]. Усі вони використовуються сукупно для керування ризиками, що існують у мікробіологічних лабораторіях.

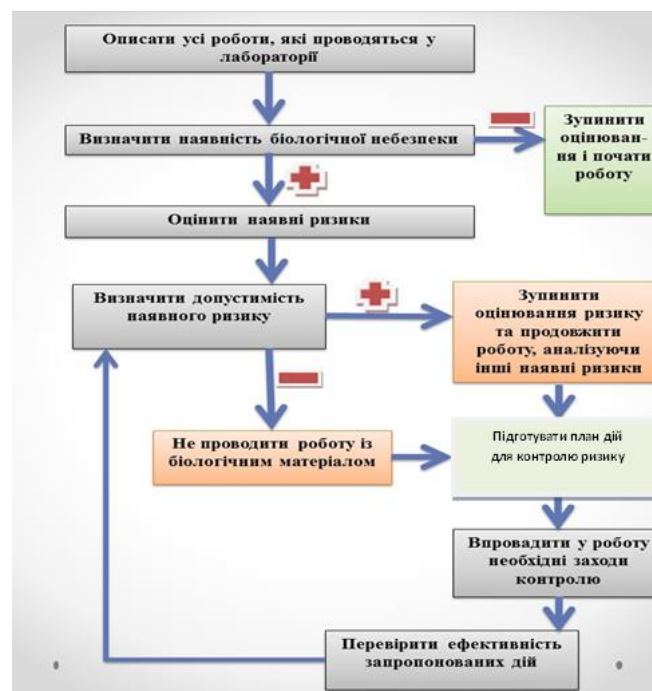


Рис. 1. Послідовність дій з керування біологічними ризиками

При цьому виділяють чотири основні напрямки контролю біологічної безпеки:

1. *Адміністративний контроль.* Упроваджується шляхом створення наглядових державних органів, підбору кваліфікованого персоналу, регулярного навчання та підвищення обізнаності працівників щодо безпечних і правильних технік роботи з мікроорганізмами,

використання захисних засобів, профілактичних щеплень і оглядів та ін.

2. *Оперативний контроль.* Запроваджується шляхом імплементації Стандартних оперативних процедур (SOP). До них відносять не лише «правильні мікробіологічні практики» (GMP), а і дезінфекцію, стерилізацію, правильне транспортування, загальні правила безпеки,

правила зберігання, протоколи поведінки в аварійних ситуаціях, ін.

3. *Інженерний контроль*. Складається з фізичних властивостей лабораторії: бар'єрів, системи вентиляції, системи каналізації, обладнання та сертифікації, фізичного захисту (система сигналізації, обмежений доступ, система автоматичного закривання дверей, система ідентифікації персоналу).

У свою чергу інженерний контроль поділяють на три рівні:

– первинний рівень захисту полягає в ізоляції біологічного матеріалу в спеціальних контейнерах або боксах біобезпеки I, II або III класів. У разі інфікування тварин – їх утримання в спеціально обладнаних кімнатах, де всі відходи та повітря очищаються шляхом фільтрації;

– вторинний рівень захисту передбачає інактивацію та видалення всіх інфікованих матеріалів після роботи з ними;

– третинний рівень захисту означає запобігання контакту біологічного матеріалу з чутливою особою шляхом їх фізичного розмежування.

4. *Особисті захисні засоби*, передбачають захист тіла (спеціальний одяг), рук (рукавички), очей та дихальної системи (окуляри, респіратори).

Висновки.

Проаналізовано та узагальнено наукову і нормативну інформацію щодо правил безпечної роботи з біологічними агентами у лабораторних умовах. Запропоновано певну послідовність дій для оцінювання біологічних ризиків у певних лабораторних установах. Обґрунтовано практичну можливість і необхідність керування біологічними ризиками в лабораторних умовах різних рівнів біологічної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боровик Р. В., Дмитриев Г. А. и др. Основы биологической безопасности : принципы и практика : учеб.-метод. пособ. Москва : Изд-во «Медицина для вас», 2008. 303 с. URL: <https://ppt-online.org/472686>
2. Данілова І. С. Сучасні проблеми та основи біобезпеки під час роботи зі збудниками інфекційних хвороб у галузі ветеринарної медицини. *Ветеринарна медицина*. 2014. № 98. С. 11–15. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/3570/zbirnyktezvseukrayinskoyinaukovo>
3. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. 3-е изд. Женева : Всемирная организация здравоохранения, 2004. 201 с. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/85455>
4. Відповідальні медико-біологічні дослідження у глобальній безпеці системи охорони здоров'я : методичний документ. Женева : ВООЗ, 2010. 70 с. URL: <http://www.bsseducation.com.ua/sites/default/files>
5. Зубарева І. М., Мітіна Н. Б. Аспекти біологічної безпеки біотехнологічних лабораторій закладів освіти. *Modern Engineering and Innovative Technologies*. 2021. № 16, part 2. Pp. 141–152. URL: <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/issue/view/meit16-03/meit16-03>
6. Онищенко Г. Г., Пальцев М. А., Зверев В. В. [и др.]. Биологическая безопасность. Москва : Изд-во «Медицина», 2006. 304 с. URL: <http://biosafety.nsu.ru/Biosafety/Netesov-Biosafety>
7. Абрахам Д., Адлер М., Алдерман Л. и др. Биологическая безопасность в микробиологических и биомедицинских лабораториях. Вашингтон : Типография Правительства США, 2007. 360 с.
8. Поводзинський В. М. Безпечність та технологічна гігієна у виробництві активних фармацевтичних інгредієнтів. *Технологический аудит и резервы производства*. 2013. № 3. С. 11–14. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN
9. Голубнича В. М., Погорелов М. В., Корнієнко В. В. Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів біобезпеки : монографія. Суми : Сумський державний університет, 2016. 123 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/141450992>.
10. Нетёсов С. В. Современные принципы биологической безопасности в лабораторных условиях. Биотехнология новых материалов и окружающая среда. Красноярск, 2012. 42 с. URL: <http://tube.sfu-kras.ru/video/1236>.
11. Про затвердження державних санітарних норм і правил. Організація роботи лабораторій при дослідженні матеріалу, що містить біологічні патогенні агенти I–IV груп патогенності молекулярно-генетичними методами : наказ МОЗ України № 26 від 24.01.2008 р. URL: <https://xn--80aagahqwiyibe8an.com/download/nakaz-24012008-pro-zatverdjenjnya-derjavnih-2008-63397.html>
12. ДСП 9.9.5-080-2002. Правила влаштування і безпеки роботи у лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю. Вид. офіц. Київ : МОЗ України, Державна санітарно-епідеміологічна служба, 2002. 39 с. URL: <https://dnaop.com/html/3108/doc-%D0%94%D0%A>
13. Чекан Л. В., Тюрин Е. А., Маринин Л. И. К вопросу оценки уровня профессионализма у сотрудников микробиологических лабораторий. *Биозащита и биобезопасность*. 2012. Т. IV, № 2 (11). С. 10–14. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnyy-risk-sotrudnikov-mikrobiologicheskikh-laboratoriy-i-mery-po-ego-snizheniyu>

REFERENCES

1. Borovyk R.V., Dmytryev H.A., Kolombet L.V. and oth. *Osnovy byolohycheskoi bezopasnosti : pryntsypy y praktyka : uchebno-metodycheskoe posobyе* [Fundamentals of Biosafety : Principles and Practice : Educational and Methodological Guide]. Moscow : Publishing House “Medicine for you”, 2008, 303 p. (in Russian).
2. Danilova I.S. *Suchasni problemy ta osnovy biobezpeky pid chas roboty zi zbudnykamy infektsiinykh khvorob u haluzi veterynarnoi medytsyny* [Modern problems and basics of biosafety when working with pathogens of infectious diseases in the field of veterinary medicine]. *Veterynarna Medytsyna* [Veterinary Medicine]. 2014, no. 98, pp. 11–15. (in Ukrainian).
3. *Praktycheskoe rukovodstvo po byolohycheskoi bezopasnosti v laboratornykh uslovyiakh* [A practical guide to biological safety in laboratory conditions]. 3rd ed. Zheneva : World Health Organization, 2004, 201 p. (in Ukrainian).
4. *Vidpovidalni medyko-biolohichni doslidzhennia u hlobalnii bezpetsi systemy okhorony zdorovia : metodychnyi dokument* [Responsible biomedical research in global health system security : a policy document]. Zheneva : VOOZ, 2010, 70 p. (in Ukrainian).
5. Zubareva I.M. and Mitina N.B. *Aspekty biolohichnoi bezpeky bioekhnolohichnykh laboratorii zakladiv osvity* [Aspects of biological safety of biotechnological laboratories of educational institutions]. *Modern engineering and innovative technologies* [Modern Engineering and Innovative Technologies]. 2021, no. 16, part 2, pp. 141–152. (in Ukrainian).
6. Onyshchenko H.H., Paltsev M.A., Zverev V.V. and oth. *Byolohycheskaia bezopasnost* [Biological safety]. Moscow : OJSC “Medytsina Publishing House”, 2006, 304 p. (in Russian).
7. Abrakham D., Adler M., Alderman L. and oth. *Byolohycheskaia bezopasnost v mykrobiolohycheskykh y byomedytsynskykh laboratoriiakh* [Biological safety in microbiological and biomedical laboratories]. Washington : USA Government Printing Office, 2007, 360 p. (in Russian).
8. Povodzynskyi V.M. *Bezpechnist ta tekhnolohichna hihiiena u vyrobnytstvi aktyvnykh farmatsevtichnykh inhrediientiv* [Safety and technological hygiene in the production of active pharmaceutical ingredients]. *Tekhnolohycheskyi audyt y rezervy proyzvodstva* [Technological Audit and Production Reserves]. 2013, no. 3, pp. 11–14. (in Ukrainian).
9. Holubnycha V.M., Pohorielov M.V. and Korniienko V.V. *Biobezpeka ta biozakhyt u biolohichnykh laboratoriiakh 1-ho ta 2-ho rivniv biobezpeky : monohrafiia* [Biosafety and bioscientist in biological laboratories of the 1st and 2nd equals in biosecurity : monograph]. Sumy : Sumy State University, 2016, 123 p. (in Ukrainian).
10. Netësov S.V. *Sovremennye pryntsypy byolohycheskoi bezopasnosti v laboratornykh uslovyiakh* [Modern principles of biological safety in laboratory conditions]. *Byotekhnolohyia novykh materiyalov y okruzhaiushchaia sereda* [Biotechnology of New Materials and the Environment]. Krasnoyarsk, 2012, 42 p. (in Russian).
11. *Pro zatverdzhennia derzhavnykh sanitarnykh norm i pravyl. Orhanizatsiia roboty laboratorii pry doslidzhenni materialu, shcho mistyt biolohichni patohenni ahenty I–IV hrup patohennosti molekuliarno-henetychnymy metodamy : nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy № 26 vid 24.01.2008 h* [About the approval of state sanitary norms and rules. Organization of the work of laboratories with the help of the material, which can avenge the biological pathogenic agents of I–IV groups of pathogenicity by molecular genetic methods : order of the Ministry of Health of Ukraine no. 26 dated January 24, 2008]. (in Ukrainian).
12. *DSP 9.9.5-080-2002. Pravyla vlashtuvannia i bezpeky roboty u laboratoriiakh (viddilakh, viddilenniakh) mikrobiolohichnoho profiliu* [SSR 9.9.5-080-2002. Rules of authority and safety of work in laboratories]. The publication is official. Kyiv : Ministry of Health of Ukraine, State Sanitary and Epidemiological Service, 2002, 39 p. (in Ukrainian).
13. Chekan L.V., Tiurnyn Ye.A. and Marynyn L.I. *K voprosu otsenky urovnia professyonalizma u sotrudnykov mykrobiolohycheskykh laboratorii* [On the issue of assessing the level of professionalism of employees of microbiological laboratories]. *Byozashchyta y byobezpeka* [Biosecurity and Biosafety]. 2012, vol. IV, no. 2 (11), pp. 10–14. (in Russian).

Надійшла до редакції: 07.09.2022.