DOI: 10.29326/2304-196X-2022-11-2-99-103
УДК 619:616.98:578.842.1

CC BY

По ходу работы я неожиданно обнаружил ряд областей,
которые до сих пор серьезно не обсуждались...
Френк Бернет

Африканская чума свиней через сто лет

В. В. Макаров
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Россия;
https://orcid.org/0000-0002-8464-6380, e-mail: vvm-39@mail.ru

РЕЗЮМЕ

В кратком сообщении воздается должное Роберту Юстасу Монтгомери (1880–1932), с именем которого связано открытие африканской чумы свиней. Сто лет назад им опубликован масштабный отчет об исследованиях этого нового особо опасного заболевания, проведенных в 1900–1917 гг. в Восточной Африке. Установлены и описаны основополагающие положения – этиологическая, иммунологическая и нозологическая самостоятельность данной инфекции, фатальная восприимчивость домашних свиней, клиника и патоморфология, вирусная этиология, природный резервуар и источник заражения, устойчивость вируса вне организма, многие частные элементы эпизоотологии. Применительно к текущей ситуации на основании высокой публикационной активности сделано заключение о чрезвычайном массиве разносторонних исследований по африканской чуме свиней. GAP-анализ (анализ пробелов, Gap analysis), выполненный большим коллективом европейских ученых и специалистов, позволил определить наиболее проблемные вопросы: дикие кабаны, выживание после африканской чумы свиней и трансмиссия, биобезопасность и надзор. Помимо отмеченных в этих выводах и рекомендациях, серьезные пробелы существуют в иммунологии африканской чумы свиней, в частности, относительно механизмов протективного иммунитета, взаимодействия вирус – макрофаг, фенотипических признаков вируса *in vitro*, коррелирующих с вирулентностью, и другие. Очевидно, что без решения этих вопросов вряд ли возможно рассчитывать на получение вакцин против африканской чумы свиней и особенно на их профилактическую и противоэпизоотическую эффективность в общепринятом понимании.

Ключевые слова: обзор, Р. Ю. Монтгомери, африканская чума свиней, текущая пандемия, GAP-анализ

Для цитирования: Макаров В. В. Африканская чума свиней через сто лет. *Ветеринария сегодня*. 2022; 11 (2): 99–103. DOI: 10.29326/2304-196X-2022-11-2-99-103.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Макаров Владимир Владимирович, доктор биологических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, *e-mail: vvm-39@mail.ru.*

African swine fever: one hundred years later

V. V. Makarov
People's Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia,
https://orcid.org/0000-0002-8464-6380, e-mail: vvm-39@mail.ru

SUMMARY

This brief report pays tribute to Robert Eustace Montgomery (1880–1932) whose name is associated with the discovery of African swine fever (ASF). A hundred years ago, he published a major report on study of new highly dangerous disease carried out in 1900–1917 in the East Africa. The infection fundamentals have been established and described – the etiological, immunological and nosological uniqueness of the infection, fatal susceptibility of domestic pigs, clinical sings and pathomorphology, viral etiology, natural reservoir and source of the infection, survival of the virus outside the body, many specific epizootological aspects. Taking into account current high publication activity it has been concluded that there is a large body of multi-faceted research focused on African swine fever. Gap analysis carried out by the large team of the European researchers and experts revealed the most challenging aspects – wild boars, ASF survival and transmission, biosecurity and surveillance. In addition to the gaps mentioned in these conclusions and recommendations there are serious gaps in African swine fever immunology, namely in protective immunity mechanisms, virus-macrophage interaction, *in vitro* virus phenotypic signs correlating with its virulence, etc. Evidently, it is hardly possible to expect development of anti-ASF vaccines and particularly the vaccines capable of preventing and effectively protecting against ASF epizooty according to the general understanding without addressing these issues.

Keywords: review, R. Eu. Montgomery, African swine fever, current panzooty, Gap analysis

For citation: Makarov V. V. African swine fever: one hundred years later. *Veterinary Science Today*. 2022; 11 (2): 99–103. DOI: 10.29326/2304-196X-2022-11-2-99-103.

© Макаров В. В., 2022

Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

For correspondence: Vladimir V. Makarov, Doctor of Science (Biology), Professor, RUDN University, 117198, Russia, Moscow, ul. Miklukho-Maklaya, 6, *e-mail: vvm-39@mail.ru.*

Роберт Юстас Монтгомери (1880–1932) – выдающийся ветеринарный врач и патолог, исследователь экзотических болезней периода первых открытий (фото 1) – сто лет назад опубликовал результаты масштабных наблюдений и экспериментов по африканской чуме свиней (фото 2).

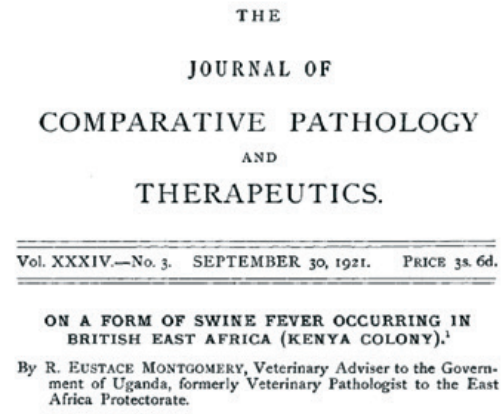
Как следует из Библиографической базы данных южноафриканской науки [1], Р. Монтгомери окончил в 1903 г. Королевский ветеринарный колледж в Эдинбурге (Шотландия). После специальной службы в Индии и Канаде в 1907 г. Ливерпульская школа тропической медицины направила его для изучения сонной болезни (зооноз, серьезное заболевание людей и домашних животных) в Центральной Африке. Результаты его исследования были опубликованы в нескольких статьях в *Annals of Tropical Medicine* (1908–1909). В 1909 г. он был назначен патологом в Восточноафриканский протекторат и в том же году принял участие в Панафриканском ветеринарном конгрессе, состоявшемся в Претории по случаю официального открытия Института ветеринарных исследований в Ондерстепорте, где представил доклад «Трипаносомы и их передача в Южной Африке», опубликованный затем в *Proceeding of the Rhodesia Scientific Association*. Снова посетил Южную Африку в 1912 г. в связи с иммунизацией крупного рогатого скота против лихорадки Восточного побережья. Во время Первой мировой войны (1914–1918) служил в звании майора Восточноафриканского ветеринарного корпуса. В 1917 г. Р. Монтгомери основал ветеринарный институт в г. Кабет (Кения), а в 1918 г. занял пост директора ветеринарных исследований Южно-Африканского Союза. В 1920–1921 гг. он был первым президентом Южноафриканской ассоциации ветеринарной медицины. В период с 1923 по 1926 г. Р. Монтгомери являлся ветеринарным советником правительств Кении, Уганды, Танганьики, а с 1930 г. – в том же качестве в Управлении по делам колоний.

Поистине фундаментальный вклад в ветеринарную науку и практику Р. Монтгомери связан с открытием африканской чумы свиней (АЧС) и обобщением многолетнего изучения этого абсолютно нового для науки заболевания и целого ряда связанных с ним явлений, таких как эпизоотология экзотических инфекций диких животных, их резервуарная роль, природная очаговость, нетривиальных для начала XX в. Как свидетельствует современная обстановка, вклад действительно эпохальный[1]. Подробный итоговый отчет о работе по АЧС Ветеринарной лаборатории Найроби (Кения), начатой с 1900 г., был составлен им в 1917 г., но публикация оказалась возможной только через четыре года из-за объективных причин (война, смена мест работы) [1, 3, 4].

В масштабной статье из двух частей [3] Р. Монтгомери дал приоритетное изложение признаков неизвестной

Фото 1. Р. Ю. Монтгомери [1]

Photo 1. R. Eu. Montgomery [1]



THE

JOURNAL OF

COMPARATIVE PATHOLOGY

AND

THERAPEUTICS.

Vol. XXXIV.—No. 3. SEPTEMBER 30, 1921. PRICE 3s. 6d.

ON A FORM OF SWINE FEVER OCCURRING IN BRITISH EAST AFRICA (KENYA COLONY).[1]

By R. EUSTACE MONTGOMERY, Veterinary Adviser to the Government of Uganda, formerly Veterinary Pathologist to the East Africa Protectorate.

Фото 2. Метрический отпечаток исторической публикации по африканской чуме свиней [2]

Photo 2. Reprint of the historical publication on African swine fever [2]

болезни, возникавшей при первых попытках хозяйственного разведения белыми поселенцами привозимых из метрополий свиней европейских пород для домашнего потребления или производства свинины. Случаи заболевания, очень сходного с хорошо известной в Европе классической чумой свиней (КЧС), были официально зарегистрированы на нескольких фермах в Британской Восточной Африке и, предположительно, имели более широкое, эпизоотическое распространение.

Описаны клиника и патоморфология естественной и экспериментальной инфекции, установлены природный резервуар и источник заражения – местные дикие

[1] В честь него второе название АЧС – *болезнь Монтгомери*.

свиньи-бородавочники *Phacochoerus africanus*, у которых состояние зараженности протекало персистентно и без манифестации, а также выявлена длительная сохраняемость инфекционного агента вне организма и в трупах. Оказалось, что домашние свиньи фатально восприимчивы к парентеральному заражению кровью бородавочников, но инфекция не передавалась при контакте с ними и аэрогенно, что интерпретировано как признак устойчивости резервантов и уже тогда указывало на низкую контагиозность АЧС[2].

Опыты по кросс-инфицированию свиней, иммунных к КЧС, и пассивной защите от заражения иммунной сывороткой против КЧС, результативно и повсеместно применяемой в то время для симультанных прививок в свиноводстве, свидетельствовали, что изучаемое заболевание действительно новое. Сыворотки крови диких свиней также не обладали никакой эффективностью, т. е. принципиальный факт отсутствия гуморальной защиты при АЧС стал известен уже тогда. Никакого эффекта не дала попытка иммунизации инфекционным материалом, инактивированным нагреванием.

Новая инфекция была окончательно определена как самостоятельная нозологическая форма под названием *восточноафриканская чума свиней* в 1910 г. Характеристики АЧС, вируса-возбудителя, основ иммунологии, эпизоотологии в последующие годы и вплоть до современных исследований развивают эти фундаментальные сведения по проблеме, подтверждая положения выдающейся работы Р. Монтгомери [1, 3, 4].

На этом фоне современная панзоотия и обусловленная этим известная патовая ситуация, несомненно, требует экстраординарных решений. Согласно анализу базы данных PubMed[3] [5], глобальная публикационная активность по проблеме АЧС, необычайно активизированная в последние годы (рис. 1), естественно отражает как чрезвычайный научный интерес, так и масштабы исследований.

В общую работу вовлечены многочисленные международные учреждения и специально созданные ассоциации, главные роли в которых принадлежат Всемирной организации здравоохранения животных (МЭБ) и Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО). Следует отметить активную деятельность EMPRES (Система предупреждения эмерджентных инфекций животных и растений, ФАО), GF-TADs (Глобальная рамочная программа для борьбы с трансграничными болезнями животных, ФАО), GARA (Глобальный альянс по изучению АЧС, США), Stop ASF (Программа государственного и частного партнерства, ФАО/МЭБ), EFSA (Европейское управление по безопасности пищевых продуктов, ЕС), VACDIVA (Программа по разработке эффективной вакцины против АЧС Фонда ЕС Horizon 2020), где каждая организация объединяет и координирует исследования от нескольких десятков до свыше полутора сотен участников (лабораторий и институтов). Результативность научно-исследовательских работ подробнейшим образом обсуждается

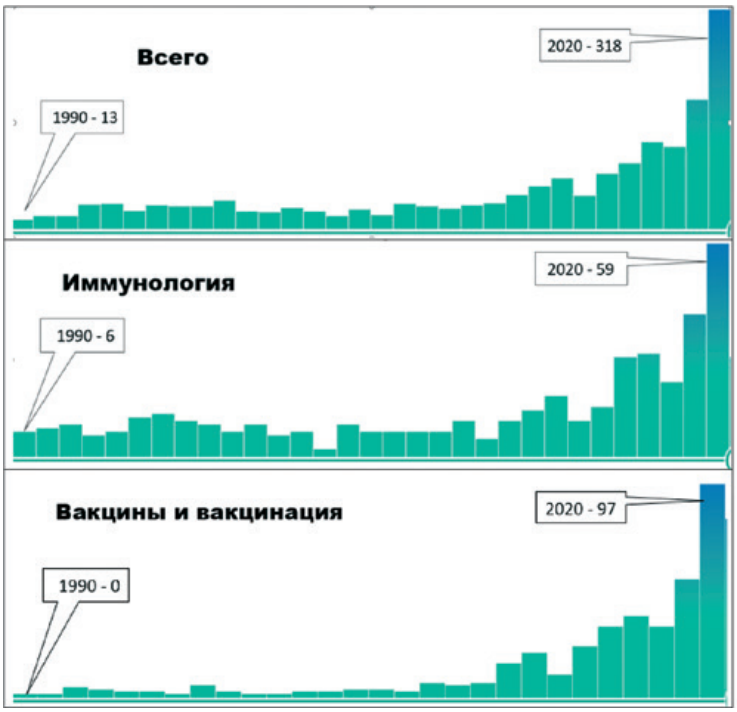


Рис. 1. Тридцатилетняя динамика ежегодных полнотекстовых публикаций по ключевым направлениям проблемы АЧС (в выносках) [5]

Fig. 1. Thirty-year dynamics of annual full-text publications on key ASF aspects (in call-outs) [5]

и оценивается с выработкой согласованных мнений и решений на систематических научных мероприятиях и вебинарах[4]. Данные освещаются в изданиях широкого спектра. Особенно интересна деятельность EFSA Panel On Animal Health and Welfare (Группа EFSA по здравоохранению и благосостоянию животных, AHAW) и обширные систематические публикации отчетно-аналитического порядка в *EFSA Journal* (например, [6]).

В частности, важные результаты получены при осуществлении так называемого GAP-анализа (анализа пробелов)[5] управления краткосрочными рисками в контроле АЧС, недавно выполненного большим коллективом авторитетных ученых и специалистов в связи с растущим неблагополучием европейских стран-участников, научные выводы по которому опубликованы в указанном издании [5]. Своевременность применения этой методологии очевидно оправдана стремительно нарастающим стихийным массивом бессистемных публикаций, не сопровождающимся пока сколь-нибудь существенной противоэпизоотической эффективностью.

[2] Вопрос, дискутируемый некоторыми спикерами до последнего времени. По современным представлениям такой тип отношений между патогеном и хозяином квалифицируется как *персистентная толерантная инфекция.*

[3] PubMed® – крупнейшая текстовая база медицинских и биологических публикаций, созданная Национальным центром биотехнологической информации США, содержащая более 33 миллионов ссылок на научную литературу (журналы, книги и др. издания) [5].

[4] В качестве примера можно привести недавний общедоступный семинар VACDIVA: First International Workshop for the Pig Sector, 1st October 2021.

[5] GAP-анализ (Gap Analysis), или анализ пробелов, – это метод (или процесс) стратегического анализа, в котором сравниваются фактические результаты с ожидаемыми для выявления проблемных мест: неоптимальных или отсутствующих направлений, структур, возможностей, процессов, методов, технологий, навыков – и выдачи рекомендаций, которые помогут исправить ситуацию и достичь поставленных целей. В отличие от оценки рисков, которая ориентирована на перспективу, объектом GAP-анализа является текущее состояние [7]. Общеизвестно, что GAP-анализ в последнее время активно применяется в современной деятельности МЭБ по повышению эффективности национальных ветеринарных служб (PVS Pathway).

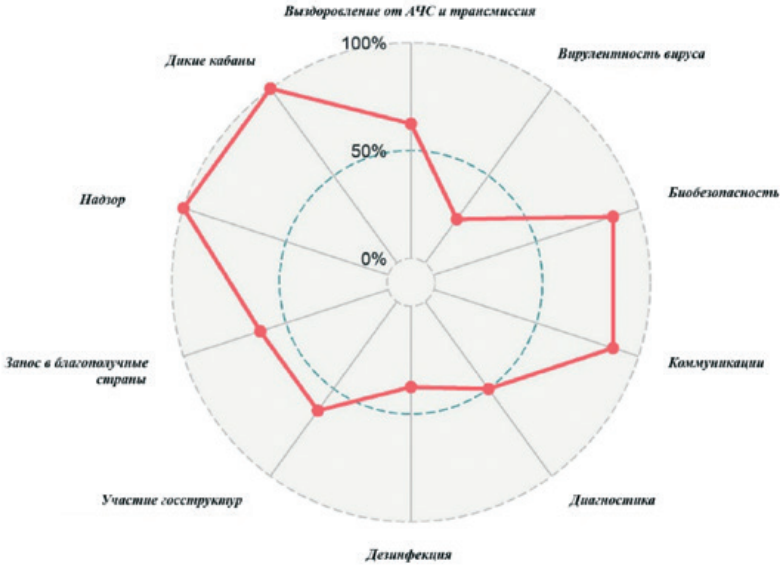


Рис. 2. Приоритетность актуальных вопросов, выявленных GAP-анализом (процентное соотношение) [6]

Fig. 2. Prioritization of currently important aspects identified by the Gap analysis, in percentage [6]

Поскольку методология GAP-анализа основывается на экспертном мнении лиц, интересы которых любым образом связаны с решаемой задачей, в целях объективности были привлечены респонденты самого широкого спектра специализаций: от свиноводов, охотников, ветеринарных врачей до работников высокого директивного уровня и всех возможных государственных и частных категорий, вовлеченных в ситуацию с АЧС, – национальных ветеринарных служб и министерств сельского хозяйства, Европейской ветеринарной ассоциации, фермерских, охотничьих организаций, агробизнеса, охраны природы и природопользования, администраций и т. п. с учетом эпизоотического статуса представляемых территорий (неблагополучные впервые или эндемичные, угрожаемые, благополучные).

Для экспертной оценки актуальности на основе тотального анализа результатов, публикуемых во всем мире, был сформулирован ряд злободневных вопросов, охватывающий важнейшие на сегодня направления науки и практики в контексте неконтролируемого обострения ситуации, прежде всего в Европе. В частности, это (*i*) роль реконвалесцентов в дальнейшем распространении АЧС, (*ii*) вирулентность вируса и выяснение возможности создания живых вакцин, (*iii*) биобезопасность в широком значении контроля факторов риска распространения инфекции, (*iv*) межсекторальные коммуникации с целью максимальной согласованности действий всех заинтересованных организаций и лиц, информация, обучение, (*v*) чувствительность диагностических тестов, неинвазивные методы для кабанов, (*vi*) дезинфекция различных объектов, утилизация трупов кабанов, (*vii*) участие государственных органов в международной кооперации и финансировании, (*viii*) значение импорта, миграции, путей, объектов в заносе в благополучные страны, (*ix*) пассивная форма надзора в природе, пограничный контроль, зонирование в торговле, раннее выявление инфекции, (*x*) экология, эпизоотология, контроль популяций диких кабанов. Результаты GAP-анализа обобщены графически в форме диаграммы-«паука» (рис. 2).

Выводы и рекомендации, вытекающие из такого расклада, сводятся к тому, что актуальность наиболее популярных в современном научном обиходе тривиальных и привычных направлений в исследованиях по АЧС, таких как диагностика (при наличии безукоризненной полимеразной цепной реакции), дезинфекция (все уже давно сделано), не является острой, а главным пробелом в вопросе вирулентности вируса (бесконечное генотипирование) является непригодность, согласно общепринятым представлениями по иммунологии и протективности, предлагаемых вариантов аттенуированного вируса в качестве вакцин, судя по многочисленным публикациям (см. рис. 1). Основные проблемные места, требующие приоритетного внимания, выявлены в четырех категориях из десяти.

Критически важными по *диким кабанам* оказались пробелы как организационного порядка – необходимость согласованной оценки их популяционной плотности и регистрации заболеваемости в дикой природе, определение методов сокращения абсолютной численности, так и научного выяснения механизмов распространения инфекции и потенциала сохраняемости вируса в дикой природе, возможности и значения передачи инфекции путем прямого контакта среди кабанов с учетом их поведения.

По вопросу *выздоровления от АЧС и трансмиссии* показано, что для управления процессами требуется больше знаний и понимания роли насекомых в биологическом и механическом распространении инфекции, контаминированных абиотических объектов среды и кормов; возможных рисков в производстве, переработке, транспортировке, хранении кормовых материалов; различных подстилок; предметов хозяйственного обихода; персонала; продуктов свиного происхождения.

Относительно *биобезопасности* критические пробелы заключаются в отсутствии эффективных мер по предотвращению заносов АЧС трансграничных, в отдельные регионы и хозяйства разных систем ведения, передачи инфекции между кабанами и домашними свиньями, рисков вовлечения личных подсобных хозяйств. Серьезным недостатком является низкая общественная осведомленность по проблеме АЧС, недостаточный учет социально-хозяйственного порядка, общественного уклада сельского населения, традиций ведения сельского хозяйства.

Для *надзора* в целях снижения рисков заноса АЧС в благополучные страны/регионы первостепенное значение имеют необходимость усиления трансграничного контроля за перемещением людей, транспорта, товаров, пассивного наблюдения и раннего обнаружения павших животных (прежде всего кабанов), методы индикации возбудителя (корма, объекты после деконтаминации), чувствительные и быстрые диагностические тесты на месте, применимые в полевых условиях, неинвазивные тесты для дикого кабана [6].

Общим недостатком этого GAP-анализа, безусловно, является отсутствие в наборе вопросов по иммунологии АЧС с общеизвестными многочисленными пробелами, а все усилия сосредоточены на поиске генов вирулентности для их удаления и аттенуации вируса. Как сообщается в одной из последних публикаций с участием J. M. Sánchez-Vizcaíno [8], на фоне широкого ин-

формационного потока знания об иммунных механизмах защиты чрезвычайно скудны. Такая тематическая сегрегация может быть отнесена за счет своеобразия локальных интересов западноевропейского сообщества в текущей ситуации.

В то же время в другом основательном GAP-анализе со сходным набором вопросов, выполненном по инициативе GARA (США) [2], проблемы иммунитета также отражены не в достаточной степени. Остаются за рамками рутинных научно-исследовательских работ очевидно хронические пробелы в отношении таких важных моментов, как взаимодействие вируса с макрофагами и вообще функциональная роль этих уникальных клеток в патогенезе и иммунитете, вирусиндуцированные внутриклеточные процессы и репродукция вируса, гемадсорбция как антигенная модуляция клетки-хозяина и гемадсорбирующий антиген, серотиповая реакция задержки гемадсорбции, другие фенотипические, близкие к реалиям признаки *in vitro*, коррелирующие с вирулентностью и иммунитетом, в частности, внутрипопуляционная гетерогенность вируса, отсутствие протективных эффектов гуморального звена иммунной системы (тривиальной вируснейтрализации), культуральных моделей для прямого тестирования экспрессии протективного антигена и феноменологии протективных реакций клеточного и межклеточного уровня *in vitro* (взаимодействий антител с вирусными частицами, $CD8^+$ Т-лимфоцитов-киллеров и других цитотоксических эффекторов с инфицированными клетками-мишенями, морфологии иммунного цитолиза), эффекторные возможности Т-клеточного иммунитета.

Без решения этих вопросов, особенно определения и всесторонней характеристики эффекторного звена иммунного ответа с применением современных методов исследования, ориентируясь только на приобретенную устойчивость к контрольному заражению (т. е. на уровне животных), вряд ли возможно рассчитывать на получение вакцин против АЧС и особенно их профилактическую и противоэпизоотическую эффективность в общепринятом понимании. Вместе с этим ответы на многое из перечисленного были получены ранее в исследованиях лабораторий биохимии и иммунологии ВНИИВВиМ (г. Покров) и широко освещены в отечественной научной печати [9, 10].

Примечательно, что в американском GAP-анализе, вероятно, впервые применительно к контролю панзоотии АЧС, ставится вопрос о целесообразности тотального уничтожения восприимчивого поголовья, подозреваемого в заражении, путем депопуляции с вынужденным убоем десятков тысяч свиней, что приводит к значительным финансовым убыткам, провоцирует всяческие формы противодействия владельцев и сомнительно с этической точки зрения. В связи с этим возникает необходимость изыскания альтернативных решений данной проблемы экономического и социального порядка, удовлетворяющих общественные требования без ущерба для противоэпизоотической эффективности [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. S2A3: Biographical Database of Southern African Science. Режим доступа: https://www.s2a3.org.za/bio/Biograph_final.php?serial=1949.

2. Global African Swine Fever Research Alliance (GARA). Gap Analysis Report. November 2018. Режим доступа: https://www.star-idaz.net/app/uploads/2018/11/GARA-Gap-Analysis-Report-2018.pdf.

3. Montgomery R. Eu. On a form of swine fever occurring in British East Africa (Kenya Colony). *J. Comp. Pathol. Ther.* 1921; 34: 159–191. DOI: 10.1016/S0368-1742(21)80031-4.

4. Penrith M. L., Kivaria F. M., Masembe C. One hundred years of African swine fever: A tribute to R. Eustace Montgomery. *Transbound. Emerg. Dis*. 2021; 68 (5): 2640–2642. DOI: 10.1111/tbed.14183.

5. PubMed. African swine fever. Режим доступа: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=african%20swine%20fever&filter=simsearch3.fft&timeline=expanded.

6. European Food Safety Authority (EFSA), Álvarez J., Bicout D., Boklund A., Bøtner A., Depner K., et al. Research gap analysis on African swine fever. *EFSA J.* 2019; 17 (8):e05811. DOI: 10.2903/j.efsa.2019.5811.

7. The Complete Guide to Gap Analysis. Режим доступа: https://www.smartsheet.com/gap-analysis-method-examples.

8. Muñoz-Pérez C., Jurado C., Sánchez-Vizcaíno J. M. African swine fever vaccine: Turning a dream into reality. *Transbound. Emerg. Dis*. 2021; 68 (5): 2657–2668. DOI: 10.1111/tbed.14191.

9. Макаров В. В. Африканская чума свиней. М.: Российский университет дружбы народов. 2011. 268 с. Режим доступа: https://giv.ryazangov.ru/upload/iblock/dbc/asf_makarov.pdf.

10. Макаров В. В. Иммунологическая концепция африканской чумы свиней. *Ветеринарная практика*. 2013; 3 (62): 7–22. Режим доступа: https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/iac/asf/publications/makarov/asf_imuno.pdf.

REFERENCES

1. S2A3: Biographical Database of Southern African Science. Available at: https://www.s2a3.org.za/bio/Biograph_final.php?serial=1949.

2. Global African Swine Fever Research Alliance (GARA). Gap Analysis Report. November 2018. Available at: /https://www.star-idaz.net/app/uploads/2018/11/GARA-Gap-Analysis-Report-2018.pdf.

3. Montgomery R. Eu. On a form of swine fever occurring in British East Africa (Kenya Colony). *J. Comp. Pathol. Ther.* 1921; 34: 159–191. DOI: 10.1016/S0368-1742(21)80031-4.

4. Penrith M. L., Kivaria F. M., Masembe C. One hundred years of African swine fever: A tribute to R. Eustace Montgomery. *Transbound. Emerg. Dis*. 2021; 68 (5): 2640–2642. DOI: 10.1111/tbed.14183.

5. PubMed. African swine fever. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=african%20swine%20fever&filter=simsearch3.fft&timeline=expanded.

6. European Food Safety Authority (EFSA), Álvarez J., Bicout D., Boklund A., Bøtner A., Depner K., et al. Research gap analysis on African swine fever. *EFSA J.* 2019; 17 (8):e05811. DOI: 10.2903/j.efsa.2019.5811.

7. The Complete Guide to Gap Analysis. Available at: https://www.smartsheet.com/gap-analysis-method-examples.

8. Muñoz-Pérez C., Jurado C., Sánchez-Vizcaíno J. M. African swine fever vaccine: Turning a dream into reality. *Transbound. Emerg. Dis*. 2021; 68 (5): 2657–2668. DOI: 10.1111/tbed.14191.

9. Makarov V. V. African swine fever. Moscow: Russian People's Friendship University. 2011. 268 p. Available at: https://giv.ryazangov.ru/upload/iblock/dbc/asf_makarov.pdf. (in Russ.)

10. Makarov V. V. Immunological conception for African swine fever. *Veterinarnaya praktika*. 2013; 3 (62): 7–22. Available at: https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/iac/asf/publications/makarov/asf_imuno.pdf. (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 23.11.2021
Поступила после рецензирования / Revised 15.12.2021
Принята к публикации / Accepted 11.01.2022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Макаров Владимир Владимирович, доктор биологических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия.

Vladimir V. Makarov, Doctor of Science (Biology), Professor, RUDN University, Moscow, Russia.