



Биологическая война против сельскохозяйственных посевов: исторический аспект и конвенционный контроль

М.В. Супотницкий✉

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр имени академика Н.Д. Зелинского» Министерства обороны Российской Федерации,
111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19
✉ e-mail: 27nc_1@mail.ru

Основные моменты

- средства и способы ведения войны против сельскохозяйственных посевов разработаны и испытаны в полигонных условиях и проверены в ходе войны на Корейском полуострове;
- это низкотехнологичная, но опасная война, средства ведения которой не имеют надежного конвенционального контроля.

Актуальность. По жертвам массовый голод сопоставим с применением ядерного оружия. Однако средства и способы биологической войны против сельскохозяйственных посевов практически не освещены в российской научной печати, что снижает чувство опасности и ставит нас в неравное положение по сравнению с зарубежными специалистами в данной области.

Цель исследования – рассмотреть в историческом аспекте методы ведения биологической войны против сельскохозяйственных посевов и конвенционный контроль, существующий в настоящее время.

Источниковая база исследования. Материалы судебного процесса в Хабаровске над японскими военными; Доклад Международной научной комиссии по расследованию фактов бактериологической войны в Корее и Китае (1952); официальные рассекреченные документы по программе биологического оружия (БО) США, книги и статьи из полнотекстовых англоязычных научных журналов, доступных через сеть Интернет.

Метод исследования. Аналитический. Использовались рекомендации Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

Обсуждение. Основные работы по данному виду БО проведены в США, Германии и Японии еще в 1940–1950-е гг. Средства и способы ведения войны против сельскохозяйственных посевов остаются высокоэффективными. В работе они подробно рассмотрены. Круг патогенов и потенциальных целей стремительно расширяются, надежных механизмов конвенционального контроля нет.

Заключение. Неспособность достичь соглашения по протоколу к КБТО опасно эскалацией развития биологических средств поражения. В отсутствии понимания того, как может вестись война против сельскохозяйственных посевов, невозможно будет установить сам факт такой войны и напавшую сторону. Поэтому нужны соответствующие знания, и их необходимо преподавать в российских ВУЗах. Наиболее уязвимы к БО, поражающего посевы, страны с монокультурным земледелием, с низкой агротехникой и делающие ставку на однолетние растения.

Ключевые слова: бактериологическая война; биологическое оружие; конвенционный контроль; сельскохозяйственные посевы

Для цитирования: Супотницкий М.В. Биологическая война против сельскохозяйственных посевов: исторический аспект и конвенционный контроль. Вестник войск РХБ защиты. 2025;9(1):44–56. EDN:vxkuif.
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2025-9-1-44-56>

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов: М.В. Супотницкий – заместитель главного редактора журнала (с 2017 г.). Это не повлияло на процесс рецензирования и окончательное решение.

Финансирование: федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр имени академика Н.Д. Зелинского» Министерства обороны Российской Федерации (27 НЦ МО РФ).

Поступила 31.01.2025 г. После доработки 18.02.2025 г. Принята к публикации 27.03.2025 г.

© М.В. Супотницкий, 2025

Journal of NBC Protection Corps. 2025. V. 9. No 1

Biological Warfare against Agricultural Crops: Historical Aspects and Conventional Control

Mikhail V. Supotnitskiy✉

27 Scientific Centre Named after Academician N.D. Zelinsky
of the Ministry of Defence of the Russian Federation
Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation
✉ e-mail: 27nc_1@mil.ru

Highlights

- means and methods of biological war against agricultural crops have been devised and tested at field test site and approved during the Korean war;

- this is a low-tech, but dangerous war, means of which don't have reliable conventional control.

Relevance. The number of people who have fallen victims to famine is comparable to that the number of people who have suffered from nuclear weapons use. However, the means and methods of biological war against agricultural crops almost haven't been dwelled upon in Russian scientific publications. This dulls our sense of danger and makes us inferior to foreign experts in this field.

Purpose of the study is to consider the historical aspects of means of biological war against agricultural crops and conventional control tools that exist nowadays.

Study base sources. The author has studied the Khabarovsk trials dedicated to crimes committed by Japanese military men; Report of the International Scientific Commission for the investigation of the facts concerning bacterial warfare in Korea and China (1952); official declassified documents on the United States biological weapons program, books and articles retrieved from full-text English scientific journals available on the Internet.

Materials and methods. Analytical. The author used suggestions of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

Discussion. The USA, Germany and Japan have been leaders in the development of biological weapons of this type since 1940–1950. Means and methods of war against agricultural crops are still powerful. This paper has thoroughly dwelled on this topic. Current trends have turned the situation in this field into chaos, the range of pathogens and their potential targets is constantly widening, there are no reliable conventional control tools.

Conclusions. As we actually don't fully understand the ways and methods of war against agricultural crops, we can miss the very onset of such a war and we won't be able to detect the enemy. That is why we should broaden our knowledge in the field; this topic should be studied at the universities. Monocropping countries with poor farming techniques that grow mostly one-year-old plants are more vulnerable to biological weapons damage effects.

Key words: agricultural crops; bacteriological warfare; biological weapons; conventional control

For citation: Supotnitskiy M.V. Biological Warfare against Agricultural Crops: Historical Aspects and Conventional Control. *Journal of NBC Protection Corps.* 2025;9(1):44–56. EDN:vxkuif.
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2025-9-1-44-56>

Financial disclosure: The author has no financial interests in the submitted materials or methods.

Conflict of interest statement: M.V. Supotnitskiy has been the deputy Editor-in-Chief of this journal (since 2017). This fact hasn't affected review process and final decision.

Funding: 27 Scientific Centre Named after Academician N.D. Zelinsky of the Ministry of Defence of the Russian Federation (27 SC MD RF).

Received January 31, 2025. Revised February 18, 2025. Accepted March 27, 2025.

После шумной кампании борьбы с биотерроризмом конца 1990-х и начала 2000-х гг., сопровождавшейся мифотворчеством о до-

ступности биологического оружия (БО), больше вызванных необходимостью отработки механизмов давления на страны, неугодные

Западу, чем озабоченностью проблемами биотерроризма и нераспространения БО, на информационном поле наступила «тишина». В общественном мнении прочно закрепилось, что БО – это либо «вирус», пусть даже сибирской язвы¹; либо чумной труп, заброшенный катапультой в осажденную крепость². Вне же информационного поля проходили совсем другие события. США в 2001 г. демонстративно вышли из Протокола³ – им международный контроль над работами в области БО не нужен. Развитие самого БО за это время изменило траекторию – вместо поражающих агентов прошлого (бактерии, вирусы и грибковые организмы), появились синтетические конструкции, способные воздействовать на геном человека и не подпадающие под Конвенцию о запрещении разработки, производства и накопления бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении (КБТО) [2–5]. Однако существуют и «старые технологии» биологической войны, освоенные и отработанные, но не упоминавшиеся «борцами» с биотеррором, от того ставшие еще более опасными – биологическая война против сельскохозяйственных посевов. Большая часть населения мира удовлетворяет свои потребности в калориях за счет растительной пищи, такой как пшеница, рис и кукуруза. Весь опыт человеческой цивилизации свидетельствует, что массовый голод по жертвами сопоставим с применением ядерного оружия⁴ [6]. И о такой войне надо знать.

Цель работы – рассмотреть в историческом аспекте методы ведения биологической войны против сельскохозяйственных посевов и конвенционный контроль, существующий в настоящее время.

Для достижения данной цели решались следующие задачи:

- поиск научных публикаций и официальных документов, содержащих сведения о приемах и технических средствах ведения биологической войны против сельскохозяйственных посевов;

- по этим источникам выявляли и описывали свойства патогенов растений, рассматривавшихся в качестве поражающих агентов для сельхозкультур во время Второй мировой войны и в послевоенный период;

- в этом контексте кратко рассмотрены современные тенденции ведения такой войны⁵;
- оценивалась надежность механизмов конвенционного контроля за этим видом БО.

Источниковая база исследования – материалы судебного процесса в Хабаровске над японскими военными (1950, 2021)⁶, разрабатывавшими и применявшими БО во время Второй мировой войны; Доклад международной научной комиссии по расследованию фактов бактериологической войны в Корее и Китае (1952)⁷; официальные рассекреченные документы по программе биологического оружия США, книги и статьи из полнотекстовых англоязычных научных журналов, доступных через сеть Интернет.

¹ Так тогда годами писали в наших СМИ, неправильно переведя английский термин «*virus*» – зараза, инфекция, возбудитель инфекционной болезни и др.

² См. работу Онищенко Г.Г. с соавт. [1].

³ «Протокол» в данном контексте – это документ, который должен определить механизмы контроля за соблюдением КБТО. См. «Протокол Конвенции о запрещении разработки, производства и накопления бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении». URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/gl0/218/25/pdf/gl021825.pdf> (дата обращения: 10.12.2024).

⁴ От голода в блокадном Ленинграде погибло более миллиона человек, это на порядок больше, чем погибло японцев в результате применения ядерного оружия по городам Хиросима и Нагасаки. Ход мысли британских колонизаторов, прямо касающийся нас: «... ценностью этих агентов для использования организацией мировой безопасности в качестве формы санкций против непокорной нации, которая была бы более быстрой, чем блокада, и менее отвратительной, чем атомная бомба... (и) их возможным использованием в целях внутренней безопасности в Империи, например, для уничтожения продовольственных запасов инакомыслящих племен с целью контроля над территорией...» [6].

⁵ Тема для дальнейших исследований.

⁶ Материалы судебного процесса по делу бывших военнослужащих японской армии, обвиняемых в подготовке и применении бактериологического оружия. М.: 1950. Скачать «Материалы ...» можно здесь: URL: http://militera.lib.ru/docs/da/materialysudebnogo_processanippon/index.html

Хабаровский процесс. Документальные свидетельства: сборник документов / отв. ред. серии Е.П. Малышева, Е.М. Цунаева; отв. ред. Л.Д. Шаповалова; отв. сост. А.И. Шишкин; вступ. статья С.В. Сливко. М., 2021. 352 с., ил. URL: <https://doi.org/10.55297/9785999000859> (скачать «Сборник ...» можно здесь: URL: <https://disk.yandex.ru/i/sJ3zRPRqolTWA2>).

⁷ Доклад международной научной комиссии по расследованию фактов бактериологической войны в Корее и Китае. Пекин; 1952. Далее – Доклад ..., 1952.

Метод исследования. Аналитический. Использовались рекомендации по анализу научной литературы Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)⁸.

Термин «биологическая война» в контексте поражения сельскохозяйственных растений имеет более широкий смысл, чем в отношении его традиционного понимания, когда речь идет о людях, поскольку средствами поражения служат не только грибы, бактерии и вирусы, но также и сельскохозяйственные вредители; вмещающие их экосистемы; сорняки; химические соединения, подобные гормональным веществам; климатические факторы и многие другие трудно просчитываемые факторы. В практическом аспекте, уничтожение сельскохозяйственных посевов – наиболее древнее средство тотальной войны, позволяющее не убивая людей и животных, не разрушая деревень, городов и предприятий, победить сильного врага⁹ [7, с. 171].

Исторический аспект проблемы войны против сельскохозяйственных посевов. До настоящего времени апологетов БО вдохновляют примеры голода, вызванного уничтожением сельскохозяйственных посевов патогенами растений. Самой катастрофической из известных стала вспышка, вызванная грибом *Phytophthora infestans* (Фитофтора инвазивная) в Ирландии в 1845–1846 гг. В результате голода погибли почти миллион ирландцев [8, 9]. В конце 1880-х гг. грибковый фитопатоген *Hemileia vastatrix* (кофейная ржавчина), уничтожил урожай кофе в Юго-Восточной Азии. Бурая пятнистость риса (пирикулярриоз), вызванная грибом *Pyricularia oryzae*, стала одной из причин опустошительного голода в Бенгалии в 1943 г. [6].

Франция. Перед Второй мировой войной исследования и разработки БО, предназначенного для уничтожения урожая, были сосредоточены вокруг использования колорадских жуков и зарекомендовавшего себя 100 лет назад в Ирландии возбудителя фи-

тофтороза (*P. infestans*). Мишенью такого оружия предполагалось сделать немецкие картофельные посевы, однако вторжение гитлеровцев в 1940 г. сорвало эти планы [10].

Германия. Готовилась нанести ущерб сельскохозяйственным культурам Соединенного Королевства и США. Следующий список дает представление о масштабах готовящейся биологической войны против урожая этих стран: *Kartoffelkafer* (картофельный жук и колорадский жук), *Rapaglanzkafer* (рапсовый жук), *Rubenaaskafer* (репный гнилостный жук), *Rubernrusselkafer* (репный листоед), *Rubenblattwanze* (репный листоед), *Weizenschadling* (пшеничная «гниль»), *Weizenalchen* (*Tylenchus tritici* или червец пшеницы), *Japnische Kafer* (всеядный жук из Японии), *Wiesenschnaken* (пастбищные комары), *Grassule* (*Schmetterling* или бабочка), *Nonne* (ночные моли), *Riefenblattweape* (ди-прион или сосновые листовые осы), *Tilletia tritice* (устилагина или пшеничная гниль), *Getreide rost* (желтая, коричневая, черная ржавчина зерна), *Puccinia glumarum* (ржавчина), *Septora tritici* (вредитель пшеницы), *Cercospora* (грибок репы), *Kartoffelkrautund Knollen Faule* (*P. infestans* или картофельная гниль) и *Unkraut* (сорняки). Особые надежды возлагали на грибковые фитопатогены. По замыслу немецких идеологов биологической войны желтая, бурая и черная гниль зерновых культур должны обеспечить 50 % уничтожения зерновых культур противника. Проводились полевые испытания сухих рецептов таких агентов, в качестве дезагрегаторов спор использовался тальк [6].

Япония. На промышленную основу производство фитопатогенов было поставлено в дислоцированных в Маньчжурии отрядах японской армии № 731 и № 100. Отряды осуществляли организацию и проведение диверсионных актов в отношении СССР и Китая. Из фитопатогенов там работали с возбудителями мозаичных болезней растений¹⁰, черной и красной ржавчины. Отряд № 100 в год мог производить до 100 кг грибка красной

⁸ PRISMA. URL: <https://www.prisma-statement.org/> (дата обращения: 05.04.2024).

⁹ Инициатором такой биологической войны могут быть не только государства, ведущие войну на полное уничтожение противника, но и террористы из квазигосударств и радикальных течений. Например, в начале 2012 г. были опубликованы 2 выпуска (номера 8 и 9) радикального исламского англоязычного журнала «Inspire». Первый выпуск содержит статью за подписью убитого американскими военными шейха Анвара аль-Авлаки (1971–2011), в которой он оправдывает использование ядов и биологических и химических веществ для совершения нападений на населенные пункты в странах, конфликтующих с мусульманами; в частности, упоминаются США, Великобритания и Франция. Аль-Авлаки утверждал: «Использование ядов или химического и биологического оружия против населенных пунктов разрешено и настоятельно рекомендуется из-за их сильного воздействия на противника» [8]. Рис – основной продукт питания для более чем половины населения мира.

¹⁰ В данном случае речь могла идти о грибковом заболевании риса – пирикулярриозе, появляющемся овальными или ромбовидными светло-бурыми пятнами на листьях.

ржавчины¹¹. Этого количества было недостаточно для ведения масштабной войны против посевов, но для экспериментальных целей хватало.

Опыты по заражению растений производились недалеко от Харбина в районе ст. Пинфан, климатические условия которых соответствуют российскому Дальнему Востоку. Руководил ими майор Ягисава, по образованию ботаник. Для заражения растений использовали лиофильно высушенные препараты грибов, вызывающих черную и красную ржавчину хлебных злаков¹². Заражение этими грибами посевов приводит к утрате зерновыми колосьями способность развиваться, полученное зерно нельзя использовать даже для фуража. Допрошенный на судебном процессе в Хабаровске в качестве свидетеля солдат японской армии Фуруичи Есио лично видел посевы овса после искусственного заражения грибами черной ржавчины. Колосья завяли, зерна были не развиты, овес нельзя было использовать даже на фураж. На вопрос одному из сотрудников отряда, принимавшему участие в этих опытах: «С какой целью проводится заражение посевов?» – тот ответил: «Для диверсионных целей против противника в военное время»¹³.

США. Аналогичные исследования начались после нападения Японии на США 7 декабря 1941 г. Включали изучение воздействия на растения четырех грибковых фитопатогенов: *P. infestans*, возбудитель фитофтороза картофеля; *Sclerotium rolfsii* sacc, космополитный гриб, возбудитель склероциальной гнили, поражающий широкий спектр растений; *Piricularia oryzae* Br. et Cav. (половая форма *Magnaporthe oryzae*), грибок, вызывающий пирикулярриоз риса (другое название – рисовая лихорадка); и *Helminthosporium oryzae* van Brede de Naan – возбудитель бурой пятнистости риса. По американским взглядам поражающий потенциал фитопатогенов может быть гарантированно успешным, если применять высоковирулентные штаммы грибов, и на их основе создавать множество

устойчивых в окружающей среде очагов инфекции [11].

К 1952 г. эти исследования перешли в стадию массового производства поражающих агентов и разработки специальных боеприпасов и рецептур для их применения. Наибольший потенциал в атаке на продовольственные культуры, определен следующим образом [6, 12]:

возбудитель стеблевой гнили растений – *Sclerotium rolfsii* sacc. Поражает более 500 видов. Некротрофный¹⁴, передающийся через почву, грибковый фитопатоген. Присутствует в тропических и субтропических регионах по всему миру. Он вызывает заболевание, широко известное как «южная гниль». Впервые описан на посадках томатов во Флориде в конце XIX в. Распространяется с поверхностной водой и с зараженной почвой на почвообрабатывающем оборудовании. Может сохранять жизнеспособность в почве и растительных остатках в течение нескольких лет. Развитию болезни способствуют высокая температура (30–35 °C) и высокий уровень влажности. Наиболее восприимчивы к нему однолетние травянистые растения (табак, соевые бобы, сахарная свекла, сладкий картофель, хлопок, арахис и др.) [13]. В последние годы патоген часто диагностировался на овощах, включая томат, перец, картофель, фасоль и артишок; травянистых декоративных растениях (включая лилейник, кардиналовый цветок, ползучую девясилу); плодовых культурах, включая яблоню; и технических культурах. Симптомы различаются в зависимости от хозяина, стадии роста и погодных условий, но, как правило, у растений с ранним заражением листья бледно-зеленые, которые группируются и погибают вверх. В итоге все растение увядает. Теплые температуры усугубляют увядание в течение дня. Некоторое восстановление происходит ночью, но в конечном итоге растение увядает и не восстанавливается. Тщательный осмотр пораженных растений выявляет гниющую внешнюю ткань на макушке растения. Часто у основания стебля

¹¹ Комментарий. Хабаровский процесс. Документальные свидетельства... М.; 2021. С. 307.

¹² Протокол допроса подполковника медицинской службы, начальника учебно-просветительного отдела противоэпидемического отряда № 731 Ниси Тосихидэ о фактах применения биологического оружия в отношении граждан Китая и Советского Союза 15–17 января 1947 г. Хабаровский процесс. Документальные свидетельства... М.; 2021. С. 185–186.

¹³ Протокол допроса свидетеля солдата японской армии Фуруичи Есио о его службе в противоэпидемическом отряде № 731 и проводимых опытах над людьми. 5 декабря 1949 г. Там же. С. 243.

¹⁴ Некротрофные грибы убивают клетки растения-хозяина и используют их содержимое для поддержания собственного роста.

на уровне почвы наблюдается белый налет мицелия¹⁵;

возбудитель черной ржавчины пшеницы и ржи – *Puccinia graminis*, кодовое название «ТХ»¹⁶. Целевые виды: пшеница, овес, ячмень, рожь. Обычные пути передачи: воздушно-капельный; контактный. Сильные поражения полей пшеницы и ржи в основном происходят в связи с появлением новых вирулентных рас возбудителя болезни. Признаки поражения: сначала проявляются в виде мелких пятен, которые затем превращаются в шероховатые красновато-коричневые или черные овальные поражения на листьях, стеблях, листовых влагалищах и колосьях, которые легко распознаются на фоне обычного цвета здоровой ткани. Поражения сливаются, покрывая большие площади ткани хозяина при сильном заражении [16].

Недобор урожая в очагах болезни может достигать 60–70 % и более. Эпифитотии стеблевой ржавчины зарегистрированы почти на всех континентах, на которых выращивают пшеницу и рожь. В мировом производстве пшеницы эпифитотии опасного патогена, происходящие в последние 40 лет, удавалось сдерживать благодаря генетической защите главным образом с использованием гена Sr31, полученного из гибридных производных пшеницы и ржи [14]. Однако ситуация с генетической защитой пшеницы в настоящее время ухудшается. Появляются новые вирулентные расы стеблевой ржавчины, к которой большинство современных сортов пшеницы не проявляют устойчивости, например, расы ТTKSK и ТTTTF¹⁷, что значительно облегчает разработку новых подходов для войны против самого урожая.

Для применения возбудителей стеблевой ржавчины пшеницы и ржи в качестве поражающих агентов, американскими военными был разработан метод сушки и масштабировано производство – 190,5 кг спор/сут. Агент мог храниться от 9 до 12 мес. Применять предполагалось с летательного аппарата в сухом виде по целевой площади около нескольких сотен квадратных миль [6];

возбудитель пирикулярриоза риса – *P. oryzae* (*M. oryzae*), кодовое название «IE». Болезнь эндемична по всему миру. В первую очередь болезнь риса, но также поражает ряд диких злаков. Первый признак болезни – появление овальных или ромбовидных пятен с темными краями; часто с желтыми ореолами. Затем пятна становятся длиннее; центры становятся беловато-серыми, а края – шире и красно-коричневыми. В конечном итоге пятна объединяются, и листья отмирают. Инфекция распространяется на остальную часть растения и вызывает гниение стеблей в узлах (слегка вздутые части стебля, где развиваются листья и побеги), воротника (место соединения основания листа и листовой оболочки), шейке (стебель под цветочными головками) и цветочных головках. Зараженные поля выглядят «обожженными». Потери урожая могут достигать 100 %. Пирикулярриоз риса является причиной потери примерно 30 % годового урожая риса в мире [16]. Американскими военными возбудитель пирикулярриоза риса производился в заводских условиях и в больших количествах. Споры смешивали с носителем, затем высушивали. Ежедневный производственный цикл – 52,2 кг спор. Рецептурированный агент мог храниться до 2 лет [6];

возбудитель фитофтороза картофеля – *P. infestans* (Mont) de Bary, кодовое название «LO». Эндемичен по всему миру. В настоящее время признан оомицетом. В благоприятных условиях *P. infestans* быстро распространяется, и поля картофеля уничтожаются менее чем за 2 нед. Симптомы болезни на картофеле и томатах схожи. На листьях появляются небольшие коричневые пятна неправильной формы, которые быстро разрастаются. Более старые поражения более округлые и обычно не ограничены жилками листа. Они окружены зоной не некротической свернувшейся ткани. На нижней стороне появляется пушистый белый налет, и в течение нескольких дней листья желтеют, сморщиваются и отмирают. На стеблях появляются черные или коричневые пятна. Споры смываются с листьев и заражают клубни картофеля в почве. Потери урожая могут достигать 100 % [16].

¹⁵ An Overview of Southern Blight, Caused by *Sclerotium rolfsii*. Virginia Cooperative Extension. 2021. URL: https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/spes/spes-325/SPES-325.pdf (дата обращения: 10.01.2025).

¹⁶ На пшенице встречаются три вида ржавчины: стеблевая (черная) ржавчина (вызывается *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) (Pgt), полосатая (желтая) ржавчина (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) (Pst) и листовая (бурая) ржавчина (*P. triticina*) (Pt). Обильное спорообразование, эффективное распространение, патогенная изменчивость и повсеместное выращивание пшеницы способствует разрушительному потенциалу этих видов стеблевой ржавчины и делают их потенциальными агентами БО [15].

¹⁷ Stem rust. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Stem_rust (дата обращения: 10.01.2025).

Возбудитель фитофтороза картофеля предлагалось применять с летательных аппаратов в составе гранул пористого материала. Гранулы высушивались и длительно хранились при постоянной температуре до момента применения [6];

возбудитель гельминтоспориоза риса – *Helminthosporium oryzae* van Brede de Haan (*Cochliobolus miyabeanus*, агент Е). Другое название – бурая пятнистость риса. Болезнь эндемична по всему миру. Помимо сельскохозяйственных культур риса, грибок выживает на диком рисе, кукурузе и скошенной траве. В семенах сохраняется более четырех лет. Молодые поражения выглядят как небольшие темно-коричневые пятна. Развитая инфекция проявляется в виде равномерно распределенных овальных коричневых поражений с сероватыми центрами. Пятна сливаются, вызывая высыхание листа. Семена и нижние чешуйки вокруг семян (кочешуи) способны образовывать черные или темные поражения с бархатистым оттенком. Грибок способен вызывать повреждение созревающего колоса. Зараженные семена могут не прорасти, привести к гибели сеянцев или снизить качество прироста и вес, если сеянцы выживают. Потери урожая из-за агента Е происходят в Японии, Китае, на Филиппинах, в Ост-Индии и США, достигают 90 % [16]. Средние потери в России от этого заболевания находятся в пределах 5–10 %, но при сильном поражении достигают 30–40 %¹⁸.

На рисунке 1 показаны характерные поражения растений, вызванные патогенами, рассматривавшимися в 1940–1950-е гг. в качестве перспективных агентов БО.

Перьевая бомба. Руководство военно-воздушных сил США впервые указало на необходимость разработки оружия против урожая противника в сентябре 1947 г. Бомбу создали на основе кассетной бомбы М16А1, использовавшейся для распространения листовок или небольших осколочных боеприпасов. В октябре 1950 г. ВВС начали закупки бомб М115, предполагалось закупить 4800 шт. Окончательно ее разработка закончена к 1954 г., когда биологические агенты, вызывающие ржавчину пшеницы и ржи, были стандартизированы в лабораторных условиях. Масса бомбы М115 составляла 227 кг. Поражающий агент состоял из сухих частиц, сорбированных на легком носителе, обычно на перьях индейки. Поэтому ее называли «перьевой бомбой» [5, 12].

Согласно рассекреченному отчету армии США 1950 г., бомба М115 была испытана в районе длиной 18 км и шириной 2,4 км. Территория состояла из 30 тыс. м² участков, засеянных овсом, восприимчивым к тестируемому агенту, *Puccinia graminis avenae*, т.е. черной ржавчины. Испытательные падения М115 показали, что с высоты 1,2 тыс. м перья могут быть разбросаны на площади в 31 км². Три перьевые бомбы М115 были сброшены с высоты в 1,6 км с подветренной сто-



Рисунок 1 – Характерные поражения растений, вызванные патогенами, рассматривавшимися в 1940–1950-е гг. в качестве перспективных агентов БО. А – черная ржавчина пшеницы [15]; Б – фитофтороз (фотография с ресурса <https://hozyain.by/ogorod/kak-izbezhat-fitoftoroza/attachment/fitoftora1/>); В – склеротиниоз (белая гниль) сои (фотография с ресурса <https://kccc.ru/sites/default/files/images/handbooks/diseases/178/image.jpg>)

Figure 1: Typical lesions in plants, provoked by pathogens c that were considered quite promising biological weapons agents in 1940–1950. A, Stem rust of wheat [15]; Б, Blight (picture taken from the site <https://hozyain.by/ogorod/kak-izbezhat-fitoftoroza/attachment/fitoftora1/>); В, Sclerotiniase (Soy white rot) (picture taken from the site <https://kccc.ru/sites/default/files/images/handbooks/diseases/178/image.jpg>)

¹⁸ Гельминтоспориоз. URL: <https://studme.org/121903/agropromyshlennost/gelmintosporioz> (дата обращения: 10.01.2025).

роны целевой зоны, которая затем отслеживалась на предмет любых изменений. Оценки показали примерно 30 % снижение урожая на зараженной территории. Массовое производство бомбы M115 началось в 1953 г.¹⁹ [12].

О существовании бомбы по официальным американским документам стало известно только в 1997 г. Авторы Доклада ... (1952), разумеется, о такой бомбе не знали, но они наблюдали последствия ее применения в виде неизвестно откуда появившейся массы разлетающихся перьев. В одном из описаний, приведенных в Докладе ... (1952), перья найдены медленно сдуваемыми с места их появления, образуя треугольную поверхность длиной в 3/4 км и шириной в 1/2 км у основания. Треугольник постепенно удлинялся и расширялся, что говорило о происхождении перьев из одного точечного источника. Не было найдено ни контейнера, ни его фрагментов (рисунок 2).

Эксперты комиссии пришли к выводу, что в этом случае была применена бомба типа «Яичная скорлупа»²⁰. Перьевые бомбы американские военные применяли на обоих берегах реки Ялу в марте и июне месяце 1952 г.



Рисунок 2 – Перья, обнаруженные после пролета американских самолетов над территориями, занятыми северокорейскими и китайскими войсками. Фотография из Доклада ... (1952)

Figure 2: Feathers found after American aircraft flew over territories occupied by North Korean and Chinese troops. Photo from the Report ... (1952)

Их снаряжение менялось в зависимости от цели применения. Кроме распространения патогенов растений и зараженных насекомых, отдельные боеприпасы содержали рецептуру сибирской язвы с дисперсностью частиц 5 и менее мкм, о чем свидетельствуют патолого-анатомически подтвержденные случаи ингаляционной сибирской язвы с поражением глубоких отделов легких у сборщиков таких перьев (Доклад ..., 1952).

Баллонная бомба E77. Ее применение предполагалось по методу, разработанному японцами во время Второй мировой войны – путем запуска на территорию противника воздушных шаров с подвешенными бомбами (рисунок 3).

Разработка американской версии такой бомбы началась в 1950 г. Гондола воздушного шара диаметром 81,2 см и высотой 60,9 см была подвешена под заполненным водородом воздушным шаром. Гондола была спроектирована для размещения около пяти контейнеров, состоящих из перьев и противоягодного агента. Полезная нагрузка была сгруппирована вокруг нагревательного механизма химического типа, предназначенного для предотвращения повреждения содержимого контейнеров низкими температурами. Бомба воздушного шара получила военное обозначение E77. После сброса груза аэростат поджигался пиропатроном, и установить факт применения БО становилось невозможно [12, 18].

В отчете 1958 г. указана предполагаемая эффективность E77 следующим образом: «При соответствующих погодных условиях агент, переносимый на землю на носителях, достаточен для того, чтобы вызвать высокий уровень заражения растений при воздействии на целевые культуры» [6]. S. Whitby [12] не скрывает того, что такая неприцельная бомба предназначалась для стран с огромными посевными площадями – СССР и КНР.

Последующие конструкции технических средств поражения растений были сосредоточены вокруг использования распылительных баков большого объема для распространения сухих рецептов поражающих агентов. Предполагалось, что такие

¹⁹ Найти изображения бомбы мне не удалось, однако есть подробное описание в Википедии со ссылкой на источники. См. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.c76cb027-64274809-f9609e47-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/M115_bomb (дата обращения: 30.03.2024).

²⁰ Бомба «Яичная скорлупа» – усовершенствованный японский биологический боеприпас того же назначения. Представляла собой продолговатый контейнер 40 см длиной и диаметром 14 см, сделанный из мелового материала толщиной 2,0 мм. Собрать по фрагментам ее полностью не удалось. По отдельным фрагментам установлено, что бомба имела носовой стальной чашеобразный обтекатель, внутренний стальной сердечник и хрупкую внутреннюю раму, придающих контейнеру прочность. При ударе о землю корпус контейнера разбивался на множество фрагментов, которые под действием условий среды быстро рассыпались в пыль или растворялись во влажной почве, что делало невозможным установить факт применения БО (Доклад ..., 1952).

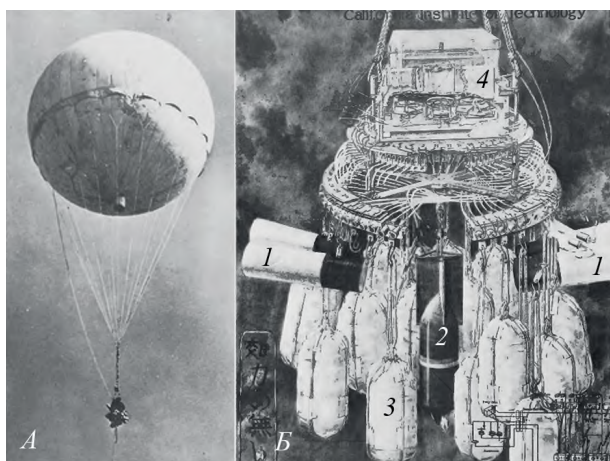


Рисунок 3 - Японская межконтинентальная баллонная бомба «Фу-Го». Заполненный водородом аэростат массой 12 кг и диаметром 10 м. Аэростат нес балласт, сбрасывающее устройство, осколочно-фугасную бомбу массой 15 кг и четыре зажигательных боеприпаса по 5 кг каждый. Общий полезный вес 454 кг. Расчетная дальность полета 8 тыс. км на высоте 11 км. А - бомба в полете; Б - общая схема бомбы: 1 - зажигательные бомбы, 2 - осколочно-фугасная бомба, 3 - мешки с балластом, 4 - сбрасывающее устройство [17]

Figure 3: Fu-go balloon bomb. A hydrogen filled balloon with a weight of 12 kg and diameter of 10 m. A balloon had bags with ballast, trigger, fragmentation demolition bomb of 15 kg each and four firebombs of 5 kg. Total useful weight is 454 kg. Flying range ability is 8000 km at the height of 11 km. A, Bombs in flight; Б, a bomb layout: 1, A fire bomb; 2, Fragmentation demolition bomb; 3, Bags with ballast; 4, Trigger [17]

устройства могут инициировать эпидемию болезней растений на площади, значительно превышающей 1000 км² с пролета одного самолета²¹ [6, 19].

Зараженные материалы. В 1952 г. в ходе войны на Корейском полуострове американские военные практиковали сбрасывание зараженных растительных материалов в специальных пакетах. Свидетели видели, как эти пакеты разрывались в воздухе на высоте около 1000 футов, рассеивая листья и другие части растений на широкой площади. Подобные случаи имели место в 1952 г. в более чем 10 местах в Северо-Восточном Китае и Северной Корее. Китайскими фитопатологами и ботаниками было установлено, что сброшенные с самолетов стебли и стручки соевых бобов заражены грибковым патогеном *Cercospora sojini* Nara. Патогенные

организмы найдены в ткани растительных остатков, что указывает на то, что материал был заражен целиком, а не только на поверхности. Некоторые из листьев оказались зараженными антракнозом *Glomerella* sp. или *Colletotrichum*, как его называют в бесполой стадии. Этот паразит имеет обширный круг хозяев и поражает яблони, груши и всходы хлопчатника (Доклад ..., 1952).

В деревне Суньцзябаоцзы, близ г. Аньдуна, провинции Ляодун, в Северо-Восточном Китае, после одного из пролетов американских самолетов обнаружены разбросанные зерна кукурузы (маиса), зараженные видом *Thecaphora*, похожим, но не идентичным с видом *Thecaphora deformans*, который является вредителем бобовых растений в США и Европе. Найденный в данном случае фитопатоген ранее не отмечался в Китае (Доклад ..., 1952).

Современные тенденции фитовойны. Глобализация рынков, социальных связей, беспринципная конкуренция и бесконтрольная миграция ставят новые задачи для специалистов по биологической защите растений. К возможному применению БО государствами, прибавился биотерроризм и биокриминал.

Единых перечней патогенов растений, которые можно считать поражающими агентами БО, нет. По мнению J.M. Young с соавт. [20], минимальным критерием должно быть то, что экономическая жизнеспособность урожая находится под угрозой из-за возникшей болезни. Они предложили три критерия, при соответствии которым фитопатоген может рассматриваться как потенциальный агент БО:

- он должен быть способен вызвать разрушительные и устойчивые эпидемические потери урожая в национальном масштабе;
- он не должен уже присутствовать в рассматриваемой стране или первичной производственной области;
- патоген должен вызывать потери, которые не могут быть поглощены заменой другой культурой или получением продукта урожая из другого источника.

Классификация сценариев и типовые патогены ведения биологической войны против посевов, приведены в таблице 1²².

Надежность механизмов конвенционного контроля над БО, поражающего растения. Оно не упоминается в Женевском

²¹ В настоящее время таким средством применения патогенов растений могут быть беспилотные летательные аппараты.

²² В работах 15, 16, 22–24 приведены современные оценки опасности патогенов растений.

Таблица 1 – Классификация, возможные сценарии и типовые патогены ведения биологической войны против посевов
Table 1. Classification, possible scenarios and typical pathogens of biological warfare against crops

| Типовой сценарий / Type of scenario | *Ключевой патоген / Key pathogens* |
|---|------------------------------------|
| Биологическая война / Biowarfare | |
| Атака одной страны на сельскохозяйственный сектор другой страны. Целью нападающего является блокирование коммерческого импорта целевых продуктов и предотвращение их попадания на свой национальный рынок или увеличение собственного экспорта / Attack by a country on the agricultural sector of another country. The aim of the attacker is to block commercial imports of the targeted products and prevent their entry into its national market or to enhance its own exports | Tilletia indica (Ti) |
| Нападение одной страны на сельскохозяйственное производство другой страны с целью ослабления страны-цели путем сокращения ее внутренних поставок продовольствия. Это действие может быть предпринято до военного вмешательства или заменить его / Attack by a country on the agricultural production of another country, in order to weaken the targeted country by reducing its domestic food supplies. This action could be undertaken before a military intervention or replace it | Phytophthora infestans (Pi) |
| Использование биологических агентов одной страной для уничтожения незаконных культур в другой стране (например, выращивание наркотиков) / Use of biological agents by a country to eradicate illicit crops in another country (e.g., drug cultivation) | Pleospora papaveracea (Pp) |
| Биотерроризм / Bioterrorism | |
| Террористическая атака, направленная на продовольственные культуры / Terrorist attack targeting food crops | Fusarium graminearum (Fg) |
| Нападение на посевы или посаженные деревья со стороны экоактивистов, которые хотят провести радикальную экологическую акцию / Attack against crops or planted trees by ecowarriors who want to carry out a radical ecological action | Mycosphaerella populorum (Mp) |
| Террористическая атака, направленная на повреждение урожая или вида деревьев, являющихся национальным достоянием / Terrorist attack aimed at damaging a crop or a tree species that belongs to the national heritage | Ceratocystis fagacearum (Cf) |
| Биокриминал / Biocrime | |
| Нападение активистов или фермерских групп на продукцию конкурирующей страны / Attack by activists or farmers groups against the production of a competing country | Xylella fastidiosa (Xf) |
| Отдельная атака со стороны человека, работающего в сфере защиты растений, в поисках признания или мести коллеге или учреждению / Isolated attack by an individual working in the crop protection field, looking for recognition, or revenge upon a colleague or an institution | Puccinia triticina (Pt) |
| Преднамеренное использование фитопатогена частной компанией. Целью является сделать фермеров зависимыми от определенных сортов или средств защиты растений / Deliberate use of a plant pathogen by a private company. The aim would be to render farmers dependant on specific cultivars or plant protection products | Phakopsora pachyrhizi (Pp) |
| Примечание. *Извлечено из списка 50 потенциальных фитопатогенов, представленного Европейской комиссии в заключительном отчете проекта ЕС «CropBioterror». Адаптировано из работы F. Suffert с соавт. [20]. Note. *Extracted from the list of 50 candidate plant pathogens delivered to the European Commission in the final report of the «CropBioterror» EU project. Adapted from F. Suffert et al. [20]. | |

протоколе 1925 г. Там, по сути, речь идет о не-применении БО первым. КБТО прямо не распространяется на применение БО против животных и растений. В формулировках обоих документов используется так называемый «критерий общего назначения» (англ. general-purpose criterion). Критерий определяет все-

объемлющую сферу действия конвенции (ст. I КБТО) и защищает от использования лазеек и двусмысленностей, которые могут относиться к КБТО. В период стремительного научно-технического прогресса вряд ли можно считать этот критерий надежным²³. Кроме того, нет механизма контроля за

²³ Приведу такой пример. Генотерапевтический препарат на основе мРНК, намеренно названный «вакциной». С декабря 2020 г. по сентябрь 2023 г. количество смертей, связанных с такой «вакциной» от COVID-19, во всем мире оценивалось в 17 млн [25, 26]. По сути это поражающий агент нового типа, предназначенный для вмешательства в геном человека. Такой агент легко диспергировать до частиц размером 1–3 мкм, проникающих в глубокие отделы легких. Применяться он может теми же способами, что БО и химическое оружие, а также

соблюдением КБТО. Жалобы на несоблюдение КБТО можно подавать только в Совет Безопасности ООН (ст. VI КБТО), где любой его член по политическим причинам может наложить вето на расследование. Генеральному секретарю ООН разработчики КБТО такую функцию не предоставили. После выхода США в 2001 г. из Протокола, надежды на разработку конвенционных механизмов окончательно исчезли. К КБТО присоединяются признанные ООН государства. Террористические и сепаратистские группировки, корпорации, экстремистские группы, апокалиптические секты, обязательств соблюдать КБТО не давали. Их мотивы могут сильно различаться, но эти люди объединены бионегативным отношением к миру, и уже не раз они демонстрировали готовность использовать БО, химическое оружие и любое другое оружие массового поражения для осуществления необходимых им изменений в обществе. С их точки зрения, массовое насилие, которое может привести к смерти, страху и социальным потрясениям, является подходящим способом достижения их цели. И при этом они могут владеть ресурсами и знаниями, необходимыми для совершения такого рода преступлений [8].

Заключение

Проблема биологической войны против растений зря замалчивается, она существовала, существует и будет существовать. Неспособность достичь соглашения по про-

токолу к КБТО уже привела к отсутствию контроля над весьма опасной группой оружия массового поражения. Приведенные данные показывают, что еще в 1940–1950-е гг. разработаны и испытаны в полигонных условиях и проверены в ходе войны на Корейском полуострове средства и способы ведения биологической войны против сельскохозяйственных посевов. Сегодня их можно считать низкотехнологичными, но, тем не менее, остаются высокоэффективными. И нет оснований считать, что заинтересованные стороны о них забыли. Наиболее эффективным способом поражения сельскохозяйственных посевов остается распыление рецептур поражающих агентов с воздуха – способ проверенный и отработанный еще во время войны на Корейском полуострове. Его возможности в настоящее время значительно расширены благодаря распространению сельскохозяйственной беспилотной авиации. Генная инженерия и технологии редактирования генома растений дают возможность апологетам биологической войны разрабатывать поражающие агенты растений с новыми свойствами. Наиболее уязвимы к такому оружию страны с монокультурным земледелием, с низкой агротехникой и делающие ставку на однолетние растения. При отсутствии понимания как может вестись биологическая война против посевов, она может остаться незамеченной и проходить под видом естественных болезней растений. Для противодействия такой войне надо готовить кадры еще в сельхозвузах.

под видом лекарств (закладки в инъекционные препараты) и вакцин. К какому виду оружия массового поражения его отнести? К БО, но поражающий агент состоит из химических соединений (полимеров), собравшихся в наноструктуру за счет водородных и гидрофобных взаимодействий. В его поражающем действии нет ничего общего с действием токсина или с инфекционным процессом. К химическому оружию – но его действие биологическое. Ни нуклеиновая кислота, ни любой другой компонент такой конструкции, сам по себе токсическим действием не обладает. А люди умирают или становятся инвалидами. Так как ее «притянуть» к КБТО? И что предпримут юристы заинтересованной стороны в ответ на такую попытку?

Ограничения исследования / Limitations of the study

В основном внимание обращено на становление данного вида БО. Дальнейшее его развитие будет рассмотрено в следующих работах / The focus is on the formation of this type of BW. Its further development will be considered in the following works.

Список источников / References

1. Онищенко ГГ, Сандахчиев ЛС, Нетесов СВ, Мартынюк РА. Биотерроризм: национальная и глобальная угроза. *Вестник Российской Академии наук*. 2003;73(3):195–204.
Onishhenko GG, Sandahchiev LS, Netesov SV, Martynjuk RA. Bioterrorism: A National and Global Threat. *Vestnik Rossijskoj Akademii nauk*. 2003;73(3):195–204.
2. Black JL. Genome projects and gene therapy: gateways to next generation biological weapons. *Milit Med*. 2003;108(11):864–71. PMID: 14680038.
3. Ainscough M. *Next Generation Bioweapons: The Technology of Genetic Engineering Applied to Biowarfare and Bioterrorism, Future Warfare Series 14*. Maxwell Air Force Base, AL: Air University, 2002.

4. Gisselsson D. Next-Generation Biowarfare: Small in Scale, Sensational in Nature? *Health Secur.* 2022; 20(2):182–86.
<https://doi.org/10.1089/hs.2021.0165>
5. Dominik J. Future Bioterror and Biowarfare Threats for NATO's Armed Forces until 2030. *J. of Advanced Military Studies.* 2023;14(1):118–43. https://muse.jhu.edu/view_citations?type=article&id=901770 (дата обращения: 12.01.2024)
6. Whitby SM. The potential use of plant pathogens against crops. *Microbes Infect.* 2001 Jan;3(1):73–80.
[https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(00\)01348-4](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(00)01348-4)
7. Рожнятовский Т, Жултовский З. Биологическая война. *Угроза и действительность.* М.; 1959.
Rozhnjatovskij T, Zhultovskij Z. Biological Warfare. *Threat and Reality.* Moscow; 1959.
8. Keremidis H, Appel B, Menrath A, Tomuzia K, Normark M, Roffey R, Knutsson R. Historical perspective on agroterrorism: lessons learned from 1945 to 2012. *Biosecur Bioterror.* 2013;Suppl 1:S17–24.
<https://doi.org/10.1089/bsp.2012.0080>
9. Fernihough A, Gráda C. Population and Poverty in Ireland on the Eve of the Great Famine. *Demography.* 2022;59(5):1607–30.
<https://doi.org/10.1215/00703370-10218438>
10. Lepick O. French activities related to biological warfare, 1919–45. *Biological and toxin weapons: research, development and use from the Middle Ages to 1945.* 1999. P. 70–90.
<https://www.gbv.de/dms/sub-hamburg/302816526.pdf>
11. Byrne R. *Agro-terrorism and Bio-security, Threat, Response and Industry Communication.* Newport, Shropshire, UK: Harper Adams University College; 2007.
12. Whitby S. *Biological Warfare Against Crops.* Macmillan; 2002. P. 156–157.
<https://doi.org/10.1057/9780230514645>
13. Meena PN, Meena AK, Tiwari RK, Lal MK, Kumar R. Biological Control of Stem Rot of Groundnut Induced by *Sclerotium rolfsii* sacc. *Pathogens.* 2024;13(8):632.
<https://doi.org/10.3390/pathogens13080632>
14. Волкова ГВ, Кудинова ОА, Мирошниченко ОО. Стеблевая ржавчина – особо опасное заболевание пшеницы. *Достижения науки и техники АПК.* 2020;34(1):20–5.
<https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10104>
15. Volkova GV, Kudinova OA, Miroshnichenko OO. [Stem rust as a particularly dangerous disease of wheat]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK.* 2020;34(1):20–5.
<https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10104>
16. Dean R, Van Kan JA, Pretorius ZA, Hammond-Kosack KE, Di Pietro A, Spanu PD, et al. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Mol Plant Pathol.* 2012;13(4):414–30.
<https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x>
17. Ellison D.H. Handbook of Chemical and Biological Warfare Agents, Vol. 2. *Nonlethal Chemical Agents and Biological Warfare Agents.* 3rd Edition. CRC Press; 2022.
<https://doi.org/10.4324/9781003230564>
18. Mikesch RC. Japan's World War II Balloon Bomb Attacks on North America. Washington: Smithsonian Institution Press; 1973. P. 3.
https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/18679/SAoF-0009-Lo_res.pdf
19. Endicott S, Hagerman E. *The United States and Biological Warfare: secrets of the Early Cold War and Korea.* Bloomington, Indiana: Indiana University Press; 1998. 304 p.
<https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/books/first/e/endicott-biological.html>
20. Young JM, Allen C, Coutinho T, Denny T, Elphinstone J, Fegan M, et al. Plant-pathogenic bacteria as biological weapons - real threats? *Phytopathology.* 2008;98(10):1060–5.
<https://doi.org/10.1094/PHYTO-98-10-1060>
21. Suffert F, Latxague É, Sache I. Plant pathogens as agroterrorist weapons: assessment of the threat for European agriculture and forestry. *Food Sec.* 2009;1:221–32.
<https://doi.org/10.1007/s12571-009-0014-2>
22. Mansfield J, Genin S, Magori S, Citovsky V, Sriariyanum M, Ronald P, et al. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. *Mol Plant Pathol.* 2012;13(6):614–29.
<https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00804.x>
23. Scholthof KB, Adkins S, Czosnek H, Palukaitis P, Jacquot E, Hohn T, et al. Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. *Mol Plant Pathol.* 2011;12(9):938–54.
<https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00752.x>

24. Schwelm A, Badstöber J, Bulman S, Desoignies N, Etemadi M, Falloon RE, et al. Not in your usual Top 10: protists that infect plants and algae. *Mol Plant Pathol*. 2018 Apr;19(4):1029–4. <https://doi.org/10.1111/mpp.12580>
25. Rancourt DG, Baudin M, Hickey J, Mercier J. COVID-19 Vaccine Associated Mortality in the Southern Hemisphere. *Correlation*. 2023. September 17. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24720.79366>
26. Hulscher N, Alexander PE, Amerling R, Gessling H, Hodkinson R, Makis W, et al. Withdrawn: A systematic review of autopsy findings in deaths after COVID-19 vaccination. *Forensic Sci Int*. 2024:112115. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2024.112115>

Вклад автора / Author contribution

Разработка концепции статьи; сбор, анализ и систематизация научной литературы; написание статьи / Elaboration of the concept of the paper; collection, analysis, and systematization of scientific literature; writing and edition of paper.

Сведения о рецензировании / Peer review information

Статья прошла двустороннее анонимное «слепое» рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе / The article has been doubleblind peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

Об авторе / Author

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр имени академика Н.Д. Зелинского» Министерства обороны Российской Федерации, 111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

Супотницкий Михаил Васильевич. Главный специалист, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3193-1032>

Контактная информация автора: 27nc_l@mil.ru

27 Scientific Centre Named after Academician N.D. Zelinsky of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation.

Mikhail V. Supotnitskiy. Senior Researcher. Chief Specialist. Cand. Sci. (Biol.).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3193-1032>

Contact information for author: 27nc_l@mil.ru