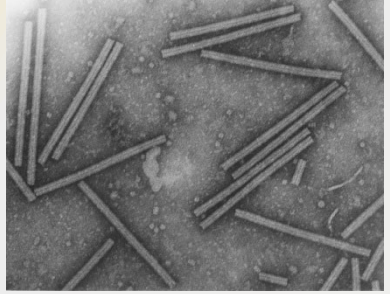
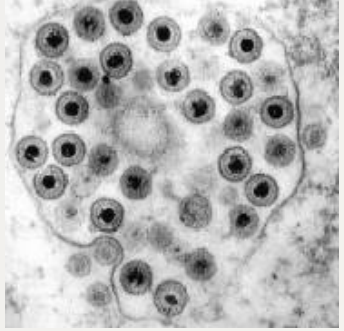
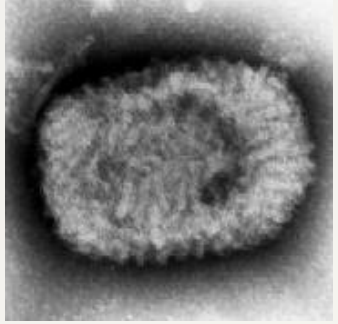
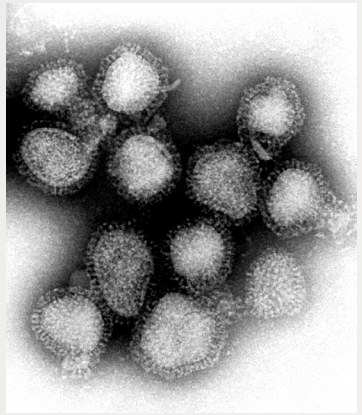
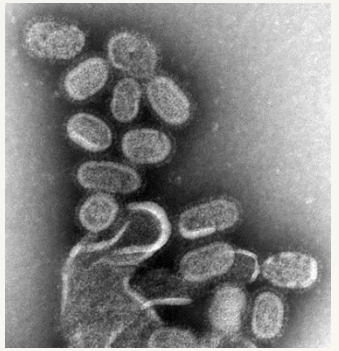


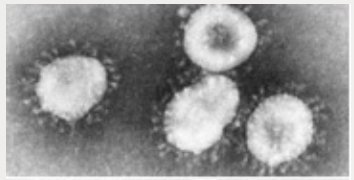



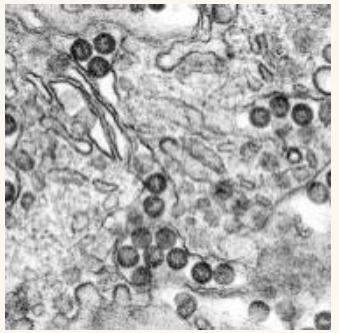
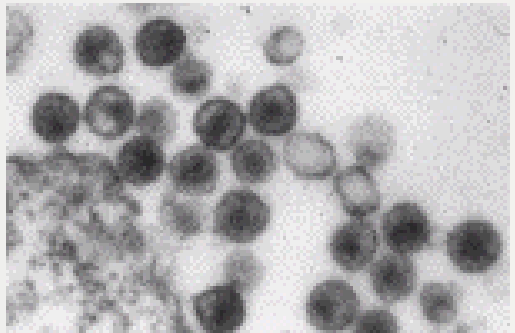



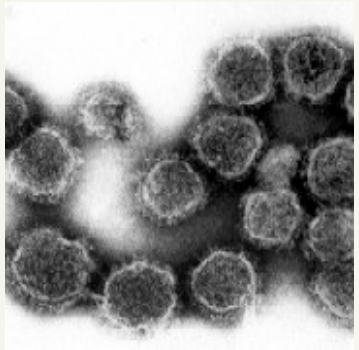
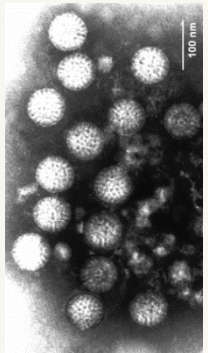
Новые открытия в вирусологии.

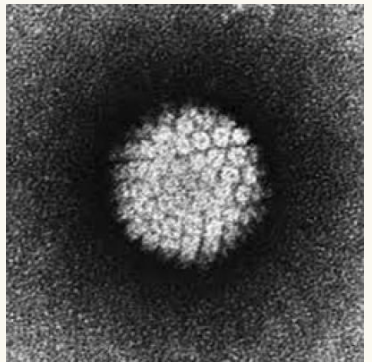
Борьба с вирусными угрозами для достижения ветеринарного благополучия.

А. Д. Забережный





Источник новых открытий в вирусологии: секвенирование нового поколения

Вся ДНК в образце

⇩

Анализ 1 фрагмента ДНК

⇩

Вся ДНК в образце

⇩

Анализ 10 миллионов фрагментов ДНК

⇩

Сборка фрагментов в общую картину

⇨

- Новый парвовирус
- Новый ротавирус
- Новый цирковирус
- Новый
- Новый
- Новый

Метагеномика — изучает общий генетический материал (метагеном) всех вирусов в образце

Таксоны вирусов на июль 2015 г.

Kingdom *(Царство)*
-virae

3694 вирусов

Order *(Отряд)* 7
-virales

Family *(Семейство)* 114
-viridae

Genus (Род) 641
-virus

Species (Вид) 3694

Д. И. Ивановский
1864-1920

Таксоны вирусов на 2026 г.

7
Realm *(Надцарство)*
-viria

11
Kingdom *(Царство)*
-virae

22
Phylum *(Тип)*
-viricota

49
Class *(Класс)*
-viricetes

93
Order *(Отряд)*
-virales

368
Family *(Семейство)*
-viridae

3769
Genus (Род)
-virus

16215
Species (Вид)

классифицировано

Вирусов открыто на 2 порядка больше, чем классифицировано

Вирусы, объединенные в неформальный домен Vira, инфицируют все домены биосферы:

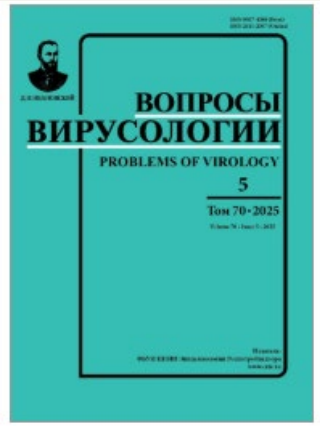
вирусы – Vira

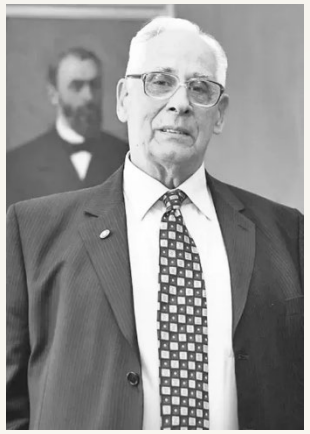
археи – Archaea

бактерии – Bacteria

эукариот – Eucarya

- **водоросли – Algae**
- **грибы – Fungi**
- **простейшие – Protozoa**
- **растения – Plantae**
- **беспозвоночные – Invertebrata**
- **позвоночные – Vertebrata**





Таксономия и мегатаксономия вирусов (домен Vira) – текущий статус

Львов Д.К., Акимкин В.Г., Забережный А.Д., Борисевич С.В., Альховский С.В.

ВОПРОСЫ ВИРУСОЛОГИИ. 2025; 70(5)

Результаты одной экспедиции

2025

Глубоководная экосистема занимает примерно 65% земной поверхности, при этом она содержит большую часть глобальной биомассы, задействованной в биогеохимических (карбоновых) циклах, давая энергию и пищу остальным экосистемам.

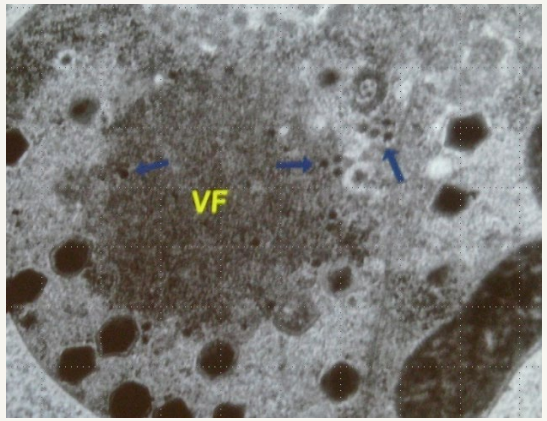
В течение 8 лет в трёх океанах было отобрано 138 образцов глубоководных донных отложений, включающий в себя пробы из холодных и горячих источников, глубоководных впадин, подводных хребтов, и из толщи воды.

Обнаружено 347737 ДНК вирусов из разных таксонов, образующих 63 семейства, из них 84,94% ранее неизвестны.

Геномы 98581 вирусов полностью секвенированы. Вирусы отнесены к эукариотическим (44,55%) и прокариотическим (25,75%) хозяевам.

Tianliang He, Min Jin, Pei Cui, Xumei Sun, Xuebao He, Yaqin Huang, Xi Xiao, Tingting Zhang.
Environmental viromes reveal the global distribution signatures of deep-sea DNA viruses.
Journal of Advanced Research, Vol. 57, March 2024, Pages 107-117.

Вирусы и вирофаги в мировом океане



Cafeteria roenbergensis virus

Cafeteria roenbergensis является хозяином для вирофагов, которых обнаруживают вместе с ними.

Вирофаги считают предшественниками ДНК-транспозонов.

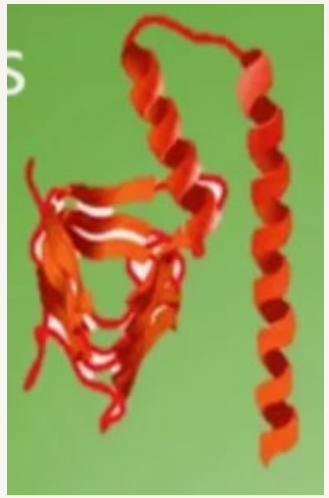
Вирофаг Mavirus, кодирующий 20 белков, включая ретровирусную интегразу, имеет высокую степень генетической гомологии с эукариотическим транспозоном Maverick/Polinton.

Это напрямую указывает на участие вирусов океана в эволюции эукариот.

На сегодняшний день вирофаги составляют четыре отряда, в которые входят семь семейств – июль 2026 г.

Вироид-подобные структуры.
Их больше, чем вирусов.
Что это?
Микробиом микробиома?

2025



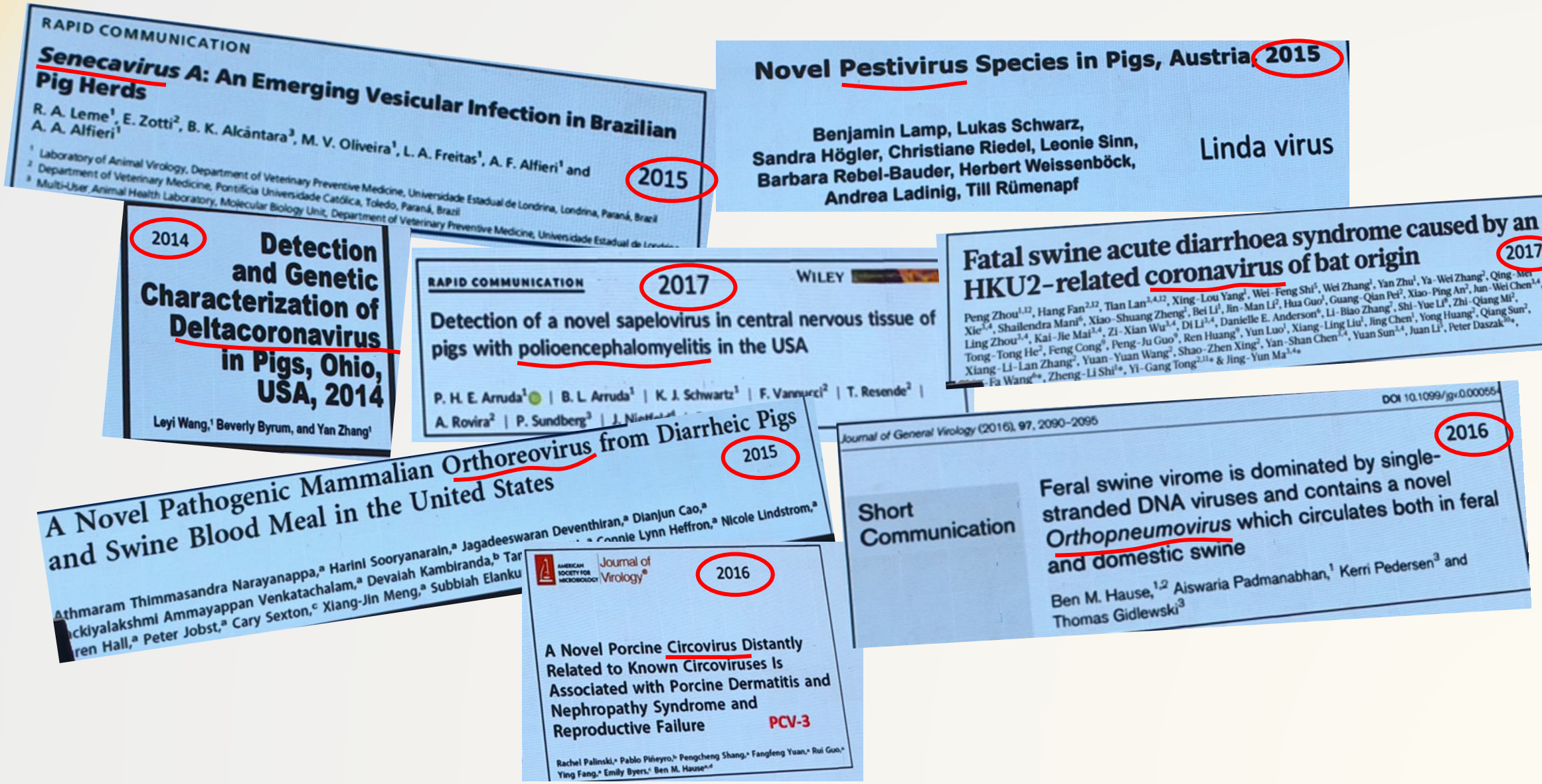
В прокариотическом планктоне циркулируют вироид-подобные структуры, названные «Обелисками»

Они имеют кольцевую РНК размером 1000 нуклеотидов, которая образует палочковидные структуры и кодирует белки, названные «Облины»

РНК не имеет сродства ни с чем, ранее известным, поэтому эти структуры, обладающие свойствами и вирусов и вироидов, на сегодня классифицируют лишь как *Incertae sedis*

Данные структуры более распространены в океане, чем все РНК-вирусы. Они также присутствуют в микробных сообществах во всей биосфере, их роль ещё предстоит изучить.

За последнее десятилетие число вновь открытых вирусов возросло многократно



RAPID COMMUNICATION

Senecavirus A: An Emerging Vesicular Infection in Brazilian Pig Herds

R. A. Leme[1], E. Zotti[2], B. K. Alcântara[3], M. V. Oliveira[1], L. A. Freitas[1], A. F. Alfieri[1] and A. A. Alfieri[1]

[1] Laboratory of Animal Virology, Department of Veterinary Preventive Medicine, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brazil
[2] Department of Veterinary Medicine, Pontifícia Universidade Católica, Toledo, Paraná, Brazil
[3] Multi-User Animal Health Laboratory, Molecular Biology Unit, Department of Veterinary Preventive Medicine, Universidade Estadual de Londrina

2015

Novel Pestivirus Species in Pigs, Austria, 2015

Benjamin Lamp, Lukas Schwarz, Sandra Högler, Christiane Riedel, Leonie Sinn, Barbara Rebel-Bauder, Herbert Weissenböck, Andrea Ladinig, Till Rümenapf

Linda virus

2014

Detection and Genetic Characterization of Deltacoronavirus in Pigs, Ohio, USA, 2014

Leyi Wang,[1] Beverly Byrum, and Yan Zhang[1]

RAPID COMMUNICATION 2017 WILEY

Detection of a novel sapelovirus in central nervous tissue of pigs with polioencephalomyelitis in the USA

P. H. E. Arruda[1] | B. L. Arruda[1] | K. J. Schwartz[1] | F. Vannucci[2] | T. Resende[2] | A. Rovira[2] | P. Sundberg[3] | J. Nietfeld

Fatal swine acute diarrhoea syndrome caused by an HKU2-related coronavirus of bat origin 2017

Peng Zhou[1,12], Hang Fan[2,12], Tian Lan[3,4,12], Xing-Lou Yang[1], Wei-Feng Shi[5], Wei Zhang[1], Yan Zhu[1], Ya-Wei Zhang[2], Qing-Mei Xie[3,4], Shailendra Mani[6], Xiao-Shuang Zheng[1], Bei Li[1], Jin-Man Li[2], Hua Guo[1], Guang-Qian Pei[2], Xiao-Ping An[2], Jun-Wei Chen[3,4], Ling Zhou[3,4], Kai-Jie Mai[3,4], Zi-Xian Wu[3,4], Di Li[3,4], Danielle E. Anderson[6], Li-Biao Zhang[7], Shi-Yue Li[8], Zhi-Qiang Mi[2], Tong-Tong He[2], Feng Cong[9], Peng-Ju Guo[9], Ren Huang[9], Yun Luo[1], Xiang-Ling Liu[1], Jing Chen[1], Yong Huang[2], Qiang Sun[2], Xiang-Li-Lan Zhang[2], Yuan-Yuan Wang[2], Shao-Zhen Xing[2], Yan-Shan Chen[2,4], Yuan Sun[3,4], Juan Li[3], Peter Daszak[10]*, Fa Wang[6]*, Zheng-Li Shi[1]*, Yi-Gang Tong[2,11]* & Jing-Yun Ma[3,4]*

A Novel Pathogenic Mammalian Orthoreovirus from Diarrheic Pigs and Swine Blood Meal in the United States 2015

Athmaram Thimmasandra Narayanappa,[a] Harini Sooryanarain,[a] Jagadeeswaran Deventhiran,[a] Dianjun Cao,[a] Connie Lynn Heffron,[a] Nicole Lindstrom,[a] Vijayalakshmi Ammayappan Venkatachalam,[a] Devaiah Kambiranda,[b] Tar... Ren Hall,[a] Peter Jobst,[a] Cary Sexton,[c] Xiang-Jin Meng,[a] Subbiah Elanku...

AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY | Journal of Virology

2016

A Novel Porcine Circovirus Distantly Related to Known Circoviruses Is Associated with Porcine Dermatitis and Nephropathy Syndrome and Reproductive Failure PCV-3

Rachel Palinski,[a] Pablo Piñeyro,[b] Pengcheng Shang,[a] Fangfeng Yuan,[a] Rui Guo,[a] Ying Fang,[a] Emily Byers,[c] Ben M. Hause[a,d]

DOI 10.1099/jgv.0.000554

Journal of General Virology (2016), 97, 2090–2095

2016

Short Communication

Feral swine virome is dominated by single-stranded DNA viruses and contains a novel *Orthopneumovirus* which circulates both in feral and domestic swine

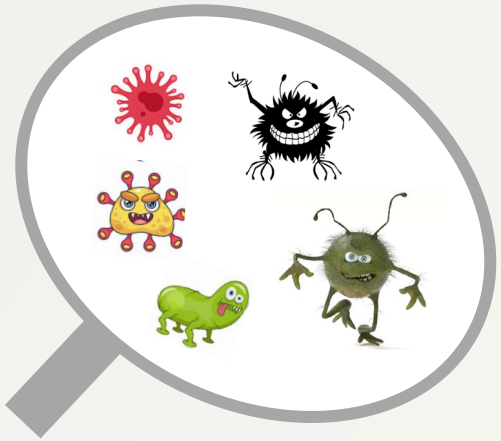
Ben M. Hause,[1,2] Aiswaria Padmanabhan,[1] Kerri Pedersen[3] and Thomas Gidlewski[3]

Число вновь открытых вирусов возросло многократно за счёт новых технологий

Новые открытия влияют на целеполагание научных исследований

Вирусная инфекционная болезнь животных

Поиск и изучение возбудителя



Новые ранее неизвестные вирусы

Поиск их роли в инфекционной патологии животных

Новые обозначения болезней, ассоциированных с цирковирусами свиней

Раньше писали –	**PCVD**	**(болезни, вызванные цирковирусом свиней)**
Теперь предложено –	**PCV AD**	**(болезни, ассоциированные с цирковирусом свиней)**

Вид цирковируса	Обозначение группы ассоциированных болезней	Новая номенклатура
PCV-2	**PCV-2AD**	**PCV-2SD (PSV-2 systemic disease)- системное заболевание** **PCV-2RD (PSV-2 reproductive disease)- репродуктивная патология** **PCV-2SI (PSV-2 subclinical infection)- субклиническая инфекция** **PNDS (Porcine dermatitis and nephropathy syndrome)- синдром дерматита и нефропатии**
PCV-3	**PCV-3AD**	**PCV-3SD (PSV-3 systemic disease)- системное заболевание** **PCV-3RD (PSV-3 reproductive disease)- репродуктивная патология**

PCV-1
PCV-4
PCV-5

Болезней пока не выявлено

Vet Rec. 2025 Nov 15;197(10):411-414. doi: 10.1002/vetr.70074.

Towards a unified nomenclature for diseases associated with porcine circovirus infections

Joaquim Segalés [1 2 3], Gordon Allan [4], Chanhee Chae [5], John Ellis [6], John Harding [7], Steve Krakowka [8], Lars Erik Larsen [9], Hans Nauwynck [10], Tanja Opriessnig [11 12], Satoshi Otake [13], Tomasz Stadejek [14], Roongroje Thanawongnuwech [15], Giovanni Franzo [16]

Изменяющийся взгляд на картину инфекционных болезней

Возбудитель ⟷ Болезнь

→

«Традиционные» болезни

+

Многофакторные болезни (синдромы)

Возникающие болезни недоказанной этиологии

Новые патогены с недоказанной ролью

Возбудители «традиционных» болезней свиней

PRRSV	Вирус репродуктивного и респираторного синдрома свиней
ASFV	Вирус африканской чумы свиней
CSFV	Вирус классической чумы свиней
SIV	Вирус гриппа свиней
PEDV	Вирус эпизоотической диареи свиней
PCV2	Цирковирус свиней 2 типа

+

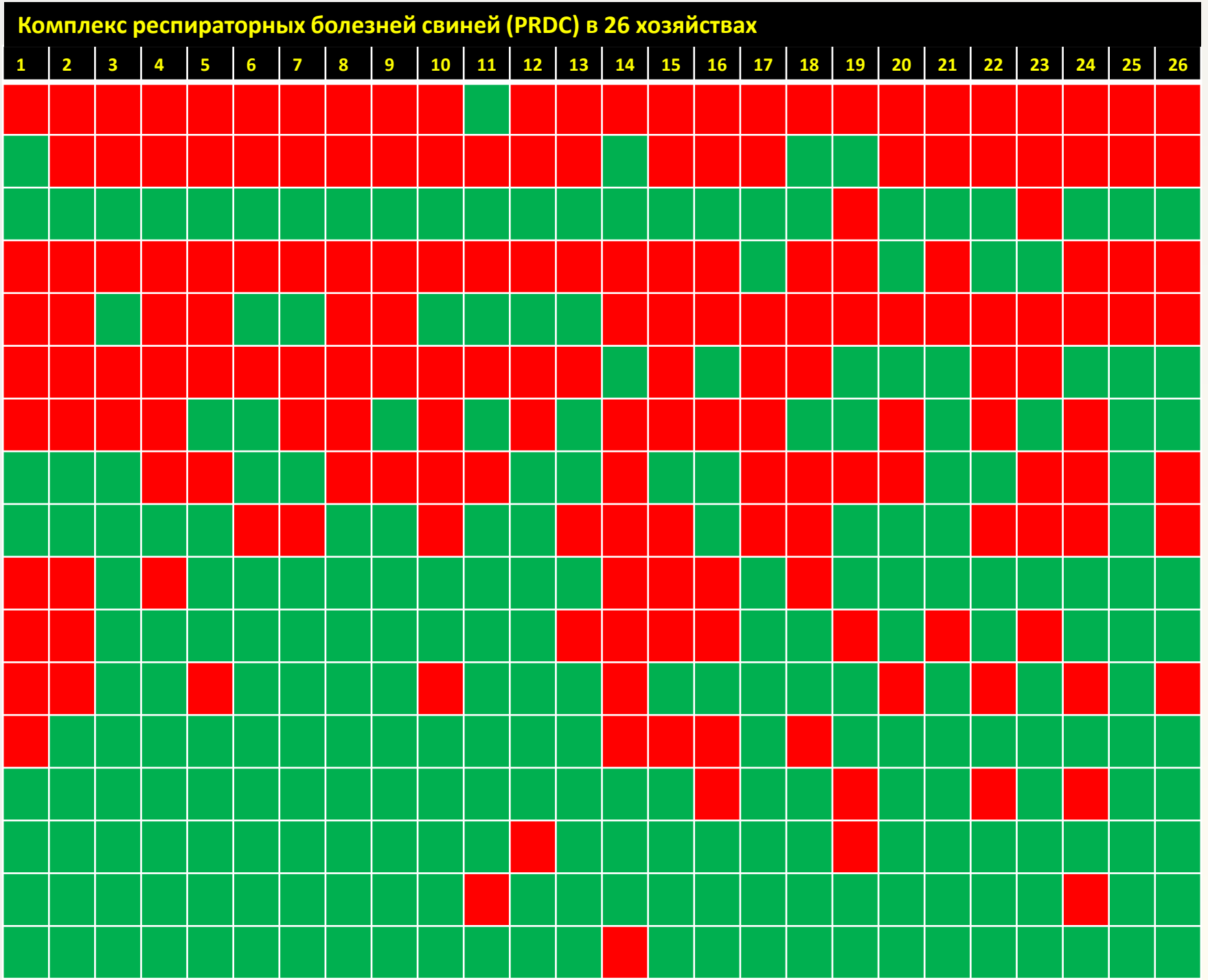
Mycoplasma hyopneumoniae
Streptococcus suis
Glaesserella parasuis
Mycoplasma hyorrhinis

+

Другие

Несмотря на то, что это давно известные, хорошо изученные патогены, для которых разработаны вакцины, они широко распространены во всём мире и продолжают вызывать экономически значимые болезни

Респираторный синдром



Изменяющийся взгляд на инфекционную болезнь

Эко-система

1980-е	2000-е	2026
Один патоген	Совместное воздействие множества патогенов	Патогены + Хозяин + Микробиом + Окружающая среда + Способ ведения хозяйства +

Популяционный (стадный) иммунитет

Это защищенность всего поголовья от конкретной инфекционной болезни.

Возникает, когда большая часть стада имеет иммунитет после переболевания или вакцинации, что замедляет распространение инфекции.

Факторы стадной защиты

Защита слабых: Непривитые или ослабленные свиньи реже заражаются, так как падает общая циркуляция возбудителя.

Порог защиты: Для каждого вируса нужен свой процент защищенных животных, чтобы вспышка не развивалась.

Динамика стада: Из-за обновления поголовья (рождение поросят, ввод ремонтых свинок) уровень защиты в стаде меняется.

Способы создания и поддержания

Вакцинация: Плановые прививки маток и молодняка

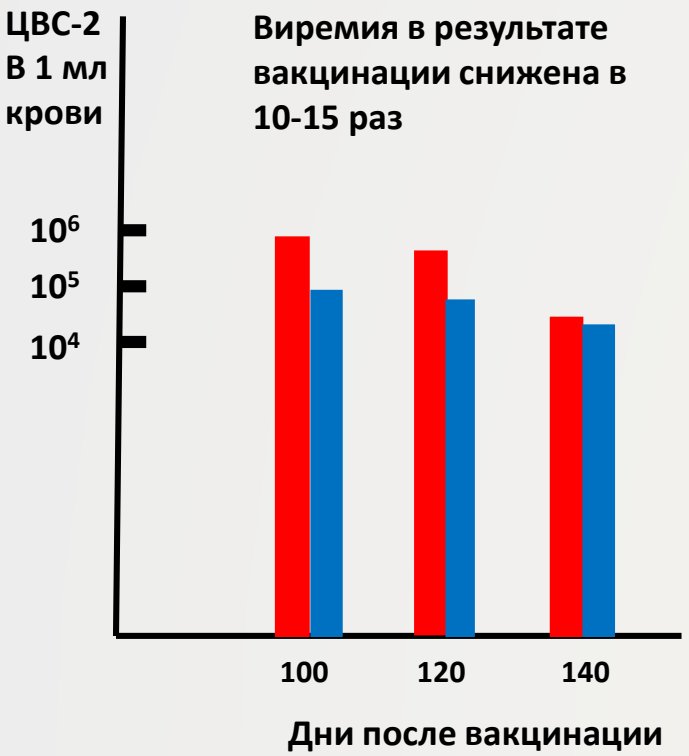
Акклиматизация: Контролируемое знакомство молодых свинок с микрофлорой фермы до осеменения

Биобезопасность: Карантин, контроль завозов и дезинфекция, снижающие вирусную нагрузку извне

Возможно ли избавиться от циркуляции цирковируса свиней 2 типа?

Вакцина против ЦВС-2:

- **Предотвращает клинические проявления болезни**
- **Уменьшает концентрацию вирусных частиц в сыворотке крови свиней и в окружающей среде**
- **Возрастает процент ПЦР-негативных животных в стаде**
- **Не обеспечивает «стерильного иммунитета»**



Review › Animals (Basel). 2025 Sep 19;15(18):2744. doi: 10.3390/ani15182744.

Speculative Review on the Feasibility of Porcine Circovirus 2 Elimination

Joaquim Segalés [1 2 3], Marina Sibila [2 3 4]

Joaquim Segalés

Affiliations + expand

PMID: 41007987 PMCID: PMC12466544 DOI: 10.3390/ani15182744

Гипотеза: **При массовом региональном или глобальном применении данная схема вакцинации приведёт к снижению циркуляции цирковируса свиней 2 типа до невыявляемого уровня**

Joaquim Segalés

2026

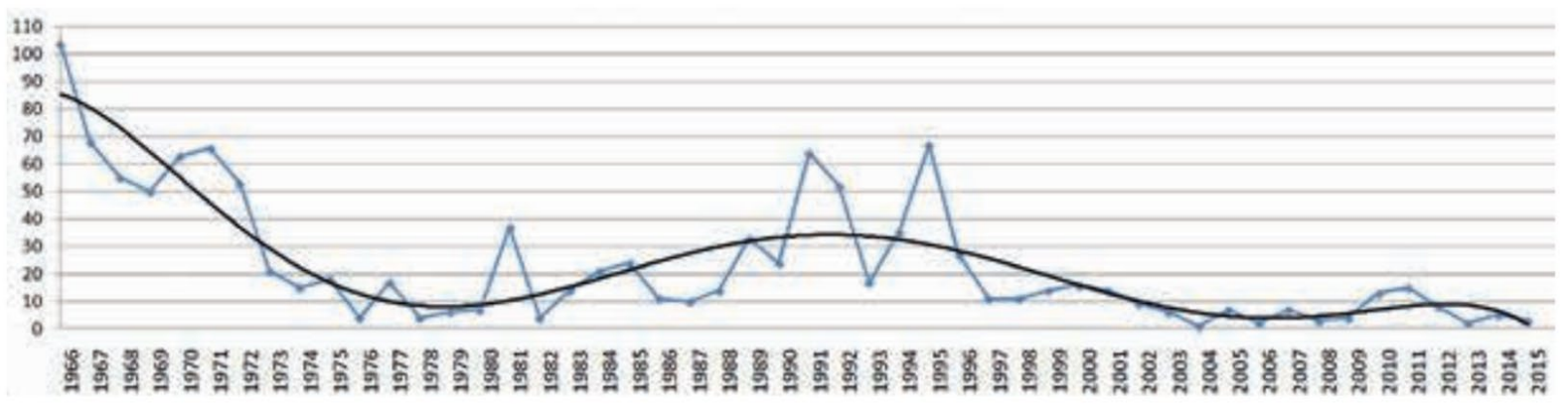
Гипотеза: **При массовом региональном или глобальном применении данная схема вакцинации приведёт к снижению циркуляции цирковируса свиней 2 типа до невыявляемого уровня**

Joaquim Segalés

2026

Но это не точно!

Искоренение классической чумы свиней в России с помощью вакцинации:



Проф. В.А.Сергеев

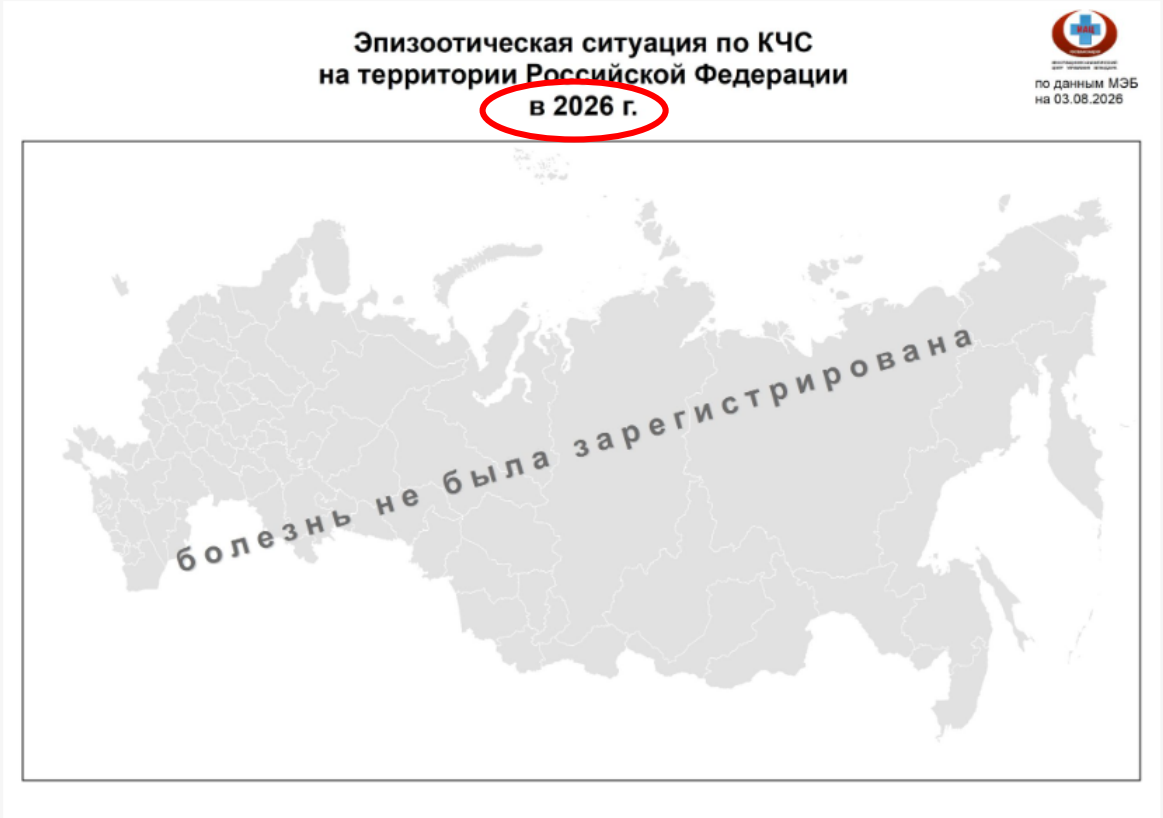
В последние годы в России не регистрируются вспышки классической чумы свиней

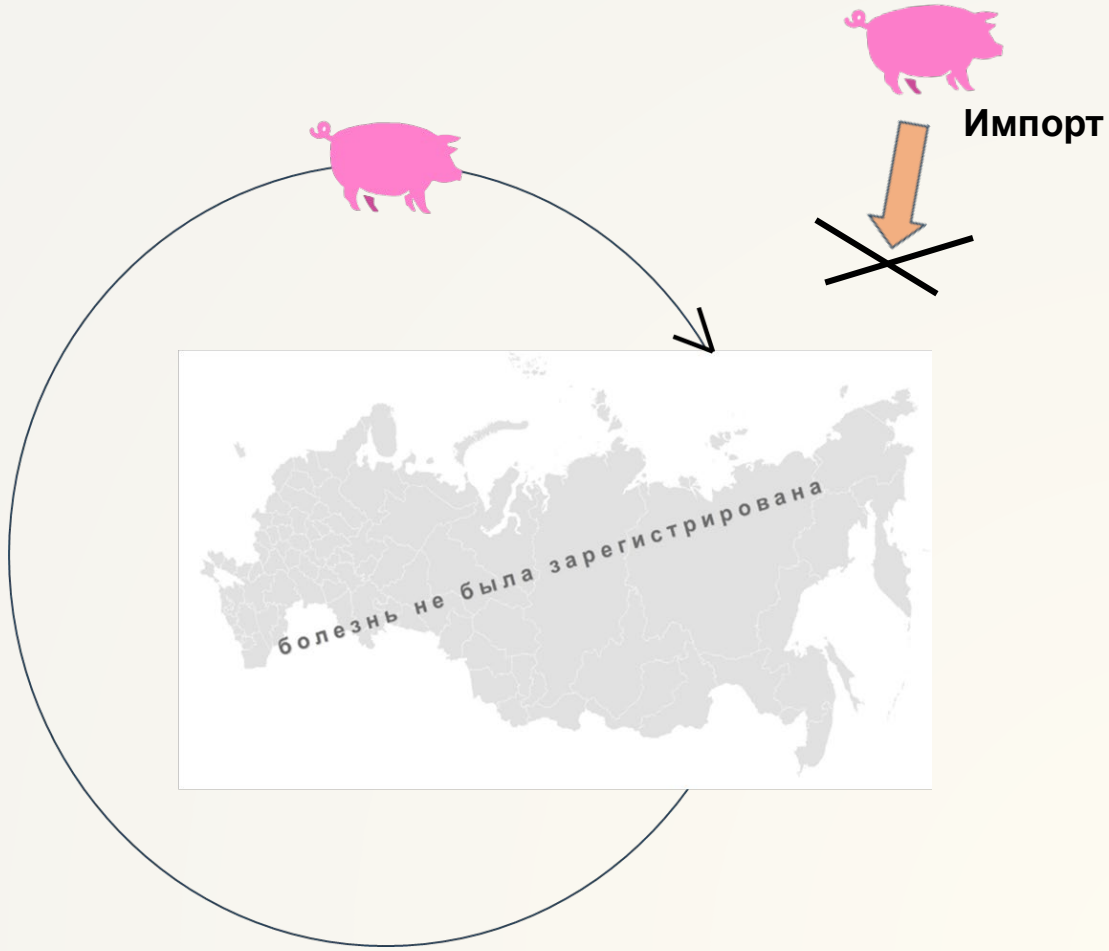
РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР
Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору

О Россельхознадзоре | Деятельность | Пресс-служба | Для граждан | Для сотрудников

Главная > Эпизоотическая ситуация > Россия > Эпизоотическая ситуация по КЧС в Российской Федерации

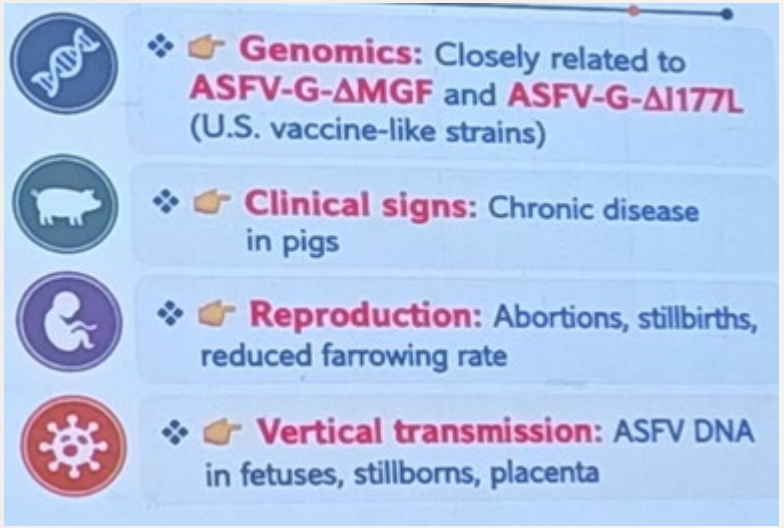
Эпизоотическая ситуация по КЧС в Российской Федерации





«Искоренение» африканской чумы свиней во Вьетнаме с помощью вакцинации:

Выявление генно-редактированных штаммов вируса АЧС (вакцино-подобных штаммов), ассоциированных с хронической формой болезни, с 2021 г. по настоящее время



Июнь 2026 г.

Геном:

такой, как у вакцинных штаммов из США (ASFV-G-ΔMGF, ASFV-G- Δ I177L)

Клиника:

хроническая болезнь

Репродукция:

аборты, мертворождение, общее снижение продуктивности

Вертикальная передача:

вирус обнаружен в плодах, плаценте, у мертворожденных поросят

Опытная вакцина против АЧС на базе штамма ASFV-G-ΔI177L

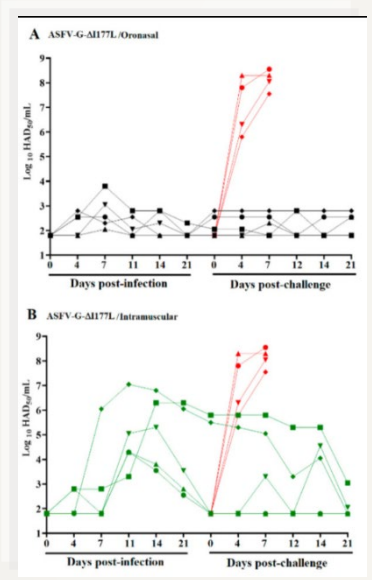
Manuel V Borca, et al.,

ASFV-G-ΔI177L as an Effective Oral Nasal Vaccine against the Eurasia Strain of Africa Swine Fever Viruses. 2021, 13:765.

Evaluation of the Safety Profile of the ASFV Vaccine Candidate ASFV-G-ΔI177L Viruses. 2022, 14:896.

Manuel V Borca

Based on the results of these safety studies, ASFV-G-ΔI177L was found to be a viable safe vaccine candidate with a stable attenuated phenotype, demonstrating the absence of clinical signs, reversion to virulence, or residual virulence associated with ASF.



Штамм ASFV-G-ΔI177L

- **Стабильный аттенуированный фенотип (не вызывает болезнь)**
- **Нет реверсии к дикому типу**
- **Нет остаточной вирулентности**

Предварительная работа (17 публикаций в 2022 г.):

- **Найдены десятки детерминант вирулентности**
- **Расшифрованы и воссозданы 3-мерные структуры 193 (!) вирусных белков**
- **Изучены факторы клеточного иммунитета**
- **Созданы маркированные штаммы**

Выявление высоко патогенных штаммов вируса африканской чумы свиней во Вьетнаме в результате вакцинации (с мая 2023 г. По настоящее время)

Рекомбинантная структура:

P72 (генотип I), p54 (генотип II), CD2v (серогруппа VIII)

Геном:

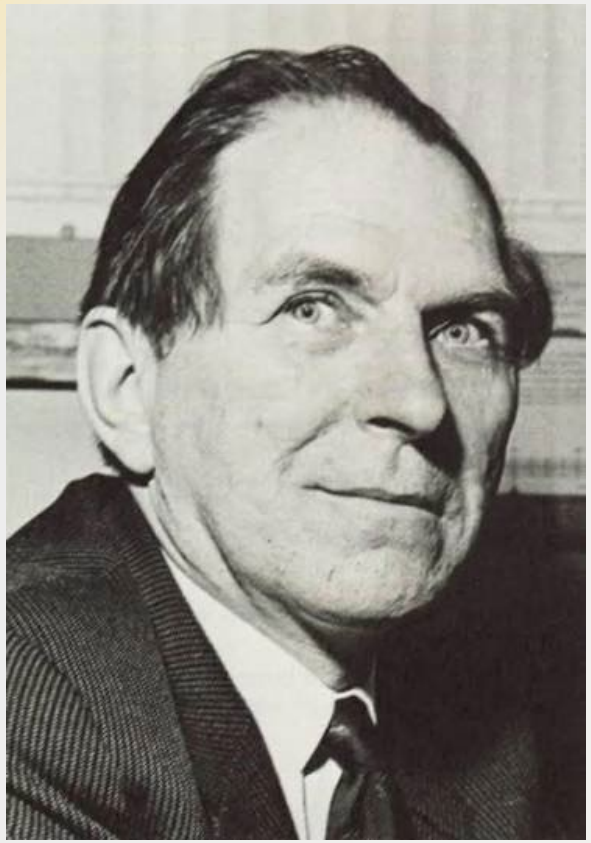
99,9% схож с китайским штаммом вируса АЧС

Вирулентность:

Вызывает острое течение болезни

Распространение:

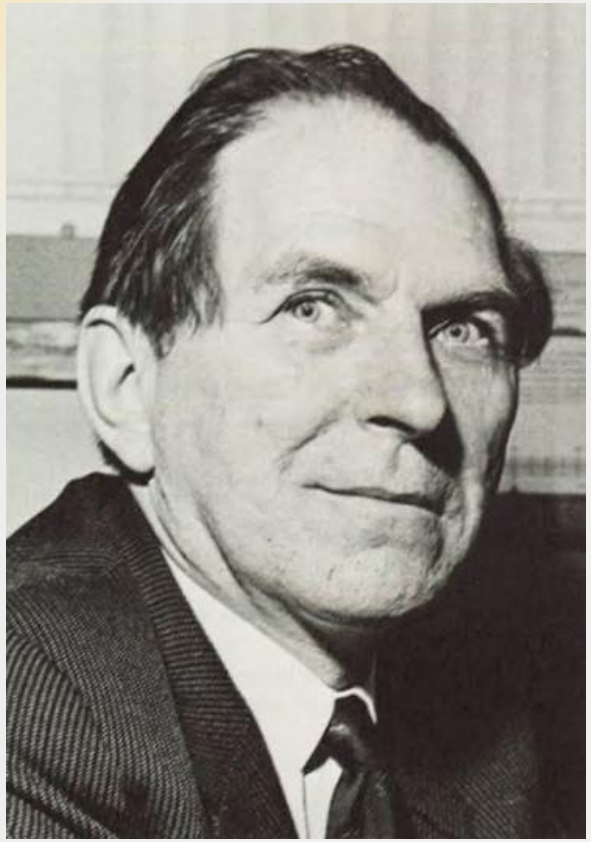
Быстрое по всей стране



Томас Эйдан Кокберн
(Thomas Aidan Cockburn),
1912–1981

«Мы с уверенностью можем рассчитывать на то, что в недалёком будущем будет достигнут существенный уровень свободы от инфекционных болезней. Безусловно, имеет смысл ожидать, что в течении некоторого времени все основные инфекционные болезни исчезнут».

«Эволюция и эрадикация инфекционных болезней», 1963

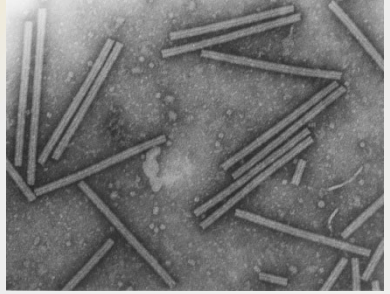


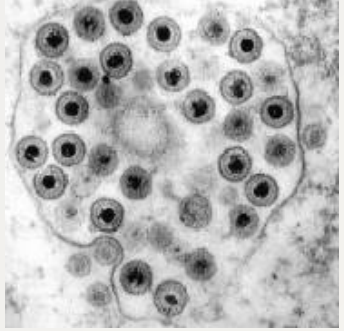
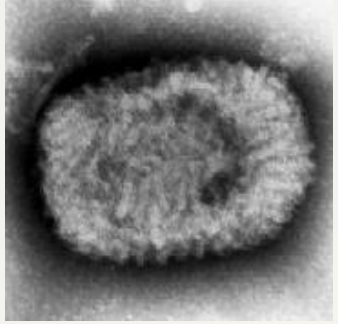
Томас Эйдан Кокберн
(Thomas Aidan Cockburn),
1912–1981

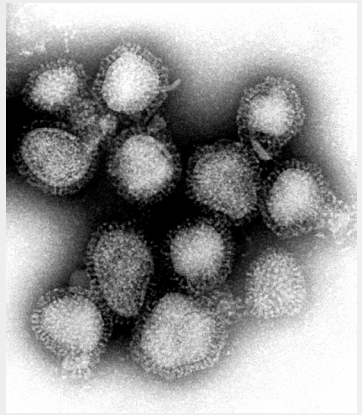
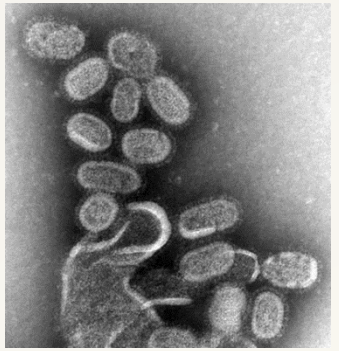
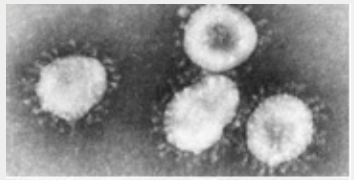
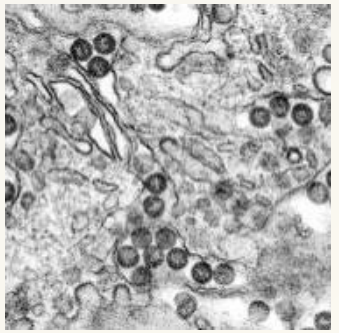
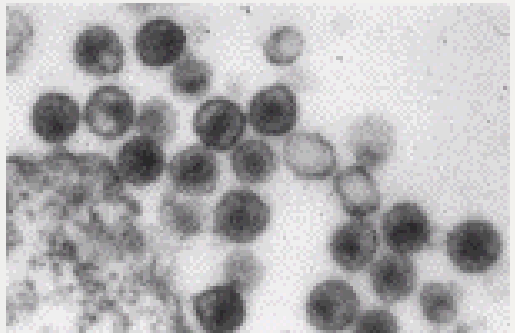
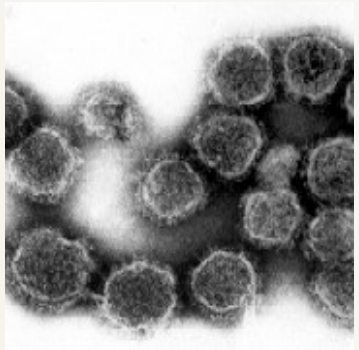
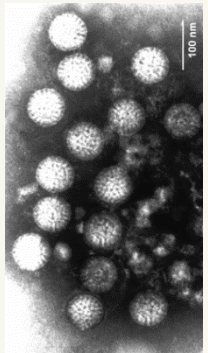
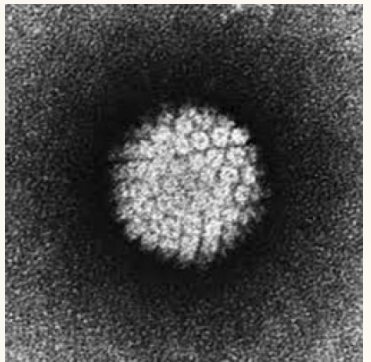
«Мы с уверенностью можем рассчитывать на то, что в недалёком будущем будет достигнут существенный уровень свободы от инфекционных болезней. Безусловно, имеет смысл ожидать, что в течении некоторого времени все основные инфекционные болезни исчезнут».

«Эволюция и эрадикация инфекционных болезней», 1963

Но это не точно!






Спасибо за внимание!